

Extrait du programme

Partie : Ondes et signaux.

Sous-Partie : La lumière : images et couleurs, modèles ondulatoire et particulaire.

Chapitre : Images et couleurs.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Relation de conjugaison d'une lentille mince convergente. Grandissement. Image réelle, image virtuelle, image droite, image renversée.	Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel. Déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet-plan réel formée par une lentille mince convergente. <i>Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.</i> <i>Tester la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.</i> <i>Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique.</i> Capacités mathématiques : Utiliser le théorème de Thalès. Utiliser des grandeurs algébriques.
Couleur blanche, couleurs complémentaires. Couleur des objets. Synthèse additive, synthèse soustractive. Absorption, diffusion, transmission. Vision des couleurs et trichromie.	Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter. Interpréter la couleur perçue d'un objet à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission. Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente. <i>Illustrer les notions de synthèse additive, de synthèse soustractive et de couleur des objets.</i>

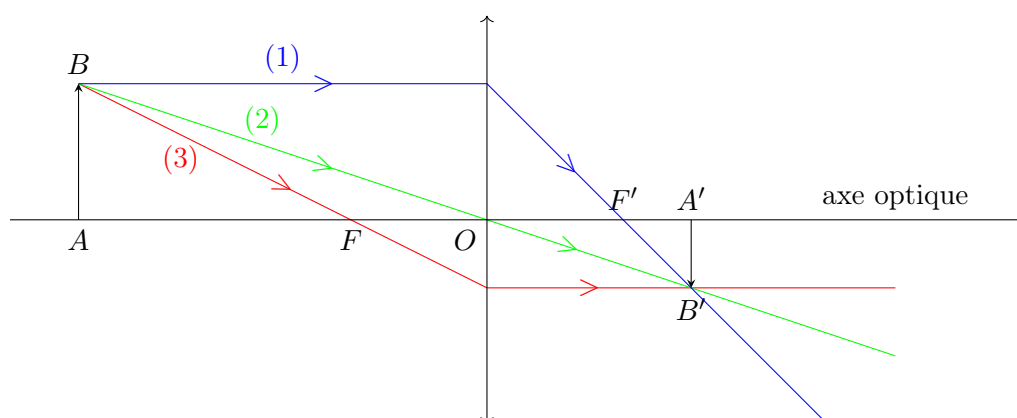
1 Lentille mince convergente : relation de conjugaison et grandissement

1.1 Propagation de la lumière à travers une lentille mince

Lorsque la lumière traverse une lentille (dont les surfaces sont courbes) elle subit le phénomène de réfraction et change de direction. La géométrie d'une lentille mince convergente permet de focaliser des rayons issus d'un point à l'infini (càd très éloigné de la lentille) en un point appelé « Foyer image F' » de la lentille.

En s'appuyant sur la construction de 3 rayons particuliers, il est possible de déterminer la position et la dimension de l'image formée par la lentille pour tout objet plan situé sur l'axe optique de la lentille, perpendiculaire à ce plan.

On dit que l'image $A'B'$ est le *conjugué* de l'objet AB .

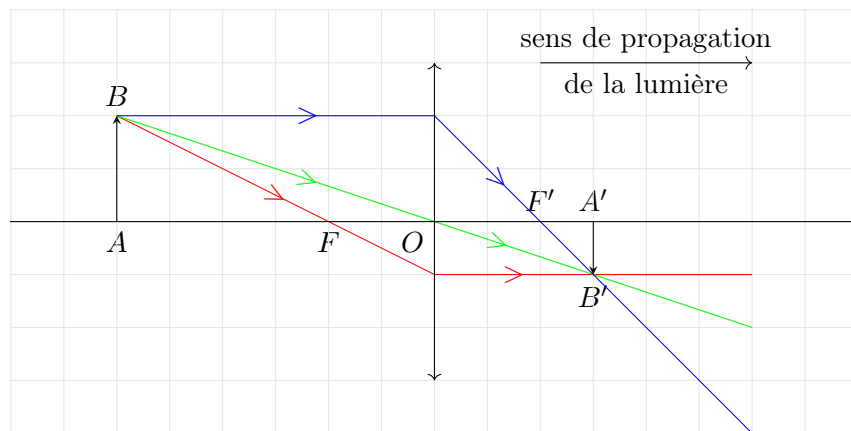


- rayon (1) : Tout rayon arrivant parallèlement à l'axe optique émerge en passant par le foyer image F' .
- rayon (2) : Tout rayon passant par le centre optique O n'est pas dévié.
- rayon (3) : Tout rayon passant par le foyer objet F émerge parallèlement à l'axe optique.

