

TP de physique

Réf :
202 952/202 922

Français – p 1

Version : 6102

Banc d'optique

TP de physique

1

1. Introduction	1
2. Composition	1
2.1 Exemples de manipulation	2
2.1.1 TP : Mesure de la distance focale d'une lentille convergente	2
a. Méthode par auto-collimation	2
b. Méthode de Bessel	3
2.1.2 TP : Dispersion de la lumière par un prisme	4
a. Problématique : de quoi est composée la lumière blanche ?	4
2.1.3 Vérification des formules de conjugaison et de grandissement	5
a. Vérification de la formule de conjugaison	5
b. Vérification de la formule de grandissement	6
2.1.4 TP : Modélisation d'un œil avec un banc optique	6
a. L'œil et la vision	7
b. Réalisation d'un œil réduit	8
c. Rôle de l'ensemble iris-pupille	8
d. Phénomène d'accommodation	8
e. Un défaut de la vision : la myopie	9
f. Un autre défaut de la vision : l'hypermétropie	10
3. Service après-vente	11

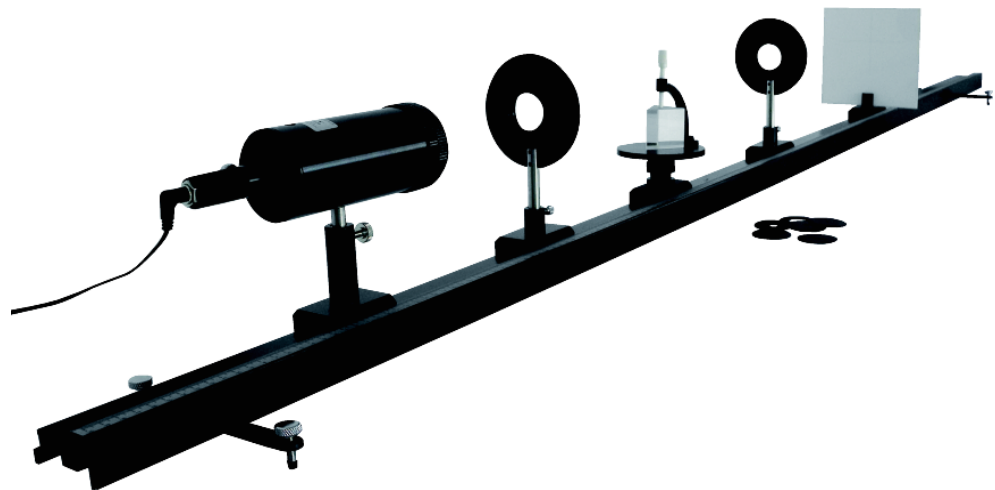
1. Introduction

Ce banc d'optique profilé dispose de l'ensemble des accessoires nécessaires à l'étude des principes d'optique géométrique et à la dispersion de la lumière.

Le rail en profilé aluminium dispose d'un régleur plastifié assurant une lecture aisée et précise de la position des composants. Selon le modèle vous disposez d'un banc de longueur 2 m ou 1,2m.

Les cavaliers métalliques glissent facilement le long du rail pour positionner les différents éléments et assurent le maintien de tous les accessoires.

Les supports des composants pratiques et astucieux sont de type Clix. Le composant est maintenu et protégé dans une bague magnétique qui se positionne sur un support métallique. Ainsi, il est très simple de changer votre composant sans toucher aux réglages du banc.



