

# SOMMAIRE



## EXPÉRIENCES

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Expériences Optiques et Photoniques | 10 |
| Expériences sur les Ondes           | 54 |
| Expériences de Mécanique            | 72 |
| Expériences de Thermodynamique      | 86 |



## OPTIQUE

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Bancs d'optiques & supports        | 90  |
| Sources Lumineuses                 | 122 |
| Composants & Consommable d'optique | 144 |
| Instruments et capteurs d'optique  | 180 |



## ONDES

|             |     |
|-------------|-----|
| Vagues      | 214 |
| Sons        | 218 |
| Ultrasons   | 222 |
| Micro-ondes | 228 |



## MÉCANIQUE

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Accéléromètre-Gyromètre DynNova    | 234 |
| Oscillations et pendules           | 240 |
| Composants & Consommable d'optique | 246 |
| Mécanique des matériaux            | 250 |



## PHYSIQUE

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Thermodynamique                | 254 |
| Point critique et loi des Gaz  | 262 |
| Induction et électromagnétisme | 264 |
| Physique atomique et quantique | 266 |



## MESURE

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| Oscilloscopes, GBF, Alimentations...               | 270 |
| Boîtes à décades et connectique électrique         | 278 |
| Capteurs, teslamètres, sonomètres, thermomètres... | 282 |
| Instrumentation de chimie-svt                      | 288 |

# SELECTION LYCEE



## BANCS D'OPTIQUE ÉQUIPÉS à partir de 240€ ttc

BANCS LYCEE  
PAGE 100

- Profilé aluminum, léger, rigide et durable
- Sources lumineuse LED durables et sécuritaires
- Montures pratiques et solides
- Compatibilité avec accessoires standards



SOURCES LED  
PAGE 124

## SOURCES LED COLLIMATÉES à partir de 66€ ttc

- Structures métalliques résistantes
- Réglages fiables, précis, pratiques
- Source LED pré-collimatée ou collimatable
- Alimentation basse tension avec interrupteur



DIODES LASER  
PAGE 132

## DIODES LASER DE QUALITÉ à partir de 75€ ttc

- Grande qualité optique
- Structure entièrement métallique
- Alimentation basse tension avec interrupteur
- Disponible en rouge, vert, bleu, violet



## SYNTHÈSE DES COULEURS toute la gamme p.130

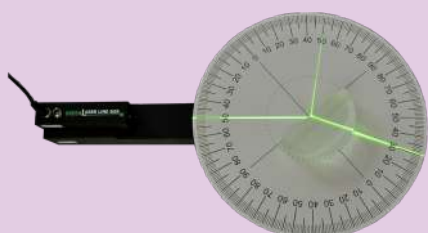


## DIFFRACTION ET INTERFERENCES toute la gamme p.165

- Obstacles de diffraction de grande qualité
- Systèmes rotatifs et magnétiques pratiques
- Jetons en verre chromé, ne se déformant pas
- Capteurs pour relevés de profils d'intensité



## RÉFLEXION-RÉFRACTION au laser ou en lum.blanche p.138



LASER  
MULTIFAISCEAUX  
PAGE 141

## CUVES DE POLARIMÉTRIE 48€ ttc

- Étanches et directement montées sur tige
- Parois extrêmes dévissables
- 4 longueurs disponibles
- Remplissage aisé



POLARIMETRIE  
PAGE 173

## CAMERA RAPIDE 120 - 260 - 330 IPS à partir de 120€ ttc

- Cadence élevée avec une grande résolution
- Jusqu'à 330 images par seconde à 640x360px
- Format enregistrement AVI et MJPEG
- Compatible avec la plupart des logiciels vidéo
- Plug and play, objectifs interchangeables



CAMERAS  
RAPIDES  
PAGE 205



## ONDES MÉCANIQUES & VAGUES expériences p.70

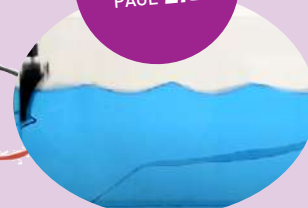
- Vibreur de Melde polyvalent et robuste
- Générateur de vagues pilotables
- Cuves à ondes lumineuses et pratiques



VIBRATIONS  
PAGE 214



VAGUES  
PAGE 216



## SONS ET RESONANCE ACOUSTIQUE à partir de 36€ ttc

- Vibreur de Melde polyvalent et robuste
- Générateur de vagues pilotables
- Cuves à ondes lumineuses et pratiques



MICROPHONES  
PAGE 220

TUBE DE KUNDT  
PAGE 219



## ULTRASONS ET DOPPLER platine Doppler pilotable p.224

- Transducteurs 40kHz en monture sur tige
- Platine motorisée grande vitesse (40cm/s)
- Vitesse variable, déplacement pilotable
- Compatible avec de nombreux éléments, capteurs, transducteurs US, écrans, sondes



ULTRASONS  
PAGE 222



MALLETES DE  
MECANIQUE  
PAGE 247

## FORCES ET FROTTEMENTS toute la gamme p.246

- Mallettes pratiques et complètes
- Plan incliné + banc d'étude des frottements
- Mallette forces, équilibre et loi de Hooke
- Ressorts, poids, dynamomètres



## PENDULES ET OSCILLATIONS toute la gamme p.240

- Pendules simples ou pesant
- Oscillations libres ou forcées

SELECTION LYCEE

# SELECTION SUP

EXPERIENCES  
D'OPTIQUE  
GEOMETRIQUE  
PAGE 12



## BANCS D'OPTIQUE ÉQUIPÉS Bancs prismatiques p.92

- Stabilité, Confort et Précision
- Grande compatibilité et flexibilité
- Investissement sur la durée
- Nombreux choix : longueur, graduation...
- Large gamme d'accessoires et de sources

EXPERIENCES  
D'INTERFEROMETRIE  
PAGE 24



## INTERFÉROMÈTRES sur marbre ou sur table optique p.182

- Plusieurs gammes, pour tout besoin et budget
- Michelson, Fabry-Pérot, Mach-Zehnder
- Motorisation pour spectrométrie de Fourier
- Service de révision d'interféromètres, tout type

EXPERIENCES  
SUR LA DISPERSION  
PAGE 32



## SPECTROGONIOMÈTRES 3 gammes complémentaires p.191

- Plusieurs gammes, pour tout besoin et budget
- Goniomètres sur embase massive ou sur trépied
- Lunettes autocollimatrices, ou de spectroscopie
- Service de révision de goniomètres, tout type

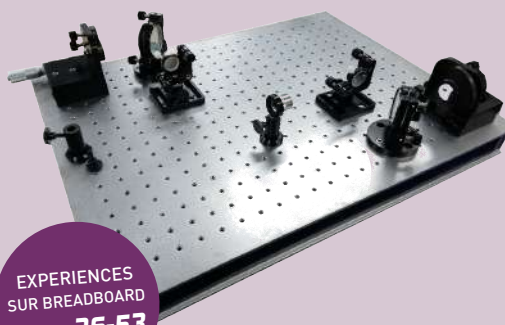


EXPERIENCES  
SUR LA  
POLARISATION  
PAGE 38

## POLARISATION Gamme très complète p.170

- Elements polarisants en montures de qualité
- Grande gamme de lames à retard
- Systèmes basés sur la polarisation : cristaux-liquide, cellules de Pockels, effet Faraday

EXPERIENCES  
SUR BREADBOARD  
PAGES 26-53



## TABLES OPTIQUES Gamme Breadboard p.102

- Tables optiques à nid d'abeille, haute stabilité
- Transportable, flexible et polyvalente
- Ensembles abordables pour des expériences originales, avancées ou pour des TIPE

## PLATINES MOTORISÉES Diffraction, Doppler, Fourier p.105

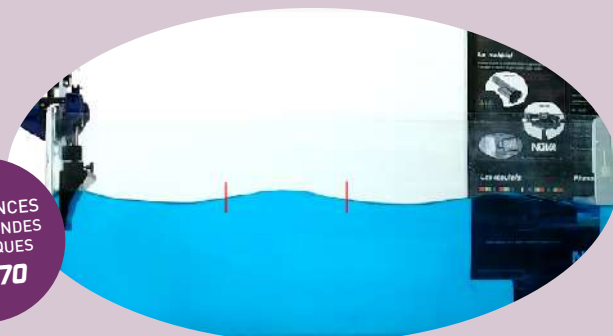


## GÉNÉRATEUR DE VAGUES

### Pratique et polyvalent p.244

- Utilisable avec un GBF pour régler la fréquence
- Transportable et adaptable sur tout type de cuve
- Excitation sinusoïdale ou impulsionnelle
- Oscillations forcées dans l'air ou dans l'eau

EXPERIENCES  
SUR LES ONDES  
MECANIQUES  
PAGE 70



## BANCS MICRO-ONDES

### Hautes performances p.228

- Cavité Gunn réglable pour puissance optimisée
- Visualisation aisée à l'oscilloscope
- Cornets métalliques et rotatifs
- Mécanique stable grâce aux bancs prismatiques

EXPERIENCES  
SUR LES ONDES  
CENTIMETRIQUES  
PAGE 66



## MÉCANIQUE DES FLUIDES

### En vélocimétrie Doppler p.249

- Sondes ultrasons MHz avec logiciel d'analyse
- Etude de la vélocimétrie Doppler en ultrasons
- Etude de la loi de Bernoulli et Hagen-Poiseuille
- Autres possibilités : Echoscopie, Tomographie

EXPERIENCES  
DE MECANIKES DES  
FLUIDES  
PAGE 82

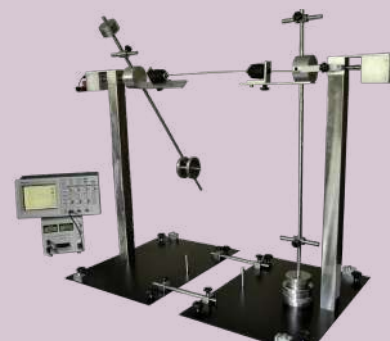


## PENDULES COUPLÉS

### Et autres systèmes oscillants p.255

- Systèmes massifs et polyvalents
- Pendule pesant, de torsion, couplés
- Résonance, frottements solides et fluides
- Oscillations libres et oscillations forcées

EXPERIENCES  
SUR LES  
OSCILLATIONS  
PAGE 72



## THERMODYNAMIQUE

### Conduction - Dilatation p.255

- Banc de conduction thermique par excitation sinusoïdale avec un Peltier
- Banc de dilatation thermique d'un métal
- Cycles thermiques : moteur de Stirling, pompe à chaleur, effet Peltier et Seebeck

EXPERIENCES  
DE  
THERMODYNAMIQUE  
PAGE 86



## TABLE   RÉALITÉ AUGMENTÉE

### Technologie Hybride HOBIT p.295

INNOVATION  
PAGE 295



SELECTION SUP

# EXPERIENCES

---

## EXPÉRIENCES OPTIQUE

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| Optique géométrique                     | 10 |
| Instruments d'optique et appareil photo | 14 |
| Diffraction et interférences            | 16 |
| Strioscopie et optique de Fourier       | 22 |
| Interférométrie                         | 24 |
| Holographie                             | 31 |
| Dispersion et goniométrie               | 32 |
| Plasmon propagatif de surface           | 36 |
| Spectrométrie Raman                     | 37 |
| Polarisation, Biréfringence, Faraday    | 38 |
| Ellipsométrie, Brewster                 | 40 |
| Physique du Laser                       | 42 |
| Télemétrie laser, vitesse de la lumière | 44 |
| Photométrie et rayonnement              | 46 |
| Multiplexage et modulation              | 48 |
| Analyse de front d'onde                 | 52 |

# EXPÉRIENCES ONDES

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| Vitesse du son et résonance acoustique       | <b>54</b> |
| Ultrasons dans l'air                         | <b>56</b> |
| Ultrasons dans les matériaux et les liquides | <b>58</b> |
| Effet Doppler et vélocimétrie Doppler        | <b>62</b> |
| Modulation Acousto-Optique                   | <b>64</b> |
| Ondes centimétriques et bancs micro-ondes    | <b>66</b> |
| Guides hyperfréquences                       | <b>68</b> |
| Ondes mécaniques et vagues                   | <b>70</b> |

# EXPÉRIENCES MÉCANIQUE

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| Oscillations libres, forcées, pendulaires | <b>72</b> |
| Vibrations mécaniques                     | <b>76</b> |
| Trajectoires                              | <b>77</b> |
| Lois de la mécanique, Newton              | <b>78</b> |
| Mouvements de rotation                    | <b>79</b> |
| Forces de frottements                     | <b>80</b> |
| Effet centrifuge et Coriolis              | <b>81</b> |
| Mécanique des fluides                     | <b>82</b> |
| Mécanique des matériaux                   | <b>84</b> |

# EXPÉRIENCES PHYSIQUE

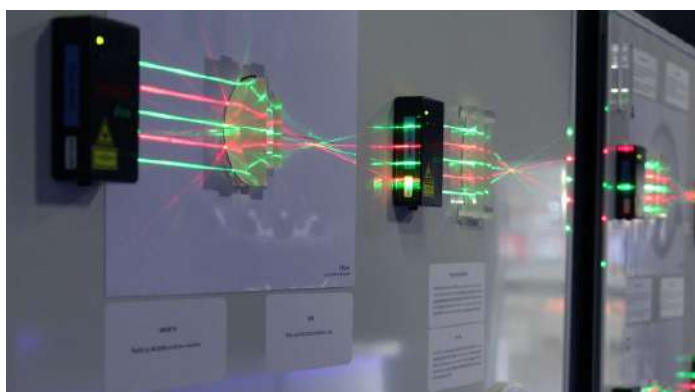
|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Cycles thermodynamiques            | <b>86</b> |
| Conduction et dilatation thermique | <b>87</b> |
| Induction et électromagnétisme     | <b>88</b> |
| Physique quantique                 | <b>89</b> |

# ENSEMBLES D'OPTIQUE

Niveau Lycée

## Kit d'optique géométrique au laser à utiliser à plat ou sur tableau magnétique

- Plutôt pour le niveau Lycée et pour les rappels de début d'année dans le supérieur :
- Plusieurs expériences d'optique en valise de rangement

 Le détail des kits  
 optique géométrique  
 au laser  
 Page 140


La valise "essentielle" de composants permet de réaliser les expériences suivantes :

- rayons paraxiaux et marginaux
- étude des dioptries, lentilles et miroirs
- réflexion, réfraction d'un faisceau, loi de Descartes
- minimum de déviation d'un prisme
- simulation de l'oeil et des lentilles correctrices
- aberrations sphériques
- guide de lumière, principe de la fibre optique

### TP OPTIQUE GEOMETRIQUE AVEC LASER SUR TABLEAU MAGNÉTIQUE

REF

PRIX TTC

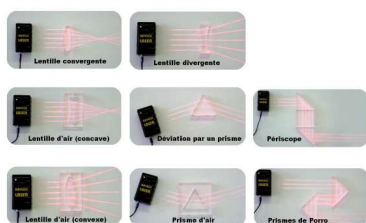


#### Ensemble de base : Optique Géométrique au laser

- 1 tableau magnétique 60x40cm avec pieds, dont un côté quadrillé
- 1 valise "essentielle" de 14 composants optiques sur semelle magnétique
- 6 planches pédagogiques : lunette, télescope, oeil, appareil photo, aberrations, disque gradué Snell-Descartes
- 1 laser à 5 faisceaux rouge 635nm 1mW avec alimentation, commutateur de sélection 1, 3, 5 faisceaux, et semelle magnétique

TPO080

525 €



#### Ensemble complémentaire : Optique Plus - nécessite l'ensemble de base -

1 valise "complémentaire" de 15 composants optiques sur semelle magnétique pour la réalisation des études ci-dessous :

- lentilles en "air" convergentes et divergentes
- prismes en "air"
- déviation par un prisme équilatéral ou à angle droit
- cube séparateur
- montages à prismes : périscope, porro...

TPO081

240 €

### TP OPTIQUE GEOMETRIQUE ET SYNTHÈSE DES COULEURS

REF

PRIX TTC



#### Ensemble optique et synthèse des couleurs, à poser

- 1 source à miroirs à LED
- 1 accessoire 1/3 fentes avec lentille
- 1 miroir aimanté 80x20mm
- 2 réflecteurs en métal : concave et convexe
- 8 cartons 50x50 de 8 couleurs différentes
- 6 filtres de couleurs primaires et secondaires
- 8 lentilles d'optique géométrique
- 1 valisette 34x31x8cm avec mousses de protection

TPO083

225 €



## ENSEMBLES D'OPTIQUE

**TP complet étude de l'optique : lentilles, réflexion-réfraction, interférences, diffraction, dispersion, polarisation**

- Sur banc d'optique profilé aluminium
- Précis, solide, transportable et modulaire
- De nombreuses possibilités d'expériences et d'équipements complémentaires
- Thématiques abordées :
  - Optique géométrique : lentilles, réfraction/réflexion
  - Optique ondulatoire : diffraction, interférences
  - Dispersion et couleurs : prismes, réseaux, synthèse
  - Polarisation : loi de Malus, polarisation d'une source

Le détail des bancs  
d'optique lycée  
Page 100

**EXCELLENT RAPPORT PERFORMANCE/PRIX**

Réalisés avec des matériaux qualitatifs et robustes, avec une optimisation du contenu pour un tarif accessible aux lycées

**GRANDE MODULARITÉ ET POLYVALENCE**

La plupart des éléments sont réutilisables pour différentes configurations, évitant les doublons

**SECURITÉ ET PRATICITÉ**

Les sources fournies sont alimentées en basse tension et ne chauffent pas, pour la sécurité des élèves avant tout.

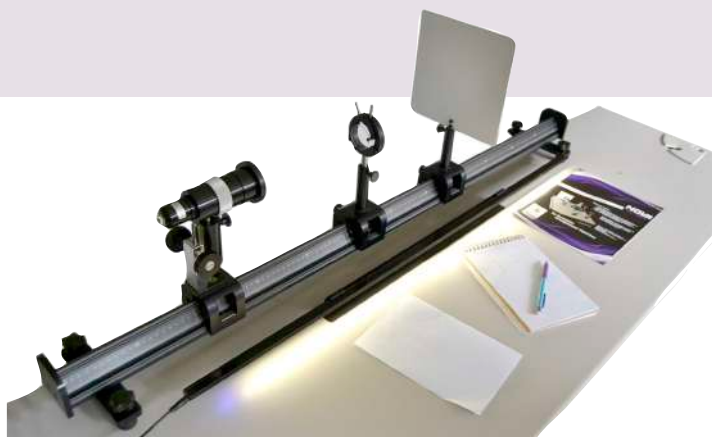
| FOCOMÉTRIE AVEC SYSTÈMES DE VISÉE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Ensemble de base : TP Optique Géométrique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 banc profilé aluminium de longueur 2m gradué de -20 à +180cm avec pieds réglables</li> <li>• 4 cavaliers (1 cavalier haute stabilité à colonne renforcée, 3 cavaliers simples)</li> <li>• 1 lanterne LED équivalent 40 W avec réglage de collimation par crémaillère (Modèle OLB115)</li> <li>• 1 transformateur 5V pour lanterne LED</li> <li>• 1 écran blanc 15 x 15 cm quadrillé</li> <li>• 2 porte composants acier avec 6 bagues magnétiques</li> <li>• 8 composants Ø 40 mm : lentilles f+50/+100/+150/+200/+500/-200mm ; 1 miroir plan et f+200mm</li> <li>• 1 jeton dépoli avec lettre objet sérigraphiée</li> <li>• 1 jeu de 3 diaphragmes métalliques Ø40mm (ouvertures : 2, 5, 10mm)</li> </ul> | TPO090 | 330 €    |
| <b>Ensemble complémentaire : TP Réfraction et Réflexion totale - nécessite l'ensemble de base -</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disque gradué dia.23cm sur tige, pour l'étude des lois de Descartes</li> <li>• Cuvette héli-cylindrique creuse et demi-disque plexiglass plein, pour étude de la réfraction</li> <li>• Guide de lumière en plexiglass, pour étude du principe de la fibre optique et réflexion totale</li> <li>• Laser ligne rasante, 1mW, rouge 650nm, sur tige</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | TPO091 | 159 €    |
| <b>Ensemble complémentaire : TP Couleurs et Dispersion - nécessite l'ensemble de base -</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 réseaux de diffraction 50tr/mm et 200tr/mm, en format diapositive</li> <li>• 2 prismes, 1 crown et 1 flint, de format équilatéral et de hauteur 40mm</li> <li>• 1 prisme creux en verre, à remplir, pour étude de l'indice d'un liquide</li> <li>• 1 jeu de 6 filtres colorés (couleurs primaires et secondaires) en diapositive</li> <li>• 1 plateau porte-prisme sur tige</li> <li>• 1 support porte lame/diapo/réseau sur tige</li> <li>• 1 fente à ouverture symétrique réglable et montée sur tige</li> <li>• 1 banc profilé aluminium de 50cm avec articulation angulaire à lier au banc principal</li> </ul>                                             | TPO092 | 345 €    |
| <b>Ensemble complémentaire : TP Interférences et Diffraction - nécessite l'ensemble de base -</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 diode laser 650nm 1mW sur tige (Modèle OLR110)</li> <li>• 1 jeton de diffraction 7 fils et 7 fentes à disposition radiale (Modèle OCD110)</li> <li>• 1 jeton de diffraction fentes doubles et multiples à disposition radiale (Modèle OCD120)</li> <li>• 1 jeton de diffraction trous, trous d'Young, obstacles divers à disposition radiale (Modèle OCD130)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | TPO093 | 165 €    |
| <b>Ensemble complémentaire : TP Polarisation et loi de Malus - nécessite l'ensemble de base -</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 polariseur en monture rotative graduée au 1° sur 360°</li> <li>• 1 analyseur en monture rotative graduée au 1° sur 360°</li> <li>• 1 filtre coloré vert en verre en bague magnétique pour ajout à la sortie de la lanterne LED</li> <li>• 1 luxmètre 200000 lux, sur tige, avec résolution 0.1lux</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | TPO094 | 240 €    |

# OPTIQUE GEOMETRIQUE

## Expériences sur les lentilles, la focométrie, l'imagerie et les aberrations

Deux niveaux d'étude :

- Introductif TPO111 : Objets, Images, Lentilles, Miroirs, Distances focales, Bessel, Autocollimation...
- Avancé TPO112 : Lentilles minces, lentilles épaisses, plans focaux, aberrations géométriques, aberrations chromatiques, distortion...



Les + Nova

Lentilles  
et Miroirs  
dia.40mm  
Page 146

Bancs éclairés, pour la prise de note et la lecture des graduations, sans gêner les voisins.

Supports magnétiques, qui permettent une fixation très rapide tout en les protégeant de la casse.

Stabilité et confort haut de gamme, avec les bancs prismatiques et les patins anti-vibrations

### EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN : OPTIQUE GEOMETRIQUE

REF

PRIX TTC



#### TP Optique Géométrique et loi des lentilles

- 1 banc triangulaire de 2m avec système d'éclairage rasant
- 5 cavaliers standards
- 1 écran métallique gradué
- 1 source blanche LED avec condenseur, dépoli et alimentation
- 2 porte-lentilles en acier magnétique
- 1 jeu de 6 lentilles et 2 miroirs au diamètre 40mm
- 1 jeu de 3 diaphragmes métalliques
- 1 lettre objet métallique
- 1 objet mire de grossissement
- 8 bagues magnétiques pour lentilles
- 1 râtelier de rangement
- 1 notice d'utilisation

TPO111

960 €



#### TP Etude de systèmes optiques épais et aberrations optiques

- 1 banc triangulaire de 2m avec système d'éclairage rasant
- 5 cavaliers standards
- 1 écran métallique gradué
- 1 source halogène 12V75W avec condenseur, dépoli et alim.
- 1 jeu de 3 filtres colorés RVB au diamètre 40mm
- 1 jeu de 6 lentilles et 2 miroirs au diamètre 40mm
- 2 montures acier pour accueil des bagues magnétiques
- 8 bagues magnétiques pour composants dia.40mm
- 1 diaphragme à iris
- 1 condenseur double démontable en lentilles plan-convexe
- 1 lentille asphérique en monture
- 1 lentille achromatique en monture
- 1 système épais de 2 lentilles achromatiques
- 1 monture double face pour assemblage de 2 lentilles accolées
- 1 dispositif de galilée pour assemblage de 2 lentilles non accolées
- 1 jeu d'objets et de mires calibrées, grille, micromètres etc.
- 1 caméra CMOS 8MP pour visualisation et traitement des images
- 1 râtelier de rangement

TPO112

1800 €

### ACCESSOIRES SUPPLÉMENTAIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Système optique épais, dia.40mm, long.70mm, composé de 2 doublets achromatiques

OCL244

69 €

Condenseur Double Modulaire, dia.80mm, focale f+75mm

OCL222

180 €

Lanterne Haute Luminosité 12V75W, avec condenseur, objet dépoli magnétique, et alimentation

OLB015

300 €

Source LED equiv.40W à réglage de collimation par crémaillère, avec objet magnétique et alim

OLB115

120 €

# FOCOMÉTRIE AVEC SYSTÈMES DE VISÉE

## Méthodes de mesure de distances focales par des instruments d'optique

- Réglage d'une lunette de visée à l'infini
- Réglage d'un collimateur à l'infini
- Réalisation du pointage des plans focaux d'un système optique à étudier
- Utilisation et application de la méthode de Cornu
- Création d'un viseur à frontale fixe

Systèmes  
de visée  
Pages 194-197



### LUNETTE DE VISÉE POLYVALENTE !

Transformable en lunette à l'infini ou en viseur à distance finie

### COLLIMATEUR CIBLE !

Pour bien différencier le réticule provenant du collimateur et celui provenant de la lunette de visée

### RÉGLAGES STABLES ET PRÉCIS !

Avec nos systèmes de pignon-crémaillères, les réglages sont confortables, stables et précis, pour des mesures réussies

### ÉLÉMENTS ADDITIONNELS PERMETTANT DE COMPLÉTER LE CHAMP D'EXPERIENCES :

Lunette autocollimatrice pour étude de l'autocollimation  
Viseur à frontale fixe pour réalisation de pointages à distance finie  
Systèmes optiques épais d'étude : objectif d'appareil photo à étudier...

| FOCOMÉTRIE AVEC SYSTÈMES DE VISÉE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF           | PRIX TTC      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| <b>TP Focométrie avec systèmes de visée</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 banc prismatique de 2m</li> <li>- 4 cavaliers prismatiques standard</li> <li>- 1 cavalier prismatique à réglage latéral +/-30mm</li> <li>- 1 cavalier prismatique à réglage vertical 40mm</li> <li>- 1 lunette de visée, à réglage par crémaillère</li> <li>- 2 bonnettes f+100 et f+200mm pour transformation de lunette en viseur à distance finie</li> <li>- 1 collimateur à réticule cible, à réglage par crémaillère</li> <li>- 1 lanterne LED à focalisation réglable</li> <li>- 1 jeu de 6 lentilles de précision et 2 miroirs dia.40mm</li> <li>- 6 supports aluminium à contrebague</li> <li>- 1 ratelier de rangement, 10 emplacements</li> <li>- 1 écran métallique</li> </ul> | <i>TPO114</i> | <b>1500 €</b> |
| ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES SUPPLÉMENTAIRES OPTIONNELS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF           | PRIX TTC      |
| Pack lunette de visée à réglage crémaillère, avec 2 bonnettes f+100 et f+200mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <i>OIL011</i> | <b>279 €</b>  |
| Lunette autocollimatrice à éclairage LED, version supérieure                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>OIL130</i> | <b>570 €</b>  |
| Collimateur avec réticule cible et éclairage LED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <i>OIL025</i> | <b>198 €</b>  |
| Viseur standard à frontale fixe 15cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>OIL040</i> | <b>168 €</b>  |
| Source LED equiv.40W à réglage de collimation par crémaillère, avec objet magnétique et alim                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>OLB115</i> | <b>120 €</b>  |

## ETUDE DE L'APPAREIL PHOTO

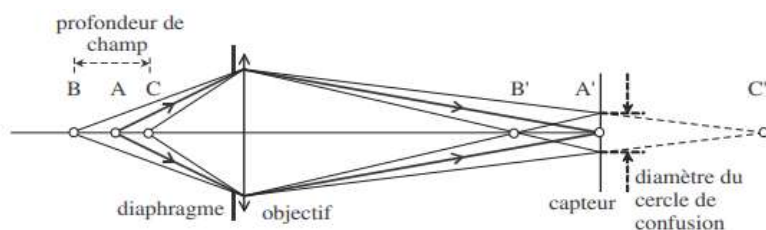
## Expériences sur les lentilles, la focométrie, l'imagerie et les aberrations

Deux façons d'aborder le sujet :

- En réalisant votre propre appareil photo réflex à partir d'un kit éclaté (TPO117), l'objectif étant plutôt d'étudier le système optique en lui-même et les propriétés géométriques associées.
- En utilisant un APN du commerce (TPO118) pour une étude plus exhaustive de l'image numérique et des paramètres qui influent sur les propriétés et la qualité de l'image.

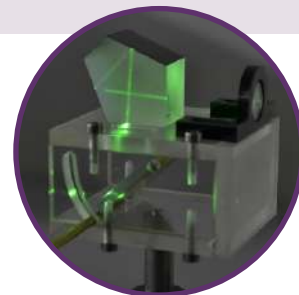
EXPÉRIENCES RÉALISABLES AVEC L'APN DU COMMERCE (TPO118):

- Étude de l'objectif en tant que système optique
- Étude optique de l'APN : Grandissement, Angle de Champ
- Étude photographique d'un APN : Ouverture, Temps de pose, Mise au point
- Étude du capteur CMOS : Taille d'un Pixel, Norme ISO, Sensibilité, Résolution, Pouvoir séparateur
- Étude d'une image numérique : Couleurs RVB, Restitution des teintes, Conversion numérique



## APPAREIL PHOTO REFLEX ÉCLATÉ (TPO117)

- Lentilles pour simuler un téléobjectif
- Réalisation d'un objectif grand angle
- Cage d'APN en plexi avec miroir rotatif
- Pentaprisme pour chemin viseur
- Système de viseur à lentille oculaire
- Ecran dépoli pour simulation capteur
- Diaphragme à iris pour ouverture



## TP CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC

**TP Réalisation d'un appareil photo pédagogique sur banc**

- 1 banc triangulaire de 2m
- 6 cavaliers standard
- 1 source lumineuse avec lettre objet métallique
- 1 jeu de lentilles pour réalisation de différents objectifs
- 3 montures de lentilles avec bagues magnétiques
- 1 diaphragme à iris
- 1 kit appareil photo éclaté, avec pentaprisme, miroir, oculaire...
- 1 écran dépoli
- 1 notice d'utilisation

TPO117

1380 €

**TP Etude et caractérisation d'un APN du commerce**

- 1 banc triangulaire de 2m avec système d'éclairage rasant
- 4 cavaliers standards
- 1 appareil APN Bridge sur tige, 18MP ou +, avec zoom optique 60x
- 1 écran métallique avec mire de résolution
- 1 écran avec règle graduée pour profondeur de champ
- 1 jeu de 3 filtres colorés RVB bagués
- 1 monture acier, sur tige
- 1 mire de calibration et d'étude du grossissement 4 en 1
- 1 support porte lame/mire/filtres
- 1 valise de rangement

TPO118

1380 €

## ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES SUPPLÉMENTAIRES OPTIONNELS

## REF

## PRIX TTC

Valise APN Bridge 18Mp avec Zoom 60x et accessoires (tige, mires, filtres, supports...)

COP118

780 €

Kit Appareil Photo éclaté avec boîtier, pentaprisme, miroir occultable, et lentille oculaire

COP117

390 €

Monture pour objectifs à filetage C, sur tige

OSH142

39 €

Objectif à zoom, iris et focalisation variable manuellement. Filetage C

OCJ412

69 €

Objectif grand angle à focale fixe 35mm. Filetage C

OCJ422

66 €

Caméra CMOS - 8MP, sur tige

COC430

198 €



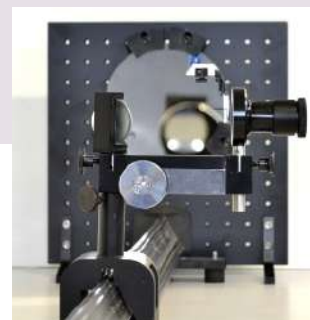
## INSTRUMENTS D'OPTIQUE

## Réalisation d'instruments d'optique sur banc

- Microscope (TP0113)
- Lunette astronomique (TP0113)
- Lunette de galilée (TP0113)

Lentilles  
et Miroirs  
Dia.80mm  
Pages 148-149

- Télescope de newton (TP0115)
- Oeil fictif (TP0115)
- Loupe (TP0113/TP0115)

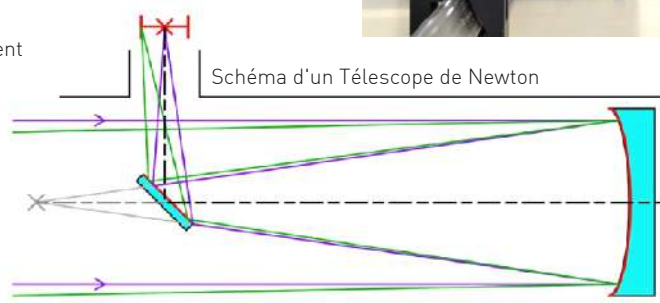


## EXPÉRIENCES RÉALISABLES :

- Construction de divers instruments d'optique, sur banc
- Différences entre microscope, lunette de Galilée et lunette astronomique
- Notions d'objectifs et d'oculaires
- Notions d'objets et images à l'infini, de systèmes afocaux, de grandissement
- Réalisation d'un télescope de Newton avec bancs perpendiculaires
- Réalisation d'un oeil fictif

## POUR ALLER PLUS LOIN :

- Caractérisation de ces instruments, champ, aberrations...
- Numérisation de l'image (avec capteur COC430)



## EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN : INSTRUMENTS D'OPTIQUE SUR BANC

REF

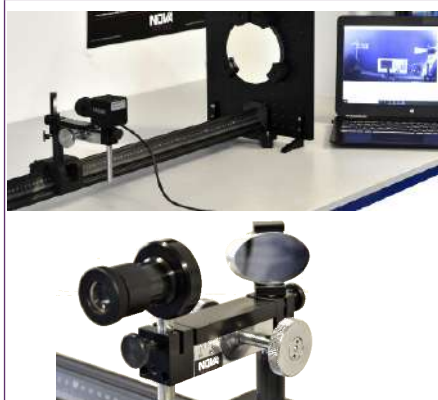
PRIX TTC

**TP Instruments d'optiques : Lunettes et Microscope**

- 1 banc triangulaire de 2m avec système d'éclairage rasant
- 6 cavaliers standards
- 1 écran métallique gradué
- 1 source 12V75W avec condenseur, dépoli et alimentation
- 5 supports en aluminium pour grandes lentilles dia.80mm
- 1 jeu de 5 lentilles au diamètre 80mm, dont 1 divergente
- 1 diaphragme à iris
- 1 mire 4 en 1, pour étude du grossissement
- 1 râtelier de rangement

TP0113

1470 €

**TP Instruments d'optiques : Télescope de Newton**

- Banc prismatique de 200cm avec système d'éclairage rasant
- 4 cavaliers standards dont 1 à colonne courte
- 1 dispositif d'écartement réglable
- 1 oculaire en monture sur tige
- 1 caméra haute résolution 8MP sur tige avec objectif variable
- 1 source halogène 12V75W avec condenseur et alimentation
- 1 miroir sphérique f+750mm, dia.150mm avec monture à poser
- 1 miroir plan 45° avec support sur tige
- 1 lentille au diamètre 80mm, en monture sur tige
- 1 diaphragme à iris
- 1 objet dépoli diamètre 80mm
- 1 lettre objet métallique diamètre 80mm en bague métallique
- 1 râtelier de rangement

TP0115

1740 €

## ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES SUPPLÉMENTAIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Condenseur Double Modulaire, dia.80mm, focale f+75mm

OCL222

180 €

Lanterne Haute Luminosité 12V75W, avec condenseur, objet dépoli magnétique, et alimentation

OLB015

300 €

Ensemble Miroir Sphérique de Télescope dia.150mm/f+75cm en monture grand format + Miroir plan 45° sur tige

OCM745

390 €

Système d'oculaire avec écartement réglable, oculaire micrométrique 10x en monture

OCL285

150 €

Mire de grossissement 4 en 1 avec micromètres et objets de calibration

OCJ401

36 €

# DIFFRACTION ET INTERFERENCES

## Diffraction par une fente, un fil, un trou, un triangle. Interférence d'Young par bi-fentes, bi-trous...

Différents niveaux de TP, sans système d'acquisition :

- Introduction (TPO211/TPO212) : Diffraction et interférences au laser, par un fil, par une fente, par des bifentes, par un réseau de diffraction
- Complet (TPO214) : Diffraction et interférences par diverses mires (fils, fentes, bifentes, trous et trous d'Young. Etude de l'influence de la longueur d'onde.



Toute la  
gamme  
d'obstacles  
de diffraction  
Page 164

### LES AVANTAGES NOVA PHYSICS

Système de jetons magnétiques rotatifs : très pratique !  
Alignez une fois puis tournez le jeton pour faire défiler les obstacles.

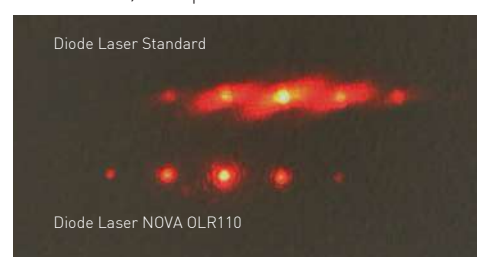
Jetons de diffraction chromés : sans compromis sur la qualité !  
Haute précision, haut contraste, haute résistance à la chaleur.

Grande variété et quantité d'obstacles utiles et originaux, de la fente simple au triple trou, en passant par le trou de serrure, le triangle, les fentes multiples...

Bancs prismatiques de précision avec éclairage rasant pour prendre facilement des notes dans le noir : le meilleur du confort et de la praticité !

### DIODES LASER NOVA, QUALITÉ SUPÉRIEURE

Symétrie circulaire du faisceau comparable aux lasers HeNe, exemple avec un réseau à 3m :



| OPTIQUE ONDULATOIRE                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|                                                                                                  | <b>TP Diffraction par une fente et un fil</b><br>1 banc prismatique de 120cm<br>3 cavaliers prismatiques standard<br>1 diode laser rouge 650nm 1mW (OLR110)<br>1 écran blanc métallique 20x20cm<br>1 monture acier avec bague magnétique rotative<br>1 jeton dia.40mm chromé 7 fentes et 7 fils de diffraction (OCD110)<br>1 notice d'expériences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | TPO211 | 660 €    |
|                                                                                                  | <b>TP Diffraction et Interférences d'Young, au laser</b><br>1 banc prismatique de 200cm avec système d'éclairage rasant<br>3 cavaliers prismatiques standard<br>1 diode laser rouge 650nm 1mW (OLR110)<br>1 écran blanc spécial diffraction, avec règle graduée 40x10cm<br>1 monture acier avec 2 bagues magnétiques rotatives<br>1 jeton dia.40mm chromé 7 fentes et 7 fils de diffraction (OCD110)<br>1 jeton dia.40mm chromé 7 bi-fentes et fentes multiples (OCD120)<br>1 notice d'expériences + ratelier de rangement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TPO212 | 798 €    |
|                                                                                                  | <b>TP Complet sur la diffraction et les interférences au laser</b><br>1 banc prismatique de 200cm avec système d'éclairage rasant<br>1 cavalier prismatique standard<br>1 cavalier prismatique à translation latérale<br>1 cavalier prismatique à translation verticale<br>1 diode laser rouge 650nm 1mW (OLR110)<br>1 diode laser vert 532nm 1mW (OLR210)<br>1 diode laser bleu 450nm 1mW (OLR410)<br>1 support de diode laser à réglage d'orientation X-Y<br>1 écran blanc spécial diffraction, avec règle graduée 40x10cm<br>1 monture sur tige, en acier avec 4 bagues magnétiques<br>1 jeton dia.40mm chromé 7 fentes et 7 fils de diffraction (OCD110)<br>1 jeton dia.40mm chromé réseau double 12 tr et 50 tr/mm (OCD012)<br>1 jeton dia.40mm chromé 7 bi-fentes et fentes multiples (OCD120)<br>1 jeton dia.40mm chromé trous, trous d'Young, obstacles divers (OCD130)<br>1 notice d'expériences + 1 ratelier de rangement | TPO214 | 1350 €   |
| ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
| Diode laser vert 532nm, 1mW, sur tige                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OLR210 | 150 €    |
| Diode laser bleue 450nm, 1mW, sur tige                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OLR410 | 240 €    |
| Jeton chromé 7 fentes et 7 fils, diamètre 40mm                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OCD110 | 36 €     |
| Jeton chromé 7 bi-fentes et 5 groupes de fentes multiples, diamètre 40mm                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OCD120 | 36 €     |
| Jeton chromé 20 obstacles divers : trous, trous d'young, carrés, triangles, trou de serrure etc. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OCD130 | 36 €     |

# DIFFRACTION ET INTERFERENCES

## Relevés d'intensité d'une figure de diffraction ou d'interférences

Deux techniques possibles :

- Avec une barrette CCD/CMOS (TPO213) :  
Plus rapide, mais faible dynamique de sensibilité
- Avec une photodiode motorisée (TPO215) :  
Plus long, mais grande qualité d'acquisition

### AVANTAGES DE LA BARRETTE CCD

**Rapide** : L'acquisition se fait en temps réel, il est possible d'ajuster et optimiser l'alignement de sa figure pendant l'acquisition.

**Compact** : La barrette CCD fait quelques cm de largeur, il n'est donc pas nécessaire de beaucoup étaler la figure de diffraction. La taille des pixels étant de l'ordre de 8µm, la résolution reste correcte même si la figure est de petite dimension.

En revanche, les barrettes CCD satureront facilement et leur dynamique est faible, rendant difficile le relevé complet d'une figure de diffraction.

### AVANTAGES DE LA PHOTODIODE THD

**Pilotable** : Associée à la platine de translation motorisée et au logiciel NovaControl, le signal mesuré est relié à la position de la photodiode.

**Rapport signal/bruit** : La photodiode THD est capable d'acquérir des signaux de luminosité très différente. Sa très grande dynamique permet donc l'acquisition complète d'une figure de diffraction avec le lobe principal et une vingtaine de lobes secondaires.

En revanche, cette technique nécessite une mise en oeuvre plus exigeante en terme de place et d'alignement.

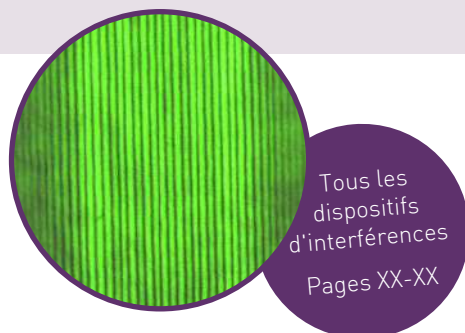
| ENSEMBLES CLÉS EN MAIN : ACQUISITION DE FIGURES DE DIFFRACTION                      |                                                                                             | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  | <b>TP Relevé d'un profil d'intensité de figures de diffraction avec une barrette CCD</b>    |        |          |
|                                                                                     | 1 banc prismatique de 2m avec système d'éclairage rasant                                    |        |          |
|                                                                                     | 1 cavalier prismatique standard                                                             |        |          |
|                                                                                     | 1 cavalier prismatique à translation latérale                                               |        |          |
|                                                                                     | 1 cavalier prismatique à translation verticale                                              |        |          |
|                                                                                     | 1 barrette CCD-CMOS 3648pixels(COC322)                                                      |        |          |
|                                                                                     | 1 jeu de filtres atténuateurs adaptables sur la caméra                                      |        |          |
|                                                                                     | 1 diode laser rouge 650nm 1mW (OLR110)                                                      |        |          |
|                                                                                     | 1 diode laser vert 532nm 1mW (OLR210)                                                       |        |          |
|                                                                                     | 1 diode laser bleu 450nm 1mW (OLR410)                                                       |        |          |
|                                                                                     | 1 support de diode laser à réglage d'orientation X-Y                                        |        |          |
|                                                                                     | 1 écran blanc spécial diffraction, avec règle graduée 40x10cm                               |        |          |
|                                                                                     | 1 monture sur tige, en acier avec 4 bagues magnétiques                                      |        |          |
|                                                                                     | 1 jeton dia.40mm chromé 7 fentes et 7 fils de diffraction (OCD110)                          |        |          |
|                                                                                     | 1 jeton dia.40mm chromé réseau double 12 tr et 50 tr/mm (OCD012)                            |        |          |
| 1 jeton dia.40mm chromé 7 bi-fentes et fentes multiples (OCD120)                    |                                                                                             |        |          |
| 1 jeton dia.40mm chromé trous, trous d'Young, obstacles divers (OCD130)             |                                                                                             |        |          |
| 1 notice d'expériences + 1 ratelier de rangement                                    |                                                                                             |        |          |
|                                                                                     |                                                                                             | TPO213 | 1760 €   |
|  | <b>TP Relevé d'un profil d'intensité de figures de diffraction par photodiode motorisée</b> |        |          |
|                                                                                     | 1 banc prismatique de 120cm                                                                 |        |          |
|                                                                                     | 1 platine de translation pilotable avec logiciel NovaControl                                |        |          |
|                                                                                     | 1 support élévateur de précision                                                            |        |          |
|                                                                                     | 1 cavalier prismatique à translation latérale                                               |        |          |
|                                                                                     | 1 cavalier prismatique à translation verticale                                              |        |          |
|                                                                                     | 1 photodiode THD avec interface (COL373)                                                    |        |          |
|                                                                                     | 1 diode laser rouge 650nm 1mW (OLR110)                                                      |        |          |
|                                                                                     | 1 diode laser vert 532nm 1mW (OLR210)                                                       |        |          |
|                                                                                     | 1 diode laser bleu 450nm 1mW (OLR410)                                                       |        |          |
|                                                                                     | 1 support de diode laser à réglage d'orientation X-Y                                        |        |          |
|                                                                                     | 1 écran blanc spécial diffraction, avec règle graduée 40x10cm                               |        |          |
|                                                                                     | 1 monture sur tige, en acier avec 4 bagues magnétiques                                      |        |          |
|                                                                                     | 1 jeton dia.40mm chromé 7 fentes et 7 fils de diffraction (OCD110)                          |        |          |
|                                                                                     | 1 jeton dia.40mm chromé réseau double 12 tr et 50 tr/mm (OCD012)                            |        |          |
| 1 jeton dia.40mm chromé 7 bi-fentes et fentes multiples (OCD120)                    |                                                                                             |        |          |
| 1 jeton dia.40mm chromé trous, trous d'Young, obstacles divers (OCD130)             |                                                                                             |        |          |
| 1 notice d'expériences + 1 ratelier de rangement                                    |                                                                                             |        |          |
|                                                                                     |                                                                                             | TPO215 | 2400 €   |
| ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS                                             |                                                                                             | REF    | PRIX TTC |
| Barrette CCD-CMOS 3648pixels , sur tige, avec jeu de filtres atténuateurs           |                                                                                             | COC322 | 450 €    |
| Photodiode THD avec interface de pilotage, sur tige                                 |                                                                                             | COL373 | 180 €    |
| Platine de translation motorisée avec logiciel de pilotage NovaControl              |                                                                                             | OBM473 | 798 €    |
| Ecran Blanc spécial diffraction, avec règle graduée, 40x10cm, sur tige              |                                                                                             | OSE041 | 36,90 €  |
| Porte composant à barillet rotatif avec 4 emplacements au diamètre 40mm             |                                                                                             | OSH430 | 99 €     |

## INTERFERENCES DES ONDES LUMINEUSES

## Etude des phénomènes de diffraction et d'interférences

Plusieurs niveaux de TP, fournis avec documentation :

- Interférences localisées : Anneaux de Newton (TP0222) La mesure des rayons de ces anneaux permet de déterminer la longueur d'onde d'une radiation ainsi que le rayon de courbure d'une lentille plan-convexe
- Interférences non localisées : Fentes d'Young, Miroir de Fresnel, Bi-prisme de Fresnel (TP0221 et TP0222) Ces dispositifs forment des interférences sur un champ étendu, à partir d'une source unique.



## EXPÉRIENCES RÉALISABLES

Réaliser quelques expériences avec des dispositifs interférentiels classiques tels que les fentes de Young, le miroir et le biprisme de Fresnel (TP0221/TP0222).

Mesurer l'interfrange pour en déduire par exemple l'indice du milieu du Biprisme ou de l'angle au sommet de celui-ci (TP0221/TP0222).

Après étalonnage avec une source monochromatique connue (Sodium), utiliser les dispositifs d'interférences pour mesurer la longueur d'onde d'autres sources (TP0222).

Différentiation entre interférences localisées et non localisées (TP0222).

La mesure des rayons des anneaux permet de déterminer la longueur d'onde d'une radiation inconnue ainsi que le rayon de courbure d'une lentille plan-convexe (TP0222).

## EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN : INTERFÉRENCES PAR DIVISION DU FRONT D'ONDE

REF

PRIX TTC

**TP Interférences par division du front d'onde, sur bancs goniométriques**

Bancs prismatiques de 60 + 120cm avec accouplement goniométrique  
3 cavaliers standards prismatiques  
1 cavalier à réglage latéral et vertical XZ  
1 système de bi-prisme de Fresnel, en monture, avec réglage de rotation  
1 système de miroirs de Fresnel, en monture, avec réglages  
1 jeton chromé avec fentes et 4 paires de fentes d'young (OCD112) en monture  
1 lentille de projection f+150mm dia.80mm, en monture  
1 diode laser vert 532nm 1mW, avec alimentation et objectif extenseur  
1 écran métallique et 1 ratelier de rangement  
1 système d'éclairage de paillasse pour prise de notes + notice

TPO221

1380 €

**TP Complet sur les interférences localisées et non localisées**

Bancs prismatiques de 60 + 120cm avec accouplement goniométrique  
3 cavaliers standards prismatiques  
1 cavalier à réglage latéral et vertical XZ  
1 système de bi-prisme de Fresnel, en monture, avec réglage de rotation  
1 système de miroirs de Fresnel, en monture, avec réglages  
1 système d'anneaux de Newton, en monture, avec réglages  
1 jeton chromé avec fentes et 4 paires de fentes d'young (OCD112) en monture  
1 lentille de projection f+150mm dia.80mm, en monture  
1 diode laser vert 532nm 1mW, avec alimentation et objectif extenseur  
1 lampe spectrale sodium+mercure avec alimentation et condenseur double  
1 jeu de 3 filtres interférentiels dia.40mm, raies du mercure, en monture  
1 écran métallique et 1 ratelier de rangement  
1 système d'éclairage de paillasse pour prise de notes + notice

TPO222

2700 €

## ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Miroir de Fresnel en monture réglable X-Y sur tige

OID910

99 €

Biprisme de Fresnel en monture rotative graduée sur tige, angle au sommet 179°

OID930

225 €

Système d'anneaux de Newton avec réglages, sur tige

OID920

120 €

Miroir de Lloyd en monture X-Y, sur tige

OID940

210 €

Diode laser vert 532nm 1mW, sur tige [autres diodes et extenseurs page XX]

OLR210

150 €

# INTERFERENCES EN LUMIÈRE BLANCHE

## Expériences historiques

Deux configurations, en projection ou visée directe :

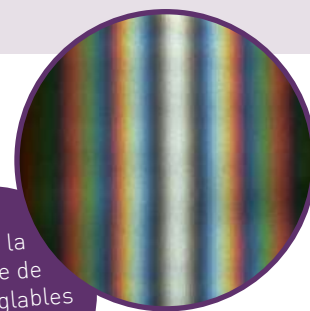
- Interférences en lumière blanche par des fentes d'Young (TPO226) en projection sur un écran.
- Interférences en lumière blanche par un bi-prisme de Fresnel (TPO227) en visée directe avec un viseur à oculaire de Fresnel.

## EXPÉRIENCES RÉALISABLES

Pour pouvoir visualiser des interférences en lumière blanche, il est nécessaire d'avoir :

- Une lampe halogène de bonne puissance munie d'un condenseur
- Une fente réglable ou un diaphragme à iris pour obtenir une source ponctuelle
- Un dispositif d'interférences (biprisme ou bifente) pour obtenir deux source ponctuelles cohérentes
- Des lentilles pour améliorer éventuellement la projection de la figure d'interférences
- Un écran d'observation ou un viseur à oculaire micrométrique pour observation et mesure directe

Toute la  
gamme de  
fentes réglables  
Page 162



### EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN : INTERFÉRENCES EN LUMIÈRE BLANCHE

REF

PRIX TTC

#### TP Diffraction et Interférences en lumière blanche par une fente et bi-fente

1 banc prismatique de 200cm avec système d'éclairage LED de paillasse  
5 cavaliers standards prismatiques  
1 cavalier à réglage latéral X  
1 fente réglable de grande dimension (OCD280)  
1 diaphragme à iris (OID800)  
1 monture acier avec 4 bagues magnétiques pour jetons  
1 jeton chromé avec 1 fente unique (OCD111)  
1 jeton chromé avec 1 bifente unique espacée de 200µm (OCD121)  
1 jeton chromé avec 1 bifente unique espacée de 300µm (OCD122)  
1 jeton chromé avec 1 bifente unique espacée de 400µm (OCD123)  
2 lentilles f+200mm/f+300mm dia.80mm, en monture  
1 source blanche 12V75W halogène avec condenseur et alimentation  
1 écran métallique 20x20cm et 1 ratelier de rangement

TPO226

1500 €



#### TP Interférences par division du front d'onde, en lumière blanche

1 banc prismatique de 200cm avec système d'éclairage LED de paillasse  
5 cavaliers standards prismatiques  
1 cavalier à réglage latéral X  
1 fente réglable de grande dimension (OCD280)  
1 diaphragme à iris (OID800)  
1 biprisme de Fresnel  
1 monture acier avec 3 bagues magnétiques pour jetons  
1 jeton chromé avec 1 bifente unique espacée de 200µm (OCD121)  
1 jeton chromé avec 1 bifente unique espacée de 300µm (OCD122)  
1 jeton chromé avec 1 bifente unique espacée de 400µm (OCD123)  
2 lentilles f+200mm/f+300mm dia.80mm, en monture  
1 source blanche 12V75W halogène avec condenseur et alimentation  
1 viseur avec oculaire micrométrique  
1 écran métallique 20x20cm et 1 ratelier de rangement

TPO227

1980 €



### ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Fente réglable de grande dimension (hauteur 80mm) à ouverture micrométrique, sur tige

OCD280

198 €

Biprisme de Fresnel en monture rotative graduée sur tige, angle au sommet 179°

OID930

225 €

Source Halogène 12V75W avec condenseur réglable

OLB010

240 €

Alimentation 12V75W pour source halogène 12V75W

OSA075

36 €

Viseur à oculaire micrométrique

OIL091

360 €



# INTERFÉRENCES DANS UN GRAIN DE SPECKLE

## Interférences à l'aide de fibres optiques

- Un objet diffusant éclairé en lumière cohérente génère un système d'interférences dans l'espace appelé speckle en anglais ou granularité laser en français.
- La figure de speckle contient des informations multiples sur l'objet : état de surface, forme, déformation, phase...
- L'idée des expériences proposées sur cette page est d'exploiter ces propriétés pour réaliser plusieurs montages interférométriques simples à régler et permettant d'identifier et mesurer quelques caractéristiques optiques comme la cohérence spatiale.



Sources  
Laser  
Page 135

## EXPÉRIENCE ORIGINALE : INTERFÉRENCES À L'AIDE DE FIBRES OPTIQUE

On injecte la même source laser dans les deux fibres.

En sortie, on obtient deux cônes de lumière qui vont interférer entre elles.

Avec une caméra CMOS sans objectif et un filtre interférentiel adapté à la source utilisée, on observe la figure obtenue dans la zone de coïncidence.

On constate que la figure de Speckle reste identique, même si l'on coupe un des deux faisceaux. Cela montre la cohérence de la source utilisée.

Avec le dispositif des fibres d'Young, dans le champ coïncident, un système de franges s'est formé à l'intérieur de chaque grain de Speckle dont l'interfrange est lié à l'écartement 'e' entre les deux sorties de fibres.

En connaissant la taille des pixels de la caméra, vous pouvez mesurer l'interfrange en  $\mu\text{m}$  et vérifier les formules de Young.

Avec le dispositif d'étude de la cohérence, vous introduisez une différence de marche élevée entre les deux fibres, et étudiez jusqu'à quel delta vous obtenez encore des interférences. Cela indique alors un ordre de grandeur de la cohérence de vos sources laser qui varient généralement de 30cm à quelques mètres.

## INTERFÉRENCES DES ONDES LUMINEUSES

REF

PRIX TTC



### TP Interférences d'Young dans un grain de speckle, par des fibres optiques

- 1 banc prismatique 120cm avec dispositif d'éclairage de paillasse
- 3 cavaliers standards prismatiques
- 1 cavalier à réglage latéral et vertical XZ
- 2 dispositifs fibrés d'interférences d'Young, avec des écartements différents
- 1 lentille de projection f+100mm dia.40mm, en monture
- 1 diode laser vert 532nm 1mW, avec alimentation et objectif extenseur
- 1 filtre interférentiel 532nm pour caméra
- 1 caméra CMOS Haute résolution, sur tige
- 1 notice + ratelier de rangement

TPO228

1425 €



### TP Etude de la cohérence spatiale de sources très cohérentes

- 1 banc prismatique 120cm avec dispositif d'éclairage de paillasse
- 3 cavaliers standards prismatiques
- 1 cavalier à réglage latéral et vertical XZ
- 1 dispositif fibré d'interférences d'Young, sans différence de marche
- 2 dispositifs fibrés d'étude de la cohérence, avec plusieurs différences de marche
- 1 lentille de projection f+100mm dia.40mm, en monture
- 1 diode laser rouge 635nm 1mW, avec alimentation et objectif extenseur
- 1 laser He-Ne rouge 632.8nm 1mW, avec alimentation et objectif extenseur
- 1 filtre interférentiel 633nm pour caméra
- 1 caméra CMOS Haute résolution, sur tige
- 1 notice + ratelier de rangement

TPO229

2400 €

## ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Dispositif fibré d'interférences en configuration Young, écartement 3 ou 6mm

OID953

150 €

Dispositif fibré d'interférences en configuration Cohérence Spatiale, différence de marche 50cm

OID954

150 €

Caméra CMOS Haute résolution, grande surface, sur tige

COC430

180 €

## ANNEAUX DE NEWTON

## Etude des anneaux de Newton

Plusieurs niveaux de TP, fournis avec documentation :

- Introduction (TP0223) : Visualisation et mesure du rayon des anneaux de Newton, par transmission ou par réflexion, avec une source de sodium.

- Complet (TP0224) : La source de Sodium sert d'étalon pour calculer le rayon de courbure de la lentille plan-convexe, on cherche ensuite à mesurer la longueur d'onde des autres sources fournies (mercure, laser...)
- Réalisation d'un appareil de Newton (TP0225) : Détails ci-dessous



Filtres  
interférentiels

Page 154

Sources  
spectrales  
Page 143

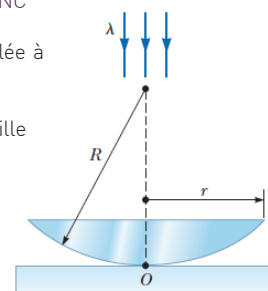
## EXPÉRIENCE ORIGINALE : RÉALISATION D'UN APPAREIL DE NEWTON SUR BANC

Une lentille plan-convexe dont on va mesurer le rayon de courbure  $R$ , est accolée à une lame plane.

L'un des bras du banc sert à assembler un dispositif d'éclairage du plan de la lentille avec un faisceau parallèle de lumière monochromatique.

La lame semi-transparente, inclinée à  $45^\circ$  et orientée vers la source, permet l'éclairage du dispositif sous incidence normale par la source sans gêner l'observation des anneaux.

Sur l'autre bras du banc, un système de viseur avec oculaire micrométrique est utilisé pour visualiser de façon nette le plan des interférences et réaliser des mesures précises de rayons des anneaux avec le réticule micrométrique.



## ETUDE DES ANNEAUX DE NEWTON

REF

PRIX TTC



## TP Introduction aux anneaux de Newton, au Sodium

- 1 banc prismatique de 120cm
- 4 cavaliers standards prismatiques
- 1 système d'anneaux de Newton, en monture, avec réglages
- 1 lentille de projection  $f+150\text{mm}$  dia.80mm, en monture
- 1 lampe spectrale sodium avec alimentation
- 1 condenseur double
- 1 écran métallique + ratelier de rangement
- 2 pieds en V pour positionnement hors banc

TPO223

1320 €



## TP Etude complète des anneaux de Newton, avec différentes sources

- 1 banc prismatiques de 120cm
- 3 cavaliers standards prismatiques
- 1 cavalier à réglage latéral et vertical XZ
- 2 pieds d'optique en V
- 1 système d'anneaux de Newton, en monture, avec réglages
- 1 lentille de projection  $f+150\text{mm}$  dia.80mm, en monture
- 1 diode laser vert 532nm 1mW, avec alimentation et objectif extenseur
- 1 lampe spectrale sodium+mercure avec alimentation
- 1 condenseur double
- 1 jeu de 3 filtres interférentiels dia.40mm, raies du mercure, en monture
- 1 écran métallique et 1 ratelier de rangement
- 1 système d'éclairage de paillasse pour prise de notes + notice

TPO224

2250 €



## TP Réalisation d'un appareil de Newton sur banc

- 1 banc prismatique de 120cm
- 4 cavaliers standards prismatiques dont 1 à réglage latéral
- 2 pieds d'optique en V
- 1 système d'anneaux de Newton, en monture, avec réglages
- 1 lentille plan-convexe d'étude, de focale inconnue
- 1 lame plane à associer avec la lentille plan-convexe à étudier
- 1 lame séparatrice grande surface R50/T50 avec support
- 1 lunette viseur avec oculaire et réticule micrométrique et bonnettes
- 1 lampe spectrale sodium+mercure avec alimentation
- 1 condenseur double
- 1 diaphragme à iris
- 1 jeu de 3 filtres interférentiels dia.40mm, raies du mercure, en monture
- 1 système d'éclairage de paillasse pour prise de notes
- 1 notice + ratelier de rangement

TPO225

2700 €

## STRIOSCOPIE ET IMAGERIE DE SCHLIEREN

## 3 montages de strioscopie à étudier

- Strioscopie Axiale
- Strioscopie par méthode de Schlieren en Z
- Ombroscopie et étude des convections thermiques

La strioscopie est une méthode optique de visualisation qui permet d'isoler dans une image les détails et petites variations, notamment des faibles variations d'indice comme lors de la compression de l'air ou d'autres fluides.

Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube



Miroirs de  
strioscopie  
Page 150

## EXPERIENCES CLÉS EN MAIN : IMAGERIE DE SCHLIEREN

REF

PRIX TTC

**TP Imagerie de Schlieren par méthode de strioscopie axiale, sur banc**

- 1 banc optique prismatique 120cm avec jeu de pieds
- 1 cavalier avec platine à déplacement latéral X sur 60 mm
- 1 cavalier prismatique standard
- 1 dispositif d'écartement réglable + 1 pied d'optique en V
- 1 source ponctuelle LED fibrée (OLB220) avec support de fibre sur tige
- 1 fente réglable de grande dimension
- 1 miroir sphérique de grande focale et de dia.150mm (OCM750)
- 1 monture pour miroir dia.150mm en breadboard grand format 30x30cm à poser
- 1 caméra CMOS haute cadence et sensibilité (COC480) avec filtre atténuateur

TPO234

1350 €

**TP Imagerie de Schlieren par méthode de strioscopie en Z, à poser sur table**

- 4 pieds d'optique en V
- 1 pied d'optique à réglage latéral X
- 1 source ponctuelle LED fibrée (OLB220) avec support de fibre sur tige
- 1 fente réglable de grande dimension
- 2 miroirs sphériques de grande focale et de dia.150mm (OCM750)
- 2 montures pour miroir dia.150mm en breadboard grand format 30x30cm à poser
- 1 caméra CMOS haute cadence et sensibilité (COC480)
- 1 jeu de filtres atténuateurs avec monture magnétique

TPO235

1620 €

**TP Visualisation de la convection thermique dans un liquide par Ombroscopie**

- 1 pied d'optique en V, avec réglage vertical
- 1 pied d'optique en V, avec réglage latéral
- 2 pieds d'optique standard
- 1 source ponctuelle LED fibrée (OLB220)
- 1 fente réglable de grande dimension
- 1 lentille de projection dia.80mm en monture
- 1 cuve d'étude de la convection thermique avec élément chauffant
- 1 miroir sphérique de grande focale et de dia.150mm, en monture (OCM750M)
- 1 support élévateur de précision pour maintien miroir
- 1 grand écran à poser sur la table, avec pieds

TPO236

1260 €

## ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Miroir sphérique de grande dimension : diamètre 150mm, focale +750mm, sans monture

OCM750

144 €

Miroir sphérique de grande dimension : diamètre 150mm, focale +750mm, avec monture grand format à poser 30x30cm

OCM750M

330 €

Source ponctuelle LED fibrée, sur tige, avec alimentation

OLB220

168 €

Cuve d'étude de la convection thermique, 35x8x23, avec socle et élément chauffant immersible 50W

WMF790

150 €

Caméra CMOS Haute résolution, Haute cadence, sur tige

COC480

270 €

# OPTIQUE DE FOURIER

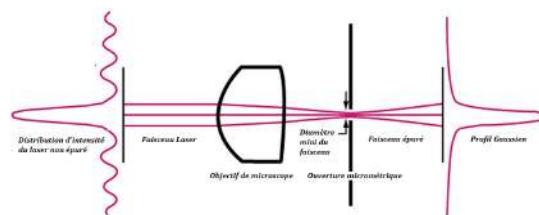
## Filtrage spatial, Strioscopie, Traitement optique d'images

- Filtrage passe bas et passe haut de fréquences spatiales (TP0231/TP0232/TP0233)
- Expérience d'Abbe (TP0231/TP0233)
- Détramage et Strioscopie (TP0232/TP0233)
- Fabrication d'un filtre spatial ou épurateur de faisceau laser (TP0231/TP0233)
- Doublage de fréquence (TP0232/TP0233)
- Réseau Zoné de Fresnel (TP0232/TP0233)

### EPURATION D'UN FAISCEAU LASER

Afin d'obtenir des résultats plus nets et propres, il est conseillé d'épurer la source lumineuse. Avec un laser, la technique la plus simple est de placer un trou métallique de petite dimension (50 ou 100µm) au niveau du waist (point le plus convergent du faisceau laser après que celui-ci ait traversé un objectif de microscope (x10 à x20)), cela a pour conséquence de "nettoyer" le faisceau par contre vous perdez un peu en luminosité car une partie sera diffractée.

Cette technique est en elle-même une expérience de filtrage spatial.



| FILTRAGE SPATIAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Etude d'un filtre spatial et réalisation d'un épurateur de faisceau laser</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Banc optique prismatique 200cm avec jeu de pieds et système d'éclairage rasant</li> <li>4 Cavaliers standard pour banc optique prismatique</li> <li>1 Cavalier avec platine à déplacement X sur 60 mm - Z sur 40 mm</li> <li>1 Laser compact vert (532 nm) sur tige : 1 mW non polarisé</li> <li>1 Ensemble de 2 objectifs 10x et 20x</li> <li>1 Filtre spatial avec réglage X-Y du pinhole et réglage Z du plan focal de l'objectif</li> <li>1 Ensemble de 2 pinholes (50 et 100µm)</li> <li>1 Jeu d'optiques de projection en monture</li> <li>1 Ecran métallique et 1 ratelier de rangement</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | TP0231 | 1590 €   |
|  <p><b>TP Strioscopie et Détramage au laser</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Banc optique prismatique 200cm avec jeu de pieds et système d'éclairage rasant</li> <li>4 Cavaliers standard pour banc optique prismatique</li> <li>2 Cavaliers avec platine à déplacement latéral X sur 60 mm</li> <li>1 Cavalier avec platine à déplacement X sur 60 mm - Z sur 40 mm</li> <li>1 Diode laser rouge (650 nm) 1 mW avec support réglable en X-Y</li> <li>1 Objectif achromatique de précision 20x en monture</li> <li>1 Fente réglable à ouverture symétrique, sur monture rotative</li> <li>1 Jeu de lentilles en monture</li> <li>5 Jetons dia.40mm pour détramage, strioscopie, réseau zoné, doublage de fréquence...</li> <li>1 Ensemble de montures pour les différents éléments</li> <li>1 Ecran blanc 20x20cm et 1 ratelier de rangement</li> </ul>                                                                                                                                                                                             | TP0232 | 1890 €   |
|  <p><b>TP Complet, Filtrage spatial, Epuration Laser, Strioscopie et Détramage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Banc optique prismatique 200cm avec jeu de pieds et système d'éclairage rasant</li> <li>3 Cavaliers standard pour banc optique prismatique</li> <li>3 Cavaliers avec platine à déplacement latéral X sur 60 mm</li> <li>2 Cavaliers avec platine à déplacement X sur 60 mm - Z sur 40 mm</li> <li>1 Laser compact vert (532 nm) sur tige : 1 mW non polarisé</li> <li>1 Ensemble de 2 objectifs 10x et 20x</li> <li>1 Filtre spatial avec réglage X-Y du pinhole et réglage Z du plan focal de l'objectif</li> <li>1 Ensemble de 2 pinholes (50 et 100µm)</li> <li>1 Jeu de lentilles en monture</li> <li>1 Diaphragme à iris sur tige</li> <li>5 Jetons dia.40mm pour détramage, strioscopie, réseau zoné, doublage de fréquence...</li> <li>1 Ensemble de supports et de montures pour les différents éléments</li> <li>1 Ecran blanc 20x20cm et 1 ratelier de rangement</li> <li>1 Caméra couleur CMOS - 8MP (COC430)</li> </ul> | TP0233 | 2790 €   |
| ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
| Pack épuration laser : filtre spatial + objectifs 10x et 20x + pinhole 50µm + pinhole 100µm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OID979 | 450 €    |
| Pack objets et mires pour strioscopie et détramage au laser (OCD140+OCD141+OCD150+OCD151+OCD190)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OCD145 | 165 €    |
| Source ponctuelle LED fibrée, sur tige, avec alimentation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OLB220 | 168 €    |
| Caméra CMOS - 8MP, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | COC430 | 180 €    |

## INTERFÉROMÈTRES DE MICHELSON

**Expériences autour des interféromètres de Michelson prémontés compacts**

- Idéal pour les TP élèves
- Compact et économique
- Utilisable avec tout type de sources
- Fonctionnement habituel des réglages

## EXPÉRIENCES RÉALISABLES :

- Réglage de l'interféromètre en configuration lame d'air à faces parallèles (TPO303/306)
- Réglage de l'interféromètre en configuration coin d'air (TPO303/306)
- Interférences localisées sur un plan ou à l'infini, Franges d'égale épaisseur (TPO303/306)
- Mesure de la longueur d'onde d'une source monochromatique (TPO303/306)
- Interférences avec différentes sources et notion de cohérence spatiale (TPO303)
- Interférences en lumière blanche, teintes de Newton, blanc d'ordre supérieur (TPO303)
- Etalonnage et mesure de la démultiplication du système de translation du miroir mobile (TPO306)
- Mesure de l'épaisseur et/ou de l'indice d'une lame très mince (nécessite option OID295/296)
- Mesure précise de l'indice de l'air par dépression dans une enceinte (nécessite option OID292)

Posters et ouvrages  
pédagogiques  
sur les TP  
Page 179

## LES TP CLÉS EN MAIN AVEC LE MICHELSON COMPACT/ETUDIANT

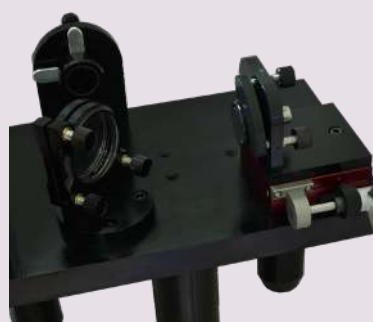
REF

PRIX TTC

**TP Interféromètre de Michelson Compact au laser**

Interféromètre de Michelson compact (OID160)  
Diode laser rouge 650nm à symétrie circulaire + extenseur 4x  
Système rotatif de mesure d'une lame mince  
1 lentille de projection en monture  
1 écran métallique sur tige 20x20cm  
3 pieds d'optique d'hauteur adaptée

TPO306

**1725 €****TP Etude et réglage de l'interféromètre de Michelson, modèle Etudiant**

Interféromètre de Michelson Etudiant (OID100)  
Diode laser rouge 650nm à symétrie circulaire avec extenseur 4x  
Source spectrale Sodium-Mercure E27 avec alimentation  
Lanterne LED équiv. 40W avec réglage de collimation et alimentation  
Condenseur double et diaphragme à iris  
2 lentilles de projection en monture  
4 pieds d'optique d'hauteur adaptée  
1 écran métallique sur tige 20x20cm  
Ratelier de rangement et poster pédagogique

TPO303

**2700 €**

## ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

|                                                                                                                |        |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Interféromètre de Michelson Compact Economique, planéité environ $\lambda/8$                                   | OID160 | <b>1380 €</b> |
| Interféromètre de Michelson Etudiant, avec planéité supérieure à $\lambda/10$ , vernier micrométrique standard | OID100 | <b>1680 €</b> |
| Option vernier numérique 1 $\mu$ m Mitutoyo (seulement sur modèle Etudiant et Grandes Optiques)                | OSV253 | <b>360 €</b>  |
| Lanterne LED équiv. 40W avec réglage de collimation et alimentation                                            | OLB110 | <b>99 €</b>   |
| Kit mesure de l'indice de l'air avec enceinte à vide 40mm et pompe manuelle à dépression                       | OID292 | <b>279 €</b>  |
| Kit étude de l'épaisseur de lames minces, sur plateforme rotative                                              | OID296 | <b>150 €</b>  |
| Kit étude de l'épaisseur de lames minces, sur pied simple                                                      | OID295 | <b>69 €</b>   |
| Pack Alimentation spectrale Mercure et Sodium, culot E27                                                       | OLS070 | <b>549 €</b>  |
| Pack de 3 filtres interférentiels raies du Mercure 436 + 546 + 578nm, diamètre 40mm                            | OCF290 | <b>450 €</b>  |
| Condenseur double modulaire sur tige                                                                           | OCL222 | <b>180 €</b>  |



# INTERFÉROMÈTRES DE MICHELSON

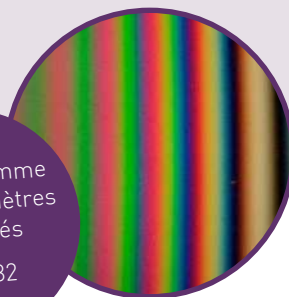
## Expériences autour de l'interféromètre de Michelson à grandes optiques

- Idéal pour les TP cours
- Grande luminosité : miroirs dia. 40mm - séparatrice dia.80mm
- Facilité de réglage : vis de précision, réglages centrés X-Y
- Qualité optique supérieure : planéité  $\lambda/20$
- Grande stabilité : marbre en acier, plots anti-vibrations, poids 20kg

### EXPÉRIENCES RÉALISABLES :

- Réglage de l'interféromètre en configuration lame d'air à faces parallèles (TP0310/311)
- Réglage de l'interféromètre en configuration coin d'air (TP0310/311)
- Interférences localisées sur un plan ou à l'infini, Franges d'égale épaisseur (TP0310/311)
- Interférences avec différentes sources et notion de cohérence spatiale (TP0310/311)
- Interférences en lumière blanche, teintes plates et de Newton, blanc d'ordre supérieur (TP0310/311)
- Mesure de la longueur d'onde d'une source monochromatique (TP0310/311)
- Mesure de l'épaisseur et/ou de l'indice d'une lame très mince (TP0310)
- Mesure précise de l'indice de l'air par dépression dans une enceinte (TP0310)
- Etude des anti-coïncidences du sodium et détermination du doublet (TP0310)
- Analyse de sources lumineuses par spectrométrie de Fourier (TP0310)

Toute la gamme  
d'interféromètres  
prémontés  
Page 182



### LES TP CLÉS EN MAIN AVEC LE MICHELSON GRANDES OPTIQUES SUR MARBRE

REF

PRIX TTC



#### TP Réglage et étude d'un interféromètre de Michelson

Interféromètre de Michelson non motorisé (OID200)  
Diode laser rouge 650nm à symétrie circulaire + extenseur  
Source spectrale Sodium-Mercure E27 avec alimentation  
Lanterne Blanche Haute-luminosité 12V75W avec alimentation  
Condenseur double et diaphragme à iris  
2 lentilles de projection en monture  
3 pieds d'optique d'hauteur adaptée  
1 grand écran 60x40cm avec pieds, à poser sur la table  
Housse de protection, ratelier de rangement + poster pédagogique

TPO311

6585 €



#### TP Complet étude et applications du Michelson

Interféromètre de Michelson motorisé (OID210)  
Module de spectrométrie de Fourier avec logiciel Luminova  
Photodiode amplifiée sur tige  
Diode laser rouge 650nm à symétrie circulaire + extenseur  
Source spectrale Sodium-Mercure E27 avec alimentation  
Lanterne Blanche Haute-luminosité 12V75W avec alimentation  
Condenseur double et diaphragme à iris  
2 lentilles de projection en monture  
3 pieds d'optique d'hauteur adaptée  
1 grand écran 60x40cm avec pieds, à poser sur la table  
Système rotatif de mesure d'une lame mince  
Kit mesure de l'indice de l'air avec cuve à vide et pompe  
Housse de protection, ratelier de rangement + poster pédagogique

TPO310

7950 €

### ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Interféromètre de Michelson Grandes Optiques, non motorisé

OID200

5400 €

Interféromètre de Michelson Grandes Optiques, motorisé

OID210

5895 €

Dispositif de spectrométrie de Fourier, avec motorisation, capteur de déplacement, photodiode et logiciel

OID616

1200 €

Motorisation standard pour interféromètre, à vitesse lente réglable et accouplement Oldham

OID611

540 €

Kit mesure de l'indice de l'air avec enceinte à vide 40mm et pompe manuelle à dépression

OID292

279 €

Kit étude de l'épaisseur de lames minces, sur plateforme rotative

OID296

150 €

Lanterne Haute Luminosité 12V75W avec condenseur réglable, dépoli amovible et alimentation

OLB015

300 €

Pack Alimentation spectrale Mercure et Sodium, culot E27

OLS070

549 €

Pack de 3 filtres interférentiels raies du Mercure 436 + 546 + 578nm, diamètre 40mm

OCF290

450 €

Condenseur double modulaire sur tige

OCL222

180 €

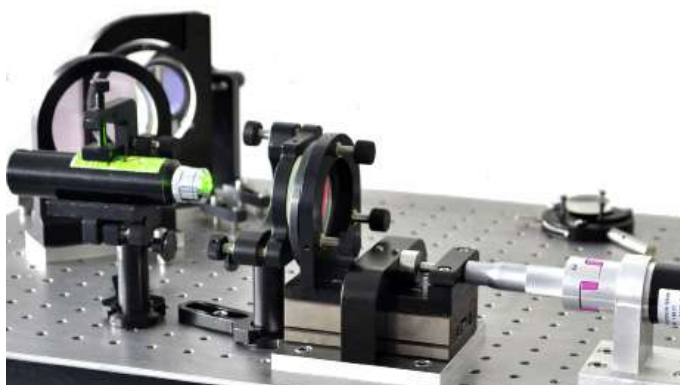
# INTERFEROMÉTRIE SUR TABLE OPTIQUE

## Ensemble complet et polyvalent pour la réalisation de multiples montages interférométriques

Avec les ensembles Poly-Interférométrie, tous les éléments sont fournis pour élaborer et comparer différentes configurations d'interféromètre, analyser les atouts et défauts de chacun, influencer sur le champ, la luminosité et la longueur des chemins optiques ou encore d'étudier différentes méthodes de compensation d'un retard optique. La qualité des optiques et la stabilité des fixations du breadboard vous permettent aussi d'envisager de fixer votre interféromètre de façon quasi-définitive avec la possibilité de l'utiliser en lumière polychromatique et de réaliser toutes les expériences du programme CPGE ainsi que de nombreuses expériences applicatives et originales.

### Construire son propre interféromètre

En industrie, en recherche ou en astronomie, il est très rare de trouver un interféromètre standard ou pré-conçu qui réponde exactement au besoin spécifique de l'étude souhaitée. Un ingénieur ou un chercheur est donc souvent amené à construire lui-même un interféromètre adapté à ses besoins et contraintes. Il se présente alors en général sous la forme d'un montage assemblé sur table optique.



### Les différents montages possibles

- Interféromètre de **Michelson** : Composé de 2 miroirs réglables dont l'un translatable et une lame séparatrice  
Le plus connu et facile à construire, le chemin optique d'un des bras est modifiable avec précision
- Interféromètre de **Mach-Zehnder** : Composé de 2 miroirs réglables et 2 lames séparatrices  
Conception avec 2 bras indépendants, sans aller-retour. Le chemin optique est délicat à modifier
- Interféromètre de **Fabry-Pérot** : Composé de 2 miroirs à 95% dont l'un réglable et translatable  
Interférences à ondes multiples, possède la plus grande finesse et permet des analyses spectrales
- Interféromètre **Holographique** : Composé de 2 miroirs réglables, 1 lame séparatrice, 1 plaque holographique  
Les interférences sont produites dans une plaque holographique qui révèlent les défauts de planéité

| ENSEMBLES POLY-INTERFÉROMÉTRIE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF           | PRIX TTC      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| <b>TP Poly-Interférométrie : Michelson + Mach Zehnder</b><br>Table optique à nid d'abeille 600x450x50mm (OBM645)<br>2 lames séparatrices dia.50 en monture X-Y<br>1 couple lame séparatrice+compensatrice dia.50 en monture accolée avec réglage de parallélisme<br>2 miroirs dia.40mm de planéité lambda/20 en monture X-Y<br>1 chariot de translation microguidé à vernier micrométrique 0.01mm<br>1 diode laser vert 532nm avec extenseur<br>1 lanterne LED à collimation réglable<br>2 lentilles de projection en monture avec pied magnétique<br>1 écran sur pied magnétique, 1 valise de rangement | <i>TPO330</i> | <b>3000 €</b> |
| <b>Option Fabry-Pérot : nécessite ensemble poly-interférométrie TPO330</b><br>2 miroirs de Fabry-Pérot R95%, planéité Lambda/10, dia.50 en monture réglable<br>1 adaptateur pour montage d'un des miroirs sur chariot de translation<br>1 lampe de sodium avec alimentation et pied support pour placement hors-table<br>1 condenseur avec pied support                                                                                                                                                                                                                                                  | <i>TPO332</i> | <b>1290 €</b> |
| <b>Option Holographie : nécessite ensemble poly-interférométrie TPO330</b><br>1 laser He-Ne 632.8nm - 5mW avec support<br>2 paires de lunettes de sécurité<br>1 lame séparatrice 30/70 avec monture et pied magnétique<br>1 plateau porte-objets sur tige, avec monture et pied magnétique<br>1 jeu de plaques holographiques, avec produits révélateurs et blanchisseurs                                                                                                                                                                                                                                | <i>TPO333</i> | <b>1980 €</b> |
| <b>Option Motorisation Pilotable</b><br>1 platine long trajet motorisée, avec interface de pilotage et pièce d'adaptation miroir<br>1 photodiode amplifiée sur tige<br>Logiciel NovaControl d'interfaçage, de synchronisation signal/déplacement, et d'acquisition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <i>TPO334</i> | <b>1200 €</b> |

# INTERFÉROMÉTRIE DE MICHELSON

**Au plus proche des montages industriels et de recherche, tout en restant pédagogique**

- Grande liberté
- Grande stabilité

- Grande praticité
- Grande modularité

Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
ou notre site internet



Plus de détails sur  
interféromètres de  
Michelson sur table  
Page 182

## GRANDE LIBERTÉ

Explorez différents montages, allongez les bras de l'interféromètre ou bien réalisez le au plus compact pour une meilleure luminosité, c'est vous qui choisissez.

## GRANDE PRATICITÉ

Magnétisme et serrage M6, permettant de modifier le montage tout en gardant une bonne stabilité

## GRANDE MODULARITÉ

Les composants et réglages sont optimisés pour être utilisés dans le plus de cadres possibles

## GRANDE STABILITÉ

La référence des tables d'optique en terme de stabilité et de rigidité

### LES TP CLÉS EN MAIN AVEC BREADBOARD 600X450X50MM INCLUSE

REF

PRIX TTC



#### TP Michelson à petits miroirs, sur Breadboard

Interféromètre de Michelson Petites Optiques sur table optique (référence OID150, détails page 182)

Source Blanche LED à collimation réglable  
Diode laser 650nm avec extenseur et pied magnétique  
Lentille dia.40mm de projection avec pied magnétique  
Ecran blanc sans tige avec pied magnétique porte écran

TPO321

2400 €



#### TP Michelson à grands miroirs, sur Breadboard

Interféromètre de Michelson Grandes Optiques sur table optique (référence OID250, détails page 182)

Diode laser rouge 650nm avec extenseur de faisceau  
Source spectrale Sodium-Mercure E27  
Lanterne Blanche Haute-luminosité 12V75W  
Condenseur double et diaphragme à iris  
2 lentilles de projection en monture  
3 pieds d'optique d'hauteur adaptée  
Ensemble de pieds magnétiques et malette de rangement  
Grand Ecran blanc à poser, 60x40cm  
Système rotatif de mesure d'une lame mince  
Kit mesure de l'indice de l'air avec cuve à vide

TPO315

6990 €



#### TP Spectrométrie de Fourier au Michelson, sur Breadboard

Interféromètre de Michelson Grandes Optiques sur table optique (référence OID250, détails page 182)

Motorisation pilotable avec couplage Oldham  
Interface de mesure et synchronisation  
Logiciel Luminova d'acquisition et export  
Photodiode amplifiée sur tige  
Diode laser rouge 650nm avec extenseur de faisceau  
Source spectrale Sodium-Mercure E27  
Lanterne Blanche Haute-luminosité 12V75W  
Condenseur double et diaphragme à iris  
2 lentilles de projection en monture  
3 pieds d'optique d'hauteur adaptée  
Ensemble de pieds magnétiques et malette de rangement  
Grand Ecran blanc à poser, 60x40cm  
Système rotatif de mesure d'une lame mince  
Kit mesure de l'indice de l'air avec cuve à vide

TPO316

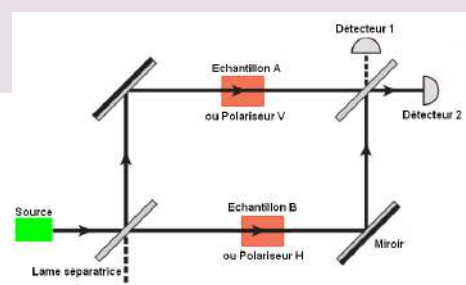
8100 €

# INTERFÉROMÈTRES DE MACH-ZEHNDER

*Interféromètre dont le principe est proche de celui du Michelson mais dont les trajets des deux faisceaux séparés ne reviennent pas sur eux-mêmes et qui peut être utilisé dans les expériences de mécanique quantique pour sa capacité à mettre en évidence l'aspect ondulatoire ou corpusculaire du photon.*

Ouvrages  
Physique  
Quantique  
Page 178

Tables  
optiques  
Page 103

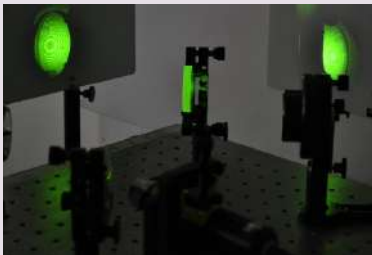
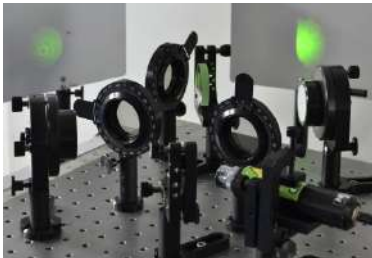


## EXPÉRIENCES RÉALISABLES

- Construction et réglage d'un interféromètre de Mach-Zehnder
- Mesure d'un déphasage induit par une lame mince ou une cuve à vide
- Mesure d'un déphasage induit par une différence d'indice entre 2 milieux de même épaisseur
- Mesure d'un déphasage induit par une différence d'épaisseur d'un même milieu
- Introduction à la physique quantique : notion de dualité onde/corpuscule
- Illustration du phénomène avec un montage d'effaceur quantique

## EFFACEUR QUANTIQUE

Les sources capables d'envoyer des photons un par un étant inaccessibles pour le marché éducatif, l'idée de ce montage est de simuler le phénomène en utilisant une diode laser à émission continue et en ajoutant un polariseur linéaire sur chaque chemin optique, orienté verticalement pour l'un, et horizontalement pour l'autre. Cela permet de donner l'information sur le chemin "choisi" par les photons. Un troisième polariseur en sortie permet de reformer la figure d'interférences.

| LES TP CLÉS EN MAIN SUR LE MACH-ZEHNDER                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|       | <p><b>TP Mach-Zehnder pré-monté</b></p> <p>Interféromètre de Mach-Zehnder pré-monté (modèle OID400)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1 Laser vert 532nm avec extenseur</li><li>1 Support réglable X-Y pour diode laser</li><li>1 Lentille de projection en monture</li><li>1 Ecran métallique</li><li>3 Pieds d'optique en V</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | TPO346 | 2295 €   |
|       | <p><b>TP Mach-Zehnder sur Breadboard</b></p> <p>Table optique à nid d'abeille M6, dimensions 60x45cm, épaisseur 5cm</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2 Miroirs Lambda/20 - Dia.40mm avec réglages X-Y de précision</li><li>2 Lames séparatrices Lambda/10 - Dia.50mm réglables en X-Y</li><li>1 Laser vert 532nm avec extenseur</li><li>1 Support réglable X-Y pour diode laser</li><li>1 Lentille de projection en monture</li><li>2 Ecrans métalliques</li><li>1 Jeu de pieds magnétiques pour maintien sources/lentilles</li><li>1 Pied d'optique en V pour maintien éventuel source/écran hors table</li></ul>                                           | TPO347 | 2400 €   |
|       | <p><b>TP Illustration de la Physique Quantique avec un Mach-Zehnder</b></p> <p>Table optique à nid d'abeille M6, dimensions 60x45cm, épaisseur 5cm</p> <ul style="list-style-type: none"><li>2 Miroirs Lambda/20 - Dia.40mm avec réglages X-Y de précision</li><li>2 Lames séparatrices Lambda/10 - Dia.50mm réglables en X-Y</li><li>3 Polariseurs en monture graduée réglable</li><li>2 Photodiodes sur tige</li><li>1 Laser vert 532nm avec extenseur</li><li>1 Support réglable X-Y pour diode laser</li><li>2 Ecrans métalliques</li><li>1 Jeu de pieds magnétiques pour maintien des éléments</li><li>2 Pieds d'optique en V pour maintien hors table</li></ul> | TPO348 | 2940 €   |
| ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
| Diode laser rouge 650nm, 1mW, sur tige                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OLR110 | 75 €     |
| Diode laser DPSS vert 532nm (multimode), 1mW, sur tige                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OLR210 | 150 €    |
| Kit mesure de l'indice de l'air avec enceinte à vide 40mm et pompe manuelle à dépression |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OID292 | 279 €    |
| Kit étude de l'épaisseur de lames minces, sur plateforme rotative                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OID296 | 150 €    |
| Kit étude de l'épaisseur de lames minces, sur pied simple                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OID295 | 69 €     |
| Interféromètre Mach-Zehnder pré-monté                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OID400 | 1950 €   |



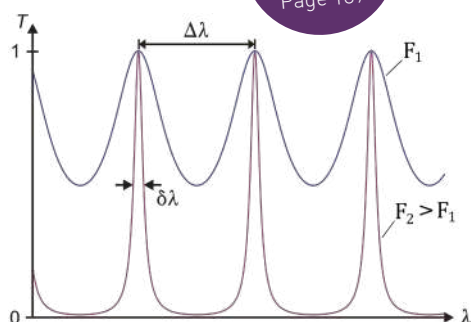
# INTERFÉROMÈTRES DE FABRY-PÉROT

**Interféromètre constitué de deux miroirs plans et parallèles à hauts coefficients de réflexion. Son principal atout est son pouvoir de résolution élevé qui permet une utilisation en spectrométrie.**

- Coefficient de réflexion 95% offrant un bon compromis entre luminosité et finesse élevée (environ 60).
- Séparation du doublet du sodium
- Séparation des modes d'une laser multimode

Fabry-Pérot  
seuls

Page 189



## EXPÉRIENCES RÉALISABLES

- Réglage d'un Fabry-Pérot
- Séparation du doublet du Sodium
- Identification du nombre de modes d'une diode laser
- Analyse de filtres interférentiels

## FINESSE D'UN FABRY-PÉROT

La finesse d'un Fabry-Pérot dépend du coefficient de réflexion des miroirs, selon la formule ci-contre. Les interféromètres de Fabry-Pérot de marque Nova Physics ont une finesse d'environ 60, et donc d'une limite de résolution en longueur d'onde de l'ordre du picomètre.

$$\mathcal{F} \approx \frac{\pi\sqrt{R}}{2} = \frac{\pi R^{\frac{1}{2}}}{1-R}$$

Sources  
lumineuses

Page 122



## LES TP CLÉS EN MAIN SUR LE FABRY-PÉROT

REF

PRIX TTC

### TP Fabry-Pérot pré-monté

Interféromètre de Fabry-Pérot pré-monté (modèle OID310)  
1 Lampe spectrale sodium E27 avec alimentation  
1 Laser vert 532nm avec extenseur  
1 Condenseur double  
1 Lentille de projection en monture  
1 Ecran métallique  
3 Pieds d'optique en V

TPO341

2700 €

### TP Fabry-Pérot sur Breadboard

Interféromètre de Fabry-Pérot sur table optique 60x45x5cm  
Miroirs lambda/10, dia.50mm, R 95% , en monture réglables  
Chariot de translation avec vernier micrométrique 0.01mm  
1 Lampe spectrale sodium E27 avec alimentation  
1 Laser vert 532nm avec extenseur  
1 Condenseur double  
1 Lentille de projection en monture  
1 Ecran métallique  
1 Jeu de pieds magnétiques pour maintien sources/lentilles  
2 Pieds d'optique en V

TPO342

2850 €

### TP Fabry-Pérot motorisé, sur Breadboard

Interféromètre de Fabry-Pérot sur table optique 60x45x5cm  
Miroirs lambda/10, dia.50mm, R 95% , en monture réglables  
Platine de translation long trajet avec motorisation pilotable  
Interface de contrôle et de synchronisation  
Logiciel NovaControl d'acquisition et d'export de données  
1 Photodiode amplifiée  
1 Lampe spectrale sodium E27 avec alimentation  
1 Laser vert 532nm avec extenseur  
1 Condenseur double  
1 Lentille de projection en monture  
1 Ecran métallique  
1 Jeu de pieds magnétiques pour maintien sources/lentilles  
2 Pieds d'optique en V

TPO343

3900 €

## ÉLÉMENTS CLÉS ET ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Diode laser rouge 650nm, 1mW, sur tige

OLR110

75 €

Diode laser DPSS vert 532nm (multimode), 1mW, sur tige

OLR210

150 €

Pack Alimentation spectrale avec ampoule Sodium+Mercure

OLS070

549 €

Condenseur double modulaire, dia.80mm, focale f+75mm

OCL222

180 €



## PHOTOGRAPHIE DE SPECKLE

**Propriétés qualitatives et quantitatives des figures de speckle**

Les propriétés particulières de cohérence spatiale et temporelle de la lumière laser sont à l'origine du phénomène de speckle que l'on peut observer par réflexion en éclairant une surface rugueuse claire ou par transmission à travers un verre dépoli.

Ce phénomène est en général indésirable, surtout en holographie, mais il présente quelques propriétés physiques remarquables qu'il est facile d'observer et de mettre à profit dans des expériences d'interférométrie.

## EXPÉRIENCES RÉALISABLES

- Propriétés qualitatives et quantitatives des figures de speckle
- Caractérisation des défauts de l'œil par observation d'un speckle
- Transformée de Fourier d'un speckle
- Mesure de déplacement et de déformation par interférométrie de speckle

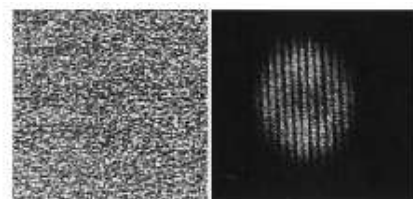


Figure 1 : Résultat de la somme de deux images décalées de 10 micromètres et transformée de Fourier discrète.

**Mise en évidence des défauts de l'œil**

Un œil normal forme l'image de la surface diffusante sur la rétine. Il en sera de même pour les grains de speckle qui ne sont pas localisés sur une surface particulière et dont les images se forment également sur la rétine.

Il n'en est plus de même pour un œil affecté d'un défaut : en effectuant un mouvement de translation parallèlement à la surface, un observateur verra les grains de speckle se déplacer par rapport à la surface qui apparaît fixe. Le sens du déplacement relatif permet alors de caractériser le défaut.

## ENSEMBLE CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC

**TP Photographie de Speckle et applications**

Banc prismatique 120cm avec éclairage rasant de paillasse  
 2 Cavaliers prismatique simple L60mm  
 1 Cavalier prismatique à réglage rapide XZ - latéral et vertical  
 1 Cavalier prismatique à réglage latéral (x) de précision avec vernier 0.01mm  
 1 Laser vert DPSS 532nm - 1mW  
 1 Support à réglage d'orientation x-y pour objets cylindriques dia20 à 40mm  
 1 Objectif de microscope x4  
 1 Objectif de microscope de précision x10  
 1 Objet dépoli seul diam. 40mm  
 1 Porte composant pour diam. 40 mm  
 1 Lentille diam. 40mm - f = 50 mm  
 1 Porte composant pour diam. 40 mm  
 1 Dispositif fibré en configuration Young (écartement 3mm) sur platine sur tige  
 1 Ecran métallique blanc et quadrille 20x20  
 1 Caméra CMOS haute résolution + objectif + tige  
 1 Filtre interférentiel diam. 25 mm - 532 nm - FWHM 10 nm avec bague d'adaptation  
 1 Fascicule d'expériences et résultats

TPO361

**1800 €**

## ACCESSOIRES

## REF

## PRIX TTC

Dispositif fibré en configuration Young (écartement 3mm) sur platine sur tige

OID953

**150 €**

Caméra haute résolution CMOS 8MP sur tige

COC430

**198 €**

Support réglable pour diode laser, réglage d'orientation en X et en Y, sur tige

OSH312

**99 €**

Diode laser 650nm 1mW avec symétrie circulaire et traitement de faisceau

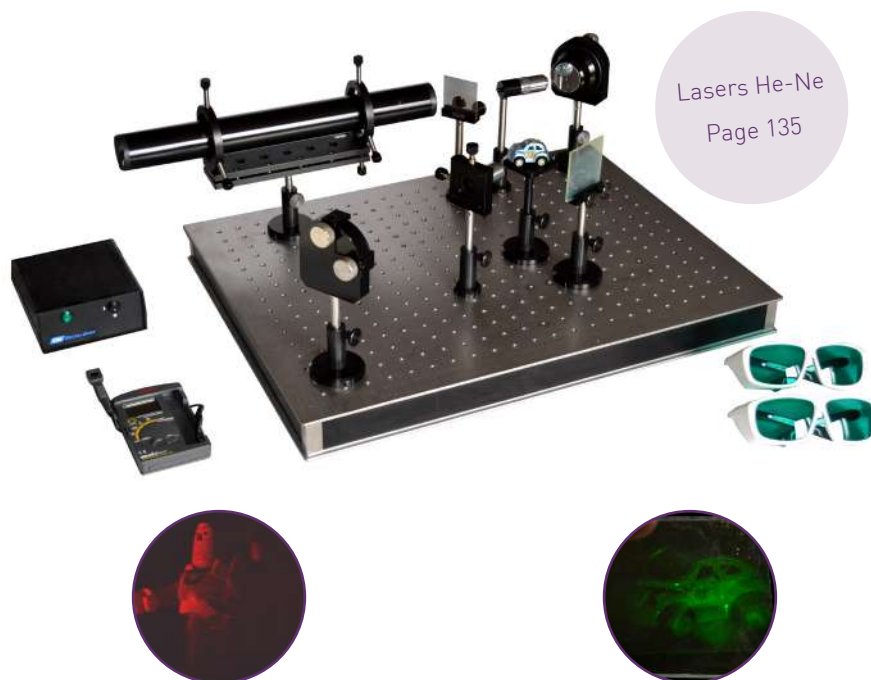
OLR110

**75 €**

## HOLOGRAPHIE

**Pour des expériences et réalisations d'hologrammes réussies !**

- Expérience nécessitant la haute stabilité permise par les tables à nid d'abeille
- Matériel soigneusement sélectionné et adapté pour la réalisation d'hologrammes réussis
- Plusieurs montages et configurations sont possibles

**EN RÉFLEXION ET EN TRANSMISSION !**

Les plaques holographiques fournies permettent les deux utilisations

**HOLOGRAMMES TRÈS LUMINEUX**

Plaques holographiques avec émulsion ultrasensible

**RÉSULTATS SPECTACULAIRES**

Une expérience séduisante pour les élèves comme pour les enseignants

**INTERFÉROMÉTRIE HOLOGRAPHIQUE**

Pour l'étude des contraintes sur les matériaux

**POLYVALENCE ET MAGNÉTISME**

Pour facilement passer d'un montage à un autre

**Holographie par Transmission**

Un montage par division d'onde est nécessaire pour la réalisation de l'enregistrement de l'hologramme. La restitution est obtenue en repositionnant la plaque développée dans son support au même endroit que lors de l'enregistrement. Il faut également l'éclairer avec le même laser et la même incidence.

**Holographie par Réflexion**

Les plaques holographiques peuvent être utilisées aussi bien en transmission qu'en réflexion. Dans ce dernier cas, le montage associé ne nécessite qu'un seul faisceau. Après exposition et développement, l'hologramme est observé en réflexion avec une source ponctuelle ou au soleil.

**Interférométrie Holographique**

En réalisant une double exposition entre la plaque de référence et une plaque déformée par l'action d'une butée par exemple, on peut mettre en évidence l'apparition de figures d'interférences associées à la déformation ou la contrainte mécanique de la plaque.

**MATÉRIELS POUR L'HOLOGRAPHIE****REF****PRIX TTC****TP Holographie**

Table optique à nid d'abeille 600x450x50mm  
Ensemble de 9 pieds magnétiques supports  
Laser He-Ne 632.8nm, 5mW avec alimentation et support cylindrique  
4 objectifs de précision (20x et 60x) avec 2 monture porte objets  
Puissancemètre laser + 2 paires de lunettes de protection  
2 miroirs haute planéité  $\lambda/20$  en monture X-Y  
Lame séparatrice (30-70%) avec monture adaptée  
Plateau porte objet + écran de visualisation  
Kit Holo 5 avec plaques holographiques + blanchisseur + révélateur + photoflo + cuve  
Tous les accessoires permettant la bonne réalisation du TP  
Fascicule d'expériences et de résultats

TPO331

**3990 €****ACCESSOIRES****REF****PRIX TTC**

Kit Holo 30 avec produits : 30 plaques holographiques 61x61mm + révélateur + blanchisseur

OCH019

**330 €**

Kit Holo 5 avec produits : 5 plaques holographiques 61x61mm + révélateur + blanchisseur + photoflo

OCH050

**99 €**

Laser He-Ne polarisé 5mW, avec alimentation

OLR015

**1290 €**

## DISPERSION ET GONIOMÉTRIE

**Etude de la dispersion et des spectres, avec un goniomètre**

- Etude de la dispersion par un prisme
- Etude de la dispersion par un réseau
- Détermination de l'angle limite de réfraction
- Principe de l'autocollimation
- Lecture d'un vernier
- Raies de Balmer (option OLS080)

**PRINCIPE DE L'AUTOCOLLIMATION (TPO421/TPO422)**

La lunette autocollimatrice est constituée d'un objectif, d'un oculaire et d'un réticule, avec en plus une lame semi-réfléchissante. Elle permet d'éclairer si nécessaire, le réticule à l'aide d'une source LED auxiliaire, sans empêcher le passage de la lumière directe par l'oculaire classique.

On pointe à la lunette la direction normale à la face d'un prisme ou d'un miroir d'auto-collimation qui réfléchira en partie la lumière émise par la lampe : le réticule et son image nette doivent se superposer, la lunette est réglée à l'infini. On se sert ensuite de cette lunette à l'infini, pour régler en conséquence le collimateur de fente à l'infini, en ajustant le réglage d'objectif jusqu'à ce que l'image de la fente apparaissent parfaitement nette.

| TP CLÉS EN MAIN AUTOUR DU GONIOMÈTRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Dispersion par un prisme et un réseau avec un goniomètre</b><br>1 goniomètre standard 30 secondes d'arc, à lunette simple (modèle OIG100)<br>2 réseaux PATON de 100 et 300 traits/mm avec support adapté<br>2 prismes équilatéraux Crown et Flint, h.40mm avec support adapté<br>1 alimentation spectrale Mercure<br>1 poster tableau des spectres et 1 notice d'utilisation                                                                                                                                                                                                                                         | TPO420 | 1500 €   |
| <b>TP Réglage d'un goniomètre par Autocollimation et Dispersion par un prisme et un réseau</b><br>1 goniomètre standard 30 secondes d'arc, à lunette autocollimatrice (modèle OIG110)<br>2 réseaux PATON de 100 et 300 traits/mm avec support adapté<br>2 prismes équilatéraux Crown et Flint, h.40mm avec support adapté<br>1 alimentation spectrale Mercure et Sodium<br>1 miroir d'autocollimation<br>1 poster tableau des spectres et 1 notice d'utilisation                                                                                                                                                           | TPO421 | 1980 €   |
| <b>TP Complet Etude de la goniométrie et de la dispersion</b><br>1 goniomètre supérieur à lunette autocollimatrice (modèle OIG210)<br>1 embase réhausseur et stabilisatrice<br>2 réseaux PATON de 300 et 600 traits/mm avec support adapté<br>2 prismes équilatéraux Crown et Flint, h.40mm avec support adapté<br>1 prisme équilatéral 60°-60°-60° Flint ExtraDense indice 1.72, h.48mm<br>1 prisme d'étude 58°-60°-62° Flint ExtraDense indice 1.72, h.48mm<br>1 miroir d'autocollimation<br>1 alimentation spectrale Mercure et Sodium<br>1 loupe éclairante<br>1 poster tableau des spectres et 1 notice d'utilisation | TPO422 | 3600 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL ET OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
| Goniomètre Gamme Standard à lunette simple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OIG100 | 990 €    |
| Goniomètre Gamme Standard à lunette autocollimatrice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OIG110 | 1470 €   |
| Goniomètre Gamme Supérieur à lunette autocollimatrice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OIG210 | 2970 €   |
| Prisme Flint Extradense 60-60-60°, indice 1.72, côté 40mm, hauteur 48mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OCD336 | 99 €     |
| Prisme d'exercice Flint Extradense 58-60-62°, indice 1.72, côté 40mm, hauteur 48mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OCD338 | 99 €     |
| Pack Alimentation spectrale double Hg-Na, culot E27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OLS070 | 549 €    |
| Pack étude de Balmer, alimentation + 1 tube d'Hélium ou Mercure + 2 tubes d'Hydrogène                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OLS081 | 390 €    |

## SPECTROGONIOMÉTRIE

Exploitation complète de la polyvalence d'un goniomètre pour réaliser de nombreuses expériences



+ d'infos  
Page 156



Retrouvez le principe d'un réfractomètre d'Abbe en réalisant le montage et les mesures sur un goniomètre

+ d'infos  
Page 172



Utilisez la lunette autocollimatrice du goniomètre pour mesurer les franges d'interférences d'un spectre cannelé

Toute la gamme  
de goniomètres et  
tous les accessoires  
associés  
Page 190

EXPERIENCES

## EXPERIENCES CLASSIQUES (TPO423/424/425)

- Manipulation et le réglage d'un appareil optique de précision
- Visualisation d'un spectre discontinu
- Loi de dispersion d'un prisme en verre
- Loi de dispersion d'un réseau de diffraction
- Principe de l'autocollimation
- Mesure de l'angle d'un prisme
- Relevé d'un spectre avec la lunette spectroscopie (TPO424/425)

## EXPERIENCES ORIGINALES (TPO425)

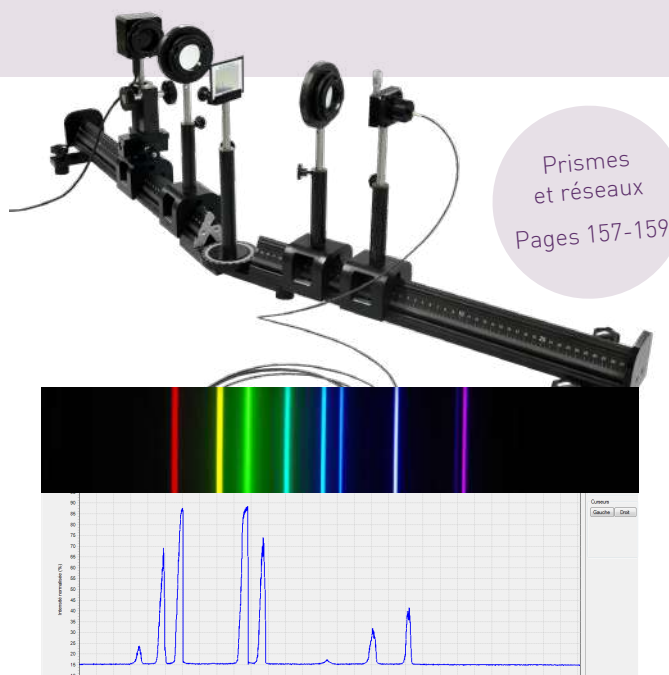
- Etude des raies de Balmer de l'Hydrogène
- Mesure d'angles de prismes spéciaux
- Principe du réfractomètre d'Abbe
- Mesure de l'angle limite de réfraction
- Observation d'un spectre cannelé avec lunette autocollimatrice
- Mesure du delta d'indice d'un matériau biréfringent (quartz)

| TP CLÉS EN MAIN AUTOUR DU SPECTROGONIOMÈTRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF                                       | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|
| <b>TP Etude des spectres avec un goniomètre à trépied</b><br>1 goniomètre à trépied avec lunette autocollimatrice (modèle OIG310/OIG330)<br>2 réseaux PATON de 300 et 600 traits/mm avec support adapté<br>2 prismes équilatéraux Crown et Flint, h.40mm avec support adapté<br>1 prisme équilatéral 60°-60°-60° Flint ExtraDense indice 1.72, h.48mm (OCD336)<br>1 miroir d'autocollimation (OCM650)<br>1 alimentation spectrale Mercure et Sodium<br>1 loupe éclairante<br>1 poster tableau des spectres et 1 notice d'utilisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Sans 3ème lunette spectroscopie<br>TPO423 | 4200 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Avec 3ème lunette spectroscopie<br>TPO424 | 4500 €   |
| <b>TP Complet Spectrogoniométrie, Mesure d'angles, Raies de Balmer, Réfractométrie, Biréfringence</b><br>1 spectrogoniomètre à trépied avec lunette autocollimatrice et auxiliaire (modèle OIG330)<br>2 réseaux PATON de 300 et 600 traits/mm avec support adapté<br>2 prismes équilatéraux Crown et Flint, h.40mm avec support adapté<br>1 prisme équilatéral 60°-60°-60° Flint ExtraDense indice 1.72, h.48mm (OCD336)<br>1 prisme d'étude 58°-60°-62° Flint ExtraDense indice 1.72, h.48mm (OCD338)<br>1 système à double prisme pour étude du principe du réfractomètre d'Abbe (OCD329)<br>1 miroir d'autocollimation (OCM650)<br>1 pack étude de la biréfringence du quartz avec lame de quartz et 2 bonnettes polarisantes<br>1 pack étude des raies de Balmer avec alimentation à tubes capillaires, 1 tube He, 2 tubes H<br>1 alimentation spectrale double E27 avec ampoules Mercure et Sodium<br>1 diode laser verte 532nm avec extenseur, pour étude biréfringence et réfractométrie<br>1 loupe éclairante + 1 pied d'optique en V<br>1 poster tableau des spectres et 1 notice d'utilisation | TPO425                                    | 5490 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL ET OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF                                       | PRIX TTC |
| Goniomètre Gamme Trépied CPGE, à lunette autocollimatrice, sans 3ème lunette spectroscopie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OIG310                                    | 3600 €   |
| Spectrogoniomètre Gamme Trépied CPGE, à lunette autocollimatrice, avec 3ème lunette spectroscopie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OIG330                                    | 3900 €   |
| Miroir d'autocollimation au format réseau Paton, 65x50mm, directement adaptable sur porte réseau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OCM650                                    | 36 €     |
| Système double prisme Flint, pour étude du réfractomètre d'Abbe, avec support                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OCD329                                    | 150 €    |
| Prisme d'exercice Flint Extradense 58-60-62°, indice 1.72, côté 40mm, hauteur 48mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OCD338                                    | 99 €     |
| Pack étude de la biréfringence du quartz, avec lame de Quartz sur support et 2 bonnettes polarisantes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OIG084                                    | 195 €    |
| Pack étude de Balmer, alimentation + 1 tube d'Hélium ou Mercure + 2 tubes d'Hydrogène                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OLS081                                    | 390 €    |

## DISPERSION

**Etude de la dispersion et des spectres, sur un banc rotatif**

- Etude de la dispersion par un prisme
- Etude de la dispersion par un réseau
- Détermination de l'angle limite de réfraction
- Etude de l'absorption et de la transmission d'un filtre coloré (TPO413)
- Réalisation d'un montage spectroscopique ou spectrométrique avec une barrette CCD (TPO413)

**GRANDE PRATICITÉ DU BANC GONIOMÉTRIQUE (TPO411/413)**

Avec le banc prismatique à accouplement goniométrique gradué, les expériences de Dispersion deviennent plus rapides et précises !

**NE VOUS ENCOMBREZ PAS AVEC LES SOURCES LUMINEUSES VOLUMINEUSES (TPO413)**

Avec la fente fibrée de longueur 2m, il est aisé d'amener la lumière de sources encombrantes ou lointaines (lampes spectrales, tube fluorescents, soleil...) comme source d'étude pour le banc de dispersion.

**OBTENEZ DES SPECTRES DE QUALITÉ (TPO411/413)**

Notre sélection d'optique, de réseaux, de prismes et la précision de la fente symétrique permettent des décompositions de spectres précises et réussies.

**NUMÉRISEZ ET QUANTIFIEZ VOS RÉSULTATS (TPO413)**

Acquisition du profil d'intensité des raies d'une lampe spectrale avec la barrette CCD.

Après un étalonnage avec des longueurs d'onde connues, des mesures de longueurs d'onde peuvent être effectuées.

| ENSEMBLES CLÉ EN MAIN SUR LA DISPERSION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Etude de la Dispersion par un prisme ou un réseau, avec des bancs goniométriques</b><br>1 ensemble de bancs pivotants prismatiques longueur 60+60cm<br>5 cavaliers prismatiques simple<br>1 écran avec règle gradué 10x40cm sur tige<br>1 fente réglable de grande dimension à ouverture symétrique<br>2 réseaux PATON de 100 et 200 traits/mm avec support porte réseau<br>2 lentilles de projection au dia.40mm en bague magnétique<br>2 supports de lentille en acier<br>2 prismes équilatéraux, Crown, Flint avec support porte prisme<br>1 lanterne LED à spectre Blanc Chaud et collimation réglable                                                                                                                                                       | TPO411 | 1200 €   |
| <b>TP Complet Banc de Dispersion et de Spectrométrie</b><br>1 ensemble de bancs pivotants prismatiques longueur 60+60cm<br>5 cavaliers prismatiques dont 1 à réglage XZ<br>1 barrette CCD-CMOS linéaire avec logiciel<br>1 fente fibrée à ouverture symétrique de précision<br>1 support de fibre sur tige<br>Jeu de 4 réseaux PATON de 100 à 600 traits/mm avec support adapté<br>Jeu de 2 lentilles dia.40mm en bague magnétique<br>Jeu de 3 prismes équilatéraux, Crown, Flint et Flint extra-dense, h.40mm<br>Jeu de 6 filtres colorés en verre, dia.40mm en bague magnétique<br>2 supports magnétiques pour composants dia.40mm<br>1 lanterne à collimation réglable avec pack 7 LED de couleurs différentes<br>1 alimentation spectrale double Mercure et Sodium | TPO413 | 2400 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
| Système de bancs pivotants par accouplement goniométrique, 60+60cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OBP936 | 460 €    |
| Fente fibrée avec fibre SMA de 2mètre et support de fibre sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OCD212 | 270 €    |
| Barrette CCD-CMOS, avec pack filtres et logiciel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | COC322 | 450 €    |
| Pack étude de Balmer, alimentation + 1 tube d'Hélium ou Mercure + 2 tubes d'Hydrogène                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | OLS081 | 390 €    |



# MONOCHROMATEUR, SPECTROMETRIE

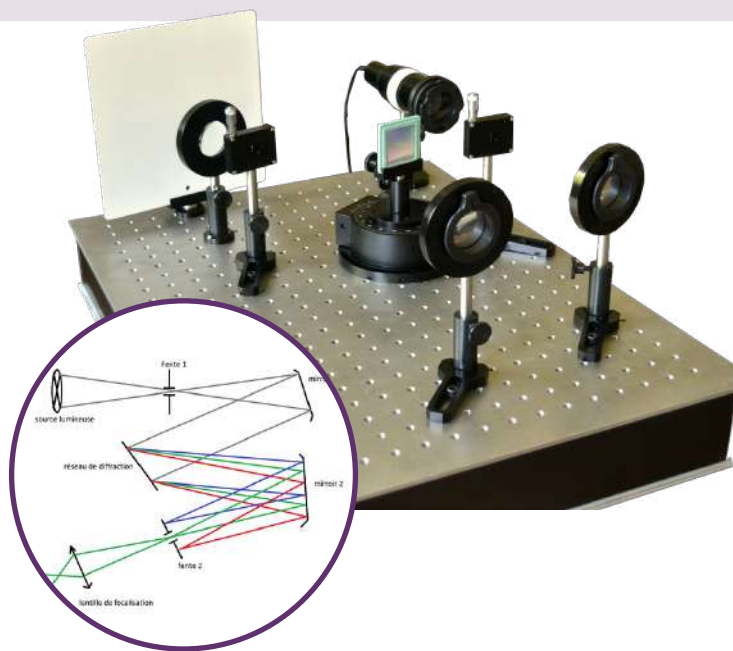
## Monochromateur, Czerny-Turner, Spectromètre CCD éclaté



Retrouvez ce matériel et ces expériences en vidéo sur notre chaîne YouTube ou sur notre site web [www.nova-physics.com](http://www.nova-physics.com)



EXPERIENCES



### CONSTRUIRE SON PROPRE SPECTROMÈTRE

Différents montages possibles  
Czerny-Turner, Réseau plan ou concave, Réseau fixe ou pivotant

### ETUDIER LE PRINCIPE

Dispersion par un réseau  
Construction de l'image d'une fente

### CHERCHER LE BON COMPROMIS

En influant sur la sensibilité, la résolution, le pas du réseau, la largeur de la fente, la largeur spectrale selon l'application

### RÉALISER DES ACQUISITIONS DE SPECTRE

Avec une photodiode et un réseau sur platine rotative motorisée ou avec la barrette CCD et un réseau fixe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Monochromateur, introduction et démonstration du principe</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |          |
| 1 table optique à nid d'abeille 60x45cm, avec 8 pieds magnétiques dont 2 à réglage latéral<br>1 plateforme rotative graduée<br>1 réseau 600tr/mm par réflexion avec son support adapté<br>2 fentes réglables par vernier, sur tige<br>2 miroirs concaves f+100mm en monture<br>2 lentilles de projection en monture<br>1 écran métallique<br>1 source blanche collimatée, équiv.40W | TPO401 | 1680 €   |
| <b>TP Monochromateur, réalisation de mesures avec photodiode et platine rotative motorisée</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |          |
| Tous les éléments du TPO401 avec en plus<br>Platine rotative de précision motorisée avec interface de pilotage et de synchronisation<br>Photodiode amplifiée sur tige<br>Logiciel NovaControl pour le pilotage de la platine et l'acquisition des enregistrements                                                                                                                   | TPO402 | 2490 €   |
| <b>TP Spectromètre CCD éclaté, construction et réalisation de mesures avec une barrette CCD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |          |
| Tous les éléments du TPO401 avec en plus<br>Capteur CCD/CMOS avec sortie USB<br>Logiciel d'acquisition en temps réel                                                                                                                                                                                                                                                                | TPO403 | 2100 €   |
| <b>ACCESSOIRES AU DÉTAIL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |          |
| Plateforme rotative graduée de précision, rotation par vernier micrométrique manuel                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OBM150 | 240 €    |
| Plateforme rotative graduée de précision, motorisée, avec interface de pilotage et logiciel NovaControl                                                                                                                                                                                                                                                                             | OBM450 | 780 €    |
| Barrette CCD-CMOS, avec pack filtres et logiciel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | COC322 | 450 €    |
| Photodiode amplifiée BNC sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | COL320 | 168 €    |
| Réseau holographique par réflexion plan 300 traits/mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OCD038 | 99 €     |
| Réseau holographique par réflexion concave 1200 traits/mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | OCD098 | 120 €    |
| Pack étude de Balmer, alimentation + 1 tube d'Hélium ou Mercure + 2 tubes d'Hydrogène                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OLS081 | 390 €    |

# PLASMON PROPAGATIF DE SURFACE

## Expérience originale mettant en évidence les ondes plasmon et évanescentes

L'objectif de cet ensemble didactique est d'étudier le couplage entre une onde lumineuse excitatrice et l'onde plasmon de surface se propageant à la surface d'un film d'or déposé sur un prisme.