Un peu de vocabulaire :

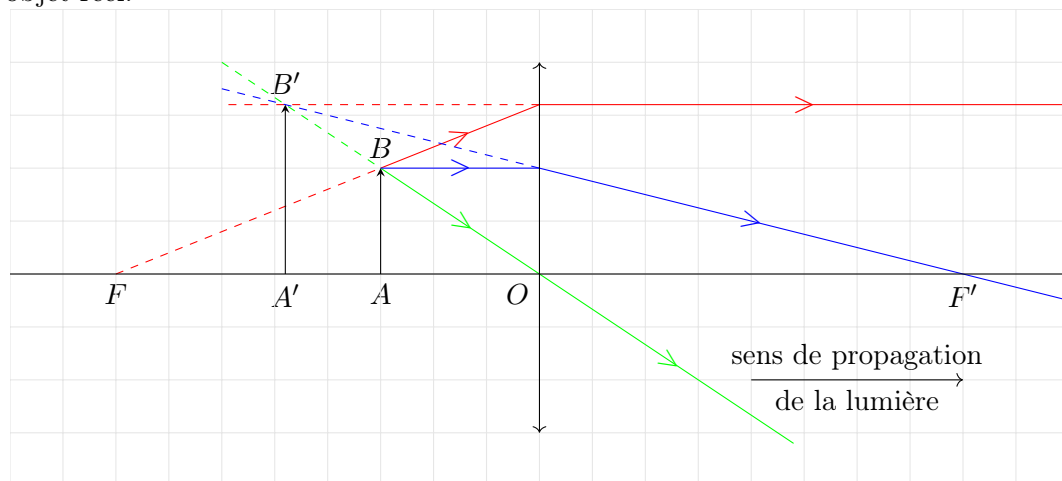
- Si l'image $A'B'$ est « à l'envers » par rapport à l'objet AB , on dit que l'image est **renversée**. Si elle est dans le même sens, on dit qu'elle est **droite**.
- Si les rayons émergents se coupent réellement à droite de la lentille, on dit que l'image est **réelle** : **on peut la visualiser sur un écran**.

Ex : formation d'image avec un vidéoprojecteur, un œil, un appareil photo...



Si au contraire, les rayons émergents **se coupent par leur prolongement** à gauche de la lentille, on dit que l'image est **virtuelle**. Il est impossible de recueillir une telle image sur un écran. En revanche, **on peut l'observer en regardant à travers la lentille**.

Ex : c'est l'utilisation classique de la loupe qui permet de visualiser une image grossie virtuelle d'un objet réel.



1.2 Relation de conjugaison

Outre la construction graphique qui permet de déterminer les caractéristiques de l'image à partir de celle de l'objet, il est possible de connaître la position et la dimension de l'image à l'aide des formules de conjugaison et de grandissement.

Remarque préliminaire importante !

Toutes les mesures de distance sont des **mesures algébriques**, c'ad qu'elles ont un signe (on note les valeurs algébriques avec une barre au-dessus). Conventionnellement, on compte positivement les distances horizontales dans le sens de propagation de la lumière (classiquement de gauche à droite), et les distances verticales vers le haut.

Quelques exemples habituels :

- la **distance focale** d'une lentille convergente $f' = \overline{OF'}$ est positive.
- la distance entre la lentille et l'objet \overline{OA} est négative.
- lorsque l'image est renversée, la dimension de l'image $\overline{A'B'}$ est négative.
- lorsque l'image est réelle, la distance entre la lentille et l'image $\overline{OA'}$ est positive. Au contraire, lorsque l'image est virtuelle, $\overline{OA'}$ est négative.

Avec ces notations, la **relation de conjugaison** s'écrit :