2. Composition

- 1 banc profilé aluminium avec pieds réglables 2 m (réf. 202952) ou 1,2 m (réf. 202922)
- 4 cavaliers (1 cavalier porte-lanterne ou laser ; 3 cavaliers simples)
- 1 lanterne LED (équivalent 30 W) avec condenseur et dépoli (adaptateur secteur fourni)
- 1 porte-objet \varnothing 40 mm pour lanterne à LED
- 1 écran blanc 15 x 15 cm quadrillé
- 2 supports + bagues porte-composants Clix (acceptent les objets \varnothing 40 mm)
- 6 composants en verre \varnothing 40 mm (lentilles convergentes +50,+100,+200 mm ; lentille divergente -100 ; 1 miroir plan ; 1 miroir F+200)
- 1 jeu de 6 diaphragmes métalliques \varnothing 40 (1 fente simple, 1 fente triple et 4 ouvertures : 2, 5, 10, 20 mm)
- 1 jeton objet « F » métallique
- 1 plateau porte-prisme
- 1 prisme de flint (base équilatérale 40 mm, 3 faces polies ; indice 1,62)

2.1 Exemples de manipulation

2.1.1 TP : Mesure de la distance focale d'une lentille convergente

On pourra utiliser deux méthodes parmi d'autres ;

- méthode par auto-collimation (cette méthode pourra être utilisée dans un exercice de protocole expérimental, ...)
- méthode de Bessel (cette méthode, un peu plus élaborée, demandera quelques calculs)

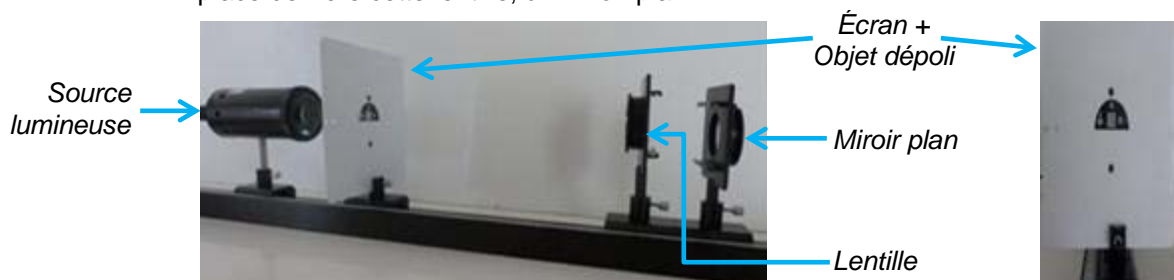
a. Méthode par auto-collimation

Matériel

- 1 banc optique avec une source de lumière blanche + un condenseur intégré à la lanterne
- 1 ou plusieurs lentilles convergentes différentes de distance focale « inconnue »
- 1 objet (diapositive F, écran blanc avec objet dépoli intégré, ...) placé entre la lentille et la source lumineuse.
- 1 miroir plan sur support.

Expérience

Placer une source de lumière blanche munie d'un condenseur sur un banc optique. Intégrer la lentille sur le chemin de la lumière. Interposer entre la source de lumière et la lentille, un objet (diapositive F, écran blanc avec objet dépoli intégré, ...). On place derrière cette lentille, un miroir plan.



On déplace l'ensemble lentille-miroir plan jusqu'à obtenir une image (égale et inversée de l'objet) dans le même plan que l'objet.

Observation

On mesure la distance entre l'objet et la lentille, distance qui correspond à la distance focale de la lentille.



Conclusion

Si l'objet est placé dans le plan focal objet de la lentille, l'image de cet objet à travers le système lentille-miroir plan est également située dans le plan objet avec un grandissement égal à -1.

Cette méthode n'est pas très précise, mais a l'avantage de permettre une détermination rapide de la distance focale d'une lentille convergente ou d'être utilisée, par les élèves, comme protocole expérimental.

Astuce

Si vous n'avez pas assez de supports de lentille, vous pouvez « coller » le miroir plan derrière la lentille. La distance lentille- miroir plan n'est pas primordiale.

b. Méthode de Bessel

Matériel

- un banc optique avec une source de lumière blanche + un condenseur intégré à la lanterne
- un objet P intégré à la source lumineuse ou tout autre objet placé sur le banc optique
- une ou plusieurs lentilles convergentes différentes de distance focale « inconnue »
- un écran blanc.

Montage

Placer l'objet P, intégré à la source lumineuse, sur le banc optique. Fixer l'écran à une distance D de l'objet (voir rappel, ci-dessous, pour la distance D).

Intégrer, entre l'écran et l'objet, la lentille dont on doit déterminer la distance focale.



