

6. L'oeil	<u>Résumé</u>	<u>Exercices</u>
------------------	---------------	------------------

Objectifs :

- Présentation de l'oeil, son fonctionnement, ses déficiences,
- Vision binoculaire

1. L'oeil - Informations générales et fonctionnement

- 1 Définition et rôle de l'oeil : l'oeil – Introduction
- 2 Principe de fonctionnement de l'oeil : description générale du fonctionnement de l'oeil, acheminement des ondes,...
- 3 Acuité visuelle Ce qu'est l'acuité visuelle + référence
- 4 Déficiences dans la vue des couleurs : explication générale des principaux problèmes de la vue des couleurs telles que l'achromatisme, le daltonisme,...
- 5 Déficiences de la vision : description générale des principaux problèmes de vue tels que la presbytie, la myopie ou encore l'astigmatisme...
- 6 Illusions d'optique et contrastes : quelques exemples d'illusions d'optique accompagnés de leurs explications

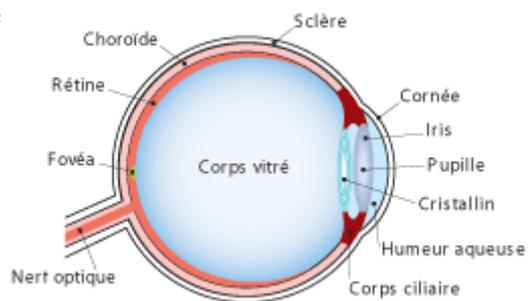


1.1 Définition et rôle de l'oeil

Oeil : organe qui perçoit les ondes émises par une source lumineuse.

Rôle : diriger les rayons vers la rétine.

Début



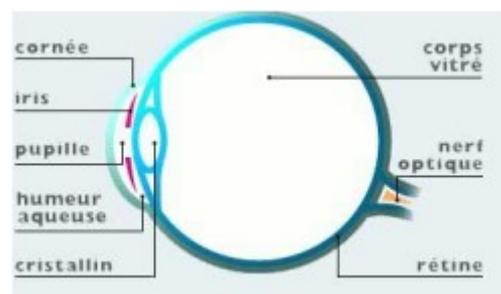
1.2 Principe de fonctionnement de l'oeil

La **cornée** (membrane transparente) oriente les rayons lumineux vers le centre de l'oeil. L'image sera mise au point et retournée par le cristallin (lentille biconvexe qui ne laisse passer que les longueurs d'onde comprises entre 300 et 1500 n.m.).

L'**iris** permet de recevoir la quantité de lumière nécessaire en se retrécissant ou en s'agrandissant selon les variations d'intensité lumineuse.

Le **cristallin** ne laisse pénétrer que des longueurs d'onde comprises entre 380 et 760 n.m, sa courbure est variable

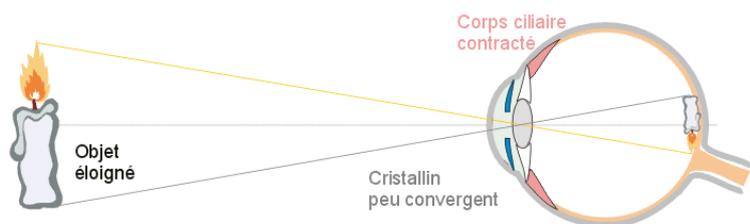
Début



Objet éloigné :

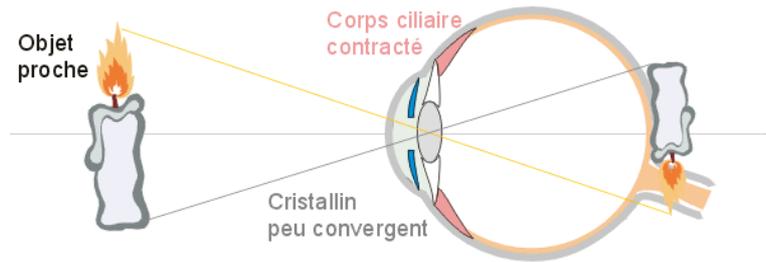
L'oeil n'accomode pas

Lorsque l'objet observé est éloigné, le corps ciliaire (qui est un muscle) est contracté, le cristallin est peu bombé donc peu convergent. L'oeil est au repos, l'image de l'objet se forme exactement sur la rétine.

