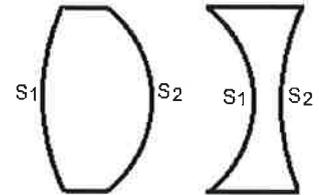


A - LES LENTILLES, L'ŒIL ET L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE.

1- LES LENTILLES OPTIQUES

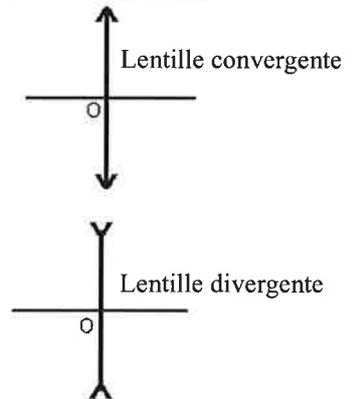
Une lentille est un solide transparent et homogène, limité par deux faces dont l'une, au moins, est courbe. Si les faces courbes sont sphériques, la lentille est dite sphérique. On distingue les lentilles à bords minces (convergentes) et les lentilles à bords épais (divergentes).



Une lentille est dite mince si l'épaisseur S_1S_2 est négligeable devant les rayons de courbure des faces (une lentille à bords épais peut être une lentille mince).

L'axe optique (axe principal) est la droite passant par les centres des 2 sphères. Cet axe passe par les sommets S_1 et S_2 . Le centre optique O de la lentille est un point de l'axe, dans la lentille à travers lequel les rayons ne sont pas déviés.

On peut donner de la lentille une représentation réduite à un segment perpendiculaire à l'axe optique.



2- LENTILLE MINCE CONVERGENTE

– Une lentille convergente est caractérisée soit par sa vergence C exprimée en dioptries (δ , delta minuscule), soit par sa distance focale $f' = OF'$ exprimée en mètre (m). $C = 1/f'$

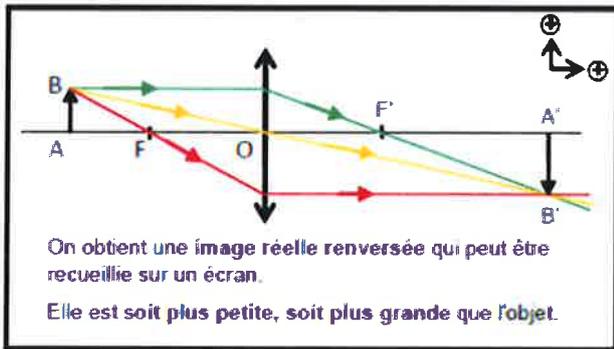
– A partir de cette caractéristique, on peut définir le foyer principal objet F et le foyer principal image F' :

Un rayon incident passant par le centre optique O n'est pas dévié.	Un rayon incident parallèle à l'axe optique coupe celui-ci en F'.	Un rayon incident passant par le foyer principal objet F sort parallèle à l'axe optique.

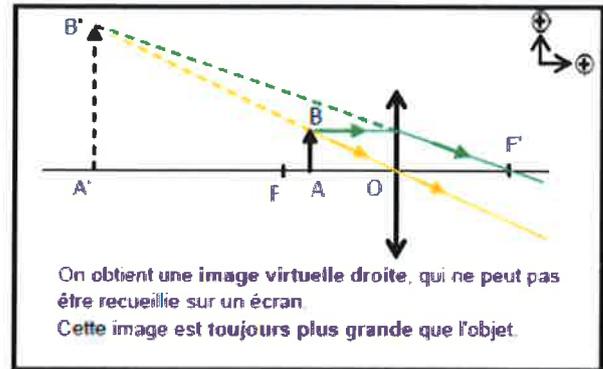
2a - Construction de l'image d'un objet :

Deux rayons suffisent pour construire la position d'une image, mais deux cas peuvent se présenter :

– Si l'objet est situé avant le foyer principal objet F de la lentille :



– Si l'objet est situé entre le foyer principal objet F et le centre optique O de la lentille :



On remarque que le repère est orthonormé par construction : L'axe optique est l'axe des abscisses orienté dans le sens de propagation de la lumière. La lentille indique l'axe des ordonnées, on définit arbitrairement le sens positif vers le haut.