Rappel :

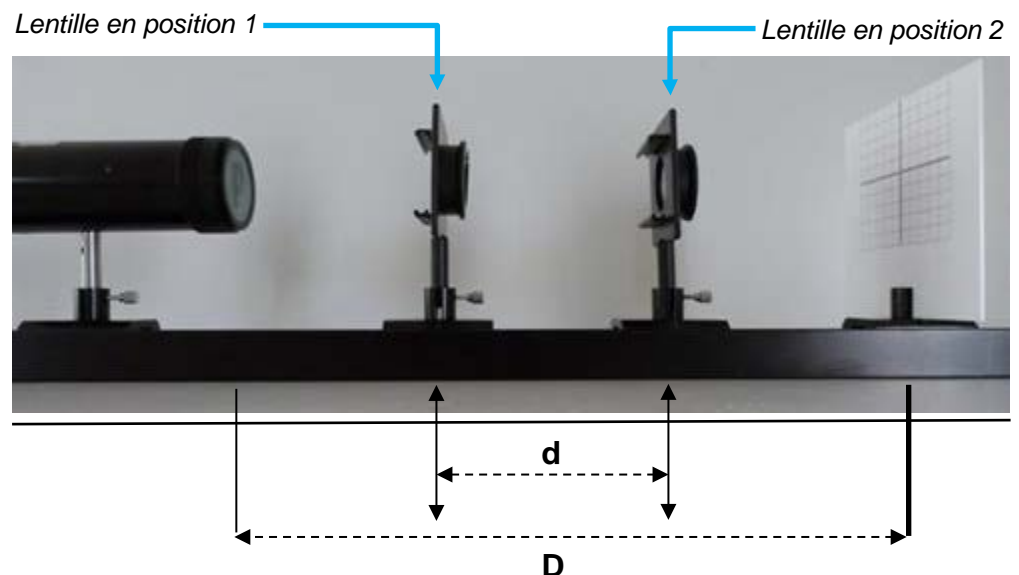
Dans le cas d'une lentille convergente de distance focale f' , on ne peut obtenir une image réelle d'un objet réel que si la distance objet-image D est supérieure ou égale à $4 \times f'$.

Il convient donc d'avoir un ordre de grandeur de la distance focale de la lentille.

Astuce : Si vous n'avez aucune idée de la distance focale de votre lentille. Placez votre écran à différentes positions fixes et déplacez votre lentille jusqu'à obtenir deux images nettes. Vous êtes sûr alors que la distance objet-image D est supérieure ou égale à $4 \times f'$.

Manipulation

- Relever la distance objet-image D.
- Déplacer votre lentille jusqu'à obtenir une première image nette. On notera d_1 la distance objet-lentille.
- Déplacer, une nouvelle fois, votre lentille jusqu'à obtenir une autre image nette. On notera d_2 la distance objet-lentille.



Application numérique

Rappel : $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$

1/ Calculer $d = |d_2 - d_1|$

2/ Répondre à la problématique en calculant f' .

Conclusion

La méthode de Bessel pour déterminer la distance focale f' consiste donc à s'imposer une distance D entre un objet et un écran et à rechercher les deux positions de la lentille L qui donnent une image nette de l'objet sur l'écran. En mesurant les distances D et d on calcule la valeur de la distance focale f' .