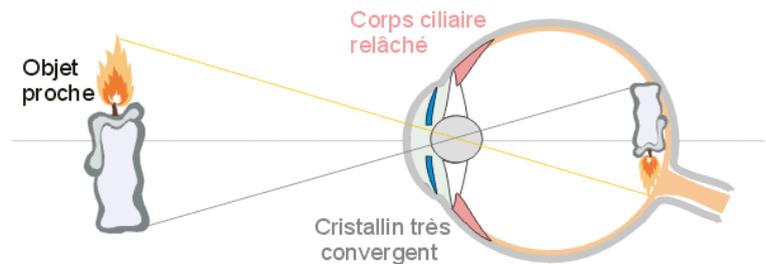


Objet rapprochéObjet proche, vision floue sans accommodation

Si le cristallin reste tel qu'il est lorsque l'objet est éloigné, l'image se forme derrière la lentille. L'objet vu est donc flou. Afin d'obtenir une image nette sur la rétine, le cristallin doit devenir plus convergent, sa courbure doit être modifiée, c'est l'accommodation.

Objet proche, vision nette avec accommodation

Pendant l'accommodation, le corps ciliaire se relâche, le cristallin n'est plus soumis à la tension des ligaments qui le rattachent au corps ciliaire. Il change de forme et sa courbure augmente, il devient plus convergent. L'image de l'objet se forme sur la rétine.



La **rétine** transforme les rayons lumineux en excitations physiologiques qui sont transmises au nerf optique par l'intermédiaire de liaisons nerveuses. La rétine est formée de 3 couches distinctes :

- La première, composée de cônes et de bâtonnets. Les bâtonnets vont permettre de distinguer les lumières de faible intensité, les cônes quant à eux, la lumière vive. Ce sont les cônes qui vont permettre la reconnaissance des couleurs.
- La seconde couche est appelée tâche jaune ou fovéa, c'est elle qui va permettre de déterminer le mouvement et le détail des couleurs.
- La troisième couche est formée d'un grand nombre de cellules ganglionnaires terminées par des fibres nerveuses reliées entre elles, il s'agit du nerf optique.

Le **nerf optique** apporte l'influx au cerveau où il est transformé en sensations chromatiques qui donnent naissance au phénomène de la vue. Le cerveau reconstitue la sensation visuelle en couleur et profondeur.

1.3 Acuité visuelle**Début**

L'acuité visuelle permet de déterminer si la vision est correcte ou si un défaut de l'oeil est présent. Elle se réfère au pouvoir de séparation au contraste maximal entre un "objet" et son fond.

Plus concrètement, il s'agit du test effectué chez l'ophtalmologue avec le tableau de lettres noires sur fond blanc.

Les différents types d'acuité visuelle :

Le *minimum visible* est testé simplement par le fait d'un point ou d'une ligne visible ou non.

Exemple : Une étoile sur le ciel noir. Certaines apparaissent fortement, d'autres sont très difficiles à visualiser.

Le *minimum separabile* est la distance minimale de distinction entre 2 points distincts, donc la distance minimale entre 2 points noirs sur fond blanc.

α : angle mesurant le pouvoir séparateur

Remarque : A 100 m, on peut voir 2 objets distants de 3 cm.

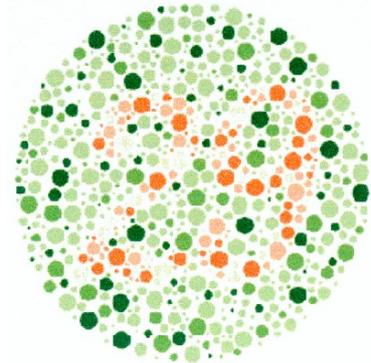
Le *minimum legibile* ou *acuité de contour* est le fait de pouvoir distinguer une différence entre des formes de petites tailles différentes.

