

Compétences exigibles

- Un objet ne peut être vu que s'il émet ou diffuse de la lumière et que celle-ci pénètre dans l'œil ;
- Une lentille modifie le trajet de la lumière ;
- Il faut savoir reconnaître une lentille convergente ou divergente par une méthode au choix : par sa forme, par la déviation produite par un faisceau de lumière parallèle, par effet de grossissement ou de réduction des objets ;
- Il faut connaître les symboles de représentation d'une lentille mince convergente ou divergente ;
- Il faut connaître les éléments caractéristiques d'une lentille mince : centre optique, axe optique, foyer ;
- Plus une lentille est bombée, plus elle est convergente ;
- Il faut savoir reconnaître ou positionner les foyers image et objet sur un schéma ;
- Une lentille de vergence négative est divergente ; elle est convergente si la vergence est positive ;
- Il faut savoir construire l'image d'un objet donné par une lentille convergente.

Chapitre 1 – L'œil et la vision

1 Quelles sont les différentes conceptions historiques de la vision ?

P OURQUOI dit-on « jeter un coup d'œil » ou « foudroyer du regard » si ce n'est pas l'œil qui envoie ses rayons sur l'objet qu'il explore ? Les bizarreries de la langue française rappellent une vieille controverse : comment fonctionne la vision ? Et quel est son « sens » : de l'œil à l'objet ou de l'objet à l'œil ?

Une vieille dispute

La dispute scientifique remonte à l'Antiquité. En lice : deux théories, connues sous les noms d'intromission et d'émission. La première, assignant à l'œil un rôle passif, décrivait le phénomène de la vision par un quelque chose allant de l'objet à l'œil. La seconde, octroyant à l'œil un rôle plus actif, expliquait la vision par un quelque chose allant de l'œil à l'objet.

La nature du quelque chose restait mal définie, dans un cas comme dans l'autre. Pour les philosophes atomistes DÉMOCRITE (460-370 av. J.-C.) et ÉPICURE (341-270 av. J.-C.), tous deux partisans de l'intromission, il s'agissait de simulacres, de fines enveloppes ou de minces effigies, les « eidola », qui se détachaient de la surface de l'objet et voltigeaient à la rencontre de l'observateur. Pour les mathématiciens EUCLIDE (325-265 av. J.-C.) et PTOLÉMÉE (90-178 av. J.-C.), tenants de l'émission, des rayons visuels jaillissaient de la pupille pour partir à la rencontre de l'objet. Circulait également une théorie hybride, soutenue par PLATON (428-347 av. J.-C.) dans sa *Timée*, expliquant la vision par la rencontre des émanations issues de l'objet avec le feu du flux visuel.

Pour les partisans de l'émission, l'existence d'un feu oculaire était une croyance tenace, corroborée par l'observation de l'œil des félins, qui luisait dans l'obscurité, et par l'existence de sensations lumineuses surgissant dans l'œil

à l'occasion d'un choc ou d'un traumatisme. En outre, la forme du globe oculaire, sphérique et non creuse, comme celle de l'oreille ou du nez, n'était-elle pas plus propice à l'émission qu'à la réception ?

Les partisans de l'émission soulignaient aussi les insuffisances de la théorie adverse. Comment justifier qu'en regardant avec attention la page d'un livre toutes les lettres ne fussent pas nettes en même temps ?

La vision nocturne éclaire la discussion

À l'encontre de la thèse de l'émission, en revanche, s'inscrivait l'absence de vision nocturne. Un œil émetteur aurait dû être en mesure de remplir ses fonctions même dans l'obscurité. Et, à l'ouverture de la paupière, de discerner d'abord les objets proches et seulement ensuite les objets lointains. Comment expliquer, de surcroît, que l'œil humain pût être en mesure d'émettre son feu visuel jusqu'aux étoiles ? L'unité de fonctionnement des cinq sens plaidait aussi en faveur d'un œil récepteur. L'ouïe, le toucher, l'odorat et le goût s'expliquaient par une réaction à des stimuli externes. Le son partait à la rencontre de l'oreille, les parfums allaient au-devant du nez... Il n'y avait aucune raison que la vue échappât à la règle.

