

1

La représentation visuelle

résumés de cours

exercices

contrôles

corrigés

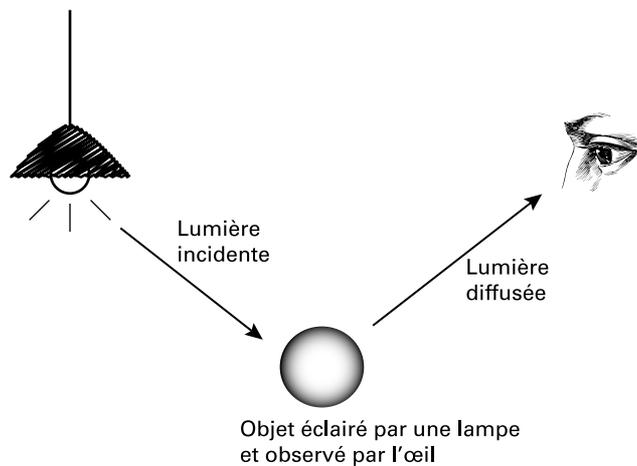
L'ŒIL, SYSTÈME OPTIQUE ET FORMATION DES IMAGES (PHYSIQUE-CHIMIE)

L'œil, organe des sens détecte les variations des stimuli externes comme les variations de la lumière et transmet les informations collectées au cerveau.

La vision est le sens le plus développé pour l'espèce humaine et 40 % des informations perçues par les organes des sens le sont par l'œil.

○ Visibilité d'un objet et histoire de la vision

Visibilité d'un objet



Un objet n'est visible qu'à 3 conditions :

- s'il est éclairé ou éclaire ;
- s'il diffuse la lumière ;
- si cette lumière diffusée parvient à l'œil de l'observateur.

Exemples d'objets éclairants : écran d'ordinateur, étoile ; d'objets éclairés : le citron de la figure ci-dessus, la lune.

Petite approche historique de la conception de la vision

La conception de la vision a été une source de préoccupations chez de nombreux philosophes, savants et chercheurs qui ont œuvré durant l'**Antiquité**, le **Moyen Âge** et la **Renaissance**.

Durant l'**Antiquité** (env. – 800 av. J.-C. à + 500 ans apr. J.-C.) **Démocrite** a soutenu la théorie de l'**intromission**, il considérait que pour que l'œil puisse voir un objet, celui-ci devait entrer en contact avec l'œil en « appuyant » sur l'air entre l'objet et l'œil. **Platon** défendait lui la théorie de l'**extramission** et considérait que la lumière provenait de l'œil, « frappait » l'objet qui produisait en retour des « particules de flamme ».

Aristote pense que seuls les objets lumineux comme le feu produisent de la lumière qui est réfléchiée par les objets.

Euclide considère lui que la lumière émane des yeux « frappe » un obstacle qui devient visible en formant un cône de lumière dont le sommet se trouve sur l'œil.



Alhazen
(965-1039)

Le **Moyen Âge** (environ + 500 à + 1400) a vu l'émergence de théories développées par des savants Arabes comme **Alhazen** qui a élaboré 6 conditions pour que la lumière puisse pénétrer dans l'œil et provoquer la perception :

1. une distance minimale objet/œil doit être respectée ;
2. l'objet doit être dans le champ visuel de l'œil ;
3. l'objet doit être éclairant ou éclairé par un autre objet ;
4. la lumière doit être en mesure d'atteindre le cristallin ;
5. le milieu traversé par la lumière doit être transparent ;
6. l'objet doit être dense et opaque.

À la **Renaissance** (du XIV^e siècle au XVIII^e siècle), les scientifiques utilisent les théories de leurs prédécesseurs, en ajoutant une conception plus mathématique pour s'intéresser à l'optique géométrique.

Kepler qui était religieux, en plus de l'idée que pour lui la lumière était l'essence de Dieu, a avancé l'idée qu'une image se formait sur la rétine de l'œil.