Le *minimum de discrimination spatiale* ou *hyperacuité*. Lors des tests effectués pour le calcul du minimum de discrimination spatiale, la personne doit aligner le plus correctement deux objets dans l'espace. Cet exercice permet de calculer l'acuité de cette personne derrière un cristallin trouble.

1.4 Déficiences dans la vue des couleurs

Début

- Achromatisme : aucun pigment dans les cônes (cônes responsables de la vue des couleurs)
- Dichromatisme : vision de deux couleurs
 - **daltonisme** : manque de teinte entre 540 et 700 n.m, ne distingue pas la teinte verte et rouge
 - les tritanopes : manque de teinte entre 400 et 500 n.m, confondent le bleu et le jaune, teinte vue correspond à un gris neutre ou une des deux couleurs considérées.
- Trichromatisme anormal (cause : pigment anormaux des cônes) problème d'égalisation des quantités des couleurs primaires.
 - protanormaux : introduisent plus de rouge dans leur égalisation
 - deutéranormaux : introduisent plus de vert dans leur égalisation
- Héméralopie (cause : pourpre rétinien insuffisant) vue diminuée quand la luminosité baisse.



Test de la vision :

savez-vous lire quel est le nombre contenu dans cette image ?

1.5 Déficiences de la vision

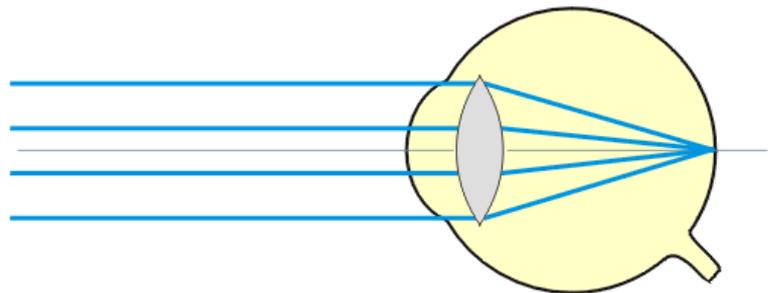
Début

Les différents problèmes de vue

➔ **Emmétropie** : nom général pour un oeil normal. Dans ce cas-ci, le foyer du système cornée – cristallin se trouve sur la rétine.

Oeil réduit normal

L'oeil au repos peut être modélisé par un oeil réduit. Il s'agit d'un système optique simple constitué d'une lentille convergente et d'un écran sphérique (la rétine). L'oeil réduit constitue un bon modèle pour l'étude de la formation d'images à partir d'objets éloignés et pour la compréhension des anomalies visuelles. Dans le cas de l'oeil normal, l'image d'un objet éloigné se forme exactement sur la rétine qui est au foyer de la lentille convergente.

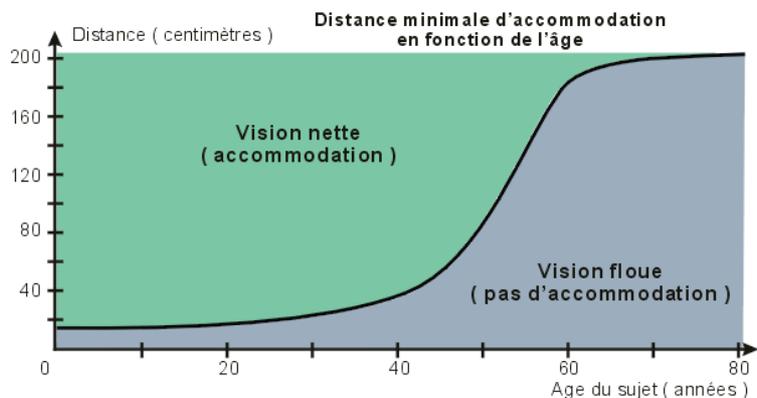


➔ **Amétropie** :

Nom général pour un oeil souffrant d'un défaut cité ci-dessous. Ces défauts sont habituellement dus à une convergence et/ou une profondeur de l'œil mal ajustée.

