

# 1 Relations des lentilles convergentes

## A Conventions

➤ Dans le modèle des lentilles minces, on note  $\overline{OA}$  la position de l'objet par rapport à la lentille et  $\overline{OA'}$  la position de l'image par rapport à la lentille : ce sont des valeurs algébriques, dont la valeur numérique peut être positive ou négative selon l'orientation de l'axe.

L'axe optique de la lentille est orienté par convention de gauche à droite. En se référant aux positions du schéma du **doc. 1**, on constate donc que :

$$\overline{OA} < 0 \text{ m}, \overline{AO} > 0 \text{ m} \text{ et } \overline{OA'} > 0.$$

De même manière, l'axe vertical est orienté par convention vers le haut pour l'étude des mesures algébriques de l'objet  $\overline{AB}$  et de son image  $\overline{A'B'}$ . Toutes ces grandeurs algébriques s'expriment en mètre.

## B Relations de conjugaison et de grandissement

➤ Ces relations permettent de déterminer mathématiquement la position et la taille de l'image d'un objet par une lentille mince convergente.

- La relation de conjugaison permet de déterminer la position  $A'$  de l'image en connaissant la position  $A$  de l'objet et la distance focale  $f' = \overline{OF'}$  de la lentille :

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

- La relation de grandissement permet de déterminer la taille et le sens de l'image à partir de la taille et du sens de l'objet :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad (\gamma \text{ est sans unité}).$$

**Remarque :** La relation de conjugaison est aussi appelée relation de Descartes.

## C Caractéristiques de l'image

Une image est **réelle** si elle est observable sur un écran (**doc. 2**).

Elle se situe alors dans l'espace image, c'est-à-dire à droite de la lentille sur un schéma normalisé.

Une image est **virtuelle** si elle ne peut être observée qu'à travers le système optique, par exemple la loupe (**doc. 3**).

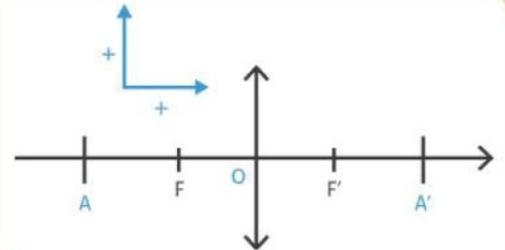
L'image se situe alors dans l'espace objet, c'est-à-dire à gauche de la lentille sur un schéma normalisé.

Le grandissement apporte des informations sur l'image formée :

| $\gamma > 0$                           | $\gamma < 0$    | $ \gamma  > 1$                | $ \gamma  < 1$                |
|--|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Image droite (dans le sens de l'objet) | Image renversée | Image plus grande que l'objet | Image plus petite que l'objet |

### Les conventions d'orientation des axes

Doc. 1



O est pris pour origine.

Éviter

les erreurs



- Bien écrire les valeurs algébriques des grandeurs (positives ou négatives) et être vigilant aux signes des valeurs numériques dans les calculs.
- Vérifier que les valeurs algébriques ont été converties en mètre dans la relation de conjugaison.

Doc. 2

### Image réelle



- L'objet et l'image sont de part et d'autre de la lentille optique de l'appareil.

Doc. 3

### Image virtuelle



- Vue au travers d'une loupe, l'image est virtuelle.

Pas de malentendu



- Ne pas confondre le grandissement avec la notion de zoom. Un zoom  $\times 2$  signifie que l'image de départ est agrandie deux fois, quelle que soit la distance entre l'objet et la lentille de l'appareil. Le grandissement  $\gamma$  dépend de la distance à laquelle se trouve l'objet et de la distance focale de la lentille.

## 2 Obtenir des couleurs

Les procédés de synthèse additive et soustractive reposent sur la structure de l'œil humain. Celui-ci perçoit les couleurs grâce à des récepteurs appelés cônes. Il en existe trois types, chacun d'entre eux étant sensible à une longueur d'onde de lumière particulière.

### A Synthèse additive

➤ La synthèse additive est le procédé de superposition de trois lumières colorées permettant d'obtenir une infinité d'autres.



Lorsque des faisceaux de lumière sont superposés, on obtient d'autres couleurs par synthèse additive.

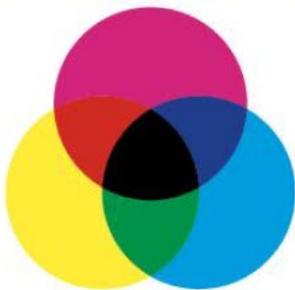
Avec cette méthode, seules trois couleurs suffisent à générer l'ensemble des couleurs : le bleu, le rouge et le vert. On les appelle couleurs primaires.

Les trois luminophores des pixels d'un écran plat, par exemple, permettent de composer toutes les couleurs par la variation de luminosité de chacun selon les principes de la synthèse additive (doc. 4).