La mise en évidence du rôle de la lumière en tant qu'agent de la sensation visuelle allait émerger à la charnière du Xe et du XIe siècle, grâce au mathématicien, physicien et astronome arabe Al-Hasan IBN AL-HAYTHAM (965-1039). Né à Bassora, en Perse, IBN AL-HAYTHAM avait gagné l'Égypte, mandaté par le calife pour résoudre le problème des crues du Nil. Devant l'échec de cette entreprise téméraire, incapable de construire ce qui serait un jour le barrage d'Assouan, IBN AL-HAYTHAM était tombé en disgrâce. Craignant pour sa vie, il simula la folie et fut

assigné à résidence pendant les dix années qui suivirent, jusqu'à la mort du calife, en 1021.

De la captivité à la chambre obscure

IBN AL-HAYTHAM profita de sa captivité pour entreprendre des recherches qui lui tenaient à cœur, dans le domaine de l'optique notamment. Le savant musulman avait pris connaissance de l'héritage des anciens Grecs, recueilli par les érudits au contact de l'Empire romain d'Orient. Et ses réflexions l'amènèrent à condamner sans appel la théorie de l'émission, incapable de justifier que fixer le Soleil pût être plus traumatisant que de regarder un arbre. Comment l'œil aurait-il pu subir quelque lésion que ce fût si rien n'y pénétrait ? La sensation d'éblouissement ne faisait-elle pas plutôt pencher la balance en faveur d'un œil récepteur de la lumière ?

Convaincu du rôle clé de celle-ci dans la vision, IBN AL-HAYTHAM en appela à l'expérience et, pour étayer ses intuitions, eut recours à la chambre obscure. Ce dispositif, lointain ancêtre de l'appareil photographique, consistait en une pièce sombre, close de toutes parts, et dans laquelle avait été ménagée une petite ouverture. À l'extérieur, face à l'ouverture, trois chandelles, disposées à différentes hauteurs. L'image de chacune des bougies se formait à un endroit différent de la pièce, dans l'axe de l'ouverture. La présence de poussières, en suspension dans l'air, mettait clairement en évidence la propagation rectiligne de la lumière. En outre, tout déplacement de l'une quelconque des bougies se traduisait par un déplacement concomitant de son image. Et l'image disparaissait dès que l'on masquait la chandelle mère. Fort de ces constatations, IBN AL-HAYTHAM transposa la situation à l'œil. Un objet devenait visible lorsqu'il émettait ou renvoyait de la lumière. Les différents points sources de l'objet dardaient des rayons lumineux, qui pénétraient dans l'œil par la pupille, selon des faisceaux en forme de cônes. Le cristallin, cette capsule située à l'avant de l'humeur vitrée du globe oculaire, recueillait la lumière.

Pour justifier que les rayons des différents faisceaux ne se chevauchent pas, ce qui aurait créé une impression de flou, IBN AL-HAYTHAM suggéra que seuls les rayons arrivant à angle droit concouraient à la formation des images. Les projectiles heurtant une cible de plein fouet n'étaient-ils pas les plus efficaces ?

La Renaissance

Édité à Bâle, en 1572, sous le titre *Opticae thesaurus*, le traité d'optique d'ALHAZEN (le prénom latinisé d'IBN

AL-HAYTHAM, sous lequel il était connu en Europe occidentale) se trouva rapidement propulsé au rang d'ouvrage de référence. À la fois pour les peintres de la Renaissance, qui s'en inspirèrent dans leurs représentations en perspective, et pour les théoriciens de l'optique.

Ce fut grâce à l'un d'eux, l'astronome allemand Johannes KEPLER (1571-1630), que la théorie de l'intromission allait marquer un point de plus, en 1604. KEPLER, qui, à l'instar d'autres astronomes, utilisait la chambre obscure pour observer le Soleil, avait eu vent d'un stratagème pour améliorer la qualité des images. En plaçant un verre en forme de lentille devant l'ouverture, celles-ci devenaient et plus nettes et plus lumineuses. KEPLER fit de même par le truchement d'un globe rempli d'eau. Grâce au calcul, il établit que, pour de petits angles, de l'ordre de quelques degrés, les rayons issus de chaque point du Soleil aboutissaient, après réfraction, non pas en des points différents, mais en un point unique. La concentration de lumière après passage dans la lentille expliquait la qualité de l'image observée.