➔ **Presbytie** :

Avec le temps, le cristallin devient beaucoup moins souple, il perd progressivement sa capacité à modifier sa courbure. L'accommodation est alors moins efficace, la vision d'objets très rapprochés n'est plus possible. Ce vieillissement du cristallin, inévitable, et qui survient généralement entre 40 et 50 ans, porte le nom de presbytie. Si nul n'est épargné par le vieillissement du cristallin, il est plus ou moins prononcé suivant les sujets. Certaines personnes lisent très bien sans lunettes de correction à plus de 70 ans.



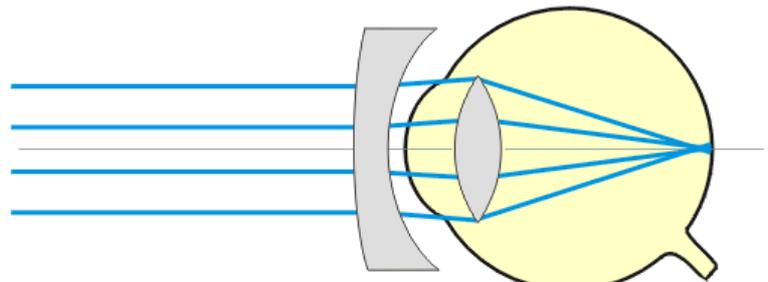
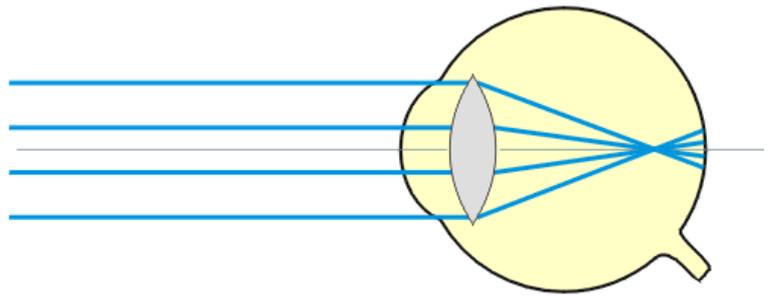
Pour corriger la presbytie, il suffit de porter des verres correcteurs convergents pour la lecture par exemple. Cette correction est proche de celle utilisée dans le cas d'un oeil hypermétrope, à ceci près qu'elle concerne la vision rapprochée et non pas la vision éloignée. Des études médicales ont montré que l'apparition de la presbytie n'est pas subite et que le vieillissement du cristallin commence dès l'enfance.

➔ **Myopie :**

La myopie est une déficience de la vision due à une trop grande distance séparant la cornée et la rétine, le foyer va donc se trouver devant la rétine. Ce défaut de l'oeil est causé soit par un oeil trop grand ou trop convergent.

La vision est parfaite de près mais est difficile de loin.

Pour corriger la myopie, un verre correcteur divergent est placé devant l'oeil. L'excès de convergence de l'oeil est compensé et l'image d'un objet éloigné se forme maintenant sur la rétine.