→ En optique, les distances mesurées sont algébriques : elles peuvent être positives ou négatives et sont notées $\overline{OF'}$ (par exemple pour la distance focale).

2b – Relations de conjugaison - grandissement :

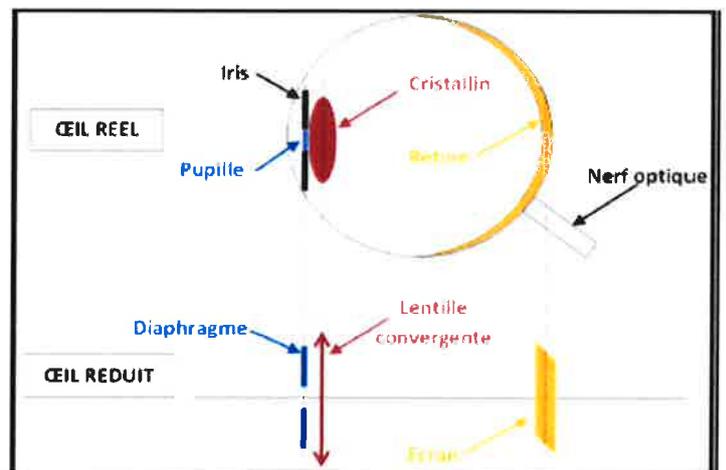
Les positions de l'objet et de son image sont liées par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

On définit le grandissement γ (gamma) comme le rapport entre les tailles de l'objet et de son image : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$. Le théorème de Thalès permet alors d'écrire $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

3- L'œil

L'œil peut aisément être modélisé par un système optique composé d'un diaphragme (l'iris), d'une lentille convergente (le cristallin) et d'un écran (la rétine). La distance entre la rétine et le cristallin étant fixe, l'œil s'adapte à la vision d'objets situés à différentes distances en déformant le cristallin. C'est l'accommodation. Dans l'œil réduit, cela correspond à faire varier la vergence de la lentille.



Propriétés et défauts :

Pour un œil sans défaut, la distance de l'objet le plus lointain que l'œil voit sans accommoder est à l'infini (la Lune très éloignée est vue correctement) et la distance de l'objet le plus proche que l'œil voit en accommodant au maximum est voisin de 25 cm.

Un œil myope (trop long) voit mal les objets éloignés. Par contre il peut voir nettement des objets jusqu'à 17 cm.

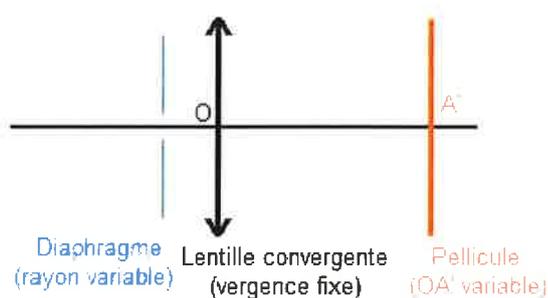
Un œil hypermétrope (trop court) doit accommoder en permanence. Il voit les objets situés entre 45 cm et l'infini.

4- L'appareil photographique

On peut modéliser l'appareil photo argentique en un système à 3 parties, comme l'œil :

- un diaphragme,
- l'objectif est assimilable à une lentille convergente de vergence fixe (à la différence de l'œil),
- la pellicule fait office d'écran.

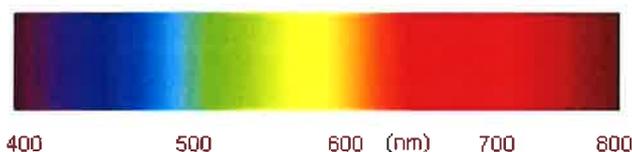
Le diaphragme et la pellicule sont fixes, pour obtenir une image nette d'objets à différentes distances, il faut faire varier la distance objectif-captteur : c'est la mise au point.