2.1.2 TP : Dispersion de la lumière par un prisme

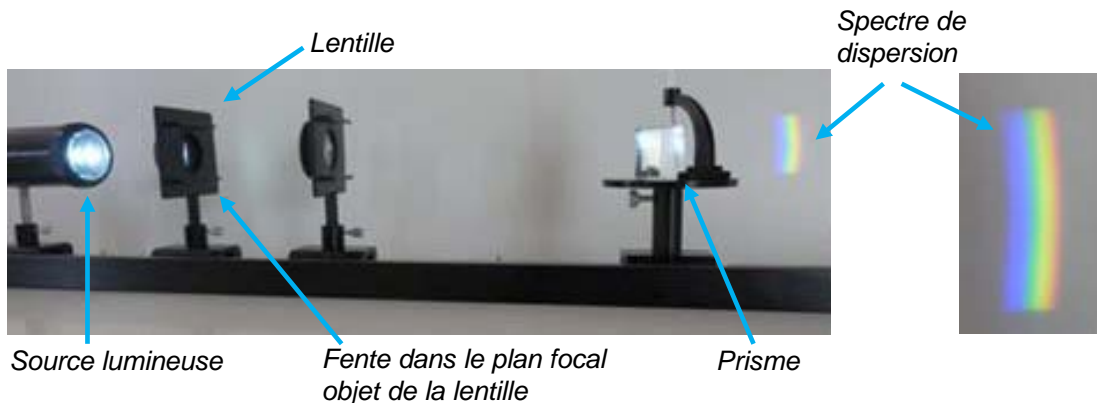
a. Problématique : de quoi est composée la lumière blanche ?

Matériel

- 1 source de lumière blanche sur un banc optique
- 1 condenseur
- 1 fente (placée dans le plan focal objet F de la lentille)
- 1 lentille convergente (de +100 à +200)
- 1 prisme
- 1 écran blanc avec lequel on pourra intercepter le spectre lumineux.

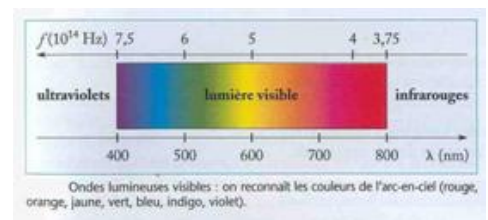
Expérience

Placer une source de lumière blanche munie d'un condenseur sur un banc optique. Intégrer la lentille sur le chemin de la lumière. Interposer entre la source de lumière et la lentille, **une fente dans le plan focal objet de la lentille**. Vous obtenez une image nette de la fente à l'infini.



Observation

On va visualiser sur l'écran le spectre lumineux de lumière blanche continu. Le spectre de la lumière blanche est constitué de toutes les radiations lumineuses, du violet jusqu'au rouge.



On peut ainsi faire une correspondance entre les longueurs d'onde et les couleurs du spectre.

Agrandissement du Spectre de dispersion obtenu



Conclusion

Dans l'air, toutes les radiations lumineuses ont la même direction. Lorsqu'elles arrivent sur le prisme, elles vont être dispersées chacune suivant un angle de réfraction différent, puis elles repassent dans l'air et sont à nouveau réfractées, et arrivent dispersées sur le tableau pour former le spectre lumineux de la lumière blanche.

2.1.3 Vérification des formules de conjugaison et de grandissement

L'objectif de ce TP est de former une image nette d'un objet sur un écran et de vérifier les formules de conjugaison et de grandissement.

Les formules de Descartes : - formule de conjugaison : $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$
 - formule de grandissement : $\gamma = \frac{p'}{p} = \frac{h'}{h}$

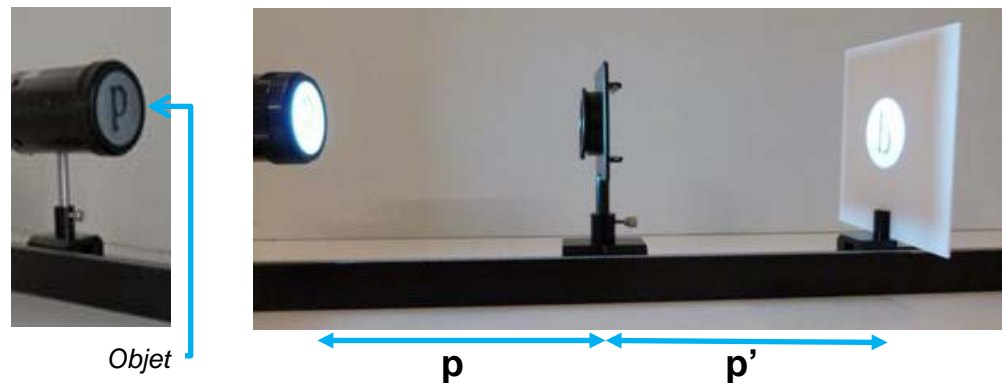
Matériel

- 1 banc optique avec une source de lumière blanche + un condenseur intégré à la lanterne
- 1 lentille convergente de distance focale +100 mm
- 1 objet P intégré à la source lumineuse ou tout autre objet placé sur le banc optique.
- 1 écran blanc.