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

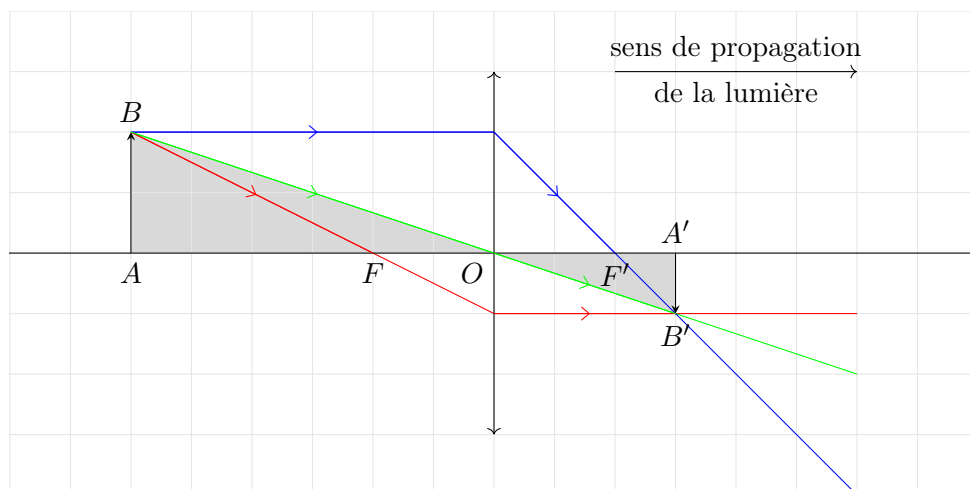
1.3 Grandissement

Le grandissement γ est une valeur algébrique qui donne le rapport de la taille de l'image sur la taille de l'objet.

La **formule du grandissement** permet de relier le grandissement à la position de l'objet et de l'image :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

Démonstration : En identifiant les triangles homothétiques OAB et $OA'B'$, l'application du théorème de Thalès donne directement le résultat !



Remarques :

Si le grandissement est positif, l'image est droite. Au contraire s'il est négatif, l'image est renversée. Si le grandissement est plus grand que 1 en valeur absolue alors l'image est plus grande que l'objet.

$$\gamma < 0 : \text{image renversée} \quad |\gamma| > 1 : \text{image agrandie}$$



2 Couleurs

2.1 Synthèse additive

La vision des couleurs fait intervenir des phénomènes physiques propres aux objets colorés mais dépend aussi de la physiologie de l'œil humain.

En effet, il existe 3 types de cônes (récepteurs de la lumière sur la rétine) qui sont sensibles principalement à 3 domaines de radiations : le rouge, le vert et le bleu.

Ainsi la lumière blanche qui comprend l'ensemble des radiations visibles (de longueurs d'onde dans le vide comprises entre 400 nm et 800 nm) est très bien reproduite pour l'œil humain avec seulement les couleurs primaires Rouge, Vert et Bleu.

En combinant des intensités lumineuses variables des 3 couleurs primaires (R, V, B), il est possible de créer l'ensemble des lumières colorées : c'est le principe de la synthèse additive en trichromie

Poussées chacune à leur intensité maximale, 3 sources de lumière R, V, B donnent de la lumière blanche.

Exemple : c'est ce principe qui est utilisé pour les écrans en couleurs (TV, smartphone...). Chaque pixel de l'écran est en fait constitué de 3 sous-pixels rouge, vert et bleu plus ou moins lumineux.

2.2 Synthèse soustractive

La couleur d'un objet dépend de son interaction avec la lumière éclairante. Cette interaction peut se faire de 3 façons :

- **transmission** : la lumière traverse l'objet.
- **absorption** : la lumière est absorbée par l'objet (penser à la loi de Beer Lambert).
- **diffusion** : la lumière est renvoyée dans toutes les directions. (c'est ce phénomène qui régit la vision de tout objet opaque [rappel : on ne voit que parce que la lumière pénètre dans nos yeux]).

La couleur d'un objet est la couleur complémentaire de celle absorbée (comme pour solutions colorées).

La couleur d'un objet repose donc sur la synthèse soustractive de la lumière (l'objet absorbe [soustrait] des couleurs à la lumière blanche).

En considérant la lumière blanche comme la simple superposition des 3 couleurs primaires Rouge, Vert, Bleu, on peut définir 3 couleurs secondaires qui sont leurs couleurs complémentaires : Cyan, Magenta, Jaune (on les appelle aussi parfois couleur primaire en synthèse soustractive, dans le domaine de la peinture en particulier).

couleur primaire	couleur secondaire (complémentaire)
Rouge	Cyan
Vert	Magenta
Bleu	Jaune



La superposition de 3 filtres Cyan, Magenta, Jaune donne du noir (toute la lumière a été absorbée).

C'est le principe de la synthèse soustractive qui est utilisée dans l'imprimerie ou dans la peinture. En mélangeant en différentes proportions des pigments Cyan, Magenta et Jaune on peut reproduire toutes les couleurs.

Bilan : la couleur d'un objet dépend de sa nature, mais aussi de la lumière qui l'éclaire !

En général, quand on définit la couleur d'un objet, on suppose qu'il est éclairé en lumière blanche. Mais un citron par exemple, s'il apparaît bien jaune en lumière blanche, devient vert éclairé en lumière verte et noir éclairé en lumière bleu !