Quant à l'œil lui-même

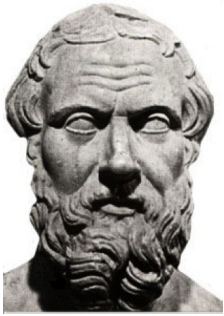
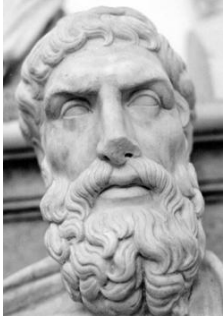
KEPLER saisit immédiatement la portée de sa découverte. Non seulement la réfraction expliquait le fonctionnement des verres correcteurs de la myopie et de la presbytie, venus d'Italie trois siècles auparavant, mais elle permettait de cerner le fonctionnement de l'œil lui-même.

La pupille remplaçait l'ouverture de la chambre obscure. Le cristallin, milieu transparent, dont l'opacité entraînait la cataracte, se substituait à la lentille. La rétine, enfin, sur laquelle s'imprimait l'image, tenait lieu d'écran et se révélait ainsi le véritable agent sensoriel. La convergence des rayons sur la rétine rendait en outre caduque l'hypothèse d'IBN AL-HAYTHAM, qui privilégiait les rayons pénétrant dans l'œil à angle droit.

L'image rétinienne fut effectivement observée quelques années plus tard, en 1625, par le jésuite allemand Christoph SCHEINER. Ce dernier avait pratiqué une petite ouverture au fond de l'œil d'un bovin mort, de manière à dégager la rétine. À travers cette ouverture, il observa une image renversée des objets à l'entour. Expérience reprise et décrite « avec admiration » par le mathématicien, physicien et philosophe René DESCARTES (1596-1650) en 1637, dans sa *Dioptrique*.

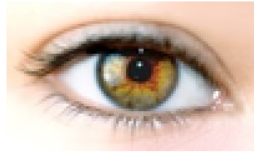
M.-C. DE LA SOUCHÈRE, *Quand la vue change de sens*,
La Recherche n° 443.

Après une lecture attentive du texte précédent, compléter le tableau suivant.

Scientifiques	DÉMOCRITE 	PLATON 	EUCLIDE 	IBN-AL-HAYTHAM 	KÉPLER 
	ÉPICURE 		PTOLÉMÉE 		
Conception					
« Sens de la vue »					
Explications					
Observations confirmant la conception					

2 Dans quelles conditions un objet est-il visible ?

Illustrer correctement le trajet de la lumière lorsque l'œil voit la balle.



En vous basant sur les conclusions de Al-Hasan IBN AL-HAYTHAM, énoncer les conditions de visibilité d'un objet.

•

.....

.....

•

.....

.....

3 Qu'est-ce qu'une lentille ?

.....

.....

4 Qu'est-ce qui différencie les lentilles entre elles ?

4.1 Au toucher

Expérience Prendre diverses lentilles entre ses doigts et essayer de les classer en comparant, pour chaque lentille, les épaisseurs au centre et au bord. Noter ses observations :

.....

.....

Il existe deux types de lentilles :

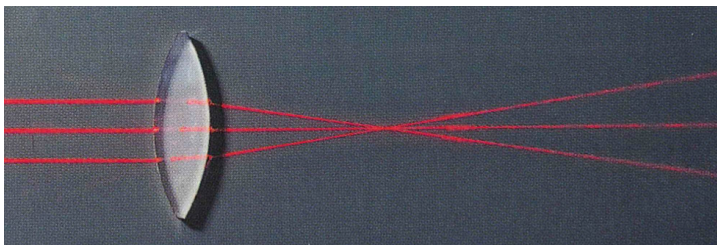
-
.....
-
.....

4.2 Par déviation d'un faisceau lumineux

Expérience Faire arriver un faisceau de rayons lumineux parallèles sur une lentille de chaque type. Observer les rayons qui émergent de ces lentilles.

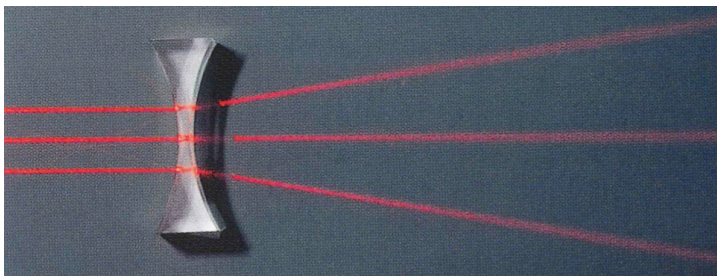
Le faisceau émergent de la **lentille à bords minces**
..... en un point.