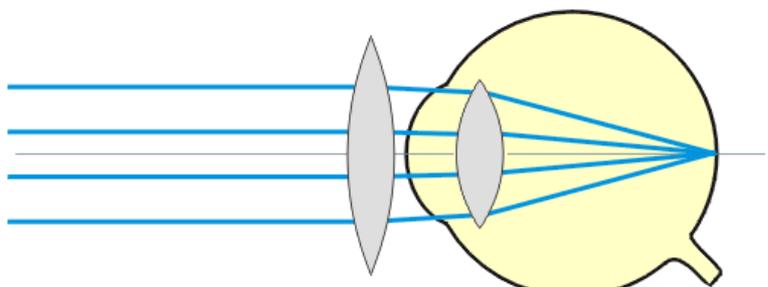
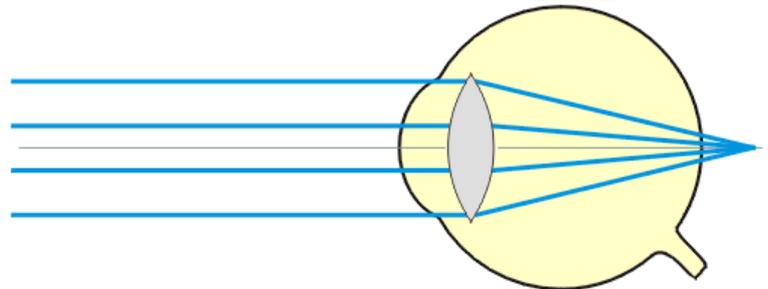


➔ **Hypermétropie :**

L'hypermétropie est une déficience de la vision due à une trop courte distance entre la cornée et la rétine, le foyer va donc se trouver derrière la rétine. Cela serait dû à un oeil trop court, trop convergent ou pas assez "puissant".

La vision est parfaite de loin mais est difficile de près.

Pour corriger l'hypermétropie, un verre correcteur convergent (lentille souple ou lunettes de vue) est placé devant l'oeil. Le défaut de convergence de l'oeil est compensé et l'image d'un objet éloigné se forme maintenant sur la rétine.

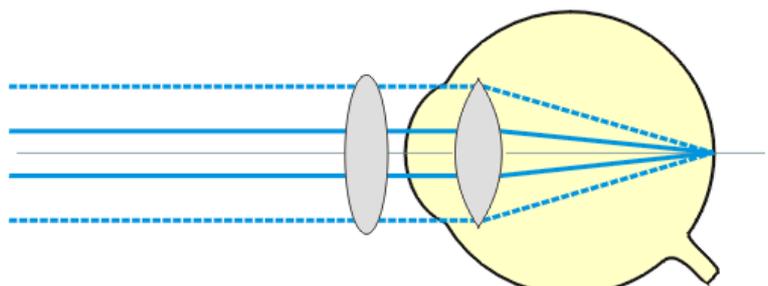
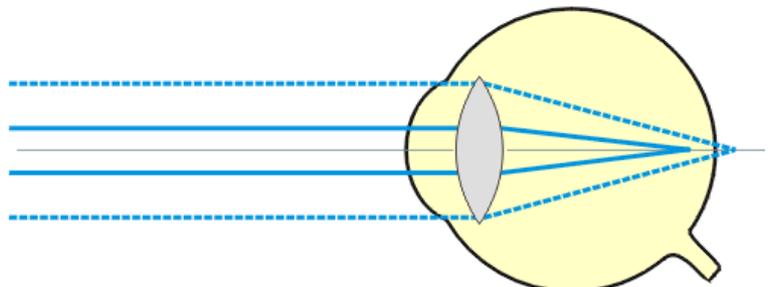


➔ **Astigmatisme :**

L'astigmatisme est une déficience de la vision due à une irrégularité de la courbure de la cornée ou du cristallin. Plus généralement ce phénomène est causé par une cornée ovale et non ronde.

La vision est difficile de loin comme de près. Ce défaut de l'oeil peut également être combiné à d'autres défauts cités ci-dessus.

Pour corriger l'astigmatisme, un verre correcteur particulier de forme dite cylindrique est placé devant l'oeil. Il compense les irrégularités de la cornée, ainsi un point de l'objet correspond à une seule image sur la rétine.

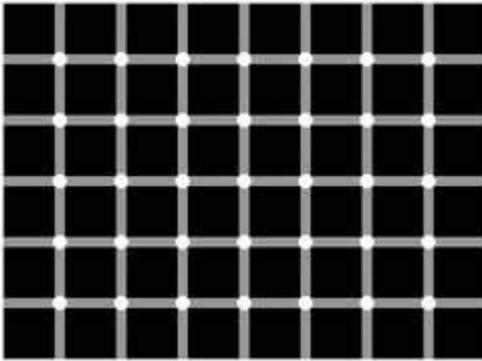


Après correction, l'œil est emmétrope.