L'extinction plasmon peut être étudiée avec un laser mais aussi en lumière blanche.

Ce TP permet non seulement de visualiser l'extinction plasmon mais également d'en mesurer précisément l'angle, d'étudier les propriétés de la réflexion d'une lumière blanche ou d'introduire une application aux mesures physico-chimiques.

### NOTIONS ABORDÉES ET EXPERIENCES RÉALISABLES :

- Propriétés fondamentales de la résonance plasmonique de surface
- Ondes évanescentes et ondes de surface
- Excitation de la résonance plasmon avec un Laser He-Ne
- Configuration de Kretschmann, film d'or sur un prisme en verre
- Mesure de la position angulaire de l'extinction plasmon
- Comparaison avec la prédiction théorique
- Extinction mesurée avec un faisceau convergent
- Sensibilité de la technique SPR
- Dépendance de l'extinction SPR en fonction de la longueur d'onde



### PRINCIPE

Dans un métal, le gaz d'électrons peut osciller en bloc donnant lieu à une oscillation de charges. Cette oscillation peut être couplée à une onde électromagnétique, donnant d'ailleurs un moyen de détecter ces oscillations de charges.

On distingue deux types d'oscillations :

- L'oscillation plasma présente dans tout le volume du métal.
- Une oscillation particulière des électrons d'une couche superficielle (quelques dizaines de nanomètres) qui donne lieu à l'onde plasmon de surface. Cette onde est confinée au voisinage de l'interface métal-air ou métal-liquide.

Une onde lumineuse excitatrice monochromatique entre en **couplage** avec l'onde plasmon de surface se propageant à la surface d'un film d'or déposé sur un prisme. On mesure l'intensité réfléchi en fonction de l'angle afin d'obtenir la courbe d'extinction Plasmon. On note également une dépendance en longueur d'onde.

En lumière blanche, un phénomène spectaculaire peut être observé, le faisceau réfléchi par la couche d'or change de couleur en fonction de l'angle. (Photo ci-dessus).

### ENSEMBLE CLÉ EN MAIN

### REF

### PRIX TTC

#### TP Plasmon propagatif de surface - Ensemble complet sur banc

Banc prismatique de précision avec pieds, 2m, avec éclairage rasant de pailleasse  
 3 Cavaliers standard pour banc optique prismatique  
 3 Cavaliers à réglage latéral X de +/-30 mm  
 Pied d'optique lourd h15cm  
 Module laser rouge 1mW-650nm avec alimentation et interrupteur  
 Support à réglage d'orientation x-y pour objets cylindriques dia20 à 40mm  
 Objectif de microscope de précision x10  
 Porte objectif sur tige avec réglage X-Y  
 Lanterne Haute Luminosité Halogène 75W), condenseur et réglage de collimation  
 Alimentation 12V 75W avec douilles de sécurité  
 Polariseur en monture graduée  
 Diaphragme à iris  
 Jeu de 5 filtres interférentiels de bande passante très étroite - diam.25mm  
 Roue porte- filtres magnétique avec adaptateurs et bagues aimantées  
 Jeu de 2 lentilles dia.40 mm, antireflet, biconvexe, F+200 et F+300mm  
 Plateau à réglage angulaire avec vernier sur tige  
 Platine porte-prisme  
 Prisme Flint (3 faces polies), hauteur 40 mm avec dépôt d'un film mince d'or  
 Ecran métallique blanc et quadrillé 20x20  
 Détecteur luxmètre sur tige  
 Documentation (Cours, Texte de TP, Notice de résultats)

TPO976

3900 €

### ACCESSOIRES AU DÉTAIL

### REF

### PRIX TTC

Prisme Flint à 3 faces polies de hauteur 40mm, avec dépôt d'un film mince d'or

OCD376

300 €

Luxmètre sur tige

COL310

99 €

Laser He-Ne polarisé sur tige, 0.8mW

OLR008P

1260 €

Plateau à réglage angulaire précis par vernier, sur tige

OSH251

225 €

# SPECTROSCOPIE RAMAN

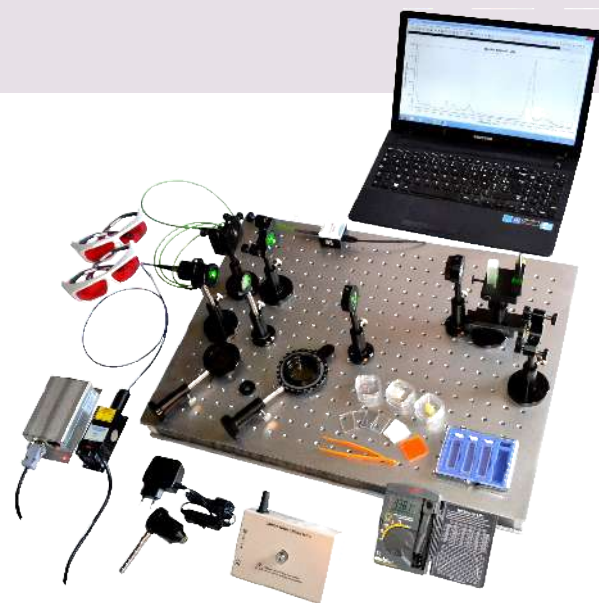
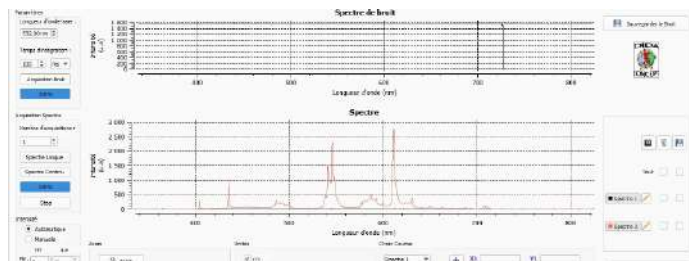
## Ensembles expérimentaux pour introduire les principes et applications de la spectroscopie Raman

La Spectroscopie Raman est basée sur la diffusion inélastique d'un rayonnement monochromatique. Durant ce processus, l'énergie est échangée entre les photons incidents et la matière (molécules) de telle sorte que les photons diffusés présentent une énergie plus élevée ou plus faible que les photons incidents.

Cette différence d'énergie est due à des variations de l'énergie de rotation et de vibration des molécules excitées. Cette technique est par exemple utilisée pour identifier des phases ou un composé chimique, caractériser des matériaux, déterminer une structure moléculaire.

### NOTIONS ABORDÉES ET EXPERIENCES RÉALISABLES :

- Études des parties du dispositif : filtres, spectromètre, source Laser
- Spectroscopie vibrationnelle, Diffusion Rayleigh, Raman
- Phonons optiques, Fluorescence
- Modes de vibrations
- Effet de la polarisation
- Méthode d'analyse non destructive (polymères, cristal, liquide)

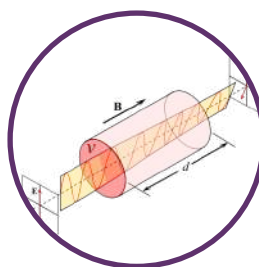


| ENSEMBLES CLÉ EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Principes et applications de la Spectroscopie Raman - Ensemble essentiel</b><br>Table optique à nid d'abeille 60x45x5cm<br>7 pieds magnétique dont 4 lourds et un à réglage latéral<br>Pied magnétique avec réglage latéral ( $\pm 30$ mm) rapide<br>Laser vert 532 nm – 100 mW – sortie fibrée / alimentation<br>3 paires de lunettes d'alignement et protection laser 532 nm jusque 100 mW<br>Support fibre Laser avec adaptateur, diaphragme réglable et collimation<br>Diaphragme métallisé diam. 40 mm avec support sur tige<br>Miroir métallisé diam 25 mm, plan avec support à réglage X_Y sur tige<br>Filtre passe haut diam 12,5 mm (Edge-532nm-OD6) avec support à réglage X_Y sur tige<br>Spectromètre compact Visible (350-800 nm) – USB – 1,5 nm résolution (fente 25 mm)<br>Fibre optique pour spectromètre, connecteur SMA<br>Support fibre 4 axes réglable X_Y + tilt avec adaptateur, optique de focalisation et support<br>Lentille de focalisation diam 25 mm (F=4 cm) avec support sur tige<br>Décalage d'axe sur tige et support multifonction sur tige avec doigt de maintien<br>Jeu de divers échantillons d'étude (polymères, minéraux, cristal, liquides, ...)<br>Logiciel d'acquisition et de traitement et fascicule d'expériences et résultats |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | TPO433 | 8700 €   |
| <b>TP Complet Spectroscopie Raman - avec tous les échantillons d'étude, sources et instrumentation</b><br>Tous les éléments de l'ensemble "essentiel" avec en plus :<br>3 pieds magnétiques supplémentaires<br>2 systèmes de décalage d'axe sur tige supplémentaires<br>1 filtre Laser diam 25 mm (532 nm – FWHM 3 nm) avec support sur tige<br>1 filtre coupe bande diam 12,5 mm (Notch-532nm-OD4) avec bague d'adaptation diam. 25mm<br>1 lentille de collimation diam 25 mm (F=50 cm) avec support sur tige<br>2 polariseurs linéaires en verre diam 25 mm avec monture rotative (360°) et vernier<br>1 lampe Ne (ampoule, support, alimentation)<br>1 lanterne led de tp réglage crémaillère<br>1 puissancemètre pour Laser avec support sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | TPO434 | 10800 €  |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
| Lunettes de sécurité laser 532nm supplémentaires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OLR932 | 99 €     |
| Puissancemètre laser 40mW, avec support sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | COL410 | 198 €    |
| Filtre Notch 532nm OD4 dia12.5mm, avec bague d'adaptation dia.25mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OCF494 | 540 €    |
| Filtre Edge 532nm OD6 dia12.5mm avec bague d'adaptation dia.25mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OCF493 | 900 €    |

## EFFET FARADAY

**Ensemble permettant d'étudier le pouvoir rotatoire d'un barreau de flint soumis à un champ magnétique**

- Expérience pouvant être montée sur banc d'optique
- Matériel adapté et étudié pour la réalisation de l'expérience
- Instrumentation complémentaire proposée en option (alimentation CC à courant élevé, teslamètres fort champ...)

**ETUDE DE L'EFFET FARADAY**

Certains matériaux, comme le Flint, deviennent optiquement actifs lorsque placés dans un champ magnétique. Le plan de polarisation d'une lumière polarisée linéairement va tourner lorsqu'elle traverse le matériau dans le sens du champ magnétique. Il s'agit de l'effet Faraday.



Dans l'ensemble TP0523, on utilise une paire de pôle coniques pour concentrer le champ dans un parallélépipède en Flint. En fonction du champ soumis, on observe une rotation du plan de polarisation pouvant aller jusqu'à 10 degrés à condition d'avoir une alimentation capable de délivrer des courants élevés (EIA640 en option).

| EFFET FARADAY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Effet Faraday (nécessite alimentation CC à courant élevé)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 banc prismatique 2m</li> <li>• 5 cavaliers prismatiques standard</li> <li>• 1 cavalier prismatique à réglage vertical et latéral</li> <li>• 2 polariseurs en monture</li> <li>• 1 diode laser 650nm</li> <li>• 1 transformateur en U</li> <li>• 1 paire de bobines 900 spires</li> <li>• 1 paire de pôles coniques</li> <li>• 1 parallélépipède de flint pour effet Faraday</li> <li>• 1 luxmètre à sonde déportée avec support sur tige</li> <li>• 1 écran métallique</li> <li>• tous les supports, accessoires, câbles nécessaires</li> </ul> | TP0523 | 1980 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC |
| Analyseur à pénombre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | OCP190 | 180 €    |
| Polariseur linéaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OCP110 | 84 €     |
| Parallélépipède en Flint seul, pour effet Faraday                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OCP960 | 90 €     |
| Ensemble Faraday, avec barreau de flint, paire de pôles coniques, bobines et transformateur en U                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OCP963 | 795 €    |
| Alimentation à Courant Continu 640W (0-32V et 0-20A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EIA640 | 420 €    |
| Teslamètre champ fort, jusqu'à 2 tesla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CEM404 | 360 €    |



# POLARISATION, BIREFRINGENCE

## Expériences classiques et originales sur la polarisation de la lumière

- Ensemble élaboré pour la réalisation réussie des expériences classiques du programme
  - Polarisation d'une source lumineuse
  - Loi de Malus
  - Lames à retard
- Systèmes originaux pour une étude plus appliquée et parlante pour les étudiants
  - Cellule à cristaux liquide pilotable
  - Enceintes de polarimétrie pour l'étude de l'activité optique de solutions chimiques
  - Lames biréfringentes taillées proprement et protégées

Toute la  
gamme détaillée  
Page 170



Retrouvez ce matériel et ces expériences en vidéo sur notre chaîne YouTube ou sur notre site web [www.nova-physics.com](http://www.nova-physics.com)

### ETUDE DE LA POLARISATION ET DE LA BIREFRINGENCE

L'ensemble TP0510 vous permet d'étudier :

- La polarisation d'une source et vérification de la loi de Malus
- Le déphasage optique, et le comportement des lames à retard de phase
- La mesure de la biréfringence d'une lame de Quartz avec un spectre cannelé
- L'étude du fonctionnement d'une cellule à cristaux liquides
- La vérification de la loi de Biot et l'analyse du pouvoir rotatoire de solutions chimiques

| POLARISATION, BIREFRINGENCE                                                         | REF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PRIX TTC                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | <b>TP Loi de Malus</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 banc prismatique 120cm</li> <li>• 4 cavaliers simple</li> <li>• 2 polariseurs en monture graduée</li> <li>• 1 diode laser rouge 650nm</li> <li>• 1 luxmètre à sonde déportée sur tige</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>TPO511</b><br><b>798 €</b>  |
|                                                                                     | <b>TP Complet Polarisation et Biréfringence</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 banc prismatique 2m</li> <li>• 5 cavaliers dont un à réglage vertical</li> <li>• 2 polariseurs</li> <li>• 1 lame demi-onde à 560nm</li> <li>• 1 lame quart-onde à 560nm</li> <li>• 1 système LCD pilotable 4 afficheurs</li> <li>• 2 cuves de polarimétrie lg100 et 200mm</li> <li>• 1 diode laser rouge 650nm</li> <li>• 1 source collimatable à LED 560nm</li> <li>• 1 luxmètre à sonde déportée sur tige</li> <li>• 1 lame biréfringente en monture</li> <li>• 1 écran métallique</li> <li>• système d'éclairage rasant et ratelier</li> </ul> | <b>TPO510</b><br><b>1500 €</b> |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU COMPLÉMENTAIRES                                            | REF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PRIX TTC                       |
| Polariseur à polarisation rectiligne, en monture graduée rotative                   | OCP110                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 84 €                           |
| Polariseur à polarisation circulaire, en monture graduée rotative                   | OCP160                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 150 €                          |
| Lame demi-onde à 560nm, en monture graduée rotative                                 | OCP120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 96 €                           |
| Lame quart-onde à 560nm, en monture graduée rotative                                | OCP140                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 96 €                           |
| Luxmètre sur tige                                                                   | COL310                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 99 €                           |
| Lame de quartz taillée suivant axe X (spectre cannelé)                              | OCP440                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 99 €                           |
| Lame de quartz taillée suivant axe Z (pouvoir rotatoire)                            | OCP445                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 99 €                           |
| Lame de mica en monture simple                                                      | OCP410                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 90 €                           |



# ELLIPSOMÉTRIE

## Sur plateforme goniométrique, précis et pratique

- Expérience clé en main, documentée et avec logiciel de calcul
- Système modulaire et pratique : peut être réutilisé pour d'autres applications
- Très grande précision de rotation : 1 minute d'arc !

**IDENTIFICATION DES AXES RAPIDES ET LENTS**  
 D'une lame à retard, d'échantillons biréfringents

**DÉTERMINATION DES ANGLES ELLIPSOMÉTRIQUES**  
 De différents matériaux réfléchissants

**LOGICIEL DE TRAITEMENT ET DE CALCUL**



**CHANGEMENT D'ÉTAT DE POLARISATION**  
 Après réflexion sur une Surface

**RÉFLEXION VITREUSE - ANGLE DE BREWSTER**

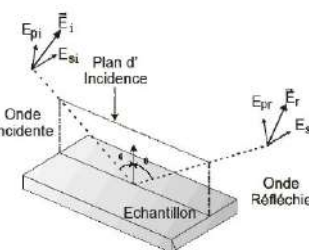
**APPROCHE THÉORIQUE ET PRATIQUE**

Principe de l'Ellipsométrie  
 Mesure des différents indices optique

## Principe et objectif de l'ellipsométrie

L'ellipsométrie est une technique optique reposant sur la mesure du changement de l'état de polarisation d'un faisceau lumineux après réflexion sur une surface. Cette modification dépend de la surface à étudier. Ainsi, pour une longueur d'onde et un angle d'incidence donné, il est possible de déterminer les angles ellipsométriques d'un matériau et d'en déduire ses caractéristiques (indices  $n$  et  $k$ , épaisseur  $e$ ). L'ellipsométrie à extinction est basée sur la recherche du minimum de lumière réfléchi par ajustement des angles d'un polariseur et d'un analyseur.

L'objectif du montage proposé est d'assembler et de régler un ellipsomètre didactique pour déterminer les indices et l'épaisseur de différents échantillons (substrat de silicium, monocouche de SiO<sub>2</sub> sur substrat de silicium, aluminium, verre) et analyser les conséquences de la variation de longueur d'onde et de l'angle d'incidence.



| TP CLÉ EN MAIN SUR L'ELLIPSOMÉTRIE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF     | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| <b>TP Etude de l'ellipsométrie</b><br>1 Platine goniométrique de précision 1 minute d'arc avec porte réseau<br>2 bras pivotants porte composants<br>1 Jeu de 4 substrats et d'échantillons d'étude PEL110<br>1 Diode Laser vert 532nm et rouge 650nm, classe II avec alimentations<br>2 Polariseurs linéaires orientés dans le plan horizontal en monture graduée et rotative<br>1 Polariseur circulaire, en monture graduée et rotative<br>1 Lame quart onde en monture graduée et rotative<br>1 Luxmètre sur tige<br>1 Loupe éclairante<br>1 Logiciel "Ellipso" d'étude et de traitement, avec fascicule d'expériences et de résultats | TPO531  | 3150 €   |
| ACCESSOIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF     | PRIX TTC |
| Pack de 4 éléments d'étude silicium, siO <sub>2</sub> , verre, aluminium avec monture de protection                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | PEL110  | 240 €    |
| Polariseur linéaire orienté dans le plan d'incidence horizontal, en monture graduée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OCP110H | 84 €     |
| Polariseur circulaire, en monture graduée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | OCP160  | 150 €    |
| Lame quart-onde, en monture graduée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OCP140  | 99 €     |
| Laser vert DPSS 1mW, sur tige inox                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OLR210  | 150 €    |
| Luxmètre sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | COL310  | 99 €     |

# ANGLE DE BREWSTER

**Idéal pour l'étude de l'angle de Brewster et des angles ellipsométriques**

- La plateforme goniométrique permet une grande précision de mesure (1 minute d'arc), nécessaire lorsque l'on souhaite vérifier avec exactitude les propriétés de polarisation de matériaux réfléchissants et réaliser des mesures précises d'indice de réfraction.
- L'angle de Brewster est un angle d'incidence particulier pour lequel la lumière réfractée et réfléchi possèdent des propriétés de polarisation particulières. Lorsqu'un faisceau lumineux est incident sur un dioptre à cet angle, s'il est polarisé dans le plan d'incidence il est alors totalement transmis, sinon il y aura un faisceau réfléchi qui sera entièrement polarisé.



## POLARISATION PAR REFLEXION VITREUSE : ANGLE DE BREWSTER

On considère une onde plane non polarisée se propageant dans l'air. Lorsque cette onde est amenée à rencontrer une interface avec un second milieu d'indice différent, David Brewster constata que les coefficients de réflexion dépendaient de l'angle d'incidence et se comportaient différemment pour les deux composantes du champ électromagnétique, jusqu'à même observer l'annulation totale du coefficient de réflexion du champ parallèle, à un angle donné  $i_B = \arctan(n_2/n_1)$  et par conséquent la polarisation de l'onde réfléchie.

## EXPERIENCES POSSIBLES :

L'ensemble de base TP0535 vous permet d'étudier :

- Etude de la loi de Malus
- Polarisation par réflexion vitreuse, angle de Brewster
- Etude du déphasage par des lames à retard

L'ensemble complémentaire TP0536 ajoute les expériences suivantes :

- Principe de l'Ellipsométrie
- Mesure de l'indice optique de matériaux non transparents

L'ensemble complémentaire TP0537 ajoute les expériences suivantes :

- La vérification de la loi de Biot et l'analyse du pouvoir rotatoire de solutions chimiques
- Etude de la biréfringence de lames de Quartz et Mica
- Etude du fonctionnement d'une cellule à cristaux liquides

| LES ENSEMBLES CLÉS EN MAIN AUTOUR DE LA PLATEFORME GONIOMÉTRIQUE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Ensemble de base : Angle de Brewster et Polarisation sur table goniométrique</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        |          |
| 1 Plateforme goniométrique de précision 1 minute d'arc avec plateau porte prisme<br>2 Bras pivotants porte composants<br>1 Lanterne LED vert 560nm, collimatable<br>2 Prismes h40mm, en crown et en flint<br>2 Polariseurs linéaires en monture graduée et rotative<br>1 Lame quart-onde 560nm en monture graduée et rotative<br>1 Lame demi-onde 560nm en monture graduée et rotative<br>1 Luxmètre sur tige | TP0535 | 2070 €   |
| <b>Complément Ellipsométrie - Nécessite l'ensemble de base TP0535 -</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          |
| 1 Plateau porte réseau<br>1 Polariseur circulaire, en monture graduée et rotative<br>1 Diode Laser vert 532nm, 1mW<br>1 Jeu de 4 substrats et d'échantillons d'étude PEL110<br>1 Logiciel "Ellipso" d'étude et de traitement<br>1 Fascicule d'expériences et de résultats                                                                                                                                     | TP0536 | 1110 €   |
| <b>Complément Biréfringence et Pouvoir Rotatoire - Nécessite l'ensemble de base TP0535 -</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |
| 2 Cuves de polarimétrie de longueur différente<br>1 Analyseur à pénombre<br>1 Lame biréfringente en quartz taillée suivant l'axe X<br>1 Lame biréfringente en quartz taillée suivant l'axe Z<br>1 Lame de mica en monture<br>1 Système d'étude LCD avec 4 cellules à cristaux liquides dans différents états<br>1 Diode laser rouge 650nm, 1mW                                                                | TP0537 | 798 €    |
| ACCESSOIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
| Système LCD pilotable à 4 cellules à cristaux liquides à différentes étapes de fabrication                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OCP240 | 198 €    |
| Lame de mica en monture simple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | OCP410 | 90 €     |
| Pack de 4 éléments d'étude silicium, siO2, verre, aluminium avec monture de protection                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PEL110 | 240 €    |
| Diode laser rouge, 650nm, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OLR110 | 75 €     |

# PHYSIQUE DU LASER : CAVITÉ CONFOCALE

## Analyse des modes longitudinaux avec une cavité confocale

- Mesure du FWHM (largeur à mi-hauteur) du mode longitudinal d'une diode laser ou d'un laser
- Analyse de la modicité d'un laser ou diode laser. Nombre de modes, écart spectral entre les modes...
- Visualisation du comportement des modes d'un laser pendant son temps de chauffe
- Comparaison et mise en évidence des différences entre un laser et une diode laser

### Principe

L'interféromètre de Fabry-Pérot que l'on rencontre généralement est constitué de miroirs plans. Mais cela n'est pas la seule façon de réaliser un dispositif de Fabry-Pérot. Une autre méthode consiste à réaliser une cavité constituée de 2 miroirs sphériques, au lieu des 2 miroirs plans. On parle alors de cavité confocale.

La longueur de la cavité résonante est modifiée grâce à un élément piézo-électrique. Le balayage sur la longueur de la cavité crée un spectromètre à haute résolution que l'on qualifie de scanner Fabry-Pérot.

Pour réaliser le balayage, on pilote le piezo-électrique avec une rampe de tension, qui va progressivement rallonger la cavité. Une photodiode silicium placée à la sortie permet de récolter le signal qui passe à travers la cavité. Le spectre de la source analysée est visualisé sur un oscilloscope.

On mesure et on examine aussi les paramètres caractéristiques d'un laser comme la finesse, l'intervalle spectral libre, la résolution, le contraste, l'écart fréquentiel entre les modes longitudinaux...

Alors qu'il est généralement difficile de comparer les propriétés spectrales de sources laser avec les systèmes usuels de spectrométrie qui ont des résolutions trop faibles, les scanners Fabry-Pérot sont, eux, capables de révéler les différences qu'il peut exister entre une diode laser et un laser à Gaz, sur la largeur spectrale des modes, leur écart, la courbe de gain etc.

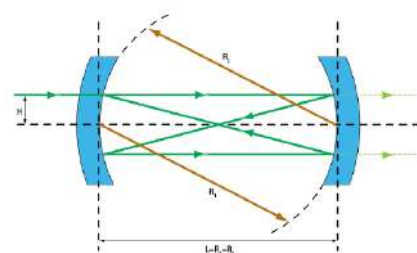
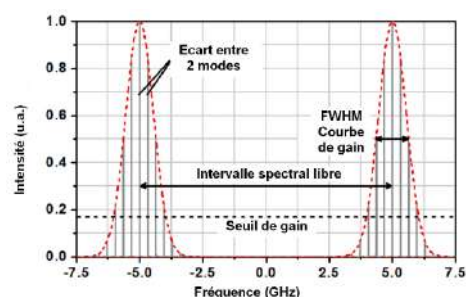


Schéma d'une cavité confocale



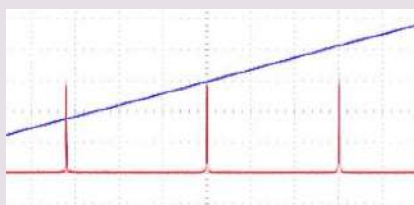
Notions abordées :  
ISL, FWHM, Gain, Modes...

Visualisation sur un oscilloscope

Courbe bleue : rampe de tension de pilotage du piezo-électrique, représentant la variation de longueur de cavité et par conséquent la fréquence scannée

Courbe rouge : signal perçu par la photodiode après traversée dans la cavité.

Dans cet exemple, le laser est monomode



## MATÉRIELS ET EXPÉRIENCES SUR LES CAVITÉS LASER

REF

PRIX TTC

### TP Analyse des modes longitudinaux de diodes laser avec une cavité confocale

Banc prismatique 120cm avec 3 cavaliers dont 1 à réglages X-Z  
Laser He-Ne 0.8mW 632.8nm non polarisé sur tige (OLR008)  
Diode laser rouge multimode 1mW  
Diode laser rouge monomode 1mW  
Une monture pour diode laser, avec réglage d'orientation X-Y  
Optique de focalisation en monture  
Cavité confocale 540-815nm à longueur réglable par piezo  
Finesse 150, Résolution 67MHz, intervalle spectral libre 10GHz  
Photodiode Silicium Haute sensibilité avec sortie fibrée  
Boîtier de pilotage du piezo et de synchronisation  
Monture de cavité à réglage angulaire 2 axes, sur tige inox

TPO721

7200 €



### Ensemble scanner à cavité confocale, comprenant :

Cavité confocale 540-815nm à longueur réglable par piezo  
Finesse 150, Résolution 67MHz, intervalle spectral libre 10GHz  
Photodiode Silicium Haute sensibilité avec sortie fibrée  
Boîtier de pilotage du piezo et de synchronisation  
Monture de cavité à réglage angulaire 2 axes, sur tige inox

PLH200

4995 €

## ACCESSOIRES

REF

PRIX TTC

Système LCD pilotable à 4 cellules à cristaux liquides à différentes étapes de fabrication

OCP240

198 €

Diode laser rouge, 650nm, sur tige

OLR110

75 €

# PHYSIQUE DU LASER : CAVITÉ HE-NE

## Construction et réglage d'une cavité He-Ne éclatée

- Polarisation du faisceau laser par fenêtre de Brewster
- Réglage du miroir de sortie pour observer les modes transverses
- Propriétés spectrales et géométriques du faisceau
- Autocollimation, résonance, effet laser, monochromaticité
- Réglage de la longueur de la cavité et étude des conditions de stabilité



### MODES TRANSVERSES

Visualisables avec une caméra de bonne qualité comme celle fournie dans l'ensemble TP0712.

### MODES LONGITUDINAUX

Cet ensemble peut être complété avec la cavité confocale Fabry-Pérot PLH200 de la page ci-contre, afin d'étudier les modes longitudinaux.

## Réglage de la cavité Hélium-Néon

Le Tube plasma proposé est rempli d'un gaz He-Ne, et possède à une extrémité un miroir fixe ( $R=99,99\%$ ) et une fenêtre de Brewster. Pour fermer la cavité Laser, un deuxième miroir, externe, est positionné sur une monture ajustable que l'on règle afin d'obtenir l'effet laser.

Par défaut, nous fournissons un miroir de focale relativement courte (45cm) permettant d'étudier les conditions de stabilité de la cavité.

En option, nous pouvons proposer un miroir de focale 100cm facilitant l'effet laser au détriment de l'étude des conditions de stabilité. (PLH191)

## Etude des conditions de stabilité

Pour trouver les conditions du champ électromagnétique qui peuvent s'établir en régime permanent dans la cavité, on cherche quelle condition doit satisfaire la cavité pour qu'un rayon lumineux, puisse rebondir sur chaque miroir sans trop s'écarter de l'axe et rester confiné dans la cavité.

## Propriétés géométriques du faisceau : divergence, waist, modes transverses

Le faisceau Laser étant réglé dans son mode fondamental, il est possible de déterminer sa largeur en effectuant le tracé du profil et en mesurant sa largeur et pour différentes positions de la caméra d'en déduire la divergence et le waist du faisceau en sortie de cavité.

### MATÉRIELS ET EXPÉRIENCES SUR LES CAVITÉS LASER

### REF

### PRIX TTC

#### TP Complet Obtention et étude de l'effet LASER avec une cavité éclatée He-Ne

Banc prismatique 200cm avec 7 cavaliers dont 2 à réglages X-Z  
Tube Plasma He-Ne avec support et alimentation de laboratoire  
Miroir de sortie de cavité focale 45cm avec monture réglable de précision X-Y  
Polariseur, diaphragme, lentilles en monture, écran percé  
Puissancemètre laser 0-40mW, 2 paires de lunettes de sécurité laser  
Toute la connectique nécessaire et un fascicule complet d'expériences

TP0711

4980 €



#### Ensemble cavité He-Ne éclatée, comprenant :

Tube à plasma He-Ne – polarisé  
Fenêtre de Brewster  
Alimentation sécurisée HT  
Câble spécifique avec résistance ballast de 68 kOhms  
Miroir sphérique de sortie de cavité, focale 45cm  
Monture de miroir avec réglage X-Y d'inclinaison

PLH110

3000 €

### ACCESSOIRES

### REF

### PRIX TTC

Caméra d'analyse CMOS 8MP, sur tige

COC430

198 €

Spectromètre à fibre (360-940nm), sur tige

COS110

798 €

Pack Alimentation spectrale capillaire + tube Helium, Hydrogène et Néon

OLS082

390 €

Miroir de sortie de cavité,  $R=99\%$  focale 100cm, en monture X-Y (effet laser plus facile à obtenir)

PLH191

288 €

## TRIANGULATION LASER

**Télémétrie et profilométrie par triangulation laser**

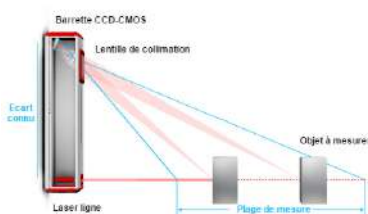
- Expériences originales abordant de nombreux points mathématiques et physiques
- Etude et mise en oeuvre d'applications concrètes de la vie de tous les jours
- Ensembles optimisés pour faciliter la réalisation de ces expériences
- TP0821 : Télémétrie
- TP0822 : Télémétrie et Profilométrie

**Principe de la mesure d'une distance par triangulation**

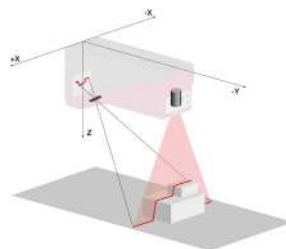
On projette une ligne verticale laser sur l'objet que l'on souhaite mesurer à l'aide du laser ligne OLR117.

Une image de la réflexion du faisceau laser est enregistrée sur la barrette CDD COC322 ou avec la caméra 2D CMOS COC430.

La distance entre le laser ligne et le capteur doit être connue et il est nécessaire de bien focaliser l'image sur le plan de la barrette en étant décalé de l'axe du banc grâce au cavalier transversal grande course OBP077.



Pour réaliser une mesure de distance, la position des pixels illuminés sur la barrette CMOS ou sur l'axe horizontal de la caméra représente la distance entre le capteur et l'objet.



Pour réaliser une mesure de profil, il est nécessaire d'avoir un capteur à 2 dimensions.

Les variations sur l'axe vertical du capteur représentent le profil de l'objet scanné.

| TRIANGULATION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Télémètre pédagogique, par triangulation, avec barrette CCD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 banc prismatique de 200cm</li> <li>1 cavalier prismatique</li> <li>1 cavalier latéral double à écartement réglable et graduée au mm</li> <li>1 diode laser 650nm 1mW avec générateur de faisceau ligne intégré</li> <li>1 écran quadrillé de grande dimension, métallique, sur tige</li> <li>1 système de focalisation réglable pour barrette CCD-CMOS</li> <li>1 capteur à double barrette CCD-CMOS avec logiciel</li> </ul>                                                                                                                                                              | TP0821 | 1200 €   |
|  <p><b>TP Principe de la profilométrie par triangulation, avec caméra CMOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 banc prismatique de 200cm</li> <li>1 cavalier prismatique standard</li> <li>1 cavalier à réglage latéral +/- 30mm</li> <li>1 cavalier à réglage de rotation</li> <li>1 cavalier latéral double à écartement réglable et graduée au mm</li> <li>1 diode laser 650nm 1mW avec générateur de faisceau ligne intégré</li> <li>1 écran quadrillé de grande dimension, métallique, sur tige</li> <li>1 système de focalisation réglable pour barrette CCD-CMOS</li> <li>1 capteur à double barrette CCD-CMOS avec logiciel</li> <li>1 caméra 2D à matrice CMOS haute sensibilité</li> </ul> | TP0822 | 1680 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
| Diode laser 650nm 1mW avec générateur de faisceau ligne intégré                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OLR117 | 120 €    |
| Cavalier à grande course transversale 50cm, pour banc prismatique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OBP077 | 240 €    |
| Barrette CCD-CMOS, avec pack filtres et logiciel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | COC322 | 450 €    |
| Caméra 2D CMOS Haute résolution avec objectif                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | COC430 | 180 €    |



# VITESSE DE LA LUMIÈRE

## Deux méthodes pour la mesure de la vitesse de la lumière

• Expérience moderne opto-électronique par mesure du temps de vol d'une impulsion.

Ne nécessite pas de longues distances

• Mesure par modulation HF et déphasage d'un signal lumineux périodique.

Ne nécessite pas forcément de longues distances, mais les distances importantes améliorent la précision

### Mesure par temps de vol d'une impulsion ultra-courte (TP0801)

Des impulsions lumineuses de 15ns sont émises par une LED haute luminosité.

Lorsque les impulsions lumineuses arrivent sur la feuille rétroréfléctive spéciale, elles sont renvoyées vers la source, sans nécessiter de réglages fastidieux.

Via un diviseur de faisceau, les impulsions lumineuses impactent une photodiode haute cadence, les convertissant en impulsions électriques observables à l'oscilloscope.

Un signal de synchronisation est disponible pour marquer le moment de l'émission des impulsions et constitue une référence pour la mesure du delta T



### Mesure par déphasage d'un signal périodique haute fréquence (TP0802)

Une diode laser modulable 50MHz émet un signal périodique avec une variation très rapide d'intensité lumineuse. Une photodiode est placée à l'autre extrémité de la paillasse. Les 2 miroirs permettent d'inclure un aller-retour supplémentaire de trajet. Avec une paillasse de 2m de long, vous aurez ainsi un trajet jusqu'à environ 6m.

Le signal de la photodiode est récupéré sur un oscilloscope à haute bande passante, et synchronisé avec le signal du laser. On mesure le déphasage entre les signaux pour différentes distances.

Le tracé du déphasage en fonction de la distance doit donner une droite linéaire dont la pente permet de remonter à la vitesse de la lumière.



| TRIANGULATION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Mesure de la vitesse de la lumière, par temps de vol</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 système d'émission d'impulsions lumineuse 15ns</li> <li>1 lame semi réfléchissante pour synchronisation</li> <li>1 photodiode ultrarapide avec sortie BNC</li> <li>1 lentille de fresnel</li> <li>1 écran réflecteur "coin de cube"</li> <li>1 oscilloscope 2 voies 100MHz</li> <li>Adaptateur secteur, connectique, mètre ruban...</li> </ul>                                                                              | TP0801 | 900 €    |
|  <p><b>TP Mesure de la vitesse de la lumière, par déphasage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 diode laser 3mW modulable Haute fréquence 50 MHz TTL</li> <li>1 boîtier d'alimentation pour diode HF</li> <li>4 pieds d'optique en V</li> <li>1 support de diode laser sur tige avec réglage X-Y</li> <li>2 miroirs plans dia.80mm en monture</li> <li>1 photodiode ultrarapide sur tige</li> <li>1 oscilloscope 2 voies 100MHz</li> <li>1 télémètre laser</li> <li>Adaptateur secteur, connectique, mètre ruban...</li> </ul> | TP0802 | 2700 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC |
| Pied d'optique en V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OSP010 | 24 €     |
| Miroir plan dia.80mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | OCM800 | 18 €     |
| Monture pour miroir plan dia.80mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OSH082 | 42 €     |
| Oscilloscope couleur 2 voies 100MHz, écran couleur LCD 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | EIO710 | 420 €    |

## PHOTOMÉTRIE

**Etude des photorécepteurs : réponse, fonctionnement, exploitation, application**

- Détecteurs thermiques et Détecteurs photoniques
- Caractérisation énergétique d'un rayonnement
- Réponse spectrale des photorécepteurs
- Réponse dynamique des photorécepteurs
- Fonctionnement d'une photodiode et d'une photorésistance
- Mesure d'un réseau de caractéristiques statiques
- Réalisation d'un montage d'exploitation d'un photodétecteur
- Linéarité des photorécepteurs

**RÉPONSE SPECTRALE D'UN PHOTORÉCEPTEUR (TP0881-TP0883)**

Peu de photorécepteurs donnent une réponse ne dépendant exclusivement que du flux lumineux. En général, les photorécepteurs possèdent une réponse spectrale non uniforme, que l'on peut étudier à condition de bien isoler cette dépendance vis à vis des autres.

Dans un premier temps, on étalonne une source blanche à l'aide d'une thermopile qui est l'un des rares photorécepteurs dont la réponse ne dépend pas de la longueur d'onde du rayonnement.

Une fois la source étalonnée, celle-ci peut ensuite servir de référence pour les photorécepteurs à caractériser afin de retrouver leur courbe de sensibilité spectrale.

**RÉPONSE DYNAMIQUE D'UN PHOTORÉCEPTEUR (TP0882-TP0883)**

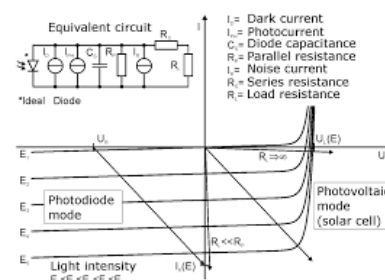
La réponse dynamique d'un photorécepteur est sa capacité à suivre des variations rapides d'éclairement reçu. Elle est principalement caractérisée par son temps de réponse.

On utilise un laser modulable haute fréquence, de part sa capacité à réaliser des variations très rapides d'éclairement pour mesurer le temps de réponse pour une tension et une résistance de charge donnée. Pour une même tension, on modifie la résistance de charge afin d'étudier son influence sur le temps de réponse du photorécepteur. Pour une même résistance de charge, on fait ensuite varier la tension d'alimentation afin de mesurer son impact sur le temps de réponse.

**MESURE D'UN RÉSEAU DE CARACTÉRISTIQUES D'UN PHOTORÉCEPTEUR (TP0883)**

Un dispositif optique basé sur 2 polariseurs permet de faire varier le flux lumineux suivant la loi de Malus et de réaliser de façon pratique et précise le tracé de la courbe caractéristique ainsi que la courbe de linéarité de la réponse du photorécepteur étudié. Plusieurs montages peuvent être étudiés :

- Montage à résistance de charge
- Montage à amplificateur opérationnel
- Point de fonctionnement
- Influence de l'impédance d'entrée de l'appareil de mesure



| EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Etude de la réponse spectrale d'un photorécepteur</b><br>Banc prismatique de 120cm avec 3 cavaliers prismatique standard<br>Source Halogène 150W à sortie fibre flexible, Couleur de température 3200K<br>Roue de 6 filtres interférentiels de BP10nm (longueurs d'onde réparties entre 450 et 950nm)<br>Thermopile + Photodiode amplifiée + Luxmètre sur tige<br>Ouvrage d'expériences "Physique Expérimentale"                                                                                                                                                                                                                                                                                  | TP0881 | 2490 €   |
| <b>TP Etude de la réponse dynamique d'un photorécepteur</b><br>Banc prismatique de 120cm avec 4 cavaliers prismatique standard<br>Diode laser rouge modulable Haute Fréquence 20MHz<br>Photodiode amplifiée<br>Kit Etude des photorécepteurs avec 100 composants actifs et 100 composants passifs<br>Platine électronique en monture sur tige avec 4 entrées/sorties par fiche 4mm<br>2 polariseurs en monture graduée<br>Ouvrage d'expériences "Physique Expérimentale"                                                                                                                                                                                                                                | TP0882 | 1500 €   |
| <b>TP Etude complète d'un réseau de caractéristiques d'un photorécepteur</b><br>Banc prismatique de 120cm avec 4 cavaliers prismatique standard<br>Diode laser rouge modulable Haute Fréquence 20MHz<br>Source Halogène 150W à sortie fibre flexible, Couleur de température 3200K<br>Roue de 6 filtres interférentiels de BP10nm (longueurs d'onde réparties entre 450 et 950nm)<br>Photodiode amplifiée + Luxmètre sur tige + Thermopile<br>Kit Etude des photorécepteurs avec 100 composants actifs et 100 composants passifs<br>Platine électronique en monture sur tige avec 4 entrées/sorties par fiche 4mm<br>2 polariseurs en monture graduée<br>Ouvrage d'expériences "Physique Expérimentale" | TP0883 | 3150 €   |
| INSTRUMENTATION COMPLÉMENTAIRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC |
| Multimètre 3 en 1, 0WON, 6kpoints                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EIM250 | 69 €     |
| Générateur basse fréquence 2 voies 25MHz, écran couleur LCD 4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EIG122 | 330 €    |
| Oscilloscope couleur 2 voies 70MHz, écran couleur LCD 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | EIO707 | 390 €    |

## RAYONNEMENT

**Loi de Stefan-Boltzmann, Loi du carré de la distance, Cube de Leslie**

L'intensité de rayonnement d'une source lumineuse et donc sa puissance par unité de surface diminue de manière inversement proportionnelle au carré de la distance avec la source lumineuse.

Une source lumineuse que l'on considérera comme rayonnement ponctuel face aux distances d'étude, est associée à une thermopile pour mesurer l'intensité relative de rayonnement et vérifier cette loi.

**LOI DU CARRÉ DE LA DISTANCE (TP0871)**

Une source lumineuse que l'on considérera comme rayonnement ponctuel face aux distances d'étude, est associée à une thermopile pour mesurer l'intensité relative de rayonnement et vérifier la loi de décroissance au carré de la distance.

Au cours des mesures, il est important de saisir l'intensité de rayonnement de la lumière ambiante et de compenser les mesures en conséquence.

Pour les distances plus importantes, il peut être nécessaire de rajouter un amplificateur/filtreur de signaux adapté aux faibles impédances comme le modèle EAU120 capable d'amplifier jusqu'à un facteur de 100000. Les bruits HF sont éliminés par un filtre passe-bas avec constante de temps commutable.

**LOI DE STEFAN BOLTZMANN (TP0871)**

La loi de Stefan Boltzmann décrit la dépendance de l'intensité de rayonnement d'un corps noir vis à vis de la température.

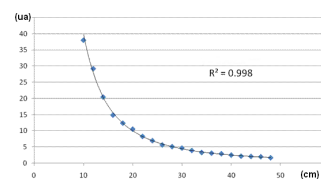
On varie l'intensité de la source à filament et donc sa température. Son rayonnement est relevé par des mesures avec la thermopile. La température du filament est déterminée par le calcul de la résistance dépendant de la température au cours d'une mesure avec 4 conducteurs.

**RAYONNEMENT THERMIQUE D'UN CUBE DE LESLIE (TP0873)**

Le rayonnement émis par un corps dépend de sa température et de sa surface.

On utilise un cube de Leslie rempli d'eau chaude, puis on mesure l'intensité relative des radiations thermiques émises avec la thermopile en fonction de la température de l'eau afin de confirmer la loi de Kirchhoff.

L'amplificateur de signaux EAU120 permet d'améliorer grandement la précision des mesures.

**EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN****REF****PRIX TTC****TP Etude de la loi du carré de la distance et de la loi de Stefan-Boltzmann**

Banc prismatique de 120cm  
2 cavaliers prismatique standard  
Source à filament quasi ponctuel avec alimentation à courant continu 0-30V / 0-5A  
1 Thermopile avec sorties douilles 4mm  
2 multimètres 6kpoints, 3 en 1  
Toute la connectique nécessaire au bon fonctionnement de l'expérience

TP0871

1080 €

**TP Etude du rayonnement thermique d'un cube de Leslie**

Banc prismatique de 120cm  
2 cavaliers prismatique standard  
1 cube de Leslie 10x10x10cm, en aluminium, avec couvercle et orifices de mesure  
1 support de cube, rotatif  
1 thermopile avec sorties douilles 4mm  
1 multimètres 6kpoints, 3 en 1  
1 sonde de température immerisible avec afficheur numérique  
Toute la connectique nécessaire au bon fonctionnement de l'expérience

TP0873

1200 €

**INSTRUMENTATION COMPLÉMENTAIRE****REF****PRIX TTC**

Thermopile avec sorties douilles 4mm, sur tige

TRC390

330 €

Amplificateur de mesure 12W, gain jusqu'à x100000, impédance d'entrée 10 kOhm, sortie 300 Ohm

EAU120

480 €

Source à filament quasi-ponctuel avec boîtier et douilles d'alimentation 4mm

OLB871

108 €

Cube de Leslie avec support rotatif sur tige

TRC423

270 €

Alimentation CC 0-30V / 0-5A, avec douilles 4mm de sécurité

EIA301

99 €

## FIBRE OPTIQUE

**Etude complète et poussée des fibres optiques**

- Ajustement et optimisation de l'injection d'un laser dans le coeur d'une fibre
  - Ouverture numérique, pertes, atténuation...
- Calcul de l'indice du coeur et de la gaine
  - Par mesure de la tache en sortie de fibre
- Détermination expérimentale du profil d'indice de la fibre
  - Fibre à gradient d'indice ou à saut d'indice

**Fibre à saut d'indice et fibre à gradient d'indice**

La caractérisation d'une fibre consiste en la mesure de son ouverture numérique, de ses pertes, de son atténuation linéique, du calcul de l'indice de la gaine ou du profil parabolique d'une fibre à gradient d'indice, de la mesure du diamètre du coeur, de la fréquence normalisée et de coupure et donc de sa bande passante, ainsi que du nombre de modes et de ses propriétés de polarisation.

| TP COMPLET CARACTÉRISATION D'UNE FIBRE OPTIQUE À GRADIENT D'INDICE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Etude de la fibre optique à gradient d'indice</b><br>Banc d'optique prismatique 2m avec pieds et éclairage rasant de pailleasse<br>3 cavaliers prismatique simples<br>1 cavalier prismatique à réglage rapide YZ - longitudinal et vertical<br>1 cavalier prismatique à réglage latéral (X) de précision avec vernier 0.01mm<br>1 cavalier prismatique à réglage rapide XZ - latéral et vertical<br>1 cavalier prismatique à réglage longitudinal (Y) rapide +/-30mm<br>Lanterne Haute Luminosité Halogène 12V75W avec alimentation<br>Ecran métallique blanc et quadrille 20x20<br>Laser vert DPSS 532nm 3mW - Classe III<br>2 polariseurs en monture graduée<br>1 micromètre objet 2 axes, avec monture associée<br>3 objectifs de microscope de précision (1 x10 et 2 x20) avec porte objectif sur tige<br>Fibre optique multimode à gradient d'indice : 1m, avec montures adaptées<br>Fibre optique multimode à saut d'indice : 1m, avec montures adaptées<br>Décalage d'axe sur tige<br>Puissancemètre pour Laser avec support sur tige<br>Lunettes de sécurité laser - large bande (OD1-2 de 500 à 700nm) - 10mW max<br>Fascicule d'expériences et résultats |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TP0621 | 3000 €   |
| ACCESSOIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
| Fibre à gradient d'indice avec connecteurs et supports                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PTF162 | 150 €    |
| Fibre à saut d'indice avec connecteurs et supports                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PTF161 | 180 €    |
| Laser vert 532nm classe III                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OLR230 | 270 €    |
| Puissancemètre laser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | COL410 | 198 €    |
| Lunettes de sécurité laser                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OLR900 | 99 €     |

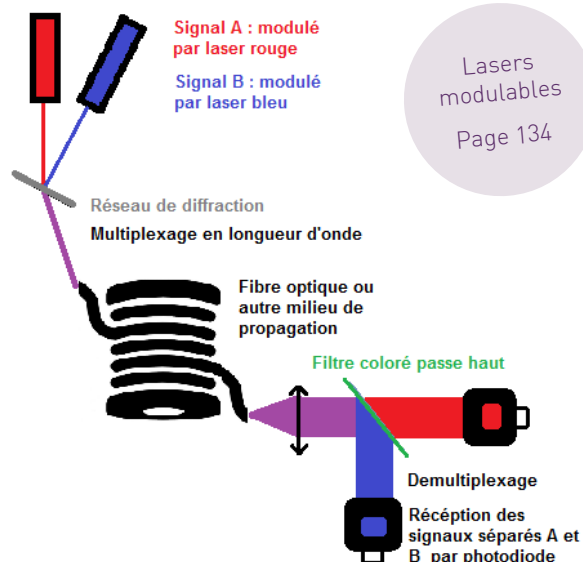
# MULTIPLEXAGE OPTIQUE

## Une façon plus visuelle et pédagogique d'étudier le principe des télécommunications

- Le multiplexage sous forme visuelle.  
Plus parlant pour les élèves.
- Etude de plusieurs propriétés des fibres optiques.  
Injection, Pertes, Atténuation, Ouverture numérique.
- Construction d'une chaîne de Télécommunications.  
Pour montages définitifs et modulaires.
- De nombreuses applications. Réseaux internet,  
Transmission d'informations.

### Transmission d'un signal par voie optique

On se sert de lasers modulables pour porter et moduler le signal.  
Ces lasers ayant des longueurs d'onde différentes, on peut utiliser cette propriété optique pour les combiner (multiplexage) et les séparer (demultiplexage).



### Multiplexage en longueur d'onde

Un réseau de diffraction dévie le faisceau de la diode laser rouge avec un angle différent et la diode laser bleue, on peut s'en servir pour injecter les deux signaux dans la fibre.

On peut aussi simplement utiliser l'ouverture numérique de la fibre pour injecter directement les faisceaux des 2 diodes lasers avec une incidence adéquate.



### Démultiplexage en longueur d'onde

En sortie de la fibre, on peut de nouveau utiliser le réseau de diffraction pour séparer angulairement le signal porté par la lumière rouge, de celui porté le signal bleu.

Une autre méthode consiste à utiliser des filtres colorés bleus et rouges pour isoler et séparer les signaux.

| TP MULTIPLEXAGE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Multiplexage Optique</b></p> <p>Table optique à nid d'abeille 60x45cm<br/>8 pieds magnétiques dont 2 à réglage latéral<br/>4 brides de serrage<br/>1 plateforme rotative<br/>1 support de réseau<br/>1 réseau plan 600tr/mm par transmission<br/>1 diode laser modulable 650nm<br/>1 diode laser modulable 405nm<br/>1 fibre optique plastique SMA<br/>2 support de fibre, dont un avec collimation<br/>2 photodiodes amplifiées<br/>2 supports de filtres<br/>1 jeu de filtres colorés</p> | TPO612 | 1980 €   |
| ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
| Générateur Basse Fréquence OWON 10MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EIG112 | 297 €    |
| Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EIO503 | 315 €    |
| Kit Signal Sonore : Source audio portable + casque ou enceintes audio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | PHS612 | 90 €     |



# MODULATION, WDM & SLM

## La modulation optique dans les technologies du présent et du futur

Ensembles pédagogiques parfaitement documentés permettant d'étudier de nombreux thèmes optique autour d'un objectif commun : la transmission d'information par voie optique.



### MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE WDM

L'objectif principal de ce TP est d'aborder et d'étudier les différentes parties d'une liaison de télécommunication optique : de l'inscription d'un signal sur une porteuse optique jusqu'à sa réception, en passant par son transport et sa détection.

Les notions suivantes peuvent être traitées avec le TP WDM :

- Détermination de la longueur d'onde d'une diode laser et de sa variation en fonction de la température
- Modulation d'intensité directe et indirecte, modulation de polarisation
- Effet Pockels et modulation électro-optique
- Coupleur fibré : injection, pertes, angle d'acceptance, ouverture numérique, taux de couplage, directivité, diaphonie, multiplexage en longueur d'onde (WDM)
- Démultiplexage, réseau holographique de diffraction, déviation angulaire, pouvoir de résolution,...
- Transmission Optique de signaux audio et vidéo par multiplexage en longueur d'onde



### MODULATION SPATIALE DE LA LUMIÈRE

Un modulateur spatial de lumière (SLM) est un dispositif transmissif ou réfléchissant servant à moduler spatialement l'amplitude et la phase d'un front d'onde optique à deux dimensions. Il est facile à utiliser pour l'affichage d'images à l'aide d'un écran à cristaux liquides monochrome et transparent (LCD).

Les notions suivantes peuvent être traitées avec le TP SLM :

- configuration optique d'un projecteur
- propriétés de la lumière polarisée
- propriétés optiques des cristaux liquides
- modulation de phase et modulation d'amplitude de la lumière
- diffraction par des structures à changement dynamique
- éléments optiques diffractifs auto-conçus et leur interaction
- filtrage de fréquences spatiales
- optique de Fourier, interférométrie, holographie

#### TP CLÉS EN MAIN

#### REF

#### PRIX TTC

#### 1 TP WDM Etude complète des télécommunications optique

1 table optique à nid d'abeille 60x45cm  
 1 ensemble complet de pieds magnétiques  
 1 paire de polariseurs et 1 lame quart-onde en monture  
 1 ensemble de dispositifs d'ajustements réglables  
 1 laser vert Nd-Yag DPSS 532nm  
 1 diode laser modulable 670nm, 3-5mw  
 1 cellule de Pockels avec alimentation  
 1 système de détection à amplification réglable  
 Ensemble d'optiques, réseaux de diffraction, filtres, sources audio, vidéo, enceintes, moniteur LCD...  
 fibres, coupleurs, connecteurs, et tous les accessoires nécessaires au bon fonctionnement

TPO613

10800 €

#### 2 TP SLM Modulateur spatial de lumière

Banc prismatique 120cm avec éclairage LED et jeu de pieds anti-vibrations  
 5 Cavaliers prismatique simple L60mm  
 Modulateur Spatial de Lumière (SLM) : 400-850 nm / 1024X768 pixels avec monture  
 Logiciel de contrôle, connectique, et manuel d'utilisation et d'expériences  
 Diode Laser rouge 650 nm – classe 3B avec extenseur afocal  
 Support à réglage d'orientation x-y pour objets cylindriques dia20 à 40mm  
 2 Polariseurs en monture graduée  
 Ecran métallique blanc et quadrille 20x20  
 2 paires de lunettes de sécurité laser – large bande (OD1-2 de 500 à 700nm) – 10mW max

TPO541

6000 €

#### ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES

#### REF

#### PRIX TTC

Multimètre 3 en 1, OWON, 6kpoints

EIM250

69 €

Oscilloscope couleur 2 voies 70MHz, écran couleur LCD 8"

EIO707

390 €

# MODULATION ELECTRO-OPTIQUE

Utiliser l'effet Pockels pour inscrire et transporter une information électrique sur une porteuse optique

- Tension appliquée raisonnable
- Effet linéaire
- Modulation en polarisation
- Technologie actuelle



## TENSION APPLIQUÉE RAISONNABLE

Quelques centaines de Volts, beaucoup moins que pour une cellule de Kerr par exemple

## EFFET LINÉAIRE

Variation linéaire de la biréfringence en fonction de la tension appliquée

## MODULATION EN POLARISATION

On modifie la biréfringence du cristal pour entraîner un déphasage entre les ondes ordinaires et extraordinaires se propageant dans le cristal et induire une modification de polarisation en sortie de la cellule.

## Cellule de Pockels

Cristal Biréfringent LiNbO<sub>3</sub> 3x3x40mm  
Electrodes d'or épaisseur 100nm  
Entrées SMA, Tension demi-onde 310V  
Indices :  $n_o=2.285$ ,  $n_e=2.2$   
Coefficient électro-optique : 6.4pm/V

### MODULATION ELECTRO-OPTIQUE, CELLULE DE POCKELS

### REF

### PRIX TTC

1

#### TP Complet Effet Pockels

1 Banc prismatique 120cm avec éclairage rasant de pailleasse  
5 Cavaliers prismatique simple L60mm  
1 Cavalier prismatique à réglage latéral (X) rapide +/-30mm  
1 Laser He-Ne 632,8 nm polarisé / 0,5-0,8 mW avec alimentation type Laboratoire  
1 Support à réglage d'orientation x-y pour objets cylindriques dia20 à 40mm  
2 Polariseurs en monture graduée  
1 lame demi-onde cristalline 632.8nm en monture rotative graduée  
1 lame quart-onde cristalline 632.8nm en monture rotative graduée  
1 Modulateur Electro-Optique / Pockels (cristal LiNbO<sub>3</sub>) avec 2 câbles SMA-SMA  
1 Générateur-Amplificateur de commande pour cellule de Pockels  
1 Détecteur amplifié à gain réglable  
Radio + Enceintes + toute la connectique nécessaire au bon fonctionnement  
Fascicule d'expériences et résultats

TPO522

6900 €

2

#### Cellule de Pockels avec alimentation de commande

Cellule Electro-Optique de Pockels  
Alimentation de commande 0-400VContinu  
Générateur signaux sinus jusqu'à 1MHz  
VACMax 310Vcc  
Afficheur LCD et 1 entrée de modulation

PME102

4200 €

### ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES

### REF

### PRIX TTC

Multimètre 3 en 1, OWON, 6kpoints

EIM250

69 €

Oscilloscope couleur 2 voies 70MHz, écran couleur LCD 8"

EIO707

390 €

Kit Signal Sonore : Source audio portable + casque ou enceintes audio

PHS612

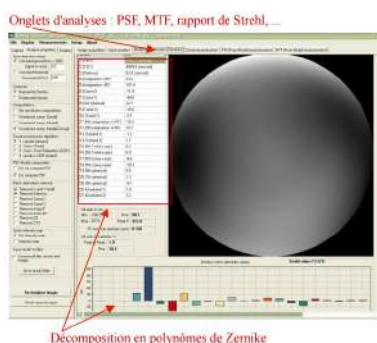
90 €

## ANALYSE DE FRONT

## Avec un montage de type Shack-Hartmann

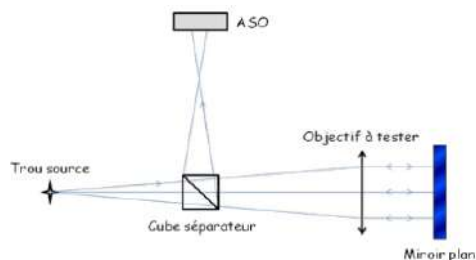
- Performance : Etude complète et poussée
- Précision : Mesure des écarts de 5nm
- Pédagogie : Mise en oeuvre simple avec protocole détaillé

Cubes  
séparateurs  
Page 152



## REPRODUCTION DE LA SURFACE DU FRONT D'ONDE EN TEMPS RÉEL

Polynômes de Zernike, MTF, PSF



## TECHNIQUE INDISPENSABLE

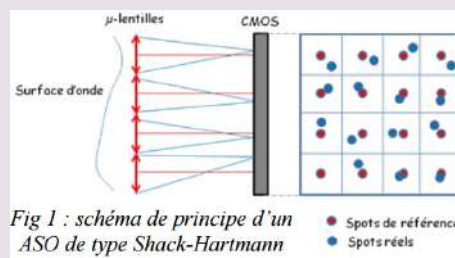
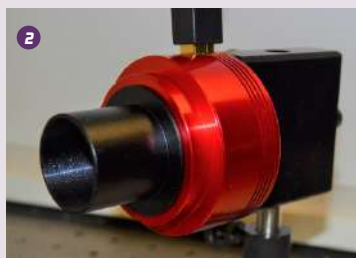
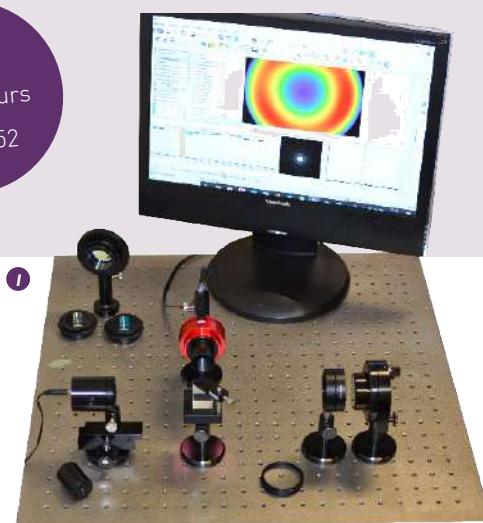
Pour l'analyse et la caractérisation de la qualité de surface lors de la fabrication d'optiques

## RÉSEAU DE MICROLENTILLE

couplé à une matrice CMOS

## DIFFÉRENTS PRINCIPES ÉTUDIÉS

Autocollimation, Réfraction ponctuelle  
Séparation par cube, Planéité



## Montage Shack-Hartmann

Ce montage est utilisé pour déterminer la qualité et la planéité d'une surface optique. On utilise un capteur appelé ASO (Analyseur de Surface d'Onde) qui est un réseau de 38x38 microlentilles couplé à une matrice CMOS. Chaque lentille fait converger l'onde en un spot dont la position dépend de la pente locale qu'avait l'onde sur la lentille en question (voir schéma ci-contre). En comparant les positions des spots par rapport aux points de référence, on est ainsi capable de reproduire la forme du front d'onde. Le logiciel fourni avec l'analyseur de front d'onde permet de visualiser, enregistrer et reconstruire la surface d'onde en temps réel. Il peut également quantifier les aberrations optiques, calculer les polynômes de Zernike, analyser la MTF ou la PSF.

## EXPÉRIENCES SUR L'ANALYSE DES SURFACES D'ONDE

## REF

## PRIX TTC

## 1 TP Complet Shack-Hartmann

Table optique à nid d'abeille 60x45x5cm  
Jeu de 5 pieds magnétiques lourds dont un avec réglage latéral ( $\pm 30$  mm)  
Kit illumination : 2 sources LED avec pinhole (10 et 50  $\mu$ m), alimentation et support  
Cube séparateur non polarisant 50-50, L=25 mm  
Plateau porte prisme avec doigt de maintien  
Miroir diam 40mm (planéité  $\lambda/20$ ) en monture avec réglage X-Y  
Doublet achromatique diam. 50,8mm F=+300mm  
Lentille Plan-convexe diam. 50,8 mm F=+300mm avec barillet  
Monture pour composant diam. 50,8 mm  
ASO Shack Hartmann 38x38 points, Logiciel d'acquisition et de traitement  
Fascicule d'expériences et résultats

TPO811

4800 €

## 2 Analyseur ASO Shack Hartmann avec logiciel

38x38 points, champ de 4,3x4,3mm, pas de 110  $\mu$ m, focale de 1.882 mm  
répétitivité de mesure 5 nm rms, précision de mesure absolue de  $\pm 15$ nm rms  
Camera : USB3.0 14 bits, 2592x1944 pixels (taille pixels 2,4 $\mu$ m), 15fps max full res  
Logiciel de contrôle de la caméra et d'analyse sous Windows : analyse modale / zonale / PSF / MTF

COP106

2160 €

# DÉFLECTOMETRIE OPTIQUE

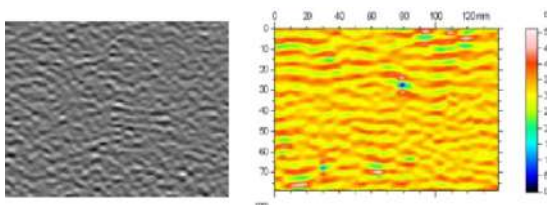
## Mesure optique sans contact : Déflectométrie par décalage de phases

Technique permettant l'étude de toutes pièces réfléchissantes (les composites, les plastiques, les miroirs, les métaux etc ...) et tous types de surfaces transparentes (les pare-brises, les lentilles et les verres en général).

- En mode réflexion : étalonnage, mesures de planéité, d'ondulation et de déformations micrométriques sur des surfaces peintes, détermination des variations d'altitude micrométrique avec une résolution spatiale au millimètre.
- En mode transmission : étalonnage, mesure de la puissance optique de lentilles, déformation d'image (vitrage) – visualisation de défauts (ponctuels, rayures)

### QUALIFICATION D'UN ETAT DE SURFACE

Exemple ci-dessous : peau d'orange



### Principe de la Déflectométrie Optique

La déflectométrie offre une haute précision et répétabilité des mesures aussi bien sur les surfaces réfléchissantes que sur les matériaux transmettant la lumière.

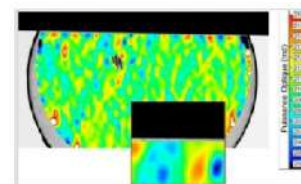
En mode réflexion, un motif périodique est affiché sur un écran et une caméra enregistre l'image de l'écran réfléchi par la surface de l'objet à mesurer.

Le motif affiché permet d'associer à chaque pixel du capteur caméra le point émetteur lui correspondant sur l'écran. Si les positions relatives de la caméra, de l'écran et de l'objet sont connues, il est alors possible de reconstruire le trajet des rayons issus de l'écran et réfléchis par l'objet vers la caméra.

En mode transmission, le principe reste le même mais la mire traverse l'objet transparent étudié avant d'atteindre la caméra pour être analysée.

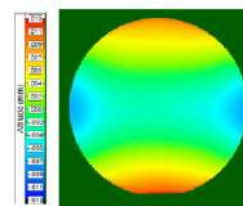
### DÉFAUTS DE DISTORSION OPTIQUE

Exemple ci-dessous : surface peinte



### MESURE DE LA PLANÉITÉ

Déformations micrométriques de planéité



## EXPÉRIENCES SUR L'ANALYSE DES SURFACES D'ONDE

REF

PRIX TTC

### TP Complet Déflectométrie Optique à décalage de phases

Ensemble de 2 bancs pivotants avec accouplement goniométrique  
 Cavalier prismatique simple L60mm  
 Cavalier prismatique à réglage axial (Y) rapide +/-30mm  
 Cavalier prismatique à réglage rapide XZ - latéral et vertical  
 Caméra CMOS haute résolution 8Mpx avec objectif réglable  
 Moniteur (15 pouces minimum)  
 Porte composant à serrage concentrique 5-55mm  
 Porte lames-réseaux-diapo simple  
 Jeu d'échantillons d'études (lentilles, miroirs, vitrage, objet peint, ...)  
 Logiciel d'acquisition et de traitement avec vidéos, images, cartes de phase etc.  
 Fascicule d'expériences et résultats

TPO831

3900 €

### Caméra d'analyse 8Mpx avec logiciel de déflectométrie et échantillons d'étude

Caméra CMOS haute résolution 8Mpx avec objectif réglable  
 Jeu d'échantillons d'études (lentilles, miroirs, vitrage, objet peint, ...)  
 Logiciel d'acquisition et de traitement avec vidéos, images, cartes de phase/pentes en X/Y  
 Cartes de courbure/distorsion en X/Y, X+Y et d'amplitude : mise en exergue de défauts d'apparence  
 Données métriques : résolution pixel/mm du système et distances camera objet/camera écran

COP131

2550 €



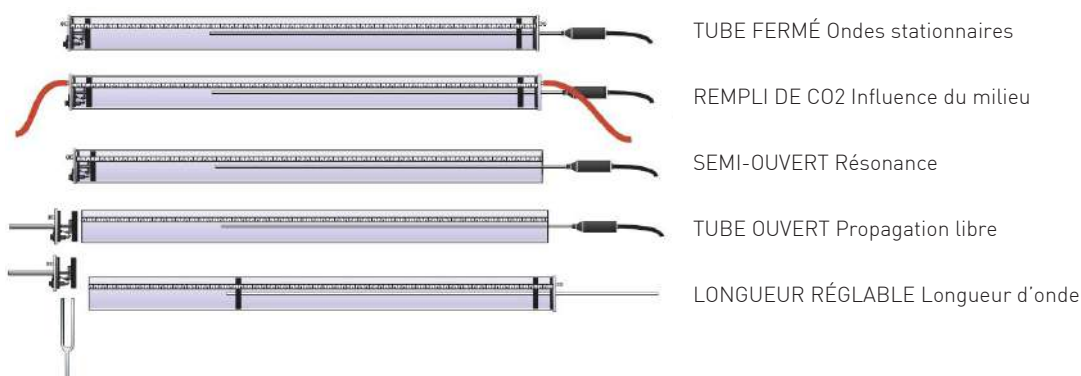
## RÉSONANCE ACOUSTIQUE

Niveau Lycée

## Etude des propriétés des ondes acoustiques dans un tube de Kundt

- Différentes configurations d'étude : tube fermé, semi-ouvert, ouvert, longueur réglable par piston...
- Différents milieux gazeux possibles : air ou CO<sub>2</sub>

## DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS POSSIBLES



## GRANDE DIMENSION

Permet de mesurer des pressions acoustique plus importantes et observer davantage de périodes

## MODULAIRE

Les parois peuvent être retirées pour se placer dans différentes configurations

## ÉTANCHE POUR LES GAZ

Peut être rempli avec différents gaz comme le CO<sub>2</sub> pour étudier l'influence de l'indice sur l'onde acoustique

## TP CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC

**TP Résonance acoustique dans une colonne d'air ou tube de Kundt**

- 1 Tube de Kundt gradué grande dimension, dia.70mm et long.100cm
- Parois amovibles pour changer la configuration du tube
- 1 Microphone sur tige longue, avec piston
- 1 Boîtier d'alimentation et d'adaptation d'impédance pour microphone
- 1 Haut-parleur emboîtable dans le tube de kundt, avec entrées 4mm
- 2 supports de tube de Kundt
- 2 Pieds d'optique en V
- Toute la connectique nécessaire au bon fonctionnement

TPW311

600 €

**TP Complet Résonance acoustique avec instrumentation**

- 1 Tube de Kundt gradué grande dimension, dia.70mm et long.100cm
- Parois amovibles pour changer la configuration du tube
- 1 Microphone sur tige longue, avec piston
- 1 Boîtier d'alimentation et d'adaptation d'impédance pour microphone
- 1 Haut-parleur emboîtable dans le tube de kundt, avec entrées 4mm
- 2 supports de tube de Kundt
- 2 Pieds d'optique en V
- 1 Générateur Basse Fréquence, écran couleur TFT 4", 10MHz
- 1 Oscilloscope numérique 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"
- Toute la connectique nécessaire au bon fonctionnement

TPW312

1200 €

## ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTION COMPLÉMENTAIRES

## REF

## PRIX TTC

Sonde Microphone longue, avec pré-ampli

CWM301

135 €

Boîtier amplificateur et convertisseur de signaux microphone, sorties fiches 4mm

CWM300

120 €

Tube de Kundt Grand Diamètre 70mm, Grande longueur 100cm, avec piston et supports

WMV301

315 €

Paire de diapasons 440 Hz sur caisse de résonance avec masses glissières + marteau mou

WMA124

129 €

Jeu de 4 diapasons, accord en Do majeur : 256, 322, 384, 512Hz sur caisse de résonance + marteau mou

WMA125

285 €

Générateur Basse Fréquence 10MHz, écran couleur TFT 4"

EIG112

297 €

Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"

EIO503

315 €

Sonomètre digital 35-135db, avec sortie analogique jack 3.5, BP 30-8kHz, Résolution 0.1dB

CSM885

120 €



## VITESSE DU SON

## Etude des propriétés des ondes acoustiques dans l'air

- Mesure de la vitesse du son dans l'air par génération d'une impulsion sonore.
- Caractérisation d'un son, amplitude, période, fréquence fondamentale et harmoniques, niveau sonore...

## MESURE MANUELLE DE LA VITESSE DU SON (TPW301)

Cet ensemble met l'accent sur le procédé de la mesure de la vitesse du son, en utilisant des micros, des amplificateurs BNC et un oscilloscope pour synchroniser et déterminer le décalage temporel des signaux.

## MESURE AUTOMATIQUE DE LA VITESSE DU SON (TPW303)

Cet ensemble permet de se concentrer davantage sur les paramètres pouvant affecter la vitesse du son (température/humidité) en ayant un procédé de mesure fiable et précis grâce au compteur électronique et sa résolution de 0.01ms.

## CARACTERISATION D'UN SON (TPW302)

Cet ensemble est recommandé avec un système EXAO permettant d'enregistrer et d'analyser les spectres sonores. Il peut être toutefois utilisé avec un oscilloscope et un sonomètre seulement.



Clap



Start



Stop

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Mesure de la vitesse du son dans l'air à l'oscilloscope</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |        |          |
| 2 Microphones<br>2 Amplificateurs de Microphone, sorties BNC<br>1 Clapet<br>2 Pieds d'optique en V<br>1 Mètre ruban                                                                                                                                                                                                    | TPW301 | 240 €    |
| <b>TP Mesure de la vitesse du son dans l'air avec compteur électronique</b>                                                                                                                                                                                                                                            |        |          |
| 2 Microphones FK haute qualité avec câbles DIN adaptés<br>1 Compteur électronique 0.01ms, avec 2 entrées micro<br>1 Clapet<br>2 Pieds d'optique en V<br>1 Mètre ruban                                                                                                                                                  | TPW303 | 480 €    |
| <b>TP Détermination des caractéristiques d'un son dans l'air</b>                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          |
| 1 Microphone sur pied d'optique en V<br>1 Amplificateur de Microphone, sorties BNC<br>1 Haut parleur sur socle, large bande, entrées fiches 4mm<br>1 Clapet<br>1 Paire de diapasons 440 Hz sur caisse de résonance avec glissières<br>1 Marteau mou<br>1 Sonomètre digital 35-135dB, résolution 0.1dB<br>1 Mètre ruban | TPW302 | 420 €    |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTION COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
| Microphone à electret sur tige dia.10mm                                                                                                                                                                                                                                                                                | CWM315 | 39 €     |
| Amplificateur de microphone, entrée jack, sorties fiches 4mm, avec pile 9V                                                                                                                                                                                                                                             | CWM310 | 54 €     |
| Haut-parleur sur socle, puissance 40W max, Impédance 8 ohms, BP 16kHz, entrées fiches 4mm                                                                                                                                                                                                                              | WMA232 | 48 €     |
| Paire de diapasons 440 Hz sur caisse de résonance avec masses glissières + marteau mou                                                                                                                                                                                                                                 | WMA124 | 129 €    |
| Jeu de 4 diapasons, accord en Do majeur : 256, 322, 384, 512Hz sur caisse de résonance + marteau mou                                                                                                                                                                                                                   | WMA125 | 285 €    |
| Compteur électronique avec 2 entrées analogiques, résolution 0.01ms                                                                                                                                                                                                                                                    | CWT200 | 300 €    |
| Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                       | EIO503 | 315 €    |
| Sonomètre digital 35-135db, avec sortie analogique jack 3.5, BP 30-8kHz, Résolution 0.1dB                                                                                                                                                                                                                              | CSM885 | 120 €    |

## INTERFERENCES EN ULTRASONS

Platines  
motorisées  
Page 105

## Etude approfondie de différents phénomènes possibles avec les ondes ultrasonores

- Interférences induites par 2 émetteurs synchrones
  - Montage classique sur banc : TPW111
  - Version avec plateforme pilotable : TPW115
- Interféromètre de Michelson en ultrasons
  - Montage classique sur banc : TPW121
  - Version avec plateforme pilotable : TPW125

Retrouvez ce matériel et  
ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
et sur notre site internet

## INTERFÉRENCES PAR DIVISION DE FRONT D'ONDE (DEUX ÉMETTEURS SYNCHRONES)

On place deux émetteurs dans un support à écartement variable en les dirigeant dans la même direction, ceux-ci sont alimentés de façon synchrone avec la console Ultrasons. Pour réaliser l'expérience, plusieurs possibilités :

- Les émetteurs sont fixes et le récepteur est placé sur un banc d'optique, de préférence goniométrique, pour parcourir la zone d'interférences (TPW111).
- Le récepteur est fixe, les émetteurs sont placés sur un support double et une plateforme qui est pilotée en rotation. C'est la zone d'interférences qui bouge

## INTERFÉRENCES PAR DIVISION D'AMPLITUDE (INTERFEROMÈTRE DE MICHELSON)

Un écran "semi-perméable" à incidence 45°, divise une onde ultrasonore en deux paquets d'ondes qui se propagent à angle droit l'un de l'autre. Ils sont ensuite réfléchis sur des écrans métalliques qui font office de "miroirs ultrasonores", dont l'un est fixe et l'autre peut être déplacé dans la direction du faisceau, avant d'être réunis. Le déplacement du réflecteur mobile induit une variation de la différence de marche et provoque des maxima et des minima de pression acoustique en sortie de l'interféromètre. La longueur d'onde de l'ultrasons peut être déterminée à partir de ces données. Pour réaliser l'expérience, plusieurs possibilités :

- Avec des bancs prismatiques à 90°. La longueur d'onde étant de l'ordre du cm, un des miroirs est placé sur un cavalier à réglage micrométrique (TPW121).
- Sur pieds d'optique + 1 platine de translation motorisée. Le miroir mobile est piloté de façon précise, et le signal US enregistré en fonction du déplacement

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Diffraction, Interférences, Déphasage en Ultrasons, sur bancs</b></p> <p>1 banc prismatique 120cm + 1 banc prismatique 60cm<br/>1 accouplement goniométrique pour bancs prismatiques<br/>3 cavaliers prismatiques + 1 pied d'optique en V<br/>1 support double avec système d'écartement réglable<br/>1 obstacle fente simple, 1 obstacle bifente, métallique, sur tige<br/>2 émetteurs US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>2 récepteurs US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"</p> | TPW111 | 1440 €   |
|  <p><b>TP Interférences par 2 émetteurs synchrones, avec plateforme pilotable</b></p> <p>1 platine rotative pilotable avec interface et logiciel d'acquisition<br/>1 pied d'optique en V<br/>1 support double avec système d'écartement réglable<br/>2 émetteurs US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification</p>                                                                                                                                                                                          | TPW115 | 990 €    |
|  <p><b>TP Interféromètre de Michelson en Ultrasons, sur bancs</b></p> <p>1 paire de bancs prismatiques 60cm avec accouplement goniométrique<br/>1 cavalier standard et 1 cavalier à réglage transversal de précision (Y)<br/>1 pied d'optique standard et 1 pied d'optique à réglage latéral X<br/>2 écrans métalliques + 1 écran semi-perméable aux ultrasons<br/>1 émetteur et 1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"</p>                                                       | TPW121 | 1485 €   |
|  <p><b>TP Interféromètre de Michelson en Ultrasons, avec plateforme pilotable</b></p> <p>1 plateforme de translation pilotable avec interface et logiciel d'acquisition<br/>3 pieds d'optique standard et 1 pied d'optique à réglage latéral X<br/>2 écrans métalliques + 1 écran semi-perméable aux ultrasons<br/>1 émetteur et 1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification</p>                                                                                                                                                              | TPW125 | 1095 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
| Support double avec système d'écartement réglable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | OSH280 | 99 €     |
| Paire d'obstacles (fente simple + bi fente), en tôle noire, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WMU092 | 78 €     |
| Ecran semi-perméable aux ultrasons, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | WMU095 | 90 €     |
| Plateforme pilotable de translation avec interface et logiciel d'acquisition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OBM440 | 570 €    |
| Platine rotative pilotable avec interface et logiciel d'acquisition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OBM460 | 570 €    |

## ULTRASONS DANS L'AIR

Effet  
Doppler  
Page 224

## Etude des propriétés élémentaires des ondes ultrasonores

- Résonance et cône d'émission des transducteurs ultrasonores
- Vitesse de propagation d'une onde ultrasonore
- Réflexion d'une onde ultrasonore, principe du sonar, radar, télémètre

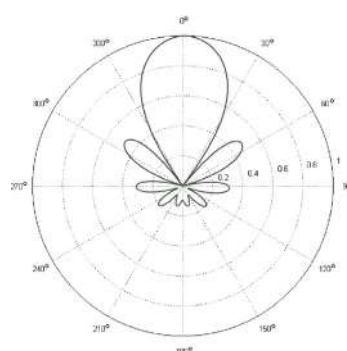


## CARACTÉRISATION D'UN TRANSDUCTEUR ULTRASONS 40KHZ

**Fréquence de résonance :** On place l'émetteur et le récepteur face à face. L'émetteur est alimenté en continu, on varie sa fréquence d'émission à l'aide de la console de pilotage. On relève la fréquence pour laquelle l'amplitude du signal est maximale et on la conserve pour le reste des expériences.

**Cône d'émission :** On déplace ensuite le récepteur (latéralement ou angulairement) autour de l'émetteur afin d'étudier le cône d'émission des transducteurs, en relevant les différentes amplitudes selon les angles de réception.

**Vitesse de propagation :** L'émetteur et le récepteur sont positionnés à distance connue et la console de pilotage est réglée sur le mode salve. La mesure de la vitesse de propagation se fait par temps de vol.

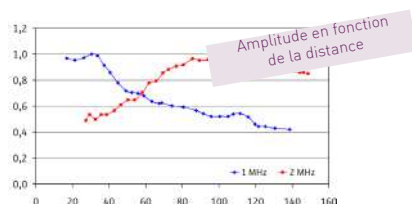
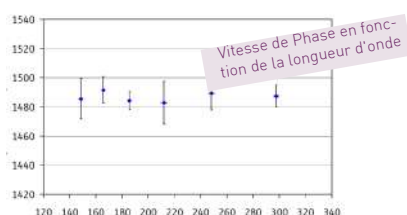


| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Introduction aux ultrasons</b></p> <p>1 émetteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>2 pieds d'optique en V<br/>1 mètre ruban<br/>1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"</p>                                                                                                                      | TPW101 | 660 €    |
|  <p><b>TP Caractérisation des ultrasons : fréquence, cône d'émission, vitesse</b></p> <p>1 paire de bancs profilé plat 60cm avec accouplement goniométrique<br/>2 cavaliers à colonne haute<br/>1 émetteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"</p>                   | TPW102 | 870 €    |
|  <p><b>TP Principe du sonar et du télémètre à ultrasons</b></p> <p>1 banc profilé lycée 120cm avec 2 cavaliers à colonne haute<br/>1 support double avec système d'écartement réglable<br/>1 écran métallique<br/>1 émetteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"</p> | TPW103 | 900 €    |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
| Support double avec système d'écartement réglable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | OSH280 | 99 €     |
| Emetteur ultrasons 40kHz, BNC, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | WMU010 | 57 €     |
| Récepteur ultrasons 40kHz, BNC, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMU011 | 57 €     |
| Générateur simple de salves ultrasons 40kHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WMU040 | 79,50 €  |
| Console polyvalente de pilotage et d'amplification pour US 40kHz, entrées et sorties BNC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMU050 | 198 €    |
| Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | EIO503 | 315 €    |
| Générateur Basse Fréquence 10MHz, écran couleur TFT 4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | EIG112 | 297 €    |

## ONDES ACOUSTIQUES DANS LES FLUIDES

## Etude dans le domaine des ultrasons

- Détermination de la vitesse de phase d'une onde ultrasonore dans l'eau (TPW481)
- Détermination de la vitesse de groupe d'une onde ultrasonore dans l'eau (TPW481)
- Interférences dans l'eau et principe de Huygens (TPW482)
- Champ proche et champ lointain d'une sonde ultrasonore (TPW482)
- Zone de mise au point, résolution axiale et latérale d'une sonde MHz (TPW482)



## DETERMINATION DE LA VITESSE DE PHASE D'UNE ONDE ULTRASONORE DANS L'EAU

La vitesse de phase est mesurée pour plusieurs fréquences en fonction de la longueur d'onde. Pour cela, un hydrophone est déplacé le long de l'axe sonore de la sonde ultrasons MHz. Le signal de l'hydrophone est récupéré sur un oscilloscope. En mesurant la variation de la distance sonde-hydrophone et le nombre respectif de phases à une fréquence fixe, il est possible de déterminer la longueur d'onde et donc la vitesse de phase.

## DETERMINATION DE LA VITESSE DE GROUPE D'UNE ONDE ULTRASONORE DANS L'EAU

Pour déterminer la vitesse de groupe, le générateur echoscope est réglé en mode impulsif de sorte que de courtes impulsions ultrasonores soient générées à partir de la sonde multifréquence. En mesurant le temps de vol T d'une impulsion ultrasonore sur une certaine distance D entre la sonde ultrasonore et l'hydrophone, il est possible de déterminer la vitesse de groupe  $C_g = D/T$ .

## CARACTERISATION D'UNE SONDE MHZ : CHAMP, PUISSANCE, RESOLUTION

Les sondes à ultrasons ont une puissance de résolution axiale et latérale différente en fonction de leur fréquence. En raison d'interférences selon le principe de Huygens, il se produit un champ sonore qui peut être divisé en deux zones, le champ proche avec des modulations d'amplitude et le champ lointain qui apparaît comme un faisceau sonore d'amplitude décroissante.

Dans l'expérience, les amplitudes de pression acoustique pour deux sondes (1 MHz et 2 MHz) sont mesurées avec un hydrophone le long de l'axe de propagation du son. À partir des courbes de mesure, les zones de focalisation des sondes sont déterminées et comparées aux valeurs de la longueur de champ proche. Les longueurs de champ proche peuvent théoriquement être calculées à partir des rayons de la céramique du transducteur et de sa longueur d'onde.

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Vitesse de phase et de groupe d'une onde ultrasonore dans l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Console Génératrice d'Ultrasons CW haute fréquence et puissance</li> <li>1 Sonde Ultrasons à fréquence variable 1-13MHz</li> <li>1 Hydrophone ponctuel 1-5 MHz, sur tige, câblé BNC</li> <li>1 Bac à liquide avec support de sonde et support d'hydrophone</li> <li>1 Tube de gel acoustique</li> </ul>                | TPW481 | 3720 €   |
|  <p><b>TP Etude du champ sonore d'une sonde ultrasons MHz dans l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Sonde Ultrasons à 1MHz</li> <li>1 Sonde Ultrasons à 2MHz</li> <li>1 Console Echoscopes US avec logiciel d'exploitation et d'imagerie inclus</li> <li>1 Hydrophone ponctuel 1-5 MHz, sur tige, câblé BNC</li> <li>1 Bac à liquide avec support de sonde et support d'hydrophone</li> <li>1 Tube de gel acoustique</li> </ul> | TPW482 | 6240 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
| Kit Hydrophone MHz avec bac à liquide, support de sonde et d'hydrophone                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CWM881 | 600 €    |
| Hydrophone 1-5 MHz seul, câblé BNC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CWM880 | 480 €    |
| Sonde à ultrasons haute fréquence, haute intensité, 1MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMG411 | 600 €    |
| Sonde à ultrasons haute fréquence, haute intensité, 2MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMG412 | 600 €    |
| Sonde à ultrasons haute fréquence, haute intensité, 4MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMG414 | 600 €    |
| Sonde à ultrasons CW à fréquence variable, 1-13MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WMG210 | 600 €    |
| Console Génératrice d'Ultrasons CW haute fréquence et puissance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | WMG200 | 2550 €   |
| Générateur console Echoscopes Multifonctions avec logiciel d'exploitation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WMG400 | 4500 €   |

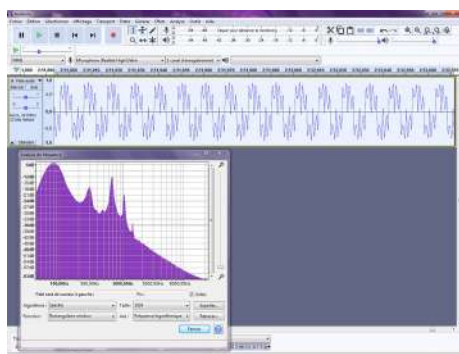


# ONDES ACOUSTIQUES DANS LES FLUIDES

## Etude dans le domaine des sons audibles et des ultrasons

- Mesure de la vitesse du son dans un liquide (TPW201 - TPW281 - TPW282)
- Résonance acoustique en fonction du volume d'eau (TPW281 - TPW282)
- Fréquences de vibration de l'eau (TPW281 - TPW282)
- Principe du sonar (TPW201 - TPW282)
- Absorption et isolation acoustique (TPW201 - TPW282)

Hydrophones  
Page 221



## UTILISATION DES TRANSDUCTEURS ULTRASONS IMMERSIBLES

Ces transducteurs parfaitement étanches sont utilisables en émission comme en réception et peuvent fonctionner entre 30 et 42kHz. Ils peuvent s'alimenter avec un GBF, avec la console adaptée, ou avec un générateur de salves 40kHz. Dans les liquides, la fréquence de résonance des transducteurs se situera généralement autour de 32-33kHz et il est fortement recommandé de travailler en salves courtes pour la plupart des expériences. Le signal est amplifié puis récupéré sur un oscilloscope.

## UTILISATION DES HYDROPHONES ET ENCEINTES IMMERSIBLES

Les hydrophones sont des microphones immersibles avec des impédances particulières qui nécessitent une grande qualité d'amplification. L'interface fournie permet d'amplifier le signal audio et de proposer plusieurs sorties (analogiques ou numériques) pour exploiter le signal. Le meilleur rapport signal sur bruit est obtenu par USB avec la carte son du PC. Les signaux peuvent facilement être récupérés et analysés sur des logiciels classiques d'enregistrement comme Audacity. Les enceintes immersibles permettent d'envoyer un son directement dans le milieu liquide. L'envoi du signal sonore se fait par bluetooth, depuis votre smartphone ou depuis votre ordinateur.

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Mesure de la vitesse des ultrasons dans l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 paire de transducteurs US étanches 40kHz, cablés BNC</li> <li>1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification</li> <li>2 potences sur pieds avec pinces pour maintien des transducteurs</li> <li>1 bac en plexiglass, de dimension adaptée</li> <li>1 lot d'accessoires d'étude de l'absorption (plaques et enceintes d'air)</li> <li>1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"</li> </ul>                                                                                                                    | TPW201 | 990 €    |
|  <p><b>TP Ondes sonores dans l'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Hydrophone profilé haute résistance et densité élevée, 20Hz à 4kHz</li> <li>1 Interface d'amplification et d'adaptation de signaux (jack/USB)</li> <li>1 Enceinte bluetooth immersible, 3W minimum</li> <li>1 Potence sur pied pour maintien de l'hydrophone</li> <li>1 Bac en plexiglass, de dimension adaptée</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        | TPW281 | 570 €    |
|  <p><b>TP Analyse des ondes acoustiques dans l'eau : sons et ultrasons</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Hydrophone hautes performances avec préampli, 1Hz à 100kHz</li> <li>1 Interface d'amplification et d'adaptation de signaux (jack/USB)</li> <li>1 Paire de transducteurs US étanches 40kHz, cablés BNC</li> <li>1 Console d'alimentation et d'amplification pour US</li> <li>1 Enceinte bluetooth immersible, 3W minimum</li> <li>2 Potences sur pied pour maintien des sondes</li> <li>1 Bac en plexiglass, de dimension adaptée</li> <li>1 Lot d'accessoires d'étude de l'absorption (plaques et enceintes d'air)</li> </ul> | TPW282 | 1500 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
| Hydrophone polyvalent 20Hz - 4kHz avec interface d'amplification et d'adaptation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CWM802 | 360 €    |
| Hydrophone large bande de précision 1Hz-100kHz avec interface d'amplification et d'adaptation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CWM812 | 750 €    |
| Haut-parleur immersible, puissance 3W minimum, communication bluetooth                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CWM897 | 24 €     |
| Générateur de salves ultrasons 40kHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | WMU040 | 79,50 €  |
| Paire de transducteurs US fluides-solides à parois vibrantes 30-40kHz, cablé BNC, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | WMU200 | 180 €    |
| Console de pilotage et d'amplification pour US 40kHz, entrées et sorties BNC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMU050 | 198 €    |
| Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EIO503 | 315 €    |
| Générateur Basse Fréquence 10MHz, écran couleur TFT 4"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | EIG112 | 297 €    |



# ONDES DE CISAILLEMENT DANS LES SOLIDES

## Etude approfondie des ondes acoustiques dans les solides

- Ondes transversales et longitudinales.
- Ultrasons guidés : ondes de Lamb
- Ondes de surface : ondes de Rayleigh

Les mêmes sondes et consoles peuvent être utilisées pour réaliser les 3 thématiques. Pour un kit 3 en 1 optimisé, vous pouvez choisir l'un des TP et compléter avec les 2 autres kits complémentaires se trouvant dans le tableau des accessoires.

### ONDES TRANSVERSALES DITES DE CISAILLEMENT (TPW421)

Contrairement aux gaz et aux liquides, dans les solides, les ondes de cisaillement et les ondes longitudinales peuvent être excitées en raison de leurs propriétés de matériau élastique. Lors du passage à travers une plaque plane parallèle, ces ondes sont excitées en fonction de l'angle d'incidence. Les angles de réflexion totale et de maximum de transmission permettent de remonter à la vitesse du son respective pour l'onde de cisaillement et celle pour l'onde longitudinale, et de calculer le module d'élasticité, de cisaillement et le coefficient de Poisson.

### ONDES ULTRASONORES GUIDÉES DITES ONDES DE LAMB (TPW422)

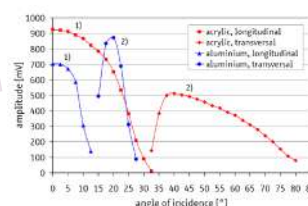
Le phénomène des ondes de Lamb résulte de la superposition d'ondes ultrasonores longitudinales et de cisaillement dans des plaques minces, dont l'épaisseur est inférieure à la longueur d'onde ultrasonore. Ces ondes montrent d'une part un changement dépendant de la fréquence de leur vitesse de propagation et d'autre part, une présence sous la forme de modes symétriques et antisymétriques qui se propagent dans le matériau indépendamment les uns des autres.

Dans l'expérience, différents modes sont stimulés dans des plaques fines de verre, en utilisant des adaptateurs avec des angles d'incidence spécifiques. On peut étudier l'influence de l'épaisseur de la plaque, la fréquence et vitesse de groupe des ondes guidées, les coefficients élastiques des matériaux.

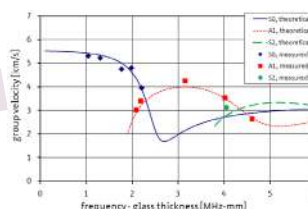
### ONDES DE SURFACE, ONDES DE RAYLEIGH (TPW423)

Les ondes de Rayleigh sont des ondes de surface qui se propagent le long de la frontière libre d'un solide. Ils peuvent être utilisés pour détecter des défauts de surface. Dans l'expérience, un bloc d'essai avec des fissures calibrées est étudié. Les ondes de Rayleigh sont produites par conversion de mode à partir d'ondes longitudinales au moyen d'une sonde US 1MHz à 90° et d'un stimulateur. La vitesse des ondes de Rayleigh est déterminée par temps de vol. En comparant les amplitudes de transmission sans et avec fissure, la profondeur de fissure peut être estimée.

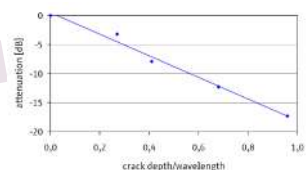
Amplitude en fonction de l'angle d'incidence



Vitesse de groupe selon la fréquence et l'épaisseur



Atténuation en fonction de la profondeur de la fissure



| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <b>TP Etude des ondes de cisaillement dans les solides</b><br>2 Sondes Ultrasons à 1MHz avec flacon de gel acoustique<br>1 Console Echoscopes US avec logiciel d'exploitation et d'imagerie inclus<br>1 Kit Etude des ondes de cisaillement avec :<br>- bac à liquide et support de sondes<br>- échantillon acrylique avec support rotatif gradué sur 360°<br>- échantillon aluminium avec support rotatif gradué sur 360°             | TPW421 | 5970 €   |
|  <b>TP Etude des ondes de Lamb, et propagation guidée des ultrasons</b><br>2 Sondes Ultrasons à 1MHz avec flacon de gel acoustique<br>1 Console Echoscopes US avec logiciel d'exploitation et d'imagerie inclus<br>1 Kit Etude des ondes de Lamb et guides d'onde ultrasonores :<br>- jeu de 6 guides acrylique avec angles spécifiques d'incidence, 12 à 35°<br>- deux plaques en verre aux propriétés calibrées, épaisseur 1 et 1.3mm | TPW422 | 6780 €   |
|  <b>TP Etude des ondes de surface et de Rayleigh</b><br>2 Sondes Ultrasons à 1MHz avec flacon de gel acoustique<br>1 Console Echoscopes US avec logiciel d'exploitation et d'imagerie inclus<br>1 Kit Etude des ondes de Rayleigh et des ondes de surface :<br>- bloc de test des ondes de Rayleigh avec différentes fissures calibrées<br>- une paire de stimulateurs pour adapter les sondes sur le bloc de test                      | TPW423 | 5940 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
| Kit Etude des ondes de cisaillement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | WMG221 | 360 €    |
| Kit Etude des ondes de Lamb et guides d'onde ultrasonores                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | WMG222 | 1170 €   |
| Kit Etude des ondes de Rayleigh et des ondes de surface                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WMG223 | 330 €    |
| Sonde à ultrasons haute fréquence, haute intensité, 2MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WMG412 | 600 €    |
| Sonde à ultrasons haute fréquence, haute intensité, 4MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WMG414 | 600 €    |
| Générateur console Echoscopes Multifonctions avec logiciel d'exploitation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | WMG400 | 4500 €   |

# ONDES ACOUSTIQUES DANS LES SOLIDES

## Etude dans le domaine des ultrasons

Dans les milieux solides, on considère la propagation d'ondes acoustiques suivants différents types de critères : polarisation, domaine d'application, milieux d'existence...

Une étude en basse fréquence (30-40kHz) est proposée dans le TPW211, pour mesurer la vitesse de propagation et l'atténuation de l'onde dans différents solides.

Une étude plus appliquée est possible dans le TPW410 avec des sondes Ultrasons MHz qui permettent d'identifier et de mesurer la plupart des caractéristiques et propriétés de l'onde ultrasonore quand elle se propage dans un milieu solide et d'illustrer le principe de l'échographie.

## CARACTÉRISATION D'UNE ONDE ACOUSTIQUE DANS UN MILIEU SOLIDE

Une des premières caractéristiques que l'on cherche généralement à étudier est la vitesse de propagation de l'onde acoustique dans le milieu solide. Celle-ci est toutefois plus délicate à déterminer que dans les fluides car d'autres phénomènes interviennent dans les solides.

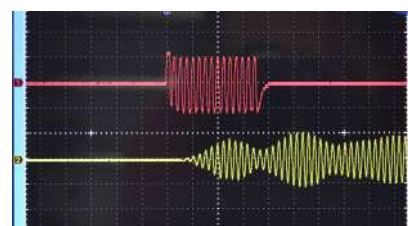
Une propriété qui devient fondamentale dans les solides est la direction de vibration de l'onde que l'on qualifie de **polarisation**. Elle est longitudinale (**ondes de compression**) dans la plupart des milieux de propagation, mais dans les solides, elle peut être aussi transversale (**ondes de cisaillement**).

Une autre caractéristique importante est son **domaine de fréquence** qui impacte généralement son domaine d'application. L'onde US peut être basse fréquence (20-500kHz : Découpe), haute fréquence (500kHz-10MHz : Contrôle non destructif, très haute fréquence (10MHz à 1GHz : Microscopie US).

En effet, au cours de sa propagation, le signal est soumis à une **atténuation** de son amplitude qui dépend de la distance parcourue, du milieu de propagation mais aussi de la fréquence de l'onde. Elle s'exprime donc en dB/m/MHz. Les ultrasons hautes fréquences sont ainsi atténués beaucoup plus rapidement et ne peuvent être utilisés que pour l'exploration de structures superficielles. A l'inverse, pour explorer sur plusieurs centaines de mètres (sonar), on utilisera les fréquences les plus basses.

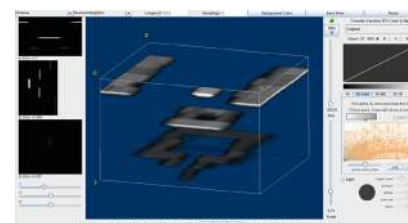
Enfin, ces ondes possèdent plusieurs **domaines d'existence** : on distingue les **ondes de volume** (qui ont un déplacement rectiligne) et les **ondes de surface** (qui ont un déplacement elliptique).

Certaines spécificités particulières de ces ondes peuvent être aussi étudiées, comme la conversion des modes de propagation lors d'un phénomène de réflexion/transmission.



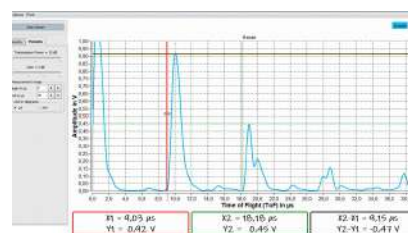
TPW211

Propagation d'une salve US à 40kHz dans une barre d'aluminium



TPW410

Reconstitution de la pyramide d'étude par un scan échographique 3D



TPW410

Analyse non intrusive d'une structure solide à plusieurs interfaces et matériaux

## TP CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC



### TP Propagation des Ultrasons basses fréquences dans les solides

- 1 paire de transducteurs US fluides-solides à parois vibrantes 30-40kHz
- 1 console d'alimentation et d'amplification
- 3 barreaux d'aluminium, section dia.30mm, de longueurs différentes
- 4 barreaux de plexiglass, section dia.30mm, de longueurs différentes
- 1 jeu d'échantillons d'étude de l'absorption avec différents matériaux
- 1 support de barreau sur pied d'optique en V
- 2 supports de transducteurs sur pieds d'optique en V
- 1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"
- 1 flacon de gel acoustique

TPW211

990 €



### TP Analyse et Imagerie échographique dans les solides

- 1 Sonde échographique solidaire 2MHz avec flacon de gel acoustique
- 1 Boîtier compact d'alimentation et d'acquisition
- 1 Logiciel d'exploitation et d'imagerie inclus
- 4 Cylindres acryliques de hauteur différente
- 4 Cylindres de différents matériaux (laiton, aluminium, PVC, verre)
- 1 Bloc acrylique rectangulaire pour visualisation 2D de défauts
- 1 Pyramide modulable 3D pour imagerie en 3 dimension

TPW410

3000 €

## ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

## REF

## PRIX TTC

Paire de transducteurs US fluides-solides à parois vibrantes 30-40kHz, câblé BNC, sur tige

WMU200

180 €

Console de pilotage et d'amplification pour US 40kHz, entrées et sorties BNC

WMU050

198 €

Kit échantillons d'étude des ultrasons dans les solides avec :  
3 barres aluminium, 3 barres plexi, 1 plaque aluminium d'étude

WMU299

180 €

Générateur Basse Fréquence 10MHz, écran couleur TFT 4"

EIG112

297 €

Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"

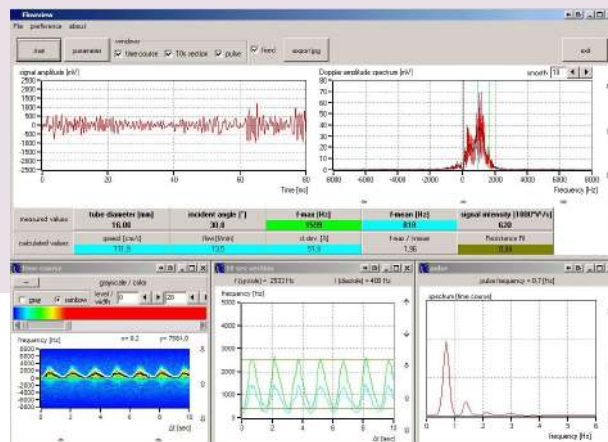
EIO503

315 €

# VÉLOCIMÉTRIE DOPPLER EN ULTRASONS

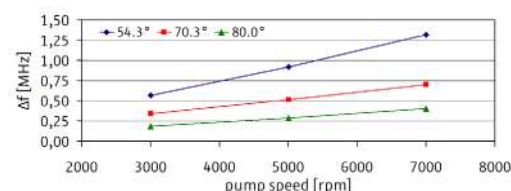
## Mesure d'un débit sur le principe de l'effet Doppler acoustique

- Décalage de fréquence
- Diffusion des ondes ultrasonores sur les particules
- Effet Doppler, dépendance de l'angle Doppler
- Echographie Doppler, mesure de pouls



### PRINCIPE DE LA VELOCIMETRIE DOPPLER EN ULTRASONS

L'effet Doppler fait référence au changement de la fréquence perçue des ondes lorsque l'émetteur et le récepteur sont en mouvement l'un par rapport à l'autre. Les ultrasons peuvent alors être utilisés pour déterminer la vitesse d'écoulement et/ou le débit d'un écoulement de liquide. Ici, le décalage de fréquence d'une onde ultrasonore, qui est couplé dans le flux de liquide à un angle Doppler particulier, est mesuré avec la diffusion de l'onde sur de petites particules, telles que des impuretés. Dans l'expérience, la dépendance du décalage de fréquence Doppler  $Df$ , de la vitesse d'écoulement  $v$ , et de l'angle Doppler  $\alpha$  est étudiée pour différentes fréquences fondamentales  $f_0$  (selon la puissance de la pompe, la fréquence de la sonde et de l'angle d'incidence. La relation suivante s'applique, présentée sous forme simplifiée:  $Df \sim f_0 v \cos(\alpha)$ .



### PRINCIPE DE L'ECHOGRAPHIE DOPPLER ET MESURE DE POULS (AVEC OPTION WMG577)

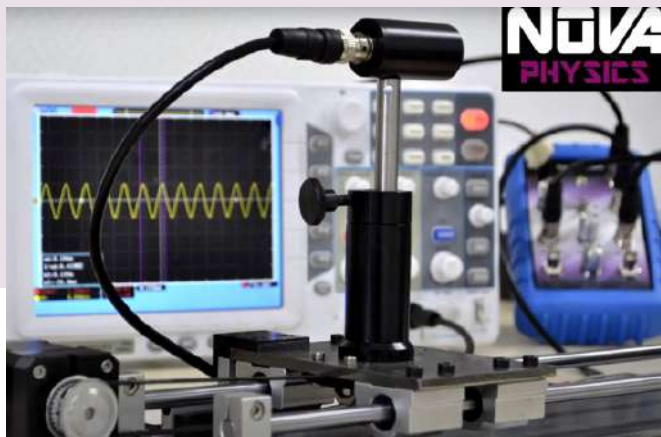
En échographie Doppler, le signal de diffusion ultrasonore des particules en mouvement (ici les cellules sanguines) est détecté et évalué. En raison du mouvement des cellules sanguines par rapport à la sonde à ultrasons, le signal a un décalage de fréquence et peut ainsi être bien séparé des signaux des parois vasculaires plus ou moins stationnaires et des surfaces limites des organes. Le décalage de fréquence dépend ici, entre autres, de la direction du flux sanguin et de sa vitesse. Le logiciel retrace la progression chronologique de la mesure (temps, axe x), l'intensité de diffusion (amplitude du signal, couleur) en fonction de la taille du décalage de fréquence (vitesse, axe y) et permet de montrer les paramètres qui peuvent influencer sur l'amplitude de diffusion (nombre, taille, type de particules de sang), la direction du flux (vers la sonde, loin de la sonde) et la vitesse des diffuseurs.



| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Vélocimétrie Doppler en Ultrasons MHz</b><br>1 Générateur d'impulsions Doppler avec logiciel complet d'analyse<br>1 Transducteur émetteur/récepteur US 1MHz<br>1 Transducteur émetteur/récepteur US 2MHz<br>1 Transducteur émetteur/récepteur US 4MHz<br>1 Générateur de flux par pompe centrifugeuse réglable<br>1 Ensemble de tuyaux et tubes pour montage de Bernoulli<br>Accessoires, prismes doppler, fluide Doppler, gel acoustique | TPW501 | 7500 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
| Générateur d'impulsions Doppler, avec logiciel complet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WMG500 | 4380 €   |
| Modèle de bras pour étude de l'échographie Doppler, avec flacon de fluide Doppler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | WMG577 | 690 €    |
| Liquide Doppler avec particules diffusantes de taille adaptée à la fréquence ultrasonore, 1L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WMG511 | 39 €     |
| Générateur de flux continus ou impulsions, pompe réglable avec 8 modes et affichage du débit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WMG513 | 930 €    |
| Tuyauterie, prismes Doppler et accessoires pour montage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WMG521 | 720 €    |
| Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 1MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | WMG411 | 600 €    |
| Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 2MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | WMG412 | 600 €    |
| Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 4MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | WMG414 | 600 €    |
| Table graduée de mesure de pression à 4 capillaires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMG515 | 300 €    |



## EFFET DOPPLER



## MESURE DIRECTE D'UN DÉCALAGE DOPPLER (TPW251-TPW253)

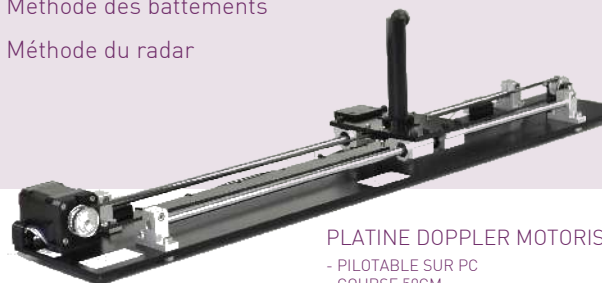
L'émetteur est placé sur la platine mobile, le récepteur est fixe et relié au fréquencemètre qui mesurera en temps réel la fréquence du signal reçu. On observe et mesure le décalage de fréquence proportionnel à la vitesse de translation de l'émetteur.

## MESURE INDIRECTE D'UN DÉCALAGE DOPPLER (TPW252-TPW253)

L'émetteur est placé sur la platine mobile, le récepteur est fixe. Les signaux d'émission et de réception sont envoyés sur un oscilloscope. Dans un premier temps, on utilise la fonction "maths" de l'oscilloscope pour additionner les 2 signaux et mesurer la période du battement obtenu. Enfin, un module comparateur de phase peut être utilisé, celui-ci comprend un multiplieur et un filtre passe bas de fréquence de coupure adaptée, et permet de mesurer les faibles vitesses.

## Détermination d'une vitesse par effet Doppler

- Méthode directe : décalage jusqu'à 50Hz
- Méthode des battements
- Méthode du radar



Ref. OBM440 570 €

## PLATINE DOPPLER MOTORISÉE

- PILOTABLE SUR PC
- COURSE 50CM
- VITESSE JUSQU'À 40CM/S
- FIN DE COURSE MAGNÉTIQUE
- FIXATION AISÉE
- GRANDE STABILITÉ

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF     | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
|  <p><b>TP Mesure directe d'un décalage Doppler en ultrasons</b></p> <p>1 émetteur + 1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>           1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>           1 pied d'optique en V<br/>           1 platine Doppler motorisée à vitesse réglable jusqu'à 40cm/s<br/>           1 GBF Fréquencemètre 10MHz, avec mesure de fréquence à 1Hz près<br/>           Logiciel, connectique et manuel d'utilisation</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | TPW251  | 1140 €   |
|  <p><b>TP Mesure d'une vitesse par multiplication d'ondes</b></p> <p>1 émetteur + 1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>           1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>           1 boîtier multiplieur de signaux<br/>           1 pied d'optique en V<br/>           1 platine Doppler motorisée à vitesse réglable jusqu'à 40cm/s<br/>           1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"<br/>           Logiciel, connectique et manuel d'utilisation</p>                                                                                                                                                                                                                                                          | TPW252  | 1185 €   |
|  <p><b>TP Principe du Radar par effet Doppler, avec instrumentation complète</b></p> <p>1 émetteur + 1 récepteur US 40kHz à sortie BNC, sur tige<br/>           1 console de pilotage US polyvalente : continu, salves, amplification<br/>           1 boîtier multiplieur de signaux<br/>           1 écran métallique<br/>           1 support double avec système d'écartement réglable<br/>           1 pied d'optique en V<br/>           1 platine Doppler motorisée à vitesse réglable jusqu'à 40cm/s<br/>           1 oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"<br/>           1 GBF Fréquencemètre 10MHz, avec mesure de fréquence à 1Hz près<br/>           1 alimentation CC +15V/-15V - 0.5A<br/>           Logiciel, connectique et manuel d'utilisation</p> | TPW253  | 1800 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF     | PRIX TTC |
| Support double avec système d'écartement réglable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | OSH280  | 99 €     |
| Emetteur ultrasons 40kHz, BNC, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMU100  | 111 €    |
| Boîtier multiplieur de signaux pour étude de l'effet Doppler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | WMU042  | 90 €     |
| Platine Doppler motorisée, course 50cm, vitesse jusqu'à 40cm/s, avec logiciel de pilotage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | OBM440  | 570 €    |
| Console polyvalente de pilotage et d'amplification pour US 40kHz, entrées et sorties BNC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WMU050  | 198 €    |
| Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EIO503  | 315 €    |
| Générateur Basse Fréquence 10MHz, écran couleur TFT 4", avec option Fréquencemètre précision 1Hz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EIG112F | 345 €    |

## MODULATION ACOUSTO-OPTIQUE

**Déflexion et modulation acousto-optique**

L'effet acousto-optique concerne l'interaction entre une onde ultrasonore et une onde optique dans un milieu solide ou liquide.

L'onde acoustique provoque la propagation d'une déformation et par suite une variation de l'indice de réfraction dans le milieu.

La variation d'indice de réfraction présente une périodicité spatiale et temporelle. Le réseau d'indice se déplace parallèlement à lui-même à la vitesse de l'onde acoustique.

Comme cette vitesse est très inférieure à celle de la lumière, l'onde acoustique peut être considérée comme stationnaire et le réseau fixe vis à vis du faisceau lumineux.

## NOTIONS ABORDÉES ET EXPERIENCES RÉALISABLES :

- Cellule de Bragg
- Etude des faisceaux diffractés en fonction de la fréquence de l'onde acoustique
- Détermination de l'angle de diffraction de Bragg
- Calcul du pas du réseau et du temps d'accès
- Evaluation de la vitesse de l'onde acoustique dans le mat
- Mesure de l'intensité de diffraction en fonction de la puissance
- Calcul du rendement de diffraction et de l'absorption du signal
- Etude de la modulation acousto-optique
- Application à l'inscription et au transport d'un signal audio
- Déflecteur acousto-optique : application à la projection et



| EXPÉRIENCES SUR LA MODULATION ACOUSTO-OPTIQUE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Etude et application de l'effet et de la modulation acousto-optique</b><br>Banc prismatique 120cm<br>2 Cavaliers prismatique simple L60mm<br>Cavalier prismatique à réglage angulaire de précision<br>Cavalier prismatique à réglage latéral (X) rapide +/-30mm<br>Laser He-Ne 632,8 nm polarisé / 0,5-0,8 mW avec alimentation type Laboratoire<br>Support à réglage d'orientation x-y pour objets cylindriques dia20 à 40mm<br>Polariseur en monture graduée<br>Modulateur / Déflecteur acousto-optique (cellule de Bragg)<br>Alimentation de commande cellule acousto-optique<br>Plateau porte-objets avec réglage x-y avec réglage d'horizontalité<br>Détecteur amplifié à gain réglable<br>Câbles spécifiques : SMB-3 sorties (Jack,Bananes,BNC) + BNC-Jack/M<br>Ecran métallique blanc et quadrille 20x20<br>Capteur CCD/CMOS numérique + filtres OD1, OD3, polariseur + logiciel<br>Poste Radio + Paire de Haut parleur<br>Fascicule d'expériences et résultats |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | TPO661 | 7500 €   |
| ACCESSOIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
| Modulateur/Déflecteur Acousto-Optique : Cellule de Bragg avec alimentation de commande                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | PMA661 | 4500 €   |
| Générateur Basse Fréquence OWON 10MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | EIG112 | 297 €    |
| Multimètre 3 en 1, OWON, 6kpoints                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EIM250 | 69 €     |
| Oscilloscope couleur 2 voies 70MHz, écran couleur LCD 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | EIO707 | 390 €    |
| Kit Signal Sonore : Source audio portable + casque ou enceintes audio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PHS612 | 90 €     |



# RÉSEAU ACOUSTIQUE EN ULTRASONS

## Création d'un réseau acoustique dans un fluide avec des ultrasons Hautes Fréquences

- Générateur performant et puissant
- Sondes multifréquences allant de 1 à 13MHz
- Matériel répondant à toutes les normes de sécurité
- Polyvalence du matériel : nombreuses expériences possibles
- Sondes hermétiques à l'eau
- Nombreux accessoires proposés autour du système
- Grande simplicité de mise en oeuvre
- Grande qualité de résultats, quantifiables

Retrouvez ce matériel et ces expériences en vidéo sur notre chaîne YouTube ou sur notre site WEB



Création d'un réseau de diffraction à **pas variable** grâce à la sonde ultrasonore multifréquences pouvant émettre de 1 à 13 Mhz



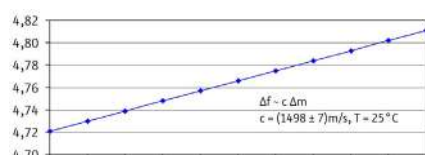
### EFFET DEBYE-SEARS, LUCAS-BIQUARD, BRAGG

Un liquide peut se comporter comme un réseau de diffraction lorsqu'il est soumis à des vibrations de hautes fréquences. En se servant de cette propriété, on peut notamment mesurer, de façon très précise, la vitesse du son dans le liquide choisi en faisant traverser un laser à travers celui-ci.



### PROJECTION DES ONDES STATIONNAIRES DANS UN LIQUIDE

En éclairant, avec un laser expansé, la cuve du fluide soumis aux vibrations ultrasonores, on peut visualiser les ondes stationnaires grâce aux différences de pression qui sont produites dans le liquide, créant des différences de densité et une modulation acoustique de la lumière. La mesure de l'interfrange obtenu indique la longueur d'onde des ultrasons.



### MODULATION ACOUSTO-OPTIQUE D'ONDES PROGRESSIVES ET STATIONNAIRES

Lorsqu'un réseau de diffraction acoustique est généré par une onde progressive, il existe un décalage de fréquence entre les différents ordres du réseau. Cet effet est utilisé dans les AOMs (Modulateurs Acousto-Optique). Avec une photodiode et un oscilloscope on peut mesurer le décalage et alors étudier les différents paramètres agissant sur la modulation.

| RÉSEAU ACOUSTIQUE EN ULTRASONS                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Ensemble complet Réseau Acoustique</b><br>Générateur Ondes Continues<br>Sonde multifréquences 1-13MHz<br>1 enceinte à liquide avec plateforme d'accueil<br>1 module laser rouge<br>1 module laser vert | WMG290 | 3690 €   |
| ELEMENTS AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
| Générateur continu d'ondes ultrasonores MHz                                                                                                                                                               | WMG200 | 2550 €   |
| Sonde ultrason multifréquences 1-13MHz                                                                                                                                                                    | WMG210 | 600 €    |
| Enceinte à liquide avec plateforme d'accueil                                                                                                                                                              | WMG225 | 450 €    |
| Module laser rouge 650nm                                                                                                                                                                                  | OLR111 | 75 €     |
| Module laser vert 532nm                                                                                                                                                                                   | OLR211 | 168 €    |
| Module laser bleu 450nm                                                                                                                                                                                   | OLR311 | 240 €    |

# EXPÉRIENCES AVANCÉES EN MICRO-ONDES

## En propagation libre

Ces expériences, en plus de montrer les phénomènes liés au caractère ondulatoire des ondes électromagnétiques, permettent d'illustrer et de mesurer facilement certaines propriétés difficiles à visualiser dans les autres gammes de fréquences.

En effet, la longueur d'onde étant de l'ordre de quelques cm, la plupart des expériences d'interférences en micro-ondes requièrent moins de précision et de réglage qu'avec les ondes lumineuses.

En outre, il est même possible d'illustrer certains phénomènes quantiques comme l'effet tunnel.

### ONDES EVANESCENTES ET EFFET TUNNEL (TPW914) :

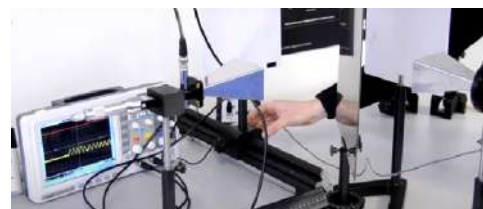
On utilise un prisme en paraffine pour changer l'indice du milieu de propagation des micro-ondes. Le prisme est orienté de façon à ce que les rayons incidents arrivent selon l'angle de réflexion totale du prisme. Le signal en sortie de celui-ci est alors nul. Toutefois, quand on approche un second prisme identique en opposition avec une distance de l'ordre de la longueur d'onde, le signal est de nouveau transmis grâce aux ondes évanescentes.