a. Vérification de la formule de conjugaison

Montage

Placer l'objet P, intégré à la source lumineuse, sur le banc optique à la graduation 0. Toutes les distances seront mesurées en mètres. Placer la lentille à la graduation 20 cm, telle que la **distance objet-lentille** soit **p = 0,2 m**. Installer l'écran sur le banc (voir photo ci-dessous).



Manipulation

- Déplacer l'écran de façon à obtenir une image nette de l'objet. Noter la valeur de la **distance lentille-écran** soit **p'** dans le tableau ci-dessous.

p (m)	p' (m)	$\frac{1}{p}$	$\frac{1}{p'}$	$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$	$\frac{1}{f}$
0,2					
0,3					
0,4					
0,5					

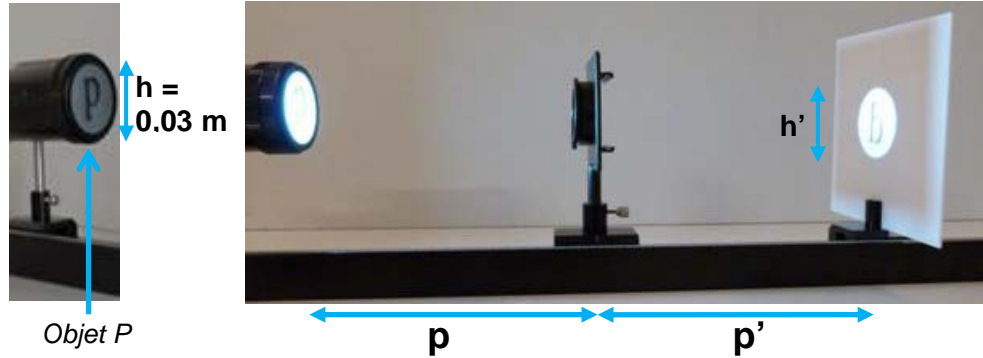
- Répéter les instructions ci-dessus pour les différentes positions **p** de la lentille.
- Compléter le tableau.

Conclusion : On peut maintenant répondre à la problématique $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$

b. Vérification de la formule de grandissement

Montage

Placer l'objet P, intégré à la source lumineuse, sur le banc optique à la graduation 0. Toutes les distances seront mesurées en mètres. Placer la lentille à la graduation 20 cm, telle que la **distance objet-lentille** soit **p = 0,2 m**. Installer l'écran sur le banc. Vérifier que la hauteur **h** de l'objet est 0,03 m.



Manipulation

- Déplacer l'écran de façon à obtenir une image nette de l'objet. Noter la valeur de la **distance lentille-écran** soit **p'** dans le tableau ci-dessous.
- Mesurer la hauteur **h'** de l'image.

p (cm)	p' (m)	h (m)	h' (m)	$\frac{p'}{p}$	$\frac{h'}{h}$
0,2		0,03			
0,3		0,03			
0,4		0,03			
0,5		0,03			

- Répéter les instructions ci-dessus pour les différentes positions **p** de la lentille.
- Compléter le tableau.

Conclusion : On peut maintenant répondre à la problématique $\gamma = \frac{p'}{p} = \frac{h'}{h}$

Attention !! On attribue le signe moins " - " à γ si l'image et l'objet sont de sens contraires et un signe plus " + " si l'image et l'objet sont dans le même sens.

Donc dans cette expérience, γ sera

2.1.4 TP : Modélisation d'un œil avec un banc optique

L'objectif de ce TP est de modéliser un œil sur un banc optique, de montrer le rôle de l'ensemble iris-pupille et le phénomène d'accommodation.