B - COULEURS DES OBJETS.

1- Les couleurs

Une lumière est dite blanche si elle peut être décomposée par un prisme ou par un réseau en un spectre continu. C'est le cas de la lumière émise par le soleil ou par une lampe à incandescence. Dans le domaine visible, ce spectre s'étale du violet ($\lambda_v = 400$ nm) jusqu'au rouge ($\lambda_r = 800$ nm).



On distingue la couleur spectrale : une couleur qui correspond à une lumière dont le spectre ne présente qu'une unique radiation (lumière monochromatique) : c'est le cas de la couleur de combustion du sodium. La couleur jaune de la flamme correspond à sa radiation 589nm.

Et la couleur perçue est « l'impression visuelle » donnée par une lumière. Elle peut être composée de plusieurs couleurs (lumière polychromatique) et ne figure pas nécessairement dans le spectre de la lumière blanche (cas du cyan).

1a – Synthèse additive

A partir de la superposition de 3 faisceaux lumineux colorés, on peut reconstituer une infinité de teintes, y compris de la lumière blanche : c'est la trichromie et les couleurs sont alors dites primaires.



Le rouge, le vert et le bleu sont les couleurs primaires de la synthèse additive (système RVB).

L'addition de deux couleurs primaires est une **couleur secondaire** (ex. : vert + rouge = jaune)

En synthèse additive, deux couleurs sont dites **complémentaires** lorsque leur addition redonne du blanc (ex. : rouge et cyan).

Applications : écrans LED : Dans un écran à LED couleur, on trouve un grand nombre de cellules, appelées « pixels », composées chacune de 3 LED rouge-verte-bleue. En alimentant ces LED plus ou moins intensément (256 niveaux d'intensité possibles pour chaque LED), on recrée la couleur souhaitée pour chaque pixel. L'ensemble des pixels forme l'image.

Ainsi pour un objet jaune, seul les LED rouges et vertes seront alimentées.

1b – Synthèse soustractive

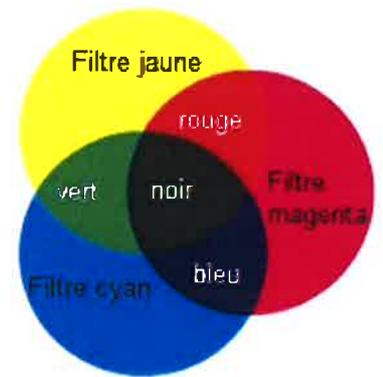
La synthèse soustractive de la lumière consiste à placer sur le trajet d'une lumière blanche des filtres colorés plus ou moins transparents. Le spectre du faisceau résultant est le spectre de la lumière blanche auquel il faut retirer les portions du spectre absorbées par chaque filtre.

En synthèse soustractive, les couleurs primaires sont le cyan, le magenta et le jaune.

Deux couleurs sont complémentaires si leur mélange donne du noir.

Chaque filtre absorbe sa couleur complémentaire. Ainsi, le filtre jaune laisse passer le jaune (rouge + vert en synthèse additive) et absorbe le bleu, sa couleur complémentaire.

Applications : impression à jet d'encre : Les substances colorées dans les encres agissent comme des filtres placés devant la feuille blanche qui fait alors office de source.



2- Vision des couleurs

Pour que notre cerveau «voit» une image, de la lumière doit pénétrer dans l'œil et sensibiliser la rétine. Celle-ci est composée de deux types de récepteurs les bâtonnets et les cônes qui transforment l'énergie lumineuse en énergie électrique transmise au cerveau par le nerf optique.

La rétine humaine est recouverte de 120 millions de bâtonnets servant à la vision lorsque la luminosité ambiante est faible (vision nocturne). Ils sont insensibles à la couleur.

Pour que l'image puisse être interprétée en couleur, la rétine est tapissée de trois types de cônes sensibles au bleu, au vert et au rouge. La vision humaine est donc trichromatique.