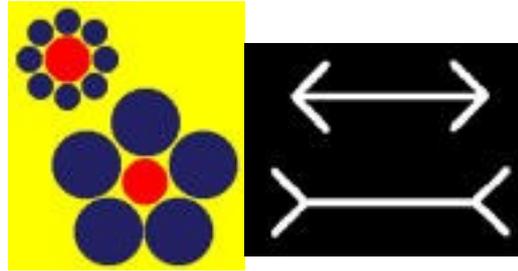
1.6 Illusions d'optiques et contrastes

Début

Illustrations des illusions d'optique



Cette illusion nous fait voir des formes géométriques qui, en réalité, n'existent pas.

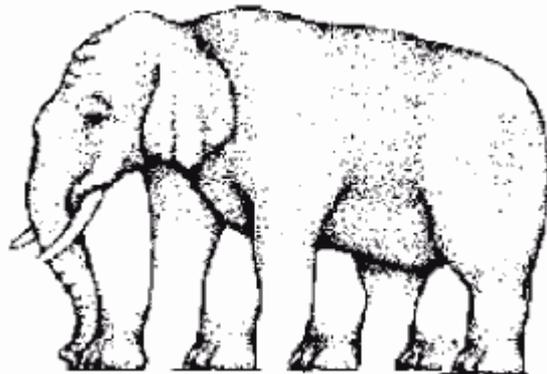


Dans ces illusions, les cercles centraux (pour la première image) ainsi que les droites de la seconde image sont semblables mais les formes les entourant nous les fait paraître de taille différente.



Do you see the face? Or an Eskimo?

Dans ce cas, selon la partie de l'image que l'on fixe, on peut apercevoir deux dessins tout-à-fait différents.

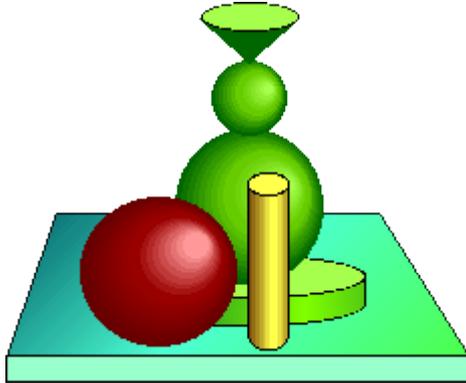


Cet éléphant n'aurait-il pas un petit problème?

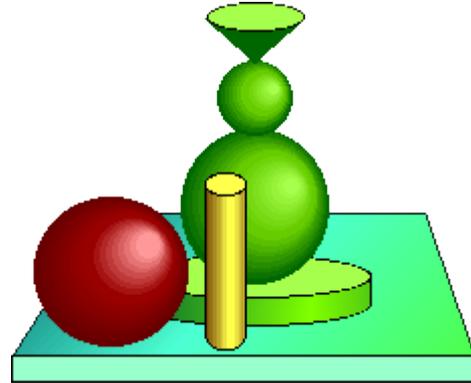
3 2. Vision binoculaire

Début

Le cerveau interprète les images venant des deux yeux. Lors d'une vision à l'infini, les deux images sont très semblables. Lors de la vision d'un objet plus rapproché, les images obtenues par l'oeil gauche et l'oeil droit sont légèrement différentes car le point d'observation est différent. Le cerveau interprète ces deux images et permet une perception tridimensionnelle de l'objet.



Un groupe d'objets vu de l'oeil gauche.



Le même vu de l'oeil droit.

Si les images obtenues par les deux yeux sont très différentes, la vision binoculaire peut être perturbée. C'est le cas si un des yeux présente une myopie très importante non corrigée.



Lorsque les images perçues par les deux yeux sont différentes, la vision binoculaire devient moins confortable.