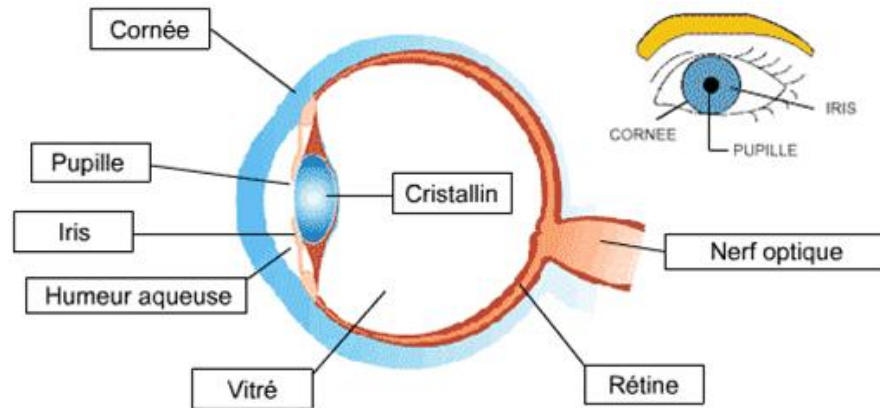
On montrera ensuite deux défauts de l'œil et une des manières de les corriger.

a. L'œil et la vision

Structure de l'œil

Source :

<http://www.essilor.fr/default-vision/effet-optique/anatomie-oeil.htm?id=150>



L'œil doit obtenir une image parfaitement au point sur la rétine. Les rayons lumineux reçus par l'œil traversent un système optique élaboré :

- la cornée, l'humeur aqueuse, l'ensemble iris-pupille, le cristallin et l'humeur vitrée afin d'aboutir sur la rétine.

Les informations recueillies par celle-ci sont transmises au cerveau par le nerf optique.

On peut modéliser simplement un œil sur un banc optique en utilisant seulement trois parties.

- L'iris : cloison en forme de disque coloré présentant en son centre une ouverture circulaire de diamètre variable : la pupille. Il se comporte comme un **diaphragme**.
- Le cristallin : C'est un "organe" **bombé**. Il se comporte comme une **lentille convergente biconvexe** souple qui peut être déformé grâce aux muscles ciliaires et devenir ainsi plus ou moins convergent selon que l'objet est plus ou moins près.
On dit que **l'œil accomode** pour que l'image se forme toujours sur la rétine.
- La rétine : membrane mince qui tapisse le fond de l'œil, elle est constituée de cellules nerveuses sensibles à la lumière. Elle se comporte comme un écran.

Modélisation de l'œil et de sa vision avec un banc optique

Matériel

- 1 banc optique avec une source de lumière blanche + un condenseur intégré à la lanterne
- des lentilles convergentes de distance focale +100 mm et +200 mm
- 1 lentille divergente de distance focale -100 mm
- différents diaphragmes
- 1 objet P intégré à la source lumineuse ou tout autre objet placé sur le banc optique.
- 1 écran blanc.

b. Réalisation d'un œil réduit

Montage

Placer l'objet P, intégré à la source lumineuse, sur le banc optique à la graduation 0. Placer l'écran blanc à la graduation 180 cm. Intercaler une lentille convergente +100 mm jusqu'à obtenir une image nette de l'objet sur l'écran.



Observation

La distance lentille – écran est d'environ 100 mm, **distance focale de la lentille**.

La mesure aurait pu être plus précise avec une distance supérieure à 5 ou 6 m, distance à partir de laquelle on peut considérer que tous les rayons venant d'un objet arrivent parallèlement à l'axe de l'œil (ou axe optique).

Conclusion

On peut modéliser un œil à l'aide d'une lentille convergente (cristallin) et d'un écran (rétine).

c. Rôle de l'ensemble iris-pupille

Montage

Devant la lentille du montage précédent, intercaler un diaphragme.

Observation

Lorsqu'on diaphragme la lentille, l'image est moins lumineuse mais plus nette.