Ce phénomène de réflexion totale frustrée s'apparente à l'effet tunnel.



### INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON EN MICRO-ONDES (TPW915/TPW916) :

Pour que des ondes de fréquence identique puissent interférer, il faut que le déphasage entre ces ondes soit constant, c'est-à-dire qu'elles soient cohérentes. L'interféromètre de Michelson permet de faire la superposition de deux ondes qui se déplacent dans la même direction après avoir parcouru des chemins différents. Une plaque semi-réfléchissante aux micro-ondes partage le faisceau incident en une partie réfléchie et une partie transmise. Ces deux faisceaux sont réfléchis par des écrans métalliques qui font office de miroir et qui sont placés sur des bancs gradués afin de pouvoir maîtriser et mesurer la variation de trajet. Si la différence de trajet entre les deux ondes est égale à multiple de la longueur d'onde, alors il y aura interférence constructive et le récepteur enregistrera un maximum.

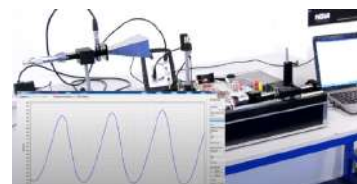


### ÉTUDE D'UNE CAVITÉ D'ONDES STATIONNAIRES (TPW916) :

Avec l'émetteur Gunn à cavité variable, il est possible de varier la fréquence d'émission de 8 à 12 GHz et donc de modifier la longueur d'onde des ondes stationnaires.

Pour cette étude, le récepteur à cornet ne convient pas car il moyenne le signal et sera un élément perturbateur lorsque placé au cœur d'une cavité micro-ondes. On utilise alors une antenne ponctuelle.

On ferme la cavité micro-ondes à l'aide d'un écran métallique. On place ensuite l'antenne sur la platine motorisée. L'interface NovaControl permet de piloter la platine et d'enregistrer directement le signal de l'antenne en fonction de la position de celle-ci, et de repérer précisément les noeuds et les ventres.



| EXPERIENCES CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Etude du phénomène d'ondes évanescentes en Micro-ondes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Émetteur Diode Gunn 8-12 GHz avec cornet métallique et cavité accordable par vernier micrométrique</li> <li>Récepteur Diode Schottky avec cornet métallique orientable et gradué sur 360°</li> <li>Interface de pilotage avec mode émission continue et mode émission modulée par un créneau</li> <li>2 prisme en paraffine grand modèle hauteur 20cm, avec plateaux support</li> <li>1 banc prismatique aluminium plein, de longueur 120cm, gradué au mm</li> <li>4 cavaliers prismatiques coulissants et 1 pied d'optique en V</li> <li>1 oscilloscope numérique 2 voies 30MHz minimum</li> <li>Accessoires et connectique nécessaire au bon fonctionnement des expériences</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                          | TPW914 | 1980 €   |
| <b>TP Interféromètre de Michelson et Miroir de Lloyd en Micro-ondes, avec bancs prismatiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Émetteur Diode Gunn 8-12 GHz avec cornet métallique et cavité accordable par vernier micrométrique</li> <li>Récepteur Diode Schottky avec cornet métallique orientable et gradué sur 360°</li> <li>Interface de pilotage avec mode émission continue et mode émission modulée par un créneau</li> <li>2 écrans métalliques + 1 écran semi-transparent pour réalisation d'un interféromètre de Michelson</li> <li>Bancs prismatiques aluminium plein, de longueur 60cm+60cm, gradués au mm</li> <li>Accouplement goniométrique gradué sur 360° avec index et colonne support pour tige dia.10mm</li> <li>2 cavaliers prismatiques coulissants et 2 pieds d'optique en V</li> <li>1 oscilloscope numérique 2 voies 30MHz minimum</li> <li>Accessoires et connectique nécessaire au bon fonctionnement des expériences</li> </ul>                                                    | TPW915 | 1890 €   |
| <b>TP Interféromètre et cavité d'ondes stationnaires en Micro-ondes, sur PC, avec plateforme pilotable</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Émetteur Diode Gunn 8-12 GHz avec cornet métallique et cavité accordable par vernier micrométrique</li> <li>Récepteur Diode Schottky avec cornet métallique orientable et gradué sur 360°</li> <li>Sonde Antenne Schottky sans cornet, pour analyse ponctuelle du niveau d'onde</li> <li>Interface de pilotage avec mode émission continue et mode émission modulée par un créneau</li> <li>2 écrans métalliques + 1 écran semi-transparent pour réalisation d'un interféromètre de Michelson</li> <li>4 pieds d'optique en V dont un avec réglage latéral</li> <li>1 plateforme de translation pilotable par ordinateur avec acquisition et synchronisation du signal</li> <li>Logiciel d'acquisition du signal de l'antenne en fonction de sa position dans la cavité</li> <li>Accessoires et connectique nécessaire au bon fonctionnement des expériences</li> </ul> | TPW916 | 1800 €   |

# ONDES CENTIMÉTRIQUES

## Vérification des propriétés des ondes électromagnétiques

Alors que les longueurs d'ondes de la lumière visible se situent autour de 0,5  $\mu\text{m}$ , celles des micro-ondes sont de l'ordre de quelques centimètres (domaine des hyperfréquences).

Ces ondes centimétriques obéissent à la même théorie de Maxwell que les ondes visibles et donnent lieu aux mêmes phénomènes physiques.

En particulier, dans l'air, les ondes hertziennes peuvent être dirigées, focalisées, réfractées, polarisées, etc.

### EXPÉRIENCES RÉALISABLES :

- Fonctionnement et caractérisation d'une diode Gunn (TPW911/912)
- Propagation des micro-ondes dans l'air (TPW911/912)
- Transmission et absorption des micro-ondes (TPW911/912)
- Polarisation d'une diode réceptrice (Schottky) (TPW911/912)
- Vérification expérimentale de la loi de Malus (TPW911/912)
- Loi du rayonnement en carré inverse (TPW912)
- Réflexion, Réfraction des micro-ondes (TPW912)
- Détermination de l'indice de la paraffine (TPW912)
- Diffraction par une fente (TPW912)
- Interférences par des fentes d'Young (TPW912)



| EXPERIENCES CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Introduction aux Ondes centimétriques : Propagation, Polarisation, Réflexion, Absorption</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Émetteur Diode Gunn 8-12 GHz avec cornet métallique et cavité accordable par vernier micrométrique</li> <li>• Récepteur Diode Schottky avec cornet métallique</li> <li>• Interface de pilotage avec mode émission continue et mode émission modulée par un créneau</li> <li>• Accessoires : 1 écran métallique, 1 grille métallique, 1 support porte-écrans</li> <li>• 3 pieds d'optique en V</li> <li>• 1 oscilloscope numérique 2 voies 30MHz minimum</li> <li>• Câbles BNC et connectique nécessaire au bon fonctionnement des expériences</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | TPW911 | 1390 €   |
| <b>TP Etude complète des Micro-Ondes sur bancs goniométriques : Réfraction, Diffraction, Interférences</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Émetteur Diode Gunn 8-12 GHz avec cornet métallique et cavité accordable par vernier micrométrique</li> <li>• Récepteur Diode Schottky avec cornet métallique orientable et gradué sur 360°</li> <li>• Sonde Antenne Schottky sans cornet, pour analyse ponctuelle du niveau d'onde</li> <li>• Interface de pilotage avec mode émission continue et mode émission modulée par un créneau</li> <li>• 1 fente simple pour la diffraction, 1 bi-fente pour les interférences, 1 grille pour la polarisation</li> <li>• 2 écrans métalliques + 1 écran semi-transparent pour réalisation d'un interféromètre de Michelson</li> <li>• 1 prisme en paraffine petit modèle pour étude de la réfraction, avec son plateau support</li> <li>• Bancs prismatiques aluminium plein, de longueur 60cm+120cm, gradués au mm</li> <li>• Accouplement goniométrique gradué sur 360° avec index et colonne support pour tige dia.10mm</li> <li>• 2 cavaliers prismatiques coulissants</li> <li>• 2 pieds d'optique en V</li> <li>• 1 oscilloscope numérique 2 voies 30MHz minimum</li> <li>• Câbles BNC et connectique nécessaire au bon fonctionnement des expériences</li> </ul> | TPW912 | 1980 €   |
| ELEMENTS AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
| Antenne Schottky sans cornet, pour analyse ponctuelle du niveau d'onde en ondes stationnaires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WEC025 | 150 €    |
| Récepteur Schottky avec cornet orientable sur 360° avec graduation de l'angle au degré                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WEC020 | 300 €    |
| Émetteur Diode Gunn à fréquence variable 8-12 GHz, cornet métallique et cavité accordable par vernier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | WEC015 | 480 €    |
| Console de pilotage Micro-Ondes, émission continue ou modulée créneau + amplification                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | WEC050 | 300 €    |
| Platine motorisée pour relevé des ondes stationnaires, avec interface et logiciel d'acquisition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | WEC083 | 600 €    |
| Ecran semi-réfléchissant aux micro-ondes, avec support sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | WEC065 | 90 €     |
| Prisme en paraffine petit modèle pour étude de la réfraction, avec son plateau support                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WEC061 | 60 €     |
| Prisme en paraffine grand modèle hauteur environ 20cm pour effet tunnel et réflexion totale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WEC062 | 120 €    |
| Lentille en paraffine grand modèle hauteur environ 20cm, convergente avec support                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | WEC069 | 120 €    |
| Ecran Fente unique, métallique, sur tige dia.10mm pour étude diffraction                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | WEC071 | 39 €     |
| Ecran Bi-fente, métallique, sur tige dia.10mm pour étude interférences                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WEC072 | 39 €     |
| Ecran Grille métallique, sur tige dia.10mm pour étude polarisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | WEC073 | 39 €     |
| Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EIO503 | 315 €    |

## MICRO-ONDES GUIDÉS

**Banc Hyperfréquences (bande X - 10 GHz)**

Il existe plusieurs sortes d'émetteurs et de détecteurs suivant le domaine d'application.  
- Nous utilisons dans nos kits une diode Gunn qui est un émetteur de faible puissance (10mW).

Plusieurs types de guides d'ondes peuvent transporter l'énergie (lignes coaxiales, microrubans, guides métalliques creux).  
- Nous proposons principalement des guides métalliques rectangulaires creux qui peuvent propager divers modes. Aux fréquences de l'ordre de 10 GHz, ces guides ont des pertes (par absorption du diélectrique et effet Joule dans les conducteurs) beaucoup plus faibles que les lignes coaxiales.

## EXPÉRIENCES RÉALISABLES EN HYPERFREQUENCES :

- **Etude d'une cavité résonnante hyperfréquence (TPW776-TPW777)**
  - Modes de propagation TE et TM
  - Cavités en volume vide, ou remplies d'un diélectrique
  - Couplage critique, pulsation minimum, coefficient de qualité
  - Mesure de la constante diélectrique de liquides et solides
  - Mesure de déphasage en hyperfréquences
- **Multiplexage et Couplage directionnel (TPW777)**
  - Réalisation d'un circuit hyperfréquence
  - Couplage directionnel
  - Propagation par des transitions courbes ou spiralées



| EXPERIENCES CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <p><b>TP Etude d'une cavité résonnante vide ou diélectrique, en hyperfréquence</b></p> <p>Oscillateur Gunn accordable avec cavité de résonance<br/> Modulateur PIN pour diode Gunn + Isolateur anti-retour d'onde<br/> Interface d'alimentation et de modulation de la Diode Gunn et connectique BNC<br/> Sonde réceptrice Schottky avec coupleur BNC<br/> Guide d'onde à fente avec support de sonde translatable<br/> TOSmètre multicalibre avec double échelle (Exp et Linéaire), et ajustement fin du Gain<br/> Fréquencemètre à lecture directe par vernier hélicoïdal<br/> Atténuateur variable avec vernier micrométrique<br/> Variateur de phase avec vernier micrométrique<br/> Transitions fixes, mobiles, de fin de chaîne, d'adaptation...<br/> Cavité cylindrique à volume vide ou pouvant accueillir des diélectrique<br/> Cellule diélectrique solide avec réflecteur réglable + cellule diélectrique liquide avec piston réglable<br/> Lot de solides diélectriques d'étude (Teflon, Nylon, Ebonite, Perspex, Paraffine...)<br/> Supports et pieds haute stabilité pour maintien des guides (x4)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TPW776 | 6000 €   |
| <p><b>TP Etude complète des hyperfréquence : guide d'onde, cavité résonnante, rayonnement, antennes....</b></p> <p>Oscillateur Gunn accordable avec cavité de résonance<br/> Modulateur PIN pour diode Gunn + Isolateur anti-retour d'onde<br/> Interface d'alimentation et de modulation de la Diode Gunn et connectique BNC<br/> Sonde réceptrice Schottky avec coupleur BNC<br/> Guide d'onde à fente avec support de sonde translatable<br/> TOSmètre multicalibre avec double échelle (Exp et Linéaire), et ajustement fin du Gain<br/> Fréquencemètre à lecture directe par vernier hélicoïdal<br/> Atténuateur variable avec vernier micrométrique<br/> Variateur de phase avec vernier micrométrique<br/> Transitions fixes, mobiles, de fin de chaîne, d'adaptation...<br/> Paire de cornets à gain standard, pour propagation en air libre<br/> Antennes à fentes étroites et larges<br/> Coupleur en T pour champ E et pour champ H, coupleur triple en Y<br/> Coupleurs directionnels 10dB<br/> Transitions spiralée et courbes<br/> Détecteur guide d'onde, sortie BNC<br/> Atténuateur calibré 3 db + Atténuateur calibré 10 db<br/> Cavité cylindrique à volume vide ou pouvant accueillir des diélectrique<br/> Cellule diélectrique solide avec réflecteur réglable + cellule diélectrique liquide avec piston réglable<br/> Lot de solides diélectriques d'étude (Teflon, Nylon, Ebonite, Perspex, Paraffine...)<br/> Supports et pieds haute stabilité pour maintien des guides (x4)<br/> 2 rails de 60cm avec cavaliers coulissants pour maintien des guides (x4)<br/> Plateau tournant pouvant être couplés aux rails, pour mesure du diagramme de rayonnement<br/> Connectique nécessaire et mallettes de rangement</p> | TPW777 | 7980 €   |



# HYPERFRÉQUENCES

## Banc Hyperfréquences (bande X - 10 GHz)

Les hyperfréquences sont remarquables par le fait que leur d'onde permet de réaliser des émissions d'une très grande directivité à l'aide d'antennes de dimensions assez réduites. De ce fait, les équipements rayonnants sont moins sensibles aux parasites d'origines atmosphérique ou industrielle.

Généralement un système hyperfréquence utilisé en télécommunication est composé :

- un émetteur, qui génère l'énergie hyperfréquence nécessaire à la liaison,
- un câble de liaison qui sert au transport de l'énergie hyperfréquence produite par l'émetteur,
- une antenne qui va rayonner.

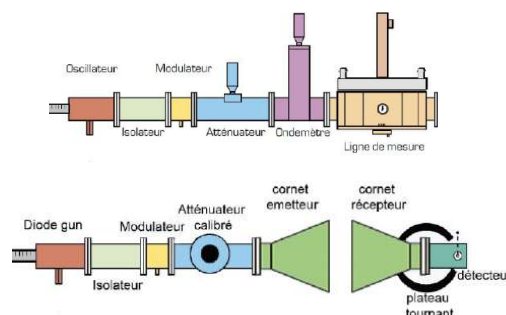
### EXPÉRIENCES RÉALISABLES EN HYPERFREQUENCES :

#### • Propagation dans un guide d'ondes rectangulaire (TPW772-TPW776-TPW777)

- Modes de propagation TE et TM
- Coefficient de réflexion et impédance caractéristique
- Ondes stationnaires, Mesure de la longueur d'onde
- Taux d'ondes stationnaires
- Phase, vitesse de phase, vitesse de groupe

#### • Rayonnement d'un cornet, zone de rayonnement (TPW774-TPW777)

- Distribution de sources ponctuelles, zone de Fraunhofer
- Diffraction d'une onde par une ouverture équiphase



| EXPERIENCES CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Etude d'un guide d'onde Hyperfréquences</b><br>Oscillateur Gunn accordable avec cavité de résonance<br>Modulateur PIN pour diode Gunn<br>Interface d'alimentation et de modulation de la Diode Gunn et connectique BNC<br>Isolateur anti-retour d'onde<br>Sonde réceptrice Schottky avec coupleur BNC<br>Guide d'onde à fente avec support de sonde translatable<br>TOSmètre multicalibre avec double échelle (Exp et Linéaire), et ajustement fin du Gain<br>Fréquence-mètre à lecture directe par vernier hélicoïdal<br>Atténuateur variable avec vernier micrométrique<br>Transition fixe simple<br>Transition mobile<br>Transition de fin de chaîne<br>Supports et pieds haute stabilité pour maintien des guides (x4)                              | TPW772 | 4500 €   |
| <b>TP Etude du rayonnement d'une antenne</b><br>Oscillateur Gunn avec cavité de résonance<br>Modulateur PIN pour diode Gunn<br>Interface d'alimentation et de modulation de la Diode Gunn et connectique BNC<br>Isolateur anti-retour d'onde<br>TOSmètre multicalibre avec double échelle (Exp et Linéaire), et ajustement fin du Gain<br>Paire de cornets à gain standard, pour propagation en air libre<br>Détecteur guide d'onde, sortie BNC<br>Atténuateur calibré 3 db + Atténuateur calibré 10 db<br>Transition fixe simple<br>Transition mobile<br>Transition de fin de chaîne<br>2 rails de 60cm avec cavaliers coulissants pour maintien des guides (x4)<br>Plateau tournant pouvant être couplés aux rails, pour mesure du diagramme de rayonnement | TPW774 | 4800 €   |
| ELEMENTS AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
| Sonde Schottky ponctuelle pour banc HFI avec guide d'onde à fente et support de translation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WEC725 | 600 €    |
| Détecteur Schottky avec guide d'onde pour banc HFI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WEC720 | 300 €    |
| Émetteur Diode Gunn accordable pour banc HyperFréquence HFI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WEC715 | 690 €    |
| Isolateur anti-retour d'onde pour guide d'onde HFI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WEC730 | 330 €    |
| Modulateur PIN pour diode Gunn et guide d'onde HFI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WEC731 | 330 €    |
| Atténuateur variable 0-20db pour guide d'onde HFI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WEC732 | 300 €    |
| Fréquence-mètre à lecture directe par vernier hélicoïdal pour guide d'onde HFI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | WEC740 | 600 €    |
| Paire d'antenne cornets pour émetteur et détecteur HFI, gain 16dB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WEC744 | 390 €    |
| Système de rails et plateau tournant pour diagramme de rayonnement, avec supports coulissants                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WEC750 | 480 €    |

# ONDES MECANQUES : CUVES À ONDES

## Ondes très basses fréquences

Niveau Lycée

Les propriétés fondamentales des ondes sont identiques, qu'il s'agisse d'ondes d'eau, d'ondes sonores ou d'ondes électromagnétiques telles que la lumière. Ainsi, la cuve à ondes offre une bonne introduction à tous les types de propagation d'ondes et d'interférences.

Le générateur d'ondes se déplace soit de manière synchrone avec les flashes provenant du stroboscope, ce qui semble geler le mouvement des vagues - soit avec un petit décalage de fréquence, ce qui fait que le modèle d'onde se déplace comme s'il était au ralenti. Les modèles de vagues peuvent être observés sur le dessus de table, sur la plaque de verre dépoli fournie ou projetés sur le mur.

### EXPÉRIENCES RÉALISABLES AVEC LA CUVE À ONDES :

#### • Vérification de la relation $v = f \lambda$ :

En utilisant le plongeur linéaire, des ondes parallèles planes peuvent être produites. On varie la fréquence d'excitation et on mesure la distance entre 2 crêtes d'onde pour calculer la vitesse de propagation de l'onde.

#### • Réflexion et réfraction :

En utilisant le plongeur linéaire, des ondes parallèles planes peuvent être produites. La réflexion et la réfraction des ondes peuvent être démontrées en utilisant des obstacles appropriés dans la cuve d'eau.

#### • Interférences par 2 sources ponctuelles :

Des interférences se produisent lorsque deux plongeurs à source ponctuelle génèrent des ondes circulaires. La distance entre les sources et leur fréquence peut être réglée.

#### • Interférences par les fentes d'Young :

Lorsqu'une onde plane rencontre une barrière à deux fentes, ceux-ci agissent comme deux nouvelles sources ponctuelles, donnant lieu au même schéma d'interférence.

#### • Influence de la hauteur d'eau :

Toujours en excitation d'ondes parallèles planes, on rajoute un bloc de quelques millimètres sur une partie de la cuve pour diminuer



### EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC

#### TP Introduction aux ondes mécanique avec cuve ondes EasyKit

- Cuve à assembler avec miroir de projection et écran de visualisation
- Générateur d'ondes à fréquence réglable (1-60 Hz) avec afficheur
- Stroboscope à LED 3 W sur flexible avec alimentation : 12V / 1 A continu
- Ecran de visualisation : 333x320 mm
- 1 jeu de 3 excitateurs (onde simple, onde double, et onde plane)
- 1 jeu de 7 accessoires (trapézoïde, biconcave, biconvexe, faces parallèles)

TPW223

480 €

#### TP Etude des ondes dans l'eau avec cuve à ondes FK

- Cuve en métal et plexiglass sur pieds en acier : 314x363x30mm
- Miroir, dépoli et structure de projection
- Vibreur électromécanique
- Générateur TBF 0-100Hz synchronisable avec stroboscope et vibreur
- Stroboscope synchronisable à LED
- Accessoires et embouts pour génération de vagues
- Accessoires pour étude de la réflexion et réfraction
- Accessoires pour étude des interférences

TPW222

795 €

### ACCESSOIRES ET ELEMENTS AU DETAIL

## REF

## PRIX TTC

Cuve à ondes seule, sans vibreur, sans stroboscope, en malette

WMV220

450 €

Générateur Basse Fréquence OWON 10MHz avec module d'amplification 10W

EIG112P

420 €

Vibreur électromécanique FK, avec embout 4mm adaptateur

WMV100

150 €

Système de génération de vagues, balancier + lot de plongeurs (simple, double, plan) pour vibreur FK

WMV108

75 €

Stroboscope LED FK, avec générateur TBF, 1 à 100Hz, synchronisable avec vibreur

WMV221

240 €

# ONDES MECANQUES : CANAL À VAGUES

## Ondes à la surface de l'eau

Une vague est une déformation de la surface d'une masse d'eau. Comme toutes les ondes, les vagues peuvent se réfléchir, se diffracter et se réfracter.

Le canal à vagues Nova Physics permet d'étudier le comportement de vagues régulières périodiques ou irrégulières en conditions d'eau profonde, de vérifier certaines propriétés ondulatoires, d'étudier les différentes modélisations (Stokes, Euler, Airy...) et leurs limites sur le comportement des vagues en profondeur constante, lorsque la hauteur d'eau n'est plus suffisante ou lorsque l'onde est dite "solitaire". Il est également possible d'introduire quelques notions de mécanique des fluides, de viscosité, de dispersion, de déferlement et de dérive.

### GÉNÉRATEUR DE VAGUES POLYVALENT :

Le moteur de couple 40Ncm et le système de translation du générateur de vagues est capable de délivrer des secousses de manière impulsionnelle ou continue :

- à des vitesses d'excitation jusqu'à 20cm/s
- à des fréquences d'oscillation jusqu'à 5Hz
- avec 3 niveaux d'amplitude de translation : 13-20-30mm

### EXPÉRIENCES RÉALISABLES AVEC LE CANAL À VAGUES :

#### • Vague d'Airy, Onde solitaire

Utilisé en mode impulsionnel, le générateur de vagues va délivrer une oscillation excitatrice unique et former une vague unique qui se propagera et se déformera selon différents paramètres comme la hauteur d'eau. Avec une caméra rapide, il est facilement possible d'étudier pas à pas la propagation et l'évolution de la forme de cette vague.

#### • Vagues en résonance dans une cavité fermée

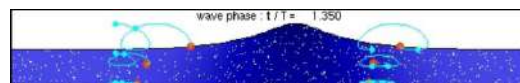
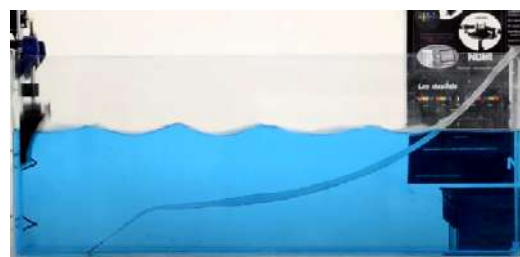
Le générateur est cette fois-ci utilisé en mode continu. À l'aide d'un GBF, vous pouvez modifier et ajuster précisément la fréquence d'oscillation de l'excitateur pour trouver celle qui provoque une résonance avec la masse d'eau contenue dans la cuve et former un système stationnaire de houle comme sur la photo du haut.

#### • Influence de la hauteur d'eau sur le comportement des vagues

À l'aide de plaques rigides ou souples, on modifie le profil du fond et donc la hauteur d'eau pour étudier son influence sur la fréquence, l'amplitude et la forme de la vague.

#### • Dispersion des vagues, dérive, mouvement des particules

Au passage d'une vague, les particules de fluide décrivent des ellipses presque fermées, dont la taille décroît avec la profondeur. Le fait que les ellipses ne soient pas fermées montrent l'existence d'une dérive qui peut être tracée en chronophotographie.



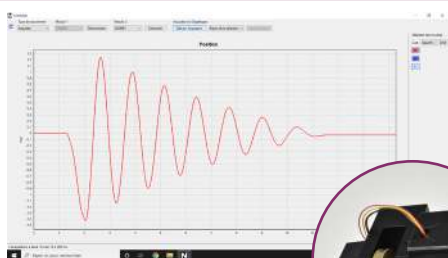
| EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>TP Ondes mécaniques dans un canal à vagues</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuve à assembler en altuglass épaisseur 10mm, dimensions 100x15x30cm avec accessoires de montage</li> <li>• Générateur de vagues à fréquence pilotable par GBF, avec réglage d'amplitude et plongeur frontal</li> <li>• Système de fixation adapté par double serre-joint</li> <li>• Colorant de visualisation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | TPW800 | 750 €    |
| <b>TP Complet sur l'étude des ondes dans un canal à vagues, avec instrumentation et accessoires</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuve à assembler en altuglass épaisseur 10mm, dimensions 100x15x30cm avec accessoires de montage</li> <li>• Plaque rigide en altuglass épaisseur 5mm pour variation linéaire du fond et de la hauteur d'eau</li> <li>• Plaque souple en aluminium épaisseur 0.5mm pour variation non linéaire du fond et de la hauteur d'eau</li> <li>• Générateur de vagues à fréquence pilotable par GBF, avec réglage d'amplitude et plongeur frontal</li> <li>• Plongeur à profil courbé pour excitation verticale</li> <li>• GBF 10MHz 2 voies avec écran TFT 4 pouces</li> <li>• Caméra rapide 2Mpixels - 260 images par seconde pour acquisition chronophotographique</li> <li>• Système de fixation adapté par double serre-joint</li> <li>• Lot de colorant + flotteurs + solution de particules de visualisation des courants et de la dérive</li> </ul> | TPW810 | 1500 €   |
| ACCESSOIRES ET ELEMENTS AU DETAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
| Cuve à assembler en altuglass ép. 10mm - Dimensions 100x15x30cm - Avec accessoires de montage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | WMF124 | 300 €    |
| Générateur Basse Fréquence OWON 10MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EIG112 | 297 €    |
| Générateur de vagues polyvalent pilotable par GBF, mode continu et impulsionnel, plongeur frontal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | WMF800 | 390 €    |
| Lot de 2 plaques de long. 100cm de largeur proche de 15cm, 1 rigide, 1 souple, pour variation du fond                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | WMF102 | 60 €     |
| Caméra rapide CMOS 2Mpixels Nova180, 260 images par seconde, pour chronophotographie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | COC480 | 270 €    |

## OSCILLATIONS &amp; PENDULES

Niveau Lycée

## Plusieurs niveaux d'expériences et méthodes d'acquisition

- Modèle du pendule simple (TPM201/202/203)
- Mouvement d'un pendule pesant (TPM201/202/211/212)
- Etude énergétique : énergie cinétique et potentielle
- Réalisation d'un portrait de phase
- Etude de l'influence des frottements
- Moment d'inertie du pendule pesant
- Emploi d'une gyromètre (TPM202/212)
- Poulie électronique (TPM204)



Pendule oscillant avec acquisition numérique par la poulie électronique 500pts/tour.  
Ref. TPM204



Pendule pesant supérieur avec acquisition numérique par la centrale inertielle bluetooth DynNova.  
Ref. TPM212

Plus d'informations  
sur la centrale  
inertielle DynNova  
à la page 234



| TP CLÉS EN MAIN                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF                              | PRIX TTC      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------|
|                        | <b>TP Pendule oscillant simple avec poulie électronique</b><br>1 Potence à trépied lourd haute stabilité, hauteur 100cm avec noix et poulie<br>1 Poulie électronique 500cpr avec logiciel<br>1 Jeu de 2 ressorts hélicoïdal<br>1 Jeu de masses à crochet de 50 à 500g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Avec Poulie Numérique<br>TPM204  | <b>420 €</b>  |
|                        | <b>TP Oscillations d'un pendule simple avec caméra rapide</b><br>1 Socle potence avec poulie et ficelle à crochet<br>1 Rapporteur gradué de -90 à +90°<br>3 Boules de dia.30mm de masses différentes : laiton, aluminium, bois<br>1 caméra rapide 120 fps à 640*380 pixels, sur pied d'optique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Acquisition Vidéo<br>TPM203      | <b>210 €</b>  |
|                        | <b>TP Oscillations d'un pendule pesant et pendule pesant simple</b><br>1 Structure de pendule standard : hauteur 60cm, poids 5kg<br>1 Codeur potentiomètre sur roulement, sorties analogiques 4mm<br>1 Tige diamètre 8mm en inox pour pendule pesant<br>1 Tige diamètre 8mm en carbone pour pendule pesant simple<br>1 Ecran de génération de frottement fluides avec rapporteur gradué<br>1 Système de génération de frottements solides par friction<br>1 Masse coulissante<br>Oscillo. numérique + Alim. symétrique +12/-12V précablée (TPM201) ou<br>Centrale inertielle bluetooth DynNova avec attache et logiciel (TPM202)                                                                   | Acquisition Analogique<br>TPM201 | <b>945 €</b>  |
|                        | <b>TP Oscillations d'un pendule, gamme supérieure</b><br>1 Structure de pendule supérieure : hauteur 75cm, poids 12kg<br>1 Codeur potentiomètre sur roulement, sorties analogiques 4mm<br>1 Tige diamètre 10mm en inox avec support de masses et contrepoids<br>1 Système de génération de frottements fluides par courants de Foucault<br>1 Système de génération de frottements solides par friction<br>1 Jeu complet de masses pour variation du moment d'inertie<br>1 Mandrin serrant, pour couplage avec un autre pendule ou étude torsion<br>Oscillo. numérique + Alim. symétrique +12/-12V précablée (TPM211) ou<br>Centrale inertielle bluetooth DynNova avec attache et logiciel (TPM212) | Acquisition Analogique<br>TPM211 | <b>1530 €</b> |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acquisition Numérique<br>TPM212  | <b>1470 €</b> |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF                              | PRIX TTC      |
| Pendule supérieur avec sorties analogiques et systèmes de frottements, hauteur 75cm, poids 10kg           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | MOP100                           | <b>1095 €</b> |
| Pendule pesant/pesant simple avec sorties analogiques, Modèle standard : hauteur 60cm, poids 5kg          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | MOP050                           | <b>498 €</b>  |
| Oscilloscope numérique 2 voies 30MHz écran TFT 8"                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EIO503                           | <b>315€</b>   |
| Alimentation symétrique +10/-10V à +15/-15V - 2A ELC ALF1502D précablée                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EIA152                           | <b>135€</b>   |
| Poulie électronique avec codeur 500cpr sur roulement à bille. Logiciel d'acquisition et de mesure fourni. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CMP536                           | <b>297 €</b>  |
| Caméra rapide Nova60, 120 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | COC460                           | <b>120 €</b>  |
| Centrale inertielle miniature BabyDynNova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CMD366                           | <b>399 €</b>  |



# OSCILLATIONS COUPLÉES

**Différents types de couplages et nombreuses études possibles, plus ou moins avancées**

- Mouvement d'un pendule pesant (TPM221/222/223/224)
- Etude d'un pendule de torsion (TPM221)
- Oscillateurs couplés multiples (TPM222/223/224)
- Pendules en résonance sympathique (TPM221)
- Détermination des fréquences propres (Tous)
- Evolution des fréquences propres en fonction du couplage (TPM221/222/223/224)
- Excitation et résonnance (Tous)
- Ajout de freinages fluides et solides (TPM221)

## FROTTEMENTS FLUIDES ET SOLIDES

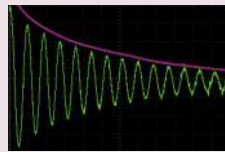
Les pendules MOP050 et MOP100 disposent de systèmes et accessoires permettant de comparer le comportement d'un freinage solide et d'un freinage dit fluide sur l'amplitude des oscillations.

Le freinage fluide peut être réalisé en générant des courants de Foucault ou par résistance de l'air.

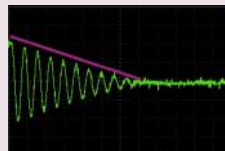
Le freinage solide est réalisé par appui progressif d'un patin sur l'axe de rotation du pendule.



Frottements fluides



Frottements solides



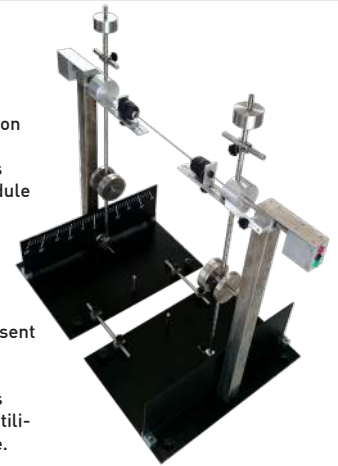
## POLYVALENCE

Pendules supérieurs couplés par une tige de torsion en laiton sur différentes longueurs et diamètres. L'un des pendules peut être bloqué, l'autre pendule devient alors un pendule de torsion.

## FLEXIBILITÉ

A part le modèle MOP300 présent dans l'ensemble TPM231, les différents systèmes peuvent être découplés, libérant alors plusieurs pendules pesants utilisables de façon indépendante.

Ref. TPM221/222/223/224



| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF                                                                                                  | PRIX TTC                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|  <p><b>TP Pendules couplés face à face par tige de torsion</b></p> <p>2 Pendules pesant supérieurs avec systèmes de freinage fluide et solide<br/>1 Système de couplage par tiges de torsion en laiton<br/>2 Jeux complets de Masses d'étude<br/>1 Alimentation symétrique +12/-12V précablée<br/>1 Oscilloscope numérique 2 voies<br/>Toute la connectique nécessaire à l'expérience</p>                                              | TPM221                                                                                               | 2700 €                             |
|  <p><b>TP Pendules multiples couplés, côte à côte, par ressort</b></p> <p>2, 3 ou 4 pendules pesant standard (selon ref)<br/>3, 4 ou 5 ressorts de couplage (selon ref)<br/>2 potences haute stabilité d'extrémité pour fermeture du système<br/>1 Alimentation symétrique +12/-12V précablée<br/>1 Oscilloscope numérique 4 voies<br/>Toute la connectique nécessaire à l'expérience</p>                                              | 2 pendules couplés<br>TPM222<br><br>3 pendules couplés<br>TPM223<br><br>4 pendules couplés<br>TPM224 | 1890 €<br><br>2445 €<br><br>3000 € |
|  <p><b>TP Pendule exciteur-résonateur</b></p> <p>1 Système de pendules exciteur-résonateur avec couplage ressort<br/>1 Masse lourde coulissante sur tige inox<br/>1 Masse légère ajustable sur tige plate aluminium<br/>Capteurs potentiomètres avec sorties analogiques pour chaque bras<br/>1 Oscilloscope numérique 2 voies<br/>1 Alimentation symétrique +12/-12V précablée<br/>Toute la connectique nécessaire à l'expérience</p> | TPM231                                                                                               | 1440 €                             |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF                                                                                                  | PRIX TTC                           |
| Système de pendules exciteur-résonateur avec couplage ressort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MOP300                                                                                               | 990 €                              |
| Système de pendules couplés avec éléments de couplage et de torsion, et jeux de masses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | MOP200                                                                                               | 2160 €                             |
| Oscilloscope numérique 4 voies 60MHz écran TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EIO664                                                                                               | 420€                               |
| Oscilloscope numérique 2 voies 30MHz écran TFT 8"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EIO503                                                                                               | 315€                               |
| Alimentation symétrique +10/-10V à +15/-15V - 2A ELC ALF1502D précablée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | EIA152                                                                                               | 135€                               |
| Centrale inertielle miniature BabyDynnova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CMD366                                                                                               | 399 €                              |

# OSCILLATIONS LIBRES ET FORCÉES

## Dynamique en oscillations libres ou forcées :

- Oscillateur harmonique unidimensionnel
- Loi de Hooke, étude statique
- Pendule élastique, étude dynamique
- Pendule de Wilberforce, oscillateur couplé torsion/élongation
- Etude de l'influence des frottements
- Etude de la résonance
- Etude de l'amortissement dans un fluide
- Période propre d'un système

### OSCILLATEUR MASSE-RESSORT VERTICAL (TPM251/252/261/266)

Etude statique : Vérification de l'équation et mesure de la constante  $k$  du ressort

Etude dynamique pour déterminer la pulsation propre et la pseudo pulsation :

- Par chronophotographie avec la caméra rapide Nova60 (TPM251)
- Par un accéléromètre avec la centrale inertielle sans fils Baby DynNova (TPM252).

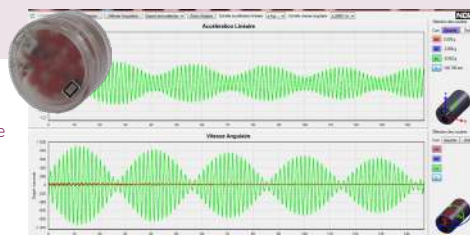
Etude énergétique pour déterminer l'évolution de l'énergie mécanique au cours du temps

### OSCILLATEUR FORCÉ D'UN SYSTÈME MASSE-RESSORT (TPM261/266)

On rajoute un moteur avec poulie excentrique pour imposer au système un mouvement sinusoïdal de fréquence fixée par l'utilisateur. La masse est ajustable et peut être plongée dans un liquide pour lui appliquer un amortissement par frottement fluide.

Par chronophotographie, on relève la position de la masse au cours du temps et plus particulièrement son déplacement maximal, afin de tracer la courbe de

Acquisition des battements torsion/élongation du pendule de Wilberforce avec la centrale inertielle 3 axes sans fils, DynNova (CMD366)



Acquisition du mouvement d'oscillation de la masse par chronophotographie avec la caméra Nova60 (COC460)



| TP CLÉS EN MAIN                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                                        | PRIX TTC           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|
|                      | <b>TP Oscillations libre masse-ressort et pendule de Wilberforce</b><br>1 potence à trépied lourd haute stabilité, hauteur 100cm avec noix et poulie<br>2 ressorts souples avec anneaux de suspension<br>1 jeu de masses empilables 10x50g à crochet<br>1 masse de «Wilberforce» avec corps de révolution ajustable<br>Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif et pied (TPM251) ou Centrale inertielle Dynnova avec système d'attache et logiciel (TPM252)                                                                              | Avec caméra rapide TPM251<br><br>Avec accéléromètre TPM252 | 285 €<br><br>555 € |
|                      | <b>TP Oscillations forcées, ensemble clés en main</b><br>1 Boitier de commande avec afficheur de fréquence<br>1 Moteur pas à pas avec poulie à excentrique réglable<br>1 potence H82cm avec socle séparé et règle graduée à zéro réglable<br>1 règle graduée à zéro réglable<br>1 ressort + 1 éprouvette aimantée<br>3 masselottes de poids différents<br>3 disques de diamètres différents<br>1 Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif et pied<br>1 Valise de rangement aimantée pour accessoires                                     | TPM261                                                     | 570 €              |
|                      | <b>TP Oscillations forcées avec système de bielle-manivelle pilotable par GBF</b><br>1 système de bielle-manivelle pilotable par GBF avec 3 niveaux d'amplitudes<br>1 potence à trépied lourd haute stabilité, hauteur 100cm avec noix et poulie<br>1 système de fixation sur table<br>2 ressorts souples avec anneaux de suspension<br>1 jeu de masses empilables 50g à 250g avec crochet (par paliers de 5,10,20g)<br>1 Générateur Basse Fréquence avec écran TFT, 10MHz minimum<br>1 Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif et pied | TPM266                                                     | 990 €              |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                                        | PRIX TTC           |
| Système de bielle-manivelle motorisée, pilotable par GBF, avec 3 niveaux d'amplitudes                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF266                                                     | 390 €              |
| Potence à trépied lourd haute stabilité, 5kg, hauteur 100cm avec noix et poulie                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OSP093                                                     | 99 €               |
| Ressort souple avec anneaux de suspension, diamètre 20mm, raideur 5N/m                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF005                                                     | 4,50 €             |
| Ressort souple avec anneaux de suspension, diamètre 30mm, raideur 4N/m                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF004                                                     | 4,50 €             |
| Jeu de masses empilables 100 à 1000g (support crochet 100g + 9x100g) en laiton                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF591                                                     | 30€                |
| Jeu de masses empilables 50 à 250g (support crochet 50g + 9x20g + 1x10g + 2x5g) en laiton,              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF592                                                     | 18€                |
| Jeu de masses empilables 50 à 500g (support crochet 50g + 9x50g) en laiton                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF595                                                     | 18€                |
| Masse avec corps de révolution ajustable par vis radiales, avec ressort adapté pour étude Wilberforce   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF052                                                     | 45€                |
| Caméra rapide Nova60, 120 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | COC460                                                     | 120 €              |
| Centrale inertielle miniature BabyDynNova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | CMD366                                                     | 399 €              |

# OSCILLATIONS AVEC PENDULES SPECIAUX

## Pendules particuliers permettant l'étude combinée de plusieurs phénomènes ou principes

- Pendule balistique : Vitesse d'un projectile, Conservation de mouvement, Pendule pesant composé
- Pendule gravitationnel : Accélération, Pesanteur, Pendule pesant
- Pendule tournant selon Pohl : Oscillations libres, Oscillations forcées, Freinage par courants de Foucault, Résonance
- Pendule de Waltenhofen : Freinage par courants de Foucault, Induction électromagnétique, Annulation des courants de Foucault

### EXPERIENCES CLES EN MAIN SUR LES PENDULES (TPM2XX)

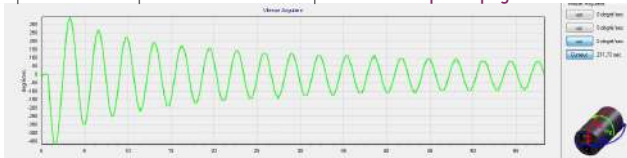
Les références commençant par TPM représentent les «expériences clés en main» de mécanique avec les sources d'alimentation nécessaires, les systèmes mécaniques et au moins un système d'acquisition. Toute la connectique et les accessoires essentiels sont fournis ainsi qu'une notice d'utilisation.

A la demande, il est possible de personnaliser ces ensembles en rajoutant ou enlevant des accessoires. Nous consulter : [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

Dans les tableaux inférieurs, sont listés les éléments clés du TP qui peuvent être achetés séparément si nécessaire. La plupart de ces

### CENTRALE INERTIELLE SANS FILS DYNNOVA (CMD366)

Le capteur sans fils astucieux permettant de moderniser et simplifier l'acquisition des expériences de mécanique. **En savoir plus : page XX**



Utilisation du gyromètre 3 axes contenu dans la centrale inertielle DynNova pour réaliser l'acquisition des oscillations d'un pendule avec un amortisse-

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                                                             | PRIX TTC                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  <p><b>TP Pendule balistique</b><br/>           1 Structure de pendule balistique avec réceptacle, hauteur 30cm<br/>           5 Niveaux de tension du ressort balistique et donc de vitesse initiale<br/>           1 Plaque rapporteur pour mesure de l'amplitude max<br/>           2 billes en acier et autres accessoires<br/>           Relevé de l'amplitude par tige de mesure (TPM241) ou par caméra rapide 120 fps @640x380 pixels (TPM242)</p>                                                                                                                          | <p>Mesure manuelle<br/>TPM241</p> <p>Avec caméra rapide<br/>TPM242</p>          | <p><b>375 €</b></p> <p><b>495 €</b></p> |
|  <p><b>TP Pendule gravitationnel variable avec centrale inertielle</b><br/>           Pendule avec système d'inclinaison du plan d'oscillation<br/>           Longueur de pendule max. : 280 mm<br/>           Masse de 500g<br/>           Cadran gradué pour lecture de l'angle du plan du pendule : 0° - 90°<br/>           Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif et pied (TPM243) ou Centrale inertielle Dynnova avec système d'attache et logiciel (TPM244)</p>                                                                                               | <p>Avec caméra rapide<br/>TPM243</p> <p>Avec centrale inertielle<br/>TPM244</p> | <p><b>390 €</b></p> <p><b>660 €</b></p> |
|  <p><b>TP Pendule tournant de Pohl</b><br/>           Pendule tournant avec anneau gradué et aiguilles sur le résonateur et l'excitateur.<br/>           Système oscillant constitué d'une roue en cuivre, montée sur un roulement à billes, et reliée à la barre de l'excitateur par un ressort spiral.<br/>           Moteur électrique relié par un excentrique avec réglage de la vitesse du moteur<br/>           Frein électromagnétique à courants de Foucault pour amortissement fluide<br/>           Alimentation CC 0-30V - 0-5A + multimètre 3 en 1 à 6000 points</p> | TPM246                                                                          | <b>1500 €</b>                           |
|  <p><b>TP Pendule de Waltenhofen</b><br/>           1 Noyau en U avec paire d'épanouissement polaires<br/>           2 Bobines 1200 spires<br/>           1 Potence stable, hauteur 80cm avec noix de serrage<br/>           1 Système de pendule de Waltenhofen avec 4 plaques de différentes formes<br/>           1 Alimentation CC 0-30V / 0-5A</p>                                                                                                                                                                                                                           | TPM248                                                                          | <b>900 €</b>                            |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF                                                                             | PRIX TTC                                |
| Pendule gravitationnel seul, avec plan d'oscillation variable et rapporteur gradué 0-90°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MOP398                                                                          | <b>249 €</b>                            |
| Pendule tournant de Pohl seul avec système oscillant motorisé et frein électromagnétique                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MOP360                                                                          | <b>1320 €</b>                           |
| Pendule de Waltenhofen seul, avec 4 plaques de différentes formes et potence support sur trépied                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | MOP380                                                                          | <b>240 €</b>                            |
| Pendule balistique seul avec lanceur 5 positions et jauge de mesure de l'angle maximal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | MOP340                                                                          | <b>375 €</b>                            |
| Multimètre Owon 3 en 1, 6000pts, LCD, Datalogger + Multimètre + Thermomètre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EIM250                                                                          | <b>60€</b>                              |
| Alimentation CC 0-30V / 0-5A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EIA301                                                                          | <b>99€</b>                              |
| Caméra rapide Nova60, 120 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | COC460                                                                          | <b>120€</b>                             |
| Centrale inertielle miniature BabyDynnova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CMD366                                                                          | <b>399 €</b>                            |

## VIBRATIONS MÉCANIQUES

Niveau Lycée

**Vibrations mécaniques/acoustiques :**

- Vibrations d'une corde de Melde (TPM111/112/121/122)
  - Ondes transversales
  - Ondes stationnaires
- Vibrations d'une lame (TPM121/122)
  - Résonance
  - Module de Young
- Vibrations d'une corde de piano en anneau (TPM121/122)
  - Ondes stationnaires
  - Longueur d'onde de Broglie
- Vibrations d'une membrane (TPM121/122)
  - Figures de Chladni, visualisation d'un son
  - Lignes nodales, modes propres

**VIBRATIONS LE LONG D'UNE CORDE (TPM111/112/121/122)**

Des ondes mécaniques apparaissent sur une corde tendue sous la forme d'ondes transversales. Il se forme des ondes stationnaires si le support est fixé à l'une de ses extrémités, car l'onde incidente et l'onde réfléchie à l'extrémité fixe de même amplitude et de même longueur d'onde se superposent. Si l'autre extrémité est également fixe, les ondes ne peuvent se propager que si des conditions de résonance sont remplies.

La corde est reliée à un générateur de vibrations qu'un générateur de fonctions amplifié amène à émettre des oscillations d'amplitudes notables et de fréquence réglable  $f$ . Cette extrémité peut être considérée comme à peu près fixe. Selon l'étude souhaitée, l'autre extrémité de la corde peut être fixée, ou alors reliée à un contrepoids ou à un ressort hélicoïdal. On mesure les fréquences propres en fonction du nombre de nœuds des ondes stationnaires. Ces données permettront de calculer la vitesse d'onde.

**VIBRATIONS DE FLEXION D'UNE LAME/POUTRE (TPM121/122)**

On utilise ici 6 lames en acier de même épaisseur, mais de longueurs différentes.

L'épaisseur de la lame étant faible, on peut négliger les ondes de cisaillement.

On soumet une vibration transversale à l'une des extrémités en augmentant progressivement la fréquence excitatrice. On relève les fréquences pour lesquelles chaque lame atteint son maximum de résonance, en fonction de sa longueur. On détermine visuellement plusieurs fréquences fondamentales jusqu'à 60Hz et ensuite par le niveau sonore jusqu'à 900Hz.

Pour aller plus loin, il est possible de remonter au module de Young de l'acier.



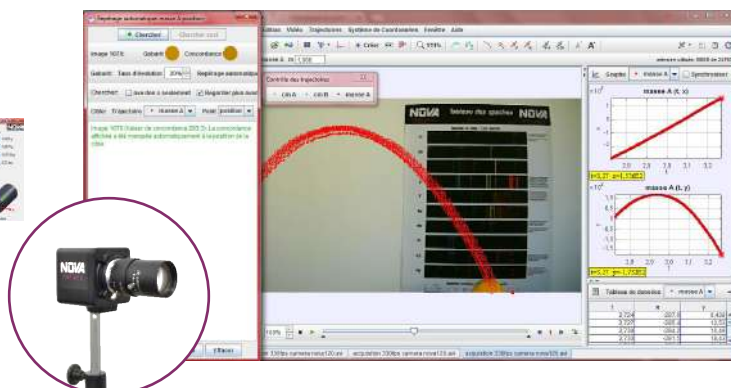
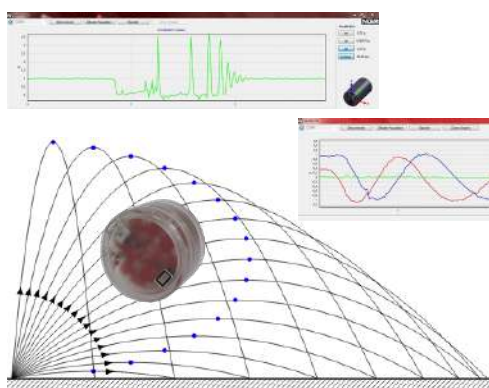
Tous les accessoires au détail dans le chapitre Mécanique Page 215

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF                       | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|
|  <b>TP Vibrations mécaniques le long d'une corde de Melde</b><br>1 Vibreur électromécanique sur pied d'optique avec corde de Melde<br>1 Potence avec poulie réglable en hauteur<br>1 Jeu de masses empilables 10x50g à crochet<br>1 GBF 25MHz avec sortie amplifiée 10W<br>Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif et pied (TPM111) ou Stroboscope à poignée 50-12000 flash/min (TPM112)                                                                                                                                                                                                                                                                         | Avec caméra rapide TPM111 | 825 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Avec stroboscope TPM112   | 930 €    |
|  <b>TP Etude complète des vibrations mécaniques</b><br>1 Vibreur électromécanique sur pied d'optique avec corde de Melde<br>1 Jeu de 6 lames vibrantes avec monture pour vibreur<br>1 Jeu de 2 plaques de Chladni (circulaire et carrée) avec monture + sable<br>1 Corde de piano en anneau avec monture pour vibreur<br>1 Ressort hélicoïdal et 1 dynamomètre numérique 0.1-50N<br>1 Potence avec poulie réglable en hauteur et support de dynamomètre<br>1 Jeu de masses empilables 10x50g à crochet<br>1 GBF 25MHz avec sortie amplifiée 10W<br>Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif et pied (TPM121) ou Stroboscope à poignée 50-12000 flash/min (TPM122) | Avec caméra rapide TPM121 | 999 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Avec stroboscope TPM122   | 1098 €   |
|  <b>TP Etude des ondes mécaniques avec un ondoscope/échelle de perroquet</b><br>1 Ondoscope (échelle de perroquet) motorisé avec structure métallique pliable composé de 29 pendules doubles couplés par un fil de nylon<br>1 Générateur d'ondes par moteur pas à pas avec affichage et réglage de la fréquence de rotation<br>Poids : 9kg - Hauteur 130cm - avec pieds supports pour le poser au sol                                                                                                                                                                                                                                                                         | TPM151                    | 660 €    |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | REF                       | PRIX TTC |
| Vibreur électromécanique Frederiksen avec tige support et corde de melde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | WMV100                    | 150 €    |
| Potence avec poulie ajustable en hauteur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OSP094                    | 75 €     |
| Dynamomètre numérique à crochet de suspension (5g - 5kg / 0.1N - 50N)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CMF155                    | 75 €     |
| Générateur Basse Fréquence, 25MHz avec fréquencemètre et sortie amplifiée 10W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EIG122P                   | 420€     |
| Caméra rapide Nova60, 120 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | COC460                    | 120 €    |
| Stroboscope Xénon 50-12000 flash/min - affichage LCD - résolution 0.1 fpm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | WMS235                    | 240 €    |



## CHUTE LIBRE &amp; JET PARABOLIQUE

- Etude de la chute libre (TPM311/313/326)
  - Accélération, Vitesse
  - Pesanteur, constante de gravité
- Etude d'une trajectoire parabolique (TPM321/326)
  - Equation de la trajectoire
  - Portée, Flèche, Chute parabolique
- Différentes méthodes d'acquisition :
  - Par mesure de temps de vol entre 2 points avec des barrières optiques et un chronomètre électronique
  - Par chronophotographie avec une caméra rapide
  - Avec une centrale inertielle sans fils, qui mesure les accélérations et les vitesses angulaires sur tous les axes



## CENTRALE INERTIELLE SANS FILS DYNNOVA (CMD366)

Ce capteur astucieux mesure des accélérations sur 3 axes, des vitesses de rotation autour de ces 3 axes, et envoie les données en temps réel à l'ordinateur, sans aucun fil parasitant l'expérience. C'est l'outil moderne et polyvalent pour les expériences de mécanique.

En savoir plus : page 235

## GAMME DE CAMERA RAPIDES NOVA (COC460/470/480)

Les caméras rapides Nova s'installent facilement, sont compatibles avec la grande majorité des logiciels courants, enregistrent des vidéos en format .avi facilement exploitables et avec un ratio résolution/cadence parmi les plus élevées du marché.

En savoir plus : page 205

## TP CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC

**TP Etude de la chute libre**

1 Structure graduée pour chute libre, hauteur 150cm, en aluminium  
1 Socle avec réceptacle aimanté  
1 Déclancheur électroaimant 6V avec connectique et alimentation 6/12V  
3 billes en acier de différents diamètre + fil à plomb  
Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif et pied (TPM311) ou Chronomètre électronique 1ms avec 2 barrières optiques (TPM313)

Avec caméra rapide  
TPM311

**360 €**

Avec chrono optique  
TPM313

**540 €**

**TP Etude des trajectoires paraboliques**

Lanceur balistique avec angles de jet 0 à 90°  
Système de fixation sur table  
3 Vitesses de jet, construction blindée, et 3 boules plastique dia.25mm  
Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif

Avec caméra rapide  
TPM321

**690 €**

**TP Etude des trajectoires et rebonds avec une centrale inertielle**

Centrale inertielle miniature DynNova avec système d'attache et logiciel  
Balle en mousse permettant l'insertion de la centrale inertielle en son centre

Avec centrale inertielle  
TPM326

**420 €**

## ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

## REF

## PRIX TTC

Dispositif de chute libre, structure 150cm + réceptacle aimanté + déclancheur électroaimant + 3 billes

MLC981

**180 €**

Chronomètre électronique 1/1000e avec modes de déclenchement et paire de barrières optiques

CML910

**270 €**

Lanceur balistique à angle ajustable avec support de fixation sur table

MPB145

**570 €**

Caméra rapide Nova180, 260 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige

COC480

**270€**

Caméra rapide Nova60, 120 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige

COC460

**120 €**

Centrale inertielle miniature BabyDynnova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition

CMD366

**399 €**

# MOUVEMENTS DE TRANSLATION

## Expériences avec bancs et tables à coussin d'air :

- Mouvement rectiligne uniformément accéléré (TPM391/393)

- Lois de Newton de la mécanique
- Trajectoire en fonction du temps
- Vitesse en fonction du temps
- Accélération instantanée et moyenne

- Chocs unidimensionnels (TPM391/393)

- Elasticité, inélasticité
- Énergie cinétique

- Chocs bidimensionnels (TPM395)



## BANC DE MÉCANIQUE/CINÉMATIQUE SANS FROTTEMENTS

- Expériences des lois de Newton sans frottements.
- Profilé spécifique assurant l'extrême rigidité du rail.
- Pied réglable pour assurer une parfaite stabilité et horizontalité.
- Nombreuses expériences de mécanique en mouvement réalisables.
- Moteur de soufflerie peu bruyant grâce à la turbine à sortie tangentielle.
- Sortie d'air réglable avec le variateur.
- Moteur puissant : alimentation possible de 2 bancs en simultanée.
- Facilement transportable grâce à la poignée.
- Synchronisation parfaite entre chronomètre et lanceur.
- Répétabilité du mécanisme de lancement.

## DEUX MÉTHODES DE MESURE

- Par chronophotographie à l'aide des caméras rapides NOVA qui allient haute cadence et haute résolution.
- Par chronométrage à l'aide du compteur numérique et de ses deux barrières optiques.

### TP CLÉS EN MAIN



#### TP Etude des lois de Newton avec un banc à coussin d'air

- 1 Rail profilé aluminium gradué avec ouvertures d'air, longueur 185cm
- 1 Soufflerie à débit réglable avec tuyau d'air comprimé adapté
- 2 Mobiles de translation, longueur 90mm
- 1 Lanceur électromagnétique
- 2 Supports pour barrière optique
- 1 Poulie d'accélération et lot d'accessoires de couplage et d'étude des chocs
- Pieds de réglage d'horizontalité
- Caméra rapide 120 fps @640x380 pixels, avec objectif (TPM911) ou Chronomètre électronique 1ms avec 2 barrières optiques (TPM913)

### REF

### PRIX TTC

Avec caméra rapide  
TPM391

**990 €**

Avec chrono optique  
TPM393

**1140 €**

### ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

### REF

### PRIX TTC

Banc à coussin d'air longueur 185cm avec accessoires (sans soufflerie, sans lanceur)

MLC900

**399 €**

Soufflerie à débit variable, pour banc à coussin d'air

MLC060

**399 €**

Chronomètre 1/1000ème avec paire de barrières optiques

CML910

**270 €**

Caméra rapide Nova180, 260 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige

COC480

**270€**

Caméra rapide Nova60, 120 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige

COC460

**120 €**

Lanceur électromagnétique pour banc à coussin d'air

MLC090

**99 €**

# MOUVEMENTS DE ROTATION

## Dynamique de rotation :

- Mouvement de rotation uniformément accéléré
  - Equation du mouvement de Newton
  - Angle de rotation en fonction du temps
  - Vitesse angulaire en fonction du temps
  - Accélération angulaire en fonction du couple
- Dynamique de rotation (TPM351/352/353)
- Moments d'inertie (TPM351/352/353)
- Pendule de torsion (TPM352)
- Force centrifuge (TPM352)



### POLYVALENT

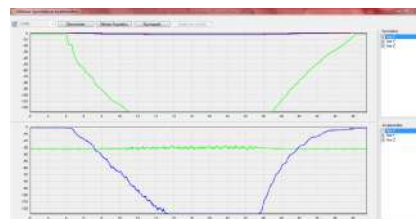
L'appareil permet d'étudier à lui seul les 4 principaux paramètres influant sur la rotation.

### QUANTITATIF

Appareil évolutif permettant des mesures par d'une centrale inertielle, d'un tachymètre, ou d'une cellule, d'un chronomètre et d'un logiciel d'acquisition et de traitement des données.

### LOGICIELS MULTIPOSTES FACILES À PRENDRE EN MAIN

Le logiciel DynNova fourni avec la centrale inertielle permet l'acquisition, l'affichage et l'export des données sous forme de tableur. Le logiciel fourni avec la barrière optique permet l'acquisition et le traitement des données.



| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF                                | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------|
| <b>TP Dynamique de rotation avec Tachymètre</b><br>1 Structure aluminium rotative d'étude de la dynamique de rotation<br>1 Poulie à 3 étages avec axe rotatif 50cm minimum<br>6 Masselottes pour modification du moment d'inertie (200g chaque)<br>2 Masses à crochet (100 et 200g)<br>Valisette pour rangement des accessoires<br>Tachymètre avec et sans contact (2,5 à 99999 tours/min)                                                                                            | Avec tachymètre<br>TPM351          | 498 €    |
| <b>TP Dynamique de rotation avec Gyromètre sans fil et logiciel</b><br>1 Structure aluminium rotative d'étude de la dynamique de rotation<br>1 Poulie à 3 étages avec axe rotatif 50cm minimum<br>6 Masselottes pour modification du moment d'inertie (200g chaque)<br>2 Masses à crochet (100 et 200g)<br>Valisette pour rangement des accessoires<br>Centrale inertielle Dynnova avec système d'attache et logiciel<br>Fils et ressorts de torsion pour étude du pendule de torsion | Avec centrale inertielle<br>TPM352 | 750 €    |
| <b>TP Dynamique de rotation avec barrières optiques et logiciel</b><br>1 Structure aluminium rotative d'étude de la dynamique de rotation<br>1 Poulie à 3 étages avec axe rotatif 50cm minimum<br>6 Masselottes pour modification du moment d'inertie (200g chaque)<br>2 Masses à crochet (100 et 200g)<br>Valisette pour rangement des accessoires<br>Chronomètre électronique 1ms avec 2 barrières optiques et logiciel                                                             | Avec capteur et logiciel<br>TPM353 | 720 €    |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                | PRIX TTC |
| Dispositif d'étude de la dynamique de rotation, non motorisé, avec accessoires d'inertie et poulie à 3 étages                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | MRC220                             | 360 €    |
| Chronomètre électronique 1/1000e avec modes de déclenchement et paire de barrières optiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | CML910                             | 270 €    |
| Caméra rapide Nova180, 260 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | COC480                             | 270€     |
| Tachymètre avec/sans contact de 2 à 99999 tours/min avec afficheur 5 digits                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | EIT623                             | 144 €    |
| Centrale inertielle miniature BabyDynnova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CMD366                             | 399 €    |

# FORCES ET FROTTEMENTS

Niveau Lycée

**Expériences mettant en évidence les différentes forces impliquées dans un mouvement ou une position sta-**

- Forces de pesanteur (TPM411/491)
- Forces de pesanteur (TPM411/491)
- Forces de friction (TPM411/491)
- Etude du centre de gravité (TPM491)
- Moments des forces (TPM491)
- Somme de forces (TPM491)
- Loi de HOOKE (TPM491)
- Etalonnage d'un ressort (TPM491)

EXPERIENCES



## POLYVALENCE ET PRATICITÉ

Un grand nombre d'expériences interactives et visibles.

Précision de réglage de l'angle d'inclinaison.

Expériences multipliées grâce aux différentes surfaces de frottement combinables.

Transport et stockage facilité par la valisette.



### TP CLÉS EN MAIN

### REF

### PRIX TTC

#### TP Etude des forces avec un plan incliné



Rail 600x70mm inclinable métallique avec poulie  
 Sur socle avec rapporteur gradué  
 1 double bande magnétique à fixer sur le rail :  
 1 face mousse EPDM / 1 face PVC  
 1 chariot à 2 crochets 160x60mm  
 2 accessoires magnétiques à fixer sur le chariot :  
 1 élément mousse EPDM / 1 élément PVC  
 1 dynamomètre peson 2N  
 1 rouleau acier  
 1 jeu de 11 masses hexagonales à crochet  
 Valisette avec mousses de rangement

En mallette  
 TPM411

**168 €**

#### TP Etude complète de l'équilibre des forces



1 disque des moments sur aimant avec set d'ergots  
 1 bobine de fil  
 1 levier métallique 15 trous équidistants  
 Lot d'accessoires magnétiques :  
 4 poulies, 2 crochets, 1 règle, 1 axe sur aimant  
 2 dynamomètres à cadran 2N magnétiques  
 4 dynamomètres peson (2N - 5N) magnétiques  
 1 série de 12 masses à crochet (50, 100 et 200g)  
 1 plan incliné et son galet  
 3 ressorts de raideur différente avec leur échelle d'étalonnage magnétique  
 3 flèches et 2 triangles magnétiques  
 1 Panneau blanc magnétique effaçable, avec pieds supports, surface 60x90cm  
 Valisette avec mousses de rangement

Avec panneau  
 et mallette  
 TPM491

**525 €**

### ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

### REF

### PRIX TTC

|                                                                                                         |        |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|
| Mallette d'étude de l'équilibre des forces avec tous les accessoires. Sans tableau blanc magnétique     | MOF900 | <b>399 €</b> |
| Plan incliné en mallette avec accessoires (sans masses)                                                 | MLP240 | <b>135 €</b> |
| Jeu de masses empilables 50 à 250g (support crochet 50g + 9x20g + 1x10g + 2x5g) en laiton, masse gravée | MOF592 | <b>18 €</b>  |
| Jeu de 11 masses hexagonales à crochet                                                                  | MOF561 | <b>36 €</b>  |
| Panneau blanc magnétique avec surface inscriptible/effaçable, avec pieds de maintien, 60x40cm           | OSE640 | <b>72€</b>   |
| Panneau blanc magnétique avec surface inscriptible/effaçable, avec pieds de maintien, 60x90cm           | OSE690 | <b>129€</b>  |
| Dynamomètre PESON de précision, 0.1N, résolution 0.002N                                                 | MOF151 | <b>15 €</b>  |
| Dynamomètre PESON de précision, 0.2N, résolution 0.004N                                                 | MOF152 | <b>15 €</b>  |



# EFFET CENTRIFUGE ET CORIOLIS

## Courants et forces générées par les mouvements de rotation :

- Force Centrifuge (TPM361)
  - Vérification de l'expression de la force centrifuge
  - Utilisation d'une centrale inertielle, d'un gyromètre, d'un accéléromètre
  - Force et accélération
  - Vitesse angulaire en fonction du temps
- Force de Coriolis (TPM366)
  - Notion de référentiel inertiel
  - Force de coriolis et force axifuge
  - Modélisation de l'effet de Coriolis dans une enceinte hémisphérique

### ETUDE QUANTIFIÉE DE LA FORCE CENTRIFUGE

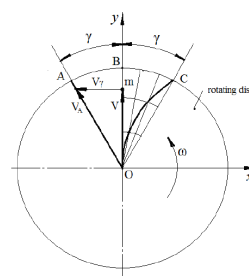
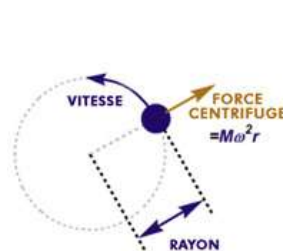
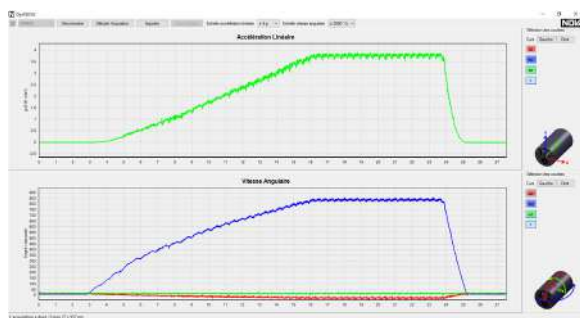
La centrale inertielle DynNova est placée sur l'axe du système rotatif.

Le capteur peut être positionné à différentes distances du centre de rotation, on varie ainsi le paramètre 'r'.

La vitesse de rotation peut être réglée en fonction de la tension d'alimentation et mesurée en temps réel par le gyromètre. On contrôle ainsi le paramètre 'w'.

La force centrifuge est elle déterminée grâce à l'accéléromètre, de part son poids et l'accélération mesurée sur l'axe correspondant.

Tous les paramètres de la relation peuvent être ainsi vérifiés en particulier la proportionnalité entre la force centrifuge et le carré de la vitesse de rotation.



### MODELISATION DE LA FORCE DE CORIOLIS

Une bille est placée dans un bocal semi-sphérique fixé sur une centrifugeuse à disque.

Dans le référentiel tournant, la bille est soumise à son poids, à la force d'inertie d'entraînement, à la force de Coriolis, et à la réaction du support. C'est la force d'inertie d'entraînement qui impose à la bille de monter le long des parois, et la force de Coriolis dévie la bille, donnant ainsi une trajectoire en forme de spirale.

Plusieurs études sont possibles :

- En faisant varier le sens de rotation
- En faisant varier la vitesse de rotation
- En faisant varier la masse de la bille

Par chronophotographie ou par repérage visuel avec un colorant visqueux et un repère méridien, on peut déterminer si ces paramètres influent sur la force de Coriolis.

#### TP CLÉS EN MAIN

#### REF

#### PRIX TTC



#### TP Etude de la force centrifuge avec centrale inertielle

1 Système motorisé avec axe rotatif dia.10mm, longueur 50cm  
Vitesse de rotation réglable de 30 à 300 tours/min  
Monté sur trépied haute stabilité  
1 Alimentation 0-30V 0-5A  
1 Centrale inertielle Dynnova  
Accessoires et connectique nécessaires au bon fonctionnement

Avec centrale inertielle  
TPM361 **840 €**



#### TP Etude des forces de Coriolis avec caméra rapide

1 Centrifugeuse motorisée à disque dia.20cm minimum  
Structure métallique renforcée, haute stabilité  
Vitesse de rotation réglable de 30 à 300 tours/min  
Accessoires et supports d'étude : plateaux etc  
3 billes de masses différentes  
1 Alimentation 0-30V 0-5A  
1 Tachymètre avec/sans contact 2 à 99999 rpm  
1 Caméra rapide Nova180, 260fps à 640x380 pixels  
Accessoires, colorants et connectique nécessaire au bon fonctionnement

Avec caméra rapide  
TPM366 **1200 €**

#### ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

#### REF

#### PRIX TTC

Système motorisé avec axe rotatif dia.10mm, longueur 50cm, sur trépied. Vitesse de rotation de 30 à 300 rpm

MRC360 **360 €**

Centrifugeuse motorisée à disque dia.20cm min., structure renforcée, vitesse de rotation de 30 à 300 rpm

MRC366 **540 €**

Alimentation CC 0-30V / 0-5A

EIA301 **570 €**

Caméra rapide Nova180, 260 images par seconde à une résolution de 640x380, avec objectif, sur tige

COC480 **270€**

Tachymètre avec/sans contact de 2 à 99999 tours/min avec afficheur 5 digits

EIT623 **144 €**

Centrale inertielle miniature BabyDynnova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition

CMD366 **399 €**

## BERNOULLI - POISEUILLE

## Etude quantitative et moderne des lois de l'écoulement des fluides avec un vélocimètre par effet Doppler

- Ecoulement laminaire et turbulent
- Equation de continuité, nombre de Reynolds
- Equation de Bernoulli, équation de Hagen-Poiseuille
- Vitesse d'écoulement, résistance à l'écoulement
- Echelles de pression
- Pression statique et dynamique
- Viscosité
- Mesure de débit par effet Doppler.

Plus d'informations  
à la page 249

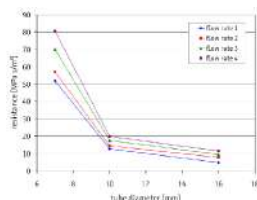
Vidéos disponibles  
sur notre site internet et  
notre chaîne Youtube

## LOI DE BERNOULLI ET HAGEN-POISEUILLE (TPW511)

À partir des vitesses d'écoulement déterminées selon la méthode Doppler, du diamètre des tuyaux et des chutes de pression mesurées, il est possible de déterminer les débits, les résistances à l'écoulement et la viscosité dynamique du liquide Doppler par application de formule de l'équation de continuité, de l'équation de Bernoulli et de la Équation de Hagen-Poiseuille.

Le débit ainsi calculé est presque équivalent dans cette configuration expérimentale pour tous les diamètres de tuyaux pour les mêmes réglages de la pompe centrifuge, satisfaisant ainsi l'équation de continuité.

En outre, le diagramme ci-contre montre la résistance à l'écoulement  $R$  déterminée pour différents diamètres de tuyaux et différents débits. Cela montre la forte dépendance du rayon  $r$  du tube comme on peut le déduire



## DEBITMÈTRE À TEMPS DE TRANSIT (TPW522)

Si une onde ultrasonore traverse un milieu en mouvement, les vitesses de l'onde sonore et du milieu se chevauchent de manière vectorielle. Si le milieu passe de l'émetteur à ultrasons au récepteur, les vitesses se combinent et le temps de transit du trajet sonore est plus court que dans le milieu au repos. Si le milieu circule du récepteur vers l'émetteur, le temps de transit est prolongé.

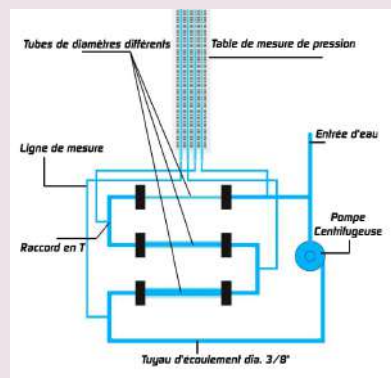
À partir de la différence de temps de transit, la vitesse d'écoulement moyenne du liquide peut être calculée pour une vitesse du son connue et donc par la suite son débit volumique.

## PRINCIPE DE LA MESURE

Pour une vitesse de pompe donnée, à l'aide de la sonde MHz et du générateur d'impulsions, le décalage de fréquence Doppler peut être mesuré pour différents diamètres de tuyaux.

Dans le même temps, les chutes de pression correspondantes peuvent être mesurées au moyen de capillaires.

Avec ce montage, il est possible d'obtenir des preuves claires des lois qui s'appliquent à un liquide à écoulement laminaire.



## TP CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC



## TP Etude des lois de l'écoulement des liquides par Ultrasons Doppler

- 1 Générateur d'impulsions doppler avec logiciel complet d'analyse
- 1 Transducteur émetteur/récepteur US 2MHz
- 1 Générateur de flux par pompe centrifugeuse réglable
- 1 Ensemble de tuyaux et tubes pour montage de Bernoulli
- 1 Table de mesure de pression à 4 capillaires d'écoulement
- Accessoires, prismes doppler, fluide Doppler, gel acoustique

TPW511

6600 €



## TP Réalisation d'un débitmètre Doppler à temps de transit

- 1 Générateur d'impulsions doppler avec logiciel complet d'analyse
- 2 Transducteurs 2MHz, l'un en émetteur, l'autre en récepteur
- 1 Générateur de flux par pompe centrifugeuse réglable
- 1 Système de double réservoir gradué avec valve
- Accessoires, prismes doppler, fluide Doppler, gel acoustique

TPW522

6900 €

## PRINCIPAUX ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES (TOUS LES ACCESSOIRES À LA PAGE XXX)

## REF

## PRIX TTC

Liquide Doppler avec particules diffusantes de taille adaptée à la fréquence ultrasonore, 1L

WMG511

39 €

Système de double réservoir gradué avec valve, tuyauterie, prisme, pour débitmètre à temps de transit

WMG522

720 €

Tuyauterie, prismes Doppler et accessoires pour montage de Bernoulli - Hagen - Poiseuille

WMG521

720 €

Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 1MHz

WMG411

600 €

Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 2MHz

WMG412

600 €

Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 4MHz

WMG414

600 €

# VISCOSITÉ & TENSION SUPERFICIELLE

## Etude quantitative et moderne des lois de l'écoulement des fluides avec un vélocimètre par effet Doppler

- Mesure de la tension superficielle
- Energie de surface, force d'arrachement
- Notions de viscosité, capillarité
- Force centrifuge, paraboloïde de rotation

### SURFACE DE LIQUIDES EN ROTATION (TPM636)

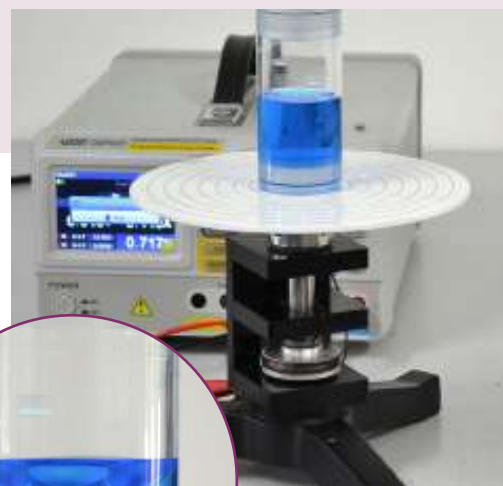
Un cylindre contenant du liquide est soumis à une rotation autour de son axe vertical. La surface du liquide forme un paraboloïde de révolution dont les paramètres sont déterminées en fonction de la vitesse angulaire.

Nous proposons dans le TPM636 un récipient cylindrique pour simplifier l'étude et la visualisation, mais le récipient peut être d'une forme différente.

Les lois de Newton permettent de résoudre l'équation du mouvement dans le cadre de cette expérience. On obtient alors l'équation d'une parabole dont la hauteur est directement proportionnelle au carré de la vitesse de rotation, au carré de la distance au centre de rotation, et inversement proportionnel à la pesanteur.

L'équation suggère que ni la densité, ni la viscosité du liquide n'affecte la courbure de la parabole. Ce constat théorique peut être vérifié par l'expérience en faisant varier la nature du liquide (glycerine et eau par exemple).

L'angle aux bords et la profondeur de la parabole peuvent être mesurées par acquisition avec la caméra rapide permettant de sélectionner une image nette malgré la rotation.



### MESURE DE LA TENSION SUPERFICIELLE PAR LA MÉTHODE DE L'ANNEAU (TPM611/612)

Cette expérience consiste à déterminer le coefficient de tension superficielle d'un liquide par la méthode de Noüy. On immerge un anneau à bords biseautés dans un récipient contenant de l'eau, de l'huile, de l'alcool...

Le récipient étant posé sur un support élévateur, et l'anneau étant suspendu à un dynamomètre, on abaisse progressivement le support afin de sortir l'anneau du liquide. Le dynamomètre s'allonge sous l'effet des forces de tension superficielle.

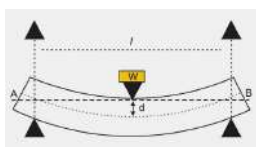
La force d'arrachement correspond à la valeur relevée sur le dynamomètre au moment où l'anneau se détache complètement du liquide.

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| TP Etude de la tension superficielle, version standard                                                    |        |          |
| 1 Anneau de dia.65mm, à bords biseautés suspendu par 3 fils et 1 oeilleton                                | TPM611 | 150 €    |
| 1 Dynamomètre gradué de précision 0.2N                                                                    |        |          |
| 1 Dynamomètre gradué de précision 0.1N                                                                    |        |          |
| 1 Support potence avec noix de serrage et tige de maintien dynamomètre                                    |        |          |
| 1 Support élévateur à croisillon                                                                          |        |          |
| TP Etude de la tension superficielle en rotation, avec une centrifugeuse                                  |        |          |
| 1 Centrifugeuse motorisée avec disque rotatif de diamètre 20cm mini, réglable de 20 à 200 rpm             | TPM636 | 990 €    |
| 1 Cylindre refermable et étanche pour liquide, diamètre 50mm, hauteur 120mm et jeu de colorants           |        |          |
| 1 Alimentation CC 0-30V / 0-5A                                                                            |        |          |
| 1 Caméra rapide 120fps pour visualisation et mesure de l'angle du ménisque                                |        |          |
| 1 Tachymètre avec/sans contact 5 digits, plage de 2 à 100000 rpm                                          |        |          |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                          | REF    | PRIX TTC |
| Centrifugeuse motorisée avec disque acier rotatif, rotation variable de 20 à 200 rpm environ              | MRG300 | 600 €    |
| Cylindre refermable et étanche pour liquide, diamètre 50mm, hauteur 120mm, avec jeu de colorants          | MRG305 | 48 €     |
| Caméra rapide sur tige120fps pour visualisation et mesure                                                 | COC460 | 120 €    |
| Tachymètre 5 digits haute précision 2-99999 rpm avec ou sans contact et adaptateur rotation/linéaire      | CMT255 | 138 €    |
| Anneau pour expérience de la tension superficielle, à bords biseautés, suspendu par 3 fils et 1 oeilleton | MRG310 | 25,50 €  |
| Alimentation CC 0-30V / 0-5A                                                                              | EIA301 | 99 €     |
| Dynamomètre PESON de précision, 0.1N, résolution 0.002N                                                   | MOF151 | 15 €     |
| Dynamomètre PESON de précision, 0.2N, résolution 0.004N                                                   | MOF152 | 15 €     |

## FLEXION ET MODULE DE YOUNG

**Banc mécanique d'étude des contraintes de matériaux**

- Contraintes mécaniques, déformation élastique, déformation plastique, flexion, module de Young...
- Etude quantitative avec différents instruments : comparateurs mécaniques (TPM531) ou mesures par viseur micrométrique (TPM532)
- Comparatif de la précision et des incertitudes des relevés avec les deux techniques de mesure
- Etude possible avec une grande variété de matériaux

**MESURE DU MODULE DE YOUNG**

Le module de Young est une mesure de la rigidité d'un matériau élastique qui est une des constantes mécaniques les plus importantes pour caractériser les matériaux. Il s'agit de la constante qui relie la contrainte de traction/compression et le début de la déformation d'un matériau élastique. Plus le module est élevé, plus le matériau est dit «rigide».

Plusieurs méthodes existent pour mesurer le module de Young :

- Par la propagation ondulatoire, en trouvant la fréquence propre de vibration du matériau et/ou en mesurant la vitesse du son dans le matériau.
- En faisant des tests de traction et de compression, et par métrologie. C'est le principe sélectionné ici, avec un banc de test de traction, couplé à des comparateurs mécaniques et/ou viseurs micrométriques.

Deux types de flexion peuvent être étudiés :

- Flexion non uniforme : la poutre est supportée symétriquement sur deux supports sur les bords et chargée en son centre. La flexion maximale se produit en son centre. Comme la charge n'est appliquée qu'en un point de la poutre, cette flexion n'est pas uniforme à travers la poutre et la flexion de la poutre est appelée flexion non uniforme et n'a pas une forme d'arc de cercle.
- Flexion uniforme : la barre est placée symétriquement sur deux supports. Deux crochets de poids sont suspendus aux extrémités, à égale distance des supports. Les poids sont ajoutés un par un et les mesures correspondantes sont relevées. A partir de ces lectures, on peut déterminer l'élévation moyenne du centre de la barre pour une masse donnée.

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Mesure du module de Young par comparateur mécanique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 banc de test de flexion</li> <li>2 systèmes de masses empilables à crochet 10x50g</li> <li>2 systèmes de masses empilables à crochet 10x100g</li> <li>4 poutres échantillons (laiton, acier, alu, PMMA)</li> <li>1 comparateur mécanique à aiguille 0.01mm</li> </ul>                                                                  | TPM531 | 900 €    |
|  <p><b>TP Mesure du module de Young par visée optique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 banc de test de flexion</li> <li>2 systèmes de masses empilables à crochet 10x50g</li> <li>2 systèmes de masses empilables à crochet 10x100g</li> <li>4 poutres échantillons (laiton, acier, alu, PMMA)</li> <li>1 viseur de précision avec oculaire micrométrique</li> <li>1 support de viseur avec réglages micrométriques 3 axes</li> </ul> | TPM532 | 1500 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
| Banc de test de flexion seul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MFY530 | 600 €    |
| Jeu de masses empilables sur crochet (10x50g)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MOF595 | 18 €     |
| Jeu de masses empilables sur crochet (10x100g)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | MOF591 | 30 €     |
| Ensemble de 4 poutres échantillon (laiton, acier, alu, PMMA) 50x5cm, épaisseur 2mm, avec accroches                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | MFY534 | 240 €    |
| Comparateur mécanique à palpeur aiguille mitutoyo, course 10mm, résolution 0.01mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CMC111 | 60 €     |
| Viseur à frontale fixe 15cm, avec oculaire micrométrique et réglage de translation (Y) de précision                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OIL043 | 297€     |
| Plateforme support de viseur, avec réglages fins de translation X-Z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OSP153 | 420€     |



## Etude et visualisation de contraintes mécaniques par photoélasticimétrie sur banc d'optique

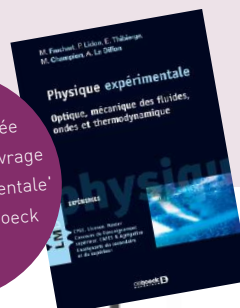
TPM512 - Approche quantitative : Etude d'une poutre encastree en flexion simple  
Effet de la force appliquee, evolution le long de la poutre, effet de la longueur d'onde

Les matériaux dits photoélastiques deviennent biréfringents lorsqu'ils sont soumis à une contrainte mécanique. L'analyse de leur biréfringence permet de cartographier le champ de contraintes. Il s'agit de la technique de Photoélasticimétrie qui est applicable pour de nombreux plastiques et cristaux transparents.

Figures réalisées avec contraintes identiques



Expérience traitée  
en détail dans l'ouvrage  
'Physique Expérimentale'  
aux éditions deboeck  
Page 178



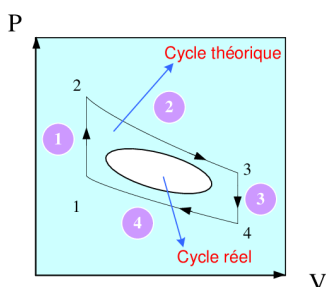
[www.nova-physics.com](http://www.nova-physics.com)   [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)   TEL +33(0)1 70 42 28 62   FAX +33(0)1 84 10 90 48   Prix en TTC

## CYCLES THERMIQUES

## Expériences de thermodynamique

- Cycles thermodynamiques et échanges thermiques
- Enregistrement du diagramme p-V
- Puissance de chauffage, de refroidissement et électrique, indice de puissance, degré de rendement, coefficient Seebeck
- Effet Peltier, pertes de Joule, retour de chaleur sur la base de conduction thermique par l'élément Peltier
- Coefficient de transfert et de conductivité thermique

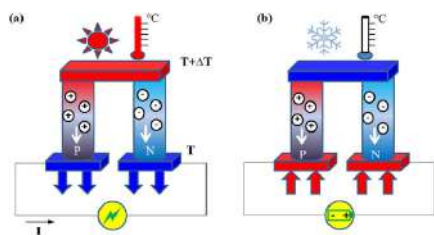
Toute la gamme  
de moteurs de Stirling  
et de pompes à chaleur  
Page 256



## CYCLE D'UN MOTEUR DE STIRLING

Pour relever des diagrammes pV, la pression dans le cylindre de travail peut être mesurée par le biais d'un orifice de raccord de tuyau. Pour déterminer le volume, il suffit de fixer le fil au piston de travail pour mesurer sa course avec un capteur de déplacement.

L'unité intégrée du moteur / générateur, avec poulie à deux étages permet de transformer l'énergie mécanique générée en énergie électrique. Avec possibilité de commutation pour l'exploitation d'une lampe intégrée ainsi que pour l'exploitation de charges externes ou l'alimentation d'énergie électrique pour l'emploi comme pompe thermique ou machine frigorifique, selon le sens de rotation du moteur Stirling.



EFFET SEEBECK VS EFFET PELTIER

## ETUDE D'UNE POMPE À CHALEUR PAR EFFET PELTIER

Cette expérience utilise une maquette avec deux récipients d'eau en aluminium qui sont reliés thermiquement aux surfaces d'un élément Peltier.

Lorsqu'un courant électrique traverse l'élément Peltier, un transport de chaleur entre les récipients refroidit un côté et réchauffe l'autre. Dans les deux récipients d'eau, un agitateur électrique assure une répartition uniforme de la température. Deux thermomètres numériques affichent les deux températures d'eau. On mesure le courant en sortie et comme on connaît la capacité thermique du système, on peut déterminer la puissance frigorifique et la puissance thermique et les comparer à la puissance électrique fournie.

## TP CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC



## TP Réalisation du diagramme PV d'un moteur de Stirling

Moteur de Stirling ELM450 avec entrées/sorties pour capteurs  
Capteur de pression  
Capteur de déplacement pour mesure du volume  
Capteur thermomètre IR pour mesure de la température  
Alimentation 0-30V 0-5A  
Oscilloscope numérique 2 voies 30MHz minimum

TPT455

1920 €



## TP Pompe à Chaleur Peltier

Système de pompe à chaleur Peltier THP400  
Élément Peltier : Tension d'alimentation : 5 - 8 V  
Consommation de courant à 8 V : 2,5 - 3,5 A  
Surface : 40x40 mm<sup>2</sup> - Épaisseur : 3,7 mm  
Alimentation de laboratoire 0-30V 0-5A  
Multimètre portable Owon 6000pts minimum

TPT440

585 €

## ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

## REF

## PRIX TTC

Moteur de Stirling 1.5W avec entrées/sorties pour alimentation et capteurs

ELM450

960 €

Pompe à chaleur à effet Peltier

THP400

435 €

Thermomètre de contact à aiguille, -50°C à +300°C, sonde inox, affichage sur écran LCD

EIT403

39 €

Thermomètre Infrarouge UniT -32°C à +400°C, précision 2°C ou 2% avec affichage numérique

EIT300

36 €

Tachymètre avec/sans contact, 5 digits haute précision, 2-99999 rpm

CMT255

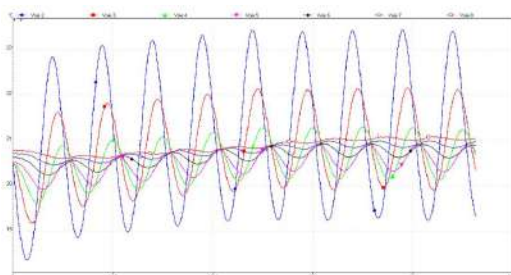
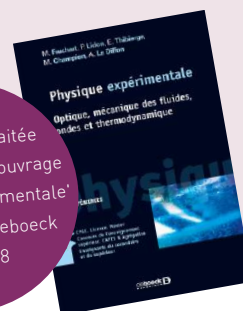
138 €

# CONDUCTION/DILATATION THERMIQUE

## Etude des propriétés thermiques de métaux

- Etude de la propagation d'une onde thermique dans une barre, en régime sinusoïdal forcé permanent ou en régime transitoire
- Mesure de la conductivité thermique par déphasage ou par décroissance de l'amplitude
- Mesure la dilatation en longueur de solides en fonction de la longueur et du matériau

Expérience traitée  
en détail dans l'ouvrage  
'Physique Expérimentale'  
aux éditions deboeck  
Page 178



### OSCILLATION THERMIQUE FORCÉE

L'expérience est construite autour d'un module Peltier qui permet un contrôle réactif de la température d'excitation de la barre à l'aide d'un pilotage en fréquence par un GBF.

On impose à une extrémité de la barre une onde thermique sinusoïdale, en choisissant la fréquence du signal GBF pour que le dernier capteur à l'autre extrémité de la barre n'oscille pas et valide le modèle de barre semi-infinie. En quelques minutes on obtient des périodes d'oscillations pour les 7 thermocouples disposés le long de la barre, avec un déphasage et une atténuation de l'amplitude en fonction de la distance, permettant de remonter au coefficient de conduction thermique.

Plus d'informations sur l'expérience à la page 255

#### TP CLÉS EN MAIN

#### REF

#### PRIX TTC



#### TP Etude de la conduction thermique du cuivre

Dispositif de contrôle de température par Module Peltier avec structure de protection refermable  
Barre de Cuivre, longueur 500mm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant  
Interface Datalogger 20bits avec logiciel d'acquisition multiposte  
Alimentation symétrique stabilisée +12/-12V, 2A précablée

TPT401

1650 €



#### TP Etude de la conduction thermique de 4 métaux différents

Dispositif de contrôle de température par Module Peltier avec structure de protection refermable  
4 barres de Cuivre/Aluminium/Acier/Laiton, long. 500mm, dia.20mm, avec 7 capteurs intégrés  
Interface Datalogger 20bits avec logiciel d'acquisition multiposte  
Alimentation symétrique stabilisée +12/-12V, 2A précablée  
GBF Owon 10MHz, capable de générer des très basses fréquences

TPT404

2160 €



#### TP Etude de la Dilatation thermique d'un métal (aluminium + inox)

Dispositif de mesure de la dilatation thermique, avec support de tubes et comparateur Mitutoyo 0.01mm  
Tube en aluminium, longueur 500mm, diamètre 10mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau  
Tube en acier inox, longueur 500mm, diamètre 10mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau  
Système de circulation thermostatée avec bain marie, pompe et tuyaux flexibles adaptés. (plus d'informations sur l'expérience page 257)

TPT410

990 €

#### ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

#### REF

#### PRIX TTC

|                                                                                                       |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
| Dispositif de contrôle de température Peltier avec structure refermable pour maintien des barres      | THC190 | 585 € |
| Barre de conduction Cuivre, lg 50cm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant    | THC191 | 198 € |
| Barre de conduction Aluminium, lg 50cm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant | THC192 | 198 € |
| Barre de conduction Acier, lg 50cm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant     | THC193 | 198 € |
| Barre de conduction Laiton, lg 50cm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant    | THC194 | 198 € |
| Tube de dilatation Aluminium, lg 60cm, diamètre 20mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau | THD192 | 180 € |
| Tube de dilatation Acier Inox, lg 60cm, diamètre 20mm, avec connectique étanche pour circulation      | THD193 | 180 € |
| Dispositif de mesure de la dilatation thermique, avec support de tubes et comparateur Mitutoyo 0.01mm | THD190 | 180 € |
| Système de circulation thermostatée avec bain marie, pompe et tuyaux flexibles                        | THD180 | 480 € |
| Interface Datalogger 20bits pour thermocouples avec logiciel d'acquisition multiposte                 | THC180 | 450 € |

## INDUCTION ET ELECTROMAGNÉTISME

*Expériences de thermodynamique*

- Cycles thermodynamiques et échanges thermiques
- Enregistrement du diagramme p-V
- Puissance de chauffage, de refroidissement et électrique, indice de puissance, degré de rendement, coefficient Seebeck
- Effet Peltier, pertes de Joule, retour de chaleur sur la base de conduction thermique par l'élément Peltier
- Coefficient de transfert et de conductivité thermique

Plus de détails et  
autres matériels  
sur le thème  
Page 264

## LOI DE LAPLACE ET BALANCE DES COURANTS (TPE740)

Le "poids" d'un courant peut être utilisé pour la démonstration et la mesure de l'influence d'un courant électrique sur un champ magnétique.

Avec un ensemble d'aimants interchangeables et un support de circuits conducteur dont la longueur varie (de 1 à 8 cm). Pour créer une variation de la force créée dans le champ magnétique, on injecte un courant dans les conducteurs dans la plage de 0 à 5 A. Pour mesurer la variation de la force magnétique, une balance de résolution de 0,01 g est nécessaire. Avec le dispositif rotationnel, on peut approfondir l'étude en mesurant la force selon l'angle entre le courant et le champ magnétique.



EFFET  
FARADAY  
Page 38

PENDULE DE  
WALTENHOFEN  
Page 75

## ETUDE DU TRANSFORMATEUR (TPE710)

Les transformateurs sont des convertisseurs de tension qui reposent sur la loi de Faraday concernant l'induction. Ils sont notamment utilisés pour la transmission de puissance électrique sur de grandes distances, afin de minimiser les pertes en ligne par la transformation en tensions si possibles élevées et en courants plus faibles. Dans l'expérience, les courants et tensions mesurés à vide, en court-circuit et en charge permettent de vérifier la proportionnalité directe et inversée du rapport entre la tension et le courant et le rapport de transformation ainsi que de calculer les pertes en puissance et le rendement.

## TP CLÉS EN MAIN

## REF

## PRIX TTC

**TP Etude du Transformateur**

- 1 Bobine 600 spires
- 1 Bobine 1200 spires
- 1 Noyau de transformateur en U
- 1 GBF 1 voie 5MHz pour génération signal 50Hz
- 2 Multimètres portable Owon 6000pts minimum
- Connectique nécessaire au bon fonctionnement

TPE710

690 €

**TP Balance des courants et lois de Laplace**

- Dispositif de balance des courants sur pied d'optique
- Dispositif directionnel avec rapporteur pour mesure du champ selon l'angle entre le courant et le champ magnétique
- 6 circuits conducteurs de longueurs différentes interchangeables
- 1 aimant en U en ferrite avec 6 aimants complémentaires pour ajustement du champ magnétique
- Balance de haute précision plage 0-200g à 0.01g de précision
- Alimentation de courant 0-30V / 0-5A
- Résistance à gros wattage pour génération de courant 0-5A

TPE740

630 €

## ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES

## REF

## PRIX TTC

Ensemble Transformateur avec Noyau en U, Bobine 1200 spires et Bobine 600 spires adaptée

ELM730

450 €

GBF 5MHz 1 voie Uni-T

EIG090

144 €

Balance des courants avec jeu de 6 circuits de longueurs différentes, et aimant en U variable

ELM740

168 €

Dispositif directionnel avec rapporteur pour mesure du champ selon angle, pour balance des courants

ELM745

150 €

Balance de précision KERN EMB portée 200g - précision 0.01g

CMB020

150 €



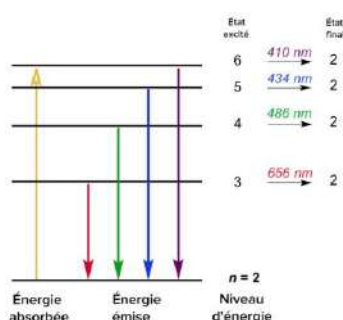
# PHYSIQUE ATOMIQUE - QUANTIQUE

## Expériences de physique atomique

- Etude des séries de Balmer et constante de Rydberg
- Confirmation du modèle d'atome de Bohr et les niveaux d'énergie discrets dans les atome
- Etude de la libération d'énergie lors de l'impact avec les atomes de Mercure ou de Néon
- Expérience historique de Franck et Hertz

Plus de détails et  
autres matériels  
sur le thème  
Page 267

EXPERIENCES



### TRANSITION ELECTRONIQUE D'UN ETAT QUANTIQUE : RAIES DE BALMER

La mise en évidence des quatre raies de l'Hydrogène et la mesure précise de leurs longueurs d'onde permirent à Johann Jakob Balmer d'établir la relation qui les lie. Il releva que les longueurs d'onde des raies alors connues sont les termes d'une suite qui converge vers 364,56nm et proposa alors une formule appelée "série de Balmer"

Plus tard, la série de fréquences a pu être expliquée à l'aide du modèle atomique de Bohr sur la base de l'énergie cédée par l'électron lors de sa transition de couches supérieures à la deuxième couche de l'atome d'hydrogène. Le spectre de raies de l'atome d'hélium, qui ne contient pourtant qu'un électron de plus, est déjà bien plus complexe que celui de l'atome d'hydrogène, car les spins des deux électrons peuvent s'orienter dans un axe parallèle ou antiparallèle et créer davantage de combinaisons.

### OBSERVATION ET ENREGISTREMENT DE L'ÉMISSION D'UN ELECTRON : FRANCK ET HERTZ

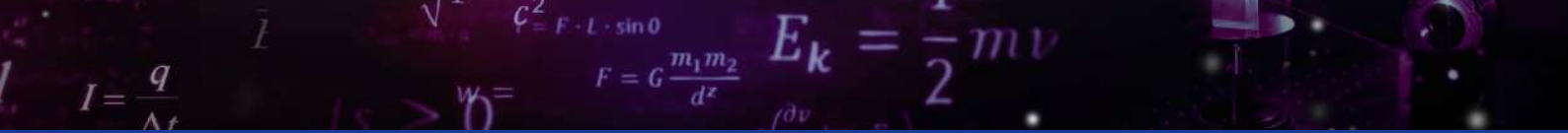
L'expérience de Franck et Hertz sur le néon permet d'observer l'émission d'énergie des électrons après une collision inélastique lors du passage à travers la vapeur de Néon ou de Mercure. Cette émission est progressive, car les collisions entraînent des transmissions d'énergie caractéristiques dans les atomes de Néon ou du Mercure. Les atomes excités émettent de la lumière dans la gamme visible (avec le Néon) et permettent de confirmer le modèle d'atome de Bohr et les niveaux d'énergie discrets dans les atomes (avec le Mercure).

| TP CLÉS EN MAIN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>TP Franck et Hertz au Mercure</b></p> <p>Tube de Franck et Hertz au Mercure<br/>Four de chauffage 400W avec régulation et affichage de la température<br/>Appareil d'alimentation d'énergie pour tubes de Franck et Hertz<br/>Multimètre numérique Owon 3 en 1, 6000pts minimum<br/>Oscilloscope numérique 2 voies 30MHz minimum<br/>Toute la connectique nécessaire</p> | TPE810 | 3480 €   |
|  <p><b>TP Franck et Hertz au Néon</b></p> <p>Tube de Franck et Hertz au Néon<br/>Appareil d'alimentation d'énergie pour tubes de Franck et Hertz<br/>Multimètre numérique Owon 3 en 1, 6000pts minimum<br/>Oscilloscope numérique 2 voies 30MHz minimum<br/>Toute la connectique nécessaire</p>                                                                                 | TPE820 | 2550 €   |
|  <p><b>TP Couches électroniques de l'atome d'Hydrogène, Raies de Balmer</b></p> <p>1 Alimentation à Tube spectral<br/>2 Tubes spectraux d'Hydrogène<br/>1 Tube spectral d'Hélium<br/>1 spectromètre à fibre 370-950nm de résolution inférieure à 2nm<br/>1 support de fibre sur pied d'optique</p>                                                                              | TPE880 | 1200 €   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL OU OPTIONS COMPLÉMENTAIRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
| Tube de Franck et Hertz au Mercure avec four de chauffage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ELP810 | 1650 €   |
| Tube de Franck et Hertz au Néon sur platine de raccordement                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ELP820 | 680 €    |
| Appareil d'alimentation d'énergie pour tubes de Franck et Hertz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ELP805 | 39 €     |
| Spectromètre à fibre (360-940nm), sur tige                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | COS110 | 798 €    |
| Pack étude de Balmer, alimentation + 1 tube d'Hélium ou Mercure + 2 tubes d'Hydrogène                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | OLS081 | 390 €    |

# OPTIQUE

## BANCS ET MONTURES

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| Bancs Triangulaires - Prismatiques  | <b>92</b>  |
| Bancs en U                          | <b>99</b>  |
| Bancs lycée - plats                 | <b>100</b> |
| Tables optiques - Breadboards       | <b>102</b> |
| Montures de composants              | <b>108</b> |
| Ecrans et supports de laser         | <b>116</b> |
| Tiges, réglages et pieds d'optique  | <b>118</b> |
| Sources lumineuses                  | <b>122</b> |
| Composants et consommable d'optique | <b>144</b> |
| Instruments et capteurs d'optique   | <b>180</b> |



## BANCS D'OPTIQUE

page 92



## PORTE-COMPOSANTS

page 108



# ENSEMBLE STANDARD DE FOCOMÉTRIE

## Un investissement long terme

- Stabilité, Confort et Précision du profilé prismatique
- Equipement robuste adapté aux programmes de lycée
- Investissement sur la durée

Ces bancs sont également de plus en plus courants dans les classes de STL et de Terminale S, pour ceux qui souhaitent se tourner vers un investissement de qualité, plus rentable sur le long terme que d'avoir des bancs fragiles à remplacer régulièrement.

OPTIQUE

LYCÉE-CPGE-SUP

 STL Module  
Image

**Le choix  
pertinent !**
**BEST  
SELLER**

 LONGUEUR  
AU CHOIX  
**120, 175  
ou 200 cm**

 Ecran blanc mat  
métallique

 Banc robuste gradué  
à partir de - 20 cm

 Protégez vos composants avec  
les bagues aimantées, ensuite  
fixez les en un clic sur les  
montures magnétiques

 6 lentilles/miroirs  
de précision fournies.  
Composition au choix

 5 cavaliers permettant  
la réalisation de vos  
montages classiques

 Montures magnétiques,  
pour réunir sécurité,  
confort et rapidité dans un  
même support

 Fixez votre objet dépoli  
sur la lanterne LED en un  
clic avec le système de  
bague aimantée

 Passez à une technologie  
actuelle avec les LEDs.  
Longue durée de vie.  
Ne chauffe pas.  
Basse tension sécurisée.  
Eclairage contrasté.

**ENSEMBLE FOCOMÉTRIE STANDARD :**  
 BANC, CAVALIERS, LENTILLES EN MONTURES, SOURCE LUMINEUSE, ÉCRAN

REF

PRIX TTC

### Contenu de l'ensemble :

- 1 Banc Prismatique de longueur au choix (par défaut 200cm)
- 5 Cavaliers Standards
- 1 Lanterne Blanche LED et 1 Ecran
- 2 porte-lentilles magnétiques avec 6 bagues aimantées
- 1 jeu de 6 lentilles et miroirs dia.40mm, focales au choix (par défaut f+50/f+100/f+200/f+500/f-200mm/miroir plan)

OBP922

**840 €**



# ENSEMBLE COMPLET DE FOCOMÉTRIE

## Pour l'enseignement supérieur et les CPGE

- Stabilité, Confort et Précision du profilé prismatique
- Compatibilité avec de nombreux équipements
- Equipement complet pour les programmes d'enseignement supérieur

Les bancs prismatiques sont le standard de l'enseignement supérieur en matière d'alignement sur un axe, ils vous permettent de réaliser facilement les expériences :

- D'optique géométrique et de focométrie
- De diffraction et d'interférences
- De polarisation et dispersion de la lumière

CPGE-SUP

LONGUEUR  
AU CHOIX120, 175  
ou 200 cmBEST  
SELLERMontures  
dia.40mm  
Page 109

Montures définitives  
ou monture magnétiques  
au choix .....

Ratelier pour le rangement  
des éléments sur tige .....

Source LED réglable + objet dépoli  
magnétique pour un confort optimum  
d'utilisation .....

6 cavaliers, dont deux disposants de réglages à  
crémaillère, 1 latéral et 1 vertical, pour simplifier  
la visée et le centrage dans les expériences de  
focométrie et de diffraction .....

Collimateur éclairage  
LED avec réticule cible  
pour être distingué de celui  
de la lunette

Lunette de visée  
à crémaillère.  
Réticule micrométrique  
et oculaire réglable.

6 lentilles/miroirs  
de précision fournies.  
Composition au choix

Maintenu par 4 pieds  
antidérapants réglables,  
pour une accroche stable  
sur tout type de surface

## ENSEMBLE COMPLET DE FOCOMÉTRIE : AVEC LUNETTE DE VISÉE, COLLIMATEUR ET ACCESSOIRES COMPLETS

REF

PRIX TTC

### Ensemble complet focométrie

- 1 Banc Prismatique de longueur au choix, (par défaut : 200cm)
- 4 Cavaliers Standards, 1 transversal, 1 vertical
- 1 Lanterne Blanche LED et 1 Ecran
- 1 Lunette de visée
- 1 Collimateur cible éclairé
- 6 porte-lentilles à contrebague ou magnétiques au choix (par défaut : contrebague)
- 1 ratelier de rangement
- 1 jeu de 6 lentilles et miroirs dia.40mm, focales au choix  
(par défaut f+50/f+100/f+200/f+500/f-200mm/miroir plan)

OBP925

1500 €

# COMPOSITIONS DE BANCS



- Stabilité, Confort et Précision du profilé prismatique
- Compatibilité avec de nombreux équipements
- Investissement sur la durée



LONGUEUR  
AU CHOIX  
**120, 175  
ou 200 cm**



ANGLE AU SOMMET : 60°  
 POIDS LINÉAIRE DU BANC : 4kg/m  
 LONGUEUR DU BANC : 60, 120, 175, 200cm  
 PIEDS AJUSTABLES : Appuis amortisseurs antidérapants  
 STRUCTURE DU BANC : Profilé équilatéral, aluminium anodisé  
 STRUCTURE DES CAVALIERS : Aluminium anodisé, colonne acier  
 ADAPTABILITÉ : Avec les éléments sur tige diamètre 10mm

| ENSEMBLE DE DÉPART : BANC ET CAVALIERS                                                                           |  | LONGUEUR                   | REF    | PRIX TTC     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------|--------|--------------|
| <b>1 Composition simple de départ</b>                                                                            |  |                            |        |              |
| 1 banc prismatique<br>4 cavaliers simples                                                                        |  | Au choix (par défaut 2m00) | OBP920 | <b>525 €</b> |
| ENSEMBLE AVEC RÉGLAGE LATÉRAL : BANC, CAVALIERS DONT UN RÉGLABLE ET ÉCRAN                                        |  | LONGUEUR                   | REF    | PRIX TTC     |
| <b>2 Composition avec réglage</b>                                                                                |  |                            |        |              |
| 1 banc prismatique<br>4 cavaliers simples<br>1 cavalier à réglage latéral rapide<br>1 écran métallique quadrillé |  | Au choix (par défaut 2m00) | OBP921 | <b>750 €</b> |
| ENSEMBLE DE BANCS PIVOTANTS AVEC ACCOUPLEMENT GONIOMÉTRIQUE                                                      |  | LONGUEUR                   | REF    | PRIX TTC     |
| <b>3 Composition</b>                                                                                             |  |                            |        |              |
| 2 bancs prismatiques<br>1 accouplement goniométrique gradué                                                      |  | 60+60cm                    | OBP936 | <b>450 €</b> |
|                                                                                                                  |  | 60+120cm                   | OBP932 | <b>480 €</b> |

# BANCS PRISMATIQUES

## Profilé prismatique

LE STANDARD DE L'ENSEIGNEMENT DE QUALITÉ

à partir de **198 € TTC**

Ref. OBP120/160/175/200

NOUVELLE  
LONGUEUR  
**175 cm**

Un compromis idéal lorsque vos tables ne permettent pas d'accueillir des bancs de 2 mètres de long.

### COMPATIBILITÉ AVEC L'EXISTANT

La très grande majorité des cavaliers de bancs prismatique s'adaptent parfaitement sur le banc.

### ROBUSTE ET TRANSPORTABLE

Un banc d'optique peut être stable et robuste sans avoir à peser 30kg. Découvrez tous les avantages du profilé aluminium.

### HAUTE STABILITÉ

Ne glisse pas sur les paillasse en carrelage grâce aux plots antidérapants de gros diamètre.

### HORIZONTALITÉ RÉGLABLE

Pour éviter au banc d'être bancal si celui-ci est par exemple à cheval sur 2 tables.

### GRADUATION NÉGATIVE SUR 20CM

Pour permettre à l'élève de placer son objet sur la graduation 0 et ainsi éviter les erreurs de relevés.



#### BANC SEUL



##### Banc prismatique seul

Avec pieds ajustables à appuis anti-dérapants. Graduation chaque mm commençant dans les négatifs pour le placement de l'objet au niveau du zéro.

#### LONGUEUR

#### REF

#### PRIX TTC

60cm

OBP160

**198 €**

1m20

OBP120

**240 €**

1m75

OBP175

**270 €**

2m00

OBP200

**270 €**

#### ACCESSOIRES SUPPLÉMENTAIRES

#### REF

#### PRIX TTC



##### Accouplement de banc

Permettant d'associer 2 bancs avec réglage goniométrique. Lecture de l'angle au degré.

OBP360

**129 €**

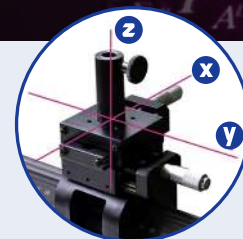


##### Paire de pieds de bancs

Horizontalité ajustable  
Appuis anti-dérapants  
Fournie d'office avec les bancs Nova

OBP111

**48 €**

CAVALIERS PRISMATIQUES  
MULTIRÉGLAGES

## Une grande variété de réglages possibles

- **RÉGLAGE VERTICAL Z**  
Utilité : corriger le centrage en hauteur sans avoir à desserrer la tige et perdre l'alignement sur les autres axes.
- **RÉGLAGE TRANSVERSAL X**  
Utilité : se décaler hors de l'axe d'optique pour corriger un défaut de centrage ou pour viser une fente de diffraction.
- **RÉGLAGE LONGITUDINAL Y**  
Utilité : s'approcher finement du point de focalisation des rayons ou rechercher/étudier le waist d'un faisceau laser.



## RÉGLAGE À CRÉMAILLÈRE

Guidage pignon crémaillère sur une course de 60mm associée à une lecture au mm

ROBUSTE / RAPIDE  
CONFORTABLE



## RÉGLAGE PAR BUTÉE MICROMÉTRIQUE

Guidage de haute qualité sur une course de 15mm associée à une lecture précise du décalage au 1/100<sup>ème</sup> de mm

PRÉCIS / PERFORMANT

## CAVALIERS À RÉGLAGES RAPIDES PAR CRÉMAILLÈRE, COURSE LATÉRALE 60MM, COURSE VERTICALE 40MM, PRÉCISION 0.5MM

| CONFORT            |   | RÉGLAGE PRINCIPAL                                                      |                                                                        |                                                                          |
|--------------------|---|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|                    |   | X                                                                      | Y                                                                      | Z                                                                        |
| RÉGLAGE SECONDAIRE | X | <br><b>Réglage X</b><br>à crémaillère<br><b>144 €</b><br>Ref. OBP030   | <br><b>Réglage X-Y</b><br>à crémaillère<br><b>198 €</b><br>Ref. OBP032 | <br><b>Réglage X-Z</b><br>à crémaillère<br><b>198,00€</b><br>Ref. OBP034 |
|                    | Y | <br><b>Réglage X-Y</b><br>à crémaillère<br><b>198 €</b><br>Ref. OBP032 | <br><b>Réglage Y</b><br>à crémaillère<br><b>144 €</b><br>Ref. OBP020   | <br><b>Réglage Y-Z</b><br>à crémaillère<br><b>198 €</b><br>Ref. OBP024   |
|                    | Z | <br><b>Réglage X-Z</b><br>à crémaillère<br><b>198 €</b><br>Ref. OBP034 | <br><b>Réglage Y-Z</b><br>à crémaillère<br><b>198 €</b><br>Ref. OBP024 | <br><b>Réglage Z</b><br>à crémaillère<br><b>144 €</b><br>Ref. OBP040     |

## CAVALIERS À RÉGLAGES PRÉCIS PAR VIS MICROMÉTRIQUE, COURSE LATÉRALE 15MM, COURSE VERTICALE 40MM, PRÉCISION 0.01MM

| PRÉCISION          |   | RÉGLAGE PRINCIPAL                                                            |                                                                              |                                                                                     |
|--------------------|---|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |   | X                                                                            | Y                                                                            | Z                                                                                   |
| RÉGLAGE SECONDAIRE | X | <br><b>Réglage X</b><br>à vis micrométrique<br><b>198 €</b><br>Ref. OBP031   | <br><b>Réglage X-Y</b><br>à vis micrométrique<br><b>315 €</b><br>Ref. OBP033 | <br><b>Réglage X-Z</b><br>à vis micro et crémaillère<br><b>252 €</b><br>Ref. OBP043 |
|                    | Y | <br><b>Réglage X-Y</b><br>à vis micrométrique<br><b>315 €</b><br>Ref. OBP033 | <br><b>Réglage Y</b><br>à vis micrométrique<br><b>198 €</b><br>Ref. OBP021   | <br><b>Réglage Y-Z</b><br>à vis micro et crémaillère<br><b>252 €</b><br>Ref. OBP042 |



# CAVALIERS PRISMATIQUES STANDARDS

## Le cavalier prismatique de qualité au meilleur prix

- Excellent rapport qualité/prix
- Robustesse et stabilité
- Confort de déplacement et de serrage
- Index précis et contrasté

**BEST  
SELLER**

OPTIQUE

### Cavaliers à colonnes multidiamètres !

Vous avez des éléments sur tige de diamètre différent de 10mm ?  
Tous nos cavaliers peuvent être fournis avec une colonne multidiamètre acceptant les tiges allant de 8 à 14mm. Pour bénéficier de cette option (**surcoût 18€TTC**), il suffit de rajouter la lettre **M** à la fin de la référence du cavalier souhaité. Exemple : OBP021M



| CAVALIER STANDARD                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                 | COLONNE                                 | REF     | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|----------|
|  | <p>Longueur 60mm, en aluminium anodisé<br/>Hauteur de colonne 10cm (6cm pour multidiam)<br/>Colonne en acier zingué (aluminium pour multidiam).<br/>Bouton de serrage en acier.<br/>Index métallique brillant pour lecture dans l'obscurité</p> | standard<br>pour tige dia 10mm          | OBP010  | 75 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 | multidiamètre<br>pour tige dia 8 à 14mm | OBP010M | 90 €     |
| CAVALIER À RÉGLAGE LATÉRAL                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                 | COLONNE                                 | REF     | PRIX TTC |
|  | <p>Structure Aluminium<br/>Dispositif pignon-crémaillère<br/>Course 60mm, de -30 à +30mm<br/>Charge jusqu'à 1.5kg<br/>Précision de positionnement 0.05mm<br/>Graduation tous les mm</p>                                                         | standard<br>pour tige dia 10mm          | OBP030  | 144 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 | multidiamètre<br>pour tige dia 8 à 14mm | OBP030M | 162 €    |
| CAVALIER À RÉGLAGE VERTICAL                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                 | COLONNE                                 | REF     | PRIX TTC |
|  | <p>Structure Aluminium<br/>Dispositif pignon-crémaillère<br/>Course 40mm, hauteur 90 à 130mm<br/>Charge jusqu'à 1kg<br/>Précision de positionnement 0.1mm</p>                                                                                   | standard<br>pour tige dia 10mm          | OBP040  | 144 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 | multidiamètre<br>pour tige dia 8 à 14mm | OBP040M | 162 €    |

CAVALIERS PRISMATIQUES  
SPÉCIAUX

NEW

## Le cavalier adapté à votre besoin

- Cavaliers avec réglage de rotation
- Cavaliers avec réglage triple
- Cavaliers sur mesure (nous consulter)



1

## 3 RÉGLAGES EN 1 SEUL CAVALIER

Nos cavaliers hautes stabilités permettent la superposition de plusieurs systèmes de réglages.

Attention toutefois de prendre en considération la hauteur importante que peut atteindre la colonne du cavalier dans cette configuration.



2

## RÉGLAGES DE ROTATION

Particulièrement utiles pour les expériences de dispersion et de Brewster.

3



| CAVALIERS RÉGLAGE TRIPLE POUR BANCS PRISMATIQUES                                                                                           |                                  | HAUTEUR DU SOMMET DE LA COLONNE | REF                  | PRIX TTC |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------|----------|
| <b>Réglage X-Y-Z rapide</b>                                                                                                                |                                  |                                 |                      |          |          |
| Réglage X par crémaillère +/- 30mm<br>Réglage Y par crémaillère +/- 30mm<br>Réglage Z par crémaillère sur 40mm                             |                                  | 14 à 18cm                       | OBP035               | 255 €    |          |
| 1                                                                                                                                          | <b>X-Y-Z de précision</b>        |                                 |                      |          |          |
| Réglage X par vernier, précision 0.01mm sur 15mm<br>Réglage Y par vernier, précision 0.01mm sur 15mm<br>Réglage Z par crémaillère sur 40mm |                                  | 12 à 16cm                       | OBP044               | 375 €    |          |
| CAVALIERS ROTATIFS POUR BANCS PRISMATIQUES                                                                                                 |                                  | PRÉCISION D'AJUSTEMENT          | PRÉCISION DE LECTURE | REF      | PRIX TTC |
| 2                                                                                                                                          | <b>Rotation rapide sur 360°</b>  |                                 |                      |          |          |
| Structure aluminium et Guidage rainure-bille<br>Rotation par pivotage de la colonne                                                        |                                  | 0.5°                            | 1°                   | OBP050   | 150 €    |
| 3                                                                                                                                          | <b>Rotation précise sur 360°</b> |                                 |                      |          |          |
| Structure aluminium et Guidage microbille<br>Rotation par roue à vis sans fin de précision                                                 |                                  | 30 secondes d'arc               | 2 minutes d'arc      | OBP051   | 240 €    |

## BANCS EN U

**Bancs en U, en acier épais, pour l'enseignement supérieur**

- Dimensions standard : 32-33mm d'écartement, longueur 200cm
- Réglet gradué de -20 à +180cm
- Avec pieds anti-dérappants et réglage d'horizontalité

**Cavaliers pour banc en U**

- Stables et massifs, simple ou avec réglages
- Avec colonnes standard ou multidiamètres

**CAVALIERS EN U**

S'adaptant sur la majorité des bancs en U en acier lourd écartement 32-33mm.

**RÉGLAGES CRÉMAILLÈRE**

Apportez de la précision et du confort à vos alignements avec les cavaliers à crémaillère.