### B Synthèse soustractive

➤ La synthèse soustractive est le procédé de superposition de pigments colorés pour obtenir plusieurs couleurs.

La synthèse soustractive utilise des filtres colorés pour absorber la lumière. Trois filtres colorés permettent d'absorber toutes les autres couleurs : ce sont les couleurs primaires de la synthèse soustractive, le cyan, le jaune et le magenta.



Les résultats de la synthèse soustractive peuvent apparaître dans un schéma qui fait apparaître les couleurs secondaires (bleu, vert et rouge).

La synthèse soustractive est utilisée pour les peintures (doc. 6), les encres, etc., soit toutes les matières colorées.

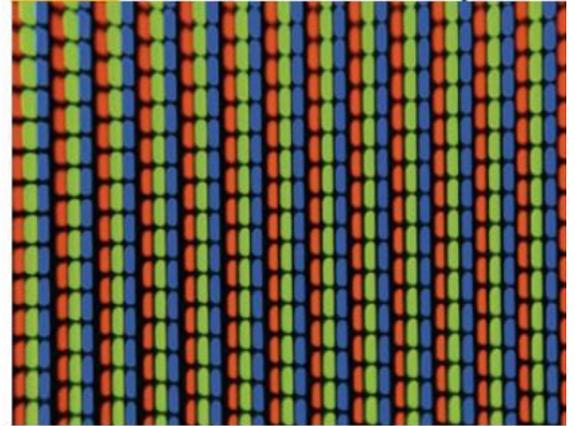
### Application

L'imprimante à jet d'encre utilisée quotidiennement est une application directe de la synthèse soustractive.

À partir d'une feuille blanche l'imprimante dépose des pellicules de couleurs primaires (cyan, magenta ou jaune) qui vont absorber les couleurs.

Si les trois couleurs primaires sont déposées sur la feuille alors toutes les couleurs sont absorbées et il ne reste plus aucune couleur apparente sur la feuille : le rendu final d'impression donne du noir.

### Doc. 4 Zoom sur un écran de téléphone

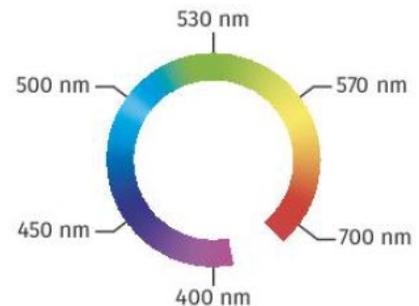


➤ Cet écran émet une lumière blanche.

### Éviter les erreurs

➤ Ne pas confondre les deux synthèses, il faut identifier le contexte pour utiliser le bon moyen de superposer les couleurs ou de les soustraire.

### Doc. 5 Cercle chromatique



### Doc. 6 Les couleurs en peinture



➤ La peinture est une application directe de la synthèse soustractive : un mélange bien dosé de couleurs aboutit à une peinture noire.

### 3 La couleur des objets

#### A Interaction entre la lumière et l'objet

➤ Selon leurs caractéristiques et leur nature, les objets ne réagissent pas de la même façon à une lumière incidente (**doc. 7**).

Lorsqu'un objet reçoit une lumière incidente, il peut :

- la transmettre : l'objet est donc traversé par cette lumière ;
- l'absorber : l'objet absorbe la lumière ;
- la diffuser : l'objet renvoie la lumière dans toutes les directions.

Dans la majorité des cas, les trois phénomènes se produisent simultanément. En effet, une partie de la lumière peut être absorbée par l'objet, une autre partie peut être transmise.

**Un objet coloré absorbe sa couleur complémentaire.**

*Exemple* : un objet rouge absorbe sa couleur complémentaire, le cyan. Un objet rouge éclairé avec une lumière cyan apparaîtra donc noir.

#### B Perception des couleurs par un être humain

➤ L'œil d'un observateur reçoit des objets la lumière diffusée ou la lumière transmise. Cette lumière colorée est donc composée a priori des trois couleurs primaires de la lumière (synthèse additive) que sont le bleu, le vert et le rouge.

➤ Dans l'œil, deux types de cellules permettent de discerner la couleur des objets : les cônes qui détectent les couleurs et les bâtonnets qui sont sensibles à l'intensité lumineuse (mais pas aux couleurs).

Il existe trois types de cônes et chacun d'eux est sensible à une des trois couleurs primaires des lumières : le bleu, le vert et le rouge (**doc. 8**).

L'œil humain est sensible à trois couleurs : c'est le principe de la vision trichromatique. Par synthèse additive de ces trois couleurs, l'œil peut voir toutes les autres couleurs.

#### C Couleur réelle d'un objet

➤ La couleur d'un objet dépend de deux paramètres : la couleur de la lumière incidente et la vision de l'observateur.

*Exemple* : un objet peut être vu cyan éclairé en lumière blanche mais noir lorsqu'il est éclairé en lumière rouge.