Il suffit que certains types de cônes dysfonctionnent pour que la vision soit altérée : les daltoniens confondent les teintes rouges et vertes tandis que les achromates ne voient pas les couleurs.

3- Couleurs des objets

Un objet éclairé par une lumière incidente, peut l'absorber, la réfléchir (dans une direction particulière), la diffuser (réémettre dans toutes les directions) et/ou la transmettre si l'objet est transparent.

La couleur perçue d'un objet est constituée des radiations qu'il diffuse et dépend donc des radiations qu'il absorbe. La couleur d'un objet éclairé en lumière blanche et les couleurs des radiations qu'il absorbe sont complémentaires (un objet jaune absorbe le bleu).

Exemple : Eclairées par la même lumière blanche une feuille est blanche et une cerise est rouge. Eclairée en lumière bleue la feuille n'absorbant aucune radiation apparaîtra bleue alors que la cerise paraîtra quasi noire, car elle absorbe le bleu et ne diffusera pas de radiation.

Un objet n'a pas de couleur propre, la couleur perçue pour un objet dépend de la lumière incidente et de la lumière diffusée par celui-ci.

DEVOIR 1

Exercice 1 :

On considère un projecteur de diapositives. Celui-ci permet de projeter une image agrandie d'une diapositive. L'objectif du projecteur est assimilable à une lentille convergente de vergence 10 dioptries.

On veut projeter sur un écran une diapositive de format 24x36mm. La diapositive constitue donc l'objet AB. L'objet est centré sur l'axe de la lentille et est perpendiculaire à celui-ci.

On peut faire la mise au point de l'appareil en agissant sur une bague de réglage laquelle fait varier la distance objet-objectif.

- 1) Quelle est la distance focale de la lentille ?
- 2) On effectue la mise au point et on obtient une image nette de la diapositive sur un écran placé à 4,0 m de l'objectif.
 - a) Faire un schéma simplifié de la situation.
 - b) Déterminer la position de la diapositive par rapport au centre optique O de la lentille de l'objectif pour que l'image soit nette.
 - c) Calculer le grandissement de l'objectif.
 - d) Quelles sont les dimensions de l'image de la diapositive sur l'écran.
- 3) On rapproche l'écran de l'appareil.
 - a) Doit-on rapprocher ou éloigner l'objectif de la diapositive ? Pourquoi ?
 - b) Quelle est la distance dont on a déplacé l'objectif lors de la mise au point lorsqu'on obtient l'image nette sur un écran distant de 2,00 m. Justifier.
 - c) Calculer le nouveau grandissement.

Exercice 2 :

On utilise une loupe pour observer les détails d'un objet de petites dimensions.

L'objet a une hauteur de 5 mm, la vergence de la loupe est 12,5 dioptries. On place l'objet AB perpendiculairement à l'axe de la lentille, en plaçant le point A sur l'axe de la lentille.

- 1) Calculer la distance focale de la lentille.
- 2) On place la lentille à 6,0 cm de l'objet.
 - a) Calculer la position et la taille de l'image.
 - b) Quelles sont les caractéristiques de l'image ? Comment la qualifie-t-on ?
- 3) Faire une construction graphique à l'échelle $\frac{1}{2}$ sur l'axe horizontal et à l'échelle 1 sur l'axe vertical. Vérifier les résultats précédemment établis.

Exercice 3 :