Lorsque les images sont fondamentalement différentes, notre cerveau essaiera quand même de les superposer mais cela posera des problèmes :

Expérience :**Début**

1 - Construisez un cylindre en roulant une feuille de papier à écrire. Regardez un paysage quelconque à travers cette lunette avec l'oeil droit en fermant l'oeil gauche. Votre oeil droit fait la mise au point sur l'objet à l'infini.



Regardez un paysage au travers du tube avec l'oeil droit.

2 - Placez votre main gauche devant votre oeil gauche et fermez l'oeil droit. Regardez votre main. Elle est nette.



Avec l'oeil gauche, regardez votre main.

3 - Placez votre main gauche à côté du tube de papier. Regardez alternativement à travers le tube avec l'oeil droit et la main avec l'oeil gauche puis ouvrez les deux yeux et faites l'effort de regarder simultanément avec les deux yeux.



Les deux images se superposent. Vous voyez le champ de tournesols bien net dans un trou de la main.

A retenir	<u>Début</u>	<u>Exercices</u>
------------------	--------------	------------------

- L'oeil se comporte comme une **lentille mince plus ou moins diaphragmée**.
 Le plan focal image de l'oeil au repos coïncide avec la rétine.
L'accommodation augmente la convergence de l'oeil. La distance focale de l'oeil varie avec la position de l'objet.
 Le **punctum proximum de l'oeil** est le point le plus près que l'oeil peut distinguer. Ce point s'éloigne avec l'âge.
- L'oeil **myope** est **trop convergent**, on le corrige avec une lentille divergente.
 L'oeil **hypermétrope** n'est **pas assez convergent**, on le corrige avec une lentille convergente.
 La **presbytie** est la **diminution** de la faculté **d'accommodation** due au vieillissement de l'oeil, on la corrige avec une lentille convergente.

Exercices	<u>Début</u>	<u>Résumé</u>
------------------	--------------	---------------

Ex 1 : Déterminer votre punctum proximum

.....

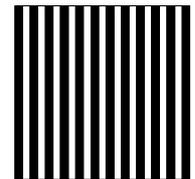
Comparer vos résultats

.....

Ex 2 : Déterminer la distance optimale D pour laquelle on ne distingue plus nettement les bandes noires et blanches, séparées de $a = 2$ mm ci-contre,

$D =$

$\epsilon \approx \frac{a}{D} \approx$



Comparer vos résultats (ϵ est en radian)

.....

Ex 3 : Déterminer votre champ visuel : espace visuel périphérique vu par l'oeil. Il s'étend normalement de 60° en haut, 70° en bas et 90° environ latéralement. Lorsque le champ visuel est altéré, des zones du champ sont moins sensibles, voire aveugles.

Vers le haut :

Vers le bas :

Vers la droite :

Vers la gauche :

Comparer vos résultats

.....

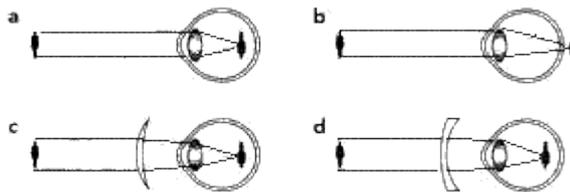
Ex 4 : Trouver les mots manquants

La lumière pénètre dans l'oeil par la pupille. La quantité de lumière entrante est régulée par l'ouverture ou par la fermeture de l'....., qui joue ainsi le rôle deLa lumière est ensuite déviée et condensée par le....., lequel se comporte comme une lentille.....L'image se forme au fond de l'oeil sur la....., qui transforme le signal lumineux reçu en signal.....L'information est ensuite transmise au cerveau par l'intermédiaire du

Ex 5 : Une personne myope voit très bien:

- a. un objet très éloigné?
- b. un objet très proche?
- c. un objet qui se situe entre 10 et 100 cm environ?
- d. un objet qui se situe entre 1 m et l'infini?

Ex 6 : D'après les schémas suivants, dire quels sont ceux qui correspondent à un œil hypermétrope, corrigé ou non.