Conclusion

Dans l'œil, l'ensemble iris-pupille joue le rôle du diaphragme, il permet d'augmenter la netteté de l'image et de contrôler l'intensité lumineuse arrivant sur la rétine afin que celle-ci ne soit pas endommagée.

Par forte luminosité, la pupille est presque fermée (2 à 3 mm de diamètre), et elle est largement ouverte dans l'obscurité (environ 8 mm de diamètre).

d. Phénomène d'accommodation

Montage

Bien sûr, les valeurs des positions des différents accessoires ne sont données qu'à titre indicatif. Il convient d'adapter en fonction des lentilles utilisées.

Objet à " l'infini "

Placer l'objet P, intégré à la source lumineuse, sur le banc optique à la graduation 0. Placer l'écran blanc à la graduation 150 cm. Intercaler une lentille convergente +200 mm jusqu'à obtenir une nette de l'objet sur l'écran (environ à 125 cm). On modélise ainsi grossièrement la vision d'un objet à l'infini.

Objet " vu de près "

La distance lentille (cristallin) – écran (rétine) ne pouvant être modifiée, on rapproche l'objet de la lentille (environ position 98 cm). L'image est floue. Pour avoir une image nette, on remplace la lentille précédente par une lentille convergente (+100 mm).

Observation

Ajuster la nouvelle lentille et l'image devient de nouveau nette. C'est le principe de l'accommodation. C'est la courbure du cristallin qui change, diminuant ainsi sa distance focale, permettant ainsi à un objet " vu de près " d'être vu de façon nette.

Conclusion

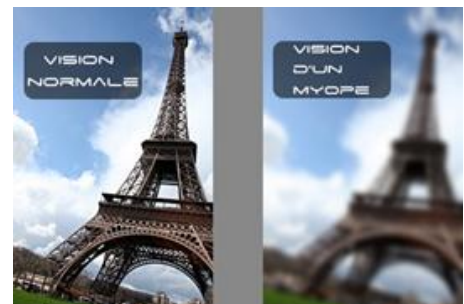
Afin d'obtenir une image nette sur la rétine, d'un objet situé à n'importe quelle distance, l'œil doit accommoder. L'accommodation est le mécanisme réflexe par lequel s'effectue la mise au point du système optique de l'œil, suivant la distance qui le sépare de l'objet.

L'accommodation est produite par le changement de forme du cristallin dont la distance focale diminue, lorsque la distance à l'objet diminue.

Plus l'objet est près et plus le cristallin est bombé, plus il est convergent, plus sa distance focale est petite.

e. Un défaut de la vision : la myopie

Si l'image ne se forme pas correctement sur la rétine, la vision est floue ou déformée. Un œil myope est trop convergent et l'image d'un objet à l'infini se forme en avant de la rétine (voir schéma ci-contre).



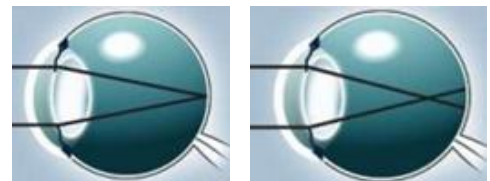
Donc on voit correctement de près, mais flou au loin.

Une des solutions pour corriger la myopie sont les verres correcteurs.

Montage

Bien sûr, les valeurs des positions des différents accessoires ne sont données qu'à titre indicatif. Il convient d'adapter en fonction des lentilles utilisées.

Placer l'objet P, intégré à la source lumineuse, sur le banc optique à la graduation 0. Placer l'écran blanc à la graduation 50 cm. Intercaler une lentille convergente +100 mm (cristallin) jusqu'à obtenir une nette de l'objet sur l'écran (rétine) (environ à 35 cm). **L'œil est normal.**



On déplace l'écran à la position 53 cm. L'image observée sur l'écran devient floue. On vient de modéliser **un œil myope. L'image est en avant de l'écran (rétine).**

Placer entre l'objet P et la lentille, une seconde lentille, divergente -100 mm (position environ 16 cm).