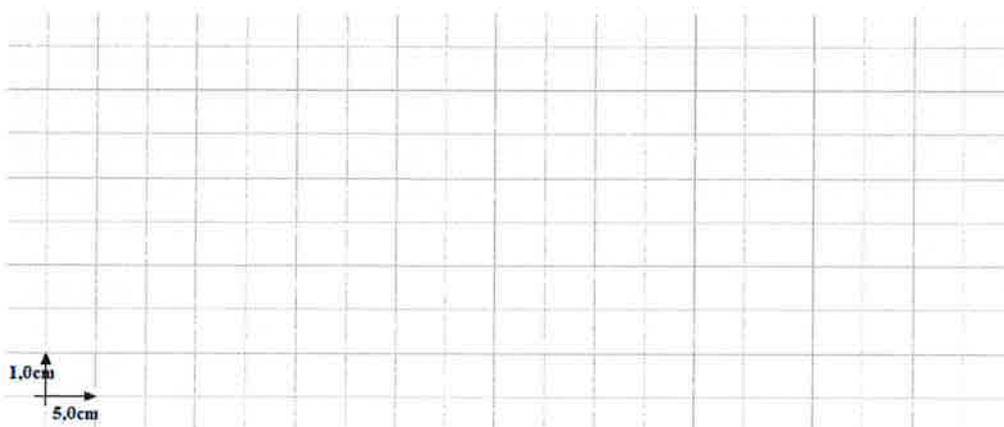
Un objet AB plan de taille de 1,0 cm est placé devant une lentille mince convergente (L) de distance focale 10,0 cm et de diamètre 3 cm. AB est perpendiculaire à l'axe optique (Δ), le point A se trouve sur l'axe optique.

Cas 1 : l'objet est placé à 20,0 cm de la lentille.

Cas 2 : l'objet est placé à 8,0 cm de la lentille.

Pour chaque cas, répondre aux questions suivantes :

- 1) Réaliser (ci-dessous) la construction graphique permettant d'obtenir l'image A'B' de AB.
- 2) Déterminer graphiquement, puis par le calcul, les valeurs algébriques de OA' et de A'B'. En déduire la position et la taille de l'image. Attention : respecter l'échelle indiquée.
- 3) Que peut-on dire de cette image ? Justifier.
- 4) Dans le cas 1, tracer au stylo bleu les rayons de lumière issus du point B et s'appuyant sur les bords de la lentille.



Exercice 4 :

En vacances à la montagne, Pierre, un élève de 1^{ère} S, utilise son téléphone portable pour prendre en photo son ami Paul. Ce dernier est assis sur un tas de neige un jour de beau temps, en combinaison rouge et lunettes noires, chaussé de chaussures magenta. Derrière lui, les sapins verts se découpent sur le ciel bleu dans lequel brille le Soleil (jaune).

Les écrans de téléphone portable utilisent, comme les écrans plats d'ordinateurs ou de télévision, un affichage à cristaux liquides appelé LCD (liquid crystal display). Ils sont constitués de pixels, chaque pixel étant composé de trois sous-pixels. L'œil ne parvient pas à décomposer un pixel en ses trois sous-pixels et perçoit la somme des trois faisceaux.

- 1) Quelles sont les couleurs des sous-pixels d'un écran LCD ?
- 2) Quel procédé de restitution des couleurs est exploité dans un écran LCD ?
- 3) Sur un schéma, représenter les différentes couleurs de cette synthèse.
- 4) Pour chacun des 7 éléments colorés de la photo, quels sont les constituants de l'écran de téléphone qui sont allumés ? Justifier chaque réponse.

Revenus au chalet, ils tirent la photo souvenir sur une imprimante à jet d'encre qui n'utilise que trois types de cartouches colorées, la noire étant vide.

- 5) Quelles sont les couleurs d'encres utilisées par l'imprimante ?
- 6) Quel procédé de restitution des couleurs est exploité dans une imprimante ?
- 7) Sur un schéma, représenter les différentes couleurs de cette synthèse.
- 8) Pour chacun des éléments de la photo, quelles sont les encres utilisées ? Justifier.

En début de soirée, Pierre et Paul reprennent la voiture pour aller boire un verre dans un café. Ils passent alors dans un tunnel éclairé par des lampes à vapeur de sodium qui délivrent une lumière jaune quasi monochromatique. Intrigué par cet éclairage, Paul se demande comment les différents éléments de la photo souvenir vont ressortir sous l'éclairage jaune du tunnel.

- 9) Pour chacun des éléments de la photo, indiquer la couleur perçue par Paul ?
On justifiera succinctement chaque couleur perçue.