Ex 7 : Un œil normal (dit emmétrope) possède une distance focale $f = 17 \text{ mm}$ au repos.

Parmi les propositions suivantes, lesquelles sont correctes?

- a. La vergence de l'œil est égale à 17δ .
- b. L'image d'un objet à l'infini se forme à 17 mm du cristallin.
- c. La vergence de l'œil est égale à 59δ .
- d. Lorsque l'œil accommode, sa distance focale diminue.

Ex 8 : Œil réduit et œil réel

1. Représenter le schéma de l'œil réduit utilisé en activité et le légender.
2. Indiquer les correspondances entre l'œil réduit et l'œil réel.

Ex 9 : Accommodation

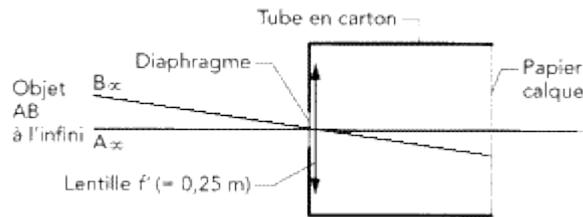
1. Pourquoi l'œil accommode-t-il pour voir des objets proches?
2. Quel est l'effet de l'accommodation sur la vergence du cristallin?

Ex 10 : Un œil, des yeux

Attribuer un œil à chacun des domaines de vision suivants:

- œil myope,
- œil emmétrope,
- œil hypermétrope,
- œil presbyte.

Ex 11 : Le schéma ci-dessous représente la maquette d'un œil modélisé face à un objet situé à l'infini.



1. Associer les termes du schéma: *diaphragme, lentille, tube en carton, papier calque*, aux parties correspondantes de l'œil: *rétine, iris, ensemble cornée-cristallin, sclérotique*.
2. Placer sur le schéma les lettres A'B' désignant l'image formée.
3.
 - a. Préciser la nature de la lentille représentée sur le schéma et la signification de l'indication $f' = 0,25 \text{ m}$.
 - b. En déduire la valeur de la vergence de cette lentille modélisant l'œil.
4. Que représente la distance lentille-écran dans une telle modélisation ?

Ex 12 : L'œil hypermétrope est un œil de profondeur trop faible par rapport à l'œil normal. On le modélise de la façon suivante :

- sur un banc d'optique, on place une lentille convergente de vergence $c = + 8 \delta$;
- à 20 cm derrière la lentille, on place un écran.

On cherche à former l'image d'un objet lumineux de dimension 2 cm perpendiculairement à l'axe optique de la lentille. L'objet est d'abord placé à 20 cm devant la lentille.

1. Réaliser un schéma à l'échelle comportant l'objet lumineux AB, la lentille, son centre optique O et son foyer image F', ainsi que l'écran (échelles: horizontalement, 1 cm pour 5 cm; verticalement, 1 cm pour 1 cm).
2. En traçant deux rayons lumineux appropriés, déterminer la position de l'image A'B' de l'objet AB.
3. Comment sera l'image observée sur l'écran ?
4. L'objet étant toujours à la même distance, on accole une lentille convergente de vergence $+ 2 \delta$ à la précédente. On suppose que l'association des deux lentilles est équivalente à une lentille unique de vergence égale à la somme des vergences des lentilles qui la composent. En déduire la valeur de la distance focale f' de la lentille équivalente.
5. Refaire un schéma à l'échelle avec la nouvelle lentille ainsi constituée et déterminer la position de l'image A'B'.
6. Qu'a-t-on fait en rajoutant une lentille convergente à l'œil hypermétrope modélisé ?

QCM 1 sur l'oeil : <file:///C:/CdTice/Caba72/bma/sciences/oeil.htm>

ou <http://caba72.free.fr/bma/sciences/oeil.htm>

QCM 2 sur l'oeil : <file:///C:/CdTice/Caba72/bma/sciences/111.htm>

ou <http://caba72.free.fr/bma/sciences/111.htm>