Léonard De Vinci a lui montré que la lumière provenant d'un objet et passant par un petit trou formait une image inversée et pensait que la pupille de l'œil constituait ce trou.

Descartes a lui confirmé l'idée de Kepler en tenant un œil-de-bœuf en face d'une fenêtre. Il s'aperçut qu'il obtenait une image renversée plus petite sur la rétine de l'œil de ce qu'il observait par la fenêtre.

Newton s'attachait à analyser le contenu de la lumière blanche en produisant un spectre de couleur à l'aide d'un prisme, il indiqua que les objets ne

généraient pas de couleur, il étudia également les phénomènes de réflexion, réfraction et diffraction.

ORGANISATION DE L'ŒIL ET MODÈLE DE L'ŒIL RÉDUIT (PHYSIQUE-CHIMIE)

○ L'œil : système optique

L'œil est constitué d'un globe oculaire, mobile grâce à des muscles fixés dans l'orbite du crâne. Il est limité par trois membranes emboîtées qui sont : la sclérotique externe puis la choroïde et enfin la rétine, membrane la plus interne.

La **sclérotique** est une enveloppe blanche et résistante. À l'avant, elle devient parfaitement transparente, c'est la **cornée** protégée par la conjonctive.

La **choroïde**, de couleur noire est collée contre la sclérotique. Au niveau de la cornée. Elle donne l'**iris**, coloré, qui délimite une ouverture, la **pupille**, de diamètre variable.

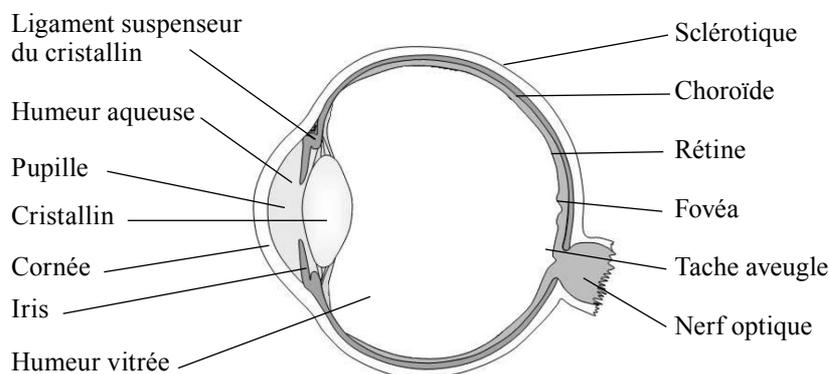
La **rétine** est un tissu nerveux très vascularisé, mince, collé contre la choroïde. La rétine se prolonge à l'arrière de l'œil par le nerf optique.

L'intérieur du globe oculaire est divisé en deux chambres remplies par un ensemble de milieux transparents. La cavité antérieure limitée par le cristallin et le corps ciliaire est remplie par un liquide transparent produit par le corps ciliaire : c'est l'humeur aqueuse.

Dans la cavité postérieure, l'œil est rempli d'une substance gélatineuse : l'humeur vitrée.

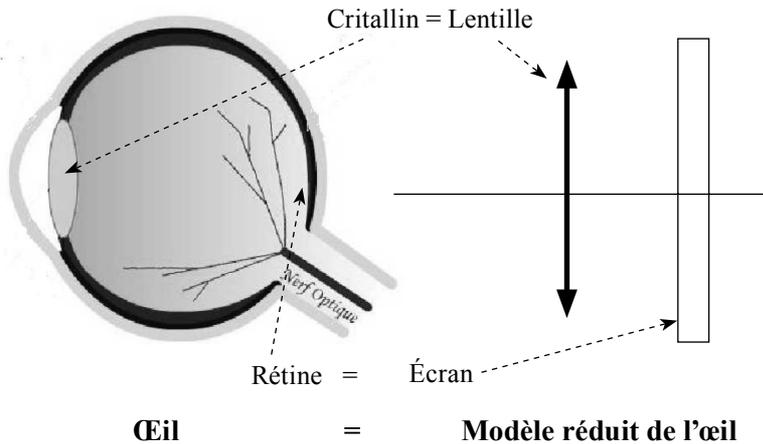
Le **cristallin** est de forme biconvexe. Il peut se déformer légèrement, modifier ainsi sa convexité grâce à l'action de petits muscles et permettre une accommodation.