**COLONNES MULTIDIAMÈTRES**

Si vos tiges ne sont pas toutes de même diamètre, les cavaliers à colonne multidiamètres seront la solution idéale pour les diamètres 8 à 14mm.

| BANC EN U                                                                                                                                                                                        |  | REF            | PRIX TTC     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|--------------|
| Longueur 200mm<br>En acier peint en noir<br>Graduations : chaque mm, de -20 à +180cm<br>Ecartement : 32-33mm<br>Epaisseur de la tôle : 3mm<br>Pieds haute stabilité avec réglage d'horizontalité |  | <i>OBU200</i>  | <b>255 €</b> |
| CAVALIERS EN U SIMPLES                                                                                                                                                                           |  | REF            | PRIX TTC     |
| <b>Colonne Standard, dia. 10mm</b><br>Structure en Laiton + Acier<br>Longueur : 7cm - Hauteur : 10cm<br>Charge max : 2kg                                                                         |  | <i>OBU010</i>  | <b>75 €</b>  |
| <b>Colonne Multidiamètre, dia. 8-14mm</b><br>Structure en Laiton + Acier + Aluminium<br>Longueur : 7cm - Hauteur : 8cm<br>Charge max : 2kg                                                       |  | <i>OBU010M</i> | <b>90 €</b>  |
| CAVALIERS EN U REGLABLES                                                                                                                                                                         |  | REF            | PRIX TTC     |
| <b>Avec réglage latéral</b><br>Réglage pignon/crémaillère<br>Précision de positionnement : 0.1mm<br>Plage de réglage : +/- 30mm                                                                  |  | <i>OBU030</i>  | <b>138 €</b> |
| <b>Avec réglage vertical</b><br>Réglage pignon/crémaillère<br>Précision de positionnement : 0.1mm<br>Plage de réglage : 40mm                                                                     |  | <i>OBU040</i>  | <b>138 €</b> |

## BANCS EQUIPÉS LYCÉE

## Compositions optimisées pour offrir le meilleur rapport qualité-prix

- 3 niveaux d'équipement pour répondre parfaitement aux nouveaux programmes de lycée
- Une stabilité et précision remarquable dans cette gamme de prix
- Sécurité et praticité optimisée avec les sources lumineuses basse tension/chaueur



## Sources LED pré-réglée et compacte

Offrez une qualité, une simplicité et une sécurité d'utilisation à vos montages d'optique. Vous insérez la lanterne dans le porte composant double, et la bloquez telle une lentille. Sur l'autre face du porte composant, vous placez la lettre objet qui sera directement éclairée par la lanterne.



## Jetons de diffraction rotatifs

Obtenez des figures de diffraction convaincantes grâce aux jetons chromés, tout en minimisant les réglages et les coûts. Alignez votre laser sur l'un des obstacles. Tournez votre jeton pour faire défiler les différents obstacles sans retoucher à l'alignement. Pas besoin de dispositifs coûteux pour les réglages.

## BANC ÉQUIPÉ LYCÉE - NIVEAU 1 : OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

REF

PRIX TTC



## Composition :

- 1 banc profilé aluminium de longueur 2m gradué de -20 à +180cm avec pieds réglables
- 4 cavaliers simples
- 1 lanterne LED (équivalent 40 W) sans réglage de collimation (Modèle OLB150)
- 1 transformateur 5V pour lanterne LED
- 1 écran blanc 15 x 15 cm quadrillé
- 3 porte composants simples (OSH001)
- 8 composants Ø 40 (lentilles f+50,+100, +150, +200, +500, -200mm ; 1 miroir plan et f+200mm)
- 1 diapo lettre objet

OBL900

240 €

## BANC ÉQUIPÉ LYCÉE - NIVEAU 2 : OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET DISPERSION

REF

PRIX TTC



## Composition :

- 1 banc profilé aluminium de longueur 2m gradué de -20 à +180cm avec pieds réglables
- 4 cavaliers (1 cavalier haute stabilité à colonne renforcée, 3 cavaliers simples)
- 1 lanterne LED équivalent 40 W avec réglage de collimation par crémaillère (Modèle OLB115)
- 1 transformateur 5V pour lanterne LED
- 1 écran blanc 15 x 15 cm quadrillé
- 2 porte composants en acier épais + 6 bagues magnétiques acceptant les objets Ø 40 mm)
- 8 composants Ø 40 (lentilles f+50,+100, +150, +200, +500, -200mm ; 1 miroir plan et f+200mm)
- 1 jeton dépoli avec lettre objet sérigraphiée
- 1 jeu de 3 diaphragmes métalliques Ø40mm (ouvertures : 2, 5, 10mm)
- 1 prisme crown équilatéral avec plateau porte-prisme

OBL910

360 €

## BANC ÉQUIPÉ LYCÉE - NIVEAU 3 : OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE, DISPERSION ET DIFFRACTION

REF

PRIX TTC



## Composition :

- 1 banc profilé aluminium de longueur 2m gradué de -20 à +180cm avec pieds réglables
- 4 cavaliers (1 cavalier haute stabilité à colonne renforcée, 3 cavaliers simples)
- 1 lanterne LED équivalent 40 W avec réglage de collimation par crémaillère (Modèle OLB115)
- 1 transformateur 5V pour lanterne LED et diode laser
- 1 diode laser 650nm sur tige (Modèle OLR110)
- 1 écran blanc 15 x 15 cm quadrillé
- 2 porte composants en acier épais + 6 bagues magnétiques acceptant les objets Ø 40 mm)
- 8 composants Ø 40 (lentilles f+50,+100, +150, +200, +500, -200mm ; 1 miroir plan et f+200mm)
- 1 jeton dépoli avec lettre objet sérigraphiée
- 1 jeu de 3 diaphragmes métalliques Ø40mm (ouvertures : 2, 5, 10mm)
- 1 prisme crown équilatéral avec plateau porte-prisme
- 1 réseau de diffraction 50tr/mm avec support diapositive
- 1 jeton de diffraction 7 fils et 7 fentes à disposition radiale (Modèle OCD110)
- 1 jeton de diffraction fentes doubles et multiples à disposition radiale (Modèle OCD120)

OBL920

510 €



# BANCS LYCÉE À LA CARTE

## Excellent rapport qualité-prix

- Solide et léger à la fois
- Compatible avec les accessoires sur tige dia.10mm
- Sécurisé et pratique avec la lanterne LED basse tension
- Polyvalence et modularité avec le reste de notre gamme enseignement supérieur
- Compositions à la carte possibles



| ELEMENTS AU DÉTAIL                                                                         | REF     | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| 1 Rail gradué 2m, profilé aluminium, gradué de 20 à 180cm, avec pieds réglables            | OBL200  | 111 €    |
| 2 Cavalier simple, pour banc lycée, avec colonne légère en aluminium                       | OBL010  | 12,80 €  |
| 3 Cavalier haute stabilité, pour banc lycée, avec colonne lourde en acier                  | OBL011  | 18 €     |
| 4 Cavalier à réglage latéral, pour banc lycée, avec réglage par crémaillère +/-30mm        | OBL030  | 99 €     |
| 5 Lanterne LED, avec transfo 5V, réglage de collimation et condenseur, sur tige courte     | OLB110L | 99 €     |
| 6 Support plastique, pour lentilles dia.40mm et diapos 50x50mm, sur tige courte            | OSH001  | 4,80 €   |
| 7 Support magnétique, en acier, pour bagues aimantées OSH033, sur tige courte              | OSH030L | 21 €     |
| 8 Bague aimantée, plastique, serrage sécurisé contrebague, pour composants dia.40mm        | OSH033  | 4,80 €   |
| 9 Pack de 9 composants, au diamètre 40mm, 6 lentilles, 2 miroirs, 1 objet dépoli           | OCL621  | 30 €     |
| 10 Pack de 3 diaphragmes métalliques, au diamètre 40mm, ouvertures 2, 5 et 10mm            | OCD803  | 15 €     |
| 11 Ecran blanc quadrillé plastique, format 150x150mm, une face neutre, une face quadrillée | OSE001  | 9 €      |
| 12 Prisme équilatéral crown, hauteur 40mm, base 40x40x40mm, indice 1.52                    | OCD316  | 24 €     |
| 13 Supports de prisme, plateau aluminium, avec maintien par vis nylon, sur tige court      | OSH130L | 27 €     |

# PIEDS ET RÉGLAGES POUR TABLES OPTIQUES

- Polyvalence : Maintien magnétique ou mécanique
- Robustesse : Métallique, en aluminium ou inox
- Précision : Translation à bille par vernier à 0.01mm

Gamme  
complète sur  
notre  
site web

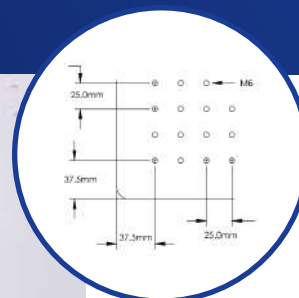
OPTIQUE

| PIEDS MAGNETIQUES SIMPLES POUR TIGE DIAMETRE 10MM                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|    | <b>Pied magnétique étroit</b><br>Hauteur colonne : 5-7cm<br>Diamètre base : 32mm<br>Maintien magnétique 30N et mécanique par vis M6 CHC                                                                                                                                                                              | OBM010 | 24 €     |
|   | <b>Pied magnétique large</b><br>Hauteur colonne : 5-7cm - Diamètre base : 60mm<br>Maintien magnétique 150N                                                                                                                                                                                                           | OBM020 | 36 €     |
|  | <b>Pied porte-écran/réseau/lame</b><br>Diamètre base : 60mm<br>Epaisseur max de l'objet à insérer : 5mm<br>Serrage de l'objet par 2 boutons moletés<br>Maintien magnétique ou par bride                                                                                                                              | OBM022 | 42 €     |
| PIEDS MAGNÉTIQUES AVEC RÉGLAGES                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Pied magnétique à réglage latéral rapide</b><br>Plage de réglage 60mm par pignon crémaillère,<br>Graduation directe, précision de réglage 0.5mm<br>Encombrement 75x25x30mm, pied dia.60mm<br>Maintien magnétique 150N                                                                                             | OBM030 | 120 €    |
|  | <b>Pied magnétique à réglage vertical</b><br>Plage de réglage 40mm par pignon crémaillère,<br>Précision de réglage <1mm<br>Hauteur minimum 60mm<br>Fixation M6, compatibilité tige dia.8 à 14mm                                                                                                                      | OBM040 | 120 €    |
| COMPOSITIONS ÉQUIPÉES                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Ensemble de départ</b><br>Table à nid d'abeille OBM645<br>6 pieds supports magnétiques<br>- 2 pieds simples<br>- 2 pieds larges<br>- 2 pieds polyvalents<br>Lot de visserie et de brides de serrage<br><br>Autres compositions sur notre site :<br><a href="http://www.nova-physics.com">www.nova-physics.com</a> | OBM990 | 660 €    |

# BREADBOARD ET TABLES OPTIQUES

## Le banc 2D par excellence

- SYSTÈME MÉTRIQUE  
Filetages M6 espacés de 25mm
- FORMAT COMPACT 60X45CM  
Adapté à l'enseignement
- POLYVALENCE ET MAGNÉTISME  
Pour montages définitifs et modulaires
- COMPATIBILITÉ  
Avec les colonnes multidiamètres
- STRUCTURE NID D'ABEILLE EN INOX  
Le meilleur compromis poids/longévité/stabilité

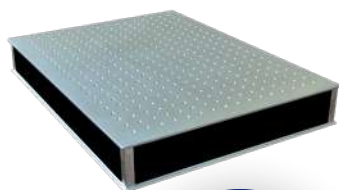


OPTIQUE

### BREADBOARD ACIER MAGNÉTIQUE

REF

PRIX TTC



#### Table optique seule - Dimensions 600x450x50mm

Structure de nid d'abeille d'épaisseur 45mm  
Plaque supérieure acier inoxydable magnétique d'épaisseur 5mm  
Réseau de trous taraudés M6  
Ecartement entre les trous : 25mm  
Poids 18kg

OBM645

480 €

**BEST  
SELLER**

Autres dimensions, nous consulter :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

### BREADBOARD ALUMINIUM NON MAGNÉTIQUE

REF

PRIX TTC

#### Breadboard aluminium seule

Aluminium plein anodisé noir  
Avec plots anti-vibrations  
Épaisseur 12.7mm  
Réseau de trous taraudés M6  
Ecartement entre les trous : 25mm

Dimensions 20x20cm ①  
Poids 2kg

OBM722

150 €

Dimensions 30x45cm  
Poids 5kg

OBM734

270 €

Dimensions 45x60cm  
Poids 9kg

OBM746

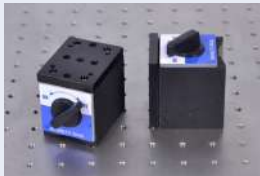
480 €

# PLATINES ET BRIDES POUR TABLES OPTIQUES

 Gamme  
complète sur  
notre  
site web

- Polyvalence : Maintien magnétique ou mécanique
- Robustesse : Métallique, en aluminium ou inox
- Précision : Translation à bille par vernier à 0.01mm

OPTIQUE

| PLATINES RÉGLABLES POUR TABLE OPTIQUE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Pied à réglage latéral avec vernier micrométrique, course 15mm</b><br/>                     Plaque de réglage 15mm par rails à bille,<br/>                     Vernier micrométrique,<br/>                     Précision de réglage 0.01mm<br/>                     Encombrement 75x105x27mm</p>                                                                            | OBM031 | 180 €    |
|  <p><b>Platine à réglage latéral de précision, course 25mm</b><br/>                     Plaque de réglage 25mm par rouleaux croisés,<br/>                     Vernier micrométrique,<br/>                     Précision de réglage 0.01mm<br/>                     Encombrement 75x105x27mm</p>                                                                                   | OBM130 | 240 €    |
|  <p><b>Platine à réglage rotatif de précision</b><br/>                     Plaque de réglage 360° par vis sans fin de précision,<br/>                     Graduation directe et vernier,<br/>                     Précision de réglage 0.1°<br/>                     Encombrement hauteur 35mm, diamètre 100mm</p>                                                               | OBM150 | 240 €    |
| PIEDS IQUES AVEC RÉGLAGES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Pied lourd charge, à activation magnétique</b><br/>                     2 faces magnétiques<br/>                     Dimensions 50x55x60mm<br/>                     Activation du magnétisme par interrupteur<br/>                     Force de maintien &gt;700N<br/>                     Taraudages M4 et M6 sur l'une des faces</p>                                    | OBM066 | 39 €     |
|  <p><b>Plateau élévateur de précision</b><br/>                     Matériau : Aluminium anodisé<br/>                     Surface de la plateforme : 120x80mm<br/>                     Taraudages : M4 et M6<br/>                     Elévation : graduée, de 60 à 120mm,<br/>                     avec une précision de 0.1mm<br/>                     Charge : jusqu'à 20kg</p> | OSP160 | 198 €    |
| BRIDES DE SERRAGE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Bride de maintien par pression</b><br/>                     Avec trou oblong et vis CHC de serrage.<br/>                     Pour serrage de toute type de pieds plats, hors des taraudages</p>                                                                                                                                                                           | OBM006 | 9 €      |
|  <p><b>Bride de maintien pour pied magnétique étroit</b><br/>                     Version compatible avec les pieds magnétiques OBM010<br/>                     Avec trou oblong et vis CHC de serrage.<br/>                     Pour un maintien ferme hors axe/taraudage.</p>                                                                                                  | OBM016 | 15 €     |



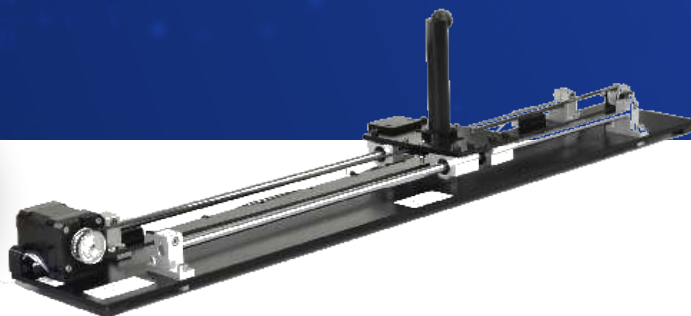
# PLATINES MOTORISÉES

**En moteur continu ou pas à pas selon les besoins.**

Platines de translation de grande course avec moteurs pilotables • Applications possibles : relevés de profils d'intensité par translation photodiode, effet doppler, spectrométrie de Fourier

- Kits pré-adaptés pour des applications spécifiques
- Possibilité de fournir des ensembles polyvalents à assembler soi-même (nous consulter)

**NEW**



OPTIQUE

## PLATINES MOTORISÉES PILOTABLES

REF

PRIX TTC

### Platine motorisée lente à moteur DC avec interface LumiNova



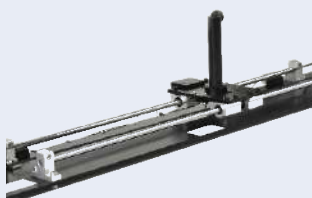
Moteur DC avec réduction 1:131  
Course : 25mm  
Vitesse : 0.3  $\mu\text{m/s}$  à 30  $\mu\text{m/s}$   
Entrées BNC, sorties USB  
Codeur rotatif  
Vernier analogique mitutoyo 1/100 $^{\text{e}}$  de mm  
Système de couplage Oldham  
Interface luminova avec logiciel d'acquisition  
Adaptation pour breadboard  
Alimentation 9V fournie

IDÉAL POUR  
**Spectrométrie  
de Fourier**  
p.185

OBM425

990 €

### Platine motorisée rapide et long trajet avec interface NovaControl



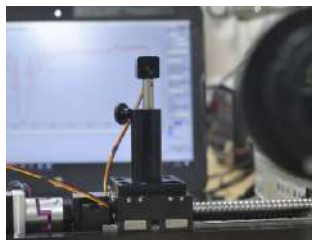
Moteur Pas à Pas 200pas  
Course : 50cm  
Vitesse : environ 1cm/s à 40cm/s  
Système de couplage à courroie crantée  
Interrupteurs automatique de fin de course  
Logiciel de pilotage et d'acquisition  
Interface pour synchronisation de signaux en fonction du déplacement  
Alimentation 12V fournie

IDÉAL POUR  
**Doppler**  
p.224

OBM440

570 €

### Platine motorisée lente pas à pas avec interface NovaControl



Système pilotable de translation par moteur pas à pas 200pas  
Platine de translation (course 120mm)  
Guidage par vis à bille et roulements linéaires  
Vitesse de 0 à 10mm/s  
Système de couplage élastique  
Logiciel de pilotage et d'acquisition  
Interface pour synchronisation de signaux en fonction du déplacement  
Interrupteurs automatique de fin de course  
Alimentation 12V et communication USB

IDÉAL POUR  
**Diffraction**  
p.167

OBM441

840 €

### Platine rotative motorisée avec interface NovaControl



Système pilotable de rotation par moteur pas à pas 200pas  
Platine de rotation sur 360° avec vernier  
Vitesse angulaire de 0 à 10°/s  
Système de couplage élastique  
Logiciel de pilotage et d'acquisition  
Interface pour synchronisation de signaux en fonction du déplacement  
Alimentation 12V et communication USB

IDÉAL POUR  
**Interférences  
Ultrasons**  
p.56

OBM460

570 €

# TIGES ET COLONNES POUR BREADBOARD

## Facilitez vos alignements d'hauteur d'axe optique

- Diamètres et filetages standards
- Plusieurs longueurs disponibles
- Durable, en acier inoxydable

Pieds  
magnétiques  
page 104

| TIGES FILETÉES                                                                                                                                                                                                                                                   | LONGUEUR | REF    | PRIX UNITÉ TTC | PRIX LOT DE 10 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----------------|----------------|
| <b>Ø 10MM</b><br> <b>Tiges dia. 10mm filetage M4</b><br>Inox diamètre 10mm<br>Filetage sur une extrémité male M4                                                                | 5cm      | OST005 | 4,20 €         | 36 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 10cm     | OST010 | 5,40 €         | 45 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 15cm     | OST015 | 6,60 €         | 54 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 25cm     | OST025 | 9,60 €         | 81 €           |
| <b>Ø 12.7MM</b><br> <b>Tiges dia 12.7mm filetage M6</b><br>Inox diamètre 12,7mm (demi pouce)<br>Filetage male et femelle M6                                                    | 30mm     | OST703 | 3,60 €         | 30 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 50mm     | OST705 | 4,20 €         | 36 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 75mm     | OST707 | 4,80 €         | 42 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 100mm    | OST710 | 5,40 €         | 48 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 125mm    | OST712 | 6,00 €         | 54 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 150mm    | OST715 | 6,60 €         | 60 €           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                  | 200mm    | OST720 | 7,20 €         | 66 €           |
| <b>ADAPTATEUR</b><br> <b>Adaptateur M4-M6</b><br>Permet de changer le filetage de vos tiges.<br>Un côté femelle M4, un côté femelle M6,<br>vis sans tête<br>M4 et M6 fournies | 1,5cm    | OST146 | 4,20 €         | 36 €           |

| COLONNES POUR BREADBOARD                                                                                                                                                                                                                                                  | LONGUEUR  | REF    | PRIX UNITÉ TTC | PRIX LOT DE 10 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|----------------|----------------|
|  <b>Colonnes dia. 10mm</b><br>En acier zingué<br>Avec bouton moleté de blocage<br>Fixation par vis M6<br>Non aimanté                                                                   | 3cm       | OSC003 | 15 €           | 135 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5cm       | OSC005 | 15 €           | 135 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10cm      | OSC010 | 18 €           | 162 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 15cm      | OSC015 | 21 €           | 189 €          |
|  <b>Colonnes dia. 12.7mm - demi-pouce</b><br>En acier zingué<br>Avec bouton moleté de serrage<br>Fixation par vis M6<br>Non aimanté                                                    | 30mm      | OSC703 | 12 €           | 105 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 50mm      | OSC705 | 13,50 €        | 120 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 75mm      | OSC707 | 15 €           | 135 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 100mm     | OSC710 | 16,50 €        | 150 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 125mm     | OSC712 | 18 €           | 165 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 150mm     | OSC715 | 19,50 €        | 180 €          |
|  <b>Colonnes à ajustement de hauteur, dia 12.7mm</b><br>Permet un réglage fin de hauteur sur 15mm, par<br>serrage concentrique<br>Avec bouton moleté de serrage<br>Fixation par vis M6 | 75-90mm   | OSC003 | 48 €           | 420 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 100-115mm | OSC010 | 54 €           | 480 €          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | 150-165mm | OSC015 | 60 €           | 540 €          |

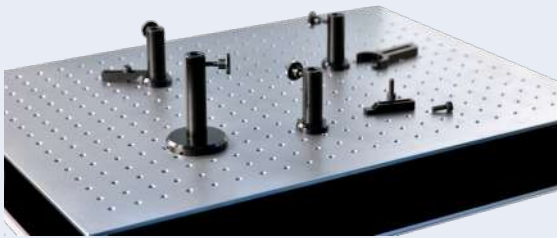
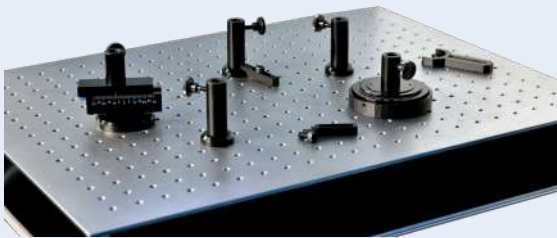
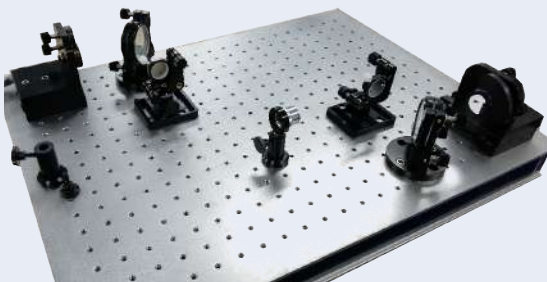
## TABLES OPTIQUES ÉQUIPÉES

**Compositions optimisées pour prendre un bon départ dans les montages Breadboard.**

- ENSEMBLES PRÉVUS PAR DÉFAUT POUR ELEMENTS SUR TIGE STANDARD EDUCATION DIA.10MM
- CES COMPOSITIONS PEUVENT ETRE TRANSFORMÉES POUR S'ADAPTER AU STANDARD RECHERCHE DEMI-POUCE, nous consulter : [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

NOMBREUX TP  
CLÉS EN MAINS  
SUR BREADBOARD

PAGES 10 À 60

| COMPOSITION DE DÉPART                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p>Ensemble de départ<br/>Table à nid d'abeille OBM645<br/>6 pieds supports magnétiques<br/>- 2 pieds simples<br/>- 2 pieds larges<br/>- 2 pieds polyvalents<br/>Lot de visserie et de brides de serrage</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OBM990 | 660 €    |
| COMPOSITION DE DEPART AVEC RÉGLAGES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
|  <p>Ensemble avec réglages<br/>Contenu de l'ensemble de départ OBM990<br/><br/>Avec en plus :<br/>- platine à réglage latéral OBM030<br/>- platine à réglage vertical OBM040<br/>- platine à réglage de rotation OBM050</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                         | OBM992 | 960 €    |
| COMPOSITION AVEC RÉGLAGES DE PRÉCISION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
|  <p>Ensemble de précision<br/>Contenu de l'ensemble de départ OBM990<br/>Avec en plus :<br/>- platine à réglage latéral de précision OBM130<br/>- platine à réglage vertical à crémaillère OBM040<br/>- platine à réglage de rotation de précision OBM150</p>                                                                                                                                                                                                                                                       | OBM994 | 1200 €   |
| COMPOSITION ÉQUIPÉE POUR INTERFÉROMÉTRIE (MICHELSON + MACH-ZENHDER)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
|  <p>Ensemble poly-interférométrie<br/>Table optique à nid d'abeille OBM645<br/>2 lames séparatrices dia.50 en monture X-Y<br/>1 couple lame séparatrice+compensatrice dia.50 en monture accolée avec réglages<br/>2 miroirs dia.40mm lambda/20 monture X-Y<br/>1 platine de translation de précision<br/>1 diode laser vert 532nm avec extenseur<br/>1 lanterne LED à collimation réglable<br/>2 lentilles de projection en monture<br/>1 écran et 1 valise de rangement<br/>Autres compositions : page 26 à 29</p> | TPO330 | 3000 €   |

# MONTURES GRAND DIAMETRES

## Pour composants de diamètre 50 mm à 100mm

- Montés sur tiges inox de diamètre 10mm en standard (autres diamètres de tige, nous consulter)
- Plusieurs techniques de maintien selon vos besoins

OPTIQUE



| MONTURE DIA.80MM À FIXATION PAR BAGUE RESSORT                                       |                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  | Diamètre accepté : 80mm<br>Epaisseur max acceptée : 16 mm<br>Aluminium anodisé<br>Diamètre extérieur 150mm<br>Tige de fixation : inox dia.10mm<br>Clips à pince ressort inclus                                  | OSH085 | 45 €     |
| MONTURE DIA.80MM À FIXATION PAR CONTREBAGUE SEMI-DEFINITIVE                         |                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
|  | Diamètre accepté : 80mm<br>Epaisseur max acceptée : 15mm<br>Bague et contrebague en aluminium anodisé<br>Diamètre extérieur 100mm<br>Tige de fixation : inox dia.10mm<br>Contrebague et outil de serrage inclus | OSH082 | 45 €     |
| MONTURE UNIVERSELLE DIA.10-100MM À SERRAGE CONCENTRIQUE                             |                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
|  | Diamètre accepté : 10 à 100mm<br>Epaisseur max acceptée : pas de restriction<br>Aluminium anodisé<br>Tige de fixation : inox dia.10mm<br>Serrage concentrique par 3 doigts auto-centrants                       | OSH084 | 180 €    |



# MONTURES PETIT DIAMETRES

## Pour composants de diamètre 25mm à 50mm

- Montés sur tiges inox de diamètre 10mm en standard (autres diamètres de tige, nous consulter)
- Plusieurs techniques de maintien selon vos besoins

Lentilles  
et Miroirs  
Page 147

Montures Magnétiques  
Page 111



| BAGUES RESSORT DE RECHANGE, DIA.40MM                                                |                                                                                                                                                                          | TYPE                         | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|----------|
|  | Maintien par pincement<br>Anneau en aluminium (OSH019) ou plastique (OSH011)                                                                                             | Clips métallique (lot de 10) | OSH019 | 24 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                          | Clips plastique (lot de 10)  | OSH011 | 24 €     |
| MONTURES A FIXATION PAR BAGUE RESSORT                                               |                                                                                                                                                                          | TYPE                         | REF    | PRIX TTC |
|  | Simple : Uniquement maintien composants dia.40mm<br>Mixte : Une face pour maintien diapositive 50x50mm, autre face pour composants dia.40mm<br>Montées sur tige dia.10mm | Simple Aluminium             | OSH010 | 15 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                          | Mixte Aluminium              | OSH015 | 30 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                          | Mixte Plastique, tige courte | OSH001 | 4,80 €   |
| MONTURES SEMI-DÉFINITIVES À CONTREBAGUE                                             |                                                                                                                                                                          | DIAMÈTRE                     | REF    | PRIX TTC |
|  | Monture aluminium<br>Serrage manuel par contrebague<br>Tige inox diamètre 10mm<br>Épaisseur max 7mm                                                                      | 25mm - 1 pouce               | OSH022 | 21 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                          | 40-42mm                      | OSH020 | 30 €     |
| MONTURES MULTIDIAMÈTRES À SERRAGE CONCENTRIQUE                                      |                                                                                                                                                                          | MULTIDIAMÈTRE                | REF    | PRIX TTC |
|  | Monture concentrique alu<br>Tige inox diamètre 10mm<br>Pas de restriction d'épaisseur                                                                                    | 5 à 50mm                     | OSH040 | 99 €     |

## MONTURES MULTIPLES

**Roue porte-filtres jusqu'à 6 emplacements !**

- Idéales pour maintenir plusieurs composants circulaires sur le même support
- Maintien protégé des composants avec contrebague de sécurité
- Rotation guidée et efficace
- Compatibles avec les standards les plus courants (diamètre 1 pouce ou 40mm)
- Particulièrement adéquates avec les filtres interférentiels et les jetons de diffraction

Filtres  
Page 154**ROUE PORTE-FILTRES 6 EMPLACEMENTS AU DIAMÈTRE 25MM**

REF

PRIX TTC

- 3** Monture aluminium  
Serrage par contrebague  
Tige inox diamètre 10mm  
Épaisseur max 8mm

OSH460

**240 €****ROUE PORTE-FILTRES 6 EMPLACEMENTS AU DIAMÈTRE 40MM**

TYPE DE FIXATION

REF

PRIX TTC

Monture aluminium  
Serrage par contrebague  
Tige inox diamètre 10mm  
Épaisseur max 8mm

- 1** Par serrage contrebague

OSH420

**99 €**

- 2** Par magnétisme

OSH430

**99 €****BAGUES D'ADAPTATION**

REF

PRIX TTC



**Bague adaptation  
dia. 40mm vers format diapo Paton**

Monture aluminium de dimension ext. 65x50mm  
Accueil de composants dia.40mm, épaisseur max 6mm  
Serrage par contrebague

OSH091

**24 €**

**Bague adaptation  
dia. 25mm vers 40mm**

Bague aluminium  
Serrage par contrebague  
Épaisseur max 5mm

OSH090

**15 €**

# MONTURES MAGNÉTIQUES

## Le choix de la praticité

- Polyvalence : accueille tous les composants du diamètre correspondant
- Rapidité : se fixe instantanément en un clic
- Sécurité : s'ils tombent, vos composants sont protégés par la bague aimantée
- Praticité : gardez vos montures alignées sur les bancs, et interchangez vos composants

IDÉAL AVEC  
les jetons de  
diffraction

p 165



TOP  
Praticité

OPTIQUE

| PORTE COMPOSANTS MAGNETIQUES (MONTURE + BAGUE)                                      |                                                                                                                                             | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  | <b>Porte composant magnétique dia.40mm, complet</b><br>Monture acier OSH030<br>+ Bague aimantée OSH033                                      | OSH031 | 24 €     |
|  | <b>Porte composant magnétique dia.80mm, complet</b><br>Monture acier OSH083<br>+ Bague aimantée OSH088                                      | OSH081 | 60 €     |
| MONTURES ACIER SEULES                                                               |                                                                                                                                             | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Monture acier seule - Pour composants dia40mm</b><br>Monture acier zingué, dia. ext. 80mm<br>Tige inox diamètre 10mm                     | OSH030 | 19,80 €  |
|  | <b>Monture acier seule - Diamètre 80mm</b><br>Monture acier zingué, dia. ext. 110mm<br>Tige inox diamètre 10mm                              | OSH083 | 39 €     |
| BAGUES AIMANTÉES À L'UNITÉ                                                          |                                                                                                                                             | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Bague aimantée<br/>Pour composants dia40mm</b><br>Matériau ABS, avec contebague<br>6 aimants intégrés indémontables<br>Epaisseur max 8mm | OSH033 | 4,80 €   |
|  | <b>Bague aimantée<br/>Pour composants dia80mm</b><br>Matériau Alu, avec contebague<br>Aimants puissants intégrés<br>Epaisseur max 8mm       | OSH088 | 24 €     |

# PORTE-OBJECTIFS, PORTE-OCULAIRES

- Montés sur tiges diamètre 10mm (ou 12.7mm en option)
- Diamètres et pas de vis standard microscope
- Maintien sécurisé et ajustements possibles

 Objectifs  
 Page 132


Ajustez avec précision la position de votre objectif grâce au décalage X-Y par 2 vis de précision



Mesurez avec précision vos images ou vos interférences en vision directe avec un oculaire de Fresnel

| SUPPORTS                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                | MONTURE            | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|----------|
|  | <b>Porte objectif simple</b><br>Pas de vis standard objectif microscope<br>Tige inox diamètre 10mm                                                                                                                                                                             | Aluminium          | OSH140 | 24 €     |
|  | <b>Porte objectif avec réglages décalage en X-Y</b><br>Pas de vis standard objectif microscope<br>Décalage sur 2mm, précision 0.1mm<br>Tige inox diamètre 10mm                                                                                                                 | Aluminium + laiton | OSH145 | 78 €     |
|  | <b>Porte oculaire simple</b><br>Maintien par pincement métallique<br>Pour oculaires de diamètre standard 23.2mm<br>Tige inox diamètre 10mm                                                                                                                                     | Aluminium          | OSH150 | 30 €     |
|  | <b>Oculaire de fresnel réglable avec oculaire micrométrique</b><br>Oculaire x10 avec réticule micromètre<br>Réglage latéral par vis micrométrique<br>Précision 0.01mm                                                                                                          | Aluminium          | OIL910 | 198 €    |
|  | <b>Porte objectif double avec réglages 3 axes</b><br>2 emplacements avec pas de vis standard objectif microscope<br>- 1 emplacement avec ajustement latéral X-Y sur 2mm, précision 0.1mm<br>- 1 emplacement avec translation micrométrique sur l'axe optique, précision 0.01mm | Aluminium          | OSH147 | 225 €    |



# MONTURES À INCLINAISON RÉGLABLE

## Pour faciliter les alignements

- Réglages par vis de précision à micropas
- 2 axes de réglages, en configuration trappe/porte
- Blocage du composant par vis nylon
- Disponible en plusieurs diamètres : 25, 40 et 50mm

Miroirs  
Page 51

### **Monture concentrique multidiamètre 5-50mm**

Avec réglages d'inclinaison X-Y !

**NEW**



OPTIQUE

| SUPPORTS À INCLINAISON X-Y |                                                                                                                                                                                               | DIAMÈTRE                | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|----------|
|                            | <p><b>NEW</b></p> <p><b>Monture concentrique</b><br/>Multidiamètre + Inclinaison réglable<br/>Réglage d'inclinaison 5° sur 2 axes<br/>Diamètre 5 à 55mm<br/>Pas de limitation d'épaisseur</p> | multidiamètre<br>5-50mm | OSH054 | 180 €    |
|                            | <p><b>Inclinaison réglable</b><br/>Monture aluminium<br/>Réglage inclinaison 5° sur 2 axes<br/>Tige inox diamètre 10mm<br/>Épaisseur max 7mm</p>                                              | 25mm                    | OSH095 | 42 €     |
|                            | <p><b>Inclinaison réglable<br/>blocage vis nylon</b><br/>Monture aluminium<br/>Réglage inclinaison 5° sur 2 axes<br/>Tige inox diamètre 10mm<br/>Épaisseur max 7mm</p>                        | 40mm                    | OSH050 | 90 €     |
|                            | <p><b>Inclinaison réglable</b><br/>Monture aluminium<br/>Réglage inclinaison 5° sur 2 axes<br/>Épaisseur max 7mm</p>                                                                          | 50mm                    | OSH055 | 99 €     |



Ces porte-composants peuvent être également montés sur des tiges au diamètre demi-pouce (soit 12.7mm) !

Pour les commander, ajoutez un T au bout de la référence, le surcoût de l'option est de 6 euros.

# PORTE-RÉSEAUX

- Montés sur tiges diamètre 10mm (ou 12.7mm en option)
- Maintien sécurisé de réseaux, lames, filtres, diapositives
- Possibilité de réglages ou d'écrantages



1 face lentille  
1 face diapositive

Réseaux  
Page 159



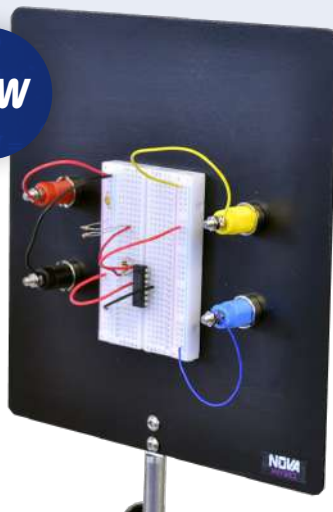
Porte diapositive rotatif avec index  
et graduation au ° sur 360°

| SUPPORTS                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                          | MONTURE            | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|----------|
|  | <b>Support de réseaux, simple</b><br>Serrage par 2 boutons moletés<br>Rail avec protection mousse<br>Epaisseur max 5mm                                                                                                                   | Aluminium          | OSH110 | 24 €     |
|  | <b>Support de réseaux, avec écrantage</b><br>Serrage par 2 boutons moletés<br>Rail avec protection mousse<br>Epaisseur max 5mm                                                                                                           | Aluminium + acier  | OSH115 | 36 €     |
|  | <b>Porte-lames avec réglages d'horizontalité</b><br>Structure aluminium<br>Accueil d'objets plats : lames, diapos, réseaux...<br>Epaisseur max 10mm<br>Réglages d'inclinaison X-Y par vis de précision                                   | Aluminium          | OSH120 | 90 €     |
|  | <b>Porte-diapositives rotatif</b><br>Serrage par 2 boutons moletés<br>Rotation par guidage vis à bille<br>Graduation chaque degré sur 360°<br>Index métallique précis<br>Epaisseur max acceptée : 5mm<br>Ouverture utile : 38mm          | Aluminium + acier  | OSH125 | 90 €     |
|  | <b>Support mixte lentille et diapo</b><br>Structure métal noir Ø120mm sur tige aluminium Ø10mm<br>1 face pour les lentilles Ø40mm par bague de maintien<br>1 face pour les diapositives 50x50mm par coulissement<br>Clip à pince intégré | Acier et Plastique | OSH015 | 30 €     |

# PORTE-PRISMES ET AUTRES SUPPORTS

- Supports porte-fibre à connecteur SMA, idéal pour placer l'extrémité de vos fibre sur des bancs ou des pieds d'optique, pour un alignement précis et stable.
- Nouveau support polyvalent, pour réaliser des petits circuits (photodiodes, photorésistances, leds...) électroniques et les placer facilement sur un banc d'optique.
- Gamme complète de supports de prismes et d'objets, pour trouver celui qui correspond le mieux au besoin

NEW

Prismes  
Page 157

Polyvalent et Pratique !

## Breadboard électronique en monture sur tige, avec sorties douilles 4mm !

Réalisez votre circuit d'émetteur optique ou de récepteur optique, et profitez des réglages et du confort de vos bancs d'optique pour réaliser vos expériences efficacement.

OPTIQUE

| MONTURES SPÉCIALES                                                                                                                                                                                                                                                               | MONTURE   | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|----------|
|  <b>Breadboard électronique en monture sur tige</b><br>Platine électronique 400 points<br>4 sorties par douilles 4mm<br>Structure de maintien à la verticale<br>Montée sur tige inox dia.10mm | Acier     | OSH188 | 60 €     |
|  <b>Monture Porte-Fibre SMA, sur tige</b><br>Avec pas de vis objectif d'un côté<br>Avec connecteur SMA mâle de l'autre côté<br>Sur tige inox dia.10mm                                         | Aluminium | OSH195 | 30 €     |
| SUPPORTS DE PRISMES                                                                                                                                                                                                                                                              | MONTURE   | REF    | PRIX TTC |
|  <b>Plateau simple sur tige</b><br>Plateau diamètre 80mm<br>Structure métallique<br>Montée sur tige inox dia.10mm                                                                             | Aluminium | OSH131 | 15 €     |
|  <b>Porte prisme simple</b><br>Maintien par vis en Nylon<br>Diamètre de plateau 80mm<br>Sur tige diamètre 10mm                                                                                | Aluminium | OSH130 | 24 €     |
|  <b>Porte-objets avec réglages X-Y</b><br>Plateau 40x40mm<br>Pince de maintien, hauteur max 50mm<br>Réglage X-Y de l'horizontalité du plateau<br>Tige inox dia.10mm                           | Aluminium | OSH134 | 90 €     |
|  <b>Porte prisme réglable avec ajustement de l'horizontalité</b><br>Sur tige dia.10mm<br>Avec réglage plateau par 3 vis de précision<br>Réglage avec rappel magnétique                        | Aluminium | OSH135 | 99 €     |

## ÉCRANS

**A poser, à glisser ou sur tige, un panel complet pour trouver votre écran idéal**

- Gamme économique mais pratique en plastique
- Gamme robuste en tôle acier épaisse blanc mat
- Ecrans spécifiques pour certaines applications



| ECRANS A POSER                                                                  |                                                              | SURFACE          | REF     | PRIX TTC |          |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------|---------|----------|----------|
| <b>Ecran blanc mat en bois 40x60cm, à poser</b>                                 |                                                              |                  |         |          |          |
| Position verticale                                                              |                                                              | 40x60cm          | OSE600  | 66 €     |          |
| Pieds supports intégrés pour maintien autonome                                  |                                                              |                  |         |          |          |
| 1                                                                               | <b>Ecran blanc effaçable magnétique, à poser</b>             | 60x40cm          | OSE640  | 72 €     |          |
| Position verticale ou horizontale                                               |                                                              |                  |         |          |          |
| Pieds supports amovibles pour maintien autonome                                 |                                                              | 90x60cm          | OSE690  | 129 €    |          |
| ECRANS SUR TIGE                                                                 |                                                              | SURFACE          | REF     | PRIX TTC |          |
| 2                                                                               | <b>Ecran blanc métallique 20x20cm</b>                        |                  |         |          |          |
| 1 face neutre, 1 face quadrillée sur tige inox dia.10mm                         |                                                              | 20x20cm          | OSE011  | 24 €     |          |
| 3                                                                               | <b>Ecran spécial diffraction 40x10cm</b>                     |                  |         |          |          |
| Avec règle millimétrée -20/+20cm<br>En plastique, sur tige inox dia.10mm        |                                                              | 40x10cm          | OSE041  | 36,90 €  |          |
| 4                                                                               | <b>Ecran spécial autocollimation avec ouverture dia.80mm</b> |                  |         |          |          |
| 2 faces blanches, ouverture dia.80mm sur tige inox dia.10mm                     |                                                              | 20x20cm          | OSE099  | 30 €     |          |
| 5                                                                               | ECRANS ECONOMIQUES                                           | TIGE INOX DIA.10 | SURFACE | REF      | PRIX TTC |
| <b>Ecran blanc plastique 15x15cm quadrillé sur une face, neutre sur l'autre</b> |                                                              | sans             | 15x15cm | OSE001   | 9 €      |
|                                                                                 |                                                              | avec             |         | OSE002   | 15 €     |
| <b>Ecran dépoli plastique 15x15cm quadrillé sur 10x10cm</b>                     |                                                              | sans             | 15x15cm | OSE006   | 9 €      |
|                                                                                 |                                                              | avec             |         | OSE007   | 15 €     |

## SUPPORTS DE LASER

- Montés sur tiges diamètre 10mm (ou 12.7mm en option)
- Maintien sécurisé d'objets cylindriques comme les diodes-laser et lasers He-Ne
- Ajustements d'horizontalité possibles sur certains modèles
- Gamme étendue de diamètres acceptés

Lasers  
Pages 132  
à 135



**Support simple pour tubes laser  
He-Ne cylindriques longs**

NEW

Réglage de  
l'inclinaison sur  
2 axes X-Y

Maintien ferme et sécurisé de tout  
objet sphérique ou cylindriques grâce  
au plateau en V



| SUPPORTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DIAMÈTRE ACCEPTÉ             | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Porte composant en V<br/>Petit modèle 27-46mm</b><br/>Maintien par 3 appuis<br/>Plaque de serrage guidée par 2 tiges filetées</p>                                                                                                                                                                                       | 27 à 46mm                    | OSH072 | 66 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 38 à 74mm                    | OSH073 | 84 €     |
|  <p><b>Support de laser cylindrique - Multiréglages - Sur tige</b><br/>Structure aluminium montée sur tige diamètre 10mm fournie<br/>Maintien du laser par 6 appuis à 120°<br/>Réglage de positionnement par vis de précision à pas fin<br/>Réglage d'inclinaison du système complet par système de précision trappe/porte</p> | ① 25 à 45mm<br>sans réglages | OSH300 | 84 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10 à 50mm<br>avec réglages   | OSH330 | 150 €    |
|  <p><b>Support Orientation Polyvalent</b><br/>En aluminium, avec vis de précision, sur tige inox dia.10mm<br/>Réglage angulaire XY sur +/5°<br/>Plateau en V</p>                                                                                                                                                               | 20 à 42mm                    | OSH312 | 99 €     |

Autres diamètres,  
nous consulter



## SUPPORTS ÉLEVATEURS ET ARTICULÉS

## Le support à votre service

- Une gamme variée et complémentaire de plateformes élévatrices
- Des supports à bras articulés par 3 rotules pour une flexibilité de positionnement élevée et en maintenant un maintien robuste.
- Pas de compromis sur la robustesse

OPTIQUE



Avec vernier  
de lecture  
d'élévation



## SUPPORTS ÉLEVATEURS

REF

PRIX TTC

1

**Support Elévateur Précision**

Surface Plateforme : 120x80mm, avec filetages M4 et M6 :  
Plage d'élévation : de 60 à 120mm, précision 0.1mm, gradué  
Capacité de charge : 20kg, en aluminium anodisé

OSP160

**198 €**

2

**Support Elévateur Inox**

Surface Plateforme : 130x160mm :  
Plage d'élévation : de 60mm jusqu'à 245mm  
Capacité de charge : 15kg

OSP115

**139 €**

## SUPPORTS ARTICULÉS

REF

PRIX TTC

3

**Bras articulé sur tige avec pince 15-60mm**

Bras métallique articulé à 3 rotules  
Une extrémité sur tige inox dia.10mm  
Une extrémité avec pince étau d'ouverture réglable de 15 à 60mm

OSH176

**45 €****Bras articulé sur tige multi-supports**

Support OSH176 ci-dessus avec en plus, un embout support de lame/  
réseau/miroir et un embout support de composants dia.40mm

OSH175

**75 €**

## PLATEFORME PIVOTANTE

REF

PRIX TTC

4

**Plateforme à rotule : rotation sur le plan horizontal, inclinaison multi-axes**

Plateau 60x60mm avec filetages multiples M3, M4 et M6  
Rotation sur le plan horizontal (gradué au degré sur 360°)  
Inclinaison du plateau jusqu'à 90° avec une liberté sur tous les axes  
Poids 2kg, maintien autonome ou fixation définitive sur breadboard par M6

OSH360

**249 €**

# RÉGLAGES SUR TIGE



**Vous souhaitez adapter notre gamme de réglages sur votre équipement existant ?**  
Retrouvez les directement sur tige !  
Sur tige diamètre 10mm (ou 12.7mm en option)

## DEUX NIVEAUX DE RÉGLAGES

Confort et Rapidité : à base de crémaillères  
Précision : par guidage avec butée micrométrique

## GRANDE ADAPTABILITÉ

Que vous ayez des bancs en U, prismatiques, nouveaux, anciens, pieds d'optiques, pieds magnétiques, colonnes de breadboard...  
S'ils acceptent les tiges au diamètre 10mm ou 12.7mm, vous pourrez alors profiter de notre offre complète et performante de réglages.

## CHOIX DE LA LONGUEUR DE TIGE

Par défaut, nous mettons des tiges de 10cm de long, si vous voulez une autre longueur, merci de le préciser lors de la commande.

## SYSTÈMES DE RÉGLAGES SUR TIGE

### RAPIDE

### AVEC RÉGLAGES PAR CRÉMAILLÈRE



#### Latéral

Précision 0.5mm  
Plage 60mm

**99 €**  
Ref. OSH230



#### Latéral 2 axes

Précision 0.5mm  
Plage 60mm sur chaque axe

**180 €**  
Ref. OSH232



#### Latéral+Vertical

Crémaillère précision 1mm  
Plage latérale 60mm  
Plage verticale 40mm

**180 €**  
Ref. OSH234



#### Vertical

Précision 1mm  
Plage 40mm

**99 €**  
Ref. OSH240



#### Rotation rapide

à guidage par billes  
plage 360°, précision 1°

**120 €**  
Ref. OSH250



#### Ecartement réglable

Crémaillère précision 1mm  
écart de 95 à 145mm

**99 €**  
Ref. OSH280

### PRÉCIS

### AVEC RÉGLAGES PAR BUTÉE MICROMÉTRIQUE



#### Latéral

Précision 0.01mm  
Plage 15mm

**168 €**  
Ref. OSH231



#### Latéral 2 axes

Précision 0.01mm  
Plage 15mm

**240 €**  
Ref. OSH233



#### Réglage X-Z

Précision en X: 0.01mm  
Précision en Z : 1mm

**225 €**  
Ref. OSH235

Autre réglage ? Autre besoin d'ajustement ?  
Nous consulter, nous avons certainement une solution à vous proposer !

## RAPPEL

**Vous souhaitez plutôt une tige au diamètre 12.7mm (demi-pouce) ?**

Rajoutez un T à la fin de la référence  
Surcoût de l'option : 6 Euros TTC

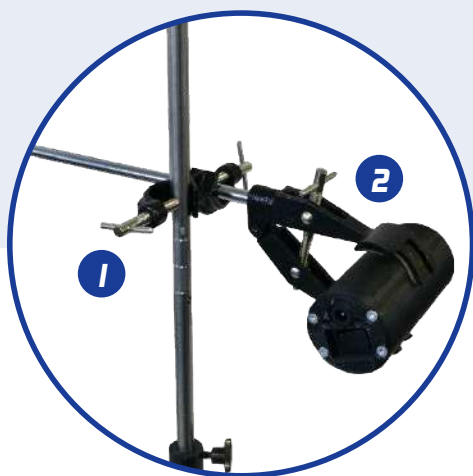
**Vous souhaitez plutôt une colonne multidiamètre\* 8 à 14mm ?**

Rajoutez un M à la fin de la référence  
Surcoût de l'option : 18 Euros TTC



\* L'ajout d'une colonne multidiamètre sur certains modèles provoque des contraintes ou un ajout de 5cm sur la hauteur totale. Demandez conseil sur [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

## TIGES ET ÉLÉMENTS DE SERRAGES



**Réadaptez la hauteur et la tenue de votre matériel !**

- Diamètres et filetages standards
- Plusieurs longueurs disponibles
- Durable, en acier inoxydable

| TIGES FILETÉES À L'UNITÉ                                                                                                                                                                                                                                            | LONGUEUR | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----------|
| <b>Ø 10MM</b><br><br><b>Tiges dia. 10mm filetage M4</b><br>Inox diamètre 10mm<br>Filetage sur une extrémité male M4                                                               | 5cm      | OST005 | 4,20 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10cm     | OST010 | 5,40 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15cm     | OST015 | 6,60 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 25cm     | OST025 | 9,60 €   |
| <b>Ø 12.7MM</b><br><br><b>Tiges dia 12.7mm filetage M6</b><br>Inox diamètre 12,7mm (demi pouce)<br>Filetage male et femelle M6                                                   | 2cm      | OST702 | 8,40 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5cm      | OST705 | 8,40 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10cm     | OST710 | 9,60 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | 15cm     | OST715 | 10,80 €  |
| <b>SPÉCIALES</b><br><br><b>Tiges pour appareil photo Nikon/Canon</b><br>Diamètre 10mm<br>Filetage appareil photo                                                                 | 10cm     | OST600 | 12 €     |
| <b>ADAPTATEUR</b><br><br><b>Adaptateur M4-M6</b><br>Permet de changer le filetage de vos tiges.<br>Un côté femelle M4, un côté femelle M6,<br>vis sans tête<br>M4 et M6 fournies | 1,5cm    | OST146 | 4,20 €   |

|   |                                                                                                       |               |         |        |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------|--------|
| 1 | <b>Noix de serrage angle droit</b><br>Diamètre de tige accepté : 1 à 20mm<br>Structure : fonte + inox | Prix unitaire | OSH002  | 4,20 € |
|   |                                                                                                       | Lot de 10     | OSH002L | 36 €   |
| 2 | <b>Pince 3 doigts</b><br>Diamètre de tige accepté : 5 à 60mm<br>Structure : fonte + inox + liège      | Prix unitaire | OSH003  | 8,40 € |
|   |                                                                                                       | Lot de 10     | OSH003L | 72 €   |

# PIEDS D'OPTIQUE

**Pas de bancs d'optique ? Retrouvez la gamme et la qualité de nos réglages aussi sur pieds d'optique.**

- **UNE EMBASE EMBOITABLE**  
La forme en V permet l'emboîtement et donc le rapprochement à quelques centimètres de 2 pieds d'optique.
- **GRANDE STABILITÉ**  
En acier et en fonte, vous pouvez y mettre des objets de plusieurs kgs.
- **DIFFÉRENTES HAUTEURS**  
De 5 à 20cm, choisissez la hauteur d'axe optique adaptée à vos besoins.



| PIEDS D'OPTIQUES                                                                    |                                                                                                                                                                                             |                                                 |              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|
| SIMPLES                                                                             |                                                                                                                                                                                             | HAUTEUR TOTALE                                  | REF PRIX TTC |
|  | <b>Pied d'optique emboîtable</b><br>En fonte + colonne acier<br>Pour tige diamètre 10mm<br>Embase en V pouvant s'emboîter<br>Vis de serrage acier, hauteur colonne à choisir<br>Poids : 1kg | 7cm                                             | OSP005 24 €  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                             | 12cm                                            | OSP010 24 €  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                             | 17cm                                            | OSP015 27 €  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                             | 22cm                                            | OSP020 30 €  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                             |                                                 |              |
| AVEC RÉGLAGES                                                                       |                                                                                                                                                                                             | MODE DE RÉGLAGE                                 | REF PRIX TTC |
|  | <b>Pied réglage vertical</b><br>Hauteur réglable de 17 à 21cm<br>Précision 1mm                                                                                                              | Par crémaillère                                 | OSP040 99 €  |
|  | <b>Pied réglage latéral</b><br>Décalage réglable sur 60mm<br>Précision 1mm                                                                                                                  | Par crémaillère                                 | OSP030 99 €  |
|  | <b>Pied réglage précision</b><br>Plage de translation 15mm<br>Précision 0.01mm                                                                                                              | Par vis micrométrique                           | OSP031 168 € |
|  | <b>Pied double réglage : vertical et latéral</b><br>Plage latérale : 60mm<br>Plage verticale : 40mm                                                                                         | Par crémaillère                                 | OSP034 168 € |
| TREPIED LOURD                                                                       |                                                                                                                                                                                             | HAUTEUR TOTALE                                  | REF PRIX TTC |
|  | <b>Trépied très haute stabilité</b><br>Pour tige diamètre 10mm<br>Poids : 4kg<br>Vis de serrage acier                                                                                       | Par défaut 25cm, autres hauteurs nous consulter | OSP125 60 €  |

# OPTIQUE

---

## SOURCES LUMINEUSES

|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| Lanternes Blanches et lanternes LED    | <b>124</b> |
| Sources ponctuelles et objets éclairés | <b>128</b> |
| Sources synthèse des couleurs          | <b>130</b> |
| Diode laser                            | <b>132</b> |
| Lasers Hélium-Néon                     | <b>135</b> |
| Lunettes de sécurité laser             | <b>136</b> |
| Réflexion, réfraction au laser         | <b>138</b> |
| Lasers multifaisceaux                  | <b>140</b> |
| Lampes spectrales                      | <b>142</b> |





## SOURCES LED

page 125



## LAMPES SPECTRALES

page 142



# LANTERNES NOVALED POLY-SOURCES

## Une source polyvalente et flexible, avec les avantages des LEDs

La gamme NovaLED propose des sources LED 3W qui se vissent sur une structure mécanique commune vous permettant de générer une multitude de spectres avec un seul système à collimation réglable.

OPTIQUE

### EMBASE SOURCE LED À VISSER

Equipé du jack alim. et avec la puce LED déjà assemblée, les embases disposent d'un filetage adapté à la structure, il n'y a qu'à visser ou dévisser pour changer de source

### STRUCTURE ALUMINIUM COMMUNE

Avec condenseur et réglage de collimation par crémaillère, Montée sur tige dia.10mm  
Accueille les embases source LED à visser



### OBJET DÉPOLI MAGNÉTIQUE

Vous pouvez fixer l'objet dépoli (ou tout autre objet au diamètre 40mm) de façon magnétique grâce à notre système aimanté

### RÉGLAGE DE L'INTENSITÉ

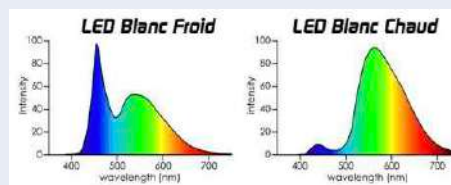
Variateur adapté pour toutes les sources de cette page, permettant un réglage de 0 à 90% de la luminosité de la source

| PACK COMPLET POLY-SOURCES                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                 | REF                                                                                                                                                                                             | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Pack Lanterne LED « La Totale »</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                 |          |
| Structure de lanterne OLB190 + les 9 embases sources et le variateur d'intensité.<br>En mallette |                                                                                                                                                                                                                                 | OLB119                                                                                                                                                                                          | 390 €    |
| LANTERNES DE TP NOVALED, ASSEMBLAGE À LA CARTE                                                   |                                                                                                                                                                                                                                 | REF                                                                                                                                                                                             | PRIX TTC |
| <b>1</b>                                                                                         | <b>Structure Aluminium Commune</b><br>Structure aluminium anodisé avec condenseur intégré et collimation réglable par crémaillère<br>Diamètre de faisceau 40mm<br>Sur tige inox dia.10mm<br>Doit être complétée avec Embase LED | OLB190                                                                                                                                                                                          | 69 €     |
| <b>2</b>                                                                                         | <b>Variateur d'intensité</b><br>Transformateur 5V avec potentiomètre réglage 0-90%                                                                                                                                              | OSA090                                                                                                                                                                                          | 39 €     |
|                                                                                                  | <b>Transformateur 5V simple</b>                                                                                                                                                                                                 | OSA005                                                                                                                                                                                          | 9 €      |
| <b>3</b>                                                                                         | <b>Objet dépoli magnétique</b><br>Monture acier avec objet dépoli s'adaptant sur la lanterne                                                                                                                                    | OLB111                                                                                                                                                                                          | 24 €     |
| <b>4</b>                                                                                         | <b>Embase LED 3W</b><br>Durée de vie 20000h<br>S'alimente en 5V via jack DC                                                                                                                                                     | Blanc Froid OLB191<br>Blanc Chaud OLB192<br>UV 370nm OLB193<br>Bleu 450nm OLB194<br>Vert 520nm OLB195<br>Rouge 640nm OLB196<br>Vert Polar 560nm OLB197<br>Jaune 590nm OLB198<br>IR 860nm OLB199 | 39 €     |



# LANTERNE LED DE TP

- Des spectres de plus en plus complets
- Polyvalence optimisée
- Luminosité réglable graduellement



## SPECTRES PLUS COMPLETS

La technologie LED progresse chaque année et nous vous faisons bénéficier des dernières avancées avec les LED Blanc Chaud dont le spectre se rapproche de plus en plus de celui de l'halogène

Lettres objets  
Page 56

**BEST  
SELLER**

2

Source LED  
équivalent 40W

Symétrie  
de faisceau  
circulaire

LED à spectre  
blanc chaud

Condenseur  
intégré

Durée de vie  
supérieure à 20000h

Montée sur tige  
diamètre 10mm

Focalisation réglable  
par crémaillère

Structure métallique robuste

Lanterne ne  
chauffant pas

Alimentation Basse  
Tension 5V

Interrupteur ON-OFF

Système magnétique de  
fixation d'objets

compatible avec toute  
la gamme d'embases  
NOVALED

## LANTERNE DE TP À LED, SUR TIGE DIAMÈTRE 10MM

REF

PRIX TTC



### Lanterne de TP à LED

Diamètre de faisceau 40mm  
Puissance lumineuse équiv 40W  
Source LED Blanc Chaud 3W  
Réglage de collimation par crémaillère  
Transformateur 5V avec interrupteur On-Off

1 Lanterne seule

OLB110

99 €

2 Lanterne avec objet  
dépoli magnétique

OLB115

120 €

# AUTRES LANTERNES LED

## Sources LED économiques HANDYLED

- Mêmes embases que la gamme NOVALED
- Pas de réglage de collimation
- Se fixe sur une monture dia.40mm

## Sources Led de projection POWERLED

- LED jusqu'à 10W! (équivalant 60W)
- Faible échauffement et grande durée de vie
- Réglage de collimation et de luminosité

**NEW**

### LANTERNE LED SIMPLIFIÉE ET ASTUCIEUSE

Tout en conservant la qualité des embases NOVALED (voir page précédente), cette lanterne offre une alternative économique pour les expériences moins exigeantes. Précollimatée et disposant d'une bague au diamètre 40mm, il suffit de l'insérer sur un porte composant telle une lentille et de la brancher.

Montures  
dia.40mm  
Page 108

Compatibilité avec de nombreux équipement existants et avec la gamme NovaLED



Utilisation idéale avec montures mixtes :  
- la source est fixée du côté "lentille"  
- la diapo objet est insérée du côté "diapo"



| LANTERNE ÉCONOMIQUE HANDYLED, PUISSANCE LED 3W                                      |                                                                                                                                                                                                                                | REF                                           | PRIX TTC |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|---------|
|  | <b>Lanterne LED économique</b><br>Source LED 3W blanc chaud<br>Condenseur courte focale intégré<br>Pas de réglage de collimation<br>Alimentation 5V (fournie)                                                                  | Lanterne éco seule                            | OLB150   | 66 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                | Lanterne avec monture sur tige et diapo objet | OLB155   | 79,50 € |
| LANTERNE DE PROJECTION POWERLED, PUISSANCE LED 10W                                  |                                                                                                                                                                                                                                | REF                                           | PRIX TTC |         |
|  | <b>Lanterne LED de puissance 10W</b><br>Source LED 10W ventilée<br>Condenseur courte focale intégré<br>Diamètre de faisceau 80mm<br>Réglage de collimation par tirage<br>Alimentation 12V<br>Avec variateur d'intensité fourni | Blanc Froid                                   | OLB020   | 300 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                | Blanc Chaud                                   | OLB021   |         |

# SOURCE BLANCHE DE PROJECTION 12V75W

## Besoin de luminosité ?

- **GRANDE QUALITÉ DE FAISCEAU**  
Faisceau traité à symétrie homogène. Parfaite pour la projection d'interférences ou de spectres de dispersion.
- **SÉCURISÉE**  
Avec système de ventilation, interrupteur, douilles protégées 4mm

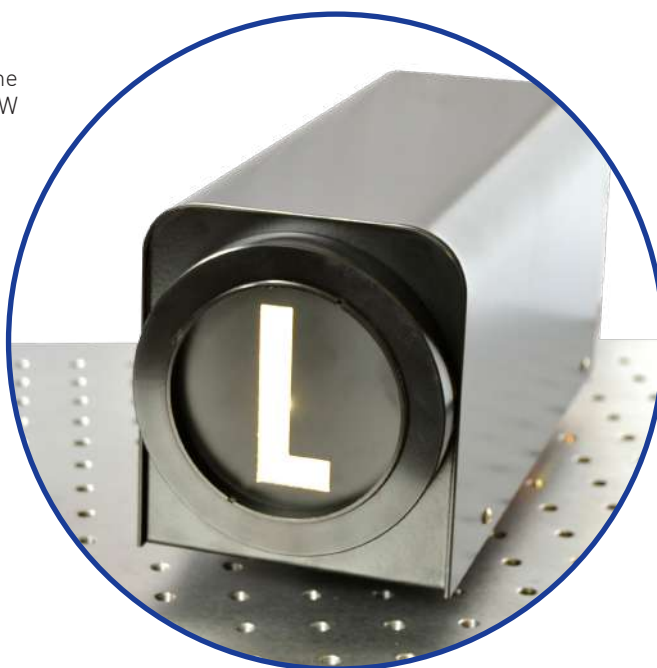
Source Halogène  
Spectre Large, 75W

Faisceau pré-traité  
et homogène

Grand diamètre de  
faisceau (80mm)

Système magnétique de  
fixation d'objets

Montée sur tige  
diamètre 10mm



Réflecteur à facette,  
faibles pertes

Condenseur intégré, réglable  
par tirage

Alimentation par fiches  
de sécurité 4mm

Système de ventilation  
pour évacuer la  
chaleur

OPTIQUE

| LANTERNE DE PROJECTION HALOGENE 12V75W                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | HORIZONTALITÉ                          | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Lanterne Haute Luminosité 75W</b><br/>Diamètre de faisceau 80mm<br/>Source 12V75W ventilée - sorties 4mm<br/>Réglage de collimation par tirage<br/>Transfo et objet dépoli non fourni</p>                         |  | Sans réglage d'horizontalité           | OLB010 | 240 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Avec réglage d'horizontalité par 3 vis | OLB017 | 270 €    |
|  <p><b>Objet dépoli 'L' en monture magnétique</b><br/>Au diamètre 80mm et qui peut s'adapter directement sur la lanterne OLB010<br/>Par défaut, fourni avec objet dépoli.<br/>Objet métallique possible à la demande</p> |  |                                        | OLB011 | 30 €     |
|  <p><b>Transfo 12V75W avec interrupteur</b><br/>Par 2 fiches sécurisées 4mm<br/>Système d'autoprotection<br/>Adaptée à la lanterne OLB010</p>                                                                            |  |                                        | OSA075 | 36 €     |
| PACK COMPLET ET AMPOULES DE RECHANGE                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                        | REF    | PRIX TTC |
| Pack complet Lanterne Haute luminosité OLB010 avec Objet dépoli, monture magnétique, et alimentation 12V75W                                                                                                                                                                                                 |  |                                        | OLB015 | 300 €    |
| Ampoule Halogène 12V75W de rechange                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                                        | OSA175 | 15 €     |



## SOURCES PONCTUELLES ET GUIDÉES

Pour les applications particulières comme :

- Obtenir un point source de lumière qui rayonne dans toutes les directions
- Obtenir une source collimatée à l'infini
- Obtenir une source ponctuelle épurée
- Déporter facilement une source grâce à la fibre

OPTIQUE



## SOURCES BLANCHES SPÉCIALES À FAISCEAU ÉPURÉ OU COLLIMATÉ

REF

PRIX TTC

|   |                                                                                                                                                                                                                          |       |        |       |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|
| 1 | <b>Source ponctuelle collimatée à l'infini</b><br>Source LED<br>Réglage crémaillère<br>Avec objet étalonnage<br>Tige inox diamètre 10mm                                                                                  |       | OLB200 | 240 € |
|   |                                                                                                                                                                                                                          |       |        |       |
| 2 | <b>Source ponctuelle avec trou d'épuration</b><br>Sortie micro-trou 10 à 100 microns<br>Source blanche equiv 25W<br>Alim basse tension 5V<br>Tige inox diamètre 10mm                                                     | 100µm | OLB210 | 210 € |
|   |                                                                                                                                                                                                                          | 10µm  | OLB211 |       |
|   |                                                                                                                                                                                                                          | 20µm  | OLB212 |       |
|   |                                                                                                                                                                                                                          | 50µm  | OLB215 |       |
| 3 | <b>Source Halogène 24V 150W avec guide optique</b><br>Sortie directe ou par guide avec collimateur flexible<br>Couleur de Température 3200K<br>Potentiomètre de réglage d'intensité<br>Alimentation secteur avec fusible |       | OLB290 | 450 € |
| 4 | <b>Source ponctuelle Fibrée</b><br>Sortie fibre SMA<br>Fibre PVC connectorisée fournie<br>Source LED equiv 40W<br>Tige inox diamètre 10mm                                                                                |       | OLB220 | 168 € |

# OBJETS D'ÉTALONNAGE ECLAIRÉS

**Idéal pour les expériences de grandissement ou de caractérisation d'un instrument optique :**

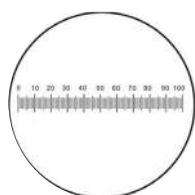
- Eclairage LED intégré
- Monture sur tige
- Grande flexibilité avec les réticules interchangeables
- Réticules de précision en chrome



Autres  
modèles  
Autres tiges  
Nous consulter

## SOURCE D'ÉTALONNAGE DE PRÉCISION

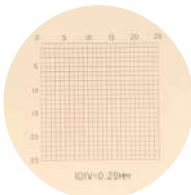
- **Précision des mesures** avec des réticules de résolution jusqu'à 0.05mm
- **Modularité de la source** avec les objets interchangeables
- **Sécurisée** avec source LED blanche et alimentation basse tension
- **Pratique et solide**, avec sa monture sur tige inox diamètre 10mm



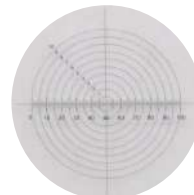
OLB261



OLB262



OLB263



OLB264



OLB265

| ENSEMBLE EN PACK                                                                    |        |                                                                                                                                                                                                                                      |                             |                           | REF                                                 | PRIX TTC                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  |        | <b>Pack d'objets éclairés d'étalonnage</b><br>1 source LED 3W (equiv.40W)<br>1 monture porte source et réticule, sur tige<br>1 alimentation 5V ON-OFF<br>5 objets d'étalonnage interchangeables<br>Le détail des 5 objets ci-dessous |                             |                           | Pack complet objets éclairés,<br>fourni en mallette | <b>OLB269</b><br><b>300 €</b> |
| TYPE RÉTICULE ÉCLAIRÉ                                                               | SOURCE | DIA. UTILE                                                                                                                                                                                                                           | FORME RETICULE              | RÉSOLUTION                | REF                                                 | PRIX TTC                      |
| <b>Source micromètre ligne</b><br>En monture sur tige + alim                        | LED 3W | 20mm                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Micromètre X</b>         | 0.05mm sur 10mm en X      | OLB261                                              |                               |
| <b>Source micromètre X-Y</b><br>En monture sur tige + alim                          | LED 3W | 20mm                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Micromètre X-Y</b>       | 0.05mm sur 10mm en X/Y    | OLB262                                              |                               |
| <b>Source mire quadrillée</b><br>Transfo 3VDC fourni                                | LED 3W | 20mm                                                                                                                                                                                                                                 | Quadrillage 25x25           | <b>0.2mm par division</b> | OLB263                                              | <b>120 €</b>                  |
| <b>Source cible éclairée</b><br>En monture sur tige + alim                          | LED 3W | 20mm                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Cible + micromètre X</b> | grad. 0.1mm, cercle 0.5mm | OLB264                                              |                               |
| <b>Source mire radiale</b><br>En monture sur tige + alim                            | LED 3W | 20mm                                                                                                                                                                                                                                 | Rapporteur radial           | <b>1° sur 360°</b>        | OLB265                                              |                               |

## SYNTHÈSE DES COULEURS

**Le grand classique pour l'introduction à l'optique et aux couleurs :**

- Valisette complète regroupant l'essentiel pour l'étude de l'optique géométrique et des couleurs
- Source miroirs à LED, sécurisée en basse tension et ne faisant plus fondre les filtres en gélatine

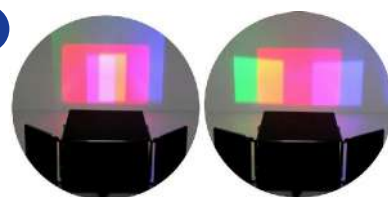
OPTIQUE

ENSEMBLE OPTIQUE ET SYNTHÈSE DES COULEURS  
**OLB340**

Plusieurs expériences d'optique avec une seule valise  
Rangement rapide  
Idéal pour l'optique géométrique  
Idéal pour la synthèse additive des couleurs

Tous les filtres  
colorés  
page 155Tous les miroirs  
et lentilles  
page 146

1

SOURCE À MIROIRS À LED  
**OLB343**

Protection contre les surtensions  
Utilisation en synthèse des couleurs  
Utilisation en optique géométrique  
Utilisation verticale par la semelle magnétique

## SOURCE À MIROIRS À LED SEULE

ALIMENTATION

REF

PRIX TTC

1

**Source à miroirs à LED**

Boîtier en acier noir avec semelle magnétique  
Source lumineuse : LED 3W  
2 miroirs latéraux orientables  
Systèmes de retenue des diapositives

6V  
fournie

OLB343

**129 €**

## VALISSETTE SOURCE À MIROIRS AVEC ACCESSOIRES COMPLETS

ALIMENTATION

REF

PRIX TTC

2

**Valisette source à miroirs**

1 source à miroirs à LED  
1 accessoire 1/3 fentes avec lentille  
1 miroir aimanté 80x20mm  
2 réflecteurs en métal : concave et convexe  
8 cartons 50x50 de 8 couleurs différentes  
6 filtres de couleurs primaires et secondaires  
8 lentilles d'optique géométrique  
1 valisette avec mousses de protection  
Dimensions valisette : 370 x 310 x 80 mm

6V  
fournie

OLB340

**225 €**

# SYNTHÈSE DES COULEURS

- Projections lumineuses
- Teintes respectées
- LED longues durée de vie, faible échauffement
- Ensembles métalliques et robustes

## 1 PROJECTEUR SYNTHÈSE DES COULEURS OLB331

Blanc net grâce aux réglages possibles  
Démonstrations visibles à grande distance  
Puissance de chaque LED réglable jusqu'à 0  
Synthèse additive et soustractive



## 2 PANNEAU RGB LED OLB333

Idéal pour la synthèse additive et soustractive.  
Large surface d'éclairage, permettant d'illuminer des objets sous une couleur définie et d'étudier le phénomène de perception des couleurs.



## 3 SOURCE 5 FAISCEAUX 12V55W OLB350

Blanc net grâce aux réglages possibles  
Démonstrations visibles à grande distance  
Puissance de chaque LED réglable jusqu'à 0  
Synthèse additive et soustractive



| PROJECTEUR SYNTHÈSE DES COULEURS                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ALIMENTATION   | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------|
| 1                                                                     |  <p><b>Source LED Projection Tricolore pour synthèse des couleurs</b><br/>Permet des cercles lumineux jusqu'à 40cm de diamètre<br/>Boîtier noir métallique sur tige dia.10mm<br/>Sources Lumineuses Intégrées : 3 LED de 3W (1 rouge, 1 bleu, 1 verte)<br/>3 potentiomètres de réglage d'intensité lumineuse pour chaque couleur<br/>Réglage de focalisation par tirage</p> | 12V<br>fournie | OLB331 | 219 €    |
| PANNEAU LED RGB                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ALIMENTATION   | REF    | PRIX TTC |
| 2                                                                     |  <p><b>Panneau LED 30x30cm à couleur pilotable par télécommande</b><br/>Panneau LED 30x30cm RGB 18 watts<br/>Transformateur et contrôleur RGB inclus<br/>Pilotage de l'intensité et de la couleur par télécommande, fournie</p>                                                                                                                                             | 24V<br>fournie | OLB333 | 99 €     |
| PACK SOURCE 5 FAISCEAUX 12V55W AVEC FILTRE 5 COULEURS ET ALIMENTATION |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ALIMENTATION   | REF    | PRIX TTC |
| 3                                                                     |  <p><b>Source 5 faisceaux avec filtre 5 couleurs et alimentation</b><br/>Boîtier métallique noir à 5 fentes parallèles avec semelle magnétique<br/>Ventilateur latéral intégré et Ouies d'aération latérales<br/>2 caches magnétiques + filtre magnétique 5 couleurs<br/>Source lumineuse : ampoule 12V55W halogène, avec tirage</p>                                        | 12V<br>fournie | OLB350 | 198 €    |

## ACCESSOIRES DIODE LASER

Rendez vos diodes laser encore plus polyvalentes grâce à nos nombreux accessoires

- Pour élargir le faisceau de façon pratique
- Pour obtenir un faisceau orientable et ajustable
- Pour déporter le faisceau laser en sortie d'une fibre optique

### TORCHES LASER À COLLIMATION RÉGLABLE OLR118

Permet d'avoir un faisceau élargi et parallèle



2



4

### AJUSTEZ FINEMENT L'ORIENTATION DE VOS LASERS ET DIODES LASER OSH312

Accepte les diamètres allant de 20 à 42mm

Lunettes de sécurité Laser  
page 136

### ELARGISSEURS DE FAISCEAUX, SE VISSANT DIRECTEMENT EN SORTIE DU LASER OCJ5XX

L'extenseur x4 est recommandé pour la majorité des utilisations courantes



1



3

### RÉALISEZ UN LASER FIBRÉ GRÂCE AU COLLIMATEUR DE FIBRE ! OSH352

Se visse directement en sortie des diodes laser Nova à la place des objectifs

| 1 EXTENSEURS DE FAISCEAUX                                                   |                                                             |  | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--|--------|----------|
| Objectif 4x                                                                 | Achromatiques<br>Pas standard objectif microscope           |  | OCJ504 | 18 €     |
| Objectif 10x                                                                |                                                             |  | OCJ510 | 30 €     |
| Objectif 20x                                                                |                                                             |  | OCJ520 | 33 €     |
| Objectif 40x                                                                |                                                             |  | OCJ540 | 36 €     |
| Objectif 60x                                                                |                                                             |  | OCJ560 | 39 €     |
| 2 EXTENSEURS AFOCAUX RÉGLABLES ET TORCHES LASER                             |                                                             |  | REF    | PRIX TTC |
| Extenseur afocal x5                                                         | Système sur tige, grossissement x5, réglage de collimation  |  | OIL805 | 99 €     |
| Extenseur afocal x10                                                        | Système sur tige, grossissement x10, réglage de collimation |  | OIL810 | 108 €    |
| Torche laser rouge                                                          | 650nm, Diam. faisceau 20mm, réglage de collimation          |  | OLR118 | 210 €    |
| Torche laser vert                                                           | 532nm, Diam. faisceau 20mm, réglage de collimation          |  | OLR218 | 315 €    |
| SYSTÈME DE COLLIMATEUR DE FIBRE, VISSABLE DIRECTEMENT SUR LES DIODES LASERS |                                                             |  | REF    | PRIX TTC |
| Adaptateur de fibre pour diode laser                                        | Pas standard microscope, connecteur SMA                     |  | OSH352 | 36 €     |
| Fibre optique SMA 2m                                                        | Fibre plastique longueur 2m avec connecteur SMA des 2 côtés |  | OCF352 | 36 €     |
| AUTRES ACCESSOIRES UTILES                                                   |                                                             |  | REF    | PRIX TTC |
| Transformateur secteur 5V-1A                                                | Avec connecteur jack alim 2.5, interrupteur on/off          |  | OSA005 | 9 €      |
| Support réglable pour diode laser                                           | Réglage fin d'inclinaison XY                                |  | OSH312 | 99 €     |
| Lunettes d'alignement laser                                                 | Large bande 400-700nm, puissance max 10mW                   |  | OLR900 | 99 €     |



# DIODE LASER 1MW

## Traitées optiquement

- Symétrie circulaire dès la sortie du laser
- Homogénéité et uniformité du faisceau, peu de speckle
- Faible divergence, ponctuelle sur plusieurs mètres
- Idéales pour les expériences en faisceau étendu comme pour les expériences en faisceau ponctuel

**BEST  
SELLER**



## AUTRES AVANTAGES DES DIODES LASERS NOVA

En plus de la qualité optique du faisceau

Possibilité de visser directement des objectifs de microscope standard

Structure aluminium et inox très résistante aux chocs

Monté sur tige inox de diamètre standard 10mm



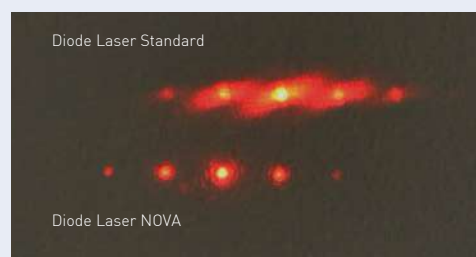
Connectique et câblage épais pour plus de solidité, avec interrupteur

Classe II, respecte les normes pédagogiques

Protection contre les surtensions

## DIFFRACTION PAR UN RÉSEAU À 3M

Symétrie circulaire du faisceau comparable aux lasers HeNe



## HOMOGENÉITÉ DU FAISCEAU APRÈS EXTENSION\*

Uniformité comparable aux torches lasers «épurées»



\*avec un objectif de microscope standard x4 type OCJ504

Longueur de tige par défaut : 10cm. Autres longueurs possibles à la demande.

| DIODES LASERS DE CLASSE II                 | PUISSANCE | TYPE        | SYMÉTRIE   | RESSENTI LUMINEUX | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------|-----------|-------------|------------|-------------------|--------|----------|
| <b>Rouge 650nm</b><br>Transfo 5VDC fourni  | 1mW       | Diode Laser | Circulaire | Correct           | OLR110 | 75 €     |
| <b>Vert 532nm</b><br>Transfo 5VDC fourni   | 1mW       | DPSS        | Standard   | Élevé             | OLR210 | 150 €    |
| <b>Violet 405nm</b><br>Transfo 5VDC fourni | 1mW       | Diode Laser | Circulaire | Faible            | OLR310 | 180 €    |
| <b>Bleu 450nm</b><br>Transfo 5VDC fourni   | 1mW       | Diode Laser | Circulaire | Correct           | OLR410 | 225 €    |
| <b>Vert 520nm</b><br>Transfo 3VDC fourni   | 1mW       | Diode Laser | Circulaire | Élevé             | OLR510 | 225 €    |

# AUTRES LASERS

## Besoin de puissance ou besoin de modulabilité ?

- Diodes Laser classe IIIa, avec transformateur secteur et interrupteur, pour les applications nécessitant plus de luminosité
- Diodes Laser modulables, pour transmission d'informations par voie optique, conseillées avec la photodiode COL320 pour récupérer le signal
- Réglage d'intensité possible sur les lasers modulables, pratique pour l'observation de profils d'intensité avec une barrette CCD

OPTIQUE



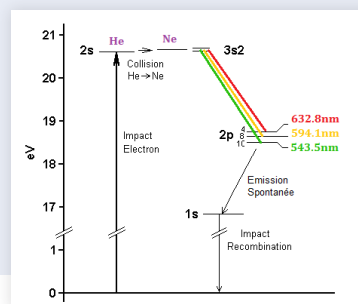
Longueur de tige par défaut : 10cm. Autres longueurs possibles à la demande.

| 1 | PACK DIODE LASER CLASSE IIIA - 3-5mW                                                                     |                         | LONGUEUR D'ONDE | PUISSANCE | REF    | PRIX TTC |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------|--------|----------|
|   | LUNETTES DE SÉCURITÉ OBLIGATOIRES                                                                        |                         |                 |           |        |          |
|   | <b>Laser Classe III</b><br>Puissance 3-5mW<br>Classe IIIa<br>Alimentation fournie<br>Interrupteur On-Off | <b>635nm Rouge</b>      | 635nm           | 3mW       | OLR630 | 144 €    |
|   |                                                                                                          | <b>532nm Vert</b>       | 532nm           | 3mW       | OLR230 | 270 €    |
|   |                                                                                                          | <b>405nm Violet</b>     | 405nm           | 5mW       | OLR330 | 270 €    |
| 2 | DIODES LASER MODULABLES                                                                                  |                         | LONGUEUR D'ONDE | PUISSANCE | REF    | PRIX TTC |
|   | CLASSE II OU IIIA SELON MODÈLES                                                                          |                         |                 |           |        |          |
|   | <b>Laser Modulable</b><br>Puissance 1mW<br>Alimentation 3VDC fournie<br>Modulation DC <20kHz             | <b>Modulable 635nm</b>  | 635nm           | 1mW       | OLR620 | 180 €    |
|   |                                                                                                          | <b>Modulable 650nm</b>  | 650nm           | 1mW       | OLR120 | 159 €    |
|   |                                                                                                          | <b>Classe III 405nm</b> | 405nm           | 5mW       | OLR320 | 270 €    |

# LASERS HÉLIUM-NÉON

Une gamme variée de 1 à 10mW, en rouge et en vert

- Systèmes normalisés de qualité recherche
- Alimentation sécurisée par verrou
- Obturateur intégré
- Grande durée de vie et qualité du faisceau



**NEW**  
**OLR006**

## LASER HE-NE CYLINDRIQUE, LA GAMME ÉTENDUE

On associe souvent les lasers HeNe à la longueur d'onde 632.8nm, mais il existe d'autres transitions qui peuvent être excitées avec l'énergie adéquate et qui émettent dans le visible (632.8nm, 543nm ou encore 594nm) Pour cela, on excite l'atome d'Hélium avec une énergie suffisante pour déplacer les électrons sur la couche 2S. L'atome d'Hélium, instable, transmet son énergie à l'atome de Néon sous forme de collisions. Au bout d'un certain nombre de collisions, une inversion de population se crée sur l'état 3s2 de l'atome de Néon, qui se décharge alors sur un état inférieur, émettant des radiations qui rayonnent à différentes longueurs d'onde selon l'état d'arrivée sélectionné. La longueur et les optiques de cavités sont alors choisies de façon à privilégier et faire raisonner la longueur d'onde souhaitée.

## UN LASER À GAZ MODULABLE !

En plus d'être utilisable pour les applications classiques, le laser He-Ne OLR006 peut être modulé en amplitude avec un signal entrant sur BNC, et ce à des fréquences allant jusqu'à 1 MHz.

Montures pour laser : voir page 117

| TOUTE LA GAMME DES DIODES LASER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                 | REF     | PRIX TTC      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|
| LASER HELIUM-NÉON 632.8NM - 1MW SUR TIGE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |         |               |
|  <p><b>Laser He-Ne sur tige - 632.8nm - 0.8mW</b><br/>           Puissance 0.8mW - Longueur d'onde 632.8nm<br/>           Symétrie circulaire - Divergence 1.7mRad<br/>           Diamètre de faisceau 0.5mm<br/>           Dimensions : 175x64x50mm<br/>           Tige diamètre 10mm, avec filetage pour objectif<br/>           Alimentation secteur fournie avec interrupteur</p> | Polarisation aléatoire                                                                                          | OLR008  | 1200 €        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Polarisation linéaire                                                                                           | OLR008P | 1260 €        |
| LASER HELIUM-NÉON 632.8NM - 1MW SUR TIGE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                 |         |               |
|  <p><b>Laser He-Ne Modulable - 632.8nm - 1mW</b><br/>           Puissance 1mW - Polarisation aléatoire<br/>           Symétrie circulaire - Divergence 1.8mRad<br/>           Modulation jusqu'à 1MHz avec shutter mécanique<br/>           Maintien par 2 tiges diamètre 10mm<br/>           Alimentation secteur fournie avec interrupteur</p>                                      | Modulable                                                                                                       | OLR006  | 690 €         |
| LASER HELIUM-NÉON CYLINDRIQUE - 632.8NM - 594NM - 543NM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |         |               |
| <p><b>Laser He-Ne cylindrique</b><br/>           Symétrie circulaire<br/>           Non polarisé<br/>           Divergence &lt; 1mRad<br/>           Alimentation fournie</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  <p><b>632.8nm Rouge</b></p> | 2mW     | OLR012 1200 € |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                 | 5mW     | OLR015 1500 € |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  <p><b>594nm Orange</b></p>  | 2-3mW   | OLR022 1950 € |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  <p><b>543nm Vert</b></p>    | 1mW     | OLR031 1200 € |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                 | 2mW     | OLR032 1350 € |

## LUNETTES DE SÉCURITÉ LASER

**Monture intégrale, surlunettes de vue**

- Gamme complète pour tout type de laser
- Permet l'alignement laser ou la protection totale
- Permet le port de lunettes de vue
- Protection intégrale, pas d'ouverture
- Certifiées CE selon la norme 2082009
- Modèle polyvalent OLR900 pour l'enseignement

Comment choisir la bonne paire ?

**QUELLE EST L'ACTION SOUHAITÉE ?****Protéger du rayonnement laser**

On parle alors de lunettes de sécurité ou protection, peu importe si l'on ne voit plus le faisceau laser, on choisit la paire qui atténue le plus à longueur d'onde du laser.

**Aligner le laser en sécurité**

On parle alors de lunettes d'alignement laser. On choisit le bon compromis d'atténuation pour que l'on puisse encore voir le faisceau laser sans que celui-ci ne présente un danger pour l'œil.

**VÉRIFIER LA DENSITÉ OPTIQUE NÉCESSAIRE****La densité optique est une unité en échelle LOG10**

OD 1 → divise la puissance par 10

OD 2 → divise la puissance par 100

OD 3 → divise la puissance par 1000

**Lunette de Protection → OD le plus élevé**

**Lunette d'Alignement → OD afin d'être juste < à 1mW**

**VÉRIFIER LA CORRESPONDANCE EN LONGUEUR D'ONDE**

Les lunettes ne protègent pas de la même manière à toutes les longueurs d'ondes. Le tableau ci-dessous détaille les densités optiques en fonction des plages de longueurs d'ondes.

| LUNETTES DE SÉCURITÉ LASER         | UV                  | VIOLET-BLEU            | VERT-JAUNE             | JAUNE-ROUGE            | IR                    | REF    | PRIX TTC    |
|------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------|-------------|
| <b>Protection YAG-Doublé 532nm</b> | OD 6+ jusqu'à 400nm | OD 6+ pour 400-500nm   | OD 6 pour 500-540nm    | Passant pour 540-800nm | OD 2+ pour 800-1100nm | OLR932 | <b>99 €</b> |
| <b>Protection HeNe 633nm</b>       | OD 6+ jusqu'à 400nm | Passant pour 400-500nm | Passant pour 500-600nm | OD 4+ pour 600-700nm   | OD 2+ pour 800-1100nm | OLR933 | <b>99 €</b> |
| <b>Alignement HeNe 633nm</b>       | OD 6+ jusqu'à 400nm | Passant pour 400-500nm | Passant pour 500-600nm | OD 2+ pour 600-700nm   | OD 4+ pour 800-1000nm | OLR934 | <b>99 €</b> |
| <b>Protection Laser YAG 1064nm</b> | OD 6+ jusqu'à 400nm | Passant pour 400-500nm | Passant pour 500-600nm | OD 5+ pour 700-1050nm  | OD 7+ 1050-1080nm     | OLR936 | <b>99 €</b> |
| <b>Protection Infrarouge</b>       | OD 6+ jusqu'à 400nm | Passant pour 400-500nm | Passant pour 500-600nm | Passant pour 600-700nm | OD 4+ 800-1700nm      | OLR938 | <b>99 €</b> |

# LUNETTES D'ALIGNEMENT POLYVALENTES

## Utilisez la même paire dans plusieurs configurations !

- Densité optique ND1 à 1.5 sur la plage 500-700nm
- Montures intégrales autorisant le port de lunettes de vue
- Bloque totalement les UV, fournie avec pochette de rangement



Si vous recherchez un modèle particulier pour des densités optiques supérieures ou pour bloquer d'autres longueurs d'ondes : [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

## PRÉVENTION ET SÉCURITÉ LASER, LE BON RÉFLEXE

En raison de la gamme d'énergie et de longueurs d'ondes que couvrent aujourd'hui les lasers, les risques causés par leur utilisation sont très variables. Une classification des lasers en fonction d'une limite d'émission accessible a été établie en 4 groupes, valable en utilisation normale sans focalisation du faisceau.



### Classe I

Intrinsèquement sans danger, les énergies transportées par le faisceau sont inférieures aux expositions maximales permises les plus limitatives.

### Classe II

Regroupe les lasers qui émettent dans domaine du visible et dont la puissance est sans danger grâce au réflexe naturel de l'oeil (en général <1mW).

### Classe IIIa/IIIr

Ces lasers peuvent représenter un danger potentiel pour l'oeil et il est fortement conseillé d'équiper les utilisateurs de lunettes de sécurité (<5mW).

### Classe IIIb/IV

Ces lasers sont toujours dangereux pour l'oeil y compris sur des réflexions diffuses et la prescription d'équipements de sécurité est obligatoire.

| LUNETTES D'ALIGNEMENT, MODÈLE SUPÉRIEUR                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  | <b>Lunettes d'alignement polyvalentes</b><br>Atténue l'intensité sur le rouge, jaune et vert, tout en laissant le faisceau visible. Coupe les UV et le bleu<br>Protection sur une large bande 400-700nm<br>OD 1 à 1.5 sur 500-700nm, puissance max 10mW<br>Monture sur-lunette en robuste avec housse | OLR900 | 99 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          |
| LUNETTES DE SÉCURITÉ, MODÈLE ÉCONOMIQUE                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Lunettes de sécurité économiques</b><br>Réduit fortement l'intensité sur la bande 400-700nm<br>OD 3 à 4 sur 500-700nm, puissance max 10mW<br>Sur les lasers de faible puissance, le faisceau peut être difficilement visible. Monture sur-lunette en plastique avec housse                         | OLR901 | 30 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |        |          |



## VALISE RÉFLEXION-RÉFRACTION

**Kit pour étude de la réflexion-réfraction sans banc d'optique**

- Valise incluant les rangements pour tous les composants avec la tige ou sur un panneau magnétique
- 3 utilisations possibles : à l'horizontale, à la verticale

OPTIQUE

**Praticité et polyvalence :**

Semelles magnétiques sur le rail et les sources lumineuses  
 Fixation par vis des demi-cylindres  
 Sources multifonctions et réutilisables pour d'autres applications



| MALLETE COMPLÈTE AU LASER + LUMIÈRE BLANCHE                              | SOURCES FOURNIES                              | REF     | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|----------|
| <b>comprenant les sources ci-contre et les éléments ci-dessous :</b>     |                                               |         |          |
| 1 disque blanc gradué de Ø230mm à clipser sur un rail aluminium          | Laser ligne 650nm 1mW                         |         |          |
| 1 lentille demi-cylindrique Ø200 x 12 mm                                 | Source blanche à rayons 21W                   | OLB 825 | 300 €    |
| 1 cuve demi-cylindrique Ø200 x 20 mm transparente graduée                | Alimentations fournies                        |         |          |
| 1 miroir plan 80 x 20 mm                                                 |                                               |         |          |
| 1 tige Ø10 x 45 mm                                                       |                                               |         |          |
| 1 valise de rangement avec compartiments                                 |                                               |         |          |
| MALLETE RÉFLEXION-RÉFRACTION MONO-SOURCE                                 | SOURCE FOURNIE                                | REF     | PRIX TTC |
| <b>comprenant les sources ci-contre et les éléments ci-dessous :</b>     |                                               |         |          |
| 1 disque blanc gradué de Ø230mm à clipser sur un rail aluminium          | Laser ligne 650nm 1mW avec alimentation       | OLB 821 | 225 €    |
| 1 lentille demi-cylindrique Ø200 x 12 mm                                 |                                               |         |          |
| 1 cuve demi-cylindrique Ø200 x 20 mm transparente graduée                | Source blanche à rayons 21W avec alimentation | OLB 820 | 240 €    |
| 1 miroir plan 80 x 20 mm                                                 |                                               |         |          |
| 1 tige Ø10 x 45 mm                                                       |                                               |         |          |
| 1 valise de rangement avec compartiments                                 |                                               |         |          |
| ACCESSOIRES                                                              |                                               | REF     | PRIX TTC |
| 4 Disque gradué sur tige, diamètre 23cm                                  |                                               | OLB840  | 30 €     |
| 1 Demi-cylindre plexiglass à visser, diamètre 20cm                       |                                               | OLB842  | 24 €     |
| 2 Cuve creuse hemi-cylindrique, magnétique et/ou à visser, diamètre 20cm |                                               | OLB843  | 19,80 €  |
| 3 Miroir plan 80x20mm pour disque optique                                |                                               | OLB844  | 18 €     |

# RÉFLEXION, RÉFRACTION AU LASER

## Laser et optique géométrique

- Très faible divergence du faisceau
- Très bonne luminosité (surtout avec le laser vert)
- Modularité et stabilité avec les semelles magnétiques
- Robustesse d'un système entièrement en acier
- Précision des mesures

MODERNISATION de vos anciens dispositifs de réflexion-réfraction à moindre frais pour gagner en luminosité

Plus lumineux  
Plus fin  
Plus pratique



KIT COMPLET avec laser au choix, support, plateau gradué, demi-disque PVC et alimentation secteur

Expérience réalisable même dans une salle éclairée !

2



## LASERS SUR SEMELLE MAGNETIQUE, FACILEMENT ADAPTABLE SUR ANCIENS SYSTEMES

Ces lasers peuvent être montés sur des semelles magnétiques pour être parfaitement ajustés à la hauteur d'axe optique de vos anciens dispositifs de réflexion-réfraction en lumière blanche, en lieu et place des lanternes à filament.

## LASER LIGNE

Ces lasers aux faisceaux rasants possèdent une distribution d'intensité étudiée pour former un trait lumineux le plus long possible sur n'importe quelle surface plane.

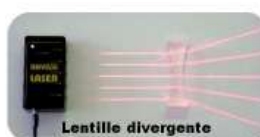
| LASER LIGNE MONOFAISCEAU SUR SEMELLE MAGNÉTIQUE                                                                                                 |                              | LONGUEUR D'ONDE             | DIMENSIONS  | REF     | PRIX TTC     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|---------|--------------|
| <b>Laser ligne sur semelle magnétique</b><br><br>Puissance 1mW<br>Alimentation 3VDC fournie                                                     | <b>1 Rouge</b>               | 635nm                       | 80x25x20mm  | OLR 811 | <b>90 €</b>  |
|                                                                                                                                                 | <b>Vert</b>                  | 532nm                       | 100x25x20mm | OLR 812 | <b>172 €</b> |
| KIT RÉFLEXION-RÉFRACTION AU LASER                                                                                                               |                              | LASER                       |             | REF     | PRIX TTC     |
| <b>Kit réflexion-réfraction</b><br><br>Support en acier<br>Plateau rotatif en acier gradué au degré<br>Demi-disque Plexi sur semelle magnétique | <b>au laser rouge 635nm</b>  | ligne 635nm - 1mW<br>OLR811 |             | OLR 821 | <b>240 €</b> |
|                                                                                                                                                 | <b>2 au laser vert 532nm</b> | ligne 532nm - 1mW<br>OLR812 |             | OLR 822 | <b>315 €</b> |

| ACCESSOIRES                                                               | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| Demi-disque plexiglass seul - avec semelle magnétique, diamètre 12cm      | OLR842 | 24 €     |
| Cuve creuse hémicylindrique, pour kit réflexion-réfraction, diamètre 12cm | OLR843 | 15 €     |

# KITS OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE AU LASER

## Kit optique géométrique au laser

- Se fixe sur n'importe quel tableau magnétique
- Utilisable même à la verticale
- Pas besoin d'être dans l'obscurité
- Clarté de l'identification des rayons avec le laser bicolore
- Multi-expériences, il sert de nombreuses fois dans l'année



La valise "essentielle" de composants OLR831 permet de réaliser les expériences suivantes :

- rayons paraxiaux et marginaux
- étude des dioptries, lentilles et miroirs
- réflexion, réfraction d'un faisceau, loi de Descartes
- minimum de déviation d'un prisme
- simulation de l'oeil et des lentilles correctrices
- aberrations sphériques
- guide de lumière, principe de la fibre optique

La valise "complémentaire" de composants OLR832 permet d'illustrer quelques propriétés supplémentaires :

- lentilles en "air" convergentes et divergentes
- prismes en "air"
- déviation par un prisme équilatéral ou à angle droit
- cube séparateur
- montages à prismes : périscope, porro...

| KIT OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE COMPLET AVEC LASER       |                                | LASER FOURNI                                          | REF      | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|----------|----------|
| <b>Kit complet contenant :</b>                   |                                | 5 faisceaux rouge (635nm)<br>modèle OLR815            | OLR835   | 450 €    |
| 1 valise "essentielle" de 14 composants optiques |                                | 4 faisceaux rouge et le central vert<br>modèle OLR816 | OLR836   | 510 €    |
| 6 planches pédagogiques                          |                                | 5 faisceaux vert (532nm)<br>modèle OLR817             | OLR837   | 720 €    |
| 1 laser multifaisceaux au choix                  |                                |                                                       |          |          |
| Ensemble sur semelle magnétique                  |                                |                                                       |          |          |
| COMPOSANTS OPTIQUES SUR SEMELLE MAGNETIQUE       | CONTENU DE LA VALISE           | REF                                                   | PRIX TTC |          |
| <b>Valise de composants sans laser</b>           | <b>Valise "essentielle"</b>    | 14 composants + 6 planches                            | OLR831   | 225 €    |
| Tous les éléments sont sur semelle magnétique    | <b>Valise "complémentaire"</b> | 15 composants complémentaires                         | OLR832   | 240 €    |

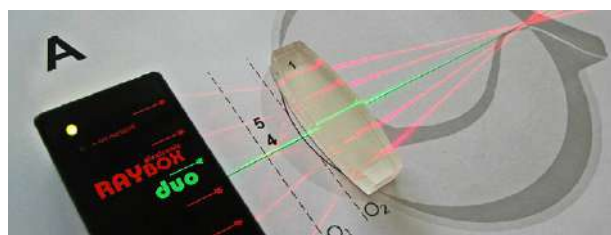
# LASERS LIGNE SIMPLE ET MULTI-FAISCEAUX

## La référence en matière de laser ligne

- Qualité : Lignes laser rasantes visibles sur de nombreux mètres même en plein jour
- Sécurité : Classe II, sécurité oculaire respectée
- Polyvalence et praticité : Sur semelle magnétique, à pile ou sur secteur

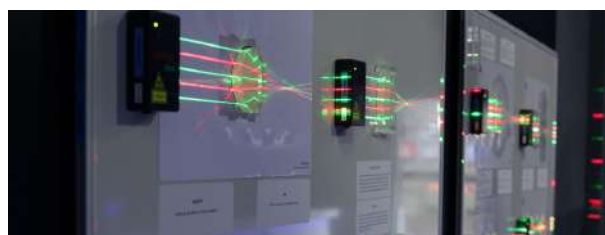
### LASER LIGNE, LASER MULTIFAISCEAUX

Ces lasers aux faisceaux rasants possèdent une distribution d'intensité étudiée pour former un trait lumineux le plus long possible sur n'importe quelle surface plane.



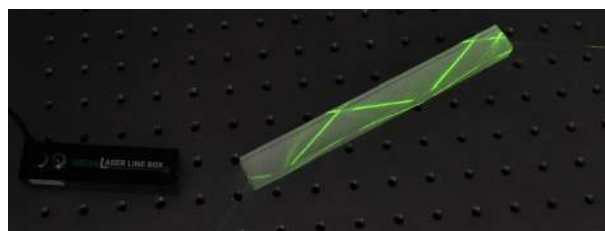
### ILLUSTRATION DU PRINCIPE DE LA FIBRE OPTIQUE

Avec le barreau de plexiglass sur semelle magnétique (Ref OLR841), et un laser mono-faisceau (OLR811 ou 812), vous pouvez illustrer le principe d'une fibre optique, mesurer son ouverture numérique, l'angle de réflexion totale...



### SEMELLE MAGNETIQUE

Tous les modèles de cette page disposent de semelle magnétique permettant de s'adapter sur vos anciens systèmes en tôle acier, ou sur les tableaux blancs magnétiques.



| LASER LIGNE MONOFAISCEAU SUR SEMELLE MAGNÉTIQUE                                         |                                                      | LONGUEUR D'ONDE | DIMENSIONS   | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|--------------|--------|----------|
| <b>Laser ligne sur semelle magnétique</b><br>Puissance 1mW<br>Alimentation 3VDC fournie | <b>Rouge</b>                                         | 635nm           | 80x25x20mm   | OLR811 | 90 €     |
|                                                                                         | <b>Vert</b>                                          | 532nm           | 100x25x20mm  | OLR812 | 172 €    |
| LASER MULTIFAISCEAUX SUR SEMELLE MAGNÉTIQUE                                             |                                                      | LONGUEUR D'ONDE | SELECTEUR    | REF    | PRIX TTC |
| <b>Laser multifaisceaux</b><br>Puissance 1mW<br>Alimentation 3VDC fournie               | <b>avec 5 rayons rouges</b>                          | 635nm           | mécanique    | OLR815 | 229 €    |
|                                                                                         | <b>avec 4 rayons rouges et le rayon central vert</b> | 635nm           | électronique | OLR816 | 288 €    |
|                                                                                         | <b>avec 5 rayons verts</b>                           | 532nm           | électronique | OLR817 | 498 €    |
| ACCESSOIRES                                                                             |                                                      |                 |              | REF    | PRIX TTC |
| Modèle de fibre plexiglass, avec semelle magnétique                                     |                                                      |                 |              | OLR841 | 27 €     |

# AUTRES LAMPES SPECTRALES

## Pour vous offrir un spectre de possibilités

- Ampoules OSRAM 9 picots
- Tubes Capillaires 260mm
- Alimentation adaptée et polyvalente
- Lampes facilement interchangeables

OPTIQUE



### AMPOULES 9 PICOTS OSRAM

Luminosité 20% supérieure aux E27  
 Moyenne-Haute Pression  
 Compatible avec toutes les alimentations à culot 9 picots  
 Très bonne qualité de spectre et durée de vie


**2**

### TUBES CAPILLAIRES «PLUCKER»

Très économique  
 Gamme variée de gaz  
 Etude des spectres de Balmer avec l'hydrogène  
 Point source longiligne adapté pour la dispersion du spectre

| 1 PACK                                                  | REF           | PRIX TTC     |
|---------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| <b>Pack alimentation spectrale + 2 carters 9 picots</b> | <i>OLS029</i> | <b>438 €</b> |
| ELEMENTS AU DÉTAIL                                      | REF           | PRIX TTC     |
| Alimentation spectrale seule                            | <i>OLS019</i> | <b>249 €</b> |
| Carter culot 9 picots                                   | <i>OLS009</i> | <b>99 €</b>  |
| Ampoule Mercure Hg 9 picots                             | <i>OLS910</i> | <b>300 €</b> |
| Ampoule Sodium Na 9 picots                              | <i>OLS920</i> | <b>525 €</b> |
| Ampoule Cadmium Cd 9 picots                             | <i>OLS930</i> | <b>330 €</b> |
| Ampoule Hélium He 9 picots                              | <i>OLS940</i> | <b>690 €</b> |
| Ampoule Zinc Zn 9 picots                                | <i>OLS950</i> | <b>330 €</b> |
| Ampoule Mercure-Cadmium HgCd 9 picots                   | <i>OLS970</i> | <b>300 €</b> |

| 2 PACK                                        | REF           | PRIX TTC     |
|-----------------------------------------------|---------------|--------------|
| <b>Pack Alimentation + 2 tubes Hydrogène</b>  | <i>OLS080</i> | <b>360 €</b> |
| ELEMENTS AU DÉTAIL                            | REF           | PRIX TTC     |
| Alimentation spectrale pour tubes capillaires | <i>OLS018</i> | <b>300 €</b> |
| Tube spectral Hydrogène, capillaire 260mm     | <i>OLS870</i> | <b>36 €</b>  |
| Tube spectral Mercure, capillaire 260mm       | <i>OLS810</i> | <b>36 €</b>  |
| Tube spectral Helium, capillaire 260mm        | <i>OLS840</i> | <b>36 €</b>  |
| Tube spectral Neon, capillaire 260mm          | <i>OLS860</i> | <b>36 €</b>  |



# LAMPES SPECTRALES E27

**Alimentation polyvalente pouvant accueillir jusqu'à 2 carters E27 ou 9 picots**

- Structure ergonomique avec bords arrondis
- Peinture noire adaptée pour l'optique
- Poignées latérales facilitant le transport
- Ergots à l'arrière pour enrouler les câbles
- Hauteur réglable par coulissement

**BEST  
SELLER**

Qualité de spectre  
équivalente aux 9 picots

Durée de vie  
similaire aux 9 picots

Luminosité 20% plus  
faible que les 9 picots



**E27**

Economique

Solidité du culot

Facilité de remplacement

Grande tolérance aux  
interruptions de courant

Moyenne Basse Pression

OPTIQUE

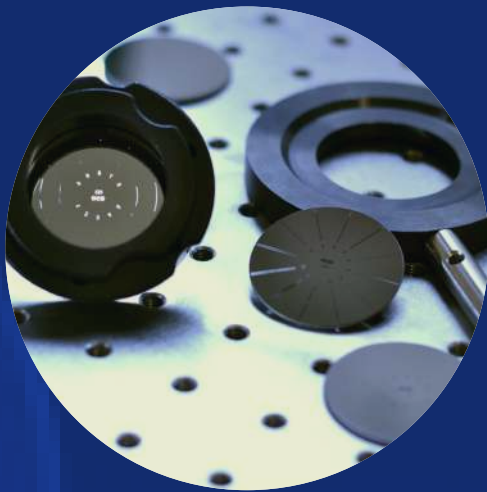
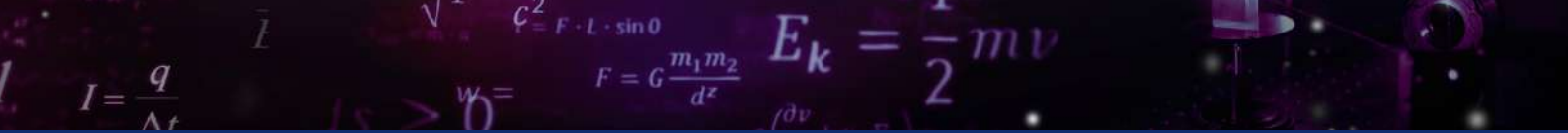
| PACK                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|
| <b>Pack alimentation spectrale Sodium/Mercure E27</b><br>Alimentation + 2 carters + Ampoule Sodium + Ampoule Mercure | OLS070 | <b>549 €</b> |
| ELEMENTS AU DÉTAIL                                                                                                   | REF    | PRIX TTC     |
| Alimentation spectrale seule                                                                                         | OLS017 | <b>249 €</b> |
| Carter culot E27                                                                                                     | OLS007 | <b>99 €</b>  |
| Ampoule Mercure Hg E27                                                                                               | OLS710 | <b>72 €</b>  |
| Ampoule Sodium Na E27                                                                                                | OLS720 | <b>72 €</b>  |
| Ampoule Zinc Zn E27                                                                                                  | OLS750 | <b>117 €</b> |
| Ampoule Neon Ne E27                                                                                                  | OLS760 | <b>117 €</b> |

# OPTIQUE

---

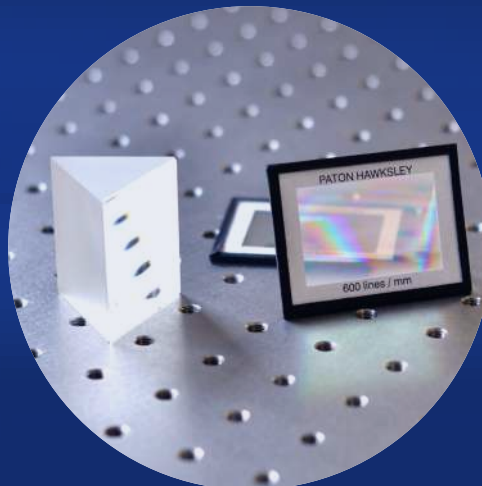
## COMPOSANTS & CONSOMMABLE

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| Lentilles standard diamètre 40mm                  | <b>146</b> |
| Lentilles de projection diamètre 80mm             | <b>148</b> |
| Miroirs plans et sphériques                       | <b>150</b> |
| Lames séparatrices et filtres atténuateurs        | <b>152</b> |
| Filtres colorés et interférentiels                | <b>154</b> |
| Prismes                                           | <b>156</b> |
| Réseaux de diffraction et Spectroscopes           | <b>158</b> |
| Objets et dépolis                                 | <b>160</b> |
| Fentes et diaphragmes réglables                   | <b>162</b> |
| Diffraction et interférences                      | <b>164</b> |
| Filtrage spatial et optique de Fourier            | <b>168</b> |
| Polariseurs et lames à retard                     | <b>170</b> |
| Cellule de polarimétrie et cristaux liquide       | <b>173</b> |
| Eclairage de paillasse et Rangement de composants | <b>176</b> |
| Ouvrages et posters pédagogiques                  | <b>178</b> |



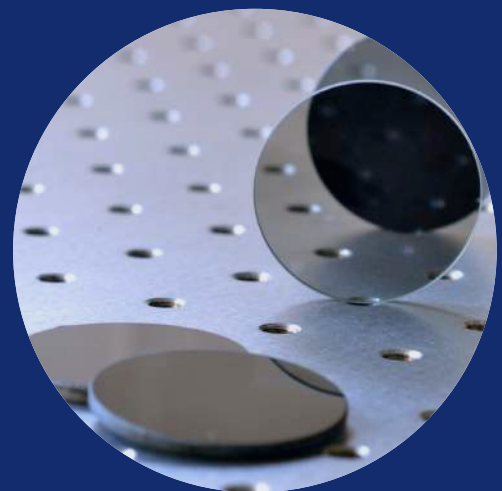
# DIFFRACTION

page 164



# POLARISATION

page 170



# AUTRES LENTILLES DIA.40MM

## Lentilles économiques ou pratiques

- En verre optique, tolérance 10% sur les focales
- Cerclées pour un diamètre extérieur de 40mm
- Ensembles pratiques en valisette de rangement

 Lentilles  
cylindriques  
magnétiques

 Page  
140

 Rangement  
de lentilles

 Page  
177

2

1



### LENTILLES BAGUÉES, DIAMÈTRE 40MM

REF

PRIX TTC

#### Lentilles Biconvexes

Lentilles en verre K9  
 Cerclées en PVC noir  
 Sérigraphie de la focale  
 Poids unitaire : environ 10 g  
 Dimensions : Ø40 x 6 mm  
 Emballage : sachet individuel

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Focale +50mm +20 Dioptries    | OCL405 |
| Focale +100mm +10 Dioptries   | OCL410 |
| Focale +200mm +5 Dioptries    | OCL420 |
| Focale +500mm +2 Dioptries    | OCL450 |
| Focale -100mm -10 Dioptries   | OCL491 |
| Focale -150mm -6.67 Dioptries | OCL496 |
| Focale -200mm -5 Dioptries    | OCL492 |
| Focale -500mm -2 Dioptries    | OCL495 |

 PRIX UNITAIRE  
12 €

 LOT DE 10  
99 €

#### 1 Valisette de 18 composants bagués

8 lentilles baguées Ø 40 : F+50,+100,+200,+500,-100,-150,-200,-500 mm  
 2 miroirs bagués Ø 40 : 1 plan et 1 plan/concave F -200 mm  
 8 diaphragmes métal Ø40  
 Lentilles et miroirs cerclés avec sérigraphie des focales.

OCL400

120 €

#### 2 Valisette de 15 composants non bagués

6 lentilles Ø 40 : F+50,+100,+150,+200,+500,-200 mm  
 2 miroirs Ø 40 : 1 plan et 1 convexe/concave F +/-200 mm  
 6 diaphragmes métal Ø40  
 1 jeton objet lettre F

OCL600

60 €

#### Lot de composants dia.40mm : 6 lentilles, 2 miroirs, 1 objet dépoli

Verre standard, tolérance 10%  
 Lentilles dia.40mm de focales f+50/+100/+150/+200/+500/-200mm  
 Miroirs plan et f+200mm  
 Objet dépoli avec lettre L/F

OCL621

30 €

## LENTILLES DIAMÈTRE 40MM

**Lentilles de qualité au meilleur prix**

- Optiques adaptées à l'enseignement supérieur
- En verre optique traité anti-reflets
- Au diamètre 40mm

Protégez et optimisez l'utilisation de vos composants avec les montures et bagues magnétiques, pratiques et sécurisées.

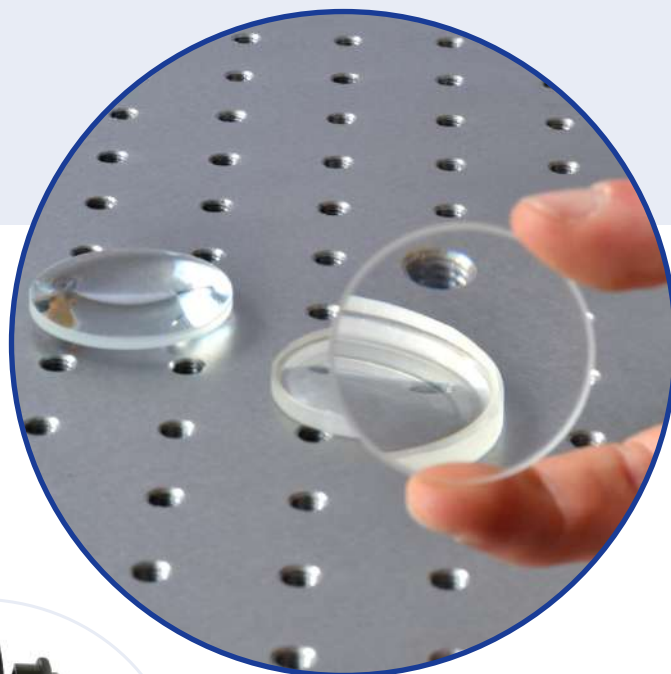


**Bague aimantée**  
4,80€ TTC  
Ref. OSH033



**Monture acier**  
24€ TTC  
Ref. OSH030

Montures  
Pages  
108-112



OPTIQUE

| LENTILLES SUPÉRIEURES EN VERRE, DIAMÈTRE 40MM                                                                                                                          |                               | REF    | PRIX TTC                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------|-----------------------------------------------|
| <b>Lentilles Biconvexes</b><br>Matériau : verre optique K9<br>Traitement : antireflet<br>Précision focale : +/- 2%<br>Diamètre : 40mm<br>Epaisseur max aux bords : 3mm | Focale +50mm +20 Dioptries    | OCL505 | PRIX UNITAIRE<br>9 €<br><br>LOT DE 10<br>75 € |
|                                                                                                                                                                        | Focale +100mm +10 Dioptries   | OCL510 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale +125mm +5 Dioptries    | OCL512 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale +150mm +6.67 Dioptries | OCL515 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale +200mm +5 Dioptries    | OCL520 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale +250mm +4 Dioptries    | OCL525 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale +300mm +3.33 Dioptries | OCL530 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale +500mm +2 Dioptries    | OCL550 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale +1000mm +1 Dioptries   | OCL551 |                                               |
| <b>Lentilles Biconcaves</b><br>Matériau : verre optique K9<br>Traitement : antireflet<br>Précision focale : +/- 2%<br>Diamètre : 40mm<br>Epaisseur max aux bords : 5mm | Focale -50mm -20 Dioptries    | OCL590 | PRIX UNITAIRE<br>9 €<br><br>LOT DE 10<br>75 € |
|                                                                                                                                                                        | Focale -100mm -10 Dioptries   | OCL591 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale -150mm -6.67 Dioptries | OCL596 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale -200mm -5 Dioptries    | OCL592 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale -300mm -3.33 Dioptries | OCL593 |                                               |
|                                                                                                                                                                        | Focale -500mm -2 Dioptries    | OCL595 |                                               |



## LENTILLES DE PROJECTION

**Lentilles de projection en verre, diamètre 80mm**

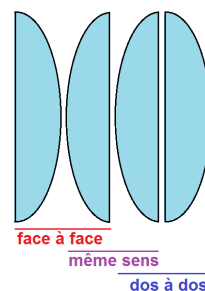
- Optiques adaptées à l'enseignement supérieur
- En verre optique traité anti-reflets
- Au diamètre 80mm

**Condenseur double modulaire**

Ref. OCL222

Particulièrement recommandé derrière une lampe spectrale.

Permet également l'étude des aberrations chromatiques et sphériques grâce à sa disposition magnétique qui permet de mettre les 2 lentilles plan-convexe soit face à face, soit dos à dos, soit dans le même sens.



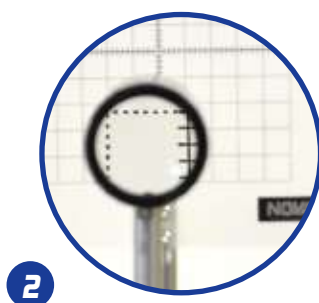
Les 3 configurations possibles avec le condenseur modulaire

**Système épais à 2 doublets**

Ref. OCL244

Permet d'étudier les propriétés d'un système optique épais ne pouvant se résumer au cas de la lentille mince.

Deux doublets achromatiques de focale 200mm sont montés dans un corps cylindrique de longueur 70mm.



2

**Dispositif de Galilée**

Ref. OCL266

Système mécanique permettant d'assembler 2 lentilles au dia.40mm écartées de 60mm et insérées dans un tube. Avec deux lentilles de focale -50mm, vous pouvez ainsi réaliser une lunette de Galilée. Avec d'autres focales, créez votre propre système épais.