Lentille divergente

Observation

Ajuster la seconde lentille et l'image redevient nette.

Conclusion

Un œil myope est un œil trop convergent et dont l'image d'un objet à l'infini se forme **à l'avant de la rétine**. Pour corriger un œil myope, on utilisera **un verre divergent**. Ainsi l'image se formera de nouveau correctement sur la rétine.

f. Un autre défaut de la vision : l'hypermétropie

Si l'image ne se forme pas correctement sur la rétine, la vision est floue ou déformée. Un œil hypermétrope n'est pas assez convergent et l'image d'un objet à l'infini se forme en arrière de la rétine (voir schéma ci-contre).

Donc on voit correctement au loin, mais flou de près.

Une des solutions pour corriger l'hypermétropie sont les verres correcteurs.



Montage

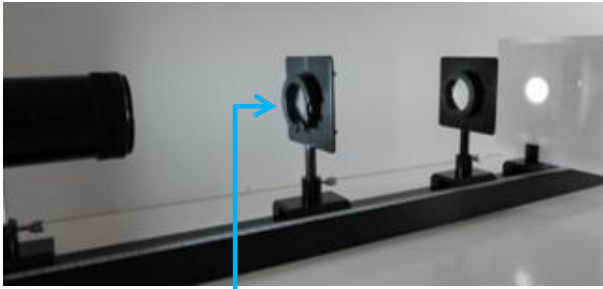
Bien sûr, les valeurs des positions des différents accessoires ne sont données qu'à titre indicatif. Il convient d'adapter en fonction des lentilles utilisées.

Placer l'objet P, intégré à la source lumineuse, sur le banc optique à la graduation 0. Placer l'écran blanc à la graduation 50 cm. Intercaler une lentille convergente +100 mm (cristallin) jusqu'à obtenir une nette de l'objet sur l'écran (rétine) (environ à 35 cm). **L'œil est normal.**



On déplace l'écran à la position 47 cm. L'image observée sur l'écran devient floue. On vient de modéliser **un œil hypermétrope. L'image est en arrière de l'écran (rétine).**

Placer entre l'objet P et la lentille, une seconde lentille convergente +200 mm (position environ 14 cm).



Lentille convergente

Observation

Ajuster la seconde lentille et l'image redevient nette.

Conclusion

Un œil hypermétrope est un œil pas assez convergent et dont l'image d'un objet à infini se forme **à l'arrière de la rétine**. Pour corriger un œil hypermétrope, on utilisera **un verre convergent**. Ainsi l'image se formera de nouveau correctement sur la rétine.

3. Service après-vente

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers.

Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

JEULIN S.A.V.
468 rue Jacques Monod
CS 21900
27019 EVREUX CEDEX France

0 825 563 563*

** 0,15 € TTC/min. à partir un téléphone fixe*

Assistance technique en direct

Une équipe d'experts
à votre disposition
du lundi au vendredi
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge
immédiatement votre appel
pour vous apporter une réponse
adaptée à votre domaine
d'expérimentation :
Sciences de la Vie et de la Terre,
Physique, Chimie, Technologie.

Service gratuit*

0 825 563 563 choix n°3**

* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.

** Numéro valable uniquement pour la France
métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE,
composez le +33 2 32 29 40 50.

Aide en ligne
FAQ.jeulin.fr

Direct connection for technical support

A team of experts
at your disposal
from Monday to Friday
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request
immediately to provide you
with the right answers regarding
your activity field : Biology, Physics,
Chemistry, Technology.

Free service*

+33 2 32 29 40 50**

* Call cost not included.

** Only for call from foreign countries.



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France

Métropole • Tél : 02 32 29 40 00 - Fax : 02 32 29 43 99 - www.jeulin.fr - support@jeulin.fr

International • Tél : +33 2 32 29 40 23 - Fax : +33 2 32 29 43 24 - www.jeulin.com - export@jeulin.fr

SAS au capital de 1 000 000 € - TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 - Siren 344 652 490 RCS Evreux