Schéma de la coupe sagittale de l'œil



○ Modèle réduit de l'œil

L'œil peut être modélisé simplement à l'aide d'une lentille convergente qui remplace le cristallin et d'un écran qui lui fait office de rétine.

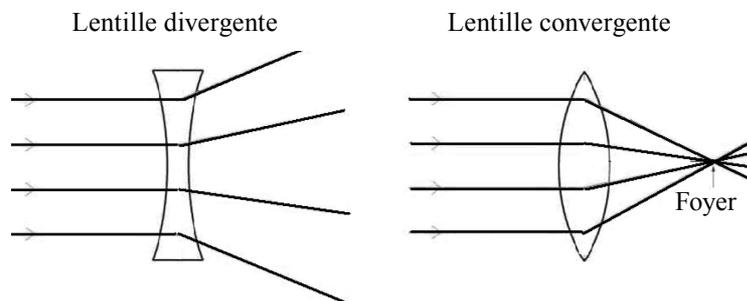


LES LENTILLES MINCES, PROPRIÉTÉS, CONSTRUCTION D'IMAGE (PHYSIQUE-CHIMIE)

Une lentille est une matière transparente (ex : verre) délimitée par deux surfaces sphériques ou une surface plane et une autre sphérique.

Lorsque les rayons lumineux pénètrent dans la lentille, ils subissent une modification de leur trajectoire appelée phénomène de **la réfraction**.

Il existe 2 sortes de lentilles : la lentille **convergente** (bord mince et centre plus épais) et la lentille **divergente** (bord épais et centre plus mince) qui n'ont pas le même effet sur la lumière.



En traversant la lentille divergente, les rayons lumineux s'éloignent les uns des autres, alors qu'ils se rapprochent dans le cas d'une lentille convergente.

○ **Les symboles de la lentille convergente et de la lentille divergente sont les suivants**

Lentille divergente

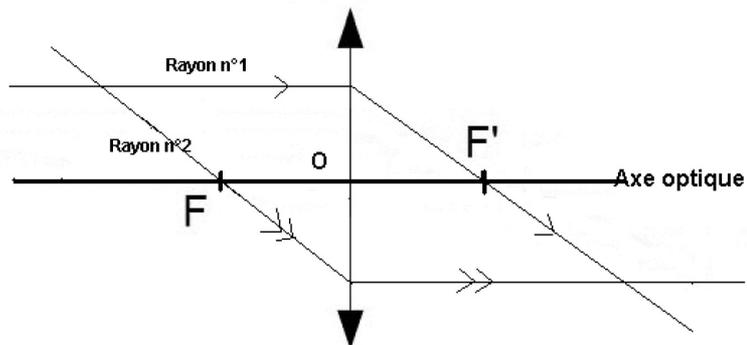


Lentille convergente



Une lentille possède, un symbole, un axe optique, un centre optique O, des foyers principaux F et F' (appelés foyer objet et foyer image) et une distance focale f' qui est égale à la distance OF'.

Dans le cas d'une lentille convergente, on a :



Tout rayon lumineux incident parallèle à l'axe optique (rayon n° 1) émerge de la lentille en passant par le point foyer image principal F'.

Tout rayon lumineux incident (rayon n° 2) passant par le foyer principal objet F émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique.

Les deux foyers F et F' sont symétriques sur l'axe optique par rapport à O.