## DISPOSITIF SPÉCIAUX COMPOSÉ DE PLUSIEURS LENTILLES

REF

PRIX TTC

**Lentilles Achromatiques en monture**

Structure aluminium anodisé  
Montées sur tige inox dia.10mm.  
Doublets achromatiques anti-reflets  
Diamètre utile 30mm

Focale +100mm

OCL291

Focale +200mm

OCL292

Focale +300mm

OCL293

Focale +400mm

OCL294

Focale +500mm

OCL295

48 €

**Dispositifs épais sur tige**

Structure aluminium anodisé  
Montée sur tige inox dia.10mm.  
Lentilles assemblées de façon définitives ou à placer soi même  
Diamètre 40mm

1

Prémonté, avec 2 lentilles achromatiques f+200mm

OCL244

69 €

2

Modulaire, sans lentilles  
2 emplacements pour lentilles dia.40mm, serrage contrebague

OCL266

54 €

**Condenseur Double Modulaire**

Composé de 2 lentilles plan-convexe  
Focale environ 75mm  
Diamètre 80mm  
En monture acier sur tige dia.10mm  
Disposition magnétique modulaire

Condenseur double, focale +75mm

OCL222

180 €

# LENTILLES DIAMÈTRE 80MM

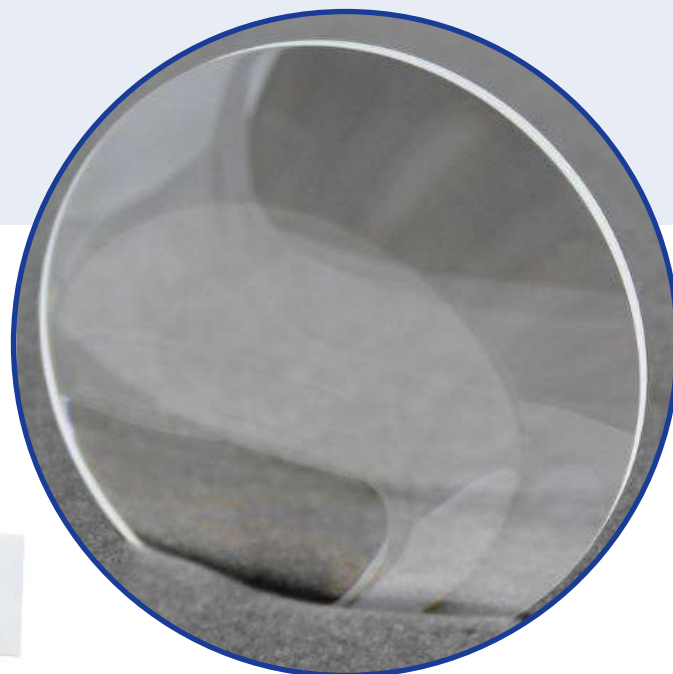
## Lentilles de qualité au meilleur prix

- Optiques adaptées à l'enseignement supérieur
- En verre optique
- Au diamètre 80mm

Protégez vos composants diamètre 80mm avec les montures semi-définitives à contrebague.

Monture dia.80mm  
45€ TTC  
Ref. OSH082

Montures  
Pages  
108-112



OPTIQUE



## Des besoins particuliers ?

Pour un TIPE ou une expérience particulière, vous pouvez avoir besoin de composants optiques non standards, nous avons sans doute une solution :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

| LENTILLES SUPÉRIEURES EN VERRE, DIAMÈTRE 40MM                                                                                                                                                                         |                               | REF    | PRIX TTC                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------|-------------------------------|
| <b>Lentilles Biconvexes</b><br>Matériau : verre optique K9<br>Traitement : sans<br>Précision focale : +/- 5%<br>Diamètre : 80mm<br>Épaisseur aux bords :<br>8-10mm pour OCL810/12/15<br>3-6mm pour OCL820/25/30/50/90 | Focale +100mm +10 Dioptries   | OCL810 | <b>PRIX UNITAIRE<br/>18 €</b> |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale +125mm +5 Dioptries    | OCL812 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale +150mm +6.67 Dioptries | OCL815 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale +200mm +5 Dioptries    | OCL820 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale +250mm +4 Dioptries    | OCL825 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale +300mm +3.33 Dioptries | OCL830 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale +500mm +2 Dioptries    | OCL850 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale +1000mm +1 Dioptries   | OCL890 |                               |
| <b>Lentilles Biconcaves</b><br>Matériau : verre optique K9<br>Traitement : sans<br>Précision focale : +/- 5%<br>Diamètre : 80mm<br>Épaisseur aux bords : 10 à 15mm                                                    | Focale -100mm -10 Dioptries   | OCL891 | <b>PRIX UNITAIRE<br/>18 €</b> |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale -200mm -5 Dioptries    | OCL892 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale -300mm -3.33 Dioptries | OCL893 |                               |
|                                                                                                                                                                                                                       | Focale -500mm -2 Dioptries    | OCL893 |                               |

# MIROIRS SPHÉRIQUES

## Vaste sélection de miroirs sphériques

- Diamètre 40mm à 150mm
- Traitement métallique
- Large gamme selon les besoins

## Des besoins particuliers ?

Pour un TIPE ou une expérience particulière, vous pouvez avoir besoin de composants optiques non standard, nous avons sans doute une solution :

[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)



IDÉAL POUR  
la Strioscopie par  
la méthode de  
Schlieren

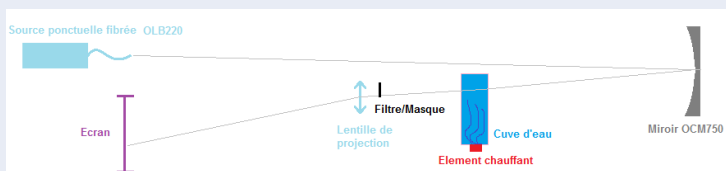
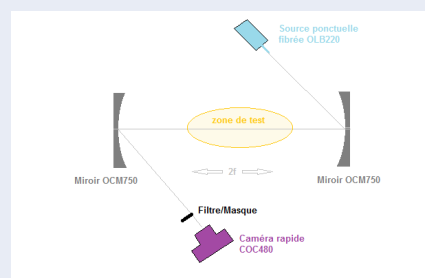
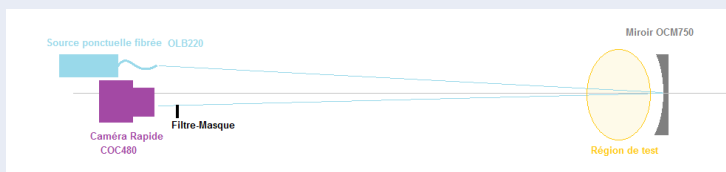
3 montages  
possibles

### Miroir grand diamètre de haute qualité optique

Diamètre 150mm, focale f+750mm

Sans monture : **144 € OCM750**

Avec monture : **330 € OCM750M**



| MIROIRS SPHÉRIQUES                                                                                                             | DIAMÈTRE | FOCALE           | REF    | PRIX TTC       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|--------|----------------|
| <b>Miroirs standard focométrie</b><br>Traitement aluminium, non bagué<br>Tolérance sur les focales : 5%                        | 40 mm    | Focale +100mm    | OCM510 | <b>9 €</b>     |
|                                                                                                                                |          | Focale +200mm    | OCM520 |                |
|                                                                                                                                |          | Focale -100mm    | OCM591 |                |
|                                                                                                                                |          | Focale -200mm    | OCM592 |                |
| <b>Miroirs standard bagué</b><br>Traitement aluminium<br>Cerclées en PVC noir avec sérigraphie                                 | 40mm     | Focale - 200mm   | OCM492 | <b>13,50 €</b> |
| <b>Miroirs de projection</b><br>Traitement aluminium<br>Tolérance sur les focales : 5%<br>Double face : 1 concave, 1 convexe   | 80mm     | Focale +/- 100mm | OCM810 | <b>19,20 €</b> |
|                                                                                                                                |          | Focale +/- 200mm | OCM820 |                |
| <b>Miroir de Schlieren</b><br>Traitement aluminium<br>Planéité du front d'onde : $\lambda/8$<br>Épaisseur 12-15mm - Poids 600g | 150mm    | Focale +750mm    | OCM750 | <b>144 €</b>   |

# MIROIRS PLANS

## Vaste sélection de miroirs

- Diamètre 25mm à 80mm, en première métallisation
- Large gamme de planéité selon les besoins
- Traitement aluminium sur substrat K9 ou BK7


**BEST  
SELLER**

### Miroir de focométrie

Ref. OCM500

Le meilleur rapport qualité-prix et le choix préférentiel des CPGE pour les TP de focométrie



### Miroir d'autocollimation, au format PATON

Ref. OCM650

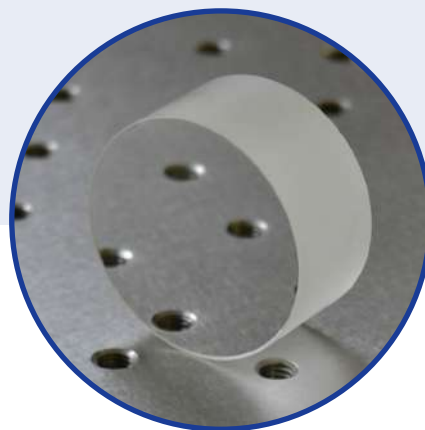
Se glisse directement sur les porte-réseaux standards de vos goniomètres, avec une qualité optique adaptée pour l'autocollimation



### Miroirs haute-planéité pour interféromètres

A partir de 75€

Les miroirs OCM911, 912 et 924 sont ceux utilisés dans les interféromètres de Michelson de part leur planéité élevée


**NEW**

### Conseil pour l'autocollimation :

Pour réaliser un réglage à l'infini avec une lunette autocollimatrice, il est nécessaire que la surface réfléchissante (prisme, lame à faces parallèles ou miroir) possède une planéité et qualité optique suffisante (au moins  $\lambda/2$ ). Les miroirs standards de focométrie ne permettent pas forcément de réaliser une autocollimation dans de bonnes conditions.

### Remplacement miroirs d'interféromètres :

Nous pouvons remplacer les miroirs rayés de vos vieux interféromètres de Michelson !

Pour les michelsons de marque SOPRA, le miroir OCM911 est utilisé. Pour les michelsons à optiques de grand diamètres, le miroir OCM924 est celui qui convient. Une adaptation peut être nécessaire.

Demandez un devis : [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

**SAV**

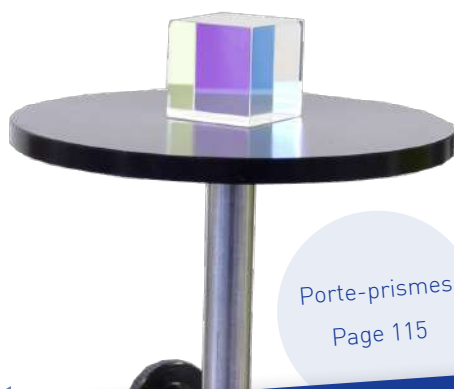
|                                                                                        | TYPE            | PLANÉITÉ  | DIMENSIONS             | REF    | À L'UNITÉ     | LOT DE 10   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|------------------------|--------|---------------|-------------|
| <b>Miroirs plans</b><br>Traitement aluminium<br>Planéité et dimensions suivant modèles | Economique      | 4 Lambda  | 100x75mm               | OCM875 | <b>3,60 €</b> | <b>30€</b>  |
|                                                                                        | Economique      | 4 Lambda  | Diamètre 40mm          | OCM100 | <b>3,60 €</b> | <b>30€</b>  |
|                                                                                        | Focométrie      | Lambda    | Diamètre 40mm          | OCM500 | <b>9 €</b>    | <b>75€</b>  |
|                                                                                        | Focométrie      | 2 Lambda  | Diamètre 40mm          | OCM400 | <b>9 €</b>    | <b>75€</b>  |
|                                                                                        | Focométrie      | Lambda    | Diamètre 80mm          | OCM800 | <b>18 €</b>   | <b>150€</b> |
|                                                                                        | Autocollimation | Lambda/2  | Format Paton 65x50mm   | OCM650 | <b>36 €</b>   | <b>300€</b> |
|                                                                                        | Interférométrie | Lambda/10 | Diamètre 25mm/1 pouce  | OCM911 | <b>75 €</b>   |             |
|                                                                                        | Interférométrie | Lambda/10 | Diamètre 50mm/2 pouces | OCM912 | <b>150 €</b>  |             |
|                                                                                        | Interférométrie | Lambda/20 | Diamètre 40mm          | OCM924 | <b>180 €</b>  |             |

# LAMES, CUBES, SÉPARATRICES

## Pour la réalisation d'expériences d'interférométrie ou d'holographie

- Large choix de diamètre, de coefficient de réflexion, de planéité
- Pour l'holographie, la planéité  $\lambda/2$  est suffisante.
- Pour l'interférométrie, la planéité  $\lambda/10$  est recommandée
- Avec des sources non monochromatiques, il faut utiliser soit les cubes séparateurs, soit rajouter une compensatrice

OPTIQUE



Porte-prismes  
Page 115

**Cubes et lames séparatrices de précision à un prix abordable.**  
Idéales pour la réalisation d'expériences d'interférométrie ou d'holographie.



### Des besoins particuliers ?

Pour un TIPE ou une expérience particulière, vous pouvez avoir besoin de composants optiques non standard, nous avons sans doute une solution :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

| CUBES SÉPARATEURS                                                                                                                                                                                                                              |                                                                        | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Cubes séparateurs</b><br>Dimensions 20x20x20mm<br>R:T 50:50<br>Plage 400-700nm<br>Planéité selon modèle                                                                                                                                     | Cube séparateur de faisceau de précision<br>(planéité : $\lambda/10$ ) | OCF616 | 249 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                | Cube séparateur de faisceau économique<br>(planéité : 1 $\lambda$ )    | OCF606 | 90 €     |
| LAMES SÉPARATRICES                                                                                                                                                                                                                             |                                                                        | REF    | PRIX TTC |
| <b>Lames semi-réfléchissantes</b><br>Coefficient R:T 50:50 ou 30:70<br>Valeurs données à 45° d'incidence<br>Pour la gamme 400-800nm<br>En verre avec traitement résistant<br>Epaisseur 1 à 5mm selon modèles<br>Planéité : en $\lambda$ @633nm | 50:50 - Standard - $\lambda/2$ - Diamètre 25mm                         | OCF552 | 60 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                | 30:70 - Standard - $\lambda/2$ - Diamètre 25mm                         | OCF553 | 60 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                | 50:50 - Économique - 1 $\lambda$ - Diamètre 40mm                       | OCF554 | 60 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                | 50:50 - Précision - $\lambda/10$ - Diamètre 50mm                       | OCF555 | 180 €    |
| LAMES À FACES PARALLÈLES POUR AUTOCOLLIMATION OU EXERCICE                                                                                                                                                                                      |                                                                        | REF    | PRIX TTC |
| <b>Lame de précision à faces parallèles</b><br>Surface 40x40mm<br>Planéité $\lambda/4$<br>En verre optique<br>Epaisseur 20mm                                                                                                                   |                                                                        | OCF564 | 120 €    |



# FILTRES ATTÉNUATEURS

**A utiliser lorsque vos sources lumineuses sont trop intenses pour vos capteurs photosensibles**

- Filtres de densité neutre : plutôt pour les sources non polarisées, pour les fortes atténuations, ou pour protéger de la lumière parasite
- Filtres polarisants : plutôt pour les sources polarisées, pour ajuster précisément l'atténuation, ou à utiliser en paire avec toutes les sources



**NEW**

IDÉAL POUR  
les expériences  
de diffraction avec  
capteurs

## Atténuateur variable sur tige

Constitué de 2 polariseurs pouvant être orientés de façon indépendante sur une monture unique, ce système autorise une transmission de la lumière visible entre 0.1% et 99 % selon l'angle entre les 2 polariseurs.

Ref. OCP200

## Filtres polarisants au diamètre 40mm

Utilise avec les lasers et diodes lasers polarisées.

Ref. OCP010

## Filtres de densité neutre, 3 choix

ND1 (T=10%), ND2(T=1%), ND3(T=0.1%)

Astuce : Si vous souhaitez, par exemple, un filtre de densité neutre ND4 (T=0.01%), vous pouvez le réaliser en assemblant un filtre ND1 avec un filtre ND3

Ref. OCF410/420/430



## Filtres anticaloriques au diamètre 40 et 50mm

Pour bloquer les infrarouges.

Ref. OCF740/750

Gamme  
Polarisation  
page XX

OPTIQUE

| ATTÉNUATEUR VARIABLE                                                                                                                                                                                                  |                                                | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Atténuateur variable en monture</b><br>Constitué d'un système à 2 polariseurs orientables en monture graduée sur tige. Le facteur de transmission dépend de l'angle entre les 2 polariseurs selon la loi de Malus. |                                                |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                       | Diamètre utile 38mm - Transmission 0.1 à 99.8% | OCP200 | 120 €    |
| FILTRES POLARISANTS                                                                                                                                                                                                   |                                                | REF    | PRIX TTC |
| <b>Filtre Polarisant Linéaire seul</b><br>En verre, atténuation variable si source polarisée (ou en paire) sur 400-750nm                                                                                              |                                                |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                       | Diamètre 40mm - Efficacité 99.9%               | OCP010 | 19,80 €  |
| FILTRES DENSITÉ NEUTRE                                                                                                                                                                                                |                                                | REF    | PRIX TTC |
| <b>Filtre Densité Neutre</b><br>En verre, atténuation constante sur 400-750nm                                                                                                                                         | ND1 - Transmission 10%                         | OCF410 | 30 €     |
|                                                                                                                                                                                                                       | ND2 - Transmission 1%                          | OCF420 | 30 €     |
|                                                                                                                                                                                                                       | ND3 - Transmission 0.1%                        | OCF430 | 30 €     |
|                                                                                                                                                                                                                       | Lot de 3 filtres : ND1 + ND2 + ND3             | OCF400 | 78 €     |
| FILTRES ANTI - IR                                                                                                                                                                                                     |                                                | REF    | PRIX TTC |
| <b>Filtres anticaloriques</b><br>Coupe à partir de 720nm<br>En verre<br>Epaisseur 2 à 3 mm                                                                                                                            | Diamètre 40mm                                  | OCF740 | 48 €     |
|                                                                                                                                                                                                                       | Diamètre 50mm                                  | OCF750 | 60 €     |

# FILTRES INTERFÉRENTIELS

## Filtres interférentiels à bandes passante étroites

- Afin de sélectionner une raie spectrale ou transformer une source polychromatique en source monochromatique

Toutes  
les montures  
Page 108

OPTIQUE



2



| FILTRES CENTRALE                                               |                                                                                                                            | DIAMÈTRE                | LONGUEUR D'ONDE        | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------|----------|
| 1                                                              | <b>Filtres interférentiels Grand Diamètre</b>                                                                              | Diamètre 40mm           | 436nm                  | OCF293 | 168 €    |
|                                                                | Epaisseur 5mm                                                                                                              |                         | 546nm                  | OCF294 | 168 €    |
|                                                                | Précision +/-2nm                                                                                                           |                         | 578nm                  | OCF295 | 168 €    |
|                                                                | Bande passante FWHM 10nm                                                                                                   |                         |                        |        |          |
|                                                                | *composé des 3 filtres 436, 546 et 578nm                                                                                   |                         | Pack raies du Mercure* | OCF290 | 450 €    |
|                                                                | <b>Filtres interférentiels bagués</b>                                                                                      | Diamètre 25mm - 1 pouce | 405nm                  | OCF240 | 138 €    |
|                                                                | Monture bague aluminium                                                                                                    |                         | 436nm                  | OCF243 | 138 €    |
|                                                                | Marquage de la longueur d'onde*                                                                                            |                         | 470nm                  | OCF247 | 138 €    |
|                                                                | Précision +/-2nm                                                                                                           |                         | 532nm                  | OCF253 | 138 €    |
|                                                                | Bande passante FWHM 10nm                                                                                                   |                         | 546nm                  | OCF254 | 138 €    |
|                                                                | *Selon disponibilités, des modèles proches dont la bande passante couvre la longueur d'onde choisie, peuvent être fournis. |                         | 578nm                  | OCF257 | 138 €    |
|                                                                | D'autres longueurs d'onde sont possibles, nous consulter : info@nova-physics.com.                                          |                         | 589nm                  | OCF258 | 138 €    |
|                                                                |                                                                                                                            |                         | 633nm                  | OCF263 | 138 €    |
|                                                                |                                                                                                                            |                         | 644nm                  | OCF264 | 138 €    |
|                                                                | MONTURES                                                                                                                   |                         |                        | REF    | PRIX TTC |
| <b>Monture simple pour filtres diamètre 25mm</b>               |                                                                                                                            |                         | OSH022                 | 21 €   |          |
| Serrage contrebague, en aluminium. Sur tige inox diamètre 10mm |                                                                                                                            |                         |                        |        |          |
| <b>Monture roue 6 emplacements diamètre 25mm</b>               |                                                                                                                            |                         | OSH460                 | 240 €  |          |
| Serrage contrebague, en aluminium. Sur tige inox diamètre 10mm |                                                                                                                            |                         |                        |        |          |
| 2                                                              | <b>Pack 6 filtres d'étalonnage de capteurs, sur roue à barillet</b>                                                        |                         |                        |        |          |
|                                                                | Composé de la monture OSH460 et filtres bagués dia.25mm (450/550/650/750/850/950nm)*                                       |                         |                        | OSH466 | 990 €    |
| *Autres valeurs possibles, à la demande                        |                                                                                                                            |                         |                        |        |          |

# FILTRES COLORÉS

## Filtres passe bande absorbant le reste des longueurs d'onde

- Pour la synthèse des couleurs, les résultats sont meilleurs avec les filtres diapositive PATON HAWKSLEY
- Les filtres colorés en feuilles vous apportent une grande surface d'utilisation ainsi que la possibilité de fabriquer vous même vos propres diapositives et systèmes.
- Pour l'utilisation avec des sources chaudes, ou pour des bandes passantes plus étroites, les filtres EN VERRE sont recommandés.

Montures  
porte-diapos  
Page 114



### Feuilles de gélatine grand format

Format 250x250mm pour des expériences de synthèse des couleurs au rétroprojecteur, sur dalle lumineuse ou pour monter vos propres filtres.

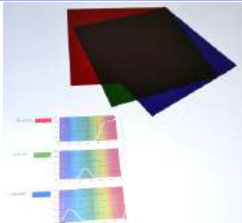
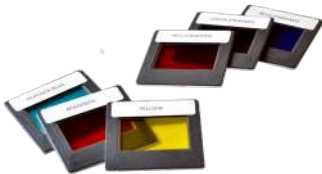
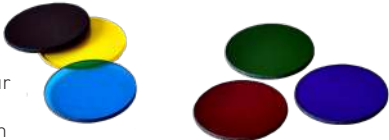
Ref. OCF093/96/99



### Lot de 10 caches diapositives vierges

Format 50x50mm pour ouverture 24x36mm A clipser.

9,90 € Ref. OCF000

| FILTRES COLORÉS DIAPOSITIVE FORMAT 50X50MM                                                                                                                                                                     |                                                                                     | REF                                | PRIX TTC                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>Fillres colorés gélatine<br/>GRAND FORMAT (GF)</b><br><br>Dimension 250x250mm<br>Bande passante 60 à 100nm<br>Transmission 40 à 60%<br>Epaisseur <1mm<br>Spectres de transmission fournis                   |  | Lot 3 filtres GF primaires (RVB)   | OCF093<br><b>19,80 €</b> |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Lot 3 filtres GF secondaires (CMJ) | OCF096<br><b>19,80 €</b> |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Lot de 6 filtres GF (RVBCMJ)       | OCF099<br><b>36 €</b>    |
| FILTRES COLORÉS DIAPOSITIVE FORMAT 50X50MM                                                                                                                                                                     |                                                                                     | REF                                | PRIX TTC                 |
| <b>Fillre diapositive<br/>PATON HAWKSLEY</b><br><br>Dimension ext 50x50mm<br>Surface utile 35x35mm<br>Couche de protection anti-fusion<br>Bande passante 60 à 100nm<br>Transmission 40 à 60%<br>Epaisseur <2mm |  | Rouge                              | OCF010<br><b>6 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Vert                               | OCF020<br><b>6 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Bleu                               | OCF030<br><b>6 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Cyan                               | OCF040<br><b>6 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Magenta                            | OCF050<br><b>6 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Jaune                              | OCF060<br><b>6 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Lot de 6 (RVBCMJ)                  | OCF006<br><b>34,50 €</b> |
| FILTRES COLORÉS EN VERRE DIAMÈTRE 40MM                                                                                                                                                                         |                                                                                     | REF                                | PRIX TTC                 |
| <b>Fillre colorés<br/>EN VERRE</b><br><br>Diamètre 40mm<br>Verre résistant à la chaleur<br>Par teinture du verre<br>Bande passante 40 à 80nm<br>Transmission 30 à 50%<br>Epaisseur <3mm                        |  | Rouge                              | OCF110<br><b>9 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Vert                               | OCF120<br><b>9 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Bleu                               | OCF130<br><b>9 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Cyan                               | OCF140<br><b>9 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Magenta                            | OCF150<br><b>9 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Jaune                              | OCF160<br><b>9 €</b>     |
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                     | Lot de 6 (RVBCMJ)                  | OCF106<br><b>49,80 €</b> |

## PRISMES SPECIAUX

## Réfractométrie au goniomètre

- Retrouvez le principe du réfractomètre d'Abbe et réalisez des mesures d'indice d'un liquide, à l'aide d'un spectrogoniomètre

## Prismes à vision directe

- Projetez des spectres sur banc d'optique et étudiez le principe des prismes à vision directe (également appelés prisme d'AMICI).

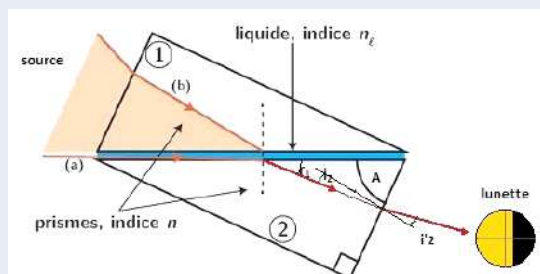


NEW

## Réfractométrie avec un goniomètre

Les différences d'angle limite se comptent en minutes d'arc, vous pouvez ainsi profiter de la précision de mesure d'un goniomètre pour déterminer l'indice d'un liquide avec une bonne résolution (jusqu'à 4 chiffres après la virgule). Vous pouvez aussi mesurer de faibles variations d'indice engendrées, par exemple, par une salinité ou une température plus ou moins importante de l'échantillon liquide.

Ref. OCD319/329



## Principe :

Le prisme supérieur est éclairé de façon à contenir le rayon rasant qui va traverser le liquide analysé.

La lumière entre dans le prisme inférieur en une plage de lumière dont le rayon limite correspond à la réfraction du rayon rasant.

À la sortie du prisme, cette plage de lumière est observée par la lunette autocollimatrice du goniomètre.

L'utilisateur peut observer, dans cette lunette, la plage de lumière et sa limite qui porte l'information sur l'angle limite et donc sur l'indice de réfraction du liquide étudié.

$$n_l = n_p * \sin[A - \arcsin(\sin(i_2 \text{ lim}) / n_p)]$$

## DISPOSITIFS REFRACTOMETRIQUES

## MATÉRIAU

## REF

## PRIX TTC

## Dispositif de réfractométrie avec support aluminium

Composé de 2 prismes d'indice connu, assemblés sur un support permettant d'accueillir une lame d'eau (ou autre échantillon liquide) d'épaisseur 1mm  
Dimensions du doublet de prisme : 20x32x25mm  
Abaque d'indice de réfraction fourni  
Face d'entrée dépolie pour diffusion tous angles



Crown

OCD319

150 €

Flint

OCD329

150 €

## PRISMES À VISION DIRECTE

## REF

## PRIX TTC

## Grand prisme d'AMICI à vision directe, en monture rotative graduée

Système en monture métallique sur tige inox  
Rotation possible  
Dimension mécanique : diamètre extérieur 115mm  
Dimension du prisme d'amici : 160x40x36mm  
Constitué de 3 prismes accolés (crown-flint-crown)  
Longueur d'onde centrale : 560 nm



OCD330

360 €

## Petit prisme d'AMICI à vision directe, nu sans monture

Dimension du prisme d'amici : 53x20x20mm  
Constitué de 3 prismes accolés (crown-flint-crown)  
Longueur d'onde centrale : 588 nm  
Faces extérieures dépolies



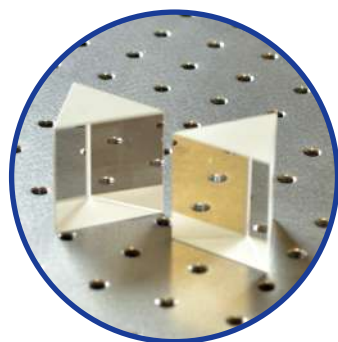
OCD331

150 €

# PRISMES

## Le prisme, sous toutes ses formes

- Modèles standards mais efficaces pour de la dispersion classique sur banc ou sur goniomètre
- Modèles de précision avec très haute densité pour une dispersion optimale avec les spectrogoniomètres
- Modèles particuliers pour exercices, illustrations de cours, révisions de concours et expériences originales



### Prismes Haute Dispersion pour goniomètres

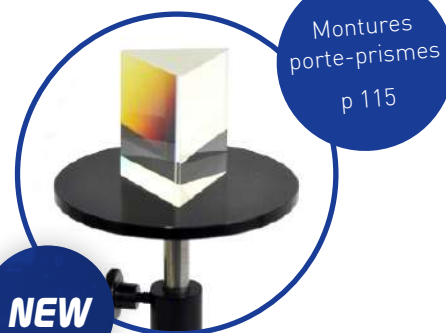
Ces prismes sont taillés dans un matériau hautement dispersif (ZF3 communément appelé Flint Extradense) avec une excellente planéité et parallélisme, pour permettre une utilisation optimale et des mesures précises avec les goniomètres.

Ref. OCD336/338

### Prismes standard, convient à la majorité des utilisations

Le grand classique et un excellent compromis qualité/prix pour les expériences de dispersion sur banc.

Ref. OCD316/326



Montures  
porte-prismes  
p 115

**NEW**

Angles  
58-60-62°

### Prisme d'exercice à angles non traditionnels

Idéal pour les révisions de concours et la bonne compréhension des techniques de mesures d'angles.

Ref. OCD338

| PRISMES HAUTE DISPERSION                                                                                                                |                                          | PLANÉITÉ - VERTICALITÉ         | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|--------|----------|
| <b>Prismes Flint Extradense</b><br>En Flint Extradense ZF3<br>Hauteur 48mm<br>Base 40x40x40mm<br>Indice 1.717 à 589nm<br>3 faces polies | <b>Équilatéral 60-60-60°</b>             | Lambda/4 - Verticalité à 0.02° | OCD336 | 99 €     |
|                                                                                                                                         | <b>Spécial 58-60-62°</b>                 | Lambda/4 - Verticalité à 0.02° | OCD338 | 99 €     |
| PRISMES STANDARD                                                                                                                        |                                          | PLANÉITÉ - VERTICALITÉ         | REF    | PRIX TTC |
| <b>Prismes équilatéraux Standard</b><br>En verre<br>Hauteur 40mm<br>Base 40x40x40mm<br>Angles 60-60-60°<br>3 faces polies               | <b>Crown Indice 1.52</b>                 | Lambda - Verticalité à 0.1°    | OCD316 | 24 €     |
|                                                                                                                                         | <b>Flint Indice 1.62</b>                 | Lambda - Verticalité à 0.1°    | OCD326 | 24 €     |
| PRISMES ÉCONOMIQUES                                                                                                                     |                                          | PLANÉITÉ - VERTICALITÉ         | REF    | PRIX TTC |
| <b>Équilatéraux</b><br>Hauteur 25mm - Base 25mm<br>3 faces polies                                                                       | <b>Crown - Indice 1.52 60x60x60°</b>     | 2 Lambda - Verticalité à 0.2°  | OCD312 | 15 €     |
|                                                                                                                                         | <b>Crown - Indice 1.52 90x45x45°</b>     | 2 Lambda - Verticalité à 0.2°  | OCD314 | 18 €     |
| <b>A réflexion totale</b><br>Hauteur 25mm - Hyp 25mm<br>3 faces polies                                                                  | <b>Flint - Indice 1.62 90x45x45°</b>     | 2 Lambda - Verticalité à 0.2°  | OCD324 | 21 €     |
|                                                                                                                                         | <b>Acrylique - Indice 1.49 90x60x30°</b> | 2 Lambda - Verticalité à 0.2°  | OCD306 | 15 €     |
| <b>A angle droit</b><br>Hauteur 25mm<br>Hyp 35mm<br>3 faces polies                                                                      | <b>Crown - Indice 1.52 90x60x30°</b>     | 2 Lambda - Verticalité à 0.2°  | OCD313 | 18 €     |
|                                                                                                                                         | <b>Flint - Indice 1.62 90x60x30°</b>     | 2 Lambda - Verticalité à 0.2°  | OCD323 | 21 €     |



## SPECTROSCOPES À MAIN

*Le spectroscope sous toutes ses formes*

- Gamme complète de spectroscopes pour tous les budgets et exigences

OPTIQUE



Spectromètres à fibre  
Pour des analyses plus quantitatives  
Page 199

| SPECTROSCOPES À MAIN |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------|
| 1                    | <b>Spectroscope économique 140 traits</b><br>Tube en plastique noir de dia.28mm et longueur 150mm<br>Largeur de fente 0.5mm<br>Réseau 140 traits/mm<br>Sens de lecture indiqué<br>Non gradué, non réglable                                                                                               | OCD399 | unitaire      |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        | <b>8,40 €</b> |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        | lot de 10     |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        | <b>75 €</b>   |
| 2                    | <b>Spectroscope plat à cuve, métallique</b><br>Structure entièrement métallique avec support de cuve et cuve<br>Largeur de fente 0.5mm - Oculaire aluminium anodisé<br>Réseau 530 traits/mm avec graduation intégrée<br>Tableau de correspondance éléments chimiques sérigraphié<br>Gradué, non réglable | OCD398 | <b>78 €</b>   |
| 3                    | <b>Spectroscope Paton Hawksley par réseau 600 traits</b><br>Qualité supérieure, finesse inégalée, marque Paton Hawksley<br>Fente de 200 microns, réseau 600 traits/mm blazé à 550nm<br>Boitier métallique robuste, optiques et fente intégrées<br>Non gradué, non réglable                               | OCD390 | <b>78 €</b>   |

# RÉSEAUX DE DIFFRACTION

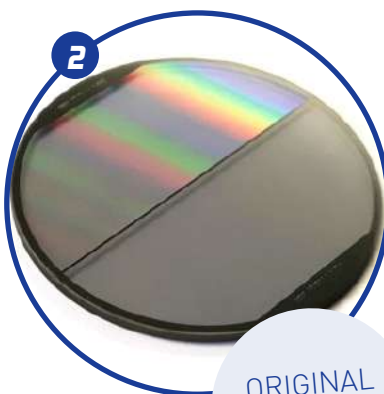
## Réseaux de diffraction, Spectroscopes

- La plupart des modèles de spectrogoniomètres sont prévus pour les réseaux PATON HAWKSLEY de format 65x50 dont la qualité est mondialement reconnue
- Les réseaux diapositives peuvent être glissés facilement sur les montures standard pour réaliser des expériences de dispersion sur banc
- Les réseaux par réflexion holographique permettent de réaliser des montages de monochromateur ou de Czerny-Turner plus compacts
- Les réseaux en verre ont un meilleur rendement de dispersion et permettent de voir les doublets du mercure et du sodium avec plus de facilité



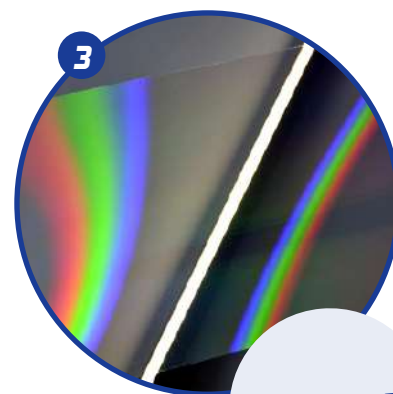
- Meilleure transmission
- Fente source pouvant être davantage fermée
- Les raies sont plus fines tout en restant lumineuses

TOP QUALITÉ



- Réseau double pas
- Une moitié à 12 traits/mm
- L'autre à 50 traits/mm

ORIGINAL  
12 traits/mm



- Feuilles de réseau souple
- 500 ou 1000 traits/mm
- Pour démonstration grand champ ou fabrication interne de diapositives

TOP BUDGET

| RÉSEAUX DE DIFFRACTION PAR TRANSMISSION                                                                                                       |  | PAS DU RÉSEAU       | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------|--------|----------|
| <b>Réseaux Paton Hawksley</b><br>PAR TRANSMISSION<br>Format ext. 65x50mm<br>Surface utile 45x30mm                                             |  | 100tr/mm            | OCD010 | 30 €     |
|                                                                                                                                               |  | 200tr/mm            | OCD020 | 30 €     |
|                                                                                                                                               |  | 300tr/mm            | OCD030 | 30 €     |
|                                                                                                                                               |  | 600tr/mm            | OCD060 | 30 €     |
| <b>Réseaux Format Diapositive</b><br>PAR TRANSMISSION<br>Format ext. 50x50mm<br>Surface utile 35x35mm                                         |  | 50tr/mm             | OCD005 | 18 €     |
|                                                                                                                                               |  | 80tr/mm             | OCD008 | 18 €     |
|                                                                                                                                               |  | 100tr/mm            | OCD015 | 18 €     |
|                                                                                                                                               |  | 300tr/mm            | OCD035 | 18 €     |
|                                                                                                                                               |  | 600tr/mm            | OCD065 | 24 €     |
|                                                                                                                                               |  | 1200tr/mm           | OCD075 | 24 €     |
| <b>Réseaux en feuilles Grand Format</b><br>Format ext. 150x300mm<br>Film holographique souple ep.1mm                                          |  | 500tr/mm            | OCD002 | 12 €     |
|                                                                                                                                               |  | 1000tr/mm           | OCD001 | 12 €     |
| <b>Réseaux Haute Transmission en Verre</b><br>Format ext. 50x35mm - Epaisseur 4mm<br>Substrat verre K9 - surface utile 25x25mm                |  | 300tr/mm            | OCD033 | 96 €     |
|                                                                                                                                               |  | 600tr/mm            | OCD066 | 96 €     |
| <b>Jeton réseau double 12 et 50 traits/mm</b><br>Format lentille diamètre 40mm, réseau chromé<br>Une moitié 12 tr/mm, l'autre moitié 50 tr/mm |  | 12 tr/mm + 50 tr/mm | OCD012 | 36 €     |
| RÉSEAUX DE DIFFRACTION PAR RÉFLEXION                                                                                                          |  |                     | REF    | PRIX TTC |
| <b>Réseaux Holographiques</b><br>PAR Réflexion<br>Format ext. 50x50mm<br>Surface utile 35x35mm                                                |  | Plan 300tr/mm       | OCD038 | 99 €     |
|                                                                                                                                               |  | Plan 600tr/mm       | OCD068 | 99 €     |
|                                                                                                                                               |  | Plan 1200tr/mm      | OCD078 | 99 €     |
|                                                                                                                                               |  | Concave 1200tr/mm   | OCD098 | 120 €    |

## OBJETS DE CALIBRATION

- Pour les mesures précises de grandissement, au microscope ou sur vos montages sur bancs d'optique
- Pour l'alignement de vos montages sur banc ou breadboard, comme les interféromètres sur table.

OPTIQUE



1

**Lame de calibration en format lame de microscope**

Cercles de calibration 1.5mm - 0.6mm - 150µm - 70µm  
Micromètre à 0.01mm sur 1mm

Ref. OCJ405

NEW

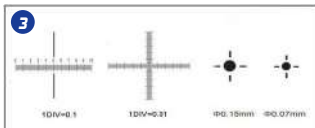


2

**Mire d'alignement laser**

Permet d'aligner précisément vos composants sur un banc ou une table d'optique à l'aide d'une diode laser. Le centre de la cible possède une ouverture de quelques millimètres pour laisser passer le faisceau tout en pouvant le situer spatialement par rapport au composant que vous souhaitez aligner

Ref. OCJ266

| TYPE RÉTICULE                                                                                  | DIA. EXT. | DIA. UTILE | FORME RETICULE                                                              | RÉSOLUTION                | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|----------|
|             | 40mm      | 20mm       | Micromètre X                                                                | 0.05mm sur 10mm en X      | OCJ461 |          |
|             | 40mm      | 20mm       | Micromètre X-Y                                                              | 0.05mm sur 10mm en X/Y    | OCJ462 |          |
|             | 40mm      | 20mm       | Quadrillage 25x25                                                           | 0.2mm par division        | OCJ463 | 36 €     |
|             | 40mm      | 20mm       | Cible + micromètre X                                                        | grad. 0.1mm, cercle 0.5mm | OCJ464 |          |
|             | 40mm      | 20mm       | Rapporteur radial                                                           | 1° sur 360°               | OCJ465 |          |
| MIRE D'ALIGNEMENT LASER                                                                        |           |            |                                                                             |                           | REF    | PRIX TTC |
| Cible percée au dia.2mm<br>Surface aluminium anodisé dia.20mm<br>Montée sur tige inox dia.10mm |           | 2          | 8 cercles concentriques espacés de 1mm                                      |                           | OCJ266 | 48 €     |
| MICROMÈTRE OBJET DE CALIBRATION                                                                |           |            |                                                                             |                           | REF    | PRIX TTC |
|             |           | 3          | Modèle 4 en 1 :<br>micromètre + croix + 2 cercles de calibration            |                           | OCJ401 | 36 €     |
|                                                                                                |           | 1          | Modèle 5 en 1 :<br>micromètre 1/100 <sup>è</sup> + 4 cercles de calibration |                           | OCJ405 | 36 €     |

# OBJETS ET DÉPOLIS

- Dimensions au standard enseignement
- Objet pratiques pour les mesures de grandissement

Montures  
porte-objets  
p 108-112

Objets  
réticules éclairés  
p 129



OPTIQUE

## Objet dépoli avec croix graduée

Derrière une source blanche, ce jeton permet de créer un objet contrasté pouvant également servir pour mesurer des grandissements

Ref. OCJ110

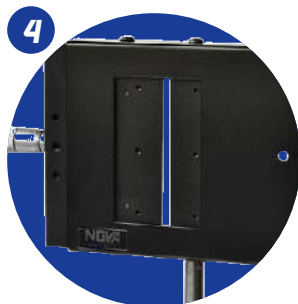
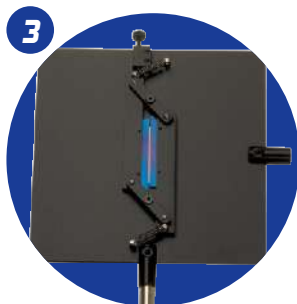
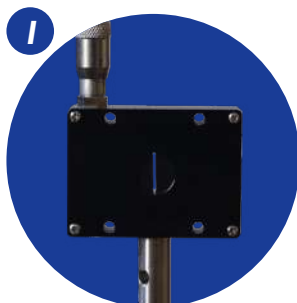
| JETONS DÉPOLIS                                                                                                                                                                                                                | DIAMÈTRE                     | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|----------|
|  <b>Jeton dépoli simple</b><br>Verre dépoli sur les 2 faces<br>Grain fin<br>Epaisseur 2mm pour OCJ020/050<br>Epaisseur 3mm pour OCJ040/080 | 20mm                         | OCJ020 | 2,40 €   |
|                                                                                                                                                                                                                               | 40mm                         | OCJ040 | 2,40 €   |
|                                                                                                                                                                                                                               | 50mm                         | OCJ050 | 3,90 €   |
|                                                                                                                                                                                                                               | 80mm                         | OCJ080 | 6 €      |
| OBJETS DÉPOLIS, LETTRE L                                                                                                                                                                                                      | DIAMÈTRE                     | REF    | PRIX TTC |
| <b>Objet dépoli avec lettre sérigraphiée</b><br>Verre dépoli sur les 2 faces, ep.3mm<br>Sérigraphie noire en forme de L ou de F                                                                                               | 40mm                         | OCJ140 | 4,50 €   |
|                                                                                                                                                                                                                               | 80mm                         | OCJ180 | 9,00 €   |
| <b>Objet dépoli avec micromètre gradué</b><br>Verre dépoli sur les 2 faces, ep.3mm<br>Graduation noire en X-Y, chaque mm                                                                                                      | 40mm                         | OCJ110 | 6,00 €   |
| OBJETS MÉTALLIQUES, LETTRE L                                                                                                                                                                                                  | DIAMÈTRE                     | REF    | PRIX TTC |
| <b>Objet métallique lettre 'F'</b><br>Acier peint en noir, ep.3mm<br>Ouverture en forme de F                                                                                                                                  | 40mm                         | OCJ240 | 9,60 €   |
|                                                                                                                                                                                                                               | 80mm                         | OCJ280 | 19,20 €  |
| DIAPOSITIVES OBJET                                                                                                                                                                                                            | FORMAT                       | REF    | PRIX TTC |
| <b>Diapositive objet</b><br>Lettre R, hauteur 15mm<br>Montée en cache diapositive standard<br><br>Lot de 10 cache-diapositives, surface utile 24x36mm, format standard 50x50 à clipser                                        | Lettre R - 50x50mm           | OCJ350 | 9,00 €   |
|                                                                                                                                                                                                                               | Vierge - 50x50mm - Lot de 10 | OCF000 | 9,90 €   |

## FENTES RÉGLABLES

**Dispositifs robustes et précis**

- Fentes à ouverture symétrique avec lecture par vernier micrométrique
- Fentes réglables de grande dimension pour les expériences de diffraction en lumière blanche

OPTIQUE



NEW

**Ouverture rectangulaire ajustable**

Ce système vous permet de réaliser une ouverture carrée ou rectangulaire de 0 à 12mm sur chaque dimension.

Composée de 4 lames en laiton, indépendantes, vous pourrez déplacer, décaler, ajuster, décentrer votre ouverture à souhait.

Une mécanique astucieuse empêche les lames de forcer lorsqu'elles entrent en contact, préservant l'olidité du dispositif. Idéal pour réaliser des expériences de diffraction par un carré ou par un rectangle ou pour diaphragmer vos rayons suivant des dispositions particulières

Ref. OCJ266

| FENTE RÉGLABLE SYMÉTRIQUE DE PRÉCISION SUR TIGE                                                                                                                         | REF                                                                             | PRIX TTC                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fente de précision, ouverture vernier</b><br>Hauteur de fente : 15mm<br>Ouverture max 5mm<br>Précision d'ouverture 0.01mm<br>Ouverture symétrique par vernier        | <b>1</b> En montage fixe<br><br><b>2</b> En montage rotatif gradué chaque degré | <b>OCD210</b><br><br><b>OCD220</b><br><br><b>174 €</b><br><br><b>216 €</b> |
| <b>4 Fente réglable, grande dimension</b><br>Hauteur de fente : 80mm<br>Ouverture max : 15mm<br>Précision d'ouverture : 0.01mm                                          | <b>OCD280</b>                                                                   | <b>198 €</b>                                                               |
| <b>3 Fente symétrique standard</b><br>Hauteur de fente : 42mm<br>Ouverture : 0 à 9mm<br>Monture tôle acier 150x150mm                                                    | <b>OCD250</b>                                                                   | <b>129 €</b>                                                               |
| <b>5 Ouverture réglable à 2 dimensions</b><br>4 vis de réglage, 1 pour chaque lame<br>Ouverture : 0 à 12mm sur chaque axe<br>Système anti-forçage, sur tige inox dia.10 | <b>OCD242</b>                                                                   | <b>330 €</b>                                                               |



# DIAPHRAGMES

## Dispositifs robustes et précis

- Diaphragmes à Iris robustes, avec des ailettes en matériau résistant
- Sténopés de précision, utiles pour la diffraction ou l'optique de Fourier, également pour certains capteurs photosensibles



### Sténopés de précision

Réalisés par impact laser sur une tôle fine d'acier, ces sténopés sont utiles pour faire du filtrage optique, épuration, strioscopie, mais également pour influencer sur la résolution et la dynamique des capteurs.

Ref. OCD161/162/165/169



### Diaphragme à iris Grand Modèle, de 3 à 52mm

Pour placer derrière les sources qui ont un grand diamètre d'ouverture comme les lanternes 12V75W et pour écranter un maximum de lumière parasite grâce à son diamètre de monture de 120mm

Ref. OID850

NEW

OPTIQUE

| TROUS DE PRÉCISION                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                      | OUVERTURE         | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|----------|
|                                                                                                                        | <b>Sténopés de précision</b><br>Trou laser métallique de haute précision<br>Monté sur un disque dia.40mm<br>Autres diamètres nous consulter                                                                                          | Dia. 10µm         | OCD161 | 90 €     |
|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                      | Dia. 20µm         | OCD162 | 90 €     |
|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                      | Dia. 50µm         | OCD165 | 90 €     |
|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                      | Dia. 100µm        | OCD169 | 90 €     |
| DIAPHRAGME À IRIS SUR TIGE                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                      | OUVERTURE         | REF    | PRIX TTC |
|                                                                                                                        | <b>Lot de 3 diaphragmes métalliques</b><br>Diamètre 40mm<br>Acier peint noir<br>Ouvertures fournies : 2, 5 et 10mm                                                                                                                   | Dia. 2, 5 et 10mm | OCD803 | 9 €      |
|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                      |                   |        |          |
| DIAPHRAGME À IRIS SUR TIGE - STANDARD                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                      | OUVERTURE         | REF    | PRIX TTC |
|                                                                                                                        | <b>Diaphragme à iris standard, avec lecture de l'ouverture</b><br>Ouverture par iris réglable de 1 à 30mm<br>Graduation gravure laser<br>Précision de lecture de l'ouverture 1mm<br>Diamètre extérieur 80mm, monté sur tige dia.10mm | Dia. 1 à 30mm     | OID800 | 69 €     |
|                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                      |                   |        |          |
| DIAPHRAGME À IRIS SUR TIGE - GRAND DIAMÈTRE                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                      | OUVERTURE         | REF    | PRIX TTC |
| <b>Diaphragme à iris, Grand diamètre</b><br>Ouverture par iris réglable de 3 à 52mm<br>Monture métallique<br>Précision de réglage de l'ouverture 1mm<br>Diamètre extérieur 120mm, monté sur tige dia.10mm |                                                                                                                                                                                                                                      | Dia. 3 à 52mm     | OID850 | 150 €    |

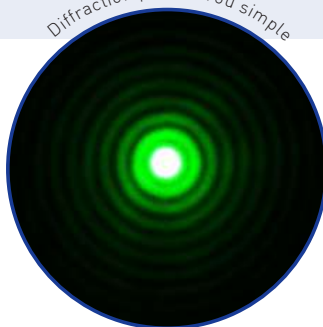
# DIFFRACTION ET INTERFÉRENCES

## Jetons à disposition verticale, le grand classique

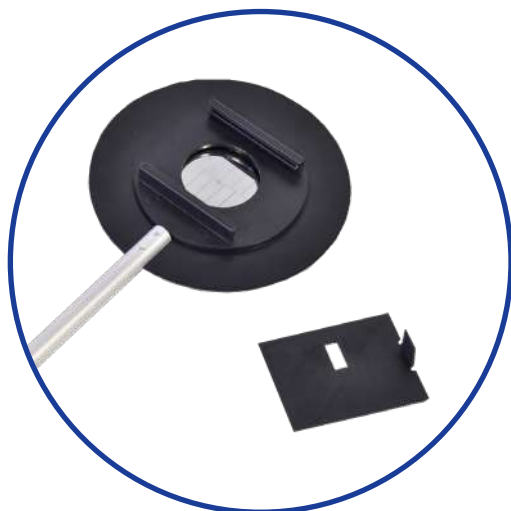
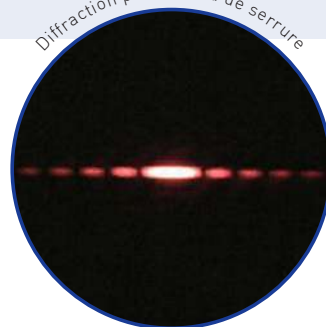
- Diamètre standard 40mm
- Précision et résistance du traitement chromé sur verre
- Des jetons avec une seule fente ou bi-fente, pour travailler dans les conditions de Fraunhofer
- Possibilité de choisir et isoler une fente sur les jetons multi-fentes grâce à la monture sélectrice de fente.

TP clés en main  
Diffraction  
p 16

Diffraction par un trou simple



Diffraction par un trou de serrure



### Porte composant mixte avec cache de Fraunhofer !

Monture mixte dia.40mm/diapo 50x50mm  
avec sélecteur de fente

**45€ TTC**

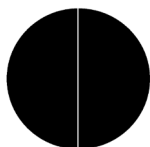
Ref. OSH016

Mettez votre jeton de diffraction du côté dia.40mm  
(par exemple le modèle OCD112)  
De l'autre côté, translatez le cache sur la glissière pour diapos.  
afin de sélectionner la fente que vous souhaitez isoler.

## JETONS FENTES, FENTES D'YOUNG À DISPOSITION VERTICALE

REF

PRIX TTC

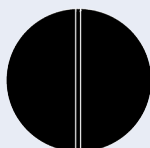


### Disque chromé FENTE SEULE

Disque de diamètre 40mm, et d'épaisseur 2mm  
Masque de chrome, tolérance des dimensions 1%  
Fente unique de largeur 50 microns  
Utilisable avec n'importe quel support de composant au dia.40mm

OCD111

**24 €**



### Disque chromé FENTES D'YOUNG SEULES

Disque de diamètre 40mm, et d'épaisseur 2mm  
Masque de chrome, tolérance des dimensions 1%  
Bi-fente de largeur 50 microns et d'espacement 'e' de 200 à 400 microns  
Utilisable avec n'importe quel support de composant au dia.40mm

e=200µm

OCD121

**24 €**

e=300µm

OCD122

**24 €**

e=400µm

OCD123

**24 €**



### Disque chromé FENTES SIMPLES ET DOUBLES

Disque de diamètre 40mm, et d'épaisseur 2mm  
Masque de chrome, tolérance des dimensions 1%  
5 fentes simples de largeur 30 à 150 microns  
4 paires de fentes de largeur et d'écartement variables  
Recommandé avec des supports à décalage transversal

OCD112

**36 €**

# DIFFRACTION ET INTERFÉRENCES

**Jetons à disposition radiale, le top de la praticité**

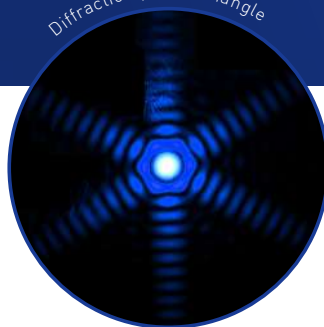
- Format standard lentille diamètre 40mm
- Précision et résistance du traitement chromé
- Une sélection astucieuse et pratique

**BEST  
SELLER**

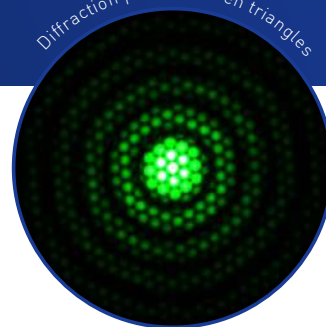
Monture acier  
OSH030

Bague magnétique  
OSH033

Diffraction par un triangle



Diffraction par 3 trous en triangles



**Montures relatives pour jetons  
à disposition radiale**

**19,80€ TTC** Ref. OSH030

**4,80€ TTC** Ref. OSH033



Alignez votre laser sur une des fentes.  
Tournez la bague pour faire défiler les autres  
fentes sans avoir à changer votre alignement.

OPTIQUE

| JETONS FENTES, FENTES D'YOUNG À DISPOSITION RADIALE, À UTILISER AVEC LES MONTURES ROTATIVES |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF    | PRIX TTC    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|
|                                                                                             | <b>Disque chromé radial FENTES ET FILS DE BABINET</b><br>Disque de diamètre 40mm, d'épaisseur 2mm, masque chromé, tolérance 1%<br>7 fentes simples et 7 fils complémentaires<br>Largeurs des fentes et fils : 20,30,50,70,100,150 et 200 microns<br>Disposition radiale<br>Recommandé avec des supports et bagues magnétiques (OSH030 et 033)                                                                                               | OCD110 | <b>36 €</b> |
|                                                                                             | <b>Disque chromé radial FENTES DOUBLES ET RESEAU</b><br>Disque de diamètre 40mm, d'épaisseur 2mm, masque chromé, tolérance 1%<br>7 paires de fentes d'Young d'écartement et largeur variable<br>Largeur des fentes : 40, 70, 100 microns. Espacement : 100 à 500 microns<br>Des groupes de 3, 4, 6, 8 et 10 fentes de même largeur et écartement<br>Disposition radiale, recommandée avec des supports rotatifs                             | OCD120 | <b>36 €</b> |
|                                                                                             | <b>Disque chromé radial TROUS ET OBSTACLES DIVERS</b><br>5 trous de diamètre 25, 50, 75, 100, 200 microns,<br>5 paires de trous de diamètre 75 microns espacés de 100 à 500 microns<br>Obstacle de diffraction divers : carré, rectangle, triangle, hexagone, trou de serrure<br>Interférences : paire de carrés, rectangles, triangles, hexagones et triplé de trous<br>Recommandé avec des supports et bagues magnétiques (OSH030 et 033) | OCD130 | <b>36 €</b> |

# DIFFRACTION

## expériences possibles

Etude d'une figure de diffraction lorsque une source lumineuse traverse un obstacle dont la dimension est de même ordre de grandeur que sa longueur d'onde.

- Diffraction par une fil ou par une fente
- Théorème de Babinet

- Conditions de Fresnel et de Fraunhofer
- Interférences d'Young par des bi-fentes ou des bi-trous
- Diffraction par des figures originales : triangles, carrés, trou de serrure...



### Théorème de Babinet

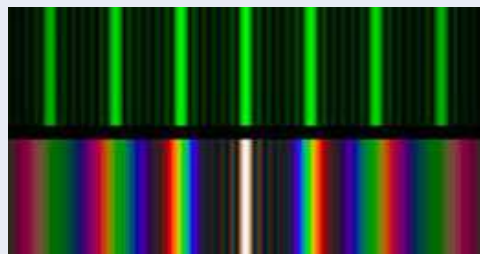
Le jeton OCD110 possède 7 fils et 7 fentes calibrées de largeur variable. Il permet de facilement vérifier le principe de Babinet, en constatant que la figure de diffraction d'un fil ou d'une fente de même épaisseur sont identiques et possèdent le même profil d'intensité (mis à part l'intensité de la tache principale).

On peut ensuite mesurer les tâches centrales de diffraction pour les différents fils et fentes, tous situés à la même distance d'un écran, et on peut tracer la courbe d'étalonnage et vérifier la longueur d'onde du laser.



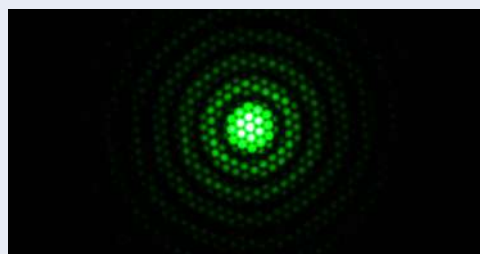
### Diffraction et interférences par une bi-fente dans les conditions de Fraunhofer

Par commodité, les expériences de diffraction sont souvent réalisées en plaçant simplement un laser non étendu devant un obstacle et en regardant la figure de diffraction produite en sortie. Mais avec ce protocole, on est pas certain de respecter les conditions de Fraunhofer (diffraction en champ lointain). Pour se placer dans les conditions de Fraunhofer, il est nécessaire d'étendre le faisceau laser et de le collimater afin de modéliser une source à l'infini et éclairer l'obstacle de diffraction avec un faisceau parallèle. L'observation se fait ensuite dans le plan focal d'une lentille convergente placée en sortie. Cela est permis par les torches laser OLR118 et OLR128 et nos jetons de diffraction à fente unique OCD111, OCD121, OCD122, OCD123 qui peuvent être éclairés en champ large.



### Diffraction par des fentes multiples, principe du réseau

Le jeton OCD120 possède 7 paires de bi-fentes, puis des groupes de 3, 4, 6, 8, 10 fentes. Grâce au système magnétique rotatif, lorsqu'on augmente le nombre de fentes, on observe progressivement l'évolution de la figure de diffraction et les nouveaux ordres qui s'ajoutent, ainsi que l'évolution de leur distribution d'intensité. On comprend ainsi mieux les figures observées avec les réseaux de diffraction à pas élevés, et que la diffraction par un réseau relève du même phénomène d'interférences.



### Diffraction par un trou, deux trous, trois trous...

Le jeton OCD130 propose 5 trous de diffraction, de diamètres différents ; 5 paires de trous d'Young, d'espacements différents ; ainsi que d'un groupe de 3 trous disposés sur le sommet d'un triangle (figure ci-contre). On peut ainsi aborder les notions de tâches et de fonction d'Airy, la notion d'interférences lorsqu'il y a plusieurs trous qui se comportent alors chacune comme des sources ponctuelles secondaires, la distribution d'intensité dans le cas d'une diffraction par un trou.



### Diffraction par différents objets originaux

Le jeton OCD130 possède une grande variété de mires de diffraction et permet des expériences originales et surprenantes pour les étudiants. Il peut également permettre d'introduire la notion de transformée de Fourier de façon plus exhaustive ou sinon juste de montrer qualitativement que le phénomène ne se limite pas à des cas simples mais existe quelque soit la forme de l'objet, tant que sa dimension est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde de la source. La photo ci-contre montre le phénomène de diffraction par un triangle avec le laser 450nm. D'autres figures originales sont proposées (carrés, rectangles, hexagones, trou de serrure, paire de carrés, trio de trous...).



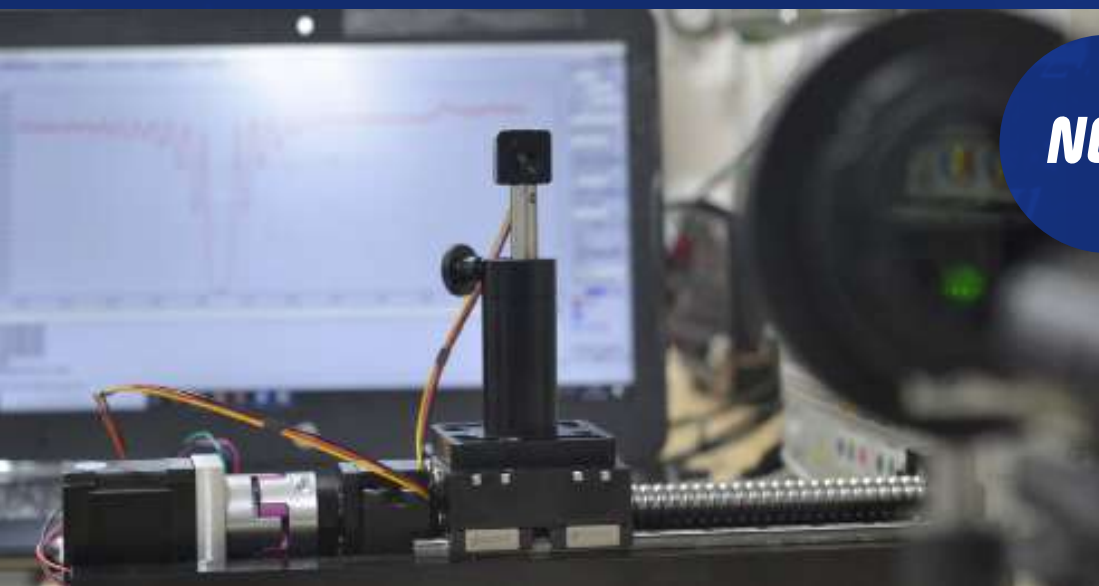


Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
ou sur notre site internet

# KITS DIFFRACTION

## Ensembles préconçus avec montures et sources adaptées

- Systèmes rotatifs et disposition radiale des fentes et objets de diffraction, le top de la praticité !
- Différenciation entre la diffraction dans les conditions de Fresnel et la diffraction dans les conditions de Fraunhofer
- Deux méthodes de relevés des profils d'intensité des figures de diffraction :
  - Méthode directe avec la barrette CCD, mais la dynamique d'une barrette est relativement faible et ne permet pas de voir beaucoup de lobes sans saturer le premier
  - Méthode par photodiode en translation, qui permet un relevé avec une meilleure dynamique et davantage de lobes.



**NEW**

Photodiode  
THD  
Page 206

Platines  
motorisées  
Page 105

**Obtenez des profils d'intensité avec  
une dynamique largement supérieure  
à celle des barrettes CCD !**

Ref. OID987

Le système NovaControl permet de piloter une platine tout en synchronisant son déplacement avec l'acquisition de signaux analogiques et/ou numériques. Dans le cas ci-contre, le système NovaControl est utilisé avec une photodiode THD dont la dynamique élevée permet d'obtenir plus d'une dizaine de lobes de part et d'autres du lob principal. Fourni avec un logiciel intuitif permettant le pilotage, l'acquisition et l'export de données.

| KIT DE JETONS DE DIFFRACTION ROTATIFS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|----------|
| <b>Kit de jetons de diffraction rotatifs</b><br>Contenant :<br>1 Jeton OCD110, 7 fentes et fils calibrés<br>1 Jeton OCD120, 12 paires de bifentes et fentes multiples<br>1 Jeton OCD130, 20 objets : trous, trous d'Young, figures diverses<br>3 bagues aimantées OSH033<br>1 support magnétique sur tige OSH030                                                                                                                                         | Sans laser                       | OCD903 | 139 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Avec diode laser rouge 1mW 650nm | OCD913 | 210 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Avec diode laser vert 1mW 532nm  | OCD923 | 399 €    |
| PACK PHOTODIODE MOTORISÉE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                  | REF    | PRIX TTC |
| <b>Ensemble pour le relevé de profils d'intensités avec une photodiode en translation</b><br>Système pilotable de translation par moteur pas à pas<br>Platine de translation (course 120mm) à guidage par vis à bille et roulements linéaires<br>Interface de synchronisation de 2 signaux analogiques et numériques en fonction du déplacement<br>Logiciel de pilotage et d'acquisition du signal en fonction du déplacement<br>Photodiode THD sur tige |                                  | OID987 | 990 €    |
| PACK BARRETTE CCD-CMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                  | REF    | PRIX TTC |
| <b>Pack barrette CCD-CMOS pour l'acquisition directe de relevés de profils d'intensités</b><br>Capteur double barrette CCD 3648 pixels + CMOS 2048 pixels<br>Sortie USB avec logiciel d'acquisition inclus<br>Filtres de densité neutre fournis                                                                                                                                                                                                          |                                  | COC322 | 450 €    |



# FILTRAGE OPTIQUE

## expériences possibles

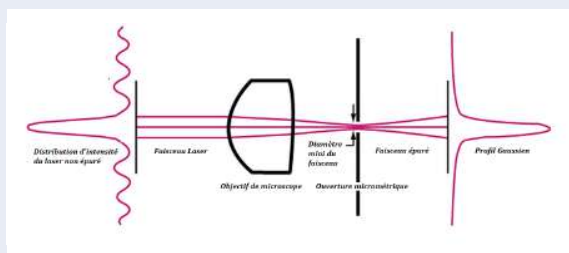
### Applications concrètes, démonstratives et quantitatives

- Réalisez la transformée de Fourier d'un objet grâce à un système optique (lentille, objectif...)
- Filtrez certaines fréquences dans le plan de Fourier avec des mires de formes et tailles adaptées
- Reformez l'image sur un écran ou sur une caméra, celle-ci est modifiée par rapport à l'objet de départ



### Imagerie de flux d'air et de chaleur par strioscopie 1

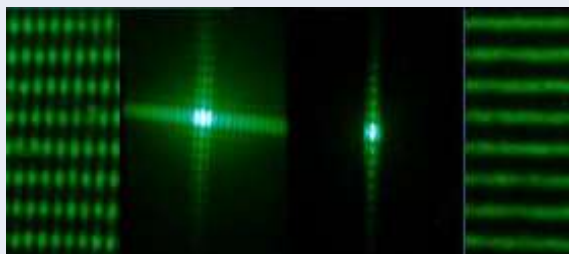
La strioscopie est aussi une technique d'imagerie qui peut être très utile pour observer les écoulements aérodynamiques ou les ondes stationnaires. Elle nécessite un miroir de grand diamètre, d'une source ponctuelle comme source d'émission, d'un objet tranchant telle une fente réglable que l'on place dans le plan de Fourier ainsi que d'une caméra de visualisation que l'on doit placer dans le plan focal image. Lorsque la fente coupe environ la moitié de la figure générée dans le plan de Fourier, on réalise alors une strioscopie et les contours des flux d'air, invisibles à l'œil nu, deviennent alors apparents et contrastés. L'expérience complète est proposée à la page 22.



### Épuration d'un faisceau laser 2 3

Un faisceau laser présente en général un certain nombre d'impuretés qui se traduisent par une distribution non homogène de l'intensité et la présence de nombreuses taches appelées «speckle» sur le spot du laser.

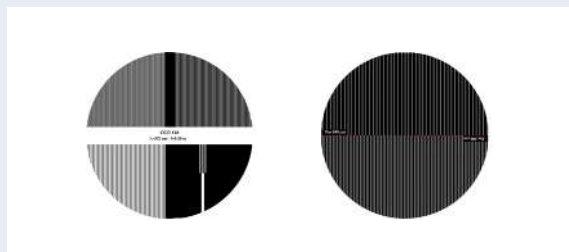
En réalisant un filtrage spatial par un sténopé ou un épurateur de faisceau, de dimension proche du diamètre du faisceau en son point le plus collimaté, il est possible de nettoyer le faisceau et le rendre Gaussien.



### Striopie - Détramage 4

Les rayons lumineux sont focalisés en un point à l'aide d'une lentille convergente. Dans le plan focal de la lentille, appelé plan de Fourier, on observe les fréquences spatiales de l'image. Celles-ci peuvent être isolées ou supprimées ce qui a pour résultat de modifier l'image finale.

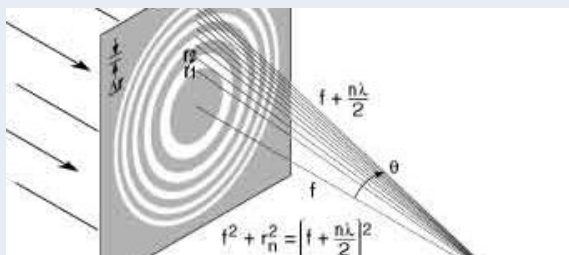
Avec le couple de jetons OCD140 et OCD150 et une lentille de focale supérieure à +250mm, on peut mettre en évidence la striopie et le détramage.



### Doublage de fréquence spatiale d'un réseau 5

En utilisant le couple de jetons OCD141 et OCD151, dont les valeurs ont été calculées pour un laser vert à 532nm et une lentille de focale +200mm, on peut réaliser le doublage et le triplement de la fréquence spatiale d'un réseau en positionnant le filtre adéquat.

Un des filtres proposés ne laisse passer que l'ordre -1, 0 et 1 et permet ainsi de transformer le profil du réseau objet en profil sinusoïdal (à observer avec une caméra CCD).



### Etude des zones de Fresnel 6

Avec le jeton OCD190, vous pouvez vérifier la méthode que Fresnel a utilisé pour calculer l'intégrale caractérisant le phénomène de diffraction, basée sur la division de la figure en zones dites de Fresnel, de telle façon que deux zones consécutives s'annihilent entre elles.

En éclairage parallèle, le jeton OCD190 se comporte comme une lentille interférométrique possédant une focale principale et plusieurs focales harmoniques. Retrouvez pourquoi les zones de Fresnel sont parfois utilisées comme filtre spatial en photographie.

# FILTRAGE SPATIAL, OPTIQUE DE FOURIER

## Expériences originales et au programme de SPE

- Réalisables avec vos diodes laers et lasers
- Utilisation en imagerie et traitement de signaux
- Application concrète des calculs de Fourier

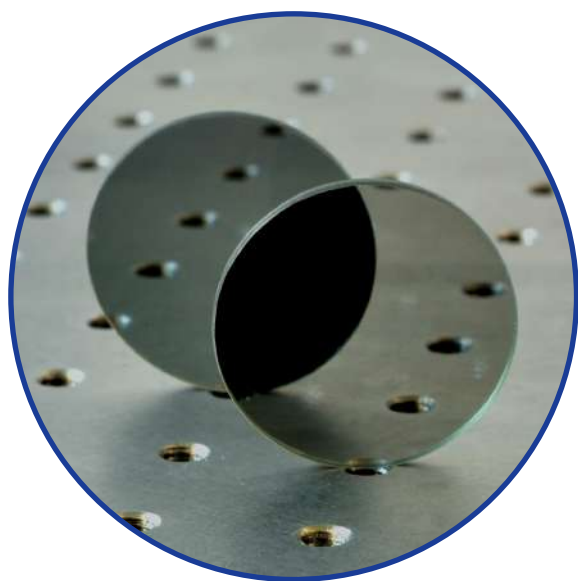


|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF                                                              | PRIX TTC        |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Kit Strioscopie en temps réel des flux d'air et de chaleur</b><br>Source LED ponctuelle<br>Fente réglable de grande dimension<br>Miroir de strioscopie grand diamètre 150mm<br>Filtre de densité neutre en monture<br>Caméra CMOS haute sensibilité de visualisation                                                                                      | OID934                                                           | 990 €           |
| 2 | <b>Epureur de faisceau, avec réglages</b><br>Système sur tige dia.10mm ou demi-pouce<br>Pas de vis standard pour mise en place d'objectifs de microscope et de sténopés<br>Translation longitudinale de l'objectif par vernier micrométrique<br>Centrage X-Y du trou d'épuration par 2 vis de précision<br>Possibilité d'interchanger les trous et objectifs | Réglage aisé, épuration correcte<br>Trou 100µm + Objectif 10x    | OID970<br>330 € |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Réglage pointu, épuration de qualité<br>Trou 50µm + Objectif 20x | OID975<br>330 € |
| 3 | <b>Sténopés de précision pour épureur de faisceau</b><br>Trou laser métallique de haute précision<br>Montés dans bague fileté pouvant se visser dans les épureurs                                                                                                                                                                                            | Dia. 10µm                                                        | OCD161<br>90 €  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dia. 20µm                                                        | OCD162<br>90 €  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dia. 50µm                                                        | OCD165<br>90 €  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Dia. 100µm                                                       | OCD169<br>90 €  |
| 4 | <b>Objets et Filres pour Détramage et Strioscopie</b><br>Jetons verre chromé, de diamètre 40mm<br>Conseillés avec les supports magnétiques OSH030<br>Objets : 2 grilles, 1 visage avec trame, 1 visage colorié<br>Filtres : 8 disques de différents diamètre, 3 fentes et 3 fils de différente largeur                                                       | Jeton Objets                                                     | OCD150<br>36 €  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Filtres plan de Fourier                                          | OCD140<br>36 €  |
| 5 | <b>Objets et Filres pour Doublage de Fréquence</b><br>Jetons verre chromé, de diamètre 40mm<br>Conseillés avec laser vert 532nm<br>Objets : 2 réseaux de pas 500 et 850µm, épaisseur des fentes 120µm<br>Filtres : 3 filtres doubleur/tripleur de fréquence, 1 filtre passe bande                                                                            | Jeton Objets                                                     | OCD151<br>36 €  |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Filtres plan de Fourier                                          | OCD141<br>36 €  |
| 6 | <b>Réseau zoné de Fresnel</b><br>Jeton en verre chromé diamètre 40mm<br>40 zones de Fresnel<br>Zone centrale noire<br>Focale principale +500mm                                                                                                                                                                                                               | OCD190                                                           | 24 €            |

## FEUILLES ET LAMES POLARISANTES

*Pour réaliser des démonstrations de cours ou vos propres montages*

- Différents formats
- Différents matériaux
- Différentes propriétés
- Lames biréfringentes protégées



Comment choisir la bonne lame et la bonne feuille ?

#### CHOIX SELON LES SOURCES LUMINEUSES QUE VOUS AVEZ À DISPOSITION

Laser à Gaz Helium-Néon → Lames quartz 633nm  
Source spectrale sodium → Lames quartz 589nm  
Source spectrale mercure → Lames polaroid + filtre interf. 546nm  
Source LED verte 560nm → Lames polaroid  
Source lumineuse blanche → Lames polaroid + filtre coloré vert  
Diodes laser 635,650nm... → à éviter, les résultats seront mauvais

#### CHOIX SELON LES CRITÈRES ET RÉSULTATS ATTENDUS

Qualité d'extinction → Lames cristallines en Quartz  
Polyvalence et tolérance → Lames polaroid  
Budget serré → Lames ou feuilles polaroid  
Démonstration de cours → Feuilles polaroid seules  
Montages pédagogiques → Feuilles polaroid seules

| FEUILLES POLAROID                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>En feuille polaroid</b><br/>Plage de fonctionnement 400-750nm<br/>Efficacité &gt;99.9%<br/>Épaisseur 0.2 à 0.3mm</p>                                                                                     | Polariseur Linéaire - Format 10x10cm      | OCP091 | 15 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Polariseur Linéaire - Format 20x25cm      | OCP092 | 22,50 €  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Polariseur Circulaire - Format 10x10cm    | OCP096 | 22,50 €  |
|  <p><b>Feuille polaroid seule</b><br/>Efficacité &gt;90%<br/>Épaisseur 1mm</p>                                                                                                                                  | Lambda/2 - Déphasage 280nm - Format 5x5cm | OCP192 | 30 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Lambda/4 - Déphasage 140nm - Format 5x5cm | OCP194 | 30 €     |
| POLARISEURS ET LAMES À RETARD EN VERRE                                                                                                                                                                                                                                                             |                                           | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>En verre</b><br/>Plage de fonctionnement 400-750nm<br/>Efficacité &gt;99.9% en polarisation<br/>Lames à retard utilisables dans le vert/jaune/rouge (idéalement entre 530nm et 590nm), épaisseur 3mm</p> | Polariseur Linéaire - Diamètre 40mm       | OCP010 | 19,80 €  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Lame demi-onde - Diamètre 40mm            | OCP020 | 39 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Lame quart-onde - Diamètre 40mm           | OCP040 | 39 €     |

# POLARISEURS EN MONTURE

## Le meilleur rapport qualité-prix !

- Monture rotative en aluminium + acier
- Sérigraphie au degré, sur 360°
- Rotation par guidage à billes
- Index en Acier, précis au degré et solide
- Lames polaroid protégées par du verre



**BEST  
SELLER**

**Paire Polariseur + Analyseur**  
en monture rotative graduée !  
**150€ TTC Ref. OCP112**



**NEW**

## Analyseur à pénombre pédagogique

Chaque composant de l'analyseur à pénombre est monté dans une bague indépendante. La lame polarisante est solidaire de la bague rotative principale, et la moitié de lame demi-onde est solidaire de la bague rotative secondaire. Une fois l'angle entre les 2 lames choisi (et donc la teinte d'équilibrage définie), il est ensuite possible de solidariser les 2 bagues rotatives et de faire tourner tout l'ensemble comme un analyseur à pénombre classique.

**180€ TTC Ref. OCP195**

OPTIQUE

| POLARISEURS EN MONTURE GRADUÉE                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|----------|
| <b>Polariseurs en monture</b><br><b>Plage 400-750nm, préréglé à 0°</b><br>Monture aluminium graduée sur 360° au 1<br>Rotation par guidage bille<br>Diamètre utile 40mm, en verre résistant                                                                                                     | à polarisation Rectiligne    | OCP110 | 84 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Paire Polariseur + Analyseur | OCP112 | 150 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                | à polarisation Circulaire    | OCP160 | 135 €    |
| POLARISEUR DOUBLE EN MONTURE - ATTÉNUATEUR VARIABLE                                                                                                                                                                                                                                            |                              | REF    | PRIX TTC |
| <b>Atténuateur variable en monture</b><br>Monture aluminium sur tige inox<br>Dia. utile 40mm - Plage 400-750nm<br>Atténuation variable de 0.1% à 99,9%<br>Graduation au degré sur bague principale Graduation tous les 5° sur bague secondaire                                                 |                              |        |          |
| Système constitué d'un système à 2 polariseurs linéaires orientables de façon indépendante, le tout en une seule monture sur tige. Plus de détails, page XX                                                                                                                                    |                              | OCP200 | 120 €    |
| ANALYSEURS EN MONTURE GRADUÉE                                                                                                                                                                                                                                                                  |                              | REF    | PRIX TTC |
| <b>Analyseur à pénombre</b><br><b>Utilisable sur la plage 400-750nm</b><br>Diamètre utile 40mm, Rotation par guidage bille<br>Analyseur avec lame demi-onde intégrée sur une moitié<br>Monture graduée sur 360°, précision 1°                                                                  |                              | OCP190 | 180 €    |
| <b>Analyseur à pénombre à double réglage</b><br><b>Utilisable sur la plage 400-750nm</b><br>Diamètre utile 40mm, Rotation par guidage bille<br>Lame polariseur et demi lame lambda/2 réglable de façon indépendante<br>Monture graduée sur 360°, bague rotative secondaire graduée tous les 5° |                              | OCP195 | 180 €    |

## LAMES À RETARD

**De nombreuses possibilités pour créer un déphasage :**

- Lames polaroïd à déphasage fixe, utilisables sur une grande plage de longueur d'onde (520-590nm)
- Lames cristallines multi-ordres, plus efficaces mais optimisées pour une longueur d'onde donnée
- Matériaux biréfringents comme le quartz et le mica



GAMME OCP41X

Lames de mica en feuilles fines, protégées dans une monture sur tige, avec ou sans réglage de rotation.



GAMME OCP1XX

Lames de quartz biréfringentes à positionner sur un porte-réseau pour étude du spectre cannelé (OCP440) et du pouvoir rotatoire (OCP445).



GAMME OCP1XX

Toutes les lames à retard sont fixées dans nos montures rotatives graduées au degré, avec index métallique et tige de maintien dia.10mm en inox.

| LAMES À RETARD                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <b>Lames à retard 520-590nm à utiliser avec source Blanche + filtre vert ou source LED 560nm OLB 197</b><br>Efficacité >90%<br>Plage de fonctionnement : 520-590nm<br>Diamètre utile 40mm<br>Matériau : Polaroid | Lambda/2                                                                                | OCP120 | 96 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Lambda/4                                                                                | OCP140 | 96 €     |
|  <b>Lames à retard 589nm à utiliser avec source spectrale Sodium uniquement</b><br>Efficacité >98%<br>Fonctionnement : à 589nm<br>Diamètre utile 20mm<br>Matériau : Quartz                                        | Lambda/2                                                                                | OCP129 | 198 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Lambda/4                                                                                | OCP149 | 198 €    |
|  <b>Lames à retard 633nm à utiliser avec source laser Helium-Néon uniquement</b><br>Efficacité >98%<br>Fonctionnement : à 632.8nm<br>Diamètre utile 20mm<br>Matériau : Quartz                                     | Lambda/2                                                                                | OCP126 | 198 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Lambda/4                                                                                | OCP146 | 198 €    |
| LAMES BIRÉFRINGENTES À TAILLE CONTRÔLÉE                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
|  <b>Lames biréfringentes en QUARTZ</b><br>Avec monture de protection au format 65x50mm<br>Surface utile 10x10mm<br>Epaisseur 1mm, 2 faces polies<br>Indice No 1.544 - Ne 1.553                                    | Lame de Quartz taillée suivant l'axe optique X en monture format Paton Hawksley 65x50mm | OCP440 | 99 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Lame de Quartz taillée suivant l'axe de propagation Z en monture format Paton 65x50mm   | OCP445 | 99 €     |
|  <b>Lames biréfringentes en MICA</b><br>Monture aluminium sur tige dia.10mm<br>Diamètre utile 20mm<br>Epaisseur <70µm<br>Indice No 1.599 - Ne 1.595                                                               | Lame de mica en monture simple                                                          | OCP410 | 90 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Lame de mica en monture rotative graduée                                                | OCP415 | 120 €    |



# CRISTAUX LIQUIDE, POLARIMÉTRIE

## Expériences quantitatives autour de la polarisation :

- Polarimétrie, loi de Biot-Savard, pouvoir rotatoire de solutions chimiques optiquement actives
- Application concrète de la polarisation : les cristaux liquides et cellules LCD



- Très pratiques
- 4 longueurs possibles
- Facilement remplissables
- Facilement nettoyables
- Montées sur tige inox

### Polarimétrie, Loi de Biot

Utilisez les propriétés d'activité optique de certaines molécules comme le saccharose ou le fructose afin de mesurer leur concentration par la loi de Biot.

Deux vérifications de la loi de Biot sont possibles :

- En gardant la même cuve, et en changeant la concentration de la solution.
- En gardant la même solution, et en changeant la longueur de l'enceinte (et donc le volume).

OPTIQUE



- Cellule LCD complète
- Cellule LCD entre 2 couches de polariseurs
- Cellule LCD avec 1 seule couche polarisante
- Cellule avec Cristaux Liquides seuls

### Etude et principe des cristaux liquides

Retrouvez pas à pas la constitution d'un afficheur LCD. Pilotez les cristaux liquides avec un GBF et analysez leur comportement et fonctionnement :

- Déterminez l'axe de polarisation de la cellule.
- Quantifiez la rotation du plan de polarisation induite par l'alignement des cristaux liquides.
- Mesurer les seuils et temps d'activation et de désorganisation des cristaux liquides.
- Réalisez une analyse fréquentielle avec un laser et une photodiode.
- Tracez le diagramme de Bode du système et calculez sa limite de bande passante.
- Reliez la valeur trouvée aux mesures effectuées précédemment et repérez le facteur critique du système.

| CELLULE D'ÉTUDE DES CRISTAUX LIQUIDE                                |                                                                          | REF                              | PRIX TTC     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|
| 1                                                                   | <b>Cellule d'étude à cristaux liquide - 4 assemblages de cellule LCD</b> |                                  |              |
|                                                                     | Monture de protection en aluminium                                       |                                  |              |
|                                                                     | Pilotable en AC/DC via BNC                                               | OCP240                           | 198 €        |
|                                                                     | Interrupteur ON-OFF                                                      |                                  |              |
|                                                                     | Sur tige inox diamètre 10mm                                              |                                  |              |
| ENCEINTE DE POLARIMÉTRIE SUR TIGE                                   |                                                                          | REF                              | PRIX TTC     |
| 2                                                                   | <b>Enceinte de polarimétrie facilement remplissable, sur tige</b>        |                                  |              |
|                                                                     | Parois latérales en verre optique                                        | Longueur 50mm                    | OCP305 48 €  |
|                                                                     | Cylindre en PVC transparent                                              | Longueur 100mm                   | OCP310 48 €  |
|                                                                     | Parois dévissables pour le remplissage                                   | Longueur 150mm                   | OCP315 48 €  |
|                                                                     | Gamme de longueurs intérieures de la cuve                                | Longueur 200mm                   | OCP320 48 €  |
|                                                                     | Diamètre intérieur de l'enceinte 30mm                                    |                                  |              |
| <b>Pack de 4 enceintes de polarimétrie de longueurs différentes</b> |                                                                          | Longueurs 50 + 100 + 150 + 200mm | OCP300 180 € |
| <b>Paire d'hublots de rechange pour cuves OCP3xx</b>                |                                                                          | Bouchon avec verre et joint (x2) | OCP302 24 €  |



Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube

- Polarisation d'une source et vérification de la loi de Malus
- Déphasage optique, comportement des lames à retard de phase
- Mesure de la biréfringence d'une lame de Quartz ou de Mica avec un spectre cannelé

- Etude de la polarisation et du fonctionnement d'une cellule à cristaux liquides
- Vérification de la loi de Biot et analyse du pouvoir rotatoire de solutions chimiques



## Loi de Malus

Avec la paire polariseur/analyseur en monture graduée Ref. OCP112 associée à un luxmètre sur tige Ref. COL310, vous pouvez vérifier la loi de Malus de façon précise. Les polariseurs fonctionnant de la même façon sur l'ensemble du spectre visible, différentes sources lumineuses peuvent être utilisées pour réaliser l'expérience (lanterne LED, diodes laser...). Dans tous les cas, il ne faut pas oublier de retrancher la valeur d'éclairement correspondant à la lumière ambiante, lorsque la source est éteinte.



## Déphasage Optique et Lames à retard

Le point critique des expériences de déphasage optique est l'adaptation de la longueur d'onde de la source avec la longueur d'onde de fonctionnement des lames à retard. Une fois ce point vérifié, on peut analyser le comportement de 2 cas particuliers :

- modification de la direction de polarisation avec une lame à déphasage  $\lambda/2$
- modification du type de polarisation (linéaire, elliptique, circulaire) avec une lame à déphasage  $\lambda/4$



## Biréfringence et Spectre cannelé

Certains matériaux comme le Quartz Ref. OCP440 ou le Mica Ref. OCP410 sont biréfringents. Ils possèdent deux indices de réfraction selon deux axes orthogonaux. Le déphasage induit par ces 2 indices peut-être montré et mesuré par l'observation de cannelures au niveau d'un spectre continu traversant le matériau biréfringent placé entre 2 polariseurs. Pour observer les cannelures, on a utilisé le spectromètre Paton Ref. OCD390 monté sur le support Ref. OSH312 suivi de notre caméra polyvalente Ref. COC470



## Cristaux liquides (LCD) et Polarisation

Le dispositif LCD pilotable Ref. OCP240 permet d'analyser certaines propriétés optiques des cristaux liquides. Les 4 afficheurs fournis sont montés à des stades différents de fabrication. En positionnant le LCD sur un banc entre 2 polariseurs, on retrouve pas à pas la constitution d'un afficheur LCD du type «écran de calculatrice». En alimentant celui-ci en tension et en fréquence, on peut déterminer l'effet de ceux-ci sur la polarisation du dispositif, son temps de réponse, son seuil d'activation et sa bande passante.



## Polarimétrie et Pouvoir Rotatoire de solutions chimiques

Avec les enceintes à liquides Ref. OCP305-310-315-320, il devient aisé de réaliser des montages de polarimétrie sur banc d'optique. Faciles à remplir et étanches, vous pourrez utiliser la loi de Biot pour réaliser un étalonnage puis des mesures de concentration de solutions de saccharose ou de fructose. Il est conseillé d'utiliser une diode laser Ref. OLR110 et un luxmètre sur tige Ref. COL310 pour les mesures quantitatives. En lumière blanche, vous pouvez observer immédiatement si une solution possède une activité optique ou pas.

## KITS POLARISATION

**Des ensembles validés et compatibles pour la réalisation d'expériences classiques et originales en polarisation.**

- Montures protégées et graduées : Robustesse et Précision
- Polyvalence du matériel
- Efficacité optimale avec la led 560nm

TP clés en main  
Polarisation  
p 39

#### Luxmètres sur tige

Ref. COL310 *page 209*

#### Ecrans sur tige

Ref. OSE011 *page 116*

#### Lames à retard

Ref. OCP120/140 *page 172*

#### Cellule LCD

Ref. OCP240 *page 173*

#### Polariseurs

Ref. OCP110 *page 171*

#### Cellules de polarimétrie

Ref. OCP310 *page 173*

#### Diodes laser

Ref. OLR110 *page 133*

#### Bancs d'optique

Ref. OBP200 *page 95*

| ENSEMBLES POLARISATION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Kit Minimum Polarisation, sur tige dia. 10mm composé de :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 polariseurs</li> <li>• 1 lame demi-onde 520-590nm</li> <li>• 1 lame quart-onde 520-590nm</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OCP900 | 324 €    |
| <b>Kit Essentiel Polarisation, sur tige dia. 10mm composé de :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 polariseurs</li> <li>• 1 lame demi-onde 520-590nm</li> <li>• 2 lames quart-onde 520-590nm</li> <li>• 1 système LCD 4 afficheurs</li> <li>• 1 enceinte de polarimétrie longueur 100mm</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OCP910 | 600 €    |
| <b>TP complet Polarisation sur banc prismatique composé de :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 polariseurs</li> <li>• 1 lame demi-onde 520-590nm</li> <li>• 2 lames quart-onde 520-590nm</li> <li>• 1 système LCD 4 afficheurs</li> <li>• 2 enceintes de polarimétrie longueur 100 et 200mm</li> <li>• Banc prismatique 2m, avec 5 cavaliers dont un à réglage vertical</li> <li>• Diode laser rouge pour étude de la loi de malus et du LCD</li> <li>• Source collimatable à LED 560nm adaptée aux lames à retard</li> <li>• Luxmètre à sonde déportée sur tige</li> <li>• Lame biréfringente en monture</li> <li>• Ecran métallique</li> </ul> | TPO510 | 1500 €   |

## ECLAIRAGES DE PAILLASSE

*Accessoires pratiques ou confortables pour améliorer votre organisation de rangement et l'agrément des utilisateurs*

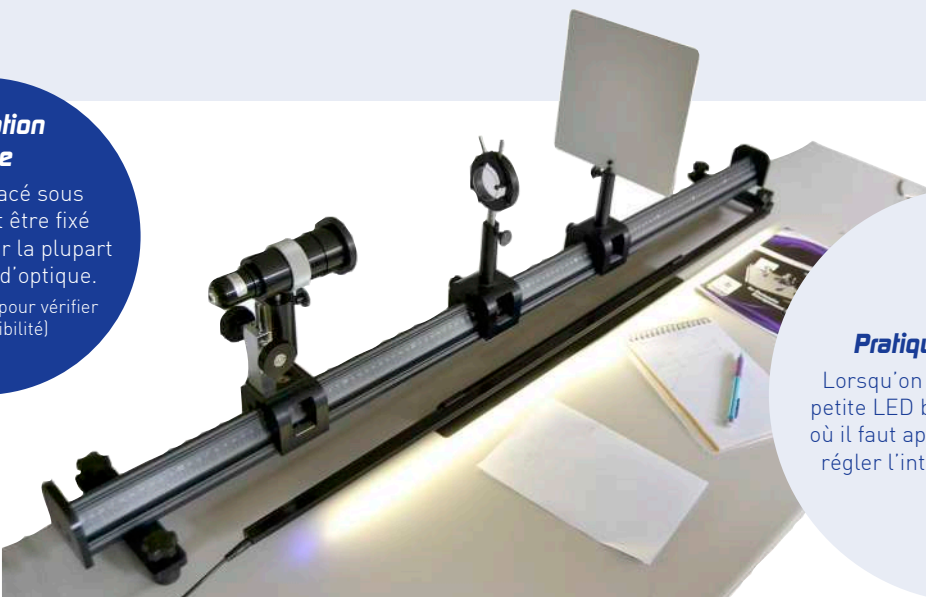
- Eclairage rasant de paillasse, à luminosité réglable, idéal sous le banc d'optique

### Adaptation facile

Peut être placé sous le banc. Peut être fixé directement sur la plupart de vos bancs d'optique. (nous consulter pour vérifier cette possibilité)

### Pratique et Modulaire

Lorsqu'on est dans le noir, une petite LED bleue indique l'endroit où il faut appuyer pour allumer et régler l'intensité de l'éclairage.



EVITEZ LES LAMPES D'APPOINT QUI GÈNENT LES VOISINS ET OPTEZ POUR LES ECLAIRAGES LED RASANT ET RÉGLABLES EN INTENSITÉ

- Réglage tactile et pratique de l'intensité lumineuse
- Eclairage rasant, n'envoie pas de lumière en hauteur
- Forme longiligne adaptée aux paillasses de TP
- Maintien facile sur une table avec le piedestal OLE 002
- Peut se ranger sous le banc d'optique
- Sécurisé : Faible échauffement, Basse Tension 12-24V



| ECLAIRAGE DE PAILLASSE  |                                                                                                                                                | REF             | PRIX TTC           |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|
|                         | <b>Eclairage Tube LED</b>                                                                                                                      | Longueur 1m     | OLE100 <b>75 €</b> |
|                         | Alimentation fournie 12-24V                                                                                                                    | Longueur 50cm   | OLE050 <b>69 €</b> |
|                         | Intensité lumineuse réglable                                                                                                                   | Support de tube | OLE002 <b>21 €</b> |
|                         | Eclairage rasant sur 50cm                                                                                                                      |                 |                    |
|                         | Structure aluminium + verre dépoli                                                                                                             |                 |                    |
| LOUPE ECLAIRANTE        |                                                                                                                                                | REF             | PRIX TTC           |
|                         | <b>Loupe éclairante grand diamètre avec triple grossissement 2x, 4x, 10x</b>                                                                   |                 |                    |
|                         | Eclairage LED faible consommation<br>Grand diamètre : 14 cm<br>Léger : moins de 200g<br>Poignée confortable, lentilles résistantes aux rayures | OIG096          | <b>24 €</b>        |
| PLATEFORME DE RANGEMENT |                                                                                                                                                | REF             | PRIX TTC           |
|                         | <b>Plateforme de rangement 10 emplacements</b><br><b>Peut accueillir jusqu'à 10 éléments sur tige diamètre 10mm</b>                            |                 |                    |
|                         | En bois peint en noir<br>Avec cale-pieds<br>Diamètre des trous 10,5mm                                                                          | OSP310          | <b>24 €</b>        |



# RANGEMENT DE COMPOSANTS

**Pour améliorer votre organisation de rangement et l'agrément des utilisateurs**

- Standards éducation
- Protège et stocke vos composants pendant et hors des TP



## Coffrets de rangement en bois

Coffre en bois polyvalent, 30 emplacements maxi, pouvant accueillir vos lentilles, lentilles baguées, diapos et autres composants de moins de 50mm de diamètre.

Ref. OSP414



## Valisettes en mousses alvéolée

Avec des emplacements incrustés à la bonne taille (diamètre 40mm) pour les lentilles standard.

Ref. OSP421

| VALLISETTE                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF                                                                                                              | PRIX TTC               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|  | <b>Vallisette avec 6 plateaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mallette Aluminium avec intérieur velours</li> <li>- Fermeture double loquet et poignée de transport</li> <li>- 6 plateaux emboîtables en velours</li> <li>- 24 alvéoles par plateau (6x4) = 144 alvéoles en tout</li> <li>- Taille des emplacements : 42x42mm</li> <li>- Peut accueillir tout composant dia.40mm</li> <li>- Et aussi les composants bagués dia.42mm</li> </ul> | OSP406                                                                                                           | 69 €                   |
|  | <b>Coffret Aluminium 24 alvéoles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coffret Aluminium avec intérieur velours</li> <li>- Fermeture simple loquet</li> <li>- 1 plateau amovible en velours</li> <li>- 6 x 4 = 24 emplacements disponibles</li> <li>- Taille des emplacements : 42x42mm</li> <li>- Peut accueillir tout composant dia.40mm</li> <li>- Et aussi les composants bagués dia.42mm</li> </ul>                                            | OSP401                                                                                                           | 39 €                   |
|  | <b>1 Coffret bois 30 emplacements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coffret bois avec intérieur mousse</li> <li>- Fermeture simple loquet</li> <li>- 30 emplacements verticaux disponibles</li> <li>- Peut accueillir tout composant dia.40-42-50mm ou diapositives 50x50mm</li> </ul>                                                                                                                                                          | OSP414                                                                                                           | 39 €                   |
|  | <b>Valisette de rangement en plastique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Matériau polypropylène</li> <li>- Mousses découpées intégrées</li> <li>- Emplacements à plat pour composants dia.40mm ou pour diapositives 50x50mm selon modèles</li> <li>- Dimensions 24 x 20 x 5 cm</li> </ul>                                                                                                                                                       | <b>2</b> 12 emplacements circulaires dia.40mm<br>OSP421<br><br><b>3</b> 10 emplacements carrés 50x50mm<br>OSP422 | 19,80 €<br><br>19,80 € |



# OUVRAGES DE PHYSIQUE

**NEW**

## Éditions DeBoeck Supérieur, série LMD

- Des ouvrages de physique à caractère expérimental pouvant intéresser à la fois les élèves, les enseignants et le personnel de laboratoire.

OPTIQUE

L'ouvrage rassemble, dans un seul volume, l'essentiel de la physique enseignée en 1<sup>er</sup> cycle : mécanique, électromagnétisme, optique, thermodynamique, etc.

### 1 Leçons de physique une approche moderne



de boeck

Une approche innovante et vivante de l'optique, à la fois expérimentale, technique, historique et pratique, avec 500 photographies en couleurs d'expériences

### 2 Optique Une approche expérimentale et pratique



de boeck

Initiation à la recherche : comment concevoir et réaliser des expériences de physiques originales au lycée ou bac +2, en particulier dans le cadre des TPE et des TIPE.

### 3 Concevoir et réaliser des expériences de physique



de boeck

Cet ouvrage couvre l'intégralité du programme de physique de classe préparatoire PCSI. Il a été pensé dans l'esprit des nouveaux programmes, et privilégie une approche par l'expérience.

### 4 PHYSIQUE TOUT-EN-UN COURS EXERCICES CORRIGÉS



de boeck

Cet ouvrage aborde les domaines de l'optique, de la mécanique, de la thermodynamique et de l'hydrodynamique dans un format de présentation qui facilite une prise en main rapide

### 5 Physique expérimentale Optique, mécanique des fluides, ondes et thermodynamique



de boeck

Tous les plans détaillés d'exposés et de montages en physique et en chimie pour le Capes et l'agrégation. Un ouvrage à caractère disciplinaire et pédagogique.

### 6 Physique-chimie Capes & agrégation Plans d'exposés et de montages



de boeck

#### LES LIVRES

#### REF

#### PRIX TTC

|   |                                 |        |         |
|---|---------------------------------|--------|---------|
| 1 | Approche moderne Physique       | POL633 | 67 €    |
| 2 | Optique de S.Houard             | POL631 | 52,50 € |
| 3 | Concevoir et réaliser           | POL627 | 39,50 € |
| 4 | Physique PCST                   | POL621 | 49 €    |
| 5 | Physique expérimentale          | POL622 | 34 €    |
| 6 | Physique-chimie Capes & Agreg   | POL623 | 29 €    |
| 7 | Introduction physique quantique | POL674 | 29,90 € |
| 8 | Quantique                       | POL671 | 58,50 € |

Rédigé à l'attention des étudiants en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> année de physique et en écoles d'ingénieurs, ce cours de physique quantique est complété par plus de 100 exercices

### 7 Introduction à la physique quantique



de boeck

Cet ouvrage met l'accent sur les fondements scientifiques et sur les applications concrètes et quantitatives de la physique quantique, en 20 leçons et 250 exercices

### 8 Quantique fondements et applications avec 250 exercices et problèmes résolus



de boeck

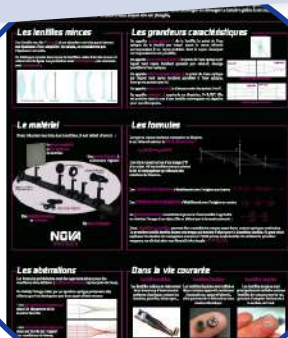
# POSTERS PEDAGOGIQUES

## PVC résistant, Format A1

- Format A1, 60x84cm
- En toile PVC épaisse haute résistance
- Thématique Optique
- Peut servir de support de cours et de TP
- Ou de décoration didactique dans les salles
- Les demandes particulières peuvent être étudiées

### LENTILLES

Lentilles minces  
Lois d'optique géométrique



### DIFFRACTION

Propriété des ondes  
Diffraction par un obstacle



### INTERFERENCES

Fentes d'Young  
Cohérence et Déphasage



### MICHELSON

Interféromètre  
Spectrométrie de Fourier



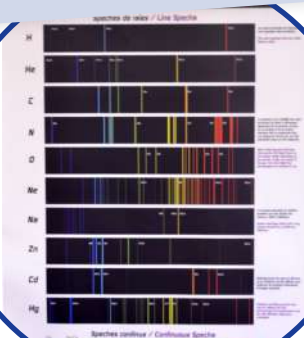
### DISPERSION

Prismes et Réseaux  
Instruments dispersifs



### SPECTRES

Spectres d'émission  
Raies spectrales



| LES POSTERS           | REF    | PRIX TTC                            |
|-----------------------|--------|-------------------------------------|
| Lentilles             | POS110 | <b>PRIX UNITAIRE</b><br><b>24 €</b> |
| Instruments d'optique | POS120 |                                     |
| Diffraction           | POS210 |                                     |
| Interférences         | POS220 |                                     |
| Michelson             | POS310 |                                     |
| Dispersion            | POS410 |                                     |
| Tableau des spectres  | POS490 |                                     |
| Polarisation          | POS510 |                                     |

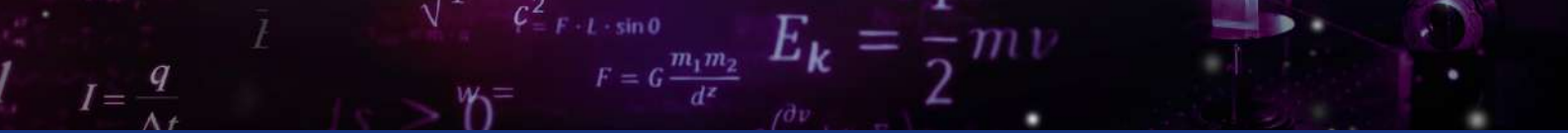
Autres posters, autres thèmes,  
nous consulter :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

# OPTIQUE

---

## INSTRUMENTS D'OPTIQUE

|                                                 |            |
|-------------------------------------------------|------------|
| Interferometre de Michelson                     | <b>182</b> |
| Spectrométrie de Fourier                        | <b>185</b> |
| Interférences par division du front d'onde      | <b>188</b> |
| Fabry-Pérot, Mach-Zehnder                       | <b>189</b> |
| Goniomètre, Spectrogoniomètre                   | <b>190</b> |
| Lunettes de visée et lunettes autocollimatrices | <b>194</b> |
| Viseurs et Collimateurs                         | <b>196</b> |
| Spectromètres et spectrophotomètres             | <b>198</b> |
| Réfractomètres et Polarimètres                  | <b>202</b> |
| Caméras et caméras rapides                      | <b>204</b> |
| Capteurs photométriques                         | <b>206</b> |



# INTERFÉROMÈTRES

page 182



# GONIOMÈTRES

page 190





# MICHELSON SUR BREADBOARD



## L'approche plus professionnelle de l'interférométrie

- Les montages interférométriques réalisés dans le monde de la recherche, de l'ingénierie et de l'industrie, sont principalement réalisés sous forme de table optique "breadboard"
- Les breadboards sont des tables universelles de précision. De nombreux éléments peuvent y être assemblés et démontés pour une polyvalence et flexibilité à toutes les situations.

GrandesM



### Interféromètre de Michelson Petites Optiques, sur breadboard

Miroirs : diamètre 25mm  
 Séparatrice/Compensatrice : diamètre 50mm  
 Planéité des optiques :  $\lambda/10$   
 Course de translation : 15mm  
 Vernier analogique précision : 0.01mm

Mach-Zehnder  
 Fabry-Pérot  
 p 26



### Interféromètre de Michelson Grandes Optiques, sur breadboard

Miroirs : diamètre 40mm  
 Séparatrice/Compensatrice : diamètre 80mm  
 Planéité des optiques :  $\lambda/20$   
 Course de translation : 25mm  
 Vernier numérique précision : 0.001mm

Spectrométrie  
 de Fourier  
 p 27

Personnalisation possible, nous consulter pour vos idées de montage : info@nova-physics.com

| INTERFÉROMÈTRES DE MICHELSON SUR TABLE À NID D'ABEILLE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                             | REF                                            | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------|
| <b>Interféromètre de Michelson Petites Optiques</b><br>Miroirs $\lambda/10$ - dia.25mm avec réglages X-Y<br>Séparatrice-Compensatrice $\lambda/10$ - dia.50mm<br>Platine de déplacement à rouleaux croisés<br>Translation par vernier analogique ou numérique                                                     | Sur table optique haute stabilité à nid d'abeille<br>Breadboard 60x45cm à configuration métrique ( taraudages M6 tous les 25mm)<br>Fourni avec l'ensemble des supports magnétiques ou à visser sur la table | Vernier analogique simple 0.01mm<br>OID150     | 1980 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                             | 1 Vernier numérique Mitutoyo 0.001mm<br>OID151 | 2280 €   |
| <b>Interféromètre de Michelson Grandes Optiques</b><br>Miroirs $\lambda/20$ - dia.40mm<br>Séparatrice-Compensatrice $\lambda/20$ - dia.80mm<br>Réglage fin en X-Y des miroirs et de la compensatrice<br>Platine de déplacement à rouleaux croisés, sur 25mm<br>Translation par vernier numérique Mitutoyo 0.001mm | Sur table optique haute stabilité à nid d'abeille<br>Breadboard 60x45cm à configuration métrique ( taraudages M6 tous les 25mm)<br>Fourni avec l'ensemble des supports magnétiques ou à visser sur la table | OID250                                         | 5400 €   |



# MICHELSON SUR MARBRE

## Le grand classique des CPGE

- Haute luminosité grâce aux grandes optiques
- Haute précision de réglage
- Haute planéité
- Haute stabilité grâce à son poids et ses pieds

### HAUTE LUMINOSITÉ

Grands diamètres d'optique  
80mm pour séparatrice et  
compensatrice, 40mm pour  
les miroirs

### HAUTE PRÉCISION

Réglages X-Y centrés par vis à pas extra-fins.  
Démultiplication mécanique pour ajustements  
précis sur le miroir fixe

### HAUTE PERFORMANCE

Translation au micron,  
Planéité  $\lambda/20$   
Motorisable

**BEST  
SELLER**



Modèle en photo : Ref. OID210

### MOTORISATION À VITESSE CONTROLABLE

Motorisation de la translation  
du miroir mobile avec plage  
de vitesse x20 et couplage  
possible avec photodiode  
(Pack Fourier)  
Sans vibrations  
Sans desaxements

### HAUTE STABILITÉ

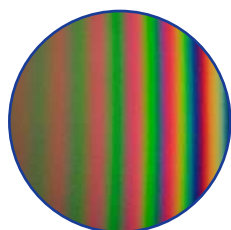
Pieds de largeur 50mm  
avec plots anti-vibrations  
et anti-dérappages

Sources  
Blanches  
page 127

Accessoires pour  
interféromètres  
page 186

Condenseurs  
et optiques  
de projection  
page 149

Sources  
Spectrales  
page 143



## GAMME MICHELSON GRANDES OPTIQUES : LE MODÈLE D'EXCELLENCE DES CONCOURS CPGE

REF

PRIX TTC

### Modèle Grandes Optiques sur Marbre

Miroirs  $\lambda/20$  dia.40mm avec réglages centrés X-Y  
Ajustement fin par lamelles sur miroir fixe  
Séparatrice  $\lambda/20$  - dia.80mm  
Compensatrice  $\lambda/20$  - dia.80mm avec réglage X-Y  
Translation par vernier numérique au  $\mu\text{m}$ , sur 25mm  
Verre anticalorique dia.50mm

Non motorisé  
Michelson sur embase stabilisée  
avec housse et notice

OID200

5400 €

Motorisé  
Avec motorisation à vitesse lente et réglable,  
sans vibrations

OID210

5895 €

# INTERFÉROMÈTRE

## expériences possibles

- Expériences classiques et réglages :

Projection de figures d'interférences, franges en coin d'air, anneaux en lame d'air, teinte plate, observation avec différentes sources (monochromatique, polychromatiques, à raies...)

- Expériences originales et applications :

Mesure de faibles épaisseurs ou détermination de l'indice optique d'une lame fine. Mesure de l'indice de l'air ou de différents gaz dans une enceinte à dépression. Spectrométrie de Fourier



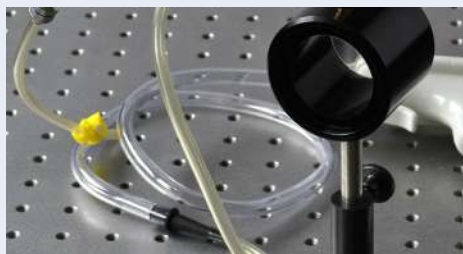
### Observations des interférences en lame d'air et en coin d'air, et de la teinte plate

Tous nos modèles de Michelson permettent d'étudier le principe, les réglages de l'interféromètre de Michelson et l'observation des différentes figures caractéristiques, en utilisant des sources aussi bien monochromatiques que polychromatiques. L'observation des franges en coin d'air se fait lorsque les 2 miroirs sont équidistants mais non parallèles. Les anneaux en lame d'air sont observés lorsque les 2 miroirs sont parfaitement parallèles mais non équidistants. La teinte plate est observée lorsque les 2 conditions à la fois sont satisfaites.



### Mesure de l'indice ou de l'épaisseur d'une lame mince à faces parallèles par modification de l'angle d'incidence

Avec la plateforme rotative porte lame-mince OID296 placée sur l'un des 2 bras du Michelson, on fait varier l'angle d'incidence du faisceau sur la lame mince. Comme s'il s'agissait d'une lame à faces parallèles, l'épaisseur de la lame traversée varie en fonction de l'angle d'incidence. Le décalage du chemin optique induit par la variation de l'épaisseur traversée se traduit par une lente translation des franges en coin d'air. En comptant le nombre d'interfranges qui se sont déplacées pour un angle donnée, et en utilisant l'équation des lames à faces parallèles, on détermine l'épaisseur et l'indice de la lame. Cette expérience peut se faire au laser ou en lampe spectrale, les variations d'épaisseur étant très faibles, il est facile de compter manuellement les franges.



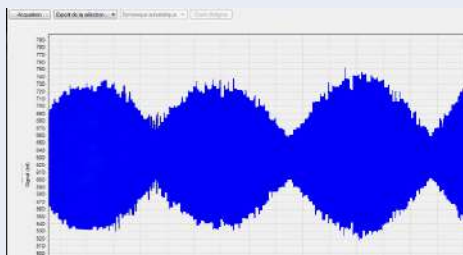
### Mesure de l'indice de l'air par dépression dans une cuve à vide

L'enceinte à dépression OID292 est placée sur l'un des chemins optique de l'interféromètre de Michelson. On utilise de préférence une source monochromatique. La première étape consiste à régler l'interféromètre en franges en coin d'air, (ou en lame d'air, bien qu'il soit plus aisé de compter les franges qui se déplacent plutôt que les anneaux). On fait ensuite le vide dans la cuve, puis on la remplit de nouveau en laissant l'air rentrer suffisamment lentement grâce au système de régulation d'écoulement fourni. Lorsque la cuve se remet lentement à la pression atmosphérique, on en profite pour compter les franges qui défilent. On peut ainsi remonter à l'indice de l'air, avec 5 chiffres après la virgule !



### Brouillage des anneaux du doublet du sodium

La lampe de sodium possède 2 raies spectrales très proches séparées de 0.6 nm, qu'on appelle communément «doublet du Sodium». Les champs d'interférences des 2 longueurs d'ondes ne seront donc pas tout le temps en phase. Elle le seront au voisinage de la teinte plate, puis vont progressivement entrer en opposition de phase jusqu'à se brouiller totalement, l'intensité des 2 raies étant assez proches. Le comportement du phénomène est périodique, et l'on se sert des brouillages pour déterminer la période spatiale du battement et calculer ainsi au l'écart de longueur d'onde entre les 2 raies en supposant que la valeur moyenne est 589nm.



### Spectrométrie de Fourier avec l'interféromètre motorisé et le système Luminova

Avec le dispositif Luminova, on simplifie grandement la mise en oeuvre et la réalisation de relevés d'un spectromètre par transformée de Fourier à partir d'un interféromètre de Michelson traditionnel. On peut réaliser l'enregistrement des battements de différentes sources lumineuses monochromatiques ou à raies multiples (lasers multimodes, sources spectrales etc.) sans avoir à se préoccuper de la régularité de translation du miroir mobile. L'exportation des données est possible vers un tableur excel, regressi, latis pro etc. afin de tracer la transformée de Fourier du signal et obtenir le spectre de la source étudiée.

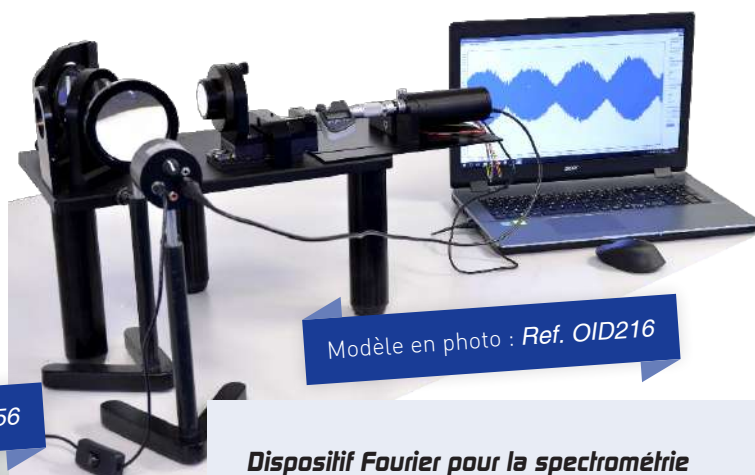
# SPECTROMÉTRIE DE FOURIER

Le dispositif Luminova simplifie grandement la mise en oeuvre et la réalisation de relevés d'un spectromètre par transformée de Fourier à partir d'un interféromètre de Michelson traditionnel.

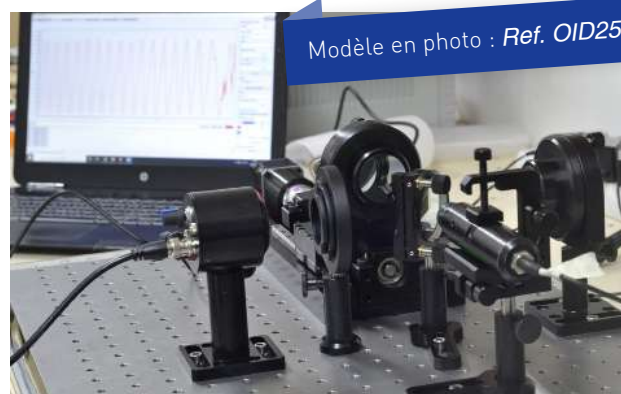
- L'acquisition peut être faite plus rapidement.
- Les défauts de régularité de motorisation et de translation sont pris en compte.
- La photodiode est couplée à l'interface par une entrée analogique.
- La synchronisation temps-distance est faite automatiquement.
- Le logiciel affiche les variations d'intensité lumineuse en fonction de la différence de marche.
- Les données sont disponibles sous de tableur exportable en .txt, .csv, .xls pour le calcul de la TF.

## BREADBOARD VS MARBRE

Les ensembles sur breadboard sont plus stables et flexibles que ceux sur marbre, vous pouvez varier et adapter plus facilement vos montages en fonction de l'expérience souhaitée. La course de la platine motorisée est plus importante. En revanche, ils sont un peu plus exigeants à régler en lumière blanche et spectrale.



Modèle en photo : Ref. OID216



Modèle en photo : Ref. OID256

## Dispositif Fourier pour la spectrométrie

Adaptable sur la plupart des modèles d'interféromètres à grandes optiques (nous consulter pour vérification)

Ensemble composé de la motorisation, système de couplage, capteur de mesure de déplacement, photodiode amplifiée, interface LumiNova de synchronisation et logiciel d'acquisition directe d'une intensité lumineuse en fonction du déplacement réel du miroir mobile du Michelson.

**1200€ TTC** Ref. OID616

| INTERFEROMÈTRE DE MICHELSON POUR LA SPECTROMETRIE DE FOURIER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF                                                                                                                                                                                                                  | PRIX TTC                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Ensemble Spectrométrie de Fourier</b><br>Interféromètre de Michelson (marbre ou breadboard)<br>Motorisation pilotable avec couplage Oldham<br>Interface de mesure et synchronisation<br>Logiciel Luminova d'acquisition et export<br>Photodiode amplifiée sur tige                                                                                                                                                                                                                                      | Avec l'interféromètre de Michelson Grandes Optiques sur Marbre (modèle OID200 de la page précédente)<br><br>Avec l'interféromètre de Michelson Grandes Optiques sur Breadboard (modèle OID250 de la page précédente) | <b>OID216</b><br><b>6600 €</b><br><br><b>OID256</b><br><b>6750 €</b> |
| TP COMPLET : ETUDE ET APPLICATIONS D'UN INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF                                                                                                                                                                                                                  | PRIX TTC                                                             |
| <b>TP complet interférométrie de Michelson</b><br>Interféromètre de Michelson (marbre ou breadboard)<br>Dispositif de spectrométrie de Fourier<br>Diode laser rouge 650nm à symétrie circulaire<br>Source spectrale Sodium-Mercure E27<br>Lanterne Blanche Haute-luminosité 12V75W Condenseur double et diaphragme à iris<br>2 lentilles de projection en monture<br>3 pieds d'optique d'hauteur adaptée<br>Système rotatif de mesure d'une lame mince<br>Kit mesure de l'indice de l'air avec cuve à vide | Avec l'ensemble spectrométrie de Fourier sur Marbre (modèle OID216 ci-dessus)<br><br>Avec l'ensemble spectrométrie de Fourier sur Breadboard (modèle OID256 ci-dessus)                                               | <b>TPO310</b><br><b>7950 €</b><br><br><b>TPO316</b><br><b>8100 €</b> |

# ACCESSOIRES POUR INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

## Expériences et applications quantitatives de l'interféromètre de Michelson

- Mesure de la variation de l'épaisseur d'une lame à face parallèles selon l'angle d'incidence (Ref. OID296)
- Mesure de l'indice de l'air, en générant le vide dans une enceinte et en comptant le déplacement de franges lors de la remise à pression atmosphérique de l'enceinte. (Ref. OID292)



### Entretien et remise à niveau de vos interféromètres

TOUTES MARQUES



Nettoyage et remise en état mécanique  
Remplacement ou rénovation de vos systèmes de vis de réglages  
Remplacement d'optiques abîmées  
Mise à niveau vers vernier micrométrique ou numérique  
Motorisation de vos interféromètres

Nous consulter pour confirmer la réalisation sur votre modèle :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

## MOTORISATION À VITESSE RÉGLABLE

### Basse Tension

Elles sont sécurisantes vis à vis des normes de sécurité électrique en vigueur.

### Vitesse Réglable

Par potentiomètre avec une plage de variation de x20 environ.

### Faible répercussion des vibrations

grâce à une bonne isolation et une fixation directe sur le marbre.

### Compact et solide

du marbre ce qui facilite la mise en oeuvre et le rangement.