On les appelle lentilles



Le faisceau émergent de la **lentille à bords épais**
.....

On les appelle lentilles



Conclusion :
.....
.....

4.3 Par observation d'un texte



Expérience Observer un texte posé sur la table au travers d'une lentille convergente puis au travers d'une lentille divergente. Noter vos observations :

.....

.....

Conclusion :

.....

Remarque Nous nous limiterons dorénavant à l'étude des lentilles convergentes, car dans l'œil le cristallin joue le rôle d'une lentille convergente.

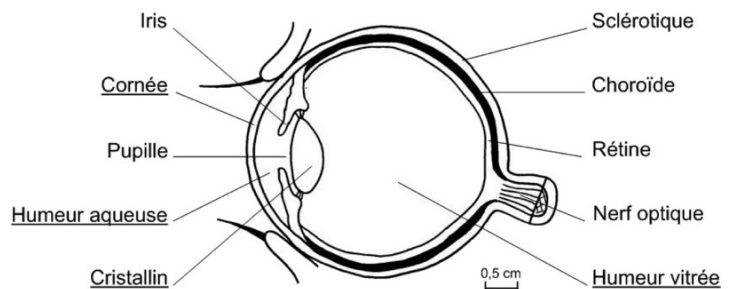
5 Quelle est l'anatomie de l'œil ?

*Lorsque la lumière pénètre dans l'œil, que traverse-t-elle ?
Que rencontre-t-elle ?*

.....

.....

.....



Pour le physicien, l'œil est constitué de trois parties principales :

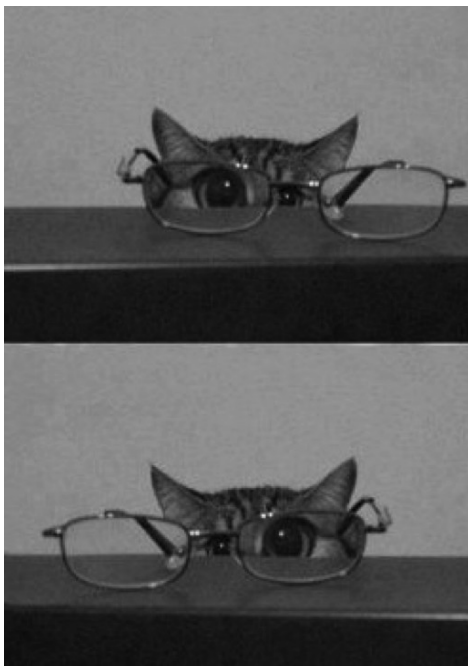
-
.....
-
.....
-
.....

6 Exercices (pour la séance n° 2 dans deux semaines !)

À faire dans la partie exercice dans votre classeur ou votre cahier !

1.1 Questions ouvertes

1. Citez dans quelles conditions un objet est visible (deux cas possibles).
2. Dans l'œil, quels milieux transparents la lumière traverse-t-elle avant de tomber sur la rétine ?
3. Voici un chat vu à travers les deux lentilles d'une paire de lunettes. Indiquez la nature des lentilles.



1.2 n° 2 p. 20 – QCM

Uniquement les questions 1 et 2.

1.3 À propos des vergences

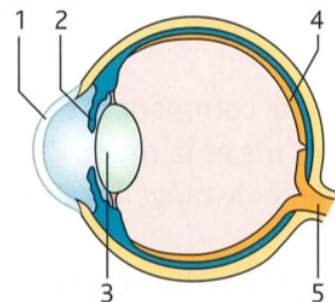
1. Soit une lentille marquée $+3 \delta$. S'agit-il d'une lentille convergente ou divergente ?
2. Donnez le nom de l'unité « δ ».

1.4 n° 4 p. 21 – Différentes lentilles

Attention, ce n'est pas aussi facile à voir que l'on peut penser de prime abord !

1.5 Anatomie de l'œil

1. Associez à chaque numéro la légende appropriée : *cornée* ; *rétine* ; *iris* ; *cristallin* ; *nerf optique*.



2. Indiquez quelles parties de l'œil correspondent à une lentille, et donnez son type.