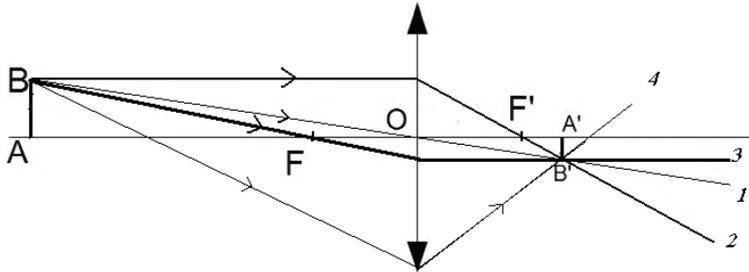
La **distance focale** de la lentille est la distance $f' = OF'$.

La **vergence notée C ou V** de cette même lentille est $C = V = 1/f'$, elle s'exprime en **dioptrie** (symbole δ), ceci suppose que f' ait été exprimée en **mètre**.

Pour une lentille **convergente** $V > 0$ et pour une lentille **divergente** $V < 0$.

La **construction géométrique** de l'image A'B' d'un petit objet AB plan au travers d'une lentille convergente utilise les propriétés des rayons lumineux ci-dessus (passant par F et F') en y ajoutant un troisième rayon passant par

le centre optique O, en effet **celui-ci n'est pas dévié** et constitue une droite traversant la lentille en O sans modifier sa direction.



Pour connaître l'image du point B noté B', on trace les trois rayons incidents suivants :

- le rayon issu de B et passant par O n'est pas dévié (rayon émergent n° 1) ;
- le rayon passant par B et parallèle à l'axe optique, émerge en passant par F' (rayon n° 2) ;
- le rayon passant par B et F émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique (rayon n° 3).

Ces trois rayons émergents se croisent au point B' image de B. L'image de A est le point A' situé sur l'axe optique à la verticale de B'.

Nous connaissons donc le trajet de ces trois rayons caractéristiques, mais tout autre rayon quelconque issu de B traversera la lentille et émergera au point B' (rayon n° 4).

L'ŒIL, ACCOMMODATION, DÉFAUTS ET CORRECTIONS (PC)

L'œil est un instrument d'optique capable d'observer un objet en formant grâce au cristallin une image sur la rétine. Les objets observés étant situés à des distances différentes, il doit donc se « régler » de façon à ce que l'image soit située sur la rétine. La rétine étant fixe par rapport au cristallin, c'est donc le cristallin qui doit se déformer (se bomber) et modifier sa distance focale afin d'amener l'image sur la rétine. Cette opération s'appelle l'accommodation.

Cette accommodation ne peut se faire pour un œil normal qu'avec cependant certaines limites de distances, ces limites sont les distances minimum et maximum qui séparent l'œil de l'objet observé. La valeur minimale s'appelle le *Punctum Proximum* (environ 25 cm) et la valeur maximale est le *Punctum Remotum* (l'infini pour un œil normal).

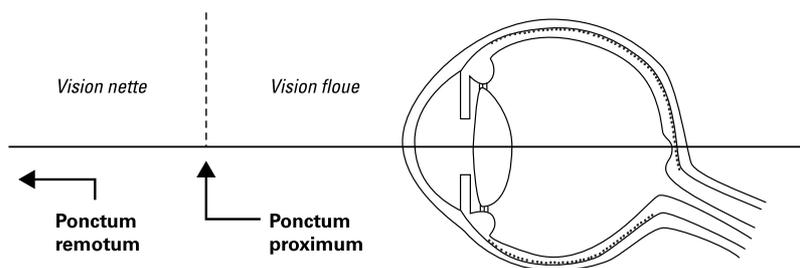
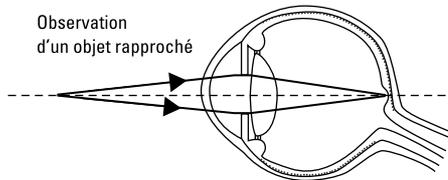
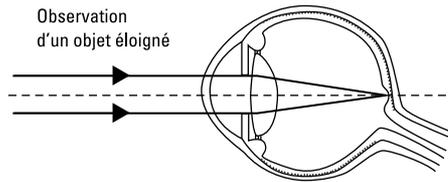
Tous les yeux n'ont pas les mêmes facultés, certaines personnes sont sujettes à la myopie, certaines à l'hypermétropie et d'autres à la presbytie.