### Facilement adaptable

sur de nombreux modèles d'interféromètres toutes marques.

| ACCESSOIRES                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|                                                                                     | <b>Kit Lames Minces sur pied simple</b><br>Support de lames minces, monté sur un petit pied magnétique court pour être à hauteur de l'axe optique de vos interféromètres.                                                                                                                 | OID295 | 69 €     |
|  | <b>Kit Lames Minces sur plateforme rotative</b><br>Mesure interférométrique du décalage de chemin optique induit par une lame mince en incidence non normale.<br>Système complet avec plateforme rotative graduée, porte lame et pied magnétique.                                         | OID296 | 150 €    |
|  | <b>Kit Mesure de l'indice de l'air avec enceinte à vide 40mm et pompe</b><br>Mesure de l'indice de l'air par dépression dans une enceinte étanche.<br>Système d'enceinte à vide longueur 40mm et diamètre 50mm avec entrée et sorties d'air réglables.<br>Fourni avec pompe à dépression. | OID292 | 279 €    |
|  | <b>Motorisation seule, Couplage Oldham</b><br>Motorisation continue double sens<br>Vitesse réglable de 0.75 à 15µm/s<br>Couplage par coupleur Oldham<br>Clé de serrage fournie<br>Alimentation basse tension 5V                                                                           | OID611 | 540 €    |
|  | <b>Housse de protection</b><br>Protège du soleil et de la poussière<br>Adaptée aux formats classiques d'interféromètres, et de goniomètres,<br>Format 30x45x40cm, noir opaque<br>En matière tissu renforcé anti-déchirures, anti-accrochages                                              | OID099 | 39 €     |



# INTERFÉROMÈTRES DE MICHELSON : PETITS MODÈLES

## Les alternatives économiques au modèle grandes optiques

- Compromis essentiellement faits sur la taille des optiques et de la mécanique.
- **MODÈLE ÉTUDIANT** : fonctionnement «à la française» et principe très proche des modèles type CPGE, en plus petit.
- **MODÈLE COMPACT** : fonctionnement «anglo-saxon», qualité optique plus faible, système de translation très précis et confortable mais nécessitant un étalonnage.

### Gamme Compact, le choix économique

La qualité des optiques est plus faible que les autres modèles mais permet tout de même d'obtenir des interférences en lumière blanche. Son système de translation à double vernier (l'un direct, l'autre démultiplié) est très confortable à utiliser.



1

**1380€ TTC**  
Ref. OID160

### Gamme Etudiant, un bon compromis

Si votre budget ne vous permet pas l'acquisition des Michelsons Grandes Optiques (type OID200), optez pour les modèles étudiants moins lumineux et non motorisés mais très similaires dans leur fonctionnement et performance.



2

**1995€ TTC**  
Ref. OID101

Avec vernier Mitutoyo numérique à 1µm !

OPTIQUE

| GAMME MICHELSON COMPACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |            | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------|----------|
| <b>Modèle Compact</b><br>Miroirs $\lambda/8$ dia.30mm avec ajustement fin X-Y<br>Séparatrice et compensatrice $\lambda/8$ - 50x36mm<br>Double réglage de translation (rapide et fin)<br>Réglage rapide - course 25mm - précision 0.01mm<br>Réglage fin - course 1.25mm - précision 0.5 m<br>Structure acier et aluminium anodisé | 1 Seul     | OID160 | 1380 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Equippé    | OID165 | 1500 €   |
| GAMME MICHELSON ETUDIANT                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            | REF    | PRIX TTC |
| <b>Modèle Etudiant</b><br>Miroirs $\lambda/10$ dia.25mm avec réglages centrés X-Y<br>Ajustement fin par lamelles sur miroir fixe<br>Séparatrice et compensatrice XY- $\lambda/10$ - dia.50mm<br>Translation par vernier analogique 0.01mm sur 25mm ou numérique 1micron sur 25mm<br>Verre anticalorique dia.50mm                 | Analogique | OID100 | 1680 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Numérique  | OID101 | 1995 €   |

### Choix du vernier : analogique ou numérique ?

La butée micrométrique peut être un poste très coûteux de l'interféromètre de Michelson. Les butées digitales Mitutoyo sont une référence mondiale et sont précises au micromètre. Si cela n'est pas utile pour vous, prendre une butée à lecture analogique au centième de mm vous permet de réduire significativement le prix.



## SYSTÈMES D'INTERFÉRENCES

*Par division du front d'onde*

- Observations claires et probantes
- Réglages fins et précis
- Montures robustes et pratiques

Diodes  
laser  
page 133

OPTIQUE

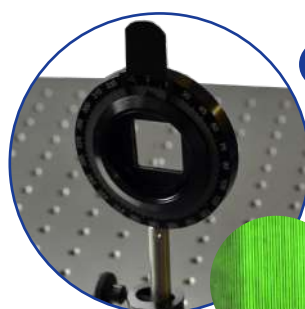


1

**Miroir de Fresnel**

Avec réglage d'inclinaison

Maintien stable, réglages de qualité en X et en Y  
Visualisation facile et directe  
Système complet et modulaire



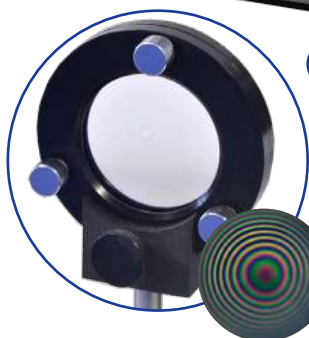
2

**Biprisme de Fresnel en monture rotative**

Verre K9

Angle au sommet 179°

En monture métallique sur tige  
Grande surface utile  
Grande qualité optique

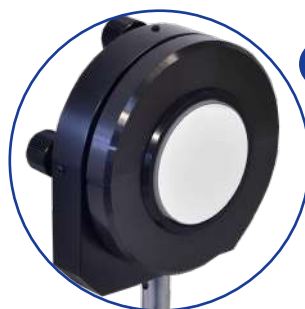


3

**Système d'Anneaux de Newton**

Avec 3 réglages à 120°

En monture métallique sur tige  
Optiques diamètre 50mm  
Réglage d'orientation



4

**Miroir de Lloyd**

En monture réglable

Monture métallique sur tige inox  
Réglage X-Y par vis de précision  
Planéité  $\lambda/10$

## LA GAMME DES VISEURS

REF

PRIX TTC

1 **Miroir de Fresnel réglable**

Système sur tige inox dia.10mm  
Composé de miroirs métalliques  
Un des miroirs est ajustable en X-Y par vis de précision  
Dimensions des miroirs : 40mm-40mm

OID910

99 €

2 **Biprisme de Fresnel sur monture rotative**

Angle au sommet : 179°  
Surface utile 25x25mm  
Monture rotative à bille, graduée  
Sur tige dia.10mm

OID930

225 €

3 **Système Anneaux de Newton avec réglages**

Diamètre utile 40mm  
Réglages de précision 3 x 120°  
Ajustement de l'écartement possible  
Monture sur tige diamètre 10mm

OID920

120 €

4 **Miroir de Lloyd sur monture X-Y**

Miroir dia.40mm haute planéité  $\lambda/20$   
Sur monture métallique réglable en X-Y  
Rappel magnétique - pivot bille  
Sur tige diamètre 10mm

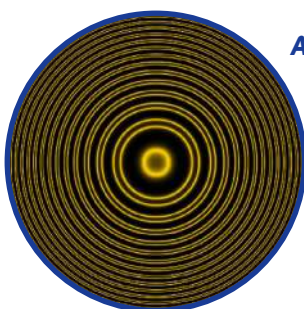
OID940

210 €

# FABRY-PÉROT, MACH-ZEHNDER

## Les autres interféromètres

- Fabry-Pérot : un interféromètre idéal pour l'analyse spectrale de part sa finesse importante (environ 60 pour nos modèles), tandis que les interféromètres de Michelson et le Mach-Zehnder ne possèdent qu'une finesse de 2. Utilisation recommandée avec des sources spectrales.
- Mach-Zehnder : un interféromètre permettant d'avoir 2 chemins optiques indépendants et une plus grande flexibilité dans sa construction. Les objets insérés sur le chemin optique ne sont traversés qu'une fois. Utilisation recommandée avec des sources laser.



### Analyse des modes d'un laser au Fabry-Pérot

Les diodes laser sont souvent multimodes et possèdent donc plusieurs raies indétectable au Michelson et au Spectrogoniomètre, mais qui sont discernables grâce à la finesse élevée du Fabry-Pérot

Ref. OID310



### Interféromètres sur Breadboard Optique

Pédagogiques, Modulaires, Polyvalents

p 182



### Interférences dans un grain de Speckle

Avec un interféromètre à fibre optique

Un objet diffusant éclairé en lumière cohérente génère un système d'interférences dans l'espace appelé Speckle en anglais ou granularité laser en français. La figure de Speckle contient des informations multiples sur l'objet : état de surface, forme, déformation, phase...

- On injecte la même source laser dans les deux fibres.
- En sortie, on obtient deux cônes de lumière qui vont interférer entre elles.
- Avec une caméra CMOS sans objectif (COC430 conseillée) et un filtre interférentiel adapté à la source utilisée, on observe la figure obtenue dans la zone de coïncidence.
- On constate que la figure de Speckle reste identique, même si l'on coupe un des deux faisceaux. Cela montre la cohérence de la source utilisée.
- Avec le modèle **OID953**, dans le champ coïncident, un système de franges s'est formé à l'intérieur de chaque grain de Speckle dont l'interfrange est lié à l'écartement 'e' entre les deux sorties de fibres.
- En connaissant la taille des pixels de la caméra, vous pouvez mesurer l'interfrange en  $\mu\text{m}$  et vérifier les formules de Young.
- Avec le modèle **OID954**, vous introduisez une différence de marche élevée entre les deux fibres, et étudiez jusqu'à quel delta vous obtenez encore des interférences. Cela indique alors un ordre de grandeur de la cohérence de vos sources laser qui varient généralement de 30cm à quelques mètres.

Ref. OID953/954

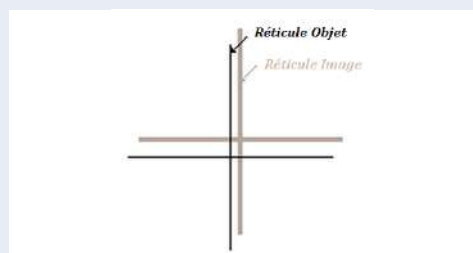
| INTERFÉROMÈTRES DE FABRY-PEROT                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF                                                                                                            | PRIX TTC                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | <b>Dispositif d'interférences de Speckle</b><br>Disque en Delrin, diamètre 60mm<br>Monté sur tige inox dia.40mm<br>Fibres optiques polies de coeur 1mm                                                                                                                      | <b>Configuration Young</b><br>Ecart des 2 sorties de fibres : 3-6mm<br>Pas de différence de marche             | <b>OID953</b><br><b>150 €</b>   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Configuration Cohérence Spatiale</b><br>Ecart des 2 sorties de fibres : 3-6mm<br>Différence de marche: 50cm | <b>OID954</b><br><b>150 €</b>   |
| INTERFÉROMÈTRES DE FABRY-PEROT                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF                                                                                                            | PRIX TTC                        |
|  | <b>Interféromètre de Fabry-Pérot</b><br>Miroirs $\lambda/10$ - Dia.50mm - Coef R 95% - T 05%<br>Miroir mobile réglable par 3 vis de précision à 120°<br>Translation rouleaux croisés 15-25mm<br>avec vernier micrométrique<br>Montures stables en aluminium anodisé         | <b>Vernier classique</b><br>Déplacement par vernier classique gradué<br>au 1/100ème de mm                      | <b>OID310</b><br><b>1980 €</b>  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Vernier Digital</b><br>Déplacement par vernier digital Mitutoyo,<br>précision 1µm                           | <b>OID311M</b><br><b>2280 €</b> |
| AUTRES INTERFÉROMÈTRES                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF                                                                                                            | PRIX TTC                        |
|  | <b>Mach-Zehnder sur Marbre</b><br>2 Miroirs $\lambda/20$ - Dia.40mm avec réglages X-Y de précision<br>2 Lames séparatrices $\lambda/10$ - Dia.50mm réglables en X-Y<br>Montures aluminium, marbre breadboard aluminium M6<br>Pieds lourds anti-vibrations- Housse et Notice | <b>OID400</b>                                                                                                  | <b>1950 €</b>                   |

# GONIOMÈTRE

## expériences possibles

Les goniomètres et spectrogoniomètres Nova permettent de se familiariser avec les aspects suivants :

- la manipulation et le réglage d'un appareil de précision
- la visualisation d'un spectre discontinu
- la loi de dispersion d'un prisme en verre
- la loi de dispersion d'un réseau de diffraction
- les notions d'optique telles que l'indice de réfraction, la lunette optique, l'oculaire, l'objectif, l'autocollimation...



### Principe de l'autocollimation et réglage d'un goniomètre

La lunette autocollimatrice est constituée d'un objectif, d'un oculaire et d'un réticule, avec en plus une lame semi-réfléchissante. Elle permet d'éclairer si nécessaire, le réticule à l'aide d'une source LED auxiliaire, sans empêcher le passage de la lumière directe par l'oculaire classique. On pointe à la lunette la direction normale à la face d'un prisme ou d'un miroir d'auto-collimation qui réfléchira en partie la lumière émise par la lampe : le réticule et son image nette doivent se superposer, la lunette est réglée à l'infini. On se sert ensuite de cette lunette à l'infini, pour régler en conséquence le collimateur de fente à l'infini, en ajustant le réglage d'objectif jusqu'à ce que l'image de la fente apparaissent parfaitement nette.



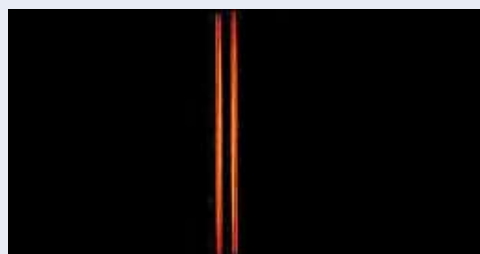
### Mesure de l'angle d'un prisme

Les goniomètres sont parfois utilisés dans l'industrie pour mesurer très précisément les angles entre 2 surfaces réfléchissantes, typiquement lors de la fabrication de prismes, il est un outil de contrôle avec une précision de l'ordre de la minute d'arc. Pour faire cette mesure, avec la lunette autocollimatrice réglée à l'infini, il suffit de faire l'autocollimation sur l'une des faces, de pointer l'angle lorsque l'image du réticule est parfaitement confondu avec le réticule objet. Ensuite, on déplace la lunette vers l'autre face et on répète l'opération d'autocollimation afin de noter le nouvel angle obtenu. Il peut être nécessaire de rectifier l'horizontalité du plateau ou de la lunette s'il existe un décalage de hauteur lors de l'autocollimation.



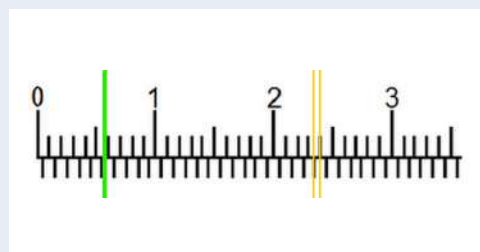
### Dispersion par un prisme

Une fois le goniomètre réglé à l'infini, la mesure précise des angles à une minute près, permet d'étudier la déviation du faisceau incident après traversée du prisme, de déterminer l'indice en fonction de la longueur d'onde et de vérifier la loi de Cauchy. Si on connaît les longueurs d'ondes des raies de la source utilisée, le goniomètre devient un instrument de caractérisation optique de prismes, qui permettra notamment de déterminer son indice optique. Si on connaît l'indice optique du prisme, le goniomètre est alors utilisé comme un instrument d'identification d'une source spectrale par la mesure des longueurs d'onde des raies qui composent son spectre.



### Dispersion par un réseau

Un réseau est constitué de fentes très fines et espacées par une distance appelée « pas du réseau ». Éclairé sous un angle d'incidence, le réseau diffracte les différentes longueurs d'onde dans différentes directions suivant la relation des interférences constructives. Les réseaux 100 et 200 traits/mm vont assez peu disperser le spectre, vous pourrez en revanche observer plusieurs ordres de diffraction. Les réseaux 300 et 600 traits/mm sont généralement ceux utilisés car ils offrent une plus grande dispersion et un meilleur pouvoir séparateur. Le doublet jaune du Sodium peut être résolu avec nos goniomètres OIG210, OIG310, OIG330 et un réseau 600 trait/mm.



### Observation et relevé d'un spectre avec un spectroscopie à lecture directe

Le goniomètre associé au prisme et à un collimateur micrométrique (3ème lunette du modèle OIG330) constitue un spectroscopie à lecture directe et permet l'étude des spectres de façon rapide. Cette méthode n'est possible qu'avec les prismes puisqu'il faut utiliser l'une des faces de celui-ci pour réfléchir la règle micrométrique éclairée à l'infini et la renvoyer dans le champ de vision de la lunette autocollimatrice. On superpose ainsi le spectre observé avec une règle lumineuse graduée en fond. Cette technique nécessite un étalonnage préalable avec une lampe dont les raies sont connues afin de déterminer l'échelle réelle du micromètre. On peut ensuite comparer la précision de cette méthode avec la méthode goniométrique classique et discuter des avantages et inconvénients de chaque méthode.

## SPECTROGONIOMÈTRE

## Standard CPGE

Ce modèle de conception robuste avec une grande qualité d'optiques est un classique des concours aux grandes écoles. Il permet de préparer au mieux les examens et concours de vos élèves qui peuvent rencontrer l'appareil en configuration spectroscopie.

BEST  
SELLER

Lunette autocollimatrice de précision avec réticule en fils de tungstène de 50µm + éclairage LED blanc chaud, pour un contraste et un confort maximal. Réglage concentrique de la focalisation. Réglage d'horizontalité.

Systèmes de platines porte-réseaux et porte prismes, pratiques et sécurisées. Plateaux interchangeables à horizontalité fixe et horizontalité réglable.

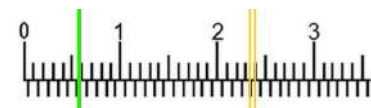
Plateau gradué en inox + aluminium sur 360° avec 2 verniers pour lecture à 1 minute d'arc

Embase trépied lourd avec plots caoutchouc anti-dérappages pour une stabilité optimale.

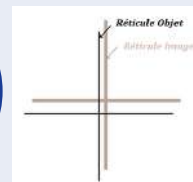
Lunette de spectroscopie avec échelle graduée, éclairage LED, réglage de focalisation et d'horizontalité (modèle OIG330 uniquement).

Collimateur de fente de précision ouverture symétrique par vernier micrométrique. Réglage concentrique de la focalisation. Réglage d'horizontalité.

GRADUATION PRINCIPALE AU DEMI-DEGRÉ VERNIER À 30 GRADUATIONS



Lunette de spectroscopie pour mesure directe des longueurs d'onde par réflexion sur un prisme.



## OPTION LUNETTE AUTOCOLLIMATRICE

Réglage d'autocollimation de qualité. Réticule à contraste élevé, éclairage LED confortable, oculaire réglable.

## GAMME SUR TRÉPIED, TYPE BUNSEN-KIRCHHOFF, AVEC OPTIQUES DE PRÉCISION

REF

PRIX TTC

**Goniomètre sur trépied, avec lunette autocollimatrice**

Modèle sur trépied lourd avec plots caoutchouc adhérents  
Précision de lecture et de mesure : 1 minute d'arc  
Lunette autocollimatrice à éclairage LED  
Collimateur de précision à fente micrométrique  
Plateaux fixe et à réglage d'horizontalité  
Platines porte-prismes et réseaux  
Prisme Flint XD + Prisme Crown  
Réseaux Paton 600 tr + 300 tr/mm  
Miroir d'autocollimation  
Loupe de lecture à LED

Version Goniomètre :  
Sans la 3<sup>ème</sup> lunette de spectroscopie

OIG310

3600 €

Version Spectrogoniomètre :  
Avec la 3<sup>ème</sup> lunette de spectroscopie

OIG330

3900 €



# ACCESSOIRES DE SPECTROGONIOMÈTRES

## Accessoires essentiels pour goniomètres et spectrogoniomètres à trépied

- Hauteurs adaptées à l'utilisation
- Performances optimales pour la spectrogoniométrie
- Sécurité du maintien des composants



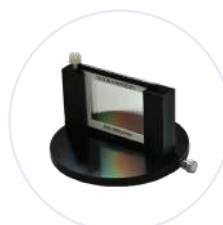
### Bonnnette polarisante

Bonnnette graduée accueillant une lame polarisante au dia.40mm et se plaçant à l'extrémité des lunettes et collimateurs de diamètre 38mm (tous les modèles sauf Simpo/Bouty) pour l'étude de la biréfringence du quartz notamment.



### Miroir d'autocollimation au format Réseau PATON

Miroir de bonne planéité, surface utile dia.40mm, avec monture se plaçant à la place du réseau pour permettre le réglage d'autocollimation.



### Platine porte Réseau PATON à enfiler par le haut

Evitez les lamelles qui se dévissent. L'emplacement est bien adapté aux réseaux Paton Hawksley anciens et actuels sans risques de les casser.



### Plateaux pour goniomètre

S'adaptant sur la plupart des modèles à trépied et permettant l'accueil de platines porte-réseau et porte-prismes.



### Eclairage LED pour lunette autocollimatrice

Adaptable sur la plupart des goniomètres à trépied ou de type Bouty. Fourni avec transfo secteur 5V.

|                                                            | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------|--------|----------|
| Alimentation spectrale Mercure/Sodium, culot E27           | OLS070 | 555 €    |
| Réseau de diffraction Paton Hawksley, 600 traits/mm        | OCD060 | 30 €     |
| Prisme Flint Haute Densité, indice 1.72, équilatéral 40mm  | OCD336 | 99 €     |
| Miroir d'autocollimation au format Paton                   | OCM650 | 36 €     |
| Plateau à horizontalité fixe, diamètre 90mm                | OIG051 | 48 €     |
| Plateau à horizontalité réglable, 3 vis à 120°, magnétique | OIG052 | 72 €     |
| Platine porte réseau par enfilage, format Paton            | OIG056 | 45 €     |
| Platine porte prisme, avec maintien et cache intégral      | OIG064 | 60 €     |
| Eclairage LED pour lunette autocollimatrice, gonio trepied | OIG392 | 60 €     |
| Eclairage LED pour éclairage gonio, type Simpo/Bouty       | OIG969 | 78 €     |
| Loupe de lecture 2x 4x 10x à éclairage LED                 | OIG096 | 24 €     |
| Bonnnette polarisante pour lunette et collimateur          | OIG080 | 48 €     |
| Housse de protection, anti-poussière, anti-soleil          | OID099 | 39 €     |

## Entretien et remise à niveau de vos goniomètres

TOUTES MARQUES

Adaptation de vos éclairages avec la technologie LED

Transformation de vos lunettes simples en lunettes autocollimatrices

Entretien et remise en état mécanique de l'appareil

Réparation des blocs autocollimateurs, réticule ou lame semi

Nous consulter pour confirmer la réalisation sur votre modèle :  
info@nova-physics.com



# GONIOMÈTRES

## Alternatives intéressantes en terme de prix et de fonctionnalité

- Modèle simple, avec des optiques standards, et une mécanique robuste et précise. Permet la séparation du doublet du mercure avec un prisme ou un réseau.
- Modèle supérieur, embase alourdie et rehaussée à une hauteur davantage compatible avec les lampes spectrales, optiques de précision comme sur un spectrogoniomètre type CPGE. Permet de séparer le doublet du sodium avec un prisme et un réseau.



### Goniomètre supérieur

Embase massive stable couplée aux lunettes et collimateurs de précision des goniomètres CPGE à trepied.

| GONIOMÈTRES À EMBASES MASSIVES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Goniomètre GAMME STANDARD</b><br/>Précision de lecture : 30 secondes<br/>Collimateur de fente standard Optiques standards<br/>Plateau à horizontalité réglable<br/>Platines pour prismes et réseaux<br/>1 réseau 300 traits/mm<br/>1 prisme Flint</p> | avec lunette simple           | OIG100 | 990 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | avec lunette autocollimatrice | OIG110 | 1470 €   |
| <p><b>Goniomètre GAMME SUPÉRIEURE</b><br/>Précision de lecture : 30 secondes Embase réhausseur et stabilisatrice<br/>Collimateur fente micrométrique Optiques et lunettes de précision Plateau à horizontalité réglable<br/>Platines pour prismes et réseaux<br/>1 réseau 600 traits/mm<br/>1 prisme Flint</p>                                  | avec lunette simple           | OIG200 | 2490 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | avec lunette autocollimatrice | OIG210 | 2970 €   |

## LUNETTES AUTOCOLLIMATRICES

## Deux modèles, selon vos exigences

- Modèle standard, mécanique à réglage par crémaillère, optiques standard, bloc autocollimateur à LED.
- Modèle de précision, mécanique à réglage concentrique, optiques supérieurs, bloc autocollimateur à LED. Ces modèles sont identiques à ceux que l'on trouve sur nos spectrogoniomètres à trépied type CPGE. Ils sont directement adaptables sur de nombreux modèles de goniomètres (nous consulter).



### 1 Instruments de visée à réglage crémaillère simple, solide et efficace



**LE CHOIX DE LA HAUTE PRÉCISION**  
Réglages concentriques, d'horizontalité. Optiques de qualité supérieure.

2

#### RÉGLAGE CONCENTRIQUE

Permet un ajustement précis et ferme de la collimation de la lunette. Très durable dans le temps.

#### BLOC AUTOCOLLIMATEUR

Très bon contraste d'autocollimation obtenu par l'association de la technologie LED avec un réticule à fils calibrés de 25 microns. La lame semi-réfléchissante peut être positionnée hors axe pour une utilisation en visée directe. L'oculaire est réglable.

#### RÉGLAGE D'HORIZONTALITÉ

Réglage d'inclinaison par bouton-ressort. La tige peut être retirée pour pouvoir adapter la lunette sur un bras de goniomètre (type trepied).

## LES LUNETTES DE VISÉE

## REF

## PRIX TTC

1

#### Lunette autocollimatrice standard Avec lame séparatrice et éclairage auxiliaire

Mêmes caractéristiques OIL010 avec bloc autocollimateur intégré  
Réticule en fils calibrés de 25 microns  
Éclairage d'autocollimation à LED avec lame séparatrice réglable

OIL030

345 €

2

#### Lunette autocollimatrice de précision Avec lame séparatrice et éclairage auxiliaire

Mêmes caractéristiques OIL110 avec bloc autocollimateur intégré  
Réticule en fils calibrés de 25 microns  
Éclairage d'autocollimation LED avec lame séparatrice réglable

OIL130

570 €

# LUNETTES DE VISÉE

## Gamme complète et adaptée aux expériences

- **RÉGLAGE CRÉMAILLÈRE**  
Avec fixations renforcées pour plus de durabilité, il permet un réglage confortable et rapide de la collimation.
- **PAS DE VIS RENFORCÉ**  
Maintien stable et solide sur tige diamètre 10mm.
- **OCULAIRE DE PRÉCISION**  
Mise au point réglable. Réticule croix + micromètre au 1/10<sup>ème</sup> de mm

### Lunette de visée à crémaillère

Transformable en viseur par l'ajout de bonnettes

Monté sur tige inox diamètre 10mm

Oculaire réglable croix ou micromètre



meilleur compromis qualité/prix

1

Optiques standards antireflets

Réglage de collimation par crémaillère

C'est l'oculaire qui se déplace

### Lunette à oculaire de Fresnel

Ref. OIL091

On peut translater le réticule grâce au vernier micrométrique et mesurer la position de celui-ci.

2



Idéal pour les mesures directes d'interfranges.

| LES LUNETTES DE VISÉE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Lunette de visée standard - Visée directe</b><br>Objectif f+175mm achromatique antireflet<br>Oculaire réglable, réticule croix+micromètre<br>Réglage par crémaillère, sur tige dia.10mm                                                                                                                                            | Lunette seule 1                                           | OIL010 | 216 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Pack en mallette : Lunette + 2 bonnettes (f+100 et f+200) | OIL011 | 279 €    |
| <b>Lunette de visée de précision - Visée directe</b><br>Objectif f+170mm achromatique antireflet<br>Oculaire réglable, réticule croix+micromètre<br>Réglage concentrique, sur tige dia.10mm                                                                                                                                           |                                                           | OIL110 | 390 €    |
| LA GAMME DES VISEURS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                           | REF    | PRIX TTC |
| 2 <b>Modèle avec Oculaire Micrométrique</b><br>Lunette de visée avec objectif, f+125mm<br>Oculaire de Fresnel avec réticule et réglage transversal par vernier micrométrique 1/100 <sup>ème</sup><br>Réglage de focalisation concentrique<br>Montée sur tige inox dia.10mm<br>Rajout possible de lentilles pour transformer en viseur | NEW                                                       | OIL091 | 360 €    |
| <b>Bonnette additionnelle pour lunette de visée</b><br>Afin de transformer la lunette en viseur à distance finie<br>Optiques achromatiques et antireflets                                                                                                                                                                             | Focale f+100mm                                            | OIL001 | 39 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Focale f+200mm                                            | OIL002 | 39 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Focale f+300mm                                            | OIL003 | 39 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Focale f+400mm                                            | OIL004 | 39 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Focale f+500mm                                            | OIL005 | 39 €     |

## VISEURS

## Une gamme variée

- **Priorité modularité** : Modèle OIL011, qui permet une utilisation à la fois en lunette de visée, lunette à l'infini et en viseur à une distance déterminée par la focale de la bonnette additionnelle.
- **Priorité efficacité** : Modèle OIL040, le viseur à frontale fixe classique, permet une visée à 15cm et un ajustement du pointage par crémaillère
- **Priorité précision** : Modèle OIL045, le viseur de précision à ajustement au 1/100ème de mm par vernier micrométrique
- **Priorité zoom** : Modèle OIL041/42/46/47, qui offre un grandissement important et s'utilise comme un microscope horizontal.



## VISEUR AU 1/100È DE MM

Ce viseur bénéficie de notre savoir faire en platines de translation micrométrique pour vous proposer un systèmes à 2 niveaux de réglages :

- Un **réglage rapide classique** par crémaillère sur une course de 40mm, précis au mm
- Un **réglage fin de précision** par vernier micrométrique sur une course de 15mm, précis au 1/100è de mm.

## CHOIX DE L'OBJECTIF

Le choix de l'objectif influe sur la distance de visée ainsi que sur le grandissement de votre image :

- Avec l'objectif 1x, vous aurez un viseur classique de longue distance (15cm) qui maintient un grandissement de 1.
- Avec l'objectif 4x, vous aurez un dispositif intermédiaire qui visera à 2cm de distance et offrira un grandissement de 4, fonctionnant un peu comme un microscope.
- Avec l'objectif 10x, vous avez pratiquement un microscope horizontal sur tige, avec un grandissement important pour lequel il est nécessaire de se rapprocher à quelques millimètre de la surface analysée .

| VISEURS                                                                             |                                                                                                                                                  | REF                    | PRIX TTC |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|-------|
|  | <b>Modèle Classique à crémaillère</b>                                                                                                            | Obj. 1x - Visée 15cm   | OIL040   | 168 € |
|                                                                                     | Ajustement par crémaillère sur 40mm<br>Précision de lecture 1mm<br>Oculaire 10x réglable<br>Structure aluminium<br>Montée sur tige inox dia.10mm | Obj. 4x - Visée 2cm    | OIL041   | 180 € |
|                                                                                     |                                                                                                                                                  | Obj. 10x - Visée 5mm   | OIL042   | 189 € |
|  | <b>Modèle Précision à vernier</b>                                                                                                                | 1 Obj. 1x - Visée 15cm | OIL045   | 277 € |
|                                                                                     | Ajustement fin micrométrique sur 15mm<br>Précision de lecture au 1/100ème<br>Oculaire 10x réglable<br>Structure aluminium sur tige inox dia.10mm | Obj. 4x - Visée 2cm    | OIL046   | 288 € |
|                                                                                     |                                                                                                                                                  | Obj. 10x - Visée 5mm   | OIL047   | 297 € |

# COLLIMATEURS

## Gamme complète avec différentes options possibles

- Haute résistance des éléments mécaniques
- Optiques achromatiques et antireflets
- Deux niveaux de qualité et de précision

### COLLIMATEUR À DIAPHRAGME IRIS

L'objectif de ce système est de permettre l'étude de la **cohérence spatiale** au Michelson en faisant varier la taille de la source et en mesurant l'impact de celle-ci sur la différence de marche pour laquelle on observe encore des interférences.

**NEW**

**OPTIQUE**

| COLLIMATEURS                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF      | PRIX TTC      |        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|--------|----------|
| <div></div> | <div><div>NEW</div><div><b>Modèle avec Diaphragme à Iris</b><br/>Collimateur avec objectif f+175mm<br/>Optiques achromatiques et antireflets<br/>Diaphragme à iris<br/>Ouverture réglable de 1 à 30mm<br/>Réglage de la collimation par crémaillère<br/>Montée sur tige inox dia.10mm</div></div> | OIL028   | 240 €         |        |          |
| COLLIMATEUR STANDARD                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | RÉTICULE | ECLAIRAGE LED | REF    | PRIX TTC |
| <div></div> | <div><b>Collimateur standard</b><br/>Objectif f+175mm achromatique antireflet<br/>Réticule microlithographié<br/>Réglage par crémaillère, sur tige dia.10mm</div>                                                                                                                                 | Croix    | Non           | OIL020 | 168 €    |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Croix    | Oui           | OIL025 | 198 €    |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cible    | Non           | OIL022 | 168 €    |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cible    | Oui           | OIL027 | 198 €    |
| COLLIMATEURS DE HAUTE PRÉCISION                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | RÉTICULE | ECLAIRAGE LED | REF    | PRIX TTC |
| <div></div> | <div><b>Collimateur de précision</b><br/>Objectif f+175mm achromatique antireflet<br/>Réticule microlithographié<br/>Réglage par crémaillère, sur tige dia.10mm</div>                                                                                                                             | Croix    | Non           | OIL120 | 300 €    |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Croix    | Oui           | OIL125 | 330 €    |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cible    | Non           | OIL122 | 300 €    |
|                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cible    | Oui           | OIL127 | 330 €    |



## SPECTROPHOTOMÈTRES

## Gamme professionnelle au service du didactique

- Une gamme très fournie et variée
- La maîtrise d'un fabricant professionnel
- Performance et qualité industrielle
- Une interface intuitive et complète
- Exportation facile des données
- Nombreuses possibilités et options

## GAMME LIBRA :

Les appareils les plus compacts et légers du marché, moins de 1,6kg, robustes et faciles à déplacer. Détecteur à barrette de diodes, acquisition du spectre en moins de 2s, inutile de refaire un blanc lors du changement de longueur d'onde.

Lampe allumée uniquement pendant la mesure, durée de vie augmentée jusqu'à 5 fois, réduit le coût de fonctionnement.

Support de cuves 10 mm démontable et nettoyable sous l'eau.

Modes absorbance, % transmission, concentration, cinétique et Beer-Lambert



## GAMME JENWAY 73 :

Les spectrophotomètres Jenway de la gamme 73 sont capables de mesurer en mode absorbance, transmittance en %, concentration, balayage de spectre, cinétique et quantification. Ces modèles peuvent stocker jusqu'à 240 méthodes qui peuvent être copiées d'un appareil à l'autre grâce à la fonctionnalité USB. Ces appareils sont idéaux pour les laboratoires universitaires et les CPGE.

## GAMME JENWAY 74 :

Les spectrophotomètres Jenway de la gamme 74 possèdent les performances élevées de la gamme 73 avec en plus les améliorations suivantes :

- Navigation et affichage sur écran tactile couleur
- Léger et faible encombrement
- Balayage spectral plus rapide
- Nombreux accessoires disponibles (sur demande)



| SPECTROPHOTOMÈTRES POUR LA CHIMIE ET LA SVT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | GAMME SPECTRALE         | REF    | PRIX TTC      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|---------------|
| <b>Spectrophotomètre LIBRA de biochrom :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |        |               |
| Livré avec un lot de cuves plastiques 10 mm, logiciel PVC, cordon USB et une housse de protection anti-poussière.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                         |        |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur d'onde : 325 à 1100 nm</li> <li>• Gamme d'absorbance : -0,3 à 2,5A</li> <li>• Bande passante 7nm</li> <li>• Eclairage : Tungstène - Halogène</li> <li>• Capteur : Barrette CMOS</li> <li>• Sorties : USB (cordon USB fourni) / stockage sur clé USB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                               | VIS-NIR<br>325 - 1100nm | COS314 | <b>3000 €</b> |
| <b>Spectrophotomètre JENWAY Série 73 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |        |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilotage par icônes graphiques.</li> <li>• Logiciel PC inclus.</li> <li>• Gamme complète d'accessoires • Lampe Xénon</li> <li>• Bande passante 5nm</li> <li>• Stockage 240 méthodes</li> <li>• Gamme Concentration -300 à 9999 / Absorbance -0.300 à 2.500</li> <li>• Précision 2nm, Résolution 1nm</li> </ul>                                                                                                                                                                        | VIS+<br>320 - 1000nm    | COS330 | <b>3930 €</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | UV-VIS<br>198 - 1000nm  | COS332 | <b>5490 €</b> |
| <b>Spectrophotomètre JENWAY Série 74 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |        |               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Écran tactile couleur HD de 7"</li> <li>• Interface utilisateur sous Android</li> <li>• Connectivité CPLive (Cloud) pour stockage et export de données</li> <li>• Mémoire interne de 10GB pour l'enregistrement des résultats</li> <li>• Ports USB multiples pour le stockage de données ou impression</li> <li>• Interface sous android</li> <li>• Large gamme d'accessoires disponible</li> <li>• (Livré avec porte cuve 10x10mm, le manuel, et un câble d'alimentation)</li> </ul> | VIS+<br>320 - 1000nm    | COS340 | <b>4230 €</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | UV-VIS<br>198 - 1000nm  | COS342 | <b>5790 €</b> |

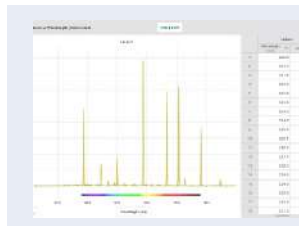
# SPECTROMÈTRES À FIBRE

## Deux gammes sur une approche opposée

- La gamme Spectrovis est polyvalente et surtout adaptée pour les chimistes et biologistes mais l'appareil est aussi conçu pour être facilement utilisable en physique.
- La gamme Spectra est à destination des laboratoires de physique principalement. Son capteur 2D CMOS est original et permet une assez bonne sensibilité.

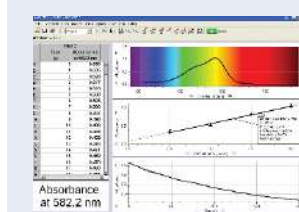


### 2 GAMME SPECTROVIS :



#### EN PHYSIQUE :

Avec fibre optique  
Spectres d'émission  
Transmission de filtres colorés



#### EN CHIMIE :

Spectres d'absorption  
Loi de Beer-Lambert  
Cinétique de réactions colorimétriques  
Détermination de la qualité de l'eau  
(phosphates, nitrates, chlore etc.)

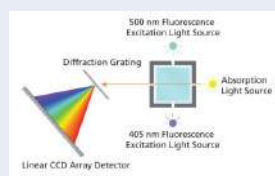


### 1

#### GAMME SPECTRA :

Basée sur une matrice CMOS et non sur une barrette CCD  
Plusieurs gammes de sensibilité selon vos applications :

- VIS 360-940nm
- NIR 650-940nm
- UV-VIS 360-650nm



#### EN SVT :

Parfaitement adapté pour l'étude de la photosynthèse, de la fluorescence, de la cinétique de réactions enzymatiques

## SPECTROMÈTRE À FIBRE

## GAMME SPECTRALE

## REF

## PRIX TTC

### 1 Spectromètre à fibre - Gamme Spectra :

- Capteur CMOS 1.3M
- Rapport signal sur bruit 45dB
- Connectique : USB 2.0
- Dimensions : 60 x 60 x 120 mm
- Logiciel Win XP/7/8/10
- Fibre optique avec lentille collectrice
- Livré en malette avec notice

Modèle visible : 360 - 940 nm  
Résolution optique : 1,5 nm

COS110

798 €

Modèle NIR : 650 - 940 nm  
Résolution optique : 0,8 nm

COS116

900 €

Modèle UV-VIS : 360 - 650 nm  
Résolution optique : 0,8 nm

COS113

900 €

### 2 Spectromètre polyvalent - Gamme Spectrovis Plus :

- Capteur CCD Sony 2048 pixels
- Gamme spectrale 380-950nm
- Résolution optique 5nm
- Porte cuve 10x10mm avec 15 cuvettes fournies
- LED et lampe Tungstène avec excitation à 405 et 500nm pour étude de la fluorescence
- Connexion par Bluetooth ou USB 2.0
- Logiciel PC et Application Android/Iphone

Modèle Chimie-SVT

COS150

999 €

Modèle Physique-Chimie-SVT  
avec fibre optique et adaptateur

COS151

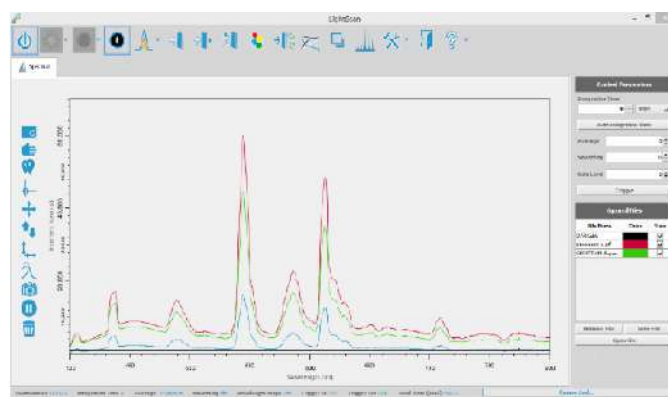
1200 €

# SPECTROMÈTRES HAUTES PERFOR-

## Gamme professionnelle au service du didactique

- Une gamme très fournie et variée
- La maîtrise d'un fabricant professionnel
- Performance et qualité industrielle
- Une interface intuitive et complète
- Exportation facile des données
- Nombreuses possibilités et options

OPTIQUE


 Spectromètres  
Hautes  
Performances


## LOGICIEL COMPLET ET INTUITIF

Modulaire selon l'approche souhaitée : Seulement l'essentiel, ou alors l'accès complet à tous les paramètres.

Modules calibration, absorbance, transmittance, reflectance, fluorescence, cinétique, beer-lambert.

Export des données en .txt

## SPECTROMÈTRES HAUTES PERFORMANCES SOLUTIONS SPÉCIALISÉES ET OPTIMISÉES SUR CERTAINES PRIORITÉS

GAMME SPECTRALE

REF

PRIX TTC

### Priorité Résolution 0.5nm

Fente 10 microns - Résolution 0.5nm  
Réseau 600 traits/mm blasé à 750nm  
Barrette CCD Toshiba 3648pixels  
Pixel 8x200 microns, CAN16bits  
Efficacité quantique 40% à 550nm

 IDÉAL POUR  
**Séparation  
du doublet  
du Sodium**

380-1050 nm

COS210

2850 €

### Priorité Gamme Spectrale 200-1050nm

Fente 25 microns - Résolution 1.7nm  
Réseau 500 traits/mm blasé à 300nm  
Barrette CCD Sony 2048pixels  
Pixel 14x200 microns, CAN16bits  
Efficacité quantique 40% à 500nm

 IDÉAL POUR  
SA POLYVALENCE  
**UV-VIS-NIR**

200-1050 nm

COS220

2850 €

### Priorité Sensibilité Elevée

Fente 200 microns - Résolution 5 nm  
Réseau 600 traits/mm blasé à 500nm  
Barrette CCD Hamamatsu 2048pixels  
Pixel 14x1000 microns, CAN 16 bits  
Efficacité quantique 78% à 600nm

 IDÉAL POUR  
**la Fluorescence  
et Raman**

200-880 nm

COS230

4800 €

# PHOTOMÉTRIE - COLORIMÉTRIE

## Valise photométrique

- L'outil ultime pour analyser les sources lumineuses : Spectres, Coordonnées colorimétriques, Luminance, Intensité lumineuse, Eclairement lumineux et spectral, Flux lumineux et spectral.

- Deux approches :
  - COS500 : Nécessite un PC pour piloter les capteurs et réaliser les mesures.
  - COS501 : Autonome et portable avec son écran tactile.



### CHOIX DE L'INTERFACE :

Le modèle COS500 s'interface obligatoirement avec un ordinateur. Le modèle COS501 possède un écran tactile et peut enregistrer les données sur une carte SD pour une exploitation ultérieure.

### LOGICIEL :

Dans toutes les configurations, un logiciel d'acquisition de traitement et d'export de données (.csv / .txt) est fourni avec des modules précis de correction de sensibilité.



### GRANDEURS MESURÉES :

Luminance (3 - 80k Candelas/m²)  
Eclairement (1 - 200k Lux)  
Flux (0.03 - 150 Lumens)  
Intensité lumineuse (Candelas)  
Puissance (Watts)  
Flux spectral (W/nm)  
Eclairement spectral (μW/m²/nm)  
Coordonnées colorimétriques  
Spectres lumineux

### VALISE DE RANGEMENT :

Pour stocker de façon pratique et sécurisée l'interface et tous les capteurs et accessoires. La valise comporte une interface spectroradiomètre et plusieurs sondes additionnelles (sphère intégrante, fibre, tête de luminance etc.)



## VALISE DE CAPTEURS D'ANALYSE DE LA LUMIÈRE

## INTERFACE

## REF

## PRIX TTC

### 1 Valise capteurs pour PC

Interface portable sans écran tactile  
Capteur CMOS 340-780nm - Résolution 1.7nm  
Temps d'intégration 5ms-100s  
Tête de mesure à correction cosinus (hémisphère intégrante)  
Sonde de luminance pour étude de la brillance/diffusion  
Affichage du profil spectral, du profil colorimétrique, du profil photométrique spatial de n'importe quelle source lumineuse  
Connexion USB pour export sur PC avec logiciel d'exploitation

Interface USB avec liaison  
PC obligatoire COS500

6600 €

### 2 Valise capteurs portables

Interface portable avec écran tactile 240x320 pixels  
Capteur CMOS 340-780nm - Résolution 1.7nm  
Temps d'intégration 10ms-10s  
Tête de mesure à correction cosinus (hémisphère intégrante)  
Sonde de luminance pour étude de la brillance/diffusion  
Affichage du profil spectral, du profil colorimétrique, du profil photométrique spatial de n'importe quelle source lumineuse  
Mémorisation des données interne sur carte SD et connexion USB pour export sur PC avec logiciel d'exploitation

Interface portable  
autonome avec écran  
tactile et mémoire interne COS501  
+ liaison USB pour export  
données

7200 €

## RÉFRACTOMÈTRES

## Différents modèles :

- Pour mesurer la salinité d'une solution
- Pour mesurer le taux de sucre d'une solution
- Pour mesurer la densité d'une solution

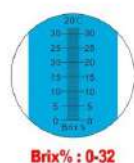
Expérience  
originale de  
réfractométrie au  
goniomètre  
Page 33



1

RÉFRACTO-DENSIMÈTRE, POUR MESURER LA SALINITÉ  
OU LA DENSITÉ D'UNE SOLUTION

Livré avec une petite valisette de rangement  
Compensation automatique de la température  
Mesure numérique instantanée : salinité/densité/indice  
Grande plage de fonctionnement, jusqu'à 80°C  
Grande plage de mesure pour des solutions assez denses  
Cellule témoin en acier inoxydable  
Grande résistance aux chocs et à l'usure



Brix% : 0.32

## RÉFRACTOMÈTRES DE POCHE

Pour mesurer le taux de sel ou de sucre dans l'eau  
Livré avec une petite valisette de rangement  
Compensation automatique de la température  
Pièce en caoutchouc souple pour une vision confortable  
Mise au point et calibrage faciles à utiliser  
Mise au point manuelle



Le classique de  
l'enseignement

## Réfractomètre d'Abbe

Ref. OIP180

## REFRACTOMÈTRE NUMÉRIQUE

REF

PRIX TTC

## 1 Réfracto-densimètre numérique

Plage de salinité : 0 à 28%  
Plage de densité : 1.000 à 1.217  
Plage d'indice de réfraction : 1.3330 à 1.3900 T  
température d'utilisation : 0 à 80°C Résolution:  $\pm 0.1\%$  Salinité/ $\pm 0.1^\circ\text{C}$  Précision:  
 $\pm 0.2\%$  Salinité/ $\pm 0.3^\circ\text{C}$   
Compensation automatique de la température entre 10 et 40 °C  
Temps de mesure: 1.5 secondes environ  
Volume d'échantillon minimum: 2 gouttes

OIP123

240 €

## REFRACTOMÈTRE À MAIN

REF

PRIX TTC

## 2 Réfractomètre à main Brix

Gamme de mesure Brix : 0 à 32%  
Température de travail : 10 à 30°C  
Précision : 0.2%

OIP118

27 €

## Réfractomètre à main Salinité

Gamme de salinité : 0 à 10%  
Plage de densité : 1.000 à 1.070  
Précision : densité 0.001, taux 0.1%

OIP113

27 €

## REFRACTOMÈTRE D'ABBE

REF

PRIX TTC

## 3 Réfractomètre d'Abbe

Structure métallique et stable, poids 4kg  
Indice de réfraction nD 1.300 à 1.700, précision 0.0002  
Plage de Brix 0 à 95%, précision 0.1%  
Température de fonctionnement 0 à 50°C  
Afficheur digital réflecteur lumière froide  
Livré en mallette avec échantillons et outils d'ajustement

Sans afficheur  
digital

OIP180D

570 €

Avec afficheur  
digital

OIP180

600 €



# POLARIMÈTRES DE LAURENT

## En sodium ou à Led

- Précision de mesure 0.05°
- Avec 2 tubes de polarimétrie 10 et 20cm
- Oculaire réglable pour la netteté
- Tubes de polarimétrie interchangeable



L'AVANCÉE DE LA TECHNOLOGIE LED AU SERVICE DES EXPÉRIENCES DE POLARIMÉTRIE

La LED est associée à un filtre interférentiel à 589nm et permet donc des mesures aussi précises qu'avec une lampe sodium

### Quels avantages ?

- Durée de vie de la source > 30000 heures
- Silencieux et sécuritaire
- Entretien facilité



CES APPAREILS SONT STANDARDS ET LEURS PIÈCES DÉTACHÉES SONT DONC IDENTIQUES OU COMPATIBLES AVEC TOUS LES MODÈLES SIMILAIRES.

Un tube de cassé ? Une ampoule grillée ? Un hublot de bout de tube perdu ? Nous avons la plupart des pièces détachées en stock.



| POLARIMÈTRE DE LAURENT STANDARD                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 | REF    | PRIX TTC       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|
| <b>Polarimètre de Laurent Standard</b><br>2 tubes de polarimétrie fournis : 10 et 20cm<br>Plage de mesure : +/- 180°<br>Précision de lecture et de mesure : 0.05°<br>Oculaire et analyseur réglable par molette<br>Alimentation secteur 220V | Avec lampe à sodium <b>1</b><br>Lampe sodium Na10, culot 2 pins, 589.44nm       | OIP040 | <b>540 €</b>   |
|                                                                                                                                                                                                                                              | Avec éclairage LED monochromatique <b>2</b><br>LED 30000 heures, 8000 lx, 589nm | OIP045 | <b>570 €</b>   |
| PIÈCES DÉTACHÉES DE RECHANGE                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                 | REF    | PRIX TTC       |
| <b>3 Tubes pour polarimètre de Laurent</b>                                                                                                                                                                                                   | Longueur 10cm                                                                   | OIP010 | <b>52,50 €</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                              | Longueur 20cm                                                                   | OIP020 | <b>69 €</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | Paire d'hublots de rechange                                                     | OIP009 | <b>7,5 €</b>   |
| <b>4 Ampoules pour polarimètre de Laurent</b>                                                                                                                                                                                                | Sodium Na10, 2 pins                                                             | OIP004 | <b>54 €</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                              | LED 589.4nm                                                                     | OIP005 | <b>66 €</b>    |

## CAMÉRAS OPTIQUES

## Caméras de technologie avancée, à connexion USB

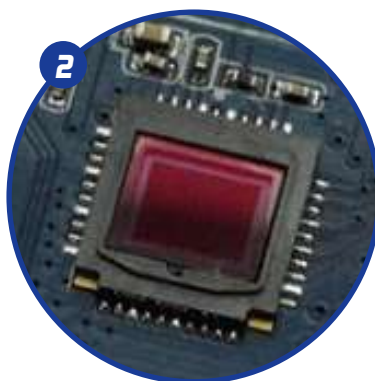
Pour vous aider à choisir :

- Priorité accessibilité et étanchéité ?  
Caméra Endoscopique à tête flexible étanche pour explorer les zones peu accessibles ou sous l'eau
- Priorité résolution et champ ?  
Caméra Haute résolution 8MP COC430, la matrice CMOS de très grande surface, avec une résolution de 3264x2448 pixels
- Priorité zoom et champ proche ?  
Caméra Microscope x500 COC440, la matrice CMOS 5M pixels, avec zoom, focalisation manuelle et éclairage LED de la scène

OPTIQUE



CAMÉRA PORTABLE À TÊTE FLEXIBLE ET ÉTANCHE, PRATIQUE EN TIPE



TRÈS GRANDE SURFACE DE MATRICE, TRÈS GRANDE RÉOLUTION, PLUG & PLAY



CAMÉRA A FORT POUVOIR GROSSISSANT ET AVEC ÉCLAIRAGE LED INTÉGRÉ

| CAMÉRAS OPTIQUES                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 1                                                                      |  <p><b>Caméra Endoscopique à tête immerisible</b><br/>Ecran LCD 11cm - Capteur CMOS 2MP - 640x480<br/>Visualisation en temps réel<br/>Tête endoscopique flexible et étanche IP67 jusqu'à 1m de profondeur<br/>Longueur du tube endoscopique : 80cm<br/>Zoom x1 - x1.5 - x2 - Miroir pivotable pour visualisation des zones à 90°<br/>Accessoires d'embout de sonde (crochet - aimant - miroir)<br/>Éclairage LED variable pour réglage du niveau de luminosité</p> | COC444 | 150 €    |
| 2                                                                      |  <p><b>Caméra Haute Résolution 8MP</b><br/>Matrice CMOS 3264x2448 pixels<br/>Vitesse 3 à 30i/s selon résolution<br/>Réglages débrayables<br/>Logiciel de visualisation fourni<br/>Format MJPEG, YUY2<br/>Export données<br/>Fournie avec objectif 4mm et tige</p>                                                                                                                                                                                                  | COC430 | 198 €    |
| 3                                                                      |  <p><b>Caméra Microscope 500x</b><br/>Zoom : 1 à 500X, Focus manuel<br/>Résolution: 5Mpixels 2592x1944<br/>Logiciel complet d'acquisition et de mesures, compatible Windows 7/Xp/Vista/Linux<br/>Format: JPEG; vidéo format : WMV/DZC<br/>Cadence : 30fps<br/>Éclairage : LED, intensité réglable<br/>Avec support de maintien à hauteur réglable par crémaillère</p>                                                                                              | COC440 | 240 €    |
| ACCESSOIRES COMPLÉMENTAIRES POUR LES CAMÉRAS COC430                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
| Objectif Réglable, filetage C, à réglage manuel de Zoom, Focus et Iris |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OCJ412 | 69 €     |
| Objectif Grand Angle, filetage C, focale fixe 35mm                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OCJ422 | 66 €     |

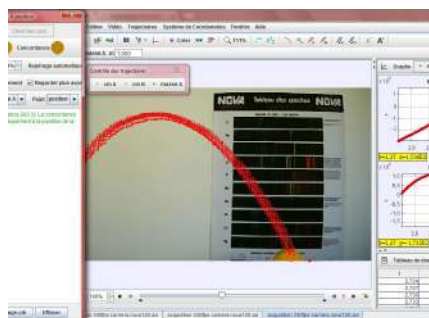
# CAMÉRAS RAPIDES

## Gamme de caméras alliant haute résolution et haute cadence

• La technologie sur les capteurs CMOS évolue rapidement et certains modèles abordables permettent maintenant des cadences élevées à des résolutions de plus en plus importantes.

• Nous vous faisons bénéficier de ces avancées en vous indiquant clairement les ratios vitesse/résolution que vous pouvez espérer avec chacun des modèles.

Expériences de  
mécanique par  
chronophotographie  
Page 77



- Un ratio résolution/cadence parmi les plus élevés du marché
- Plug & Play, installation USB immédiate
- Formats vidéos usuels : .avi et .mjpeg
- Pas de conversion de formats, pas de pertes de trames
- Compatibilité avec la grande majorité des logiciels
- Réglage manuel de l'objectif, pas d'autofocus
- Montées sur tige inox standard dia.10mm
- Réglages accessibles des paramètres de la caméra, notamment du temps d'intégration, de la luminosité, de la cadence, de la résolution

### GUIDE DE CHOIX :

- **Nova60** : Pour des expériences classiques de mécanique
- **Nova120** : Pour des expériences et TPE/TIPE nécessitant la cadence la plus élevée possible
- **Nova180** : Pour une adaptabilité à toutes les situations et une cadence fixe en toutes circonstances

**NEW**

Boîtier encore plus solide

Fourni avec câble  
USB de 2m de  
long

Objectif encore plus  
polyvalent, à focale,  
zoom et iris réglable  
manuellement

Montée sur inox  
dia.10mm

OPTIQUE

Ces caméras sont idéales pour :

- Les Expériences de mécanique sans perte d'image à haute vitesse, comme la chute libre, les trajectoires, le lancer parabolique, le pendule et tout autre type de mouvement.
- La visualisation d'une figure de diffraction.
- L'étude RVB d'une image, variation du nombre de bits...

| CAMÉRA RAPIDE NOVA60 - JUSQU'À 120 I/S - JUSQU'À 1920X1080 PIXELS                                                                                                  |                                                                                                   | RAPPORT VITESSE/RÉSOLUTION | REF    | PRIX TTC     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|--------------|
| <b>Caméra Rapide Nova60</b><br>Capteur CMOS 1/3" 1980x1080<br>Jusqu'à 120 images/s<br>USB 2.0 - Format vidéo AVI/MJPEG<br>Fournie avec tige et 2 objectifs fixe    | Temps d'intégration automatique                                                                   | 30 i/s @ 1920x1080 pixels  | COC460 | <b>120 €</b> |
|                                                                                                                                                                    |                                                                                                   | 60 i/s @ 1280x720 pixels   |        |              |
|                                                                                                                                                                    |                                                                                                   | 120 i/s @ 640x480 pixels   |        |              |
| CAMÉRA RAPIDE NOVA120 - JUSQU'À 330 I/S - JUSQU'À 1980X1080 PIXELS                                                                                                 |                                                                                                   | RAPPORT VITESSE/RÉSOLUTION | REF    | PRIX TTC     |
| <b>Caméra Rapide Nova120</b><br>Capteur CMOS 1/3" 1980x1080<br>Jusqu'à 330 images/s<br>USB 2.0 - Format vidéo AVI/MJPEG<br>Fournie avec tige et objectifs variable | Temps d'intégration automatique.<br>La cadence peut chuter si la luminosité est trop faible       | 60 i/s @ 1920x1080 pixels  | COC470 | <b>240 €</b> |
|                                                                                                                                                                    |                                                                                                   | 120 i/s @ 1280x720 pixels  |        |              |
|                                                                                                                                                                    |                                                                                                   | 330 i/s @ 640x360 pixels   |        |              |
| CAMÉRA RAPIDE NOVA180 - JUSQU'À 260 I/S - JUSQU'À 1980X1080 PIXELS                                                                                                 |                                                                                                   | RAPPORT VITESSE/RÉSOLUTION | REF    | PRIX TTC     |
| <b>Caméra Rapide Nova180</b><br>Capteur CMOS 1/3" 1980x1080<br>Jusqu'à 260 images/s<br>USB 2.0 - Format vidéo AVI/MJPEG<br>Fournie avec tige et objectif variable  | Temps d'intégration réglable par l'utilisateur. La cadence reste fixe quelque soit la luminosité. | 60 i/s @ 1920x1080 pixels  | COC480 | <b>270 €</b> |
|                                                                                                                                                                    |                                                                                                   | 120 i/s @ 1280x720 pixels  |        |              |
|                                                                                                                                                                    |                                                                                                   | 260 i/s @ 640x360 pixels   |        |              |

# PHOTODIODE AMPLIFIÉE

## Avec amplification réglable par potentiomètre

- Boîtier métallique robuste et pratique
- Connectique BNC et Jack solide
- Système magnétique d'ajouts de filtres
- Grande polyvalence d'utilisation

La photodiode COL350 délivre une tension proportionnelle à l'intensité lumineuse reçue sur une surface ponctuelle pour enregistrer les variations importantes d'intensité avec les lasers en diffraction ou interférométrie.

1



La photodiode THD COL373 est une nouvelle génération de photodiode dont le fonctionnement particulier permet une dynamique de mesure incomparable avec les photodiodes classiques.

2


**NEW**

### GUIDE DE CHOIX :

- COL320 : Pour les expériences peu lumineuses ou sans contraintes de contraste

Polarisation, Transmission de signaux et du son par laser modulable, Photométrie, idéal avec les sources peu intenses...

- COL350 : Pour la plus grande polyvalence d'utilisation avec le sténopé amovible

Polarisation, Transmission de signaux et du son par laser modulable, Photométrie, Interférométrie, tout type de sources...

- COL373 : Pour les expériences à fort contraste

Interférométrie au laser, Diffraction et interférences au laser, les expériences nécessitant un excellent rapport S/B...

| PHOTODIODE AMPLIFIÉE HAUTE PERFORMANCE                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Photodiode Amplifiée Polyvalente</b><br>Gamme spectrale : 350-1100nm<br>Réglage d'amplification x1 à x100<br>Grande bande passante<br>Précision et répétabilité de la mesure : inf.2%<br>Structure en aluminium anodisé, sur tige inox d.10mm<br>Sortie BNC + sortie jack audio 3.5 et câbles<br>Alimentation par transformateur secteur 3V | Version Standard, sans sténopé<br>Surface sensible 7.5mm² ,<br>Rapport S/B : 1/2000              | COL320 | 168 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Version Dynamique améliorée, avec sténopé<br>Surface sensible 0.75mm² ,<br>Rapport S/B : 1/10000 | COL350 | 198 €    |
| PHOTODIODE THD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
| <b>Photodiode THD</b><br>Surface sensible : 0.03mm²<br>Gamme spectrale : 300-1100nm<br>Pas de régalge de gain, non linéarité 0.2% max<br>Rapport S/B : 1/300000<br>Seuil de détection : 1nW/cm²<br>Structure compacte en Delrin, sur tige inox d.10mm<br>Alimentation par transformateur secteur 5V                                            |                                                                                                  |        |          |
| Sorties numériques et analogiques<br>La photodiode est livrée avec une interface pour liaison BNC                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                  | COL373 | 180 €    |

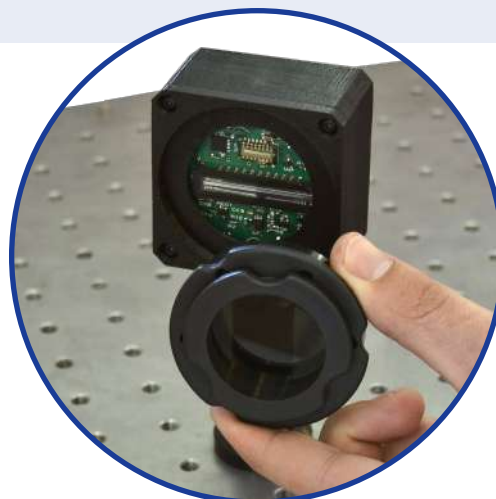
# BARRETTE CCD-CMOS

## Capteur LinNova

- LYCEE  
Robustesse, simplicité et praticité d'utilisation optimisée pour une utilisation en 1ère et en terminale
- STL  
Particulièrement adapté aux programmes de STL qui doivent comparer la technologie CMOS et CCD
- CPGE  
Performance, résolution spatiale, dynamique de sensibilité supérieure

Devant les progrès en matière de technologie CMOS, la barrette CCD est devenue une technologie du passé pour la grande majorité des applications actuelles. La CCD reste toutefois utile pour quelques applications spécifiques demandant une grande sensibilité ou un travail dans le proche infrarouge, en astronomie ou dans la spectrométrie par exemple. La CMOS est maintenant préférée dans la plupart des systèmes d'imagerie de part sa grande dynamique de sensibilité.

OPTIQUE

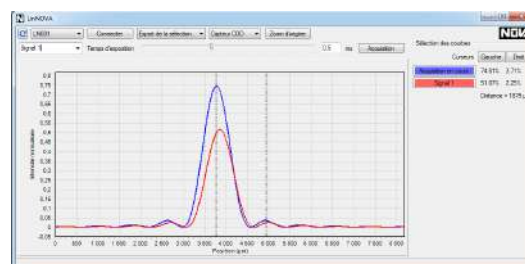
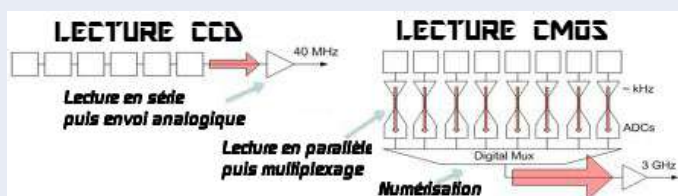


### CCD

- + large bande
- + sensibilité
- rapide
- dynamique (sature vite)

### VS CMOS

- + rapide
- + dynamique (sature peu)
- large bande
- sensibilité



Curseurs et contrôle du temps d'intégration  
Export des données en format .txt, .csv, .xls, .xlsx

| BARRETTE CCD-CMOS NUMÉRIQUE AVEC LOGICIEL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF                                                                                                                                                                                                             | PRIX TTC                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Capteur CCD &amp; CMOS Numérique</b><br>Composé de 2 barrettes linéaires indépendantes :<br>1 Barrette CCD 3648pixels - taille pixel 8 microns<br>1 Barrette CMOS 2048pixels - taille pixel 4 microns<br>Fonctionnement analogique ET numérique : BNC et USB<br>Logiciel de visualisation de mesure et d'export des données en format compatibles .txt, .csv, .xls... | Seule<br>Barrette en version analogique et numérique avec câbles, alimentation et logiciel<br><br>Pack complet<br>Système COC300 avec système magnétique, jeu de filtres atténuateurs, et mallette de rangement | COC300<br><b>396 €</b><br><br>COC322<br><b>450 €</b> |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF                                                                                                                                                                                                             | PRIX TTC                                             |
| Filtre de densité neutre ND1 (10%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | OCF410                                                                                                                                                                                                          | <b>30 €</b>                                          |
| Filtre de densité neutre ND2 (1%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OCF420                                                                                                                                                                                                          | <b>30 €</b>                                          |
| Filtre de densité neutre ND3 (0.1%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OCF430                                                                                                                                                                                                          | <b>30 €</b>                                          |
| Filtre polarisant                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OCP010                                                                                                                                                                                                          | <b>19,80 €</b>                                       |
| Bague magnétique porte filtre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OSH033                                                                                                                                                                                                          | <b>4,80 €</b>                                        |



# TRANSMISSION SIGNAL OPTIQUE

- 2 niveaux de gamme
- Haute qualité de la transmission du son
- Double fonctionnement
- Via un GBF/OSCILLO ou EXAO
- Avec entrée audio et sortie casque
- Etude Modulation, Pertes, Atténuation...

 Expériences de  
 multiplexage en  
 longueur d'onde

Page 49

OPTIQUE



## LASER MODULABLE POLYVALENT

Laser modulable 405 ou 650nm 1mW qui peut être utilisé également en tant que diode laser à luminosité réglable

Laser modulable 650nm 1mW Ref. OLR120 **159 €**

Laser modulable 405nm 5mW Ref. OLR320 **270 €**



## PERFORMANCE ET POLYVALENCE :

Grande polyvalence des éléments du kit  
 Entièrement métallique et entrées/sorties protégées  
 Tous les éléments sont fixés sur tige inox dia.10mm  
 Pour une utilisation sur banc ou pied d'optique

## PHOTODIODE AMPLIFIÉE POLYVALENTE

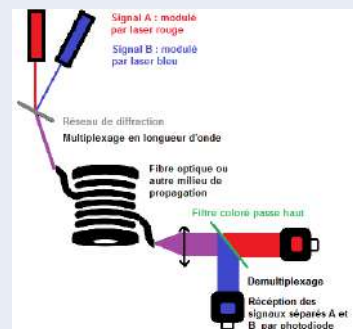
Photodiode amplifiée de haute qualité acoustique avec réglage de sensibilité et démultiplexage audio intégré  
 Peut être utilisée pour les expériences de diffraction, de polarisation ou de suivi d'interférences au Michelson



## MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE

On se sert de lasers modulables pour porter et moduler le signal. Ces lasers ayant des longueurs d'onde différentes, on peut utiliser cette propriété optique pour les combiner (multiplexage) et les séparer (démultiplexage).

Un réseau de diffraction dévie le faisceau de la diode laser rouge avec un angle différent et la diode laser bleue, on peut s'en servir pour injecter les deux signaux dans la fibre. En sortie de la fibre, on utilise des filtres colorés pour séparer les signaux



| TRANSMISSION SIGNAL OPTIQUE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Ensemble transmission signal par fibre - Par laser modulable</b><br>1 diode laser modulable rouge 650nm 1mW, entrée protégée, modulation DC jusqu'à 20kHz<br>1 fibre gainée de 2m connectorisée SMA avec 2 montures de fibre sur tige<br>1 objectif extenseur/collimateur vissable sur les montures<br>1 photodiode amplifiée avec réglage de sensibilité et démultiplexeur<br>Entrées et sorties BNC + Jack audio sur le laser et la photodiode, Câbles et Alims fournies                                            | PTL020 | 420 €    |
| <b>Ensemble complémentaire pour l'étude du multiplexage avec lasers modulables</b><br>1 diode laser modulable bleue 405nm 1mW, entrée protégée, modulation DC jusqu'à 20kHz<br>1 réseau 600 traits/mm pour démultiplexage par réfraction des longueurs d'ondes<br>1 jeu de filtres colorés pour démultiplexage par filtrage des longueurs d'ondes<br>1 photodiode amplifiée avec réglage de sensibilité et démultiplexeur<br>Entrées et sorties BNC + Jack audio sur le laser et la photodiode, Câbles et Alims fournies | PTL025 | 450 €    |

# CAPTEURS PHOTOMÉTRIQUES

## Luxmètres, Puissancemètres...

- Le luxmètre est adapté pour :
  - Les sources polychromatiques
  - Les sources étendues
  - La mesure de l'éclairement
- Le puissancemètre est adapté pour :
  - Les sources monochromatiques
  - Les sources ponctuelles ou collimatées
  - La mesure d'un flux énergétique/puissance

Valise de capteurs  
photométriques  
Page 201



1

### Luxmètre sur tige diamètre 10mm

La tête réceptrice peut être facilement montée sur un banc ou un pied d'optique afin de réaliser des mesures stables et reproductibles.

Idéal pour la vérification de la loi de Malus et pour faire des mesures



2

### Mesureur de puissance laser

Ce capteur permet de mesurer un flux énergétique en particulier la puissance des lasers en Watts. La valeur mesurée est calibrée pour 632.8nm mais un abaque et une table de conversion est sérigraphiée au niveau de la coque, afin de connaître la puissance réelle de lasers de longueurs d'ondes différentes (entre 400 et 1100nm)

Idéal pour les expériences de photométrie et le contrôle de la puissance de lasers et diodes laser

| LUXMÈTRES                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF                                                  | PRIX TTC                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Luxmètre à sonde déportée</b><br>Capteur déporté avec tige diamètre 10mm [COL310]<br>Affichage digital avec calibres de 200 à 200000 lux<br>Résolution 0.1 lux<br>Précision et répétabilité de la mesure <3%<br>Fonctionne avec 2 piles AA<br>Housse et capuchon de protection | sans support sur tige<br><br>avec support sur tige 1 | COL300 90 €<br><br>COL310 99 €   |
| MESUREUR DE PUISSANCE LASER                                                                                                                                                                                                                                                       | REF                                                  | PRIX TTC                         |
| <b>Puissancemètre laser à sonde déportée</b><br>Capteur wattmètre<br>Affichage digital avec 4 calibres<br>Plage de sensibilité 0.1µW à 40mW<br>Sensibilité spectrale 400 à 1100nm<br>Calibrée pour 632.8nm<br>Abaque de conversion fournie                                        | sans support sur tige 2<br><br>avec support sur tige | COL400 192 €<br><br>COL410 198 € |

## CAPTEURS THERMIQUES

- Capteurs utiles pour les projets et TIPE
- Polyvalents et avec un bon rapport qualité/prix
- Capteurs Infrarouge pour imagerie thermique

Tous les capteurs  
de température  
Page 287

OPTIQUE



**CAPTEUR COUTEAU SUISSE, 5 EN 1 :**  
Mesure de la température ambiante  
Mesure par un thermocouple type K  
Mesure de l'humidité  
Mesure d'éclairement en lux  
Mesure de l'intensité sonore en db



## IMAGEURS THERMIQUES FLIR

Ces caméras FLIR vous affranchissent des limites des thermomètres infrarouges monopoint en vous permettant de visualiser et d'évaluer les points chauds et froids sur une certaine surface.

Ces caméras thermiques performantes sont dotées d'un écran brillant de 2 pouces minimum.

La technologie d'amélioration brevetée FLIR MSX® (Imagerie dynamique multispectrale) améliore la clarté de l'image en superposant les détails de la scène visuelle sur des images thermiques complètes.

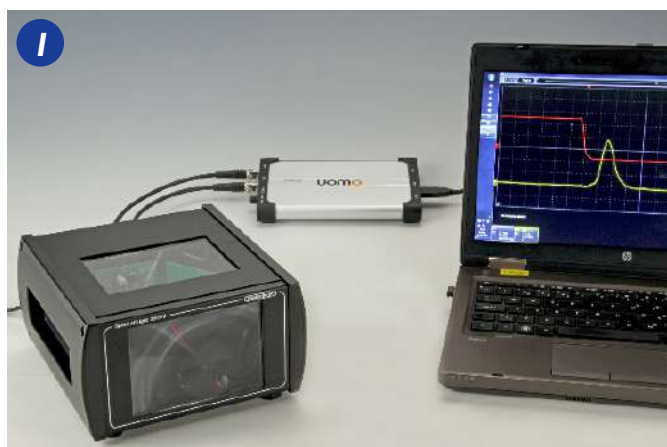
Les images peuvent être enregistrées pour une exploitation ultérieure

| CAPTEURS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>1 Capteur polyvalent 5 en 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermomètre ambiant : -20° à +60°C / Préc. ± 3%</li> <li>• Thermomètre Type K -20° à +750°C / Préc. ± 3%</li> <li>• Hygromètre : 25 à 95% ±5%RH</li> <li>• Luxmètre : 0 à 20000Lux /±5%</li> <li>• Sonomètre : 35 à 100dB</li> <li>• Dim. : 251x64x20 mm / 880 g</li> </ul> | COT051 | 225 €    |
| <b>2 Imageur thermique FLIR 80x60</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plage de mesure : -25 à +360°C / Préc. ± 1.5°C / Rés 0.1°C</li> <li>• Résolution d'image 4800 pixels : 80x60px</li> <li>• Taux de rafraichissement : 9Hz - Réponse 150 ms</li> <li>• Ecran LCD 2 pouces</li> </ul>                                                       | COT165 | 450 €    |
| <b>3 Caméra thermique FLIR 160x120</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plage de mesure : -25 à +360°C / Préc. ± 1.5°C / Rés 0.1°C</li> <li>• Résolution d'image 19200 pixels : 160x120px</li> <li>• Taux de rafraichissement : 9Hz - Réponse 150 ms</li> <li>• Ecran LCD 2,4 pouces</li> </ul>                                                 | COT267 | 600 €    |

# CAPTEURS D'ÉTUDE DE LA LUMIÈRE

## Mesure de la vitesse de la lumière

- Ne nécessite pas de longues distances
- Facile à régler et à aligner
- Fonctionne avec du matériel standard
- Des résultats probants avec des distances courtes
- Impulsions très courtes et puissantes



2



### PRINCIPE DE MESURE

Des impulsions lumineuses de 15ns sont émises par une LED haute luminosité. Lorsque les impulsions lumineuses arrivent sur la feuille rétro réfléchive spéciale, elles sont renvoyées vers la source, sans nécessiter de réglages fastidieux.

Via un diviseur de faisceau, les impulsions lumineuses impactent une photodiode haute cadence, les convertissant en impulsions électriques observables à l'oscilloscope. Un signal de synchronisation est disponible pour marquer le moment de l'émission des impulsions et constitue une référence pour la mesure du delta T.

### CAPTEUR DE LUMIÈRE ET COULEURS

Le capteur de lumière et couleurs Go Direct combine plusieurs capteurs pour mesurer l'intensité lumineuse dans le domaine visible, l'intensité UVA et l'intensité UVB.

Il sert aussi de capteur de couleurs RVB pour donner la contribution relative des couleurs rouge verte et bleu, le capteur se place alors directement sur l'objet dont on veut mesurer la couleur.

Les données peuvent être transmises sur un PC par USB ou par bluetooth.

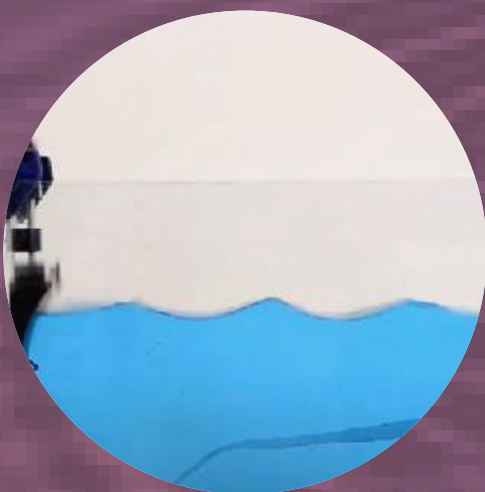
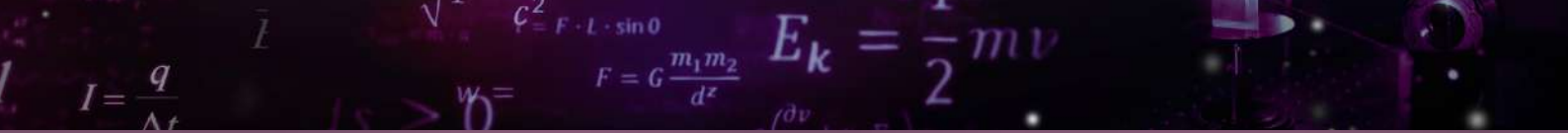
| KIT MESURE DE LA VITESSE DE LA LUMIERE |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF                                                                         | PRIX TTC                            |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                                      | <b>Ensemble Vitesse de la lumière comprenant</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |                                     |
|                                        | Système de mesure à double photodiode<br>Lentille de Fresnel<br>Ecran réflecteur<br>Adaptateur secteur<br>Notice<br>Nécessite oscilloscope 50MHz ou plus (non fourni)                                                                                                                                                                                                                                 | <div>sans oscilloscope 50MHz</div> <div>avec oscilloscope 50+MHz Owon</div> | <div>COV308</div> <div>TPO803</div> |
| KIT LUMIÈRE ET COULEURS + UVA/UVB      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF                                                                         | PRIX TTC                            |
| 2                                      | <b>Ensemble d'étude de la lumière et des couleurs</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                             |                                     |
|                                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• Luxmètre : 0 à 150 000 lux</li><li>• Couleur RVB : Pic à 615 nm pour le rouge, 525 nm pour le vert et 405 nm pour le bleu</li><li>• Intensité UVA / UVB : Pic à 365 nm et à 330 nm (demi sensibilité à ± 10 nm)</li><li>• Connectivité : USB2.0 et Bluetooth</li><li>• Alimentation : Batterie interne</li><li>• Logiciel Graphical Analysis inclus</li></ul> | COL456                                                                      | 219 €                               |

# ONDES

---

|                                               |            |
|-----------------------------------------------|------------|
| Cuve à Ondes et vibreurs Frederiksen          | <b>214</b> |
| Canal à vagues et Ondoscopes                  | <b>216</b> |
| Sons, Diapasons, Tube de Kundt                | <b>218</b> |
| Microphones et Hydrophones                    | <b>220</b> |
| Ultrasons 40kHz dans l'air                    | <b>222</b> |
| Doppler et Ultrasons dans les fluides-solides | <b>224</b> |
| Echoscope ultrasonique MHz                    | <b>226</b> |
| Ondes centimétriques GHz                      | <b>228</b> |
| Hyperfréquences et guides micro-ondes         | <b>230</b> |





## CANAL À VAGUES

page 216



## BANC MICRO-ONDES

page 228



## CUVE À ONDES FREDERIKSEN

## La référence de qualité

- Equipement complet
- Stroboscope synchronisable avec le vibreur
- Polyvalence du matériel et des accessoires
- Haute qualité de visualisation

## STROBOSCOPE LED SYNCHRONISABLE

Avec une fixation prévue pour éclairer la cuve dans son ensemble, les observations sont de qualité.

## GÉNÉRATEUR D'ONDES POLYVALENT

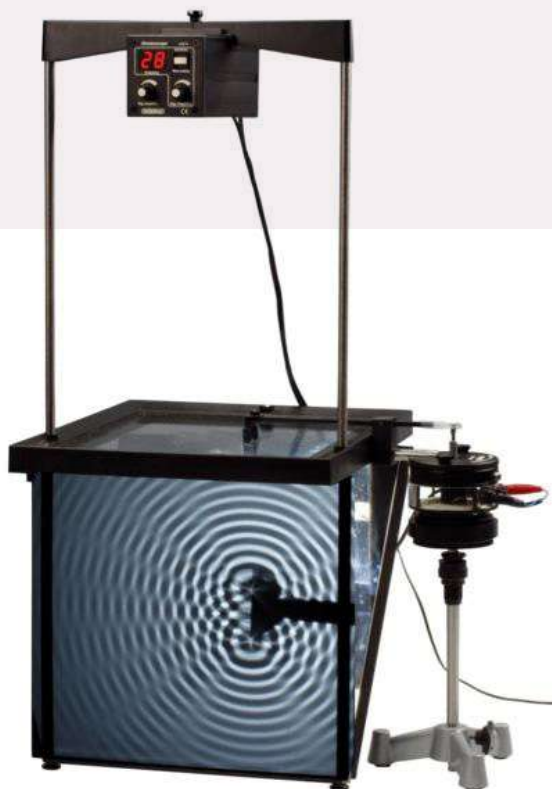
Le système de génération des ondes est réalisé à partir du vibreur électromécanique WMV100. Quand vous achetez un ensemble complet WMV222, vous aurez plus qu'une cuve à Ondes.

## PLUSIEURS VISUALISATIONS POSSIBLES

A la verticale en direct  
Sur un dépoli par réflexion sur un miroir à 45°  
En projection au mur grâce au miroir à 45°

## NOMBREUX ACCESSOIRES EN MALLETTE

Multipliez les expériences en conservant une organisation pratique pour ne pas perdre tous les petits accessoires.



Autres  
stroboscopes :  
page 284

## CUVE À ONDES FREDERIKSEN AVEC VIBREUR ET STROBOSCOPE

REF

PRIX TTC

## Ensemble complet d'étude de la propagation d'onde mécaniques dans l'eau, contenant :

- Cuve en métal et plexiglass sur pieds en acier
- Miroir, dépoli et structure de projection
- Vibreur électromécanique
- Stroboscope synchronisable à LED
- Accessoires et embouts pour génération de vagues
- Accessoires pour étude de la réflexion et réfraction

WMV222

795 €

## ELEMENTS AU DÉTAIL

REF

PRIX TTC

- 1 Cuve à Ondes seule Sans vibreur, sans stroboscope, en mallette
- 2 Vibreur Frederiksen seul Avec connecteur
- 3 Stroboscope LED Frederiksen 1 à 100Hz, synchronisable avec vibreur WMV100

WMV220

450 €

WMV100

150 €

WMV221

240 €

# VIBREUR ELECTROMÉCANIQUE FREDERIKSEN

## La référence de qualité

- Haute résistance aux contraintes
- Amplitudes de vibrations importantes
- Grande polyvalence d'utilisation
- Nombreux accessoires compatibles



### PLAQUES DE CHLADNI

A l'aide de sable fin, on observe les figures des différents modes de résonance suivant la forme de la plaque



### ETUDE DE LA CORDE VIBRANTE DE MELDE

Voir la propagation d'une onde mécanique le long d'une corde  
Déterminer la célérité et la masse linéique de la corde



### CORDE DE PIANO EN ANNEAU

Pour voir le nombre de noeuds de vibration varier en fonction de la fréquence



### ETUDE DE LA RÉSONANCE DE LAMES

6 lames de longueur différente et de fréquence propre allant de 10 à 50Hz.  
Des phénomènes de résonance et d'onde stationnaires peuvent être observés jusqu'à 300Hz et entendus jusqu'à



### GÉNÉRATEUR D'ONDES DE SURFACE

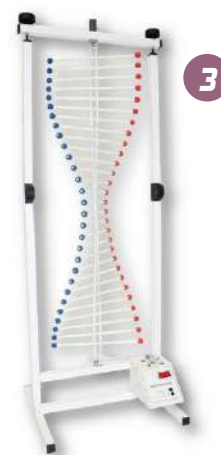
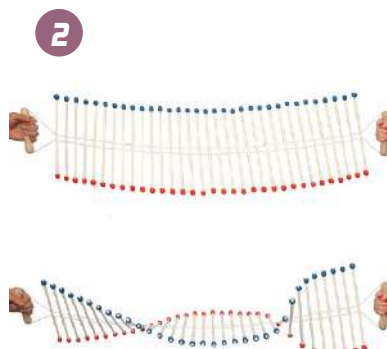
Bras de levier pouvant se fixer sur le vibreur, afin de générer une oscillation verticale et par exemple des vagues en plongeant les

| VIBREUR FREDERIKSEN AVEC CORDE DE MELDE ET CONNECTEUR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membrane haute solidité pouvant vibrer de 0.1 à 5000 Hz</li> <li>• Connectique alimentation : par 2 douilles 4mm.</li> <li>• Signaux d'entrée : max 6V/1A</li> <li>• Tige support : en inox diamètre 10mm (fourni)</li> <li>• Connectique accessoires : par adaptateur banane (fourni)</li> <li>• Corde de Melde : élastique, longueur 2m (fournie)</li> <li>• Dimensions : diamètre 100mm - hauteur 120mm</li> </ul> |                                                                                                               | WMV100 | 150 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                               |        |          |
| ACCESSOIRES COMPATIBLES AVEC VIBREUR WMV100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Plaque de Chladni Carrée Format 14x14cm                                                                       | WMV121 | 18 €     |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Plaques de Chladni Circulaire Format Diamètre 17cm                                                            | WMV122 | 21 €     |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Corde de Melde Supplémentaire Longueur 2m, matériau élastique solide                                          | WMV123 | 3,60 €   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Corde de Piano en anneau Diamètre 250mm                                                                       | WMV124 | 12 €     |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Jeu de lames de résonance Fréquences fondamentales : 11, 15, 21, 36, 50 Hz                                    | WMV125 | 18 €     |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Bras de levier pour génération d'ondes de surface Fixation par fiche 4mm, avec plongeurs simple, double, plan | WMV108 | 75 €     |

# VAGUES, ONDOSCOPES

## Produits adaptés au lycée pour l'étude et la visualisation des ondes mécaniques

- Cuve à vagues : pour la génération d'ondes, le principe d'Huygens, la réflexion/réfraction/diffraction/superposition des ondes.
- Ondoscopes : pour la propagation, réflexion et superposition des ondes



### LA CUVE EASYKIT, LE COMPROMIS IDEAL POUR LE LYCÉE

- Produit rapide à installer : montage en moins de 5mn.
- Stroboscope à LED sur flexible aimanté avec fréquence synchrone / asynchrone.
- Lecture directe de la fréquence du générateur d'ondes.
- Réglage de niveau par 4 pieds réglables et niveau à bulle.

### ONDOSCOPES VISUELS ET PRATIQUES

- Appareil pliable : stockage et transport facilités.
- Visibilité accrue grâce aux masses en couleur.
- Double utilisation : verticale et horizontale.
- Disponible en version manuelle ou motorisée.

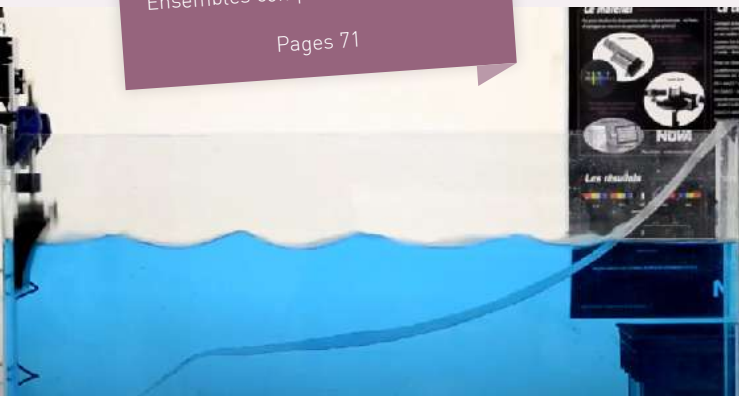
| CUVE À ONDES EASYKIT             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 1                                | Cuve à assembler avec miroir de projection et écran de visualisation<br>Générateur d'ondes à fréquence réglable (1-60 Hz) avec afficheur<br>Stroboscope à LED 3 W sur flexible<br>Alimentation : 12V / 1 A continu<br>Ecran de visualisation : 333x320 mm<br>1 jeu de 3 excitateurs (onde simple, onde double, et onde plane)<br>1 jeu de 7 accessoires (trapézoïde, biconcave, biconvexe, faces parallèles)<br>Tuyau de vidange souple - Niveau de réglage à bulle<br>Dimensions de la cuve : 320x360x330 mm<br>Poids total: 8 Kg | WMV250 | 480 €    |
| ONDOSCOPE - ECHELLE DE PERROQUET |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
| 2                                | <b>Ondoscope Manuel</b><br>36 pendules doubles Ø8 x 300 mm<br>72 masses d'inertie rouges et bleues coulissantes<br>70 entretoises plastiques de 25 mm de long<br>1 règle graduée (mesure écartement)<br>2 poignées bois reliées par du fil nylon<br>Dimensions : 1250 x 300 mm                                                                                                                                                                                                                                                     | WMV170 | 96 €     |
| 3                                | <b>Ondoscope motorisé</b><br>Structure métallique pliable avec règle pour mesure des distances<br>29 pendules doubles Ø8 x 300mm reliés par du fil Nylon<br>58 masses d'inertie rouges et bleues coulissantes<br>62 entretoises plastiques de 25mm de long<br>Générateur d'ondes par moteur pas à pas<br>Affichage et réglage de la fréquence de rotation<br>Dimensions (déplié) : 490x1300x420 mm                                                                                                                                 | WMV175 | 660 €    |

Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
ou sur notre site web.

# CANAL À VAGUES

Ensembles complets et expériences

Pages 71

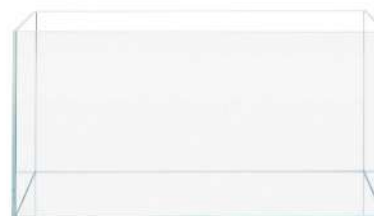


## Avec un tube de Kundt grande dimension

- Robuste : en plexiglass épais et solide
- Grand : Diamètre 70mm, Longueur 100cm
- Pratique : Avec membrane intégrée et sonde adaptée
- Polyvalent : Nombreuses configurations possibles

IDÉAL POUR  
les TIPE

Caméras rapides Nova - Page XXX  
Recommandées pour l'observation  
nettes des phénomènes



## GÉNÉRATEUR DE VAGUES POLYVALENT WMF800 :

Le moteur de couple 40Ncm et le système de translation du générateur de vagues est capable de délivrer des secousses de manière impulsionnelle ou continue :

- à des vitesses d'excitation jusqu'à 20cm/s
- à des fréquences d'oscillation jusqu'à 5Hz
- avec 3 niveaux d'amplitude de translation : 13-20-30mm

## CUVES À ASSEMBLER EN ALTUGLASS :

Compromis idéal pour se prémunir des soucis de transport, cette solution optimisée pour le générateur de vagues WMF800 vous permet de réaliser facilement et solidement votre canal à vagues. Nous vous fournissons l'essentiel des éléments pour réaliser et réussir l'assemblage de votre cuve : les plaques en altuglass ep.10mm, un protocole de montage, les tubes de colle et de joint adéquats, les éléments de fixation,

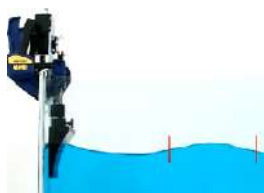
## EXPÉRIENCES RÉALISABLES AVEC LE CANAL À VAGUES :

- Vague d'Airy, Onde solitaire
- Vagues en résonance dans une cavité fermée
- Influence de la hauteur d'eau sur le comportement des vagues (nécessite plaques WMF102)

### GÉNÉRATEUR DE VAGUES

REF

PRIX TTC



#### Générateur de vagues, pilotable, à fixer sur une cuve

Système de bielle manivelle motorisée et pilotable par GBF  
Carte d'interfaçage à sortie BNC - Fréquence et pas d'excitation réglable  
Structure métallique avec 3 niveaux d'amplitude d'oscillation  
Deux positions possibles : excitation horizontale ou verticale  
Deux excitations possibles : impulsionnelle ou continue  
Plongeur plat fourni 15x15cm, transfo secteur 12V  
Vmax 20cm/s - Fréquence max 5Hz - Amplitudes 13/20/30mm

WMF800

390 €

### CUVE POUR CANAL À VAGUES, EN KIT À ASSEMBLER

REF

PRIX TTC

#### Cuve Altuglass en kit, à assembler soi-même

Dimensions : longueur 100cm - largeur 15cm - hauteur 30cm  
En altuglass épaisseur 10mm  
Fournie en kit à assembler avec colle spécifique, tube de joint, équerres et éléments de fixation

WMF124

300 €

D'autres dimensions sont possibles sur mesure, nous consulter pour un devis personnalisé : [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

### ACCESSOIRES SUPPLÉMENTAIRES

REF

PRIX TTC

- 1 Colle spéciale altuglass, avec piston et support
- 2 Pompe de vidange 1800L/h, avec tuyau flexible de 10m et accessoires
- 3 Lot de 2 plaques de fond à insérer : 1 souple en aluminium déformable, 1 rigide en plexiglass. Long.100cm, largeur 14.5cm

WMF555

24 €

WMF618

48 €

WMF102

60 €



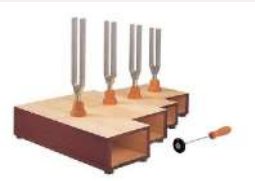
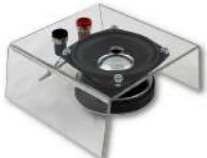
# SONS

## Matériels essentiels permettant l'étude des ondes acoustiques

- Diapasons
- Haut-parleurs
- Sonomètres

Gamme complète  
de sonomètres  
Page 283



| DIAPASONS                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|    | <b>Jeu de 2 diapasons sur caisse de résonance et marteau mou</b><br>Ensemble de 2 diapasons en nickel et acier inoxydable.<br>Fréquence de résonance 440 Hz<br>Chacun des diapasons est monté sur une caisse de résonance en pin laqué épais.<br>Fourni avec un marteau mou caoutchouc et un poids sur glissière pour changer la fréquence.                                                                                                                                                                                               | WMA124 | 129 €    |
|   | <b>Jeu de 4 diapasons «Do-Majeur» sur caisse de résonance et marteau mou</b><br>Jeu de quatre diapasons sur des caisses de résonance en bois de pin à madrure claire, résonne particulièrement longtemps. Diapason amovible. Livré avec martelet mou.<br>Fréquences propres , Longueur interne :<br>Do = 256 Hz 300 mm<br>Mi = 322 Hz 240 mm<br>Sol = 384 Hz 190 mm<br>Do = 512 Hz 140 mm                                                                                                                                                 | WMA125 | 285 €    |
| HAUT-PARLEURS                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Haut-parleur sur socle, 40W</b><br>Socle de forme carré transparent<br>Haut-parleur 40W intégré, impédance 8 ohms<br>Douilles de sécurité Ø4mm<br>Dimensions: 130 x 120 x 55 mm<br>Poids: 0,520 Kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | WMA232 | 48 €     |
|  | <b>Haut-parleur en boîtier, large bande</b><br>Puissance (nominale 20W, max 40W)<br>Impédance 8 Ω<br>Fréquence de résonance : 120Hz, Bande passante 16kHz<br>Excursion linéaire (XMAX) : +/- 0,75 mm<br>Diamètre du haut-parleur 78mm<br>Sortie par 2 douilles 4mm                                                                                                                                                                                                                                                                        | WMA234 | 84 €     |
| SONOMÈTRES                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Sonomètre économique 40-130dB</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonction min/max.</li> <li>• Sélection automatique de plage : 40-130dB.</li> <li>• Allumage/extinction automatique du rétro-éclairage.</li> <li>• Résolution : 0,1dB - Précision : ±3,5dB à 1kHz.</li> <li>• Fréquence de mesure : fast (rapide, 125ms) - plage de fréquence : 31,5Hz à 8kHz.</li> <li>• Microphone : type condensateur à électret.</li> </ul>                                                                                              | CSM243 | 49,50 €  |
|  | <b>Sonomètre à 3 cordes</b><br>Deux cordes en acier et une corde en nylon sont tendues au-dessus d'une caisse de résonance. La tension de deux cordes peut être réglée par cheville, la tension d'une corde est réglée avec une poulie de renvoi à l'aide de charges ou d'un dynamomètre. Les longueurs de corde efficaces peuvent être modifiées avec deux barrettes déplaçables. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur de graduation : 600mm.</li> <li>• Pas : cm et dm.</li> <li>• Dimensions : 700 x 90 x 70mm</li> </ul> | WMA303 | 144 €    |

# RÉSONANCE ACOUSTIQUE

## Avec un tube de Kundt grande dimension

- Robuste : en plexiglass épais et solide
- Grand : Diamètre 70mm, Longueur 100cm
- Pratique : Avec membrane intégrée et sonde adaptée
- Polyvalent : Nombreuses configurations possibles

Expériences complètes sur les sons  
page 54



### GRANDE DIMENSION

Permet de mesurer des pressions acoustique plus importantes et observer davantage de périodes

### ROBUSTE

Plexiglass épais résistant aux chutes  
Joints d'étanchéité des parois  
Membrane acoustique de qualité

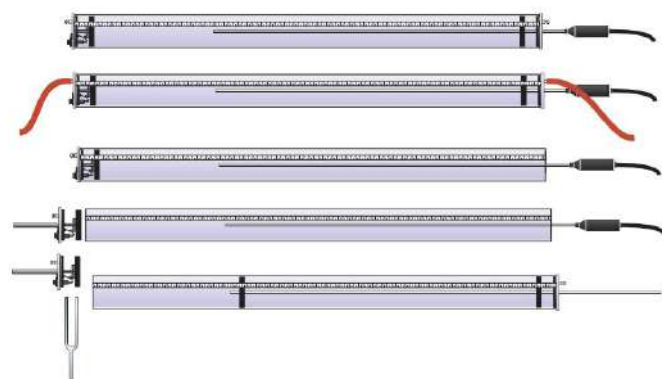
### MODULAIRE

Toutes les parois peuvent être retirées pour se placer dans différentes configuration de résonance

### ETANCHE POUR LES GAZ

Peut être rempli avec différents gaz comme le CO<sub>2</sub> pour étudier l'influence de l'indice sur l'onde acoustique

### DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS POSSIBLES



TUBE FERMÉ Onde stationnaire

REPLI DE CO<sub>2</sub> Influence du milieu

SEMI-OUVERT Résonance

TUBE OUVERT Propagation libre

LONGUEUR RÉGLABLE Longueur d'onde



| ENSEMBLE COMPLET RÉSONANCE ACOUSTIQUE                      |                                                      | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Contenant :</b>                                         |                                                      |        |          |
| Le tube de Kundt grand modèle WMV301                       |                                                      |        |          |
| La sonde microphone longue CWM301                          |                                                      |        |          |
| Le boîtier d'alimentation et d'amplification adapté CWM300 |                                                      | WMV300 | 555 €    |
| La connectique adéquate                                    |                                                      |        |          |
| Les supports de tube, sur tige dia.10mm                    |                                                      |        |          |
| ÉLÉMENTS SÉPARÉS                                           |                                                      | REF    | PRIX TTC |
| 1                                                          | Tube de Kundt FK, avec piston et support             | WMV301 | 315 €    |
| 2                                                          | Sonde microphone FK longue avec pré-ampli            | CWM301 | 135 €    |
| 3                                                          | Boîtier conformateur de signaux et d'alimentation FK | CWM300 | 120 €    |

# MICROPHONES SUR TIGE

## Deux gammes adaptées à vos besoins et budgets

- Gamme Frederiksen, la référence de qualité : haute sensibilité et faible bruit
- Gamme Nova, pratique et économique : amplification réglable, connectique jack

**GAMME FREDERIKSEN**  
 Fréquence 100 à 20kHz  
 Sensibilité 8mV/Pa  
 Omnidirectionnel



**GAMME NOVA**  
 Fréquence 100 à 16kHz  
 Sensibilité 4mV/Pa  
 Unidirectionnel



MESURE DE LA VITESSE DU SON

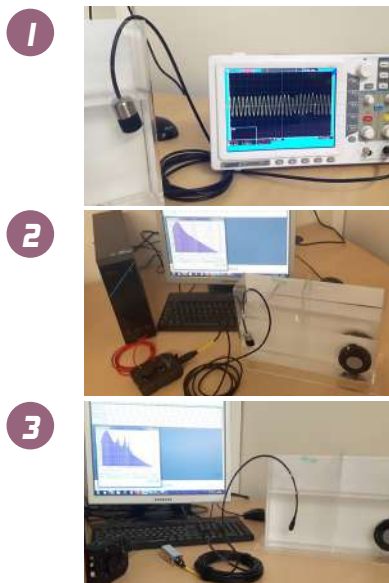
Avec 2 microphones CWM305 synchronisés avec le boîtier CWM300

| 1 | GAMME FREDERIKSEN                                                                                                                                                                                                             | REF    | PRIX TTC |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|   | <b>Microphone Frederiksen sur tige</b><br>Fréquence 100 à 20kHz<br>Sensibilité 8mV/Pa<br>Omnidirectionnel<br>Sur tige dia.10mm<br>Câble DIN5 pour connexion avec boîtier CWM300                                               | CWM305 | 78 €     |
|   | <b>Boîtier d'alimentation et d'amplification Frederiksen</b><br>Entrées DIN5 et DIN6, peut accueillir jusqu'à 2 micros CWM305<br>Sorties douilles 4mm vers oscillo/multimètre/exao<br>Alimentation par pile 9V<br>Avec câbles | CWM300 | 120 €    |
| 2 | GAMME NOVA                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
|   | <b>Microphone Nova sur tige</b><br>Fréquence 100 à 16kHz<br>Sensibilité 4mV/Pa<br>Unidirectionnel<br>Sur tige dia.10mm<br>Câble jack 3.5 pour connexion avec boîtier CWM310                                                   | CWM315 | 39 €     |
|   | <b>Boîtier d'alimentation et d'amplification Micro</b><br>Réglage d'amplification par bouton potentiomètre<br>Entrées jack<br>Sorties douilles 4mm pour oscillo/multimètre/exao<br>Alimentation par transfo secteur 9V        | CWM310 | 54 €     |

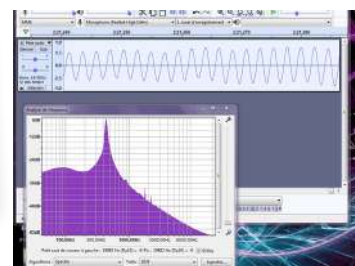
# HYDROPHONES

## Hydrophone pour obtenir des acquisitions d'ondes sonores dans les milieux

- Gamme standard Audio : recommandée pour la plupart des utilisations classiques.
  - Robuste et résistants aux chocs
  - Bonne sensibilité entre 20 et 4000 Hz
  - Disponible en BNC ou en USB
- Hydrophone hautes performances : recommandée pour des analyses plus pointues.
  - Bande passante plus large, infrasons et ultrasons
  - Sensibilité linéaire et réponse omnidirectionnelle
  - Très compact, mais ne doit pas être comprimé



Acquisition et exploitation des données des hydrophones recommandées avec Audacity. Le rapport signal/bruit est le plus favorable lors des acquisitions en USB via la carte son



Enceinte bluetooth étanche. Idéale pour l'émission de sons sous l'eau ainsi que la génération de vaguelettes de surface à basse fréquence. Ref. CWM897



| HYDROPHONE BANDE AUDIO STANDARD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   | REF                      | PRIX TTC     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------|--------------|
| Hydrophone immersible pour écoute dans les milieux aquatiques<br>Sensibilité linéaire entre 20Hz et 4kHz [-190dBV re $\mu$ Pa]<br>Sensibilité non linéaire entre 4kHz et 20kHz<br>Longueur de câble : 3m<br>Sortie directe BNC (CWM801)<br>ou<br>Sortie Audio pour branchement ampli (CWM802)<br>Interface Audio d'amplification et de conversion de signaux (CWM802)<br>Sortie USB pour enregistrement sur PC via la carte son (CWM802)                                                                                                                                                                                          | 1 | Sortie BNC<br>Sans ampli | CWM801 240 € |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 | Sortie USB<br>Avec ampli | CWM802 360 € |
| HYDROPHONE HAUTES PERFORMANCES, LARGE BANDE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   | REF                      | PRIX TTC     |
| Cet ensemble comprend l'hydrophone hautes performances, le préamplificateur à impédance adaptée, le module amplificateur-conformateur de signaux, les câbles et connectiques nécessaires pour une liaison avec l'ordinateur.<br>Gamme linéaire: 1Hz à 100kHz $\pm$ 2dB<br>Sensibilité de réception: 208dBV re 1 $\mu$ Pa<br>Directivité horizontale (20kHz): $\pm$ 0,2dB<br>Directivité horizontale (100kHz): $\pm$ 1dB<br>Directivité verticale (20kHz): $\pm$ 1dB<br>Directivité verticale (100kHz): + 6dB 11dB<br>Connecteur de sortie : BNC<br>Dimensions de la tête : 12x40mm<br>Longueur du câble hydrophonique : 10 mètres |   | 3                        | CWM812 750 € |
| ENCEINTE ETANCHE BLUETOOTH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   | REF                      | PRIX TTC     |
| <b>Haut-Parleur dans structure cylindrique métallique étanche IP67</b><br>Lestée, l'enceinte ne flotte pas et peut rester au fond de la cuve.<br>Profondeur max 50cm<br>Communication sans fils par bluetooth, recharge par USB<br>Puissance 3W, gamme de fréquences 10Hz-16kHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   | CWM897                   | 24 €         |



# ULTRASONS KHZ

## expériences possibles

- Résonance et cône d'émission des transducteurs ultrasonores
- Vitesse de propagation d'une onde ultrasonore
- Réflexion d'une onde ultrasonore, principe du sonar, radar, télémètre

- Interférences induites par 2 émetteurs synchrones
- Déphasage, nœuds et ventres
- Diffraction et Interférences par des obstacles



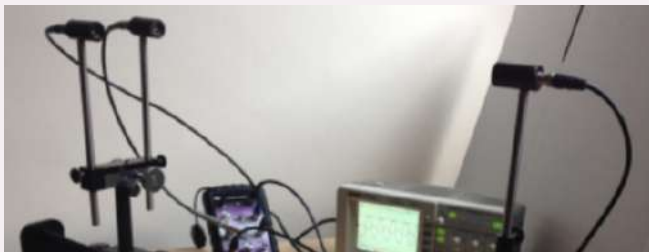
### Résonance et Cône d'émission des transducteurs ultrasonores

On place l'émetteur et le récepteur face à face. L'émetteur est alimenté en continu, et on fait varier la fréquence d'émission de celui grâce au potentiomètre de la console d'alimentation. On relève la fréquence pour laquelle l'amplitude du signal est maximale et on la conserve pour le reste des expériences. Il s'agit de la fréquence naturelle de vibration du transducteur aussi appelée **fréquence de résonance**. On déplace ensuite le récepteur (latéralement ou angulairement) autour de l'émetteur afin d'étudier le cône d'émission des transducteurs, en relevant les différentes amplitudes selon les angles de réception.



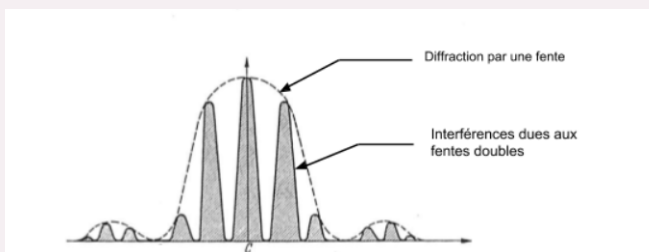
### Mesure de la vitesse du son et principe du Sonar

L'émetteur et le récepteur sont positionnés côte à côte, la console d'alimentation des ultrasons est réglée sur le mode salve. La salve d'ultrasons envoyée se réfléchit sur un obstacle placé à une certaine distance et revient vers le récepteur ultrasons. Le décalage temporel entre l'émission et la réception du signal, donne une indication sur la position de l'obstacle s'il on connaît la vitesse de propagation des ultrasons, ou alors permet au contraire de mesurer la vitesse du son, s'il on connaît la position de l'obstacle.



### Interférences par 2 émetteurs synchrones

On place deux émetteurs dans un support à écartement variable en les dirigeant dans la même direction, ceux-ci sont alimentés de façon synchrone par le générateur de salves. On place le récepteur sur le cavalier à translation de grande amplitude et on translate celui-ci pour relever les tensions reçues à différentes positions/angles. On trace la courbe obtenue et on constate une répartition des intensités suivant les lois de diffraction et d'interférences avec des minima et maxima.



### Interférences et diffraction en Ultrasons

Pour ces expériences, il est particulièrement utile de se mettre en mode pulsé, en effet la réverbération des ultrasons dans la pièce crée un fond de nature à perturber les phénomènes que l'on souhaite observer. En synchronisant sur l'émission, et en zoomant sur l'oscilloscope au niveau du milieu du pulse de réception, on élimine les échos parasites et on ne retient que les trajets directs générant les interférences. Par ailleurs, la propagation des ondes n'étant pas faite en champ lointain, les conditions de Fraunhofer ne sont pas respectées et il faut plutôt utiliser les formules de Fresnel pour comparer les résultats à la théorie.



### Ondes stationnaires et Télémètre à Ultrasons

Pour observer l'effet de résonance qui provoque des nœuds et des ventres, il faut générer une onde stationnaire et donc créer une cavité. Si le banc peut être placé perpendiculairement contre un mur, la cavité sera constituée du mur et de l'écran. Si ce n'est pas possible, on peut utiliser un 2ème écran pour fermer la cavité. On place l'émetteur et le récepteur légèrement décalé l'un par rapport à l'autre. En déplaçant l'un des écrans, on observe des maxima et minima d'intensité correspondant aux ventres et nœuds, la distance entre 2 minima correspond à la longueur d'onde des ultrasons (avec un facteur 2 du fait de l'aller-retour).



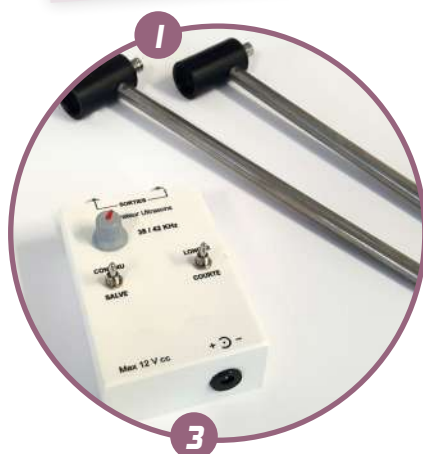
# KITS ULTRASONS 40KHZ

## Des ensembles de qualité supérieure

- Émetteurs et récepteurs sur tige haute pour éviter les réflexions avec la paillasse
- Éléments robustes et durables, pensés pour durer
- Signaux électroniques adaptés pour une synchronisation facilitée
- Interface de pilotage polyvalente et pratique
- Grande variété d'accessoires pour aller plus loin

**ENSEMBLES ULTRASONS DE QUALITÉ**  
Faible bruit, Fréquence réglable, Mécanique robuste, Nombreux accessoires, Nombreuses expériences

Expériences complètes sur les ultrasons page 57



### Générateur de salves 40kHz

Deux sorties BNC  
Générateur de salves courtes/longues 38/42 kHz  
Ref. WMU040 **79,50 € TTC**



### Console de pilotage polyvalente 2

Pour transducteurs Air et aussi Fluide-Solide  
Générateur d'ondes ultrasonores en salves ou en continu  
Pilotage et synchronisation en fréquence de 2 émetteurs  
Amplification et filtrage de 2 récepteurs  
Entrées et sorties BNC universelles  
Coque de protection en caoutchouc (WMU055 uniquement)  
VERSION SANS COQUE Ref. WMU050 **198 € TTC**

| KITS ULTRASONS                                                                                  |                                                                                                         | REF    | PRIX TTC       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|
| <b>Kits Ultrasons 40kHz</b><br>propagation dans l'air                                           | 1 Paire de Transducteurs<br>Émetteur + Récepteur 40kHz, sur tige                                        | WMU100 | <b>111 €</b>   |
|                                                                                                 | Paire de Transducteurs + console<br>Pack WMU100 + Console de pilotage WMU050                            | WMU110 | <b>300 €</b>   |
|                                                                                                 | Kit Interférences par 2 émetteurs<br>Pack WMU110 + Émetteur suppl. + système d'écartement double OSH280 | WMU115 | <b>450 €</b>   |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                           |                                                                                                         | REF    | PRIX TTC       |
| Émetteur 40kHz sur tige inox longue                                                             |                                                                                                         | WMU010 | <b>57 €</b>    |
| Récepteur 40kHz sur tige inox longue                                                            |                                                                                                         | WMU011 | <b>57 €</b>    |
| 3                                                                                               | Générateur de salves 40kHz                                                                              | WMU040 | <b>79,50 €</b> |
| Boîtier multiplieur de signaux pour étude de l'effet Doppler                                    |                                                                                                         | WMU042 | <b>90 €</b>    |
| Console de pilotage et d'amplification polyvalente (2 entrées - 2 sorties) pour Ultrasons 40kHz |                                                                                                         | WMU050 | <b>198 €</b>   |
| 2                                                                                               | Console de pilotage et d'amplification Ultrasons 40kHz avec coque de protection caoutchouc              | WMU055 | <b>228 €</b>   |
| Coque de protection en caoutchouc pour maintien incliné de la console de pilotage               |                                                                                                         | WMU005 | <b>30 €</b>    |

## DOPPLER

## Etude et mesure de l'effet Doppler en Ultrasons

- De façon directe, avec la platine Doppler, des transducteurs ultrasons et un fréquencemètre
- De façon indirecte, avec la platine Doppler, des transducteurs ultrasons et un multiplieur

Expériences  
complètes sur  
l'effet Doppler  
page 63

Ref. WMU042 90 €

## BOITIER MULTIPLIEUR DOPPLER WMU042

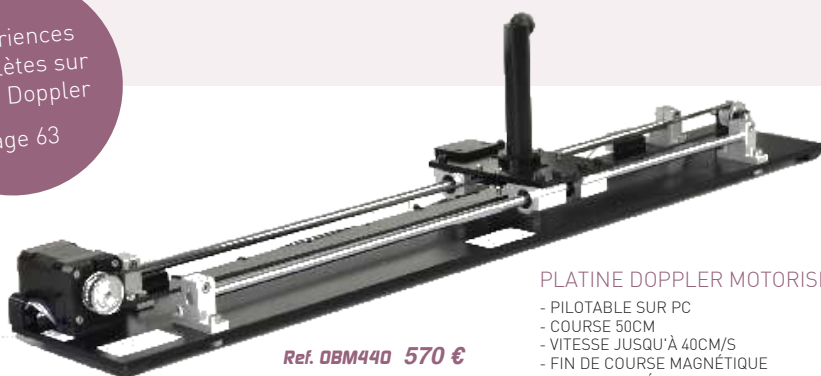
Les signaux de l'émetteur et du récepteur ultrason sont amplifiés puis envoyés sur un multiplieur analogique AD633JN. À la sortie du multiplieur pour deux signaux de fréquence voisine  $f_1$  et  $f_2$ , on récupérera un signal proportionnel au cosinus de la différence et de la somme de ces fréquences. En filtrant les hautes fréquences en sortie du multiplieur, le résultat obtenu est directement celui de la fréquence Doppler ( $f_2 - f_1$ ). Ce dispositif basé sur la détection de phase a l'avantage de pouvoir mesurer précisément de très faibles vitesses.

## MESURE DIRECTE D'UN DÉCALAGE DOPPLER

L'émetteur WMU010 est placé sur la platine mobile OBM440, le récepteur WMU011 est fixe et relié au fréquencemètre qui mesurera en temps réel la fréquence du signal reçu. On observe et mesure le décalage de fréquence proportionnel à la vitesse de translation de l'émetteur.

## MESURE INDIRECTE D'UN DÉCALAGE DOPPLER

L'émetteur WMU010 est placé sur la platine mobile OBM440, le récepteur est fixe WMU011. Les signaux d'émission et de réception sont envoyés sur un oscilloscope. Dans un premier temps, on utilise la fonction "maths" de l'oscilloscope pour additionner les 2 signaux et mesurer la période du batttement obtenu. Enfin, un module comparateur de phase comme le boîtier WMU042 peut être utilisé, celui-ci comprend un multiplieur et un filtre passe bas de fréquence de coupure adaptée, et permet de mesurer les faibles vitesses.



Ref. OBM440 570 €

## PLATINE DOPPLER MOTORISÉE

- PILOTABLE SUR PC
- COURSE 50CM
- VITESSE JUSQU'À 40CM/S
- FIN DE COURSE MAGNÉTIQUE
- FIXATION AISÉE
- GRANDE STABILITÉ

Utilisation de la platine pour le  
déplacement rapide d'un écranUtilisation de la platine pour le  
déplacement rapide d'un émetteur

## PLATINE MOTORISÉE - GAMME DE VITESSE RAPIDE, JUSQU'À 40CM/S

REF

PRIX TTC

**Platine motorisée Doppler**

Moteur Pas à Pas 400p  
Course : 50cm  
Vitesse : environ 1cm/s à 40cm/s  
Système de couplage à courroie crantée  
Interface pour synchronisation de signaux en fonction du déplacement  
Logiciel de pilotage et d'acquisition du signal en fonction du déplacement  
Interrupteurs automatique de fin de course  
Alimentation USB

OBM440

570 €

**Boîtier multiplieur/comparateur de phase Doppler**

Multiplieur analogique AD633JN  
Etage d'amplification et de filtrage HF  
Alimentation : -15V / +15V  
Douilles doubles puits 4mm

WMU042

90 €

## ACCESSOIRES AU DÉTAIL

REF

PRIX TTC

Paire de transducteurs Emetteur + Récepteur 40kHz

WMU100

111 €

Générateur Basse Fréquence 10MHz, écran couleur TFT 4», avec option Fréquencemètre précision 1Hz

EIG112F

345 €

Support double avec système d'écartement réglable, pour principe du radar

OSH280

99 €

Alimentation symétrique +15/-15V 2A précablée

EIA152

135 €

# ULTRASONS ET MATÉRIAUX

IDÉAL POUR  
**les TIPE**

## Transducteurs utilisables dans les fluides et solides

- Transducteurs étanches dont la membrane extérieure est celle qui vibre : **grande puissance transmise**
- Pré-montés sur tiges dia.10mm et pré-cablés avec connectique BNC : **grande praticité d'utilisation**
- Transducteurs pouvant être à la fois utilisés dans des fluides, ainsi que par contact sur des solides : **grande polyvalence**

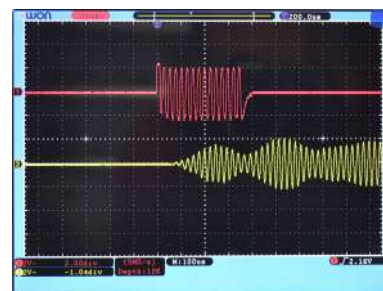
Mesure de la vitesse de propagation dans l'eau



Mesure de la vitesse de propagation dans un barreau en inox



Acquisition avec la console WMU050 (générateur de salves + amplificateur)



ONDES

### ATTENTION

Ne convient pas pour l'étude de la propagation des ultrasons dans l'air. Voir page 223 pour cette application.

| ULTRASONS ET MATÉRIAUX                                                                                                                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b><i>Paire de transducteurs Ultrasons Fluide-Solide</i></b>                                                                                                                                                                         |        |          |
| Utilisables en Fréquence nominale 40kHz<br>Monture Delrin étanche<br>Fixée sur tige diamètre 10mm<br>Sortie pré-cablée longueur 100cm<br>Connectique BNC                                                                             | WMU200 | 180 €    |
| <b><i>Pack transducteurs Ultrasons + Console de pilotage</i></b>                                                                                                                                                                     |        |          |
| Contient l'ensemble WMU200<br>Et la console polyvalente de pilotage WMU050<br>Générateur salves/continu à 40kHz<br>2 sorties BNC pour 2 émetteurs<br>2 entrées BNC pour 2 récepteurs<br>Amplification réglable pour chaque récepteur | WMU210 | 360 €    |
| ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
| Transducteur étanche seul fluide-solide 40kHz                                                                                                                                                                                        | WMU020 | 90 €     |
| Console de pilotage et d'amplification polyvalente (2 entrées - 2 sorties) pour Ultrasons 40kHz                                                                                                                                      | WMU050 | 198 €    |
| Console de pilotage et d'amplification Ultrasons 40kHz avec coque de protection caoutchouc                                                                                                                                           | WMU055 | 228 €    |
| Coque de protection en caoutchouc pour maintien incliné de la console de pilotage                                                                                                                                                    | WMU005 | 30 €     |

# ÉCHOSCOPE

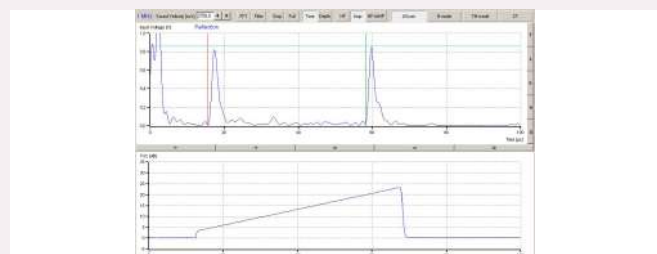
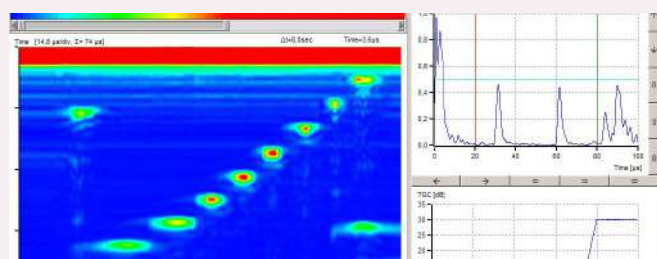
## expériences possibles



Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
ou sur notre site internet

### Principales expériences

- Création d'une image A-Scan ou B-Scan à partir de l'écho d'une impulsion ultrasonore
- Investigation non destructive de l'intérieur d'un matériau liquide ou solide
- Caractérisation physique d'un matériau : vitesse, résonance, atténuation, coefficient de réflexion...



### Principe du Scanner Echographique

Avec le générateur de pulses et la sonde 1MHz, on génère des vibrations mécaniques dans un matériau comportant plusieurs interfaces à différentes profondeurs. La sonde est placée sur le dessus de l'objet à analyser, ici un modèle d'œil, et elle enregistre les échos qui reviennent au cours du temps. Avec le logiciel fourni, on enregistre un scan dimensionnel. En connaissant la distance entre 2 discontinuités, on peut déterminer la vitesse de l'onde dans le solide. Ou inversement, si l'on connaît la vitesse de propagation dans ce matériau, on peut localiser la profondeur de la discontinuité ou du changement de matière.

### Imagerie et investigation non destructive d'un matériau

On utilise le bloc de test constitué de trous et de défauts divers comme sujet d'étude.

On déplace la sonde, lentement à la main, le long de la surface du bloc. Les échos sont donc enregistrés à la fois en fonction du temps et de l'espace permettant une imagerie temporelle comme sur la capture d'écran ci-contre.

### Etude des paramètres influant sur la résolution d'un scan

La résolution d'un relevé de scan temporel dépend premièrement de la vitesse et régularité de la translation réalisée.

La résolution et la détection des défauts est également sensible à la fréquence de la sonde utilisée. La sonde 4MHz, par exemple, est capable de repérer des défauts plus petits que la sonde 1MHz mais est absorbée plus rapidement de part les propriétés de transmission de l'acrylique à ces longueurs d'onde.

### Analyse et caractérisation physique d'un milieu

La vitesse de propagation est déterminée par temps de vol. Comme une erreur est induite lors de l'interfaçage de la sonde avec le solide, la méthode la plus précise est de réaliser un différentiel de temps de vol à 2 fréquences ou 2 longueurs différentes.

La mesure de l'atténuation acoustique se fait par 2 sondes disposées de part et d'autre des 3 cylindres et en mesurant l'amplitude transmise.

Lorsqu'on assemble/superpose 2 cylindres ou 2 matériaux, on peut réaliser une analyse spectrale et localiser la profondeur de chaque interface.

### Module d'élasticité et ondes de cisaillement

Le module d'élasticité d'un matériau solide peut être mesuré grâce aux ondes Shear qu'il génère. On étudie la propagation longitudinale et transversale des ultrasons à différents angles d'incidence ce qui permet de calculer le ratio de Poisson et le module de Shear.

Le déphasage, l'effet de la résonance et la dispersion des ondes ultrasons peuvent également être étudiées avec quelques accessoires supplémentaires (nous consulter pour avoir le catalogue complet d'expériences sur le sujet).



# ÉCHOSCOPE ULTRASONIQUE

## Scanner Échoscope

- Fourni avec logiciel d'acquisition et d'analyse
- Génération de pulses de formes réglables
- 2 versions : introduction ou complet

**gampt**  
ULTRASONIC SOLUTIONS

Retrouvez toutes les solutions ultrasons de la gamme GAMPT  
[www.gampt.de/en/](http://www.gampt.de/en/)

Nova Physics est le partenaire exclusif de GAMPT  
en France dans l'éducation



Expériences sur les ondes de cisaillement. Page 60



Propagation guidée des ultrasons. Page 60



Hydrophone MHz - Page 58  
Ref. CWM881



ONDES

| ENSEMBLE D'INTRODUCTION DE L'ÉCHOSCOPIE ET L'ÉCHOGRAPHIE ULTRASONORE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Ensemble d'introduction à l'analyse échoscopique/échographique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonde échographique solidaire 2MHz</li> <li>• Boîtier compact d'alimentation et d'acquisition (220V-50Hz)</li> <li>• Logiciel d'exploitation et d'imagerie inclus (compatible W7/W8/W10)</li> <li>• Ensemble d'échantillons d'étude et de tests</li> <li>- Bloc rectangulaire acrylique d'analyse avec perçages internes de test</li> <li>- Jeu d'échantillons de différents matériaux et métaux</li> <li>- Pyramide 3D pour étude de l'imagerie 3D en ultrasons</li> </ul> | WMG100 | 3000 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |          |
| ENSEMBLE COMPLET D'ÉTUDE DE L'ÉCHOSCOPIE ET L'ÉCHOGRAPHIE ULTRASONORE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
| <b>Ensemble complet Échoscope</b> double entrée/sortie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenant l'Échoscope WMG400</li> <li>• Sonde US 1MHzWMG411</li> <li>• 2 Sondes US 2MHzWMG412</li> <li>• Sonde US 4MHzWMG414</li> <li>• Blocs, supports et accessoires d'études en acrylique</li> <li>• Gel pour ultrasons</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      | WMG490 | 6900 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |          |
| ÉLÉMENTS SÉPARÉS ET ACCESSOIRES (tous les accessoires et expériences p.XX)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
| Kit Hydrophone MHz avec bac à liquide, support de sonde et d'hydrophone                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CWM881 | 600 €    |
| 1 Générateur Échoscope multifonctions double entrée/sortie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WMG400 | 4500 €   |
| 2 Bloc acrylique de test à analyser, avec trous et défauts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WMG421 | 99 €     |
| 3 Ensemble de cylindres de test, avec supports                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WMG219 | 219 €    |
| 4 Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 1MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WMG411 | 600 €    |
| 5 Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 2MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WMG412 | 600 €    |
| 6 Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 4MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WMG414 | 600 €    |



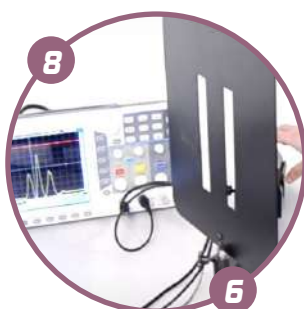


Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
ou sur notre site internet

# BANC MICRO-ONDES

*De nombreuses expériences possibles avec tous les accessoires disponibles*

- Etude de la réponse et de la résonance d'une Diode Gunn
- Etude de la polarisation et de la loi de Malus en ondes centimétriques
- Etude de la diffraction et des interférences en ondes centimétriques
- Etude de la réflexion totale dans un prisme et approche quantique (effet tunnel)
- Etude des ondes stationnaires dans une cavité micro-ondes par sonde Schottky ponctuelle
- Interférométrie en ondes centimétriques : Michelson, Fabry-Pérot



## ELEMENTS MICRO-ONDES AU DÉTAIL

|                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 1 Antenne Schottky sans cornet, pour analyse ponctuelle du niveau d'onde en ondes stationnaires         | WEC025 | 150 €    |
| 2 Récepteur Schottky avec cornet orientable sur 360° avec graduation de l'angle au degré                | WEC020 | 300 €    |
| 3 Émetteur Diode Gunn à fréquence variable 8-12 GHz, cornet métallique et cavité accordable par vernier | WEC015 | 480 €    |
| 4 Console de pilotage Micro-Ondes, émission continue ou modulée créneau + amplification                 | WEC050 | 300 €    |
| 5 Platine motorisée pour relevé des ondes stationnaires, avec interface et logiciel d'acquisition       | WEC083 | 600 €    |
| Ecran semi-réfléchissant aux micro-ondes, avec support sur tige                                         | WEC065 | 90 €     |
| Prisme en paraffine petit modèle pour étude de la réfraction, avec son plateau support                  | WEC061 | 60 €     |
| Prisme en paraffine grand modèle hauteur environ 20cm pour effet tunnel et réflexion totale             | WEC062 | 120 €    |
| Lentille en paraffine grand modèle hauteur environ 20cm, convergente avec support                       | WEC069 | 120 €    |
| Ecran Fente unique, métallique, sur tige dia.10mm pour étude diffraction                                | WEC071 | 39 €     |
| 6 Ecran Bi-fente, métallique, sur tige dia.10mm pour étude interférences                                | WEC072 | 39 €     |
| 7 Ecran Grille métallique, sur tige dia.10mm pour étude polarisation                                    | WEC073 | 39 €     |
| 8 Oscilloscope 2 voies 30MHz, écran couleur TFT 8"                                                      | EIO503 | 315 €    |

# BANC MICRO-ONDES

**Une fabrication NovaPhysics, pensée et conçue avec vous**

- Avec un émetteur à cavité réglable permettant d'étudier la réponse de la diode Gunn, d'obtenir la résonance maximum et donc une très grande puissance d'émission.
- De véritables bancs et supports mécaniques, rotatifs et gradués avec précision, qui offrent une stabilité idéale et un confort optimum.



| BANC MICRO-ONDES SUPÉRIEUR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Kit Banc Micro-Ondes Nova Physics</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Émetteur Diode Gunn 8-12 GHz avec cornet métallique et cavité accordable par vernier micrométrique</li> <li>• Récepteur Diode Schottky avec cornet métallique rotatif avec monture graduée sur 360°</li> <li>• Interface de pilotage avec mode émission continue et mode émission modulée par un créneau</li> <li>• Jeu d'obstacles sur tige : 1 fente simple, 1 bi-fente et 1 grille pour la polarisation</li> <li>• Bancs prismatiques aluminium plein, longueur 60cm + 120cm avec accouplement goniométrique et 2 cavaliers</li> <li>• Accessoires et connectique nécessaire au bon fonctionnement des expériences</li> </ul> | WEC990 | 1500 €   |
| ENSEMBLES TP CLÉS EN MAIN (PLUS DE DÉTAILS PAGES 66-67)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
| <b>TP Introduction aux micro-ondes, sur pieds d'optique : Propagation, Polarisation, Absorption</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | TPW911 | 1390 €   |
| <b>TP Etude complète des Micro-Ondes sur bancs goniométriques : Réfraction, Diffraction, Interférences</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | TPW912 | 1980 €   |
| <b>TP Etude du phénomène d'ondes évanescentes en Micro-ondes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TPW914 | 1980 €   |
| <b>TP Interféromètre de Michelson et Miroir de Lloyd en Micro-ondes, avec bancs prismatiques</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TPW915 | 1890 €   |
| <b>TP Interféromètre et cavité d'ondes stationnaires en Micro-ondes, sur PC, avec plateforme pilotable</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | TPW916 | 1800 €   |

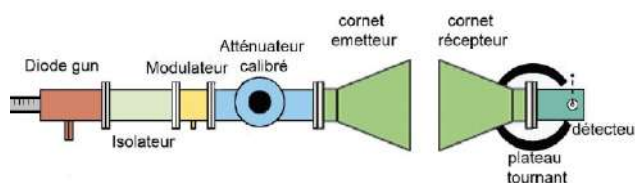
# ENSEMBLE HYPERFRÉQUENCE ET GUIDES D'ONDE

## De nombreuses expériences possibles :

- Caractérisation de l'oscillateur Gunn
- Mesure de la fréquence de la diode Gunn
- Mesure du rapport d'onde stationnaire (TOS/VSWR)
- Mesure du coefficient de réflexion
- Mesure d'une charge d'impédance inconnue
- Mesure des caractéristiques de l'atténuateur
- Etude des caractéristiques de l'isolateur et circulateur

THÉMATIQUES POUVANT ÊTRE ABORDÉES AVEC L'ENSEMBLE COMPLET WEC777

- Propagation dans un guide d'ondes rectangulaire
- Rayonnement d'un cornet, zone de rayonnement
- Etude d'une cavité résonnante hyperfréquence
- Multiplexage et Couplage directionnel



### ENSEMBLE HFI COMPLET - EXPÉRIENCES AVANCÉES

REF

PRIX TTC

#### Contenu de l'ensemble HFI Complet

Oscillateur Gunn accordable avec cavité de résonance  
 Modulateur PIN pour diode Gunn + Isolateur anti-retour d'onde  
 Interface d'alimentation et de modulation de la Diode Gunn et connectique BNC  
 Sonde réceptrice Schottky avec coupleur BNC  
 Guide d'onde à fente avec support de sonde translatable  
 TOSmètre multicalibre avec double échelle (Exp et Linéaire), et ajustement fin du Gain  
 Fréquencemètre à lecture directe par vernier hélicoïdal  
 Atténuateur variable avec vernier micrométrique  
 Variateur de phase avec vernier micrométrique  
 Transitions fixes, mobiles, de fin de chaîne, d'adaptation...  
 Paire de cornets à gain standard, pour propagation en air libre  
 Antennes à fentes étroites et larges  
 Coupleur en T pour champ E et pour champ H, coupleur triple en Y  
 Coupleurs directionnels 10dB  
 Transitions spiralée et courbes  
 Détecteur guide d'onde, sortie BNC  
 Atténuateur calibré 3 db + Atténuateur calibré 10 db  
 Cavité cylindrique à volume vide ou pouvant accueillir des diélectrique  
 Cellule diélectrique solide avec réflecteur réglable + cellule diélectrique liquide avec piston réglable  
 Lot de solides diélectriques d'étude (Teflon, Nylon, Ebonite, Perspex, Paraffine...)  
 Supports et pieds haute stabilité pour maintien des guides (x4)  
 2 rails de 60cm avec cavaliers coulissants pour maintien des guides (x4)  
 Plateau tournant pouvant être couplés aux rails, pour mesure du diagramme de rayonnement  
 Connectique nécessaire et mallettes de rangement

WEC777

7980 €

### ELEMENTS AU DÉTAIL

REF

PRIX TTC

|                                                                                                         |        |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
| Sonde Schottky ponctuelle pour banc HFI avec guide d'onde à fente et support de translation             | WEC725 | 600 € |
| Détecteur Schottky avec guide d'onde pour banc HFI                                                      | WEC720 | 300 € |
| Émetteur Diode Gunn accordable pour banc HyperFréquence HFI                                             | WEC715 | 690 € |
| Isolateur anti-retour d'onde pour guide d'onde HFI                                                      | WEC730 | 330 € |
| Modulateur PIN pour diode Gunn et guide d'onde HFI                                                      | WEC731 | 330 € |
| Atténuateur variable 0-20db pour guide d'onde HFI                                                       | WEC732 | 300 € |
| Fréquencemètre à lecture directe par vernier hélicoïdal pour guide d'onde HFI                           | WEC740 | 600 € |
| Paire d'antenne cornets pour émetteur et détecteur HFI, gain 16dB                                       | WEC744 | 390 € |
| Système de rails et plateau tournant pour mesure du diagramme de rayonnement, avec supports coulissants | WEC750 | 480 € |

# ENSEMBLE HYPERFRÉQUENCE ET GUIDES D'ONDE

*Une gamme fonctionnelle et adaptée à l'enseignement tout en respectant votre budget*

- Ensembles avec toute l'instrumentation spécifique
- Utilisation de la Diode Gunn, plus sécuritaire
- Réglages manuels pour mieux comprendre le fonctionnement et le principe
- Compositions pouvant être adaptées à votre besoin
- De nombreux accessoires

Toutes les thématiques et expériences  
Page 68

Alimentation de l'oscillateur GUNN avec réglage de la fréquence et de l'amplitude de modulation, ainsi que du Gain de l'oscillateur. Affichage du Courant et de la Tension

Fréquencemètre à lecture directe par vernier hélicoïdal

TOSmètre multicalibre avec ajustement fin du gain et sélection échelle linéaire ou exponentielle

Atténuateur variable par vernier micrométrique

Connectique BNC  
Possibilité d'observer à l'oscilloscope avec un Té

Diode Gunn avec modulateur et réglage de la fréquence par vernier

Isolateur anti-réflexions parasites

Supports en fonte et acier, haute stabilité

Sonde réceptrice accordable avec plateforme de translation

ONDES

## ENSEMBLE HFI ESSENTIEL - EXPÉRIENCES CLASSIQUES

REF

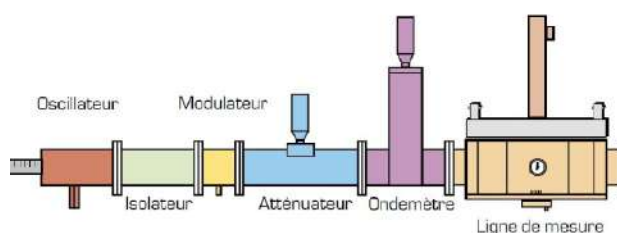
PRIX TTC

### Contenu de l'ensemble HFI Essentiel

Oscillateur Gunn accordable avec cavité de résonance  
Modulateur PIN pour diode Gunn  
Interface d'alimentation et de modulation de la Diode Gunn et connectique BNC  
Isolateur anti-retour d'onde  
Sonde réceptrice Schottky avec coupleur BNC  
Guide d'onde à fente avec support de sonde translatable  
TOSmètre multicalibre avec double échelle (Exp et Linéaire), et ajustement fin du Gain  
Fréquencemètre à lecture directe par vernier hélicoïdal  
Atténuateur variable avec vernier micrométrique  
Transition fixe simple  
Transition mobile  
Transition de fin de chaîne  
Supports et pieds haute stabilité x4

WEC772

4500 €

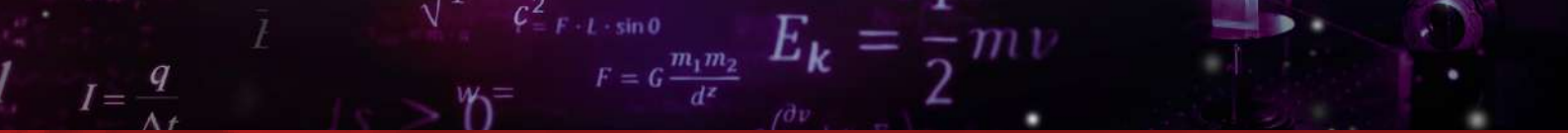


# MÉCANIQUE

---

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| Centrale Inertielle sans fils DynNova       | <b>234</b> |
| Capteurs et bancs de mécanique              | <b>238</b> |
| Pendules et systèmes oscillants             | <b>240</b> |
| Systèmes rotatifs et oscillations forcées   | <b>244</b> |
| Forces, frottements, dynamomètres, ressorts | <b>246</b> |
| Mécanique des fluides                       | <b>248</b> |
| Mécanique des matériaux                     | <b>250</b> |





## PLANS INCLINÉS

page 247



## PENDULES

page 240



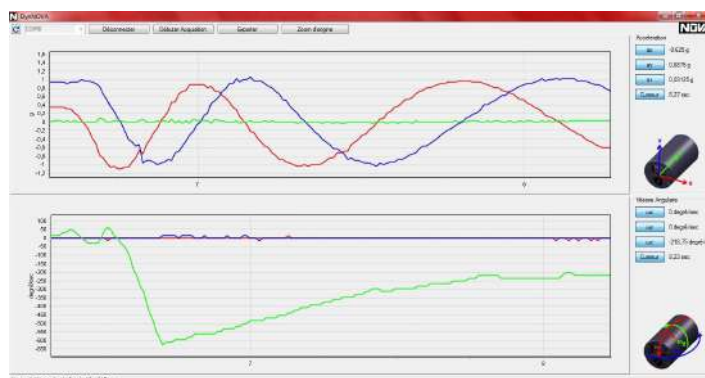
# LOGICIEL DYNNOVA

## Interface Logicielle DynNova

- Compatible Windows XP, 7, 8 et 10
- Multiposte, logiciel non payant inclus d'office avec le capteur DynNova

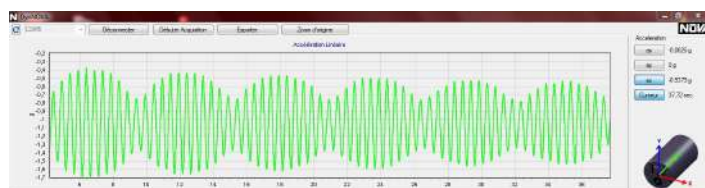
**BEST  
SELLER**

UNE UTILISATION EFFICACE ET INTUITIVE

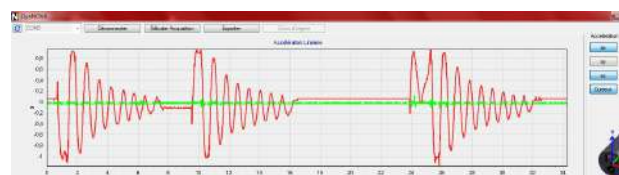
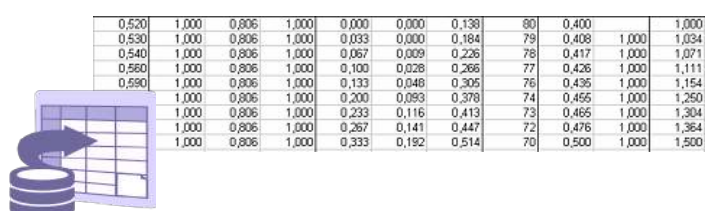


Affichage des accélérations sur la partie supérieure.  
Affichage des vitesses de rotation sur la partie inférieure.

FONCTIONNALITÉS PRATIQUES



DES DONNÉES EXPORTABLES ET FACILES À TRAITER



Pas de menus compliqués, tout se trouve sur l'interface.

Les axes X,Y et Z sont différenciés par leurs couleurs  
Sélection et affichage à tout moment des axes qui vous intéressent.

Les curseurs permettent des mesures temporelles et affichent les valeurs d'accélération ou de vitesse à un instant donné.

Un clic droit vous affiche la liste des fonctionnalités possibles : Zoom, Impression, Copie...

Les données sont exportables facilement sous forme de tableur.

Nombreux formats (.txt, .csv, .xls...) récupérables sur Python, Matlab, Regressi, LatisPro...

# CENTRALE INERTIELLE DYNNOVA

**Le capteur qui modernise toutes vos expériences de mécanique !**

- Sans-fil, il est ainsi facile de l'incorporer dans divers systèmes dynamiques avec un minimum de contraintes.
- Le capteur peut être étudié comme étant un mobile cylindrique autonome. Sa faible masse (<20g) fait qu'il peut être négligé dans certaines configurations et études.
- Avec sa grande polyvalence d'utilisation et ses nombreuses applications, le capteur DynNova est souvent sollicité.
- Les centrales inertielles sont de plus en plus courantes dans les appareils de tous les jours (smartphones, drones, manettes de console...).

Mesure des accélérations  
sur les 3 axes !

Mesure des vitesses angulaires  
autour des 3 axes !

Sans-Fil,  
Rechargeable  
Autonomie 4 heures

Données en temps réel,  
par bluetooth !

**Pack complet BabyDynNova**

**399 € TTC / Ref. CMD366**



**NEW**

Nouvelle version  
plus compacte,  
avec connexion  
simplifiée !

PRATIQUE POUR  
**les TIPE**

Exemple de mise en œuvre : avec un pendule oscillant

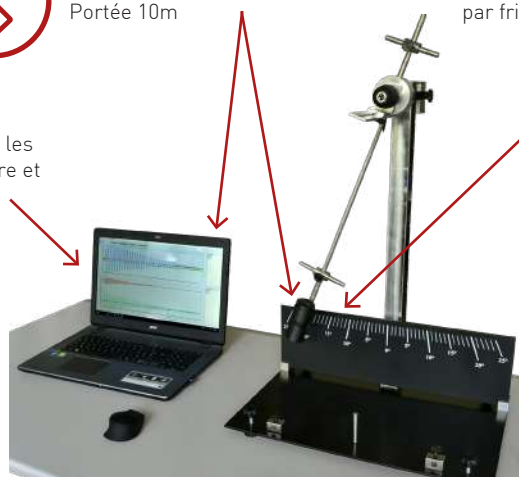


Communication Bluetooth  
Portée 10m

Système de freinage solide  
par friction

Le logiciel vous affiche en temps réel les  
données des 3 axes de l'accéléromètre et  
des 3 rotations du gyromètre.

Placez en quelques secondes le capteur  
DynNOVA sur l'axe du pendule à l'aide  
du système d'attache pour tige



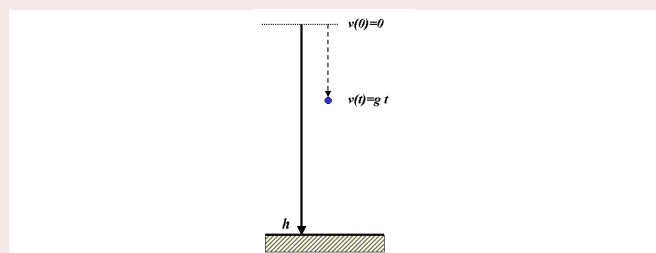


Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
ou sur notre site internet

### Avec l'accéléromètre 3 axes :

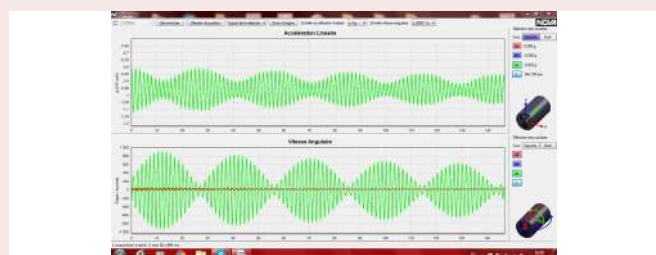
- Oscillations d'un ressort
- Frottements et mouvements linéaires

- Chute libre
- Chocs



### Mesure de l'accélération lors d'une chute libre

On lâche le capteur DynNOVA en position verticale depuis une hauteur connue au-dessus d'une plaque de mousse.  
L'acquisition se fait suivant l'axe Z du capteur.  
Le capteur subit la pesanteur 'g' dès qu'il est libéré.  
On mesure également le temps qu'il a mis pour parcourir la hauteur de chute. On peut ainsi vérifier les lois de pesanteur.



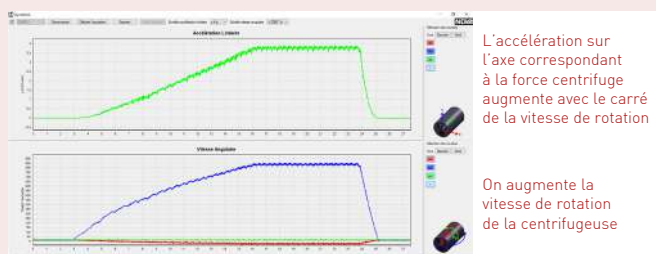
### Oscillations libres, forcées, résonance

On utilise le capteur DynNOVA comme une masse que l'on vient accrocher au bout d'un ressort. Le capteur étant équilibré suivant l'axe du ressort, on obtient un système d'oscillations harmoniques. On écarte le lanceur de sa position d'équilibre d'une distance connue et on lance l'acquisition.  
Connaissant la masse du capteur, on mesure la période d'oscillation et calcule la raideur du ressort. Les amortissements dus aux frottements peuvent également être évalués. Les ressorts ayant également une constante de torsion en plus de leur constante d'élongation, cela se traduit par des battements clairement mesurables avec le capteur DynNOVA.



### Oscillations d'un pendule

On peut placer la centrale inertielle sur l'axe de pendule grâce au système d'attache pour tige diamètre 10mm.  
Avec le gyromètre, on obtient la vitesse de rotation autour de l'axe de rotation de l'axe oscillant.  
Avec l'accéléromètre, on peut mesurer les accélérations que subit le module pendant le mouvement.  
Utilisable avec tout type de pendule : simple, pesant ou forcé.



L'accélération sur l'axe correspondant à la force centrifuge augmente avec le carré de la vitesse de rotation

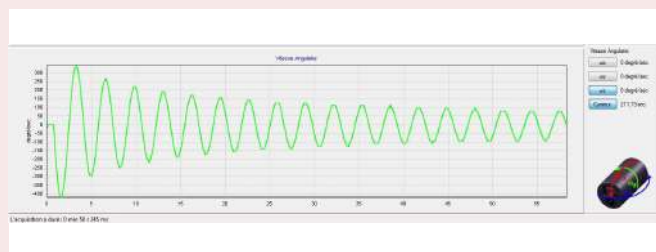
On augmente la vitesse de rotation de la centrifugeuse

### Vitesse de rotation et force centrifuge

On utilise le système centrifugeur MRC 360, le capteur DynNOVA et une alimentation variable. Avec le système d'attache sur tige MOA 010, on fixe le capteur DynNOVA sur l'axe rotatif. La distance de fixation par rapport au centre est réglable afin d'étudier l'influence du rayon. On alimente le dispositif centrifugeur avec une tension de plus en plus importante pour augmenter sa vitesse de rotation. Cette dernière est mesurable grâce au gyromètre de la centrale inertielle. On vérifie ainsi que l'accélération centrifuge est proportionnelle au rayon, et au carré de la vitesse de rotation.

### Pendule de torsion, mesure d'une constante de torsion

Avec le système d'attache avec crochet, on fixe le capteur DynNOVA à un fil métallique de diamètre et matériau connu (cuivre, nylon, acier, corde de piano...). On fixe le système sur une potence, on fait tourner le capteur de 2-3 tours sur lui-même et on libère le système. Celui-ci va effectuer des rotations libres autour de l'axe Z. La période, la vitesse et le profil d'amortissement dépend des paramètres du fil utilisé et notamment de sa constante de torsion.





# PACK DYNNOVA ET ACCESSOIRES



## Centrale inertielle DynNova

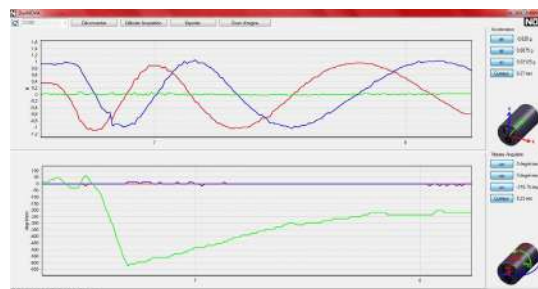
De nombreuses expériences dynamiques avec le même mobile autonome

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Mesures instantanées d'accélération sur les 3 dimensions X,Y et Z  
 Mesures instantanées de vitesse angulaire autour de ces 3 axes  
 Dynamique de sensibilité réglable de 2 à 16g  
 Échantillonnage numérique 16bits, fréquence d'échantillonnage environ 1kHz  
 Module cylindrique équilibré avec moment d'inertie facile à déterminer  
 Miniature : Hauteur 25mm - Diamètre 40mm  
 Autonomie 4 heures, rechargeable par USB en 1h30  
 Connexion bluetooth directe, sans logiciel tiers  
 Acquisition directe via logiciel et export possible en TXT, XLS, CSV...  
 Compatible Windows XP, 7, 8, 10 (32 et 64 bits)



Affichage des accélérations sur la partie supérieure



Affichage des vitesses de rotation sur la partie inférieure

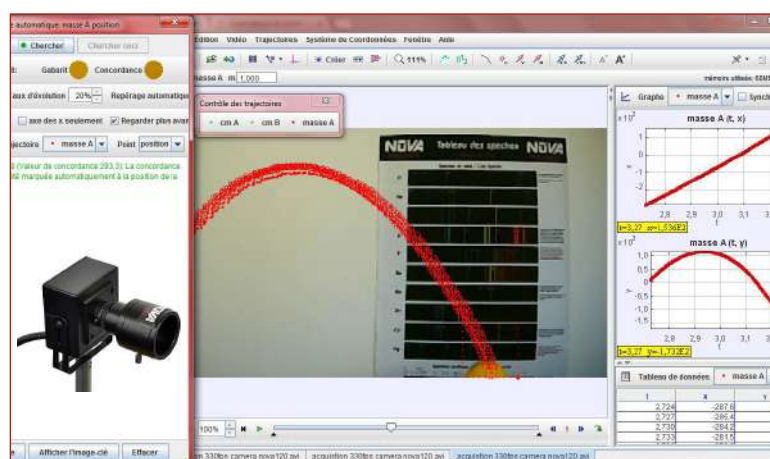
| PACK DYNNOVA |                                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 1            | <b>Centrale Inertielle BabyDynNova</b>                                                                                                                                                                                          |        |          |
|              | Mobile Capteur sans fil DynNova<br>Récepteur bluetooth<br>Logiciel multiposte<br>Chargeur USB<br>Mallette de rangement<br>Système d'attache à crochet<br>Système d'attache sur tige<br>Notice complète et Mallette de rangement | CMD366 | 399 €    |
| ACCESSOIRES  |                                                                                                                                                                                                                                 | REF    | PRIX TTC |
| 2            | Système d'attache Avec crochet                                                                                                                                                                                                  | MOA016 | 24 €     |
| 3            | Système d'attache Pour tige dia.10mm                                                                                                                                                                                            | MOA010 | 24 €     |
|              | Jeu de masses empilables 50 à 250g support crochet 50g + 9x20g + 1x10g + 2x5g] en laiton, gravé                                                                                                                                 | MOF592 | 18 €     |
|              | Enceinte étanche Pour capteur BabyDynNova                                                                                                                                                                                       | MOA066 | 39 €     |
|              | Jeu de 3 fils de torsion et de 2 ressorts d'étude                                                                                                                                                                               | MOA019 | 24 €     |
|              | Ballon d'étude Pour DynNova                                                                                                                                                                                                     | MOA098 | 24 €     |



# CAPTEURS POUR LA MÉCANIQUE

**Des capteurs de mesure intelligents, utilisables pour moderniser les expériences de mécanique**

- Poulie électronique :** Une poulie reliée à un codeur de rotation haute-résolution et qui peut se fixer sur une potence. Les données sont transmises au PC par USB avec un logiciel d'acquisition graphique et d'export des données. Imaginez vos propres montages de pendules !
- Voiture dynamique :** Un mobile roulant qui peut transmettre ses données de déplacement et de vitesse à l'ordinateur sans aucun fils. Étudiez facilement des mouvements sur différentes surfaces et différents profils ! Fourni avec logiciel d'acquisition et d'export des données.
- Balle chronométrique :** Une méthode économique, moderne et pratique pour réaliser l'expérience de la chute libre. Placez la balle à une hauteur connue, maintenez le bouton appuyé et lâchez le tout. Le chronomètre se déclenche et s'arrête au premier contact.



## CAMÉRAS RAPIDES NOVA (COC460/470/480)

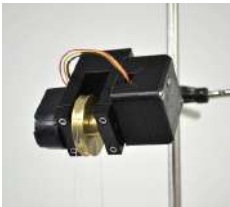
Cette gamme de caméras offre de nombreux avantages pour les acquisitions de mouvements et phénomènes rapides.

La **mise au point est manuelle**, permettant de garder une netteté constante du plan d'étude, contrairement aux webcams et aux smartphones dont l'autofocus s'active au passage de l'objet mobile rendant les acquisitions floues par moment.

Le **compromis cadence/résolution est supérieur** à la moyenne des caméras rapides traditionnelles. On atteint des cadences supérieures à 300 fps avec une résolution qui reste tout de même de 640x360 pixels.

Ces caméras enregistrent les vidéos en **format standard .avi**, et sont donc compatibles avec la grande majorité des logiciels d'acquisition et de pointage.

Plus de détails à la page XXX

| CAPTEURS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | PRIX TTC                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Poulie électronique sans fils</b><br/>Codeur 500 points par tour, sur roulement à bille faible frottements<br/>Transmission des données sans fils par bluetooth via clé fournie<br/>Poulie diamètre 25mm<br/>Échantillonnage 1kHz<br/>Fourni avec monture permettant le positionnement sur des tiges dia.10mm<br/>Chargeur USB fourni<br/>Logiciel d'acquisition Windows et d'export des données sous forme de tableau</p> | <b>CMP536</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>297 €</b>                                                                                            |
|  <p><b>Voiture dynamique sans fils</b><br/>Voiture autonome<br/>Batteries AA 3x1.5V, longue autonomie<br/>Codeur de rotation numérique<br/>Transmission des données sans fil par clé Wifi fournie<br/>Bouton de synchronisation automatique<br/>Logiciel d'acquisition avec exportation des données sous format de tableau standard<br/>Systèmes de crochets et d'attaches d'éléments pour différentes études</p>                 | <b>CMD600</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>240 €</b>                                                                                            |
|  <p><b>Caméras rapides Nova Physics</b><br/>Capteur CMOS 1/3" 1980x1080<br/>USB 2.0 - Format vidéo AVI/MJPEG<br/>Boîtier métallique<br/>Montée sur tige dia.10mm<br/>Fournie avec objectifs et logiciels</p>                                                                                                                                                                                                                      | Cadence 30/60/120 ips.<br>Résolution 640x480 @ 120 ips<br>Temps d'intégration automatique<br><br>Cadence 60/120/333 ips.<br>Résolution 640x360 @ 333 ips<br>Temps d'intégration automatique<br><br>Cadence 60/120/260 ips.<br>Résolution 640x360 @ 260 ips<br>Temps d'intégration défini par l'utilisateur | <b>COC460</b><br><b>120 €</b><br><br><b>COC470</b><br><b>240 €</b><br><br><b>COC480</b><br><b>270 €</b> |
|  <p><b>Balle chronométrique pour la chute libre</b><br/>Afficheur LCD<br/>Chronomètre 0 à 9.999s<br/>Résolution 0.001s<br/>Diamètre de la balle 10cm<br/>Hauteur de lâché max : 4m<br/>Batterie CR2032</p>                                                                                                                                                                                                                        | <b>CMB741</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>39 €</b>                                                                                             |

## BANCS À COUSSIN D'AIR

**Pour l'étude des lois de Newton, des chocs et couplages sur une dimension**

- Frottements inexistant (ou très négligeables)
- Profilé spécifique assurant l'extrême rigidité du rail.
- Pied réglable pour assurer une parfaite stabilité et horizontalité.
- Nombreuses expériences de mécanique en mouvement réalisables.

TP & EXPÉRIENCES  
SUR LES  
LOIS DE NEWTON  
PAGE 78

## AMORTISSEMENTS

En faisant varier les forces de frottement avec des tampons ou des aimants, on peut étudier le freinage fluide et solide.

## CHOCs

Des pare-chocs de différentes natures (mousse, caoutchouc, scratch, ressort...) peuvent être fixés sur les cavaliers

## CINÉMATIQUE

Enregistrez facilement la cinématique du cavalier, en faisant varier l'inclinaison du banc, en rajoutant des masses sur les cavaliers...à l'aide d'une barrière optique ou d'une caméra rapide

## COUPLAGE

On peut relier 2 cavaliers entre eux avec un fil ou un ressort pour étudier les couplages élastiques et inélastiques

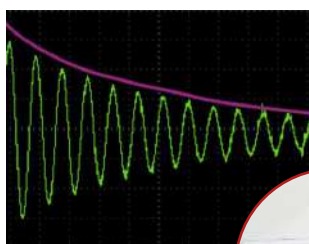


**Caméras rapides Nova**  
Plus d'infos à la page 205

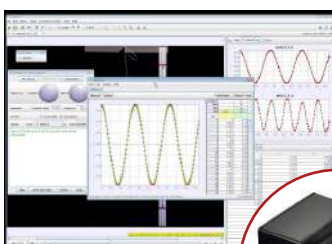
| BANC À COUSSIN D'AIR                                                                | REF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | PRIX TTC                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|  | <p><b>Banc à coussin d'air avec accessoires</b></p> <p>Rail profilé aluminium anodisé 1850mm<br/>           Gradué en mm sur 1,80m<br/>           2 faces percées de 2 rangées de trous Ø 1mm<br/>           Pieds de réglage inclus<br/>           1 tuyau d'air comprimé (1,80m)<br/>           2 mobiles de 90mm<br/>           2 supports de capteurs optiques<br/>           Poulie accéléromètre et plan incliné<br/>           Lot d'accessoires en valisette de rangement</p> | <p><i>MLC900</i></p> <p><b>399 €</b></p> |
|  | <p><b>Soufflerie pour banc à coussin d'air</b></p> <p>Soufflerie avec variateur de débit d'air<br/>           Raccord à compression pour tuyau d'air<br/>           Poignée de transport et ouïes d'aération<br/>           Turbine silencieuse à sortie tangentielle<br/>           Moteur puissant pouvant alimenter 2 bancs<br/>           Alimentation secteur 230V</p>                                                                                                           | <p><i>MLC060</i></p> <p><b>399 €</b></p> |
|  | <p><b>Lanceur électromagnétique</b></p> <p>Boîtier en tôle à fixer sur le rail<br/>           Alimentation 12V par douilles de sécurité Ø4mm<br/>           Bouton poussoir et 2 ressorts différents<br/>           Cordon jack pour connexion chronomètre</p>                                                                                                                                                                                                                        | <p><i>MLC090</i></p> <p><b>99 €</b></p>  |
|  | <p><b>Chronomètre avec paire de barrières optiques</b></p> <p>Boîtier afficheur secondes, 1/10, 1/100, 1/1000<br/>           START et STOP manuel ou via les capteurs<br/>           2 Cellules optiques sur supports en H avec vis<br/>           Câble de liaison au chronomètre par prise jack</p>                                                                                                                                                                                 | <p><i>CML910</i></p> <p><b>270 €</b></p> |

# PENDULES SIMPLES

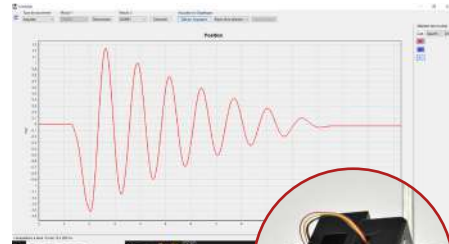
- OSCILLATEUR PENDULAIRE  
Pendule simple, pendule pesant
- OSCILLATEUR VERTICAL  
Avec un système masse - ressort
- ENERGIE CINETIQUE ET POTENTIELLE
- PERTES PAR FROTTEMENTS
- MOMENT D'INERTIE



Pendule pesant avec acquisition analogique et visualisation à l'oscilloscope.  
Oscilloscopes page 271



Pendule simple avec acquisition par chrono-photographie avec caméra rapide.  
Caméras rapides page 205



Pendule oscillant avec acquisition numérique par poulie électronique.  
Capteurs méca page 237

| PENDULES SIMPLES                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|                      | <b>Pendule simple-pesant avec systèmes de freinage et sorties analogiques</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structure métallique en acier + aluminium</li> <li>• Entrées/Sorties analogiques sécurisées 4mm</li> <li>• Capteur servo-potentiomètre + roulement à billes faible frottement</li> <li>• Frottements fluides par résistance de l'air</li> <li>• Frottements solides par friction sur l'axe</li> <li>• Masses coulissantes, échelles graduées au mm</li> <li>• Embase lourde anti-dérapante</li> <li>• Tige inox longueur 50cm min. diamètre 8mm</li> <li>• Tige carbone longueur 50cm min. diamètre 8mm</li> <li>• Poids 5kg, hauteur totale 60cm</li> </ul> | MOP050 | 498 €    |
|                                                                                                         | <b>Pendule simple</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Socle métallique 25x13cm avec potence dia.10mm</li> <li>• Poulie avec ficelle à crochet</li> <li>• Rapporteur gradué de -90 à +90° sur panneau PVC blanc</li> <li>• 3 boules de dia.30mm de masses différentes : laiton, aluminium, bois</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | MOP003 | 69 €     |
|                                                                                                         |  <b>Pendule oscillant simple avec poulie électronique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potence à trépied lourd haute stabilité, hauteur 100cm avec noix et poulie</li> <li>• Poulie électronique USB 500 points par tour, avec logiciel d'acquisition</li> <li>• Jeu de 2 ressorts hélicoïdaux avec anneaux de suspensions</li> <li>• Jeu de masses à crochet de 50 à 500g</li> </ul>                                                                                                                                                                                                | MOP536 | 420 €    |
| ACCESSOIRES                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
| Potence de maintien Avec trépied lourd 5kg, hauteur de 100cm                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OSP090 | 75 €     |
| Poulie sur potence de maintien Avec trépied lourd 5kg, hauteur de 100cm, noix de serrage et poulie      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OSP093 | 99 €     |
| Pince 3 doigts Diamètre accepté 5 à 60mm                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OSH003 | 9 €      |
| Noix de serrage 2 axes Diamètre accepté 1 à 20mm                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | OSH002 | 4,80 €   |
| Masse de Wilberforce Masse avec corps de révolution ajustable par des vis radiales, avec ressort adapté |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | MOF052 | 45 €     |
| Jeu de masses empilables                                                                                | 9x100g avec crochet support de 100g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | MOF591 | 30 €     |
|                                                                                                         | 9x20g, 1x10g, 2x5g avec crochet support de 50g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MOF592 | 18 €     |
|                                                                                                         | 9x50g avec crochet support de 50g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | MOF595 | 18 €     |
| Ressorts souples avec anneaux de suspension                                                             | Diamètre 20mm, Raideur 5N/m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | MOF005 | 4,50 €   |
|                                                                                                         | Diamètre 32mm, Raideur 4N/m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | MOF004 | 4,50 €   |

# PENDULES PESANTS

- **HAUTE ROBUSTESSE**  
Entièrement métallique, avec des roulements solides et durables
- **HAUTE STABILITÉ**  
Disposants d'une base métallique lourde et de plots antidérapants
- **SORTIES ANALOGIQUES**  
Sorties douilles 4mm pour récupérer les valeurs de tension correspondant à l'angle de l'axe oscillant
- **POLYVALENTS**  
Peuvent être couplés entre eux pour aggrandir le champ d'expériences possibles

## EQUIPEMENT EXHAUSTIF

Un jeu de masses calibrées permet de faire varier le moment d'inertie et la période propre à votre guise.  
Des systèmes de freinage solide et fluides sont proposés pour inclure les études sur les frottements.

## COMPATIBILITÉ ET ADAPTABILITÉ

Les pendules Nova disposent de tiges au diamètre standard de 10mm, et vous laissent la possibilité de facilement rajouter d'autres éléments comme par exemple le capteur Dynnova CMD366.

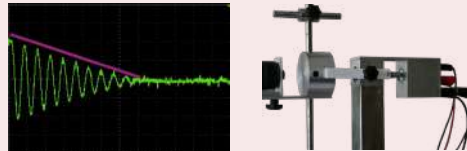


TP & EXPÉRIENCES  
SUR LES  
OSCILLATIONS  
PAGE 72

## FROTTEMENTS FLUIDES



## FROTTEMENTS SOLIDES



## PENDULES PESANTS

REF

PRIX TTC



### Pendule pesant supérieur avec systèmes de freinage

- Structure en inox et aluminium avec embase en acier avec pylône de hauteur 60 cm
- Embase rectangulaire 48x30cm montée sur 4 pieds amortisseurs, poids 10kg minimum
- Axe oscillant de dia.10mm en inox de longueur totale 84 cm, crantée
- Contrepoids de 650g environ en Inox pour équilibrage statique
- Jeu de 6 masses cylindriques percées et marquées, en Inox, avec support de masse
- Système de freinage par courant de Foucault avec plaque aluminium et aimant réglable
- Système de freinage solide par friction d'un lame en nylon
- Capteur servo-potentiométrique linéaire 1W sur roulement faibles frottements.
- La tension mesurée correspond à l'angle de l'axe oscillant
- Boîtier équipé de sorties analogiques 4 mm sécurisées pour l'exploitation EXAO/Oscillo
- Deux supports fixés et système de mandrin autoserrant pour couplage de pendules

MOP100

1095 €

### Ensemble pendule pesant supérieur avec capteur DynNova, composé de

- Pendule pesant supérieur MOP100
- Centrale inertielle DynNova CMD366
- Pince d'adaptation MOA010

TPM212

1470 €

### Ensemble pendule pesant supérieur avec instrumentation, composé de

- Pendule pesant supérieur MOP100
- Oscilloscope numérique 2 voies 30MHz mini, écran TFT 8 pouces EI0503
- Alimentation symétrique +15/-15V - 2A pré-cablée EIA152

TPM211

1530 €



## PENDULES SPÉCIAUX

## • PENDULES HISTORIQUES OU ORIGINAUX

Qui ont permis la meilleure compréhension des phénomènes physiques et des lois de la mécanique par des observations qualitatives mais aussi des mesures quantitatives.

1742 : Pendule balistique, le radar de l'époque

1896 : Pendule de Wilberforce, le ressort magique

1959 : Pendule de Pohl, le pendule tournant

TP & EXPÉRIENCES  
SUR LES  
OSCILLATIONS  
PAGE 75

## FREINAGE PAR COURANT DE FOUCAULT

## • AVEC UN PENDULE DE WALTENHOFEN (MOP380)

Un corps pendulaire constitué d'une plaque métallique massive oscille entre les pôles d'un électro-aimant désactivé. Lorsque l'aimant est activé, le mouvement pendulaire de la plaque est rapidement arrêté sous l'effet du champ magnétique. Si la plaque présente des fentes, le temps d'arrêt est plus long, c'est-à-dire que l'effet du freinage est fortement réduit.

## • AVEC UN PENDULE DE POHL (MOP360)

Le pendule tournant permet l'analyse d'oscillations libres, forcées et chaotiques en présence de différents amortissements avec notamment un frein à courants de Foucault dont l'intensité de freinage peut être choisie par l'utilisateur.

## CONSERVATION D'ÉNERGIE

## • AVEC UN PENDULE BALISTIQUE (MOP340)

Le projectile percute le pendule pesant puis se lie à lui. L'ensemble remonte sous l'effet du choc. La mesure de la hauteur de montée du pendule permet de déterminer la vitesse du projectile.

## • AVEC UN PENDULE DE WILBERFORCE (MOP350/352)

Ce pendule démontre le couplage des oscillations de rotation et de translation sur un système ressort-masse ajusté qui réside dans la géométrie du ressort. Un mouvement en direction longitudinale entraîne la torsion du ressort, ce qui entraîne une oscillation de rotation. La rotation entraîne soit un étirement, soit une contraction du ressort, ce qui provoque alors une oscillation longitudinale. Le réglage peut être choisi par l'utilisateur.

## PENDULES SPÉCIAUX

## REF

## PRIX TTC

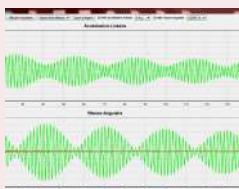
**Pendule Balistique**

- Structure de pendule balistique avec réceptacle, hauteur 30cm
- Système à 5 niveaux de tension du ressort balistique et donc de vitesse initiale
- Plaque rapporteur pour mesure de l'amplitude max
- 2 billes en acier et autres accessoires
- Relevé de l'amplitude par tige de mesure

Utilisation recommandée avec caméra rapide Nova60 à 120ips COC460 (non fournie)

MOP340

375 €

**Pendule de Wilberforce avec centrale inertielle**

- Potence à trepied lourd haute stabilité, 5kg, hauteur 100cm avec noix de serrage
- Masse avec corps de révolution ajustable par des vis radiales
- Jeu de 2 ressorts avec ressort adapté
- Centrale inertielle DynNova sans-fil + système d'attache + logiciel (MOP352 uniquement)

Acquisition ci-contre réalisée avec centrale inertielle DynNova (inclus dans MOP352)

Sans capteur  
MOP350

150 €

Avec capteur  
MOP352

525 €

**Pendule tournant de Pohl**

- Pendule tournant avec anneau gradué et aiguilles sur le résonateur et l'excitateur.
- Système oscillant constitué d'une roue en cuivre, montée sur un roulement à billes, et reliée à la barre de l'excitateur par un ressort spiral.
- Moteur électrique relié par un excentrique avec réglage de la vitesse du moteur
- Frein électromagnétique à courants de Foucault pour amortissement fluide

MOP360

1320 €

**Pendule de Wallenhofen**

- Potence à trepied lourd haute stabilité, 5kg, hauteur 100cm avec noix de serrage
- Système de pendule de Waltenhofen avec 4 plaques de différentes formes :
  - rectangulaire et rectangulaire à fentes suivant sens
  - rond
  - annulaire
  - annulaire à fentes

Nécessite aimant en U, pôles coniques, bobines etc. (non inclus)

MOP380

240 €

**Pendule Gravitationnel**

- Pendule avec système d'inclinaison du plan d'oscillation
- Longueur de pendule max. : 280 mm
- Masse de 500g
- Cadran gradué pour lecture de l'angle du plan du pendule : 0° - 90°

Utilisation recommandée avec centrale inertielle DynNova CMD366 (non fournie)

MOP398

249 €



# PENDULES COUPLÉS

## • HAUTE ROBUSTESSE

Entièrement métallique, avec des roulements solides et durables

## • HAUTE STABILITÉ

Disposant d'une base métallique lourde et de plots antidérapants

## • SORTIES ANALOGIQUES

Sorties douilles 4mm pour récupérer les valeurs de tension correspondant à l'angle de l'axe oscillant

## • POLYVALENTS

### PENDULES PESANT COUPLÉS LATÉRALEMENT (MOP052)

Deux pendules pesants sont associés côte à côte par un ressort horizontal qui relie élastiquement les 2 axes entre eux. Ce ressort peut être placé à différents niveaux. On détermine les 2 modes propres. Pour aller plus loin, d'autres ressorts et pendules peuvent être rajoutés pour réaliser par exemple : un système d'oscillations couplés à 2 pendules + 3 ressorts, 3 pendules + 4

### PENDULES COUPLÉS EN ROTATION (MOP200)

En associant 2 pendules identiques l'un en face de l'autre, relié par une tige de torsion en laiton, on crée un pendule double. Le couplage est dit de «rotation», on étudie ainsi leurs modes propres, leur résonance ainsi que le cas particulier des pendules sympathiques.

### EXCITEUR-RÉSONATEUR (MOP200/300)

Dans ce cas, les 2 pendules couplés en rotation ont des rôles très différents. Le pendule exciteur se comporte en première approximation comme un pendule simple dont on peut faire varier la longueur et donc la période. Le résonateur réagit à l'excitation et sa période propre peut être modifiée par l'adjonction de

### ETUDE DU PENDULE DE TORSION (MOP200)

L'axe est bloqué sur l'un des pendules, l'autre pendule est couplé par un fil ou un ressort, il se comporte alors comme un pendule de torsion.



### PENDULES COUPLÉS ÉQUIPÉS

REF

PRIX TTC



#### Ensemble de pendules couplés (couplage frontal en rotation)

- 2 pendules pesants supérieures MOP100 (caractéristiques détaillées pages précédentes)
- Tiges de couplage en laiton
- Barres d'assemblage solidaire des embases
- Variation possible de la longueur de la tige de couplage par translation des mandrins
- Système de fixation d'un des pendules pour fonctionnement en pendule de torsion
- Systèmes de frottement fluide et solide fournis avec chacun des 2 pendules
- Jeu de masses gravées en Inox pour chacun des 2 pendules

Peut être complété par les accessoires de couplage latéral MOP022 en option

MOP200

2160 €



#### Ensemble d'oscillateurs couplés (couplage latéral)

- 2 pendules simple/pesants MOP050 (caractéristiques détaillées pages précédentes)
- 2 systèmes coulissants avec crochet pour adaptation ressort de couplage
- 3 ressorts de couplage adaptés à l'expérience des oscillateurs couplés

Pour l'étude du système d'oscillateur couplés à 2 pendules et 3 ressorts, il est nécessaire de rajouter 2 potences rigides aux extrémités du montage pour fixer les ressorts d'extrémités.

Non inclus dans cette référence, disponibles en option ci-dessous

MOP052

1080 €



#### Exciteur-Résonateur avec ressort de couplage

- Structure en inox et aluminium avec embase en acier et pylône de hauteur 60 cm
- Embase rectangulaire montée sur 4 pieds amortisseurs, poids 8kg minimum
- Axe exciteur en inox de dia.10mm, longueur 58cm avec contrepoids coulissant 1750g
- Axe résonateur en aluminium plat de longueur 58cm avec glissière d'ajustement
- Couplage des deux axes par liaison élastique assurant une excitation sinusoïdale
- Capteur servo-potentiométrique linéaire 1W sur roulement faibles frottements
- Une échelle horizontale graduée en degré permet le repérage des elongations.
- Une palette rectangulaire amovible permet d'introduire un amortissement fluide
- Boîtier équipé de sorties analogiques 4 mm sécurisées pour l'exploitation EXAO/Oscillo

MOP300

990 €

### ACCESSOIRES OPTIONNELS

REF

PRIX TTC

Potence de maintien rigide Avec trépied lourd 5kg

OSP092

75 €

Jeu de 2 supports coulissants à crochet et 3 ressorts de couplages Adaptés à l'expérience de couplage latéral

MOP022

90 €

## OSCILLATIONS FORCÉES

## Etude de la réponse fréquentielle et de la résonance

- Excitation sinusoïdale, Excitation impulsionnelle
- Oscillations forcées, dans l'air, dans un fluide
- Génération forcée de vagues dans une cuve
- Amortissement fluide, fréquence de résonance

## OSCILLATEUR MOTORISÉ PILOTABLE PAR GBF, POLYVALENT !

Système métallique de bielle manivelle montée sur double roulement avec motorisation pas à pas et interface de pilotage par GBF.

Très ouvert et adaptable, il offre de nombreuses possibilités :

- Utilisation comme un générateur de vague avec un plongeur (WMF800)
- Utilisation comme un exciteur d'oscillations forcées avec poulie (MOF266)
- Possibilité d'excitation verticale ou horizontale, impulsionnelle, sinusoïdale
- Le pilotage par GBF permet de contrôler l'excitation souhaitée

Découvrez les expériences autour de ce système aux pages 71 et 74



## SYSTÈMES OSCILLANTS

## REF

## PRIX TTC

**Système de bielle-manivelle motorisée, pilotable par GBF**

- Système de bielle manivelle motorisée et pilotable par GBF
- Carte d'interfaçage à sortie BNC, fréquence et pas d'excitation réglable
- Structure métallique avec 3 niveaux d'amplitude d'oscillation
- Deux positions possibles : excitation horizontale ou verticale
- Deux excitations possibles : impulsionnelle ou continue
- Poulie sur tige dia.10mm, transfo secteur 12V
- Vmax 20cm/s - Fréquence max 5Hz - Amplitudes 13/20/30mm

MOF266

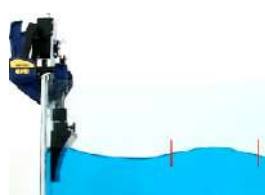
390 €

**Système complet d'oscillations forcées en mallette**

- 1 boîtier de commande 220 x 140 x 110 mm avec :
  - Afficheur de fréquence
  - Moteur avec adaptateur secteur
  - 1 poulie à excentrique
- 1 potence solidaire du boîtier de commande
- 1 règle graduée à zéro réglable
- 1 ressort
- 1 éprouvette pour étude dans un fluide
- 1 série de 3 masselottes
- 3 disques de diamètres différents
- 1 valise de rangement

MOF200

450 €

**Générateur de vagues motorisé, pilotable par GBF**

- Système de bielle manivelle motorisée et pilotable par GBF
- Carte d'interfaçage à sortie BNC - Fréquence et pas d'excitation réglable
- Structure métallique avec 3 niveaux d'amplitude d'oscillation
- Deux positions possibles : excitation horizontale ou verticale
- Deux excitations possibles : impulsionnelle ou continue
- Plongeur plat fourni 15x15cm, transfo secteur 12V
- Vmax 20cm/s - Fréquence max 5Hz - Amplitudes 13/20/30mm

WMF800

390 €

## ACCESSOIRES

## REF

## PRIX TTC

**Potence de maintien** Avec trépied lourd 5kg, hauteur de 100cm

OSP090

75 €

**Poulie sur potence de maintien** Avec trépied lourd 5kg, hauteur de 100cm, noix de serrage et poulie

OSP093

99 €

**Pince 3 doigts** Diamètre accepté 5 à 60mm

OSH003

9 €

**Noix de serrage 2 axes** Diamètre accepté 1 à 20mm

OSH002

4,80 €

**Masse de Wilberforce** Masse avec corps de révolution ajustable par des vis radiales, avec ressort adapté

MOF052

45 €

**Jeu de masses empilables**

9x100g avec crochet support de 100g

MOF591

30 €

9x20g, 1x10g, 2x5g avec crochet support de 50g

MOF592

18 €

9x50g avec crochet support de 50g

MOF595

18 €

**Ressorts souples avec anneaux de suspension**

Diamètre 20mm, Raideur 5N/m

MOF005

4,50 €

Diamètre 32mm, Raideur 4N/m

MOF004

4,50 €

# SYSTÈMES DE ROTATION

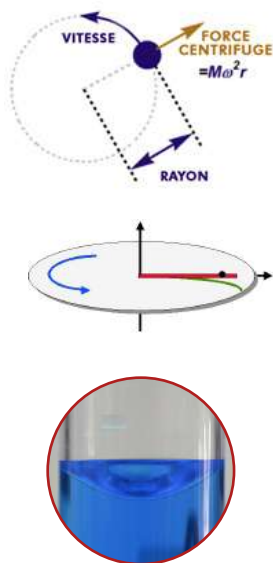
## Dynamique de rotation et force centrifuge

- Systèmes stables, à excitation manuelle (MRC220) ou électrique (MRC360/366)
- Nombreuses études possibles : moment d'inertie, force centrifuge, force centripète, force de Coriolis, surface de liquides en rotation, tension superficielle...
- Polyvalents et idéaux pour les TIPE, couplés à des capteurs comme la centrale inertielle (CMD366) ou aux caméras rapides (COC460/470/480)

### GYROSCOPE MOTORISÉ DE PRÉCISION MRC111

Construit avec la plus grande précision en laiton massif avec un cadre en aluminium léger. Des roulements à billes miniatures en acier inoxydable soigneusement choisis lui permettent de fonctionner en douceur et presque silencieusement pendant une longue durée.

Livré avec de nombreux accessoires, un moteur 12000tr/minutes et plusieurs points de fixation différents pour multiplier les expériences possibles.



### EXPERIENCES ORIGINALES POSSIBLES

#### FORCE CENTRIFUGE (LORSQUE ASSOCIÉ AVEC DYNNOVA)

Avec la pince d'attache pour capteur Dynnova, vous pouvez placer celui-ci à différentes distances radiales, contrôler la vitesse de rotation grâce au système motorisé, et avoir la mesure instantanée de la vitesse de rotation et l'accélération due à la force centrifuge grâce au capteur DynNova qui est à la fois un gyromètre et un accéléromètre 3 axes.

#### FORCE DE CORIOLIS (AVEC LE SYSTEME À DISQUE MRC366)

Etudiez les lois de l'inertie et de la mécanique dans un référentiel tournant, en plaçant par exemple une bille sur le support en rotation et en filmant son mouvement.

#### SURFACE DE LIQUIDES EN ROTATION (AVEC LE SYSTEME À DISQUE)

Un cylindre contenant du liquide est soumis à une rotation autour de son axe vertical. La surface du liquide forme un paraboloïde de révolution dont les paramètres sont déterminées en fonction de la vitesse angulaire.

## SYSTÈMES DE ROTATION

## REF

## PRIX TTC

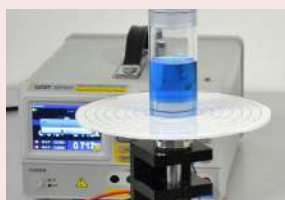


### Système motorisé de tige tournante

- Axe diamètre 10mm inox, longueur 50cm
- Vitesse de rotation pilotable de 30 à 300 rpm
- Alimentation par douilles 4mm jusqu'à 24V
- Trépied haute stabilité anti-vibrations
- Horizontalité réglable, contrepoids fournis

MRC360

360 €



### Système motorisé de plateau tournant

- Disque tournant diamètre 20mm, en acier
- Axe diamètre 10mm inox, longueur 50cm
- Vitesse de rotation pilotable de 30 à 300 rpm
- Alimentation par douilles 4mm jusqu'à 24V
- Trépied haute stabilité anti-vibrations
- Possibilité de mettre en rotation soit la tige, soit le disque

MRC366

540 €



### Système manuel d'étude de la dynamique de rotation

- Cadre en aluminium 20 x 20 avec pieds pivotants
- Poulie à 3 étages (Ø 30 - 45 - 60mm)
- 6 masselottes d'inertie de 200 g
- 2 masses cylindriques à crochet (200 g - 100 g)
- Dimensions : 700 x 250 x 260
- Vallissette pour accessoires 240x200x45mm

MRC220

360 €

## AUTRES ARTICLES

## REF

## PRIX TTC

Tachymètre avec/sans contact 2-99999 rpm avec afficheur 5 digits

EIT623

144 €

Gyroscope motorisé de précision en laiton + acier, avec kit d'accessoires et moteur 12000tr/min

MRC111

168 €

Centrale inertielle miniature BabyDynnova avec système d'attache, clé bluetooth, logiciel d'acquisition

CMD366

399 €

Alimentation Courant Continu 0-30V / 0-5A avec affichage digital

EIA301

99 €

# DYNAMOMÈTRES, RESSORTS,

## Éléments et accessoires pour l'étude des forces

- Ressorts à crochets, souples
- Masses à crochet ou empilables
- Dynamomètres à crochet ou à cadran
- Panneaux-écrans magnétiques inscriptibles



| DYNAMOMÈTRES                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF                                                                     | PRIX TTC |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------|--------|
|    | <b>Dynamomètres à cadran</b>                                                                                                                                                                                                                                                | Plage 1N                                                                | MOF101   | 39 €   |
|                                                                                     | Cadran gradué Ø150 mm<br>Monté sur aimant Ø45 mm<br>Ressort à spirales fixé sur poulie<br>Vis moletée pour réglage du zéro                                                                                                                                                  | Plage 2N                                                                | MOF102   | 39 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 5N                                                                | MOF105   | 39 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 10N                                                               | MOF110   | 39 €   |
|   | <b>Dynamomètres de précision, type PESON</b>                                                                                                                                                                                                                                | Plage 0.1N - Précision 0.002N                                           | MOF151   | 15 €   |
|                                                                                     | Qualité supérieure<br>Graduations faciles à lire<br>Résolution de 2% en pleine échelle (Newton)<br>Durabilité : le ressort scellé dans le tube<br>Ne peut être emmêlé ou tendu à l'extrême<br>Echelles internes ineffaçables.<br>Réglage du zéro facile et précis par écrou | Plage 0.2N - Précision 0.004N                                           | MOF152   | 15 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 1N - Précision 0.02N                                              | MOF161   | 15 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 2N - Précision 0.04N                                              | MOF162   | 15 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 5N - Précision 0.1N                                               | MOF165   | 15 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 10N - Précision 0.2N                                              | MOF171   | 15 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 20N - Précision 0.4N                                              | MOF172   | 15 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Plage 50N - Précision 1N                                                | MOF175   | 15 €   |
|  | <b>Dynamomètre numérique KERN</b>                                                                                                                                                                                                                                           | Plage 50N - Précision 0.05N<br>Plage 5kg - Précision 5g                 | CMF155   | 75 €   |
|                                                                                     | Balance dynamométrique suspendue<br>Mesure électronique avec TARE<br>Affichage en gramme ou en Newton<br>Alimentation par 2 piles AA                                                                                                                                        |                                                                         |          |        |
| MASSES                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF                                                                     | PRIX TTC |        |
|  | <b>Jeu de masses empilables sur crochet</b>                                                                                                                                                                                                                                 | 100 à 1000g : Crochet 100g + 9 x 100g                                   | MOF591   | 30 €   |
|                                                                                     | Masse cylindriques avec fente<br>En laiton, avec marquage                                                                                                                                                                                                                   | 50 à 250g : 50g + 9x20g + 1x10g + 2x5g                                  | MOF592   | 18 €   |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                             | 50 à 500g : Crochet 50g + 9 x 50g                                       | MOF595   | 18 €   |
|  | <b>Masse + Ressort de Wilberforce</b>                                                                                                                                                                                                                                       | Masse 142g - Ressort 5N/m                                               | MOF052   | 45 €   |
|                                                                                     | Masse avec corps de révolution ajustable<br>par des vis radiales avec petites<br>masselottes. Crochet en fil métallique<br>Ressort adapté avec constantes de torsion et<br>élongation proches                                                                               |                                                                         |          |        |
|  | <b>Jeu de 11 masses en acier avec crochets</b>                                                                                                                                                                                                                              | 1g-2g(x2)-5g-10g(x2)-20g-50g-100g(x2)-200g                              | MOF561   | 36 €   |
|                                                                                     | Crochet des 2 côtés de la masse<br>Masses hexagonales de 5 à 200g<br>Masses 1g et 2g en forme de chiffres<br>Poids total: 500 g, avec boîte de rangement                                                                                                                    |                                                                         |          |        |
| RESSORTS                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF                                                                     | PRIX TTC |        |
|  | <b>Jeu de 5 ressorts à suspension</b>                                                                                                                                                                                                                                       | Diamètres 10 - 12 - 14 - 16 - 18mm<br>Raideurs 8 - 13 - 22 - 36 - 50N/m | MOF015   | 18 €   |
|                                                                                     | 5 diamètres différents et raideurs<br>différentes. Etiquetées                                                                                                                                                                                                               | Diamètre 20mm, Raideur 5N/m                                             | MOF005   | 4,50 € |
| <b>Ressorts ultra souples</b>                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                             | Diamètre 32mm, Raideur 4N/m                                             | MOF004   | 4,50 € |
|  | Avec anneaux de suspension                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                         |          |        |



# FORCES ET FROTTEMENTS

## Plans inclinés et bancs de frottements

- Lecture de l'inclinaison facilitée grâce au fil pesant et au rapporteur gradué
- Etude des lois de l'équilibre sur un plan incliné
- Etude des oscillations sur un plan incliné
- Etude des frottements avec un plan optimisé avec 3 surfaces différentes possibles

## PLAN INCLINÉ ET ETUDES DES AMORTISSEMENTS

Précision de réglage de l'angle d'inclinaison.  
Expériences multipliées grâce aux différentes surfaces de frottement combinables (3).

## MALETTE DE MÉCANIQUE POLYVALENTE

Un grand nombre d'expériences interactives et visibles avec une seule malette d'accessoires :

- Etude du centre de gravité.
- Moments des forces.
- Plan incliné.
- Somme de forces.
- Loi de HOOKE.
- Etalonnage d'un ressort.

## PRATIQUE À RANGER

Transport et stockage facilité par la valisette.



| ENSEMBLE COMPLET POUR L'ÉTUDE DE LA MÉCANIQUE                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF                       | PRIX TTC     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------|
|  | <b>Mallette de mécanique tout en un</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 disque des moments sur aimant avec set d'ergots</li> <li>• 1 bobine de fil</li> <li>• 1 levier métallique 15 trous équidistants</li> <li>• 1 axe sur aimant</li> </ul> Lot d'accessoires magnétiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 poulies, 2 crochets, 1 règle</li> <li>• 2 dynamomètres à cadran 2N magnétiques</li> <li>• 4 dynamomètres peson (2N - 5N) magnétiques</li> <li>• 1 série de 12 masses à crochet (50, 100 et 200g)</li> <li>• 1 plan incliné et son galet</li> <li>• 3 ressorts de raideur différente avec leur échelle d'étalonnage magnétique</li> <li>• 2 feutres effaçables</li> <li>• 3 flèches et 2 triangles magnétiques</li> </ul> | MOF900                    | 399 €        |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |              |
| PLAN INCLINÉ                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF                       | PRIX TTC     |
|  | <b>Plan incliné avec 3 surfaces de frottement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rail 600x70mm inclinable métallique avec poulie</li> <li>• Sur socle avec rapporteur gradué</li> <li>• 1 double bande magnétique à fixer sur le rail :</li> <li>• 1 face mousse EPDM / 1 face PVC</li> <li>• 1 chariot à 2 crochets 160x60mm</li> <li>• 2 accessoires magnétiques à fixer sur le chariot :</li> <li>• 1 élément mousse EPDM / 1 élément PVC</li> <li>• 1 dynamomètre peson 2N</li> <li>• 1 rouleau acier</li> <li>• Valisette avec mousses de rangement</li> </ul>                                                                                                                                                                                 | MLP240                    | 135 €        |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |              |
| ECRANS INSCRIPTIBLES ET MAGNETIQUES                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF                       | PRIX TTC     |
|  | <b>Panneau blanc effaçable et magnétique</b><br>Position verticale ou horizontale<br>Pieds supports amovibles et magnétiques<br>Pieds triangulaires : 300 x 200 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Dimensions : 600 x 400 mm | OSE640 90 €  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dimensions : 600 x 900 mm | OSE690 120 € |



## TENSION SUPERFICIELLE, VISCOSITÉ...

**Viscosité et autres propriétés mécaniques des fluides**

• La viscosité d'un fluide peut varier selon divers paramètres tels que, la pression, la nature du fluide (ici celui-ci est dit newtonien ou non newtonien), le type d'écoulement du fluide, ou encore sa température.

• Plusieurs systèmes sont proposés ici : Une étude poussée de la viscosité est possible avec le système MFV827 tandis que les viscosimètres à rotation MFV810 et MFV890 vous permettront surtout d'avoir des mesures sur les liquides newtoniens.

**VISCOSIMÈTRE À CHUTE DE BILLE**

Permet des mesures simples et précises de la viscosité dynamique de liquides transparents de Newton.

La bille roule et glisse dans un tube de mesure cylindrique rempli du liquide à analyser. La viscosité recherchée mesurée en mPa s résulte du temps nécessaire à la bille pour parcourir un trajet défini dans le tube de mesure. Le tube de mesure peut ensuite être retourné pour mesurer le temps de retour de la bille.

Le tube de mesure est dans un bain qui peut être rempli d'eau tiède pour mesurer la viscosité en fonction de la température (nécessite un bain marie).

**VISCOSIMÈTRE ANALOGIQUE DE ROTATION (MFV810)**

Ce viscosimètre analogique est l'alternative idéale aux mesureurs numériques chers tout en permettant une mesure rapide et convenable. Il est robuste, de maniement facile et d'utilisation portable. Un afficheur analogique indique la valeur de la viscosité. La transmission électronique vous assure une rotation constante et en conséquence, une haute reproductibilité des valeurs de mesure.

**VISCOSIMÈTRE NUMÉRIQUE DE ROTATION (MFV890)**

Fonctionnant sur le même principe que le viscosimètre analogique MFV810, il apporte en plus une lecture et mesure automatique et instantanée de la viscosité ce qui peut être utile si celle-ci varie au cours du temps.

| VISCOSIMÈTRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Viscosimètre à chute de bille</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosimètre à chute de bille avec 6 billes et 1 passe-bille</li> <li>• Thermomètre 0 – 100° C</li> <li>• Kit de nettoyage</li> <li>• Certificat d'essai avec données précises de constantes K et d'épaisseur</li> </ul> <p><b>Caractéristiques techniques :</b><br/>           Plage de mesure : 0,5 mPa s à 7*10<sup>4</sup> mPa s (selon DIN 53015)<br/>           Précision des mesures 0,5 à 2% (selon la bille utilisée)<br/>           Billes : 2 en Verre borosilicaté, 2 en fer nickelé, 2 en acier<br/>           Diamètre des billes : 11,00 à 15,81 mm<br/>           Diamètre du tube de mesure 15,95 mm<br/>           Temps de parcours de la bille 30 à 450 s<br/>           Longueur de la ligne de mesure : 100 mm dans les deux sens<br/>           Angle de travail l: 10° à la verticale / 70°-60°-50° à l'horizontale<br/>           Volume de remplissage 40ml - Plage de température -60 à +150°C</p> | MFV827 | 3399 €   |
|  <p><b>Viscosimètre analogique de rotation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Viscosimètre analogique</li> <li>• 4 Broches, connectique, alimentation, coffret, certificat et notice</li> </ul> <p><b>Caractéristiques techniques :</b><br/>           Plages de mesure : 10 ... 100.000 mPa s<br/>           Précision ±5 % (avec liquide Newtonien)<br/>           Broches rotors : 4 modèles différents<br/>           Vitesse de rotation 6 / 12 / 30 / 60 minutes</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | MFV810 | 780 €    |
|  <p><b>Viscosimètre numérique de rotation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Viscosimètre numérique avec affichage digital et réglages automatiques</li> <li>• 4 Broches, connectique, alimentation, certificat, coffret et notice</li> </ul> <p><b>Caractéristiques techniques :</b><br/>           Plages de mesure : 10 ... 100.000 mPa s<br/>           Précision ±5 % (avec liquide Newtonien)<br/>           Broches rotors : 4 modèles différents<br/>           Vitesse de rotation 6 / 12 / 30 / 60 minutes</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MFV890 | 1200 €   |
| TENSION SUPERFICIELLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Anneau pour étude de la tension superficielle</b></p> <p>Anneau dia.65mm pour expérience de la tension superficielle, à bords biseautés, suspendu par 3 fils et 1 oieillon</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | MRG310 | 25,50 €  |
|  <p><b>Cylindre refermable et étanche pour étude des surfaces en rotation</b></p> <p>Cylindre étanche pour liquide, en plexiglass, refermable avec bouchon<br/>           Diamètre 50mm, hauteur 120mm, avec jeu de colorants</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | MOA066 | 39 €     |

# VÉLOCIMÉTRIE DOPPLER EN ULTRASONS

## Vélocimétrie Doppler en ultrasons MHz

- Fourni avec logiciel d'acquisition et d'analyse
- Génération de pulses à amplitude variable
- Compatibilité avec différentes sondes 1MHz, 2MHz, 4MHz
- Génération d'un signal audible du décalage Doppler
- Matériel robuste répondant à toutes les normes de sécurité
- Largement exploitable en mécanique des fluides

**gampt**  
ULTRASONIC SOLUTIONS

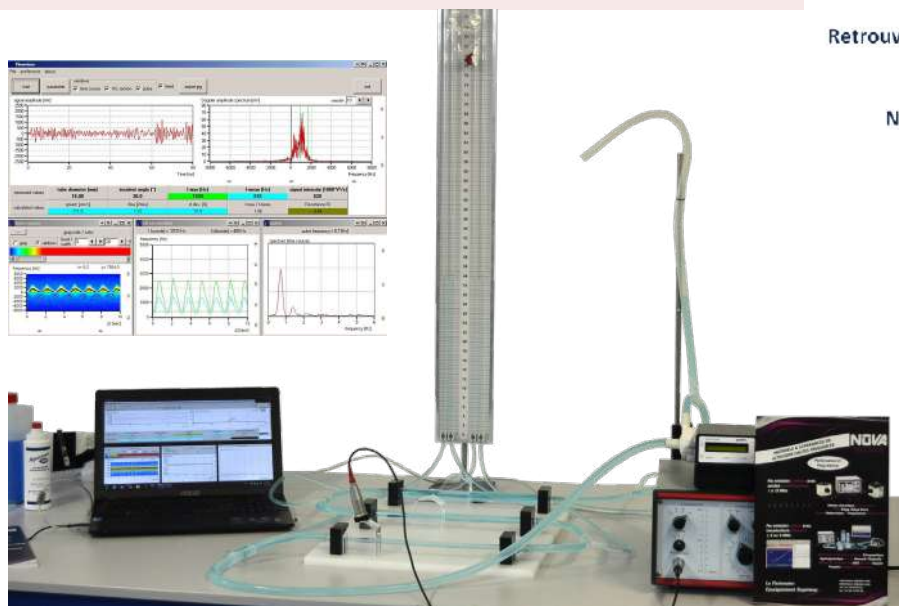
Retrouvez toutes les solutions ultrasons de la gamme GAMPT  
[www.gampt.de/en/](http://www.gampt.de/en/)

Nova Physics est le partenaire exclusif de GAMPT  
en France dans l'éducation



### LOGICIEL COMPLET D'ANALYSE

Interface USB  
Acquisition temporelle  
Analyse FFT en temps réel  
Visualisation du spectre Doppler  
Mesures de flux, de vitesse  
Représentation et mesure des pressions  
Mesure de la vitesse de propagation  
Mesure de l'atténuation acoustique  
Scans temporels et spatiaux  
Etude par rampe progressive de gain  
Analyse spectrale ultrasonore



| ENSEMBLES COMPLETS - EXPÉRIENCES CLÉS EN MAIN (VOIR PAGE XX POUR LE DETAIL)                                 |                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Ensemble complet clés en main, pour étude Bernoulli, Hagen-Poiseuille et Doppler (détails p.82)</b>      |                                                                                              | TPW511 | 6600 €   |
| <b>Ensemble complet clés en main, pour étude du débitmètre Doppler et à temps de transit (détails p.82)</b> |                                                                                              | TPW522 | 6900 €   |
| ÉLÉMENTS À LA CARTE ET ACCESSOIRES                                                                          |                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|                                                                                                             | Générateur d'impulsions Doppler, avec logiciel complet                                       | WMG500 | 4380 €   |
|                                                                                                             | Pompe génératrice réglable de flux continus et alternatifs                                   | WMG513 | 930 €    |
|                                                                                                             | Tuyauterie, prismes Doppler et accessoires pour montage                                      | WMG521 | 720 €    |
|                                                                                                             | Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 1MHz                                           | WMG411 | 600 €    |
|                                                                                                             | Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 2MHz                                           | WMG412 | 600 €    |
|                                                                                                             | Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 4MHz                                           | WMG414 | 600 €    |
|                                                                                                             | Système de double réservoir gradué avec accessoires, pour débitmètre à temps de transit      | WMG522 | 720 €    |
|                                                                                                             | Table graduée de mesure de pression à 4 capillaires                                          | WMG515 | 300 €    |
|                                                                                                             | Liquide Doppler avec particules diffusantes de taille adaptée à la fréquence ultrasonore, 1L | WMG511 | 39 €     |

## ELASTICITÉ DES MATÉRIAUX

**Contraintes, flexion, module d'Young...**

- Etude de la flexion de la barre plate en fonction de
  - la force
  - l'épaisseur, à force constante
  - la largeur, à force constante
  - la distance entre les points de support, à force constante.

- Détermination du module d'élasticité de différents matériaux
- Notions de flexion uniforme et non uniforme
- Module de Young, Coefficient de Poisson

**MESURE DU MODULE DE YOUNG**

Le module de Young est une mesure de la rigidité d'un matériau élastique qui est une des constantes mécaniques les plus importantes pour caractériser les matériaux. Il s'agit de la constante qui relie la contrainte de traction/compression et le début de la déformation d'un matériau élastique. Plus le module est élevé, plus le matériau est dit «rigide».

Plusieurs méthodes existent pour mesurer le module de Young :

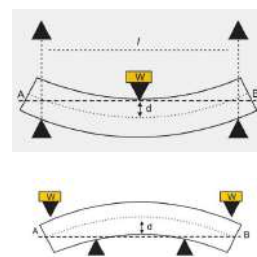
- Par la propagation ondulatoire, en trouvant la fréquence propre de vibration du matériau et/ou en mesurer la vitesse du son dans le matériau. (WMV126)
- Par les propriétés optiques du matériau : la photo-élasticimétrie (OCP512)
- En faisant des tests de traction et de compression (MFY530), couplé à des comparateurs mécaniques et/ou viseurs micrométriques. Une barre plate est supportée en 2 points. Elle est pliée sous l'action d'une force qui agit au centre de la barre. Le module d'élasticité est déterminé à partir de la flexion et des données géométriques de la barre.

**FLEXION UNIFORME ET NON UNIFORME**

Deux types de flexion peuvent être étudiés :

- Flexion non uniforme : la poutre est supportée symétriquement sur deux supports sur les bords et chargée en son centre. La flexion maximale se produit en son centre. Comme la charge n'est appliquée qu'en un point de la poutre, cette flexion n'est pas uniforme à travers la poutre et la flexion de la poutre est appelée flexion non uniforme et n'a pas une forme d'arc de cercle.
- Flexion uniforme : la barre est placée symétriquement sur deux supports. Deux crochets de poids sont suspendus aux extrémités, à égale distance des supports. Les poids sont ajoutés un par un et les mesures correspondantes sont relevées. A partir de ces lectures, on peut déterminer l'élévation moyenne du centre de la barre pour une masse donnée.

Expériences  
détaillées  
page 85



| ENSEMBLES COMPLETS                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|                             | <b>Banc de test de flexion pour étude du module de Young</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Longueur 50cm, avec 2 supports de translations avec pointe ligne biseauté</li> <li>• Structure métallique stable avec écran pour faciliter les mesures au viseur</li> <li>• Support pour fixation comparateur</li> </ul> Expérience complète page 84 | MFY530 | 600 €    |
|                             | <b>Kit Photoélasticimétrie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lot de 4 poutres de différents matériaux/sections/longueurs</li> <li>• 1 support de fixation adapté,</li> <li>• 1 jeu de masses allant de 0.5 à 2.5kg à accrocher</li> </ul> Expérience complète page 85                                                                           | OCP512 | 360 €    |
|                             | <b>Lames vibrantes avec vibreur électromécanique</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibreur électromécanique Frederiksen, sur tige dia.10mm</li> <li>• Jeu de 6 lames métalliques de résonance en acier, de longueur différentes</li> <li>• Système de fixation des lames, par douille 4mm</li> </ul>                                            | WMV126 | 168 €    |
| ELÉMENTS SÉPARÉS ET ACCESSOIRES                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
| Vibreux électromécanique Frederiksen                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WMV100 | 150 €    |
| Comparateur mécanique à palpeur aiguille mitutoyo, course 10mm, résolution 0.01mm                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CMC111 | 60 €     |
| Ensemble de 4 poutres échantillon (laiton, acier, alu, PMMA) 50x5cm, épaisseur 2mm, avec accroches             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MFY534 | 240 €    |
| Jeu de masses empilables sur crochet (10x50g)                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MOF595 | 18 €     |
| Jeu de masses empilables sur crochet (10x100g)                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MOF591 | 30 €     |
| Jeu de 6 lames de résonance en acier, de longueur différentes, montées sur fiche 4mm pour fixation sur vibreur |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WMV125 | 18 €     |

# ANALYSE DE MATÉRIAUX

## Par Echoscopie, Echographie, Tomographie

- Fourni avec logiciel d'acquisition et d'analyse
- Génération de pulses à amplitude variable
- Compatibilité avec différentes sondes 1MHz, 2MHz, 4MHz
- Génération d'un signal audible du décalage Doppler
- Matériel robuste répondant à toutes les normes de sécurité
- Largement exploitable en mécanique des fluides
- Expériences concrètes et quantifiables

Logiciel complet  
d'analyse  
fourni



**gampt**  
ULTRASONIC SOLUTIONS

Retrouvez toutes les solutions ultrasons de la gamme GAMPT  
[www.gampt.de/en/](http://www.gampt.de/en/)

Nova Physics est le partenaire exclusif de GAMPT  
en France dans l'éducation



### TOMODENSITOMÉTRIE

Il s'agit d'une méthode d'imagerie utilisant les propriétés d'atténuation et de transmission des ultrasons dans les matériaux. Les balayages linéaires du scanner sont enregistrés sous différents angles et assemblés pour former une image en coupe transversale.

Pendant ce processus, l'échantillon disposé entre la sonde de transmission et de réception est déplacé et tourné sous le contrôle de l'ordinateur. La superposition des projections de scans individuels peut être suivie étape par étape sur le PC.

Les tomogrammes d'atténuation et de temps de vol sont affichés à gauche dans le logiciel de mesure et de contrôle. Il est également possible d'utiliser ce système pour imager un champ sonore en rajoutant l'hydrophone CWM880.

### ENSEMBLES COMPLETS

REF

PRIX TTC

#### Ensemble d'introduction à l'analyse echoscopique/échographique

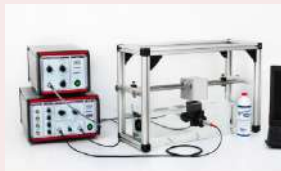


- Sonde echographique solidaire 2MHz
- Boîtier compact d'alimentation et d'acquisition (220V-50Hz)
- Logiciel d'exploitation et d'imagerie inclus (compatible W7/W8/W10)
- Ensemble d'échantillons d'étude et de tests
  - Bloc rectangulaire acrylique d'analyse avec perçages internes de test
  - Jeu d'échantillons de différents matériaux et métaux
  - Pyramide 3D pour étude de l'imagerie 3D en ultrasons

WMG100

3000 €

#### Ensemble d'étude de la tomographie par ordinateur



- Echoscope à ultrasons
- 2 sondes à impulsions ultrasons 2MHz à haute intensité
- Scanner CT pour tomographie informatisée, translation + rotation
- Unité de contrôle pour scanner CT
- Cuve d'étude avec dispositif d'accueil des sondes et des échantillons
- Tous les accessoires nécessaires au bon fonctionnement + notice

TPM600

9000 €

### ÉLÉMENTS SÉPARÉS ET ACCESSOIRES

REF

PRIX TTC

1 Echoscope à ultrasons polyvalent GS200, avec logiciel complet

WMG400

4500 €

2 Scanner CT pour tomographie informatisée, double moteur pas à pas, translation + rotation

WMG601

1690 €

3 Unité de contrôle pour scanner CT, avec réglages manuels ou pilotés par ordinateur

WMG602

1560 €

4 Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 1MHz

WMG411

600 €

4 Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 2MHz

WMG412

600 €

4 Sonde à impulsions haute intensité, fréquence 4MHz

WMG414

600 €

5 Cuve d'étude de la tomographie avec supports de sondes et échantillons

WMG603

600 €

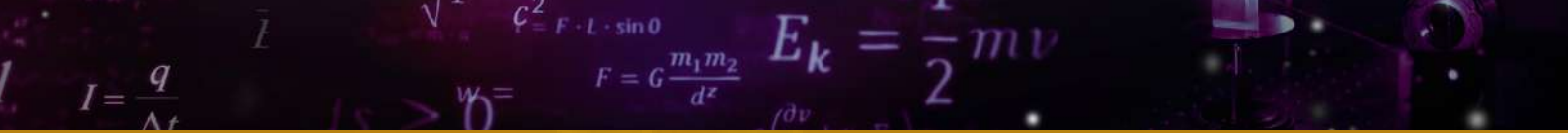
Hydrophone ponctuel, fréquence 1 - 5 MHz, sur tige, câblé BNC

CWM880

480 €

---





# THERMODYNAMIQUE

page 254



# MOTEUR STIRLING

page 258



# CONDUCTION THERMIQUE

## expériences possibles



Retrouvez ce matériel  
et ces expériences en vidéo  
sur notre chaîne YouTube  
ou sur notre site web.

### • ETUDE EN RÉGIME SINUSOÏDAL FORCÉ PERMANENT\*

- Mesure de la conductivité thermique par déphasage
- Mesure de la conductivité thermique par décroissance de l'amplitude

### • ETUDE EN RÉGIME TRANSITOIRE\*

- Etude de la réponse de la barre à un flux de chaleur imposé à une extrémité



### Instrumentation nécessaire

- Un générateur de fonction (type GBF OWON EIG112 ou supérieur) capable de générer des périodes d'au moins 200s (fréquence  $< 5\text{mHz}$ ) afin de pouvoir piloter le flux de chaleur de la barre sans être gêné par l'inertie thermique.
- Une alimentation symétrique capable de délivrer suffisamment d'intensité pour alimenter le module Peltier et le circuit électronique (type alimentation double ou triple 0-30V 0-3A).
- Un oscilloscope pour visualiser la consigne GBF (optionnel).



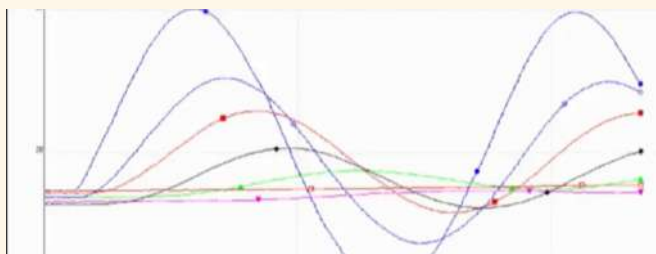
### Disposition des thermocouples le long de la barre

Les 7 thermocouples ont été disposés le long de la barre métallique avec des espacements judicieusement repartis pour avoir des points de mesure là où le phénomène est le plus intéressant, et un point de contrôle en fin de barre pour vérifier que les conditions limites sont respectées. Le datalogger disposant de 8 entrées, il est possible d'y ajouter un 8ème thermocouple à part, par exemple sur l'une des faces du module Peltier afin d'avoir directement la température appliquée à l'extrémité de la barre.



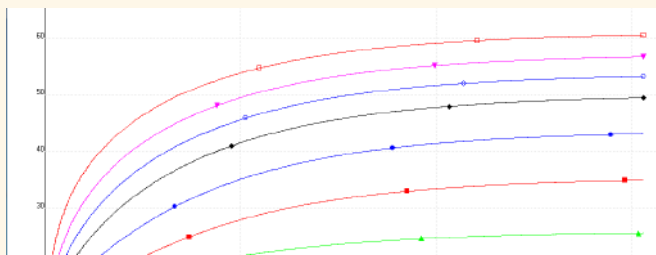
### Interfaçage des thermocouples avec le datalogger

La centrale d'acquisition est conçue spécialement pour le traitement des thermocouples et possède à la fois un échantillonnage très élevé (20bits) et un bruit très faible, conservant ainsi au mieux la résolution intrinsèque des thermocouples. Elle peut accueillir de nombreux types de thermocouples (jusqu'à 8), se connecte à un PC (XP, W7, W8, W10) et le logiciel fourni permet l'enregistrement et l'affichage des données sous forme de graphique et de tableau exportable, facilitant l'interprétation théorique par la suite.



### Etude en régime sinusoïdal forcé permanent

Cette expérience nécessite un temps de préparation préalable, il est souhaitable d'alimenter le circuit électronique et les ventilateurs au moins 30 minutes avant l'activation de la consigne GBF jusqu'à ce que la température de la barre soit la même pour les 7 capteurs. On impose ensuite en entrée une onde thermique sinusoïdale avec le GBF, en choisissant la fréquence pour que le dernier capteur à l'extrémité de la barre n'oscille pas. Avec nos barres, nous conseillons 3 à 4 mHz. En 5-6 minutes, on obtient une période d'oscillations.



### Etude en régime transitoire

Le régime transitoire est plus long à réaliser (1h). Comme pour l'étude en régime permanent, il faut que la température de la barre soit uniforme avant de déclencher le choc thermique avec une consigne fixe de tension (1V par exemple). Un flux de chaleur est alors imposé à l'extrémité par le module Peltier, alors que l'autre extrémité est en contact avec de l'air à température ambiante où un flux de chaleur conducto-convectif apparaît. En traçant la suite logarithmique de l'équation associée, on détermine la conductivité  $\lambda$ .

# CONDUCTION THERMIQUE

Développé en collaboration avec le département de Physique de l'ENS Paris-Saclay

- Un contrôle maîtrisé du flux de chaleur par module Peltier
- Une étude en régime sinusoïdal forcé permanent efficace et reproductible
- Précision des mesures de l'ordre de 0.01° et acquisition des données en temps réel
- Possibilité d'adaptation d'autres matériaux ou sections

Contrôle du flux thermique  
en tension et en fréquence

Barres métalliques calorifugées  
avec 7 thermocouples intégrés

Logiciel d'acquisition  
en temps réel

**BEST  
SELLER**

Forçage thermique  
par module Peltier

Interface  
datalogger 20 bits

Plateforme de maintien avec  
radiateurs et capot refermable

## EQUIPEMENT BANC DE CONDUCTION THERMIQUE AVEC ALIMENTATION

REF

PRIX TTC

### Banc Conduction Thermique du cuivre :

- Dispositif de contrôle de température par Module Peltier avec structure refermable
- Barre de Cuivre, longueur 500mm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant
- Interface Datalogger 20bits avec logiciel d'acquisition multiposte
- Alimentation symétrique stabilisée +12/-12V, 2A précablée

THC100

1350 €

### Banc complet Conduction Thermique de 4 métaux, avec instrumentation :

- Dispositif de contrôle de température par Module Peltier avec structure refermable
- 4 barres de Cuivre/Aluminium/Acier/Laiton, long. 500mm, dia.20mm, avec 7 capteurs intégrés
- Interface Datalogger 20bits avec logiciel d'acquisition multiposte
- Alimentation symétrique stabilisée +12/-12V, 2A précablée
- GBF Owon 10MHz, capable de générer des basses fréquences jusqu'à 1MHz

THC110

2160 €

## MATÉRIELS ET ACCESSOIRES AU DÉTAIL

REF

PRIX TTC

Dispositif de contrôle de température Peltier avec structure refermable de maintien de barres (sans barre)

THC190

585 €

Barre de Cuivre, longueur 500mm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant

THC191

198 €

Barre d'Aluminium, longueur 500mm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant

THC192

198 €

Barre d'Acier, longueur 500mm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant

THC193

198 €

Barre de Laiton, longueur 500mm, diamètre 20mm, avec 7 capteurs intégrés et revêtement isolant

THC194

198 €

Interface Datalogger 20bits avec logiciel d'acquisition multiposte

THC180

450 €

GBF Owon 10MHz, capable de générer des basses fréquences jusqu'à 1MHz

EIG112

297 €

Alimentation symétrique stabilisée +12/-12V, 2A

EIA152

135 €

# CYCLES THERMIQUES : POMPES À CHALEUR

## Cycles thermiques

- Pompe à chaleur en mode symétrique et asymétrique
- Enregistrement des courbes de température pendant la phase de pompage et de ralentissement
- Puissance de chauffage, de refroidissement et électrique, indice de puissance, degré de rendement
- Coefficient Seebeck
- Effet Peltier, pertes de Joule, retour de chaleur sur la base de conduction thermique par l'élément Peltier
- Coefficient de transfert et de conductivité thermique

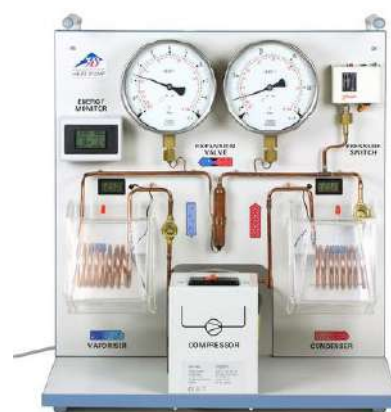
### MACHINE THERMIQUE : POMPE À CHALEUR - REFRIGÉRANT (THP300)

Compresseur avec un moteur d'entraînement, un évaporateur, une soupape d'expansion et un liquéfacteur (condenseur). Utilisable comme pompe à chaleur air-eau ou eau-eau.

Un compteur d'énergie permet de déterminer la durée de service, la tension de secteur, la puissance instantanée absorbée et le travail électrique. Deux thermomètres permettent de déterminer les températures respectives dans les deux réservoirs. Ces éléments sont montés sur une plaque de base et forment un ensemble complet relié par un système de tubes en cuivre qui peuvent être directement mis en rapport avec la succession de changements d'état dans le cycle de la pompe thermique.

Constitués de spirales en cuivre, l'évaporateur et le condenseur sont plongés chacun dans un récipient rempli d'eau faisant office de réservoir thermique pour déterminer la chaleur absorbée et dégagée. Deux grands manomètres indiquent la pression du frigorigène dans les deux échangeurs de chaleur.

Deux voyants permettent d'observer l'état d'agrégation du fluide frigorigène d'une part derrière l'évaporateur et d'autre part derrière le condenseur. Un disjoncteur de surpression coupe le moteur à compresseur du secteur en cas de surpression de 15 bars.



### POMPE À CHALEUR PELTIER EN MODE SYMÉTRIQUE ET ASYMÉTRIQUE (THP400)

Modèle fonctionnel avec deux récipients d'eau en aluminium qui sont reliés thermiquement aux surfaces d'un élément Peltier.

Lorsqu'un courant électrique traverse l'élément Peltier, un transport de chaleur entre les récipients refroidit un côté et réchauffe l'autre. Dans les deux récipients d'eau, un agitateur électrique assure une répartition uniforme de la température.

Deux thermomètres numériques affichent les deux températures d'eau. Comme on connaît la capacité thermique du système, on peut déterminer la puissance frigorifique et la puissance thermique et les comparer à la puissance électrique fournie.

Le système est fourni dans un coffret portable pratique qui garantit également une isolation thermique efficace avec l'environnement.

#### POMPE À CHALEUR

REF

PRIX TTC

##### **Machine thermique : Pompe à Chaleur/Réfrigérateur**

Appareil servant à illustrer le fonctionnement d'un réfrigérateur ou d'une pompe à chaleur de compression électrique

- Puissance du compresseur : 120 W
- Frigorigène : R 134A, sans CFC
- Réservoirs thermiques : de 2 000 ml chacun
- Manomètre : 160 mm Ø
- Dimensions : 560x300x630 mm

THP300

3900 €

##### **Pompe à chaleur Peltier :**

Appareil servant à illustrer de nombreux phénomènes et d'effets thermiques, à partir de l'effet Peltier

- Élément Peltier : Tension d'alimentation : 5 – 8 V - Consommation de courant à 8 V : 2,5 – 3,5 A
- Surface : 40x40 mm<sup>2</sup> - Épaisseur : 3,7 mm
- Récipient d'eau : Volume : 200 ml chacun - Masse : 105 g chacun
- Coffret portable de dimensions : 250x160x70 mm

THP400

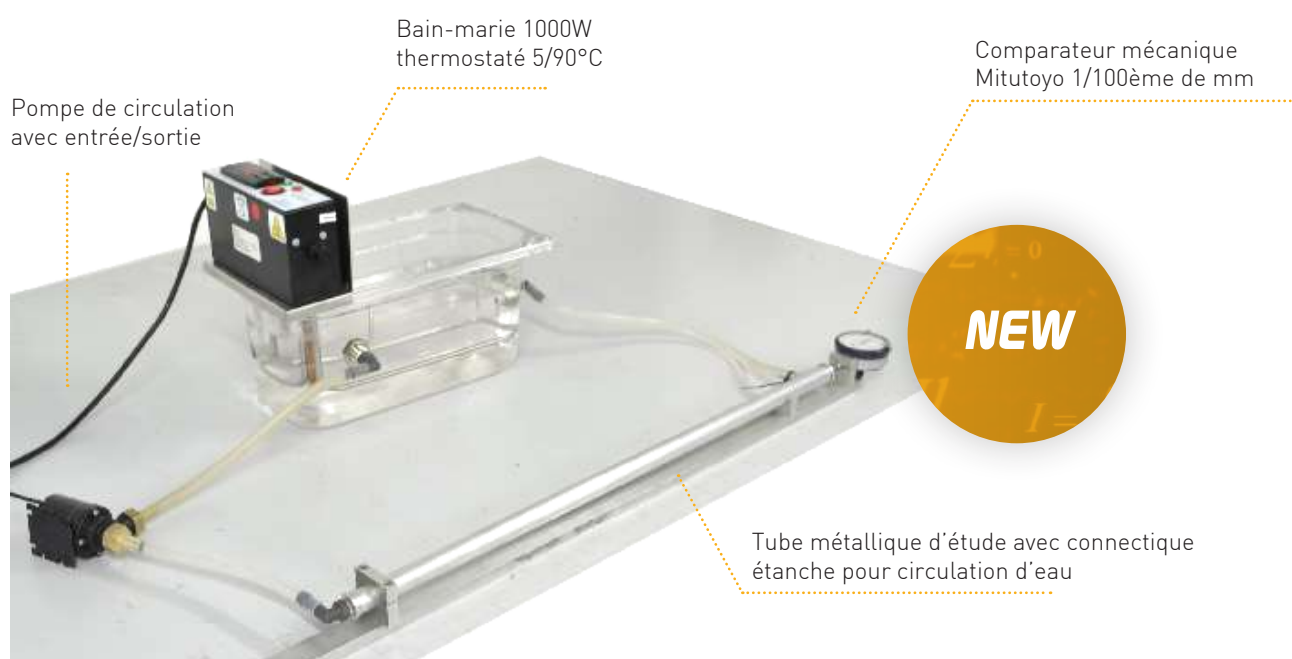
435 €



# DILATATION THERMIQUE

## Etude de la dilatation thermique d'une barre métallique

- Appareil destiné à mesurer la dilatation en longueur de solides en fonction de la longueur et du matériau
- Mesures précises au 100ème de millimètre avec un comparateur de qualité (Mitutoyo)
- Etude et comparaison entre 2 métaux qui ont un coefficient très différent : Aluminium et Acier Inoxydable
- Contrôle et homogénéisation de la température grâce à la circulation thermostatée



| BANC DE DILATATION THERMIQUE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Banc de Dilatation Thermique de l'aluminium :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositif de mesure de la dilatation thermique, avec support de tubes et comparateur Mitutoyo 0.01mm</li> <li>• Tube en aluminium, longueur 500mm, diamètre 10mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau</li> </ul> <i>Nécessite une circulation d'eau thermostatée</i>                                                                                                                                                                                                             | THD102 | 360 €    |
| <b>Banc de Dilatation Thermique de l'acier Inoxydable :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositif de mesure de la dilatation thermique, avec support de tubes et comparateur Mitutoyo 0.01mm</li> <li>• Tube en acier Inoxydable, longueur 500mm, diamètre 10mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau</li> </ul> <i>Nécessite une circulation d'eau thermostatée</i>                                                                                                                                                                                               | THD103 | 360 €    |
| <b>Ensemble complet Dilatation Thermique de 2 métaux, avec circuit de circulation thermostatée :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositif de mesure de la dilatation thermique, avec support de tubes et comparateur Mitutoyo 0.01mm</li> <li>• Tube en aluminium, longueur 500mm, diamètre 10mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau</li> <li>• Tube en acier inox, longueur 500mm, diamètre 10mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau</li> <li>• Système de circulation thermostatée avec bain marie, pompe et tuyaux flexibles adaptés</li> </ul> | THD110 | 990 €    |
| MATÉRIELS ET ACCESSOIRES AU DÉTAIL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | REF    | PRIX TTC |
| Dispositif de mesure de la dilatation thermique, avec support de tubes et comparateur Mitutoyo 0.01mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | THD190 | 180 €    |
| Système de circulation thermostatée avec bain marie, pompe et tuyaux flexibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | THD180 | 480 €    |
| Tube d'Aluminium, longueur 600mm, diamètre 20mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | THD192 | 180 €    |
| Tube d'Acier Inox, longueur 600mm, diamètre 20mm, avec connectique étanche pour circulation d'eau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | THD193 | 180 €    |

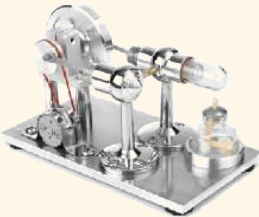


## MOTEURS DE STIRLING

## Versions démonstratives ou pour des mesures de rendement

- Disposant de sorties électriques pour réaliser des mesures ou alimenter une LED (ELM465/466/467)
- Notions de rendement, de cycle thermique, de conversion d'énergie
- Appareils métalliques de finition élevée
- Peu de frottements, simples à mettre en oeuvre

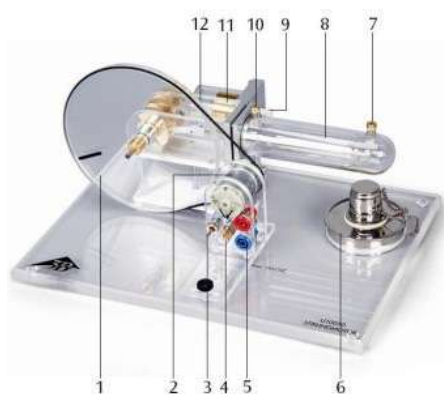
NEW

| MOTEURS DE STIRLING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Moteur de Stirling à disposition orthogonale, avec sorties électriques</b><br/>           Matériaux: alliage d'aluminium brossé + acier inoxydable + verre épaissi<br/>           Taille : 155*130*80mm<br/>           Diamètre du volant d'inertie : 60mm<br/>           Diamètre de roue de transmission : 25mm<br/>           Alésage du cylindre de puissance: 12.5mm<br/>           Course du Piston: 13mm<br/>           Tension générée 3-5V, accessible par 2 broches pour branchement led ou mesure<br/>           Chauffage par combustion alcool<br/>           Fourni avec une courroie et une enceinte de verre de rechange</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ELM465 | 99 €     |
|  <p><b>Moteur de Stirling à disposition parallèle, avec sorties électriques</b><br/>           Matériaux: alliage d'aluminium brossé + alliage de zinc + verre pyrex<br/>           Taille : 150*100*80mm<br/>           Diamètre du volant d'inertie : 60mm<br/>           Diamètre de roue de transmission : 25mm<br/>           Alésage du cylindre de puissance: 12.5mm<br/>           Course du Piston: 13mm<br/>           Tension générée 3-5V, accessible par 2 broches pour branchement led ou mesure<br/>           Chauffage par combustion alcool<br/>           Fourni avec une courroie et une enceinte de verre de rechange</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ELM466 | 99 €     |
|  <p><b>Moteur de Stirling à bras de levier, avec sorties électriques</b><br/>           Matériaux: alliage d'aluminium brossé + acier inoxydable + verre épaissi<br/>           Taille : 150*130*80mm<br/>           Diamètre du volant d'inertie : 60mm<br/>           Diamètre de roue de transmission : 25mm<br/>           Alésage du cylindre de puissance: 13mm<br/>           Course du Piston: 13mm<br/>           Tension générée 3-5V, accessible par 2 broches pour branchement led ou mesure<br/>           Chauffage par combustion alcool<br/>           Fourni avec une courroie et une enceinte de verre de rechange</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ELM467 | 120 €    |
|  <p><b>Moteur de Stirling démonstratif à bras de levier</b><br/>           Matériaux: alliage d'aluminium brossé + acier inoxydable + verre épaissi<br/>           Taille : 120*100*100mm<br/>           Diamètre de la roue : 80mm<br/>           Vitesse maximum : 180 tours/min<br/>           Chauffage par le dessous par contact thermique</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ELM468 | 66 €     |
| MOTEUR À VAPEUR AVEC CYCLE AUTO-REFRIGÉRANT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Moteur à vapeur avec cycle auto-réfrigérant par circulation d'eau</b><br/>           Le démarrage du cycle se fait par combustion d'alcool et le principe du fonctionnement est le même que pour un moteur de Stirling. En revanche, la chambre de combustion est entourée d'eau. Quand celle-ci atteint 90°C, le phénomène de convection va déplacer naturellement l'eau vers le réservoir de combustible (alcool) et le réchauffer afin d'accélérer le cycle. Un dispositif électronique de régulation permet de régler la vitesse ou l'angle d'allumage et d'ainsi faire varier le rendement du moteur.<br/>           Matériaux: alliage d'aluminium + acier inoxydable + chrome + quartz + pyrex<br/>           Taille : 220*150*120mm<br/>           Vitesse : 1800-6000 tours/min<br/>           Tension générée 3-4V,<br/>           Combustible alcool/kérosène/essence - Réfrigérant liquide : eau<br/>           Module de régulation avec potentiomètre, alimenté par piles AA</p> | ELM460 | 450 €    |

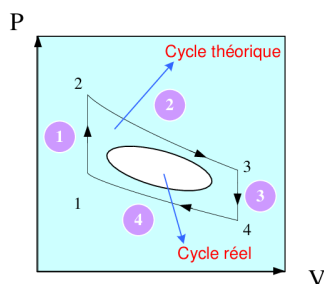
# MOTEURS DE STIRLING

## Versions avancées pour relevé des diagrammes P-V

- Disposant de sorties et d'entrées pour réaliser des mesures
- Décomposition visible des 4 phases du cycle
- Moteur de Stirling comme moteur thermique, thermopompe ou machine frigorifique
- Représentation du diagramme P-V lorsqu'il est utilisé comme pompe à chaleur



- 1 Roue volante avec repère pour déterminer la vitesse
- 2 Unité moteur - générateur avec poulie à deux étages
- 3 Interrupteurs
- 4 Ampoule
- 5 Douilles de sécurité de 4 mm
- 6 Brûleur à alcool
- 7 Support de mesure de température 1
- 8 Piston déplaceur
- 9 Raccord de tuyau avec chape pour mesures de pression
- 10 Support de mesure de température 2
- 11 Piston de travail
- 12 Tige filetée M3 (reliée au piston de travail)



## PRINCIPE

Le cylindre et le piston de refoulement sont constitués en verre thermorésistant, le cylindre de travail, la roue volante et les protections de l'engrenage en verre acrylique. Ainsi, les différents déroulements des mouvements peuvent être, à tout moment, très bien observés. Les vilebrequins en acier durci sont montés sur billes. Les bielles sont en plastique inusable.

Le cylindre de refoulement comprend dans le verre, devant et derrière le piston, des supports pour la mesure de la température, qui permettent de mesurer les différences de température en cas d'exploitation comme pompe thermique ou comme machine frigorifique. La grande roue en verre acrylique avec repères gravés permet de mesurer avec un tachymètre le nombre de rotations par unité de temps.

Pour relever des diagrammes pV, la pression dans le cylindre de travail peut être mesurée par le biais d'un orifice de raccord de tuyau. Pour déterminer le volume, il suffit de fixer le fil au piston de travail pour mesurer sa course avec un capteur de déplacement.

L'unité intégrée du moteur / générateur, avec poulie à deux étages permet de transformer l'énergie mécanique générée en énergie électrique. Avec possibilité de commutation pour l'exploitation d'une lampe intégrée ainsi que pour l'exploitation de charges externes ou l'alimentation d'énergie électrique pour l'emploi comme pompe thermique ou machine frigorifique, selon le sens de rotation du moteur Stirling.

## MOTEURS DE STIRLING GRAND MODÈLE POUR ETUDE DU CYCLE

REF

PRIX TTC



### Moteur de Stirling pour étude du cycle, avec entrées/sorties pour capteurs

Puissance du moteur Stirling : 1,5 W  
 Vitesse au ralenti : 1 000 t/min  
 Roue volante : 140 mm Ø  
 Piston de travail : 25 mm Ø  
 Course du piston de travail : 24 mm  
 Volume de gaz : 32 cm<sup>3</sup> - 44 cm<sup>3</sup>  
 Unité moteur / générateur : max. 12 V CC  
 Poulie : à deux étages (30 mm Ø, 19 mm Ø)  
 Dimensions : 300x220x160 mm

ELM450

960 €



### Moteur de Stirling Grand Modèle, instrumenté et connecté

Composé de :  
 Moteur de Stirling ELM450 avec entrées/sorties pour capteurs  
 Capteur de pression  
 Capteur de déplacement pour mesure du volume  
 Capteur thermomètre IR pour mesure de la température  
*Expérience complète page 86*

ELM455

1500 €

## MATÉRIELS ET ACCESSOIRES AU DÉTAIL

REF

PRIX TTC

Thermomètre Infrarouge UniT -32°C à +400°C, précision 2°C ou 2% avec affichage numérique

EIT300

36 €

Thermomètre de contact à aiguille, -50°C à +300°C, sonde inox, affichage sur écran LCD

EIT403

39 €

Tachymètre avec/sans contact, 5 digits haute précision, 2-99999 rpm

CMT255

138 €

Alimentation CC 0-30V / 0-5A

EIA301

99 €

# CALORIMÉTRIE

## Calorimètres et corps calorimétriques de qualité supérieure pour des expériences quantitatives réussies

Expériences possibles :

- Mesurer la température d'un calorimètre en aluminium et d'un calorimètre en cuivre en fonction du travail électrique fourni.
- Vérifier la proportionnalité entre la modification de température et le travail électrique et confirmer le théorème.
- Déterminer la capacité thermique spécifique pour le cuivre et l'aluminium.



Cette expérience de calorimétrie nécessite au moins 1 corps calorimétrique, une alimentation à courant continu délivrant au moins 10V à 1A, la sonde de température TCA, et un multimètre ou oscilloscope



### CORPS CALORIMÉTRIQUE

REF

PRIX TTC

#### Corps calorimétrique avec dispositif chauffant intégré

Corps calorimétrique accompagnant le dispositif de mesure de l'équivalent mécanique de la chaleur et permettant de déterminer la capacité thermique spécifique du cuivre. Avec alésage pour la réception du palpeur de température et élément chauffant intégré.

Chauffage électrique : 10 V, 1 A

Connexion élément chauffant : douilles de 2 mm

Dimensions : env. 50 mm x Ø 48 mm

Masse : env. 750 g

Matériau Cuivre 1

TCA110

288 €

Matériau Aluminium

TCA120

117 €

### SONDE DE TEMPÉRATURE

REF

PRIX TTC

#### Sonde de température à sorties par fiche 4mm

Résistance CTN à utiliser avec les corps calorimétriques

Sorties par 2 douilles 4mm double isolation

TCA190

96 €

### JEU DE 4 BARRES D'ÉTUDE AVEC FILM THERMOCHROMIQUE

REF

PRIX TTC

#### Jeu de 4 barres métalliques avec film thermochromique

Ces barres de longueur 200mm et largeur 55mm peuvent être utilisées pour démontrer les différences de conductivité thermique entre les différents matériaux. Les métaux sont le cuivre, l'aluminium, le laiton et l'acier.

Chaque barre a une bande thermochromique sensible à la température et sa valeur de conductivité est indiquée à l'arrière du support.

A utiliser en trempant dans de l'eau chaude entre 30 et 50°C



THC414

57 €

# RAYONNEMENT THERMIQUE

## Etude qualitative ou quantitative du rayonnement thermique

- Avec un Cube de Leslie
- Avec une Thermopile
- Avec des feuilles thermochromiques



### FEUILLES THERMOCHROMIQUES À CRISTAUX-LIQUIDE

Ces feuilles changent de couleur suivant la température et permettent de montrer visuellement des phénomènes comme la conduction, l'isolation, la convection, le rayonnement, la friction.

Les feuilles possèdent une couche de cristaux-liquides protégées par un film. Naturellement la feuille est noire lorsque la température de contact est en dessous du seuil, et change de couleur au-delà suivant la séquence de couleur ci-dessus.

### CUBE DE LESLIE

Chauffage électrique réglé avec lampe 150 W  
Réglage et affichage confortables des températures « effective » et de « consigne »  
Pas de flamme nue, pas d'eau chaude  
Cube orientable, d'où écart constant de toutes les surfaces avec la thermopile.  
Pas d'autres matériels nécessaires

Thermopile sur tige !

Sonde sensible destinée à mesurer le rayonnement thermique de corps noirs ou d'un cube de Leslie et à démontrer la lumière visible et le rayonnement ultraviolet.



| CUBE DE LESLIE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                             | REF     | PRIX TTC |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|----------|----------|
| <b>Cube de Leslie avec système chauffant réglé</b><br>Dimensions du cube : 100x100x100 mm³<br>Puissance de chauffage : 150 W<br>Température max. : 120 °C<br>Résolution : 1 °C<br>Affichage : 2 lignes pour températures effective et de consigne                                                                                | Cube de Leslie avec système chauffant réglé | TRC410  | 780 €    |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Cube de Leslie seul                         | TRC422  | 231 €    |          |
| THERMOPILE DE MOLL                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                             | REF     | PRIX TTC |          |
| <b>2 Thermopile de Moll</b><br>Boîtier métallique à réflecteur conique poli et surface noire de 15 mm de diamètre, reliée à 17 thermo-éléments.<br>Avec 2 bornes de connexion de 4 mm,<br>Montage sur tige diamètre 10mm.<br>Sensibilité : 0,14 µV/µW<br>Résistance interne : 1 Ω<br>Durée de réglage : 40 s (95 %)              |                                             | TRC390  | 327 €    |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                             |         |          |          |
| FEUILLES THERMOCHROMIQUES                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                             | TEMP °C | REF      | PRIX TTC |
| <b>1 Feuilles thermochromique à cristaux-liquides, format 15x30cm</b><br>Feuille polyester 100µm avec couche de cristaux-liquides protégés, format 15x30cm<br>Plage active de thermochromicité : 5° ,<br>Seuil d'activation de 20/25/30/35°C selon modèle<br>Modèles conseillés : glaçon THL720 / main THL725 / vapeur THL730/35 | 20 à 25°C                                   | TRC720  | 19,80 €  |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 25 à 30°C                                   | TRC725  | 19,80 €  |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 30 à 35°C                                   | TRC730  | 19,80 €  |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 35 à 40°C                                   | TRC735  | 19,80 €  |          |

## POINT DE FUSION ET POINT CRITIQUE

## Appareils d'étude des points de fusion solide, liquide, gazeux

- Banc Kofler chauffant, très simple d'utilisation
- Système à point critique sans Mercure !



Appareil à point critique de précision, sans mercure, permettant d'étudier la compressibilité et la condensation d'un gaz, de déterminer le point critique et d'enregistrer les isothermes du diagramme PV d'après Clapeyron. Comme gaz d'essai, on utilise de l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) qui permet un montage aisé avec une température critique de 318,6 K (45,5°C) et une pression critique de 3,76 MPa (37,6 bars).