L'œil observe un objet éloigné, l'image se forme sur la rétine.

Puis

L'œil observe un objet rapproché, dans un premier temps l'image n'est pas sur la rétine, l'œil doit donc **accommoder** pour ramener l'image sur la rétine.

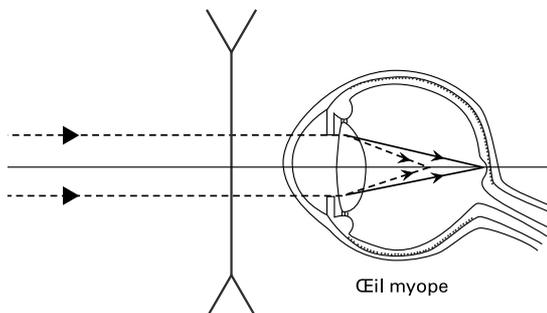
Durant l'accommodation, le cristallin modifie son épaisseur.



Un œil myope voit mal de loin, en revanche il voit bien de près. L'image d'un objet éloigné d'un œil myope se fait devant la rétine (voir schéma ci-dessous), si l'objet se rapproche de l'œil, l'image recule et finit par se placer sur la rétine mais la personne rapproche l'objet très près de l'œil. Une personne myope qui ôte ses lunettes correctrices, place l'objet (un texte par exemple) très près de son œil.

L'œil myope converge trop lorsqu'il observe un objet éloigné, il est donc logique de corriger ce défaut à l'aide de lentilles divergentes.

Œil myope (rayon en $\cdots \rightarrow$) puis œil myope corrigé (rayon en \rightarrow) par une lentille divergente.



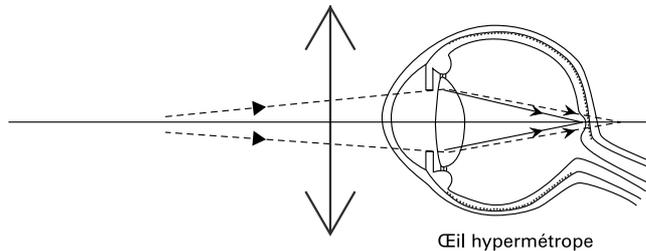
Avant correction, l'image d'un objet éloigné se fait en avant de la rétine (rayons pointillés) elle est donc floue, après correction (rayons traits pleins), l'image se fait sur la rétine et devient **nette**.

Il est également possible de corriger la myopie en opérant au laser afin de diminuer la courbure de la cornée, on « pèle » ainsi une couche superficielle de la cornée. (la cornée étant une membrane transparente située devant le cristallin et au travers de laquelle la lumière entre dans l'œil).

Une autre technique consiste à ouvrir l'œil afin de placer un implant synthétique entre la cornée et le cristallin qui joue le rôle de lentille correctrice divergente.

Un œil hypermétrope voit mal de près, son cristallin ne converge pas assez, l'image d'un objet proche se fait derrière la rétine et est donc floue. On corrige donc ce défaut à l'aide de lentilles convergentes.

Œil hypermétrope (rayon en $\cdots\rightarrow$) puis œil hypermétrope corrigé (rayon en \longrightarrow) par une lentille convergente.



Avant correction, l'image d'un objet rapproché se fait derrière la rétine (rayons en pointillé) elle est donc floue, après correction, l'image se fait sur la rétine et devient nette (rayons en traits pleins).

La presbytie est un défaut dû à la difficulté qu'on a à accommoder vers l'âge de 40 ans, et ceci en raison des muscles qui ont des difficultés à déformer le cristallin, mais aussi à une certaine rigidité de ce dernier.

Ce défaut se traduit comme l'hypermétropie par une mauvaise vision de près, et une bonne perception des objets éloignés.

La presbytie se corrige comme l'hypermétropie à l'aide de lentilles convergentes qui augmentent la vergence de l'œil afin d'amener l'image sur la rétine pour une vision de près.