## OBSERVATIONS QUALITATIVES

- État liquide et gazeux
- État dynamique à la compression et à la détente
- Formation du point de transition à différentes températures

## MESURES QUANTITATIVES

- Représentation du point critique et de la température critique
- Enregistrement des isothermes dans un diagramme PV (d'après Clapeyron)
- Enregistrement des isothermes dans un diagramme PV-P (d'après Amegat)
- Courbes de pression de la vapeur saturée
- Écarts des gaz réels de l'état du gaz idéal

## POINT DE FUSION, POINT CRITIQUE

## REF

## PRIX TTC

1 **Banc Kofler d'étude du point de fusion**

Détermination du point de fusion rapide entre 50 et 260°  
Précision  $\pm 1^\circ\text{C}$  dans la partie médiane du banc  
Inclus avec 8 substances étalon (68, 95, 114, 134, 163, 191, 210 et 228 °C)  
avec une boîte de 7 tubes étalon non certifiés.  
Dimensions : 430 x 100 x 140mm

TFS200

2580 €

2 **Ensemble Point Critique du SF<sub>6</sub>**

1 appareil à point critique à huile hydraulique (huile de ricin), mais sans gaz d'essai SF<sub>6</sub>,  
avec raccord de branchement pour le bidon de gaz et protection pour le branchement de gaz  
1 dispositif de remplissage d'huile  
1 tournevis coudé à six pans 1,3 mm (pour la vis sans tête de la graduation entraînée)  
1 tuyau en plastique, diamètre intérieur 3 mm  
1 raccord à tube pour 1/8» (SW 11)  
1 pompe à graisse

Température critique : 318,6 K (45,5°C)  
Pression critique : 3,76 MPa (37,6 bars)  
Volume critique : 197,4 cm<sup>3</sup>/mol  
Densité critique : 0,74 g/mol  
Plage de température : 10–60°C  
Pression maximale : 6,0 MPa (60 bars)  
Volume maximal : 15,7 cm<sup>3</sup>  
Diamètre de manomètre : 160 mm  
Alésage pour le palpeur de température :  $\varnothing$  6 mm  
Connexions pour réfrigérant :  $\varnothing$  7 mm  
Connexion du manodétendeur :  $\varnothing$  1/8 pouce  
Branchement de gaz à la livraison :  $\varnothing$  3,5 mm  
Dimensions : 380x200x400 mm<sup>3</sup>  
Masse : env. 7 kg

TFS600

6420 €



# BOYLE-MARIOTTE

## Appareils pour l'étude de la loi de Boyle-Mariotte

2 choix selon votre besoin

- Plutôt démonstratif : Modèle TBM100
- Plutôt quantitatif : Modèle TBM200



### Appareil de Boyle-Mariotte de démonstration TBM100

Appareil de démonstration de la relation entre le volume et la pression à température constante.

Très robuste, il consiste en un cylindre gradué muni d'un piston dont le déplacement de celui-ci dans ce cylindre agit sur un manomètre de grand diamètre 100 mm.

L'adhérence du piston est assurée par un diaphragme en caoutchouc.

Une vanne de réglage assure la liaison entre le cylindre et le manomètre. La plage de lecture est de 0 à 1500 bar.

Un dispositif permet sa fixation sur un statif de laboratoire.



### Appareil de Boyle-Mariotte de précision TBM200

Pour la détermination expérimentale de la relation entre le volume et la pression du gaz à température constante.

Vérin en verre acrylique avec piston coulissant, échelle et manomètre ainsi que soupape d'aération ou de purge.

Le déplacement du piston s'effectue au moyen d'une tige filetée, mise en rotation au moyen d'une manivelle.

Une surpression ou une dépression est ainsi générée.

| BOYLE-MARIOTTE |                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 1              | <b>Appareil de Boyle-Mariotte de démonstration</b>                                                                                                                                                                |        |          |
|                | Longueur : 350 mm<br>Diamètre intérieur : 36 mm<br>Piston : surface 10cm <sup>2</sup><br>Joint du piston : 2 joints toriques<br>Diamètre du manomètre : 100 mm<br>Pression admissible : max. 25 N/cm <sup>2</sup> | TBM100 | 279 €    |
| 2              | <b>Appareil de Boyle-Mariotte de précision</b>                                                                                                                                                                    |        |          |
|                | Longueur : 300 mm<br>Diamètre intérieur : 40 mm<br>Piston : 30 mm x 40 mm Ø<br>Joint du piston : 2 joints toriques<br>Diamètre du manomètre : 100 mm<br>Pression admissible : max. 4 bar                          | TBM200 | 480 €    |

# BOBINES, INDUCTANCES, MOTEURS

## Dispositifs d'étude de l'induction et des champs magnétiques

- Bobine de Helmholtz à écartement variable
- Inductance variable avec noyau de fer doux
- Rails de Laplace avec aimant en fer à cheval
- Moteurs pédagogiques démontables



Graduation en henry et cm  
avec douilles de sécurité 4mm  
double isolation

1

### Inductance variable 0.1H à 1.4H

390 € TTC / Ref. ELM350

AVEC NOYAU DE FER DOUX

Diamètre 40mm - Longueur 180mm  
Poids 5kg

Tri-phasé

2



Mono-phasé

3



### Moteurs pédagogiques

420 € TTC / Ref. ELM471/473

KITS MOTEURS/GÉNÉRATEURS

Livré avec un banc de 50cm et tous les accessoires et supports nécessaires. Nécessite une alimentation et un système d'acquisition

## SYSTÈMES DE BOBINES

REF

PRIX TTC



### Bobines de Helmholtz variable

Pour champ magnétique homogène  
2 Bobines 100 spires: dia 12,5cm - Écart variable 6 à 24cm  
Graduation en mm - Fiches de sécurité 4mm - Courant max 5A

ELM315

255 €



### Bobines de Helmholtz Grand Diamètre

Pour champ magnétique homogène  
2 Bobines 120 spires: dia 29,5cm - Écart fixe 15cm  
Graduation en mm - Fiches de sécurité 4mm - Courant max 5A

ELM330

525 €



### Inductance variable

Graduation en Henry et cm - Variation de 0.1  
à 1.4H - Spires 3500 - I<sub>max</sub> 2A - Noyau de fer  
dia 40mm - Bornes de sécurité 4mm

ELM350

390 €



### Rails de Laplace

Pour démontrer l'apparition d'un courant dans un conducteur  
se déplaçant dans un champ magnétique - Intensité max 10A  
Aimant Fer à Cheval à rajouter

ELM445

108 €

Aimant Puissant Al-Ni-Co Fer à Cheval - Entrefer 59mm

ELM115

48 €

## MOTEURS PÉDAGOGIQUES

REF

PRIX TTC

2

### Moteur pédagogique triphasé

Composé de tous les éléments nécessaires pour réaliser un moteur AC tri-phasé  
Bornes de sécurité 4mm - Accessoires, bobines, supports... sur banc 50cm

ELM473

420 €

3

### Moteur pédagogique monophasé

Composé de tous les éléments nécessaires pour réaliser un moteur DC ou un gén. AC/DC  
Bornes de sécurité 4mm - Accessoires, bobines, supports... sur banc 50cm

ELM471

420 €

## INDUCTION

**Ensemble exhaustif et complémentaire pour l'étude des lois de l'induction**

- Permet l'étude complète du transformateur.
- Tous les composants peuvent être vendus séparément

Montages  
possibles à partir  
des éléments de la  
valise ELM710



RÉALISATION D'UN MONTAGE DE TRANSFORMATEUR ET EXPÉRIENCE DE FUSION



RÉALISATION D'UN PENDULE À INDUCTION DE WALTENHOFEN

| VALISE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Valise complète d'étude de l'induction</b></p> <p>Ensemble en mallette, contenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Noyau en U + I, avec étriers démontables 150 x 140 x 40</li> <li>1 bobine 72 spires à 4 sorties intermédiaires</li> <li>1 bobine 600 spires avec 1 sortie intermédiaire</li> <li>1 bobine 1200 spires avec 1 sortie intermédiaire</li> <li>1 bobine 600 spires avec prise secteur</li> <li>1 paire de pôles en acier</li> <li>1 pendule de WALTENHOFEN</li> <li>1 bobine 5 spires en cuivre</li> <li>1 anneau de fusion + fil à souder</li> <li>1 anneau de THOMSON</li> </ul> | ELM710 | 795 €    |
| ACCESSOIRES SEULS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
| Noyau en U + I, avec étriers démontables 150 x 140 x 40                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ELM715 | 192 €    |
| Bobine 72 spires à 4 sorties intermédiaires                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ELM716 | 79,50 €  |
| Bobine 600 spires avec 1 sortie intermédiaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ELM717 | 72 €     |
| Bobine 1200 spires avec 1 sortie intermédiaire                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ELM718 | 72 €     |
| Bobine 600 spires avec prise secteur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ELM719 | 75 €     |
| Paire de pôles en acier pour transfo démontable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ELM720 | 39 €     |
| Bobine 5 spires en cuivre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ELM721 | 72 €     |
| Anneau de fusion + fil à souder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ELM722 | 39 €     |
| Anneau de THOMSON                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ELM723 | 12 €     |

## ÉLECTROSTATIQUE ET TUBES À ÉLECTRONS

## Systèmes démonstratifs des transferts de charge d'électrons

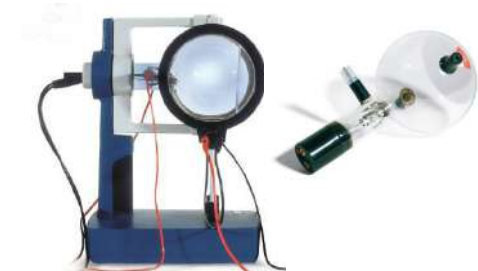
- Tubes à faisceaux d'électrons, permettant de montrer la nature et le comportement des électrons dans certaines conditions
- Machines électrostatiques
- Appareils de mesure pour les très faibles charges



2



3



## DÉMONSTRATION DE LA NATURE ONDULATOIRE DES ÉLECTRONS

L'ensemble **ELE959** permet d'observer la diffraction qui provient d'un réseau graphite polycristallin après le passage des électrons et de déterminer la longueur d'onde en fonction de la tension de

1 **Pack complet  
Diffraction des électrons**

**1750 € TTC**  
Ref. ELE959

Avec Tube électronique de diffraction  
Support de tube rotatif  
Alimentation Haute Tension  
Accessoires et connectique

## PHÉNOMÈNE VISUEL ET PARLANT

L'écran fluorescent placé au bout du tube permet d'observer clairement le phénomène et de réaliser les mesures afin de confirmer l'hypothèse de Broglie

## ELECTROSTATIQUE ET TUBES À ÉLECTRONS

REF

PRIX TTC

1 **Pack complet Diffraction des électrons**

Tube électronique de diffraction ELE930 - Support de tube électronique rotatif  
Alimentation haute tension 5kV min - Câbles et accessoires

ELE959

1750 €

**Tube électronique de diffraction**

Puissance thermique 6,3V CA - Tension anode 5kV - Courant anode 0,1mA à 4kV  
Substrat graphite, Écran Fluorescent

ELE950

951 €

**Autres tubes**

Puissance thermique 6,3V CA  
Tension anode 5kV  
Courant anode 0,1mA à 4kV

**Tube de Perrin**  
Avec cage de Faraday latérale

ELE910

660 €

**Tube à déviation**  
Ecran fluorescent 9x6cm

ELE940

852 €

2 **Machine de Wimshurst**

Disques diamètre 30cm - Manivelle pour mise en rotation des disques en sens opposé  
Éclateur à distance variable relié à 2 bouteilles de Leiden  
Largeur éclateur max 70mm - Tension max 160kV

ELC360

300 €

3 **Générateur Van de Graaff**

Génère des tensions continues élevées mais à très faible intensité,  
Dôme de diamètre 220mm - Capacité du dôme : 15pF  
Dimensions : 20x20x56cm - Douille 4mm au sommet du dôme

ELS370

570 €

**Électromètre de précision**

Affichage à aiguille - Sorties analogiques par fiches de sécurité 4mm  
Pico ampèremètre : 5pA-50pA-500pA - Nano coulombmètre : 5nC-50nC-500nC  
Tolérance élevée d'excès de charge/courant - Alimentation par piles ou secteur 9V

CEL441

420 €

**Wattmètre AC/DC**

Affichage numérique - Sorties analogiques par fiches de sécurité 4mm  
Plage de mesure : 0-200W (30V et 10A max)  
Résolution : 0.1W - Précision : 5% de l'échelle - Alimentation par piles ou secteur 6V

CEW406

312 €

# FRANCK ET HERTZ, CONSTANTE DE PLANCK

## Ensemble d'expériences sur l'effet photoélectrique

Différents niveaux de difficulté

- Cellule à vide
- Mesure de la constante de Planck
- Etude de la libération d'énergie lors de l'impact avec les atomes de Mercure

EXPERIENCES  
CLES EN MAIN  
PAGE 89

### AU MERCURE :

Permet de démontrer la libération quantifiée d'énergie lors de l'impact avec des atomes de mercure ainsi que de déterminer l'énergie d'excitation de la ligne de résonance du mercure avec 4,9 eV. Afin d'obtenir la pression requise de la vapeur de mercure pour garantir une probabilité d'impact suffisante des électrons avec les atomes de mercure, il faut réchauffer le tube dans le four.

### AU NÉON

Pour étudier la libération d'énergie quantifiée d'électrons libres lors de l'impact avec des atomes de néon ainsi que pour déterminer l'énergie d'excitation de l'état 3P0 et 3S1 à env. 19 eV. Ces états sont désexcités par l'émission de lumière visible via des niveaux intermédiaires avec des énergies d'excitation d'env. 16,7 eV. La lumière émise se situe dans la gamme jaune-rougeâtre. Entre les réseaux de commande et d'accélération se forment des couches lumineuses qui, en raison de la géométrie plane-parallèle des réseaux, peuvent être observées à travers une fenêtre. Contrairement au tube de Franck et Hertz au mercure, le tube au néon peut être exploité à température ambiante.

| FRANCK ET HERTZ, CONSTANTE DE PLANCK                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|   | <p><b>Tube de Franck et Hertz au Mercure avec four de chauffage</b></p> <p>Tube électronique à système d'électrodes plan-parallèle.<br/>Plaque frontale avec symbole de tube imprimé parfaitement visible.<br/>Four de chauffage électrique avec régulation constante de la température et affichage numérique de la température prescrite et de la température réelle. Mesure et réglage de la température via microcontrôleur et capteur.<br/>Tension de Chauffage : 4 - 12 V - Puissance de chauffage : 400 W<br/>Tension de grille : 0 - 70 V - Tension de freinage : env. 1,5 V<br/>Dimensions du tube : env. 130 mm x Ø 26 mm<br/>Plage de température : 160° - 240° C - Constance de température : env. ±1 °C</p>                                                                                                          | ELP810 | 1650 €   |
|  | <p><b>Tube de Franck et Hertz au Néon sur platine de raccordement</b></p> <p>Tétrode avec cathode à chauffage indirect, réseaux de commande et d'accélération réticulaires, électrode de captage. Monté sur un socle avec des douilles de connexion de couleur.<br/>Exploitation à température ambiante<br/>Tension de Chauffage : 4 - 12 Vcc/ac - Tension de commande 9V<br/>Tension de grille : 0 - 80 V - Contre tension : 1,5 à 10 Vcc<br/>Dimensions du tube : env. 130 mm x Ø 26 mm</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ELP820 | 680 €    |
|  | <p><b>Appareil d'alimentation d'énergie pour tubes de Franck et Hertz</b></p> <p>L'appareil fournit toutes les tensions d'alimentation nécessaires à l'exploitation des tubes et possède un amplificateur de courant continu sensible intégré permettant de mesurer le courant de captage. Les tensions peuvent être lues simultanément sur un écran. La tension d'accélération peut être réglée manuellement ou être prélevée de l'appareil en dents de scie. Des sorties de mesure analogiques supplémentaires sont disponibles pour le courant anodique et la tension d'accélération.<br/>Tension de chauffage UF : 0 - 12 V, Tension de commande UG : 0 - 12 V<br/>Tension d'accélération UA : 0 - 80 V, Contre-tension UE : 0 - ±12 V,<br/>Modes de service : manuel / continu / créneau. BNC + Douilles de sécurité 4mm</p> | ELP805 | 1365 €   |
| CONSTANTE DE PLANCK - CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
|  | <p><b>Appareil constante de Planck</b></p> <p>Avec cellule photoélectrique et alim. intégrée<br/>Avec Volt-ampèremètre, Nano-ampèremètre<br/>Avec 5 LED à 472, 505, 525, 588, 611nm<br/>Intensité de lumière émise variable</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ELP870 | 900 €    |
|  | <p><b>Cellule photoélectrique à vide</b></p> <p>Cathode : césium sur argent oxydé<br/>Tension alimentation 50-200V<br/>Sensibilité 20µA/lumen<br/>Densité courant photoélectrique 3µA/cm²</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ELP880 | 330 €    |



---

| Year | Number of States |
|------|------------------|
| 1990 | 284              |
| 1992 | 286              |
| 1994 | 288              |
| 1996 | 290              |
| 1998 | 292              |
| 2000 | 290              |
| 2002 | 288              |
| 2004 | 286              |
| 2006 | 284              |
| 2008 | 286              |
| 2010 | 292              |



# OSCILLOSCOPES

page 270



# THERMOMÈTRES

page 286



# OSCILLOSCOPES SPÉCIAUX

## Une sélection adaptée pour des besoins spécifiques

- Besoin d'une grande résolution verticale ? EIO306/310
- Utilisation sur PC ? EIO025/060/090
- Portable et polyvalent ? EIO916

## Autres besoins ?

Nous consulter :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

| OSCILLOSCOPES 4 VOIES HAUTE RÉOLUTION 14 BITS ADC                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF                                                | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------|
|  | <b>Oscilloscopes Haute Résolution 14 bits ADC avec option VGA</b><br>Taux d'échantillonnage 1 GSa / s<br>Profondeur de mémoire 40 MPts<br>Taux de capture de forme d'onde 45 000 Wfm / s<br>Nombre de voies 4<br>Échelle horizontale 2 ns / div - 1000s / div<br>Résolution verticale 1 mV / div - 10 V / div<br>Maximum voltage 200 V RMS<br>Impédance d'entrée 1 MΩ et 15 pF<br>Possibilités de décodage IIC, SPI, UART / RS232, PEUT<br>Ecran tactile LCD 8", 800 x 600 pixels<br>Poids 2.6 kg<br>Dimensions 340 x 177 x 90 mm | 4 voies<br>60MHz<br>1Ge/s<br>40Mpts<br><br>EIO306  | 720 €    |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4 voies<br>100MHz<br>1Ge/s<br>40Mpts<br><br>EIO310 | 792 €    |

| OSCILLOSCOPES PC                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                                 | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------|
|  | <b>Oscilloscopes USB avec logiciel PC</b><br>Échelle horizontale 5 ns - 100 s/div<br>Puissance maximale d'entrée 400Vcc-40Vcc (EIO060/90)<br>Résolution verticale 8 bits<br>Fréquence d'échantillonnage 150 ps<br>Mesures automatiques Vpp, Vavg, Vamp, Vrms, Fréq, Période, Vmax, Vmin, Vtop, Vbase, Dépassement, Prédépassement, Temps de montée, Temps de chute, Retards, +Largeur, -Largeur, +Cycle, -Cycle<br>Connexion USB 2.0<br>Dimensions 170 x 120 x 18 mm | 2 voies<br>25MHz<br>100Me/s<br>5kpts<br><br>EIO025  | 169 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 voies<br>60MHz<br>500Me/s<br>10Mpts<br><br>EIO060 | 309 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 voies<br>100MHz<br>1Ge/s<br>10Mpts<br><br>EIO090  | 480 €    |

| MULTIMÈTRE OSCILLOSCOPE                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  | <b>Multimètre/Oscilloscope 2 en 1 Uni-T</b><br>Plage de mesure et précision<br>Tension CC 400 mV - 1 000 V (±0,8 %+8)<br>Tension CA 4 V - 750 V (±1 %+15)<br>Courant CC 400 μA - 10 A (±1 %+8)<br>Courant CA 400 μA - 10 A (±1,5 %+8)<br>Résistance 400 Ω - 40 MΩ (±1 %+5)<br>Capacité 40 nF - 100 μF (±3 %+8)<br>Fréquence 10 Hz - 10 MHz (±0,1 %+3)<br>Bande passante de l'oscilloscope 16 MHz<br>Fréquence d'échantillonnage de l'oscilloscope 80 Més/s<br>Résolution de l'oscilloscope 8 bits<br>Nombre de points de l'écran 4 000 (3¼ chiffres)<br>Connectivité USB<br>Alimentation 4 piles 1,5 V<br>Normes de sécurité CAT II 1 000 V - CAT III 600 V<br>Écran 160 x 160 monochrome (rétroéclairage réglable)<br>Dimensions 200 x 100 x 48 mm<br>Poids 500 g | EIO916 | 300 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |          |

# OSCILLOSCOPES NUMÉRIQUES

## Gamme Owon, un excellent rapport qualité-prix

- Grand écran TFT couleur, confort de visualisation
- Extra-plat, peu encombrant sur la paillasse
- Interface USB et LAN

## Gamme Economique :

Grande bande passante, mais moins d'options et faible mémoire

## Gamme Education :

Très complet, avec de nombreuses options et une profondeur mémoire correcte



## OSCILLOSCOPE GAMME EDUCATION

- Oscilloscopes rapides à 2 voies.
- Munis d'un écran couleurs TFT de 8", d'une résolution de 800 x 600 pixels.
- Port USB à l'arrière pour export des mesures vers un PC.
- Port USB à l'avant pour export des données vers une clé USB.
- Encombrement faible, moins de 8cm d'épaisseur
- Résolution verticale est de 8 bits sur tous les modèles

| OSCILLOSCOPES ECONOMIQUES                                                | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Oscilloscopes 2 voies OWON - Gamme ECO</b>                            |        |          |
| Profondeur de mémoire : 10 Kpts                                          |        |          |
| Types de déclencheurs : Front, Vidéo                                     |        |          |
| Résolution verticale : 8 bits                                            |        |          |
| Échelle verticale : 5 mV/div - 5 V/div                                   |        |          |
| Échelle horizontale : 5,0 ns/div ~ 1000 s/div                            |        |          |
| Paramètres de mesure V : Vmax, Vmin, Vpp, Vtop, Vbase, Moy, Vmean, Vrms, |        |          |
| Paramètres de mesure H : Période, Fréq., Largeur, Cycle, Retard...       |        |          |
| Écran : TFT LCD 800 x 480 7pouces                                        |        |          |
| Connectivité : USB                                                       |        |          |
| Dimensions : 301 x 152 x 70 mm                                           |        |          |
| Accessoires fournis : Câbles, manuel, sondes, CD                         |        |          |
| 100MHz 1Ge/s                                                             | EIO110 | 285 €    |
| 200MHz 1Ge/s                                                             | EIO120 | 330 €    |

| OSCILLOSCOPES GAMME EDUCATION                                                                            | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Oscilloscopes Numériques OWON</b>                                                                     |        |          |
| Vitesse balayage : 2 à 5 ns/div selon modèles - 100 s/div                                                |        |          |
| Temps de montée : 3 à 6ns selon modèles                                                                  |        |          |
| Nombre de voies : 2 + 1 (externe)                                                                        |        |          |
| Afficheur : LCD couleur 8", 800 x 600 pixels                                                             |        |          |
| Impédance entrée : 1 MW / 10 ou 15 pF selon modèles                                                      |        |          |
| Tension max entrée : 400 Vcc (DC + AC, crête à crête)                                                    |        |          |
| Profondeur mémoire : 100k                                                                                |        |          |
| Atténuation sonde : 1x, 10x, 100x, 1000x                                                                 |        |          |
| Couplage entrée : DC, AC, GND                                                                            |        |          |
| Résolution verticale : 8 bits (2 voies simultanément)                                                    |        |          |
| Sensibilité verticale : 2mV/div                                                                          |        |          |
| Déclenchement : Front, impulsion, vidéo, rampe et alterné                                                |        |          |
| Mode déclenchement : Auto, normal, monocoup                                                              |        |          |
| Niveau déclenchement : +/-6 divisions à partir du centre de l'écran                                      |        |          |
| Mesures : curseurs DV et DT entre les curseurs                                                           |        |          |
| Mesures auto : Vpp, Vavg, Vrms, Fréq., Période, Vmax, Vmin, Vtop, Vbase,                                 |        |          |
| Over/Preshoot, Rise/Fall, delay, +/-Width time, +/- Duty                                                 |        |          |
| Fonctions Maths : +, -, x, /, inversion, FFT                                                             |        |          |
| Stockage : jusqu'à 15 formes d'ondes en mémoire                                                          |        |          |
| Interface : USB esclave, USB maître, Pass/Fail, LAN et VGA                                               |        |          |
| Fréquencemètre : Oui                                                                                     |        |          |
| Alimentation : 230 V / 50 Hz - CAT II                                                                    |        |          |
| Protection : Fusible T 2A, 250 V                                                                         |        |          |
| Dimensions : 348 x 170 x 78 mm                                                                           |        |          |
| Masse : 1.50 kg                                                                                          |        |          |
| Accessoires fournis : Câble alimentation secteur, CDRom, manuel, câble USB, sonde, sacoche de rangement. |        |          |
| 30MHz 500Me/s                                                                                            | EIO503 | 315 €    |
| 60MHz 500Me/s                                                                                            | EIO606 | 360 €    |
| 70MHz 1Ge/s                                                                                              | EIO707 | 360 €    |
| 100MHz 1Ge/s                                                                                             | EIO710 | 399 €    |
| 125MHz 1Ge/s                                                                                             | EIO712 | 450 €    |

# MULTIMÈTRES

## Les multimètres modernes

- Multimètres, Thermomètre, Enregistreur de données
- Jumelage possible avec un téléphone ou une tablette android ou iOS avec le bluetooth
- Option Valeur Efficace Vraie (TRMS) disponible sur certains modèles
- Acquisition et relevés de mesures au cours du temps avec l'application bluetooth



| MULTIMÈTRES TRUE-RMS AVEC MESURE DE TEMPÉRATURE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                          | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Multimètre OWON - Gamme 18</b><br>Afficheur et nombres de points (selon modèles)<br>Tension CC: 0,1 V ~ 1000 V ± [~ 0,5% + 2dig]/CA: 1 mV ~ 750 V ± [~ 0,8% + 3dig]<br>Courant CC: 0,01 µA ~ 10 A ± [~ 0,8% + 2dig]/CA: 0,01 mA ~ 10 A ± [~ 1,2% + 3dig]<br>Résistance: 0,1 Ω ~ 60 MΩ ± [~ 0,8% + 2 chiffres]<br>Capacité : 0,01 nF ~ 60,00 mF ± [~ 2,5% + 3dig]<br>Mesure de fréquence : 0,001 Hz ~ 10 MHz ± [~ 0,8% + 2 chiffres]<br>Mesure de température : -50 ~ 400 °C ± [~ 2,5% + 3dig]<br>Mise à l'échelle automatique: Oui pour tous les modèles<br>True-RMS : Oui pour tous les modèles<br>Enregistrement de données: Oui pour tous les modèles<br>Protection d'entrée: Oui pour tous les modèles<br>Bluetooth : modèles EIM183 et EIM184<br>Alimentation : 1 pile 9V fournie<br>Dimensions : 190 × 90 × 56 mm<br>Fourni avec sondes et thermocouple | Modèle standard 6000pts<br>Bluetooth : non<br>Affichage : 3 5/6 digits   | EIM181 | 39 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Modèle standard 20000pts<br>Bluetooth : non<br>Affichage : 4 1/2 digits  | EIM182 | 60 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Modèle Bluetooth 6000pts<br>Bluetooth : oui<br>Affichage : 3 5/6 digits  | EIM183 | 60 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Modèle Bluetooth 20000pts<br>Bluetooth : oui<br>Affichage : 4 1/2 digits | EIM184 | 78 €     |

| MULTIMÈTRES 3 EN 1 - DATALOGGER / THERMOMÈTRE / MULTIMÈTRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                        | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Multimètre OWON - Gamme 35</b><br>Afficheur : LCD 6000 Points, 67x46mm, rétroéclairé<br>Tension continue : 60mV/600mV/6V/60V/1000V<br>Tension alternative : 60mV/600mV/6V/60V/1000V<br>Intensité continue : 600µA/6mA/60mA/600mA/6A/20A<br>Intensité alternative : 600µA/6mA/60mA/600mA/6A/20A<br>Résistance : 600Ω/6kΩ/60kΩ/600kΩ/6MΩ/10MΩ/60MΩ<br>Capacité : 40nF/400nF/4µF/40µF/400µF/4000µF<br>Fréquence : 9.999Hz/99.99Hz/999.9Hz/9.999kHz/99.99kHz/999.9kHz/9.999MHz<br>Rapport cyclique : 0.1% ~ 99.9%<br>Température : -50 à +400°C (sonde type K fournie)<br>Bande passante : 40Hz ~ 400Hz<br>Autres fonctions : test de transistor, diode, data hold, continuité avec buzzer<br>Interface : Bluetooth, compatible iOS et Android (EIM350/351)<br>Option valeur efficace vraie TRMS (EIM251/351)<br>Extinction automatique - Indicateur de batteries faibles<br>Fourni avec sondes et thermocouple<br>Alimentation : 2 piles 1.5V<br>Dimensions : 185 × 85 × 30 mm | Modèle standard<br>Bluetooth : non<br>TRMS : non       | EIM250 | 60 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Modèle standard TRMS<br>Bluetooth : non<br>TRMS : oui  | EIM251 | 66 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Modèle Bluetooth<br>Bluetooth : oui<br>TRMS : non      | EIM350 | 84 €     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Modèle Bluetooth TRMS<br>Bluetooth : oui<br>TRMS : oui | EIM351 | 90 €     |



## MULTIMÈTRES

**Gamme UNI-T, un excellent rapport qualité-prix - Gamme OWON, un excellent rapport performances-prix**

- Multimètres portables de 6000 à 40000 pts
- Multimètres de table de 2000 à 50000 pts

| MULTIMÈTRE ENTRÉE DE GAMME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Multimètre UNI-T 6000 pts</b></p> <p>Tension DC 1 mV - 600 V (<math>\pm 0,5\% + 3</math>)<br/> Tension AC 1V - 600V (<math>\pm 0,7\% + 3</math>)<br/> Courant DC 1 <math>\mu</math>A - 10 A (<math>\pm 1\% + 3</math>)<br/> Courant AC 1A - 10 A (<math>\pm 1,2\% + 3</math>)<br/> Résistance 1 <math>\Omega</math> - 60 M<math>\Omega</math> (<math>\pm 0,8\% + 2</math>)<br/> Capacité 9pF - 9mF (<math>\pm 4\% + 5</math>)<br/> Fréquence 10 mHz - 1 MHz (<math>\pm 0,1\% + 5</math>)<br/> Température -40 ° C à 1000 ° C (<math>\pm 1\% + 4</math>)<br/> Autres mesures Testeur de diode, continuité, NCV, batterie<br/> Fournis avec cordons et thermocouple<br/> Protection de surcharge - Pile 9V - Veille automatique<br/> Dimensions 155 x 76,5 x 49 mm</p>                                                                                                                                                                                            | EIM133 | 30 €     |
| MULTIMÈTRE DE PRECISION AVEC MESURE DE PUISSANCE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Multimètre UNI-T 40000pts + 4 digits 3/4</b></p> <p>Tension DC 400 mV - 1000 V (<math>\pm 0.05\% + 5</math>)<br/> Tension AC 4 V - 1000 V (<math>\pm 5\% + 30</math>) 45 Hz ~ 100 kHz<br/> Courant DC 400 <math>\mu</math>A - 10 A (<math>\pm 0.15\% + 15</math>)<br/> Courant AC 400 <math>\mu</math>A - 10 A (<math>\pm 2.5\% + 20</math>) 45 Hz ~ 100 kHz<br/> Résistance 400 <math>\Omega</math> - 40 M<math>\Omega</math> (<math>\pm 1\% + 40</math>)<br/> Capacité 40 nF - 40 mF (<math>\pm 1.2\% + 20</math>)<br/> Fréquence 40Hz - 400 MHz (<math>\pm 0.01\% + 8</math>)<br/> Température -40 ° C à 1000 ° C (<math>\pm 1\% + 3</math>)<br/> Puissance 0 W - 2500 W (<math>\pm 2\% + 50</math>)<br/> Autres mesures Testeur de diode, continuité, NCV, batterie<br/> Fournis avec cordons, thermocouple K, câble USB, cordon de mesure de puissance EU<br/> Protection de surcharge - Pile 9V Veille automatique<br/> Dimensions 205 x 95 x 45 mm</p> | EIM071 | 198 €    |
| MULTIMÈTRE DE TABLE ENTRÉE DE GAMME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Multimètre de table UNI-T 2000 pts</b></p> <p>Tension DC 0,2 / 2/20/200 / 1000V <math>\pm [0,5\% + 2]</math><br/> Tension AC 0,2 / 2/20/200 / 1000V <math>\pm [0,8\% + 3]</math><br/> Courant DC 0,2 / 2/20 / 200mA / 10A <math>\pm [0,8\% + 3]</math><br/> Courant AC 2/20 / 200mA / 10A <math>\pm [1,0\% + 5]</math><br/> Résistance 200<math>\Omega</math> / 2/20/200k<math>\Omega</math> / 2/20M<math>\Omega</math> <math>\pm [0,8\% + 3]</math><br/> Capacité 20nF / 2uF / 200uF <math>\pm [4\% + 3]</math><br/> Autres caractéristiques Rétroéclairage, mode veille, continuité, REL, Min-Max, HOLD<br/> Alimentation Secteur 220V / ou Piles 6 x 1,5 V (incluses)<br/> Dimensions 300 x 245 x 105 mm</p>                                                                                                                                                                                                                                               | EIM801 | 120 €    |
| MULTIMÈTRE DE TABLE DE PRÉCISION OWON                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Multimètre de table OWON 50000 pts</b></p> <p>Tension DC 0,001 mV - 1000 V <math>\pm 0,1\% \pm 10</math><br/> Tension AC 1 mV - 750 V <math>\pm 2,0\% \pm 0,10</math><br/> Courant DC 0,01 <math>\mu</math>A - 10 A <math>\pm 0,15\% \pm 20</math><br/> Courant AC 1 <math>\mu</math>A - 10 A <math>\pm 0,5\% \pm 20</math><br/> La résistance 0,01 <math>\Omega</math> - 5 M<math>\Omega</math> <math>\pm 0,1\% \pm 10</math><br/> Capacité 1 nF - 50mF <math>\pm 2,5\% \pm 5</math><br/> Fréquence 0,001 Hz - 60 MHz <math>\pm 0,2\% \pm 8</math><br/> Test de diode 1 000 <math>\Omega</math><br/> Température Thermocouple<br/> Autres fonctions : Max, Min, Moyenne, REL, %, dBm / dB, Réussite / Échec, Tableau<br/> Fonction enregistreur de données : Durée: 5 ms - 9999s - Longueur: 1 kPts<br/> Chiffres 4 <sup>4/5</sup> digits<br/> Affichage Écran LCD de 3,7"<br/> Connectivité RS232<br/> Dimensions 235 x 110 x 295 mm</p>                    | EIM824 | 198 €    |

# GBF - AMPLIFICATEURS POUR GBF

Plusieurs gammes suivant votre budget et votre besoin

- Simple mais efficace : Gamme Uni-T
- Meilleur compromis : Gamme Owon EIG1xx/EIG2xx
- Haute résolution : Gamme Owon EIG3xx

**NEW**



## GBF HAUTE RÉOLUTION EIG335/360/380/310

Gamme de GBF 2 voies qui peuvent générer des signaux avec une fréquence maximale de 35 à 100 MHz suivant les modèles. Ces GBFs ont une excellente résolution de 1  $\mu$ Hz et une fréquence d'échantillonnage de 500 MSa /s. Ils sont aussi capables de générer 6 formes d'onde standard et 150 formes d'onde arbitraires. Avec le logiciel PC inclus, vous pouvez créer des fonctions avancées jusqu'à 10 millions de points. Ces formes d'onde peuvent être stockées dans la mémoire interne du générateur de fonctions via USB ou LAN à l'aide d'un PC. Ces GBFs prennent également en charge les commandes SCPI et LabView et possèdent un compteur de fréquence intégré de haute qualité qui peut fonctionner de 100 mHz à 200 MHz.

### GBF ENTRÉE DE GAMME - 5MHZ

REF

PRIX TTC



#### GBF Uni-T - 1 voie 5MHz

1 Voie BNC 50ohm avec connectivité USB  
 Signaux de sortie : Sinus, carré, impulsion, rampe, bruit, CC, arbitraire  
 Gamme de fréquence (max.) 5 MHz  
 Taux d'échantillonnage 125 MSa / s  
 Résolution verticale 14 bits  
 Amplitude 1 mVpp - 10 Vpp  
 Affichage LCD TFT 4,3 pouces  
 Dimensions 320 x 265 x 110 mm  
 Poids 2.8 kg

EIG090

144 €

### GBF HAUTE RESOLUTION COMMANDABLE PAR SCPI ET LABVIEW

REF

PRIX TTC

#### GBF Haute résolution 1 microHertz - OWON

Gamme de fréquences 1  $\mu$ Hz - 35/60/80/100 MHz (selon modèle)  
 Nombre de canaux 2  
 Taux d'échantillonnage 500 MSa / s  
 Résolution verticale 14 bits  
 Affichage Écran LCD de 7 pouces (800 x 480)  
 Impédance de sortie 50  $\Omega$   
 Fonctions intégrées Sinus, carré, impulsion, catastrophe, bruit, harmonique  
 Fonctions modulation AM, DSB-AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, BPSK, QPSK, 3FSK, 4FSK, OSK, PWM, SUM  
 Connectivité USB (hôte et périphérique), COM, LAN  
 Dimensions 340 x 177 x 90 mm  
 Poids 2.5 kg

Bande passante 35MHz

EIG335

399 €

Bande passante 60MHz

EIG360

540 €

Bande passante 80MHz

EIG380

600 €

Bande passante 100MHz

EIG310

660 €

### AMPLIFICATEURS DE PUISSANCE 10W POUR GBF

REF

PRIX TTC



#### Amplificateur de puissance 10W-1MHz

Fonctionne avec la plupart des GBF pour amplifier le signal pour des fréquences allant jusqu'à 1 MHz et une vitesse de balayage de 90 V /  $\mu$ s,  
 -Réglage du gain (x1 ou x10)  
 -Impédance de sortie jusqu'à 15 k $\Omega$   
 -Le circuit de protection de sortie intégré (protection contre les surintensités et protection interne contre la surchauffe)  
 -Taille compacte, facile à transporter et à utiliser.

EIG910

450 €

# GÉNÉRATEURS BASSE FRÉQUENCE

## La gamme DWOX, un excellent rapport qualité-prix

- Technologie DDS, Résolution verticale 14bits
- Ecran LCD 4" Couleur, Grande ergonomie
- Option Fréquencemètre et Modulation (modèles dont la référence se finit par F ou P)
- Option Amplification 10W (modèles dont la référence se finit par P)



**GBF  
AMPLIFIÉ**

### SORTIE AMPLIFIÉE 10W

Profitez d'une sortie amplifiée 10W à moindre coût sur les modèles dont la référence finit par P. Utile pour les expériences avec vibreur électromécanique et les TIPE.

Un amplificateur 10W pour GBF coûte habituellement dans les 400 euros, les modèles EIG112P et EIG122P vous permettent l'équivalent pour moins de 50 euros de surcoût.

## Générateurs Basse Fréquence, 2 voies

- Nombre de voies : 2
- Fréquence : de 10MHz à 50MHz selon modèle
- Échantillonnage : 125 Méch/s (10 et 25 MHz) / 250 Méch/s (50MHz)
- Résolution verticale : 14 bits
- Signal : sinus, carré, impulsion, rampe, bruit et forme arbitraire
- Formes arbitraires : 48 disponibles + celles définies par l'utilisateur
- Résolution fréquence : 1 mHz
- Amplitude crête à crête : 1mV à 10V sur charge 50W
- Résolution amplitude : 1mVcc ou 14 bits
- Offset : +/- 10V en circuit ouvert et +/- 5V sur charge 50W
- Résolution Offset : 1mV
- Type de modulation : AM, FM, PM, FSK, PWM (50MHz seulement)
- Fréquence modulation : 2mHz à 20 kHz (FSK : 1mHz à 100kHz)
- Option Fréquencemètre : fréquence, période, largeur +/-, rapport cyclique (modèles F et P)
- Bande passante fréquencemètre : 100mHz à 200 MHz
- Affichage fréquencemètre : 6 digits
- Option sortie amplifiée à l'arrière, Gain x10, Vmax 22V, Pmax 10W (modèles P)
- Afficheur : LCD couleur 4", 480x320 pixels
- Interface : USB maître et USB esclave
- Alimentation : 230V / 50Hz
- Dimensions : 235x110x295 mm
- Masse : 3.0 kg

| BANDE PASSANTE | FREQUENCE METRE | MODULATION | AMPLIFICATION 10W | REF     | PRIX TTC |
|----------------|-----------------|------------|-------------------|---------|----------|
| 10MHz          | non             | non        | non               | EIG112  | 297 €    |
| 10MHz          | oui             | oui        | non               | EIG112F | 345 €    |
| 10MHz          | oui             | oui        | oui               | EIG112P | 390 €    |
| 25MHz          | non             | non        | non               | EIG122  | 330 €    |
| 25MHz          | oui             | oui        | non               | EIG122F | 385 €    |
| 25MHz          | oui             | oui        | oui               | EIG122P | 420 €    |
| 50MHz          | oui             | oui        | non               | EIG252F | 540 €    |

# ALIMENTATIONS DE LABORATOIRE

## Alimentations Haute Tension, Générateurs de courant...

- Permet d'alimenter certains systèmes électrostatiques (Tube à électrons, Machine de Wimshurst, Générateur de Van de Graaf, Faraday...)
- Douilles double isolation, Protections contre surtension et surchauffe

| ALIMENTATIONS HAUTE TENSION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Alimentation DC 0-300V</b><br/>                     Tension de sortie: 0 à 300VDC ajustable<br/>                     Courant de sortie: 300mA<br/>                     Charge de Régulation: 30mV<br/>                     Ondulation de Tension: 50mV<br/>                     Affichage: LCD 3 digits<br/>                     Protection limite de courant<br/>                     Alimentation: 220-240VAC<br/>                     Dimensions: 108X154X240mm<br/>                     Poids: 2kg</p>                                                                                       | EIA630 | 180 €    |
|  <p><b>Alimentation 0-30V / 0-20A</b><br/>                     Tension de sortie: 0 à 30VDC ajustable<br/>                     Courant de sortie: 0 à 20A ajustable<br/>                     Ondulation de Tension: 100mV<br/>                     Affichage: LCD<br/>                     Protection fusible<br/>                     Alimentation: 220-240VAC</p>                                                                                                                                                                                                                                   | EIA640 | 225 €    |
|  <p><b>Alimentation 0-60V / 0-15A</b><br/>                     Tension de sortie: 0 à 60VDC ajustable<br/>                     Courant de sortie: 0 à 15A<br/>                     Ondulation de Tension: 200mV<br/>                     Affichage: LCD<br/>                     Protection fusible<br/>                     Alimentation: 220-240VAC</p>                                                                                                                                                                                                                                             | EIA650 | 480 €    |
|  <p><b>Alimentation DC 0-6000V</b><br/>                     Tension de sortie: 0 à 6kV DC ajustable<br/>                     Courant de sortie: 3mA à 6kV<br/>                     Sorties AC 6.3VAC/3A<br/>                     Alimentation: 220-240VAC<br/>                     Dimensions: 108X154X240mm<br/>                     Poids: 5kg</p>                                                                                                                                                                                                                                                  | EIA660 | 288 €    |
| GÉNÉRATEURS DE COURANT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF    | PRIX TTC |
|  <p><b>Générateur de courant 0-1A</b><br/>                     Courant constant, réglage continu<br/>                     Protection contre les surtensions et les courts-circuits<br/>                     Affichage LCD 3 digits<br/>                     Courant de sortie: 0 ~ 1A (3 calibres)<br/>                     Tension max.: 15V<br/>                     Résolution: 100µA (0 ~ 20mA) 1mA (20 ~ 200mA) 10mA (200mA ~ 1A)<br/>                     Charge de régulation: 1%<br/>                     Tension d'alimentation: 220 ~ 240VAC - 50Hz<br/>                     Poids: 2kg</p> | EIC115 | 150 €    |

## ALIMENTATIONS DC

**Ajustement continu de la courant-tension**

- Utile pour piloter de nombreuses expériences de physique
- Contrôle en Tension ou en Courant
- Protection par limitation de courant
- Certifié CE



1



2

3



## ALIMENTATIONS DC

REF

PRIX TTC

**1 Alimentation DC variable 0-30V MCP**

Ajustement continu de la tension et du courant  
Affichage par LCD 3 digits  
Protection surtension (modèle 10A)  
Tension de sortie: 0 à 30VDC  
Régulation de charge: 3mV en Tension, 3 à 5mA en courant  
Fluctuations : 1mV

SORTIE SIMPLE - COURANT MAX 3A

EIA303

180 €

SORTIE SIMPLE - COURANT MAX 5A

EIA305

198 €

SORTIE SIMPLE - COURANT MAX 10A

EIA310

330 €

SORTIE DOUBLE - COURANT MAX 3A

EIA323

270 €

SORTIE DOUBLE - COURANT MAX 5A

EIA325

300 €

**2 Alimentation DC symétrique multitenions ELC**

Tension de sortie ajustable : +/-10VDC à ±15VDC  
Charge de Régulation: 15mV  
Ondulation de Tension: 3mV  
Douille de sécurité 4mm et Protection fusible  
Alimentation: 220-240VAC  
Dimensions: 58X106X95mm  
Poids: 250g

PUISSANCE 30W +/-15V COURANT 1A

EIA151

90 €

PUISSANCE 60W +/-15V COURANT 2A

EIA152

135 €

## ALIMENTATIONS DC ÉCONOMIQUES

REF

PRIX TTC

**Alimentations 0-30V / 0-5A**

Afficheur LED à 4 digits pour affichage courant et tension.  
Refroidissement actif automatique.  
Protection contre les surcharges, les courts-circuits et la surchauffe.  
Douilles IEC double sécurité (EIA301) ou standard (EIA401)  
Tension de sortie: 0 à 30VDC  
Courant de sortie: 0 à 5A  
Résolution: 10mV / 1mA  
Tension d'alimentation: 220 ~ 240VAC - 50Hz  
Poids: 4kg

Avec douilles  
double sécurité  
EIA301 **3**

99 €

Avec douilles  
4mm standard  
EIA401

90 €

**Alimentation Triple économique 0-30V - 3A**

2 sorties variables DC 0-30V, 3A  
1 sortie fixe DC 5V 3A  
Affichage LED 3 digits, tension et courant  
Protection par limitation de courant  
Dimensions 360x265x165mm  
Poids 12kg

EIA333

189 €



# BOITES À DÉCADES TWINSE

**NEW**


**Boîte Résistance Mono-décade  
10 positions**

Ref. EDR10x

**Rapport qualité-prix-praticité très intéressant**

- Coffret métallique résistant et stable.
- Idéal pour l'étude des circuits RLC.



| RÉSISTANCE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        | DÉCADES | REF                    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------|------------------------|----------|
| <div>1</div> <div><b>Boîte Résistance Twinse à décades multiples</b></div> <div>Boitier métallique blanc avec sérigraphie noire<br/>4 à 7 décades selon modèles<br/>Commutateurs rotatifs à 10 positions<br/>Douilles de sécurité Ø4mm<br/>4 pieds en caoutchouc</div>                                                                                                         | 4, jusqu'à 11,11kΩ     | EDR204  | 84 €                   |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5, jusqu'à 111,11kΩ    | EDR205  | 96 €                   |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6, jusqu'à 1.111,11kΩ  | EDR206  | 111 €                  |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7, jusqu'à 11.111,11kΩ | EDR207  | 126 €                  |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |         |                        |          |
| MONO-DÉCADE 10 POSITIONS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        | DÉCADES | REF                    | PRIX TTC |
| <div>2</div> <div><div>NEW</div><b>Boîte Résistance Mono-décade 10 positions</b></div> <div>Boitier ABS noir avec étiquette personnalisable<br/>Commutateur rotatif à 10 positions<br/>Décade de résistances de 1Ω à 1MΩ<br/>Précision : 1%<br/>Intensité max. : 700mA<br/>Tension max. : 50V<br/>Douilles de sécurité Ø4mm</div>                                              | 1Ω                     | EDR101  | PRIX UNIQUE<br>39,90 € |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 10Ω                    | EDR102  |                        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 100Ω                   | EDR103  |                        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1kΩ                    | EDR104  |                        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 10kΩ                   | EDR105  |                        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 100kΩ                  | EDR106  |                        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1MΩ                    | EDR107  |                        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |         |                        |          |
| INDUCTANCE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                        |         | REF                    | PRIX TTC |
| <div>3</div> <div><b>Boîte Inductance Twinse à 7 décades</b></div> <div>Coffret métallique blanc avec sérigraphie noire<br/>Commutateurs rotatifs à 10 positions<br/>Douilles de sécurité Ø4mm<br/>6 pieds en caoutchouc<br/>Boite d'inductances à 7 décades :<br/>Plage de décades : 1H à 1μH<br/>Précision : 5%<br/>Intensité : de 40mA à 350mA<br/>Tension max. : 50V</div> |                        | EDI270  | 198 €                  |          |

# BOITES À DÉCADES ELC-CENTRAD

## CENTRAD - ELC, la référence du domaine

- Haute solidité.
- Haute précision.



| RÉSISTANCE                                                                                                                                                                                                                                                                            | DÉCADES                      | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------|----------|
| <b>Boîte à décades de résistances, modèle ELC</b><br>- Sélection par commutateur rotatif.<br>- Butée évitant le passage accidentel de 10 à 1.<br>- Borne de terre détournée mâle.<br>- Sorties sur bornes de sécurité Ø4mm.<br>IEC / EN 61010-1 - 150 V Cat II, 50 V Cat III - Pol 2. | 4, jusqu'à 11,11kΩ           | EDR304 | 126 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5, jusqu'à 111,11kΩ          | EDR305 | 150 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6, jusqu'à 1.111,11kΩ        | EDR306 | 168 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7, jusqu'à 11.111,110kΩ      | EDR307 | 192 €    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8, 0.1Ω jusqu'à 11.111,111kΩ | EDR308 | 210 €    |

| CAPACITÉ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Boîte à décades de capacité, modèle ELC à 5 décades</b><br>• Condensateurs polystyrène et polypropylène, d'une grande précision, d'un coefficient de température de 125ppm/°C et d'une très haute résistance d'isolation.<br>• Sortie : douilles de sécurité Ø4mm.<br>• Face avant et boîtier métalliques, connectés à une douille de terre de sécurité détournée.<br>• Capacité : 0,1nF à 11,111µF. Tolérance 1%<br>• Capacité résiduelle : de 20 à 25pF.<br>• Valeurs maxi de tension : 300Vcc, 230Vca à 50 Hz.<br>• Précision : 1% (capacité résiduelle réduite).<br>• Dim. : 310 x 90 x 80mm.<br>• Poids : 1kg. |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | EDC350 | 288 €    |

| INDUCTANCE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Boîte Inductance à 7 décades</b><br>• Inductances bobinées sur pot ferrite, pour un facteur qualité élevé compris entre 55 et 100. Sortie : douilles de sécurité Ø4mm.<br>• La tension appliquée dépend en grande partie de la fréquence d'utilisation.<br>• Précision 5%<br>• Facteur Q de 55 à 100 selon décade<br>La tension doit être limitée afin d'éviter la saturation du noyau et l'échauffement.<br>• Face avant et boîtier métalliques, connectés à une douille de terre de sécurité détournée<br>• Dim. : 410 x 90 x 80mm. |        |          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EDI370 | 270 €    |

# CONNECTIQUE ELECTRIQUE

## Cordons et adaptateurs BNC et 4mm

Tous nos cordons et adaptateurs sont conformes aux normes en vigueur en France EN61010 :  
 Fiches 4mm double sécurité, cordons BNC isolés, tension et courant max...



| ADAPTATEURS                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                      | PRIX TTC              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
|      | <b>Adaptateurs BNC-BANANE 4mm</b><br>Adaptateur BNC-Banane<br>2 Fiches 4mm IEC double sécurité<br>1 fiche BNC mâle isolée, matière zinc                                                                                                                                                                                                                                              | BNC mâle<br>ECB142                       | 9,90 €                |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | BNC femelle<br>ECB143                    | 12 €                  |
| CORDONS                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                      | PRIX TTC              |
|    | <b>1 Cordons électriques banane 4mm, double sécurité, avec reprise arrière</b><br>Cordon de sécurité à reprise arrière<br>Fiches 4mm, double isolation<br>Section : 1mm <sup>2</sup><br>Intensité max : 20A<br>Tension max : 2000V                                                                                                                                                   | Longueur 100cm - Couleur Noire<br>ECB410 | PRIX UNIQUE<br>4,80 € |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Longueur 100cm - Couleur Rouge<br>ECB411 |                       |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Longueur 100cm - Couleur Verte<br>ECB412 |                       |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Longueur 100cm - Couleur Bleue<br>ECB413 |                       |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Longueur 100cm - Couleur Jaune<br>ECB414 |                       |
|    | <b>Cordons BNC-BANANE 4mm Double sécurité, longueur 1 m</b><br>Cordon BNC-Banane de sécurité<br>2 Fiches 4mm de sécurité avec double isolation<br>1 fiche BNC mâle isolée, matière cuivre<br>Câble blindé avec jonction renforcée<br>Impédance 50 Ohms - Intensité max : 5A - Tension max : 500V<br>Longueur partie BNC 100cm - Longueur partie Banane 20cm<br>Longueur totale 120cm | Modèle Eco<br>ECB140                     | 9 €                   |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Modèle Haute Qualité PJP<br>ECB141       | 15 €                  |
|  | <b>2 Cordons BNC-BNC Double sécurité, longueur 1 m</b><br>Câble coaxial BNC-BNC Longueur 1m minimum (ECB100)<br>Adaptateur en T BNC Mâle vers 2 BNC Femelle (ECB123)<br>Fiches BNC mâle isolées, matière cuivre<br>Impédance 50 Ohms<br>Intensité max : 5A Tension max : 500V                                                                                                        | Cordon BNC-BNC<br>ECB100                 | 4,80 €                |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Connecteur BNC en Té<br>ECB123           | 4,20 €                |
| SONDES                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF                                      | PRIX TTC              |
|    | <b>Paire de sondes d'oscilloscopes 100MHz x1/x10</b><br>Vendu par paire, compatible avec la majorité des oscilloscopes numériques<br>Longueur câble : 110cm<br>Temps de réponse : 3.5ns<br>Atténuation : x1, x10<br>Sortie BNC mâle isolée, matière cuivre<br>Bande passante 100MHz<br>Tension max : 200V (en x1) - 600V (en x10)                                                    | ECS110                                   | 30 €                  |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                       |
|    | <b>Sonde d'oscilloscope Haute tension 2kV x100</b><br>Vendu unitairement, compatible avec la majorité des oscilloscopes numériques<br>Longueur câble : 120cm<br>Temps de réponse : 3.5ns<br>Atténuation : x100<br>Sortie BNC mâle isolée, matière cuivre<br>Bande passante 100MHz<br>Tension max : 2kV (en x100)                                                                     | ECS120                                   | 36 €                  |
|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |                       |

# TRANSFORMATEURS SECTEUR

## Transformateurs basse tension et câbles divers

Nos transformateurs sont équipés d'interrupteurs ON-OFF et sont adaptés à de nombreuses situations de travaux pratiques, particulièrement pour les sources lumineuses et divers appareils électriques en basse tension. Nous consulter pour des demandes spécifiques : [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

| TRANSFORMATEURS SECTEUR                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|    | <b>Transformateur 6-12V 100W avec interrupteur</b><br>Tension d'entrée : 230 VAC<br>Tensions de sortie : 6 ou 12 VDC<br>Sorties : douilles de sécurité Ø 4mm<br>Courant de sortie : 16 ou 8 A<br>Interrupteur lumineux<br>Longueur de fil : 1,40m<br>Dimensions : 130 x 100 x 85 mm<br>Poids : 2,720 kg | ETS100 | 84 €     |
|   | <b>Transformateur 12V 75W avec interrupteur et deux fiches bananes mâles</b><br>Tension d'entrée : 230 VAC<br>Tensions de sortie : 12 VDC<br>Sorties : fiches de sécurité mâles Ø 4mm<br>Courant de sortie : 7A<br>Longueur de fil : 2,50m<br>Poids : 0,500 kg                                          | ETS075 | 36 €     |
| CHARGEURS MULTI-TENSIONS 3-12V                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Transformateur multi-tensions / multi-embouts 3-12V + USB 5V</b><br>Prise EU 220/230 VAC<br>Tensions de sortie : 3 / 4.5 / 5 / 6 / 7.5 / 9 / 12V VDC<br>Sorties USB (5V) / Jack alim, 6 embouts 2.5 jusqu'à 5.5<br>Courant max 2A - Puissance 30W                                                    | ETS312 | 15 €     |
|  | <b>Alimentation 6 tensions fixes 3-12V, sorties 4mm</b><br>Prise EU 220/230 VAC<br>Tensions de sortie : 3 / 4.5 / 6 / 7.5 / 9 / 12V VDC par bouton rotatif<br>Sorties par douilles IEC 4mm, avec interrupteur et fusible<br>Courant max 2A - Puissance 30W                                              | ETS312 | 48 €     |
| CHARGEUR 5V (POUR LANTERNES ET LASER)                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Transformateur jack alim 2.5 - 5V 0.3A</b><br>Prise EU 220/230 VAC<br>Tensions de sortie : 5 VDC<br>Sorties : connecteur jack alim mâle 5.5/2.5<br>Courant de sortie : 300mA<br>Avec interrupteur ON-OFF, câble 150cm                                                                                | ETS005 | 7,50 €   |
| TRANSFORMATEURS USB                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
|  | <b>Transformateurs USB 5V 1A</b><br>Tension d'entrée : 230 VAC<br>Tensions de sortie : 5 VDC<br>Sorties : prise USB femelle<br>Courant de sortie : 1A                                                                                                                                                   | ETU005 | 9 €      |
| CÂBLES USB ET JACK                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF    | PRIX TTC |
| Câbles USB et jack, longueur 1m minimum                                             | Câble USB - USB                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ECU001 | 6 €      |
|                                                                                     | Câble USB - mini USB                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ECU002 | 6 €      |
|                                                                                     | Câble USB - micro USB                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ECU003 | 6 €      |
|                                                                                     | Câble Jack Audio - coudé sur une extrémité                                                                                                                                                                                                                                                              | ECJ001 | 6 €      |

# TESLAMÈTRE-GAUSSMÈTRE

## Gamme complémentaire

- Pour les champs forts : Teslamètre 2 Tesla, idéal avec les électro-aimants et bobines puissantes (CEM404)
- Pour la pédagogie : Teslamètre Bi-axe, avec sorties analogiques (CEM406)
- Pour une mesure rapide : Mesureur de champ et d'induction électromagnétique (CEM427)



Mesurez des intensités élevées  
du champ magnétique  
Jusqu'à 2 Tesla

### Teslamètre champ fort

**360 € TTC** / Ref. CEM404

1

#### SIMPLE D'UTILISATION

Echelle automatique  
Sonde pouvant être mise sur tige

#### CHAMPS MAGNÉTIQUES ÉLEVÉS

Plage : 0 à 2T  
Résolution : 0.1 mT  
Précision : 5%

#### EXPÉRIENCES

Champ magnétique autour d'aimants  
Mesures de champ dans les bobines  
Expériences électromagnétiques (Helmoltz, Faraday...)



Mesure simultanée de champs  
dans les directions Bx et Bz  
Jusqu'à 200mT

### Teslamètre Bi-axe de précision

**270 € TTC** / Ref. CEM406

2

#### MESURES SUR 2 AXES!

La mesure simultanée du champ magnétique sur 2 axes (transverse et longitudinal)  
Offre de nouvelles possibilités d'expériences ainsi que des résultats plus facilement accessibles.

#### PRÉCISION ET RÉOLUTION ÉLEVÉE

Plage : 0 à 200mT  
Résolution : 0.01 mT  
Précision : 2%

#### SORTIES ANALOGIQUES

Pour une exploitation sur oscilloscope ou Exao.  
Par douilles de sécurité 4mm.

## TESLAMÈTRE-GAUSSMÈTRE

REF

PRIX TTC

### 1 Teslamètre fort champ jusqu'à 2 Tesla

Affichage numérique  
Sonde protégée  
Plage de mesure : 0-2T  
Résolution : 0.1mT  
Précision : 5% de l'échelle  
Alimentation secteur 12V

CEM404

**360 €**

### 2 Teslamètre Bi-Axe

Tube en verre avec extrémités métalliques  
Graduation millimétrique  
Piston réglable  
Microphone intégré

CEM406

**270 €**



### Mesureur de champ électromagnétique, Gaussmètre-Teslamètre

Sonde séparée uniaxe  
Plage mesure champ électromagnétique : 200/20000 mG  
Plage mesure induction électromagnétique : 20/2000  $\mu$ T  
Affichage: LCD 3½ digits  
Temps de réponse : 0.4s

CEM427

**189 €**



## SONOMÈTRES

NEW



## Analyseurs de bruit

- Pour des mesures directes de volume sonore mais également pour des analyses graphiques plus poussées.

## CAPTEUR 6 EN 1, IDÉAL POUR LES TIPE

- 1 x Analyseur de bruit
- 1 x Capteur de son
- 1 x Capteur de vitesse du vent
- 1 x Capteur de lumière
- 1 x Capteur de température
- 1 x Capteur d'humidité.

240 € TTC / Ref. COT061 (plus de détails page suivante)

| SONOMÈTRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Sonomètre économique 40-130dB</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonction min/max.</li> <li>• Sélection automatique de plage : 40-130dB.</li> <li>• Allumage/extinction automatique du rétro-éclairage.</li> <li>• Résolution : 0,1dB - Précision : <math>\pm 3,5</math>dB à 1kHz.</li> <li>• Plage de fréquence : 31,5Hz à 8kHz.</li> <li>• Microphone : type condensateur à électret.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      | CSM243 | 49,50 €  |
|  <p><b>Capteur polyvalent 4 en 1 : sonomètre, hygromètre, luxmètre, thermomètre</b></p> <p>Capteur 4 en 1 micro électret, plage de mesure de 35 à 130 dB</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermomètre ambiant : -20° à +60°C / Préc. <math>\pm 3\%</math></li> <li>• Thermomètre Type K -20° à +750°C / Préc. <math>\pm 3\%</math></li> <li>• Hygromètre : 25 à 95% <math>\pm 5\%</math> RH</li> <li>• Luxmètre : 0 à 20000Lux / <math>\pm 5\%</math></li> <li>• Sonomètre : 35 à 100dB</li> </ul> <p>Dim. : 251x64x20 mm / 880 g</p>                                                                                                                           | COT051 | 225 €    |
|  <p><b>Sonomètre digital 35-130dB à micro électret</b></p> <p>Capteur micro électret, plage de mesure de 35 à 130 dB</p> <p>Fonctions : SLOW - FAST - HOLD - MAX</p> <p>Sortie analogique sur prise jack 3,5</p> <p>Livré avec sacoche de transport rigide - logiciel et câble</p> <p>Affichage : LCD 3 1/2 digits, haut. 17 mm</p> <p>Bande passante : 31,5 - 8000 Hz</p> <p>Plage de mesure : Low 35-100 dB / High 65-130 dB</p> <p>Résolution : 0,1 dB</p> <p>Précision : <math>\pm 3,5</math> dB [94 dB/1 kHz]</p> <p>Sorties : low: 38 mV/dB, 100 ohms / high: 8,3 mV/dB, 100 ohms</p> <p>Sortie analogique DC : 10 mV/dB, 100 ohms</p>                                | CSM885 | 120 €    |
|  <p><b>Sonomètre avec sortie analogique et numérique + logiciel</b></p> <p>Idéal pour des enregistrements prolongés car il peut être connecté à un PC par USB, ou un multimètre/oscilloscope. Le logiciel fourni offre une lecture sous forme de tableau et de graphique. Toutes ces données peuvent être exportées sur Excel.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plage: 30 - 130 dB</li> <li>- Résolution: 0,1 dB</li> <li>- Interface USB pour le transfert de données</li> <li>- Mémoire pour 32700 enregistrements</li> <li>- Pondération temporaire rapide et lente</li> <li>- Carcasse ABS robuste</li> <li>- Grand écran LCD, sortie analogique</li> </ul> | CSM322 | 240 €    |

# STROBOSCOPES-TACHYMÈTRES

## Modèles lumineux et portatifs

Les stroboscopes et tachymètres sont construits autour d'un microprocesseur de haute précision. Les caractéristiques des modèles présentés ici, en font des outils idéaux pour la mesure ou le contrôle des équipements tournant (moteurs, centrifugeuses, pompes) ou pour la démonstration de l'effet stroboscopique (vibreux de melde, cuve à ondes) dans l'enseignement.



| STROBOSCOPES - TACHYMÈTRES |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 1                          |  <p><b>Stroboscope digital à lampe XENON</b><br/>           Plage de mesure : 50 - 12000 flashes/min<br/>           Haute luminosité<br/>           Résolution : 0.1FPM<br/>           Affichage 5 digits LCD<br/>           Temps d'échantillonnage 0.3s<br/>           2 potards de réglage (grossier - fin)<br/>           2 boutons (x2) - (1/2)</p>            | WMS235 | 240 €    |
| 2                          |  <p><b>Stroboscope digital à lampe XENON Lutron</b><br/>           Affichage LCD 4 digits 8mm de haut<br/>           Plage d'utilisation : de 100 à 10000 RPM / FPM<br/>           Résolution : 1 RPM/FPM<br/>           Précision : +/- 0,05%<br/>           Vitesse d'échantillonnage : 1 seconde<br/>           Energie : 4W<br/>           Couleur : 6500°K</p> | WMS239 | 300 €    |
|                            |  <p><b>Stroboscope Tachymètre de poche, à lampe LED</b><br/>           Affichage LCD 5 digits<br/>           Tachymètre : 60 à 40000 tr/min<br/>           Stroboscope : 60 à 100 000 éclairs/min (3 calibres)<br/>           Résolution : 1 RPM/FPM<br/>           Alimentation : piles AA 4 x 1.5V</p>                                                            | WMS240 | 90 €     |
| 3                          |  <p><b>Stroboscope digital à lampe Xénon, 100 à 15000 flashes/min, sur batterie</b><br/>           Affichage LCD 5 digits avec rétroéclairage<br/>           Plage d'utilisation : de 100 à 15000 flash par minute<br/>           Alimentation secteur ou batteries<br/>           Entrée pour commande externe : de 5V à 15V pour 5 à 15000 RPM/FPM</p>            | WMS339 | 360 €    |

## STATIONS MÉTÉO

**Anémomètre, Luxmètre, Hygromètre, Pression atmosphérique le domaine**

- Anémomètres numériques à turbine ou à fil chaud
- Stations météorologique polyvalentes

| ANÉMOMÈTRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Anémomètre digital à hélice</b><br/>           Mesure instantanée (0.2 à 45m/s)<br/>           Affichage digital<br/>           Résolution 0.1m/s<br/>           Tête déportée étanche<br/>           Alimentation 1 x pile de 9 V</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CAM890 | 54 €     |
|  <p><b>Anémomètre à fil chaud avec logiciel</b><br/>           Le petit diamètre (10 mm) de la sonde thermique permet d'utiliser l'anémomètre dans les espaces réduits et difficilement accessible grâce à la sonde télescopique qui atteint une longueur maximale de 1 m. L'anémomètre peut être connecté à un PC par USB et le logiciel fourni permet l'acquisition continue des données qui peuvent être enregistrées sous format .txt ou csv pour une analyse ultérieure.<br/>           Vitesse du vent de 0.1 à 25 m/s avec résolution 0.01m/s<br/>           Température 0 à 50°C avec résolution 0.1°C<br/>           Capteur à fil chaud, télescopique<br/>           - Longueur: 185 mm (minimum)<br/>           - Longueur: 1000 mm (maximum)<br/>           - Diamètre :10 mm<br/>           Écran LCD (46,7 x 60 mm)<br/>           Interface USB<br/>           Alimentation 1 x pile de 9 V</p> | CAM423 | 270 €    |

| STATION MÉTÉO POLYVALENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | REF    | PRIX TTC |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Station météo portable : capteur polyvalent</b><br/>           Analyseur de bruit : 35-130dB +/- 2dB (plage 30-8000Hz)<br/>           Luxmètre: 0 à 200klux +/- 0.5%.<br/>           Anémomètre : 0,5 - 30 m/s. Précision ±3 %<br/>           Thermomètre : -40°C à +70°C , résolution 0.1°C<br/>           Hygromètre : 10 à 95% H.r +/- 5% , résolution 0.1%<br/>           Thermomètre : -40°C à +70°C , résolution 0.1°<br/>           Actualisation des données 1 x par seconde<br/>           Fonction Hold HOLD, MIN, MAX<br/>           Alimentation 1 x pile de 9 V<br/>           Dimensions 252 x 66 x 33 mm</p> | COT061 | 240 €    |
|  <p><b>Station météo sans fil avec logiciel d'analyse</b><br/>           Logiciel pour l'analyse des données enregistrées<br/>           Intervalle de mesure 48 secondes<br/>           Écran tactile rétroéclairé de 7 pouces<br/>           Alarmes réglables lorsque la valeur de mesure est dépassée<br/>           Direction et vitesse du vent (0-50m/s)<br/>           Pression atmosphérique (300 - 1100 hPa)<br/>           Indication de température (0-50°C) et humidité (1-99%)<br/>           Alimentation du module extérieur au moyen d'un panneau solaire</p>                                                     | COT200 | 180 €    |

# CAPTEURS DE TEMPÉRATURE

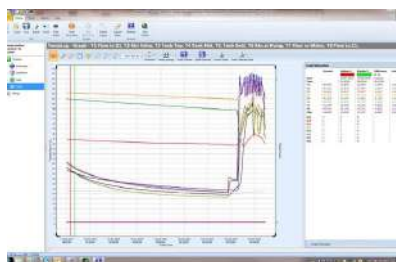
## Thermomètres, Thermocouples, Sondes de températures...

- Différentes méthodes d'acquisition de température : à aiguille, à tête câblée, ou à distance par infrarouge
- Robuste, polyvalent, ou non intrusif, selon les applications et les besoins
- Très utilisés en TIPE



Système d'enregistrement de température, accueillant jusqu'à 8 sondes !

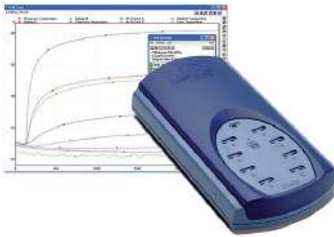
Avec sorties analogiques et interface USB pour acquisition numérique des données. Logiciel Windows, données facilement exportables avec excel et de nombreux tableurs



Thermomètre Equascience : ne brûle pas !

Les contraintes d'utilisation en TP sont considérées !



| THERMOMÈTRES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | REF                                                                               | PRIX TTC                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Système Datalogger + 4 sondes digitales</b><br>Système d'enregistrement des données avec logiciel windows fourni<br>Réglage de l'échantillonnage de 1 à 60 secondes<br>Livré avec 4 sondes de température, câble 3m, sortie jack<br>8 entrées jack pour sondes<br>8 sorties analogique en tension<br>1 sortie USB pour liaison PC<br>Plage de mesure de la température : de -55°C à 125°C<br>Précision 0.5°C sur la plage 0-80°<br>Temps de réponse 0.5s<br>Diamètre sonde 2mm                                                                                                                                               | Système complet avec 4 sondes, datalogger et logiciel 1<br>Sonde supplémentaire 2 | EIT108<br>270 €<br>EIT101<br>12 € |
|  <b>Thermomètre Education à aiguille EQUASCIENCE</b><br>Plage de mesure de la température : de -50 °C à 300 °C<br>Résolution : 0,1°<br>Fonctions : Calibration, Stop, Degré, Celsius, Min, Max<br>Écran LCD<br>Sonde inox avec support de maintien sur paroi<br>Câble inox renforcé, résistant à la chaleur                                                                                                                                                                                                                                  | EIT403                                                                            | 36 €                              |
|  <b>Datalogger 20bits pour thermocouples tous types</b><br>Enregistreur de données de température 8 canaux sur PC via USB<br>Il peut mesurer des températures de -270°C à + 1820°C et fonctionne avec tous les types de thermocouple (B, E, J, K, N, R, S, T).<br>Mesure et enregistre jusqu'à 8 thermocouples en simultané<br>Fonctionne avec tous les types de thermocouples courants<br>Haute résolution (20bits - 0.01°C) et précision<br>Alimentation USB<br>Logiciel gratuit multiposte d'acquisition, traitement et export de données | THC180                                                                            | 450 €                             |

# CAMERAS ET THERMOMÈTRES IR

## Equascience : une gamme pensée pour l'éducation

- Thermomètres infrarouge (EIT300)
- Caméras Thermomètres IR (COT240/165/267)
- Caméras Thermiques (COT332)

| THERMOMÈTRE IR UNI-T                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF                      | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|
|    | <b>Thermomètre Infrarouge UNI-T</b><br>Plage de mesure de la température : de -32 °C à 400 °C<br>Précision de la mesure : $\pm 2$ °C ou 2 %<br>Rapport distance/taille du point de mesure : 10 : 1<br>Résolution : 0,1°<br>Temps de réponse : 500 ms<br>Fonctions : Désactivation automatique, rétention, balayage, min., max., désactivation du laser<br>Écran : LCD 22 x 22 mm avec rétroéclairage<br>Dimensions : 153 mm x 108 mm x 40 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | EIT300                   | 36 €     |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |          |
| CAMÉRAS THERMIQUES                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF                      | PRIX TTC |
|  | <b>Caméra thermomètre IR 33x33 pixels</b><br>Idéale pour des mesures simples et basiques.<br>Fonction d'image superposée qui intègre l'image thermique dans l'image réelle, en appuyant simplement sur une touche.<br>Carte mémoire micro SD pour enregistrement des images<br>Transfert par carte SD ou par USB<br>- Résolution: 33 x 33 pixels<br>- Plage de température: -20 - 380 °C<br>- Image réelle superposée 48608 pixels<br>- Champ visuel: 32 x 32°<br>- Fréquence d'image: 9 Hz<br>- Carte mémoire micro-SD<br>- Réglage du degré d'émissivité<br>- Distance focale: 0,5 m                                                                                                                                                                                                        | 33x33 pixels<br>COT240   | 345 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |          |
|  | <b>Caméras thermomètre IR FLIR</b><br>Caméra thermomètre infrarouge visuel qui fait le lien entre les thermomètres infrarouges et les caméras thermiques classiques.<br>- Résolution: 80 x 60 pixels [COT165] / 160 x 120 pixels [COT267]<br>- Plage de température: -25 - 380 °C<br>- Champ visuel: 50 x 38° [COT165] / 57 x 44° [COT267]<br>- Image réelle superposée 38720 pixels<br>- Temps de réponse : 150ms<br>- Fréquence d'image: 9 Hz<br>- Carte mémoire micro-SD<br>- Réponse spectrale de 8 à 14µm                                                                                                                                                                                                                                                                                | 80x60 pixels<br>COT165   | 450 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 160x120 pixels<br>COT267 | 600 €    |
|  | <b>Caméra thermique OWON 320x240 pixels</b><br>- Résolution capteur thermique : 320 x 240<br>- Émissivité réglable : 0.01 - 0.99<br>- Fréquence d'images : 9 Hz<br>- Champ de vision : H: 32 V: 20 (objectif horizontal - 66 °)<br>- Écart de température -20 à +350°C $\pm 2$ °C<br>- Image réelle superposée - écran IPS couleur 3,5 pouces<br>- Mémoire interne 8Go - connectivité USB<br>Le logiciel fourni est capable de produire des rapports de sortie personnalisés, des images thermiques et des marquages. Des comparaisons entre différentes images peuvent également être effectuées dans un affichage d'image multimode. Des fonctions de mesure avancées telles que des mesures de température ponctuelles, linéaires, rectangulaires et polygonales sont également possibles. | 320x240 pixels<br>COT332 | 1080 €   |



## BALANCES

## Sélection de balances pour laboratoires de physique-chimie

- Balance à crochet pour mesure de poids par suspension
- Balances KERN-SOHN : une référence de fiabilité
- Balances OHAUS : une référence de performance

Autres modèles ou besoin spécifique, nous consulter :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)



La balance dynamométrique !



Le compromis portée/précision



La précision absolue : 0.1mg !

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |            |        |          |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|--------|----------|
| 1                                    | <b>Balance à crochet KERN</b><br><br>- Affichage LCD<br>- Fonction Hold<br>- Précision : 0,5 %<br>- Résolution d'affichage : 1g<br>- Système de pesage: Jauge de contrainte<br>- Temps de stabilisation: 2 s<br>- Unités de mesure: kg / lb / Newton<br>- Alimentation par 2 piles AAA                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5kg / 50N   | 5g / 0.05N | CMF155 | 75 €     |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10kg / 100N | 10g / 0.1N | CMF111 | 75 €     |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 30kg / 300N | 20g / 0.2N | CMF132 | 96 €     |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |            |        |          |
| <b>BALANCE COMPACTE DE PRÉCISION</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |            |        |          |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | PORTÉE      | PRÉCISION  | REF    | PRIX TTC |
| 2                                    | <b>Balance de précision KERN EMB</b><br><br>- Ecran LCD grande visibilité<br>- Fonction tare<br>- Totalisation des pesées<br>- Déconnexion automatique après 3min d'inactivité<br>- Programme de calibration<br>- Alimentation par pile 9V (incluse) - Pieds caoutchouc<br>- Plateau diamètre 105 à 150mm selon modèle<br>- Dimensions : L170 x P240 x H38 mm.                                                                                                                                                                                            | 100g        | 0.001g     | CMB011 | 240 €    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 100g        | 0.01g      | CMB010 | 138 €    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 200g        | 0.001g     | CMB021 | 255 €    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 200g        | 0.01g      | CMB020 | 150 €    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 600g        | 0.01g      | CMB060 | 192 €    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1000g       | 0.01g      | CMB100 | 234 €    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2000g       | 0.01g      | CMB200 | 246 €    |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6000g       | 0.1g       | CMB600 | 192 €    |
| <b>BALANCE ANALYTIQUE</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |            |        |          |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | PORTÉE      | PRÉCISION  | REF    | PRIX TTC |
| 3                                    | <b>Balance analytique OHAUS</b><br><br>- Calibrage externe<br>- Application : pesée de base, comptage, pesée en %<br>- Unités de mesure : Carat; Grain; Gramme; Kilogramme; Milligramme; Newton; Once; Livre<br>- Pare-brise en verre avec porte supérieure coulissante<br>- Afficheur LCD rétroéclairé<br>- Plateau inox dia. 90 mm amovible<br>- Pesée minimale (USP, 0,1% type) : 200 mg<br>- Crochet de pesée intégré sous la balance<br>- Périphérique RS232 inclus<br>- Alimentation : adaptateur fourni<br>- Dimensions : 303 mm x 317 mm x 201 mm | 120g        | 0.1mg      | CMB912 | 1080 €   |
|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 220g        | 0.1mg      | CMB922 | 1170 €   |

# CHAUFFE-BALLONS ET AGITATEURS

## Equascience : une gamme pensée pour l'éducation

- Gamme TCB : Chauffe-ballons de différentes capacités allant de 50 mL à 1L avec régulation analogique ou numérique de la température, et agitation intégrée ou non
- TCA023 : Agitateur magnétique chauffant est l'outil idéal pour les petites expériences ne nécessitant pas une grosse capacité d'agitation avec un système de chauffage. Livré complet avec un adaptateur secteur, une tige métallique, une noix avec pince pour thermomètre et un barreau aimanté

1



2



### Chauffe-ballons

#### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

- Carter : plastique thermo-résistant
- Voyants de mise sous tension et de chauffe
- Température de surface maximale : 450°C
- Alimentation : 230 V - 50 Hz
- Protection : fusible

D'autres volumes sont disponibles, nous consulter : [info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

3



| CHAUFFE-BALLONS RÉGULATION ANALOGIQUE |                              | CAPACITÉ | PUISSANCE | REF    | PRIX TTC |
|---------------------------------------|------------------------------|----------|-----------|--------|----------|
| 1                                     | <b>Régulation analogique</b> | 100 mL   | 100 W     | TCB001 | 120 €    |
|                                       | <i>sans agitation</i>        | 250 mL   | 150 W     | TCB002 | 114 €    |
|                                       | <i>avec agitation</i>        | 250 mL   | 150 W     | TCB012 | 207 €    |

| CHAUFFE-BALLONS RÉGULATION NUMÉRIQUE |                             | CAPACITÉ | PUISSANCE | REF    | PRIX TTC |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------|-----------|--------|----------|
| 2                                    | <b>Régulation numérique</b> | 250 mL   | 150 W     | TCB102 | 250 €    |
|                                      | <i>avec agitation</i>       | 250 mL   | 150 W     | TCB112 | 351 €    |

| AGITATEUR MAGNETIQUE CHAUFFANT 2L/180W |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF    | PRIX TTC |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| 3                                      | <b>Agitateur magnétique chauffant 2L/180W</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |          |
|                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacité d'agitation : 2 L</li> <li>• Vitesse d'agitation : 100 - 2000 tours/min</li> <li>• Plateau : 120 x 120 mm</li> <li>• Chauffage : 180 W, jusqu'à 380 °C</li> <li>• Voyants de mise sous tension et de chauffe</li> <li>• Alimentation : 230 V / 50 Hz</li> <li>• Dimensions : 200 x 120 x 90 mm</li> <li>• Masse : 2,2 kg</li> </ul> | TCA023 | 180 €    |

# PH-MÈTRE / CONDUCTIMÈTRE

## METTLER-TOLEDO, la valeur sûre du domaine

- PH-mètres : version paillasse ou portable
- Conductimètres : version paillasse ou portable
- Compatibilité avec de nombreuses électrodes

Autres modèles d'électrodes,  
 nous consulter :  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

| PHMÈTRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>PHmètre de paillasse METTLER F20 Education</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plage de mesure : de 0 à 14 / -2000 à 2000 mV</li> <li>- Résolution: de 0.01 / 0.1°C</li> <li>- Étalonnage: 3 points max en linéaire</li> <li>- Porte électrode inclus</li> <li>- Compensation en température automatique ou manuelle -</li> <li>- Livré avec électrode</li> <li>- Dimensions :227x147x70mm</li> </ul>                         | CCP020 | 570 €    |
|  <p><b>PHmètre portable METTLER F2 Education</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gamme de pH de -0,00 à 14,00 ;</li> <li>- Résolution 0,01 pH</li> <li>- Gamme rédox de -1999mV à 1999mV</li> <li>- Etalonnage : 3 points max</li> <li>- Entrée BNC, compensation en température</li> <li>- Alimentation par 4 pile AAA fournis</li> <li>- Livré avec électrode LE407, 2 sachets tampons pH 4,01 et deux sachets pH 7,00</li> </ul> | CCP002 | 480 €    |

| CONDUCTIMÈTRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
|  <p><b>Conductimètre de paillasse METTLER F30 Education</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plage de mesure : 0.1 µS/cm...199.9 mS/cm</li> <li>- Teneur de sel : 0.1 mg/L...199.9 g/L - 0.00...19.99 psu - 0 °C...100 °C (32 °F...212 °F)</li> <li>- Résolution : Plage automatique 0,00 ... 19,99 psu; 0,1°C</li> <li>- Limites d'erreur : ± 0.5 % de la valeur mesurée ; ±0.3°C</li> <li>- Etalonnage : 1 point : 3 étalons de conductivité standard</li> <li>- Alimentation 240V/50Hz, 9V DC avec entrée Mini-DIN</li> <li>- Compensation en température : linéaire : 0.00 %/°C...10.00 %/°C</li> <li>- Température de référence : 20 &amp; 25 °C</li> <li>- Livré avec électrode de conductivité, porte électrodes et sachets d'étalonnage.</li> </ul> | CCC030 | 915 €    |
|  <p><b>Conductimètre portable METTLER F3 Education</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plage de mesure : 0.1 µS/cm...199.9 mS/cm</li> <li>- Teneur de sel : 0.1 mg/L...199.9 g/L - 0.00...19.99 psu - 0 °C...100 °C (32 °F...212 °F)</li> <li>- Résolution : Plage automatique 0,00 ... 19,99 psu; 0,1°C</li> <li>- Limites d'erreur : ± 0.5 % de la valeur mesurée ; ±0.3°C</li> <li>- Etalonnage : 1 point : 3 étalons de conductivité standard</li> <li>- Alimentation par 4 piles AAA (250h), avec entrée Mini-DIN</li> <li>- Compensation en température : linéaire : 0.00 %/°C...10.00 %/°C</li> <li>- Température de référence : 20 &amp; 25 °C</li> <li>- Livré avec sonde de conductivité et sachets d'étalonnage.</li> </ul>                     | CCC003 | 570 €    |

| ELECTRODES                                                                                                                                                                                            | TYPE  | MODÈLE ET MATÉRIAU    | REF    | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------|--------|----------|
| <b>Electrodes METTLER TOLEDO</b><br>- Connecteur BNC 1m de câble<br>- Jonction Nylon, Polyester ou Céramique<br>- Matériau du corps POM ou Verre<br>- Système de référence Ag/AgCl<br>- Diamètre 12mm | PH    | LE407 Nylon/POM       | CCE407 | 99 €     |
|                                                                                                                                                                                                       |       | InLab Mono S7/Verre   | CCE470 | 150 €    |
|                                                                                                                                                                                                       | REDOX | LE501 Céramique/Verre | CCE501 | 150 €    |
|                                                                                                                                                                                                       |       | LE510 Polyester/POM   | CCE510 | 127,50 € |

## ANALYSE OPTICO-CHIMIQUE

## Instruments de mesure par principe optique

- Spectrophotomètres : absorbance spectrale d'une solution
- Polarimètres : activité optique d'une solution
- Réfractomètres : indice optique d'une solution
- Densitomètres : turbidité d'une solution

## DENSITOMÈTRE

Un densitomètre permet de mesurer la concentration de particules en suspension dans un liquide. Il peut s'agir de micro-organismes (bactéries, micro-algues, limon) ou de molécules chimiques qui troublent la solution (chlore par ex.). Son fonctionnement est basé sur la mesure de la densité optique par absorption de lumière et les résultats sont présentés en unités McFarland. Cet instrument peut s'avérer utile en TIPE sur les sujets environnementaux, en chimie et en SVT.

| SPECTROPHOTOMÈTRES (AUTRES MODÈLES PAGES 198-199)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | GAMME SPECTRALE                                                                                              | REF    | PRIX TTC |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| <b>Spectrophotomètre LIBRA de biochrom :</b><br>Livré avec un lot de cuves plastiques 10 mm, logiciel PVC, cordon USB et housse <ul style="list-style-type: none"><li>• Longueur d'onde : 325 à 1100 nm</li><li>• Gamme d'absorbance : -0,3 à 2,5A</li><li>• Bande passante 7nm</li><li>• Eclairage : Tungstène - Halogène</li><li>• Capteur : Barrette CMOS</li><li>• Sorties : USB (cordon USB fourni) / stockage sur clé USB</li></ul>                                                                                                                        |  | <br>VIS-NIR<br>325 - 1100nm | COS314 | 3000 €   |
| <b>Spectrophotomètre JENWAY Série 73 :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pilotage par icônes graphiques.</li><li>• Logiciel PC inclus.</li><li>• Gamme complète d'accessoires • Lampe Xénon</li><li>• Bande passante 5nm</li><li>• Stockage 240 méthodes</li><li>• Gamme Concentration -300 à 9999 / Absorbance -0.300 à 2.500</li><li>• Précision 2nm, Résolution 1nm</li></ul>                                                                                                                                                                       |  | <br>VIS+<br>320 - 1000nm   | COS330 | 3930 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | UV-VIS<br>198 - 1000nm                                                                                       | COS332 | 5490 €   |
| <b>Spectrophotomètre JENWAY Série 74 :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Écran tactile couleur HD de 7"</li><li>• Interface utilisateur sous Android</li><li>• Connectivité CPLive (Cloud) pour stockage et export de données</li><li>• Mémoire interne de 10GB pour l'enregistrement des résultats</li><li>• Ports USB multiples pour le stockage de données ou impression</li><li>• Interface sous android</li><li>• Large gamme d'accessoires disponible</li><li>• [Livré avec porte cuve 10x10mm, le manuel, et un câble d'alimentation]</li></ul> |  | <br>VIS+<br>320 - 1000nm  | COS340 | 4230 €   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | UV-VIS<br>198 - 1000nm                                                                                       | COS342 | 5790 €   |

| RÉFRACTOMÈTRE D'ABBE                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF                      | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|
|  | <b>Réfractomètre d'Abbe</b><br>Structure métallique et stable, poids 4kg<br>Indice de réfraction nD 1.300 à 1.700, précision 0.0002<br>Plage de Brix 0 à 95%, précision 0.1%<br>Température de fonctionnement 0 à 50°C<br>Afficheur digital (en option)<br>Livré en mallette avec échantillons et outils d'ajustement | Standard<br>OIP180D      | 570 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Avec afficheur<br>OIP180 | 600 €    |

| POLARIMÈTRE DE LAURENT (PLUS DE DÉTAILS PAGE 203)                                   |                                                                                                                                                                                                                                     | REF                 | PRIX TTC |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|
|  | <b>Polarimètre de Laurent</b><br>2 tubes de polarimétrie fournis : 10 et 20cm<br>Plage de mesure : +/- 180°<br>Précision de lecture et de mesure : 0.05°<br>Oculaire et analyseur réglable par molette<br>Alimentation secteur 220V | Sodium<br>OIP040    | 540 €    |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                     | LED 589nm<br>OIP045 | 570 €    |

| DENSITOMÈTRE                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | REF              | PRIX TTC     |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------|-----------------------|---------|------------------|-----|---------------------------|------------|-------------------------|-----|--------------------|-----|----------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------|-------|
|  | <b>Densitomètre - Turbidimètre</b><br><table><tr><td>Plage de mesures</td><td>0.3-15.0 McF</td></tr><tr><td>Résolution de l'écran</td><td>0.1 McF</td></tr><tr><td>Source lumineuse</td><td>LED</td></tr><tr><td>Longueur d'ondes (lambda)</td><td>565 ±15 nm</td></tr><tr><td>Précision (0.3-5.0 McF)</td><td>±3%</td></tr><tr><td>Durée de la mesure</td><td>1 s</td></tr><tr><td>Volume d'échantillon</td><td>supérieur à 2 ml</td></tr><tr><td>Diamètre externe du tube</td><td>18 mm (adaptateur 16mm en option)</td></tr></table> | Plage de mesures | 0.3-15.0 McF | Résolution de l'écran | 0.1 McF | Source lumineuse | LED | Longueur d'ondes (lambda) | 565 ±15 nm | Précision (0.3-5.0 McF) | ±3% | Durée de la mesure | 1 s | Volume d'échantillon | supérieur à 2 ml | Diamètre externe du tube | 18 mm (adaptateur 16mm en option) | COD100 | 600 € |
| Plage de mesures                                                                    | 0.3-15.0 McF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
| Résolution de l'écran                                                               | 0.1 McF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
| Source lumineuse                                                                    | LED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
| Longueur d'ondes (lambda)                                                           | 565 ±15 nm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
| Précision (0.3-5.0 McF)                                                             | ±3%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
| Durée de la mesure                                                                  | 1 s                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
| Volume d'échantillon                                                                | supérieur à 2 ml                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |
| Diamètre externe du tube                                                            | 18 mm (adaptateur 16mm en option)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |              |                       |         |                  |     |                           |            |                         |     |                    |     |                      |                  |                          |                                   |        |       |

## IMPRIMANTES 3D

## Notre sélection d'imprimante 3D, fiabilité approuvée

- CETUS+ : le meilleur compromis qualité/prix (I3DCET)
- UP300 : la plus pratique et performante, avec grand volume (I3DUP3)
- ISUN L120 : la meilleure finition d'impression (I3DISU), à résine par stéréolithographie

## CRITÈRES DE CHOIX

## VOLUME D'IMPRESSION (UP300)

Un grand volume d'impression est tentant, mais plus la pièce réalisée est grande, plus il y a de difficultés de réglages, de problèmes de déformation et le temps d'impression sera très long pouvant même dépasser les 24h.

## PLATEAU CHAUFFANT (UP300 ET CETUS+)

Sans plateau chauffant, les grandes pièces au delà de 10cm se déforment en refroidissant au fur et à mesure qu'elles sont imprimées. Pour le plastique ABS, le plateau chauffant est nécessaire quelque soit le volume.

## MACHINE FERMÉE (UP300/ISUN) OU OUVERTE (CETUS+) ?

Une ambiance thermique stable et chaude permet d'éviter la déformation des pièces, surtout avec l'ABS. Une machine fermée avec filtration et recyclage de l'air interne est une sécurité supplémentaire quand il y a du monde.

## LOGICIEL UP STUDIO (UP300/CETUS)

Les imprimantes TIERTIME (UP et Cetus) sont fournies avec le logiciel UP Studio qui est l'un des logiciels les plus performants et conviviaux pour paramétrer une impression 3D.

## Stéréolithographie

Le principe consiste à figer une résine photosensible sous l'action de la lumière. Les pièces réalisées en résine de stéréolithographie ne seront en général pas aussi résistantes que celles réalisées par filament fondu. Mais la stéréolithographie permet une précision des détails fins et des états de surface incomparables.

Filament fondu



Résine stéréolitho.

| MICROSCOPES BINOCULAIRE                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF                                             | PRIX TTC    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|
|  | <p><b>Imprimante 3D CETUS+ - Filament fondu</b></p> <p>Type Monotête FDM<br/>Volume d'impression 180x180x180mm<br/>Précision +/- 0.1mm - Epaisseur de couche 0.05 à 0.4mm<br/>Filaments 1.75mm ABS, PLA, PETG, PA, PC, PE, CPE, PP...<br/>Plateforme métallique chaude avec plateau martyr amovible<br/>Réglage manuel assisté avec compensation parallélisme<br/>Liaison USB/WiFi - Compatibilité Windows 7+ et Mac OS</p>                                                       | I3DCET                                          | 648 €       |
|  | <p><b>Imprimante 3D UP300 - Filament fondu</b></p> <p>Type Monotête FDM<br/>Volume d'impression 255x205x225mm<br/>Précision +/- 0.08mm - Epaisseur de couche 0.05 à 0.4mm<br/>Filaments 1.75mm ABS, PLA, PETG, PA, PC, PE, CPE, Flexible...<br/>Plateau chauffant avec martyr réversible lisse/micro-perforé<br/>Enceinte insonorisée avec filtration active des émanations<br/>Réglage automatique ou manuel<br/>Liaison USB/WiFi/Ethernet - Compatibilité W7/8/10 et Mac OS</p> | I3DUP3                                          | 2508 €      |
|  | <p><b>Imprimante 3D ISUN-L120 - Stéréolithographie</b></p> <p>Type Stéréolithographie DLP<br/>Volume d'impression 120x60x135mm<br/>Précision 100 à 10µm<br/>Consommables : résines Esun<br/>Matrice LCD 2560x1440 pixels<br/>Compatible fichiers STL, OBJ, NOVA3D<br/>Liaison WiFi/Ethernet - Compatibilité Windows 7+</p>                                                                                                                                                        | I3DISU                                          | 900 €       |
| CONSOMMABLES                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | REF                                             | PRIX TTC    |
| <p><b>Bobine de filament</b></p> <p>1 rouleau de 1kg - par défaut NOIR</p>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Générique ABS dia. 1.75mm                       | I3DABS27 €  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Générique PLA dia. 1.75mm                       | I3DPLA27 €  |
| <p><b>Résine pour stéréolithographie (ISUN)</b></p> <p>1 flacon d'1 litre</p>       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Résine Technique Blanche                        | I3DREB96 €  |
|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Résine Calcinable pour Moulage à la cire perdue | I3DREC240 € |



# MICROSCOPES BINOCULAIRE

## Une gamme de qualité pour l'enseignement supérieur

- Modèles standard proposés au meilleur prix, modèles personnalisés possibles à la demande
- Confort de éclairage LED à intensité réglable
- Précision des platines à rouleaux croisés
- Qualité des objectifs achromatiques



| MICROSCOPES BINOCULAIRE |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REF                                                | PRIX TTC                                      |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1                       | <b>Microscope Binoculaire 45° à éclairage LED, commandes coaxiales</b><br>Tête binoculaire inclinée 45°, rotation sur 360°<br>Oculaire : Grand champ 10X<br>Objectifs : DIN Achromatiques et anti-fongiques 4X, 10X, 40X, 100X<br>Platine XY double surface, à mouvements croisés<br>Focalisation : Réglage coaxial avec ajustement fin 2µm<br>Condenseur et diaphragme à iris<br>Éclairage : LED à intensité ajustable.                                                                                                                                                                                                                                                                              | OIM010                                             | 480 €                                         |
| 2                       | <b>Microscope Binoculaire 30° à éclairage LED, commandes coaxiales</b><br>Tête binoculaire inclinée 30°, rotation sur 360°<br>Oculaire : Grand champ 10X<br>Objectifs : DIN Achromatiques et anti-fongiques 4X, 10X, 40X, 100X<br>Platine XY double surface à mouvements croisés<br>Focalisation : Réglage coaxial avec ajustement fin 2µm<br>Condenseur et diaphragme à iris<br>Éclairage : LED à intensité ajustable.                                                                                                                                                                                                                                                                               | OIM022                                             | 540 €                                         |
| 3                       | <b>Microscope Binoculaire Haute précision, avec objectifs à plan infini</b><br>Tête binoculaire de type Seidentopf, inclinaison 30°, rotation sur 360°<br>Distance inter-pupille ajustable entre 48 et 75mm<br>Oculaire : Grand champ 10X, ouverture numérique 22mm<br>Objectifs : Achromatiques, haut contraste, plan infini ou semi-infini 4X, 10X, 40X, 100X<br>Platine XY double surface 179x158mm à mouvements croisés sur une plage de 79x50mm<br>Focalisation : Réglage coaxial avec ajustement fin 2µm<br>Condenseur de Kohler 1.25 NA et diaphragme à iris<br>Éclairage : LED à intensité ajustable.<br>Nombreuses options possibles (caméra, polarisation, fluorescence...), nous consulter | Avec objectifs plan semi-infini<br>OIM032<br>900 € | Avec objectifs plan infini<br>OIM033<br>990 € |

# HOBIT

## L'APPROCHE INNOVANTE DE L'OPTIQUE

Tarifs, détails,  
vidéos  
info@nova-physics.com

### POLARISATION SUR TABLE HOBIT (TPH102)

Cette thématique reste souvent assez abstraite et peu évidente à visualiser pour les élèves, même avec les expériences classiques. Le système HOBIT permet une augmentation de l'expérience par la visualisation de la représentation 3D de l'onde et de son état de polarisation en temps réel suivant les actions que l'on effectue sur les polariseurs et lames à retard, celles-ci étant sur des montures rotatives permettant de conserver le geste habituel pour la variation d'angle. L'outil capteur vous permet de mesurer la puissance et vérifier la loi de Malus.

L'augmentation associée à cette expérience est particulièrement visuelle et s'avère contribuer fortement à la compréhension totale du phénomène étudié, mais il ne s'agit pas du seul avantage. En effet, les lames sont entièrement configurables (déphasage, longueur d'onde d'utilisation, épaisseur, ordre...) vous ouvrant un champ de possibilités immense en vous affranchissant des limites techniques ou de marché, et d'approfondir l'étude de cette thématique.



### INTERFÉROMÉTRIE SUR TABLE HOBIT (TPH103)

Le contenu permet la simulation numérique d'un interféromètre de Michelson avec différents paramètres variables comme la source, l'inclinaison des miroirs, la variation du chemin optique de l'un des bras, la variation de l'épaisseur de la lame séparatrice et de son coefficient de réflexion, ainsi que le positionnement des éléments.

Sur une configuration type d'interféromètre de Michelson, une augmentation est ajoutée pour la visualisation de la représentation de l'onde lumineuse et de son déphasage en temps réel et se propageant le long de son trajet dans l'interféromètre. L'outil capteur mesure le déphasage et l'intensité lumineuse au centre des anneaux. Celui-ci est affiché sur l'écran de projection, à côté de la figure simulée. La position et la valeur angulaire d'inclinaison des miroirs est affichée en projection sur la table, donnant à l'étudiant une meilleure idée des ordres de grandeurs attendus lorsqu'ils manipulent un tel appareil.

Une lentille de projection sur rail de translation permet de passer facilement de l'observation à l'infini des anneaux à la projection des franges de coin d'air qui sont localisées dans le plan du miroir. L'outil source polyvalente permet de simuler une lampe spectrale, une source continue à large spectre, ou une source monochromatique (laser). En sodium, le doublet est parfaitement simulé et provoque les anticorrelations attendues, introduisant le phénomène de spectrométrie de Fourier.

Cet ensemble peut être utilisé comme un TP cours, comme une interface de support pour les élèves et les enseignants, permettant de faciliter la compréhension et la prise en main d'appareils réels par la suite, en ayant une meilleure idée de la fonction et du réglage nécessaire de chaque élément. Ou encore, comme un système permettant d'aborder des sujets plus avancés, réalistiquement impossibles ou trop coûteux (séparatrice infiniment fine par exemple) et visualiser/expliciter les différences avec les systèmes réels.



| ENSEMBLE DE BASE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | REF    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Ensemble HOBIT de base</b><br>Table optique HOBIT avec électronique intégrée<br>Ordinateur et systèmes de projection intégrés<br>Calculateur en temps réel<br>Simulateur de réalité augmentée<br>36 emplacements de capteurs, connexion par jack 6mm<br>Dimensions une fois montée : 90x120x180cm                            | TPH000 |
| EXPERIENCES HOBIT                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | REF    |
| <b>Expérience Hybride sur la focométrie</b><br>Table optique HOBIT avec ordinateur et systèmes de projection<br>Outils lettre objet configurable, lentille configurable, système de translation                                                                                                                                 | TPH001 |
| <b>Expérience Hybride sur la polarisation</b><br>Table optique HOBIT avec ordinateur et systèmes de projection<br>Outils source lumineuse configurable, montures rotatives configurable en polariseur ou lame à retard<br>Outil capteur photométrique et capteur de réalité augmentée pour visualisation 3D de l'onde polarisée | TPH002 |
| <b>Expérience Hybride sur l'interféromètre de Michelson</b><br>Table optique HOBIT avec ordinateur et systèmes de projection<br>Outil source lumineuse configurable, outils miroirs réglables et mobiles, lame séparatrice configurable                                                                                         | TPH003 |
| <b>Ensemble d'expériences 3 en 1 : Focométrie, Polarisation, Michelson</b><br>Table optique HOBIT avec ordinateur et systèmes de projection<br>Tous les outils nécessaires pour la réalisation de ces 3 expériences                                                                                                             | TPH004 |

# TABLE OPTIQUE À RÉALITÉ AUGMENTÉE

Ce système novateur imaginé et conçu par des enseignants et chercheurs français est l'union de l'interaction physique d'un TP avec la simulation numérique permettant de faciliter la compréhension de phénomènes complexes en optique ondulatoire. Le système est modulaire et plusieurs expériences d'optique sont et seront développées, rendant celui-ci utilisable à de nombreuses reprises.



## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

HOBIT est une table optique interactive dédiée à la simulation et l'augmentation des expériences d'optique.

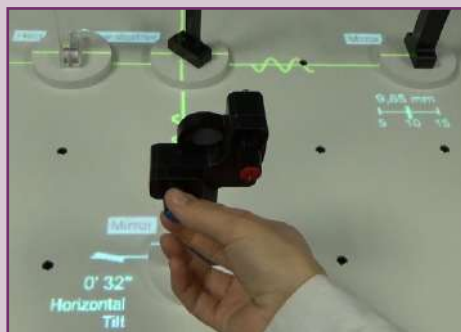
La table est équipée d'une carte électronique sous chaque trou de montage, dans lequel vous pouvez connecter différents types de composants optique (laser, lentilles, miroirs...).

Tous ces composants sont équipés de capteurs électroniques qui capturent la valeur de tous les paramètres et qui mesurent précisément la variation des vis de réglages.

L'ensemble des composants est relié à un réseau qui transmet toutes les données en temps réel à l'ordinateur intégré qui pourra alors réaliser la simulation.

Un simulateur dédié représente la propagation de l'onde à travers le montage optique qui se retrouve projetée sur le montage via les vidéos projecteurs intégrés.

Il en va de même pour les résultats optiques projetés sur l'écran vertical qui pourra être accompagné de représentations et visualisations complémentaires.



## UNE APPROCHE NOUVELLE

En optique, certains concepts et phénomènes sont difficiles à appréhender, notamment sur la nature ondulatoire de la lumière. Les expériences pratiques permettent alors d'aider à leur compréhension, par l'observation et l'essai. Toutefois, certains instruments sont assez délicats à régler, consomment du temps, et peuvent être fragiles ou dangereux.

Le système HOBIT propose une approche différente ou complémentaire, dans laquelle le temps mis à régler et faire fonctionner l'appareil, peut être réinvesti en du temps de compréhension des phénomènes. Il peut aussi être utilisé comme interface de liaison entre le cours et la pratique.



## UNE EXTENSION DE LA RÉALITÉ

Certains composants optiques spécifiques sont très coûteux ou n'existent pas dans le commerce. Le système HOBIT vous permet d'imaginer et visualiser ce que, par exemple, une lame  $\lambda/3$  ou  $\lambda/8$  pourrait provoquer dans un montage de polarisation.

Ou encore, imaginer une lame séparatrice infiniment fine, ou avec des coefficients de réflexion/transmission différents de 50/50 dans un montage d'interférométrie.

Tarifs, détails,  
vidéos  
[info@nova-physics.com](mailto:info@nova-physics.com)

NOVA PHYSICS est le distributeur exclusif de cette technologie en France.  
[www.nova-physics.com](http://www.nova-physics.com)

**HOBIT**  
L'APPROCHE INNOVANTE DE L'OPTIQUE

# INDEX

## A

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| ACCELEROMÈTRE               | 234-237 |
| ACCOUPLEMENT DE BANC        | 95      |
| AGITATEUR                   | 289     |
| ALIMENTATION 12V 75W        | 127     |
| ALIMENTATION DE LABORATOIRE | 276-277 |
| ALIMENTATION SPECTRALE      | 142     |
| AMPOULES SPECTRALES         | 142     |
| ANALYSE DE FRONT D'ONDE     | 52      |
| ANALYSEUR À PÉNOMBRE        | 171     |
| ANÉMOMÈTRE                  | 285     |
| ANGLE DE BREWSTER           | 41      |
| ANNEAUX DE NEWTON           | 21, 188 |
| APPAREIL PHOTO              | 14      |

## B

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| BAGUES AIMANTÉES         | 111, 147     |
| BALANCE                  | 288          |
| BALMER                   | 34, 89, 170  |
| BANC À COUSSIN D'AIR     | 78, 239      |
| BANC D'OPTIQUE LYCÉE     | 92           |
| BANC D'OPTIQUE SUPÉRIEUR | 93           |
| BANC EN U                | 99           |
| BANC KOFLER              | 262          |
| BANC MICRO-ONDES         | 66, 228      |
| BANC PRISMATIQUE         | 95           |
| BARETTE CCD-CMOS         | 207          |
| BERNOUILLI               | 62, 82       |
| BIPRISME DE FRESNEL      | 188          |
| BIRÉFRINGENCE            | 171, 39      |
| BOBINE                   | 264-265      |
| BOITE À DECADES          | 278-279      |
| BOYLE MARIOTTE           | 263          |
| BRAS ARTICULÉ            | 118          |
| BREADBOARD               | 102-104, 107 |
| BREADBOARD ÉLECTRONIQUE  | 115          |
| BREWSTER                 | 41           |
| BRIDE DE MAINTIEN        | 104          |

## C

|                        |          |
|------------------------|----------|
| CABLES ET CONNECTIQUE  | 280      |
| CALORIMÈTRE            | 260      |
| CAMERA PÉDAGOGIQUE     | 204      |
| CAMÉRA RAPIDE          | 205, 238 |
| CAMERA THERMIQUE       | 210, 287 |
| CANAL À VAGUES         | 71, 217  |
| CAPTEUR CCD-CMOS       | 207      |
| CAPTEUR TEMPÉRATURE    | 286      |
| CAVALIER MAGNETIQUE    | 102      |
| CAVALIER PRISMATIQUE   | 96-98    |
| CAVALIERS EN U         | 99       |
| CAVALIERS PRISMATIQUES | 97       |
| CAVITÉ CONFOCALE       | 42       |
| CAVITÉ HE-NE           | 43       |
| CÉLÉRITÉ               | 45, 55   |
| CELLULE DE BRAGG       | 64       |
| CELLULE DE POCKELS     | 50       |
| CELLULE LCD            | 173      |

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| CENTRALE INERTIELLE    | 234         |
| CENTRIFUGEUSE          | 245         |
| CHAUFFE BALLON         | 289         |
| CHUTE LIBRE            | 77          |
| COLLIMATEURS           | 197         |
| COLORIMÉTRIE           | 201         |
| CONDENSEUR DOUBLE      | 148         |
| CONDUCTIMÈTRE          | 290         |
| CONDUCTION THERMIQUE   | 87, 254-255 |
| CONSTANTE DE PLANCK    | 267         |
| CONTRAINTES MÉCANIQUES | 85          |
| CORDE DE MELDE         | 76          |
| CORIOLIS               | 81          |
| CRISTAUX LIQUIDE       | 173         |
| CUBES SÉPARATEURS      | 152         |
| CUVE À ONDES           | 70, 214     |
| CUVE DE POLARIMÉTRIE   | 173         |
| CYCLES THERMIQUES      | 86          |

## D

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| DÉFLECTOMETRIE OPTIQUE | 53          |
| DÉPOLI                 | 161         |
| DIAPASON               | 218         |
| DIAPHRAGMES            | 163         |
| DIFFRACTION            | 16, 164-167 |
| DILATATION THERMIQUE   | 87, 257     |
| DIODE LASER            | 133-134     |
| DISPERSION             | 32-35       |
| DISPOSITIF DE GALILÉE  | 148         |
| DOPPLER                | 63, 224     |
| DYNAMOMÈTRE            | 246         |
| DYNNOVA                | 234-237     |

## E

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| ECHOGRAPHIE              | 251      |
| ECHOSCOPE                | 226, 251 |
| ECLAIRAGE DE PAILLASSE   | 176      |
| ECRAN                    | 116      |
| EFFET DOPPLER            | 249      |
| EFFET FARADAY            | 38       |
| EFFET PELTIER            | 256      |
| EFFET POCKELS            | 50-51    |
| ELASTICITÉ               | 250      |
| ELEMENT DE SERRAGE       | 120      |
| ELLIPSOMÉTRIE            | 40       |
| ENCEINTE À LIQUIDE       | 173      |
| ENCEINTE À VIDE          | 186      |
| ENCEINTE DE POLARIMÉTRIE | 173      |
| EPURATEUR DE FAISCEAU    | 169      |
| EXTENSEUR DE FAISCEAU    | 132      |

## F

|                        |         |
|------------------------|---------|
| FABRY-PEROT            | 29, 189 |
| FENTE RÉGLABLE         | 162     |
| FENTES D'YOUNG         | 164     |
| FIBRE OPTIQUE          | 48, 132 |
| FILTRAGE SPATIAL       | 169     |
| FILTRE DENSITÉ NEUTRE  | 153     |
| FILTRE DIAPOSITIVE     | 155     |
| FILTRES ANTICALORIQUES | 153     |

# INDEX

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| FILTRES COLORÉS         | 155    |
| FILTRES INTERFÉRENTIELS | 154    |
| FOCOMETRIE              | 12, 92 |
| FORCE CENTRIFUGE        | 81     |
| FORCES                  | 247    |
| FRANCK ET HERTZ         | 89,267 |
| FROTTEMENTS             | 80,247 |

## G

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| GBF                            | 274-275     |
| GENERATEUR DE VAGUES           | 217, 71     |
| GÉNÉRATEUR ULTRASONS           | 57,65, 222  |
| GONIOMÈTRE                     | 190-193, 32 |
| GUIDES D'ONDES HYPERFRÉQUENCES | 69          |
| GYROSCOPE, GYROMÈTRE           | 235, 245    |

## H

|                  |             |
|------------------|-------------|
| HAGEN-POISEUILLE | 82          |
| HAUT-PARLEUR     | 218         |
| HOLOGRAPHIE      | 31          |
| HYDROPHONE       | 221         |
| HYPERFRÉQUENCES  | 69, 228-231 |

## I

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| IMPRIMANTE 3D                  | 292            |
| INDUCTANCE                     | 264            |
| INDUCTION                      | 88             |
| INTERFÉRENCES                  | 16-20, 164-167 |
| INTERFEROMÈTRE À FIBRE         | 189            |
| INTERFÉROMÈTRE DE FABRY-PÉROT  | 189, 29        |
| INTERFÉROMÈTRE DE MACH-ZEHNDER | 189, 28        |
| INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON    | 182-185, 25    |
| INTERFEROMETRIE SUR BREADBOARD | 26-27          |

## J-K

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| JETON DE DIFFRACTION             | 165 |
| JETON DÉPOLI                     | 161 |
| KIT LAMES MINCES                 | 186 |
| KIT OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE AU LASER | 140 |

## L

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| LAME À FACES PARALLÈLES | 152     |
| LAME À RETARD           | 172     |
| LAME DE MICA            | 172     |
| LAME DE QUARTZ          | 172     |
| LAME DEMI ET QUART ONDE | 170-172 |
| LAME MINCE              | 186     |
| LAME SÉPARATRICE        | 152     |
| LAMPE SPECTRALE         | 142-143 |
| LANTERNE DE TP          | 124-128 |
| LANTERNE FIBRÉE         | 128     |
| LANTERNE HALOGÈNE       | 127     |
| LANTERNE LED            | 124-126 |
| LANTERNE TRICOLORE      | 130-131 |
| LANTERNES NOVALED       | 124     |
| LASER                   | 132-137 |
| LASER HÉLIUM-NÉON       | 135     |
| LASER LIGNE             | 139-141 |
| LASER MODULABLE         | 134     |

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| LASER MULTIFAISCEAUX        | 141     |
| LED                         | 124-127 |
| LENTILLES OPTIQUE           | 146-149 |
| LETTRE OBJET                | 161     |
| LIVRES PÉDAGOGIQUE          | 178     |
| LOI DE BIOT                 | 173     |
| LOI DE STEFAN-BOLTZMANN     | 47      |
| LOUPES BINOCULAIRES         | 293     |
| LUNETTE AUTOCOLLIMATRICE    | 194     |
| LUNETTE DE GALILÉE          | 148     |
| LUNETTE DE VISÉE            | 195     |
| LUNETTES D'ALIGNEMENT LASER | 137     |
| LUXMÈTRE                    | 209     |

## M-N

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| MACHINE DE WIMSHURST            | 265            |
| MACH-ZENHDER                    | 28, 189        |
| MASSSES                         | 246            |
| MICHELSON                       | 24-27, 182-187 |
| MICROMÈTRE OBJET DE CALIBRATION | 160            |
| MICRO-ONDES                     | 66-69, 228-231 |
| MICROPHONE                      | 220            |
| MICROSCOPE                      | 293            |
| MIROIR DE FRESNEL               | 188            |
| MIROIR DE LLOYD                 | 188            |
| MIROIRS PLANS                   | 151            |
| MIROIRS SPHÉRIQUES              | 150            |
| MODULATION ACOUSTO-OPTIQUE      | 64             |
| MODULATION ELECTRO-OPTIQUE      | 51             |
| MONOCHROMATEUR                  | 35             |
| MONTURES RÉGLABLE               | 113            |
| MONTURES MAGNÉTIQUES            | 111            |
| MONTURES MULTIDIAMÈTRES         | 108-109        |
| MOTEUR À INDUCTION              | 264            |
| MOTEUR DE STIRLING              | 86, 258-259    |
| MOUVEMENTS MÉCANIQUES           | 78             |
| MULTIMÈTRE                      | 272-273        |
| MULTIPLEXAGE OPTIQUE            | 49             |
| NOIX DE SERRAGE                 | 106            |

## O

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| OBJECTIFS DE MICROSCOPE        | 132         |
| OBJET MÉTALLIQUE LETTRE 'F'    | 161         |
| OBJETS DE CALIBRATION          | 160         |
| OBJETS DE DIFFRACTION          | 164         |
| OBJETS DÉPOLIS                 | 161         |
| OBJETS DÉTRAMAGE               | 169         |
| OBJETS ÉTALON                  | 129         |
| OCULAIRE DE FRESNEL            | 112, 195    |
| ONDES ACOUSTIQUES              | 58-61       |
| ONDES CENTIMÉTRIQUES           | 66, 228-231 |
| ONDES DE CISAILLEMENT          | 60          |
| ONDOSCOPE                      | 216         |
| OPTIQUE DE FOURIER             | 23, 169     |
| OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE            | 10-15       |
| OSCILLATIONS & PENDULES        | 72, 240     |
| OSCILLATIONS FORCÉES           | 74, 244     |
| OSCILLATIONS LIBRES ET FORCÉES | 74, 240     |
| OSCILLOSCOPE                   | 270-271     |
| OUVRAGES DE PHYSIQUE           | 178         |



# INDEX

## P

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| PANNEAU LED                   | 131         |
| PELTIER                       | 85, 256     |
| PENDULES                      | 72, 240-243 |
| PENDULES COUPLÉS              | 243         |
| PH-MÈTRE                      | 290         |
| PHOTODIODE                    | 206         |
| PHOTOGRAPHIE DE SPECKLE       | 30          |
| PHOTOMÉTRIE                   | 46, 201     |
| PHYSIQUE QUANTIQUE            | 89          |
| PIED DE BREADBOARD            | 102         |
| PIEDS D'OPTIQUE               | 121         |
| PIEDS EN V                    | 121         |
| PIEDS MAGNÉTIQUES             | 102         |
| PINCE 3 DOIGTS                | 120         |
| PLASMON PROPAGATIF DE SURFACE | 36          |
| PLATEFORME DE RANGEMENT       | 176         |
| PLATINES MOTORISÉES           | 105         |
| POINT CRITIQUE                | 262         |
| POISEUILLE                    | 82          |
| POLARIMÈTRE DE LAURENT        | 203         |
| POLARISATION                  | 39, 170-175 |
| POLARISEUR-ANALYSEUR          | 170-171     |
| POLY INTERFÉROMÉTRIE          | 26          |
| POMPE A CHALEUR               | 256         |
| PORTE COMPOSANT EN V          | 117         |
| PORTE FIBRE                   | 115         |
| PORTE OBJECTIFS               | 112         |
| PORTE PRISME                  | 115         |
| PORTE RESEAUX                 | 114         |
| PORTE-COMPOSANTS              | 108-115     |
| POSTERS PEDAGOGIQUES          | 179         |
| POULIE NUMÉRIQUE              | 238         |
| PRISME                        | 156-157     |
| PROTECTION LASER              | 137         |

## R

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| RAIE DE BALMER         | 89          |
| RAMAN                  | 37          |
| RANGEMENT              | 176-177     |
| RAYONNEMENT            | 47, 261     |
| RÉFLEXION-RÉFRACTION   | 138-139, 11 |
| RÉFRACTOMÈTRES         | 202, 33     |
| RÉGLAGES SUR TIGE      | 119         |
| RÉPARATION - RÉVISION  | 186         |
| RÉSEAU ACOUSTIQUE      | 65          |
| RÉSEAUX DE DIFFRACTION | 159         |
| RÉSEAUX PATON HAWKSLEY | 159         |
| RÉSONANCE ACOUSTIQUE   | 54          |
| RESSORTS               | 246         |
| ROTATION               | 79          |
| ROUE À FILTRE          | 110         |

## S

|                     |     |
|---------------------|-----|
| SCHLIEREN           | 22  |
| SÉPARATEUR          | 152 |
| SERIE DE FOURRIER   | 25  |
| SHACK-HARTMANN      | 52  |
| SLM                 | 50  |
| SONDE ULTRASONS MHZ | 65  |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| SONOMÈTRE                    | 283          |
| SOURCE 5 FAISCEAUX           | 131          |
| SOURCE À MIROIRS À LED       | 130          |
| SOURCE BLANCHE               | 124-128      |
| SOURCE SYNTHÈSE DES COULEURS | 131          |
| SOURCES PONCTUELLES          | 128          |
| SPECKLE                      | 20, 30       |
| SPECTROGONIOMÉTRIE           | 191-192, 33  |
| SPECTROMÈTRE                 | 199-200      |
| SPECTROMÉTRIE DE FOURIER     | 185          |
| SPECTROPHOTOMÈTRE            | 198-200, 291 |
| SPECTROSCOPE                 | 158          |
| SPECTROSCOPIE RAMAN          | 37           |
| STATION METEO                | 285          |
| STEFAN-BOLTZMANN             | 47           |
| STÉNOPÉS DE PRÉCISION        | 163          |
| STRIOSCOPIE                  | 22           |
| STROBOSCOPE                  | 284          |
| SUPPORT DE LASER             | 117          |
| SUPPORT ELÉVATEUR            | 118          |
| SUPPORTS DE LASER            | 117          |
| SYNTHÈSE DES COULEURS        | 130-131      |
| SYSTÈME ÉPAIS                | 148          |
| SYSTÈMES D'INTERFÉRENCES     | 188          |

## T

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| TABLE OPTIQUE              | 102-104, 107 |
| TACHYMÈTRE                 | 284          |
| TELESCOPE                  | 15           |
| TENSION SUPERFICIELLE      | 83, 248      |
| TESLAMÈTRE                 | 282          |
| THERMOCOUPLE               | 286          |
| THERMOMÈTRE                | 286-287      |
| THERMOPILE                 | 261          |
| TIGES ET COLONNES          | 106, 120     |
| TOMOGRAPHIE                | 251          |
| TORCHE LASER               | 132          |
| TRANSFORMATEUR PÉDAGOGIQUE | 88           |
| TRANSFORMATEURS SECTEURS   | 281          |
| TRANSLATION                | 78           |
| TREPIED                    | 121          |
| TRIANGULATION LASER        | 44           |
| TUBE DE KUNDT              | 54, 219      |
| TUBE SPÉCTRAL              | 142          |

## U-V-W

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| ULTRASONS                 | 222-227, 56 |
| VALISE COMPOSANTS OPTIQUE | 10          |
| VALISETTE DE RANGEMENT    | 177         |
| VAN DE GRAAFF             | 266         |
| VÉLOCIMÉTRIE DOPPLER      | 62          |
| VIBRATIONS MÉCANIQUES     | 76          |
| VIBREUR DE MELDE          | 76, 215     |
| VISCOSITÉ                 | 83, 248     |
| VISEURS                   | 196         |
| VITESSE DE LA LUMIÈRE     | 45          |
| VITESSE DU SON            | 55          |
| WATTMETRE                 | 209         |
| WDM                       | 50          |
| WILBERFORCE               | 242         |