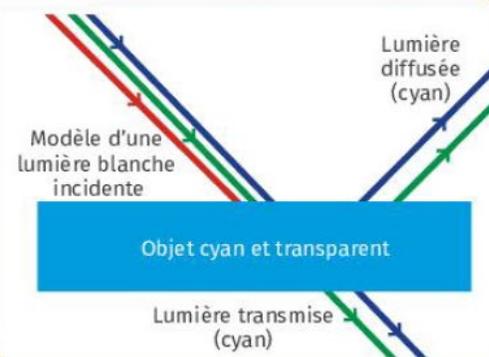
On parle de la couleur réelle d'un objet lorsqu'il est éclairé par une lumière blanche et vu par une personne dont l'œil est sensible aux trois couleurs primaires.

#### Application

Une personne daltonienne a un ou plusieurs cônes qui ne fonctionnent pas, ou mal.

Si le cône détectant le rouge ne fonctionne pas, elle ne peut pas voir cette couleur et ne peut pas observer le 5 sur le **doc. 9**.

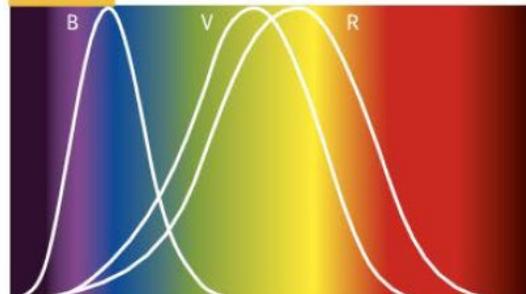
#### Doc. 7 Couleur perçue d'un objet



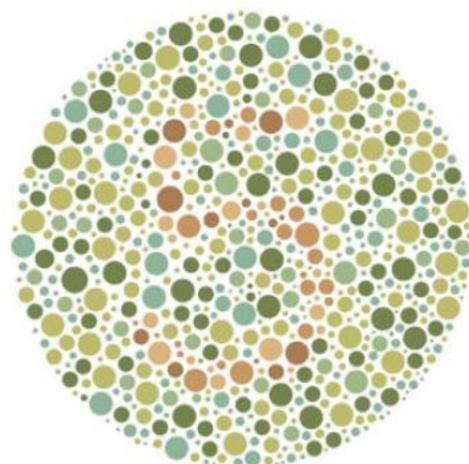
#### Éviter les erreurs

- Un objet absorbe sa couleur complémentaire, celle qui est à l'opposé dans le cercle chromatique.
- Ne pas confondre diffusion et réflexion : la lumière n'est réfléchiée que dans une direction alors qu'elle est diffusée dans toutes les directions.

#### Doc. 8 Sensibilité des cônes de l'œil

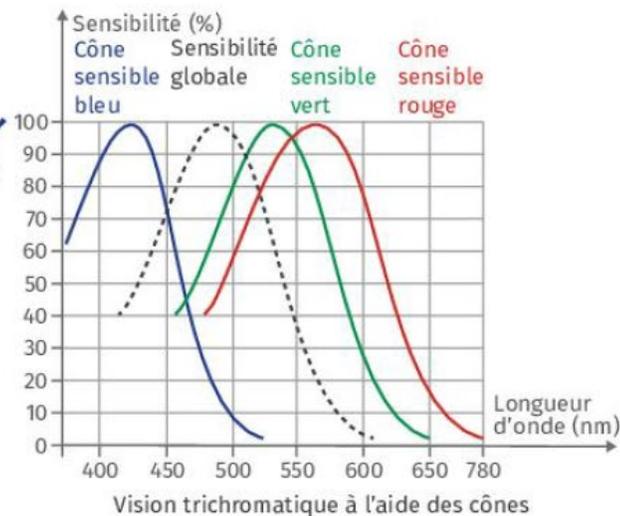
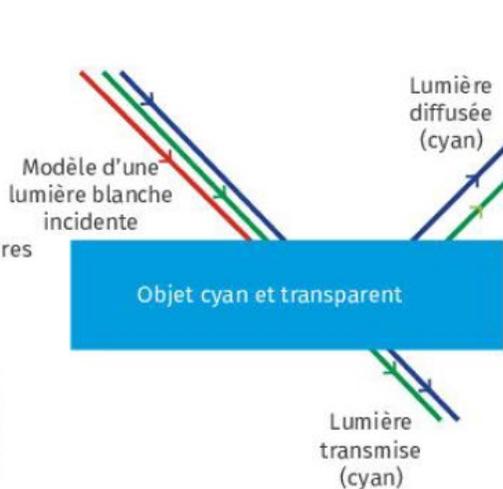


#### Doc. 9 Quel chiffre observez-vous ?



- Exemple de test (d'Ishihara) pour détecter les formes de daltonisme.

## Principales notions



## Les éléments essentiels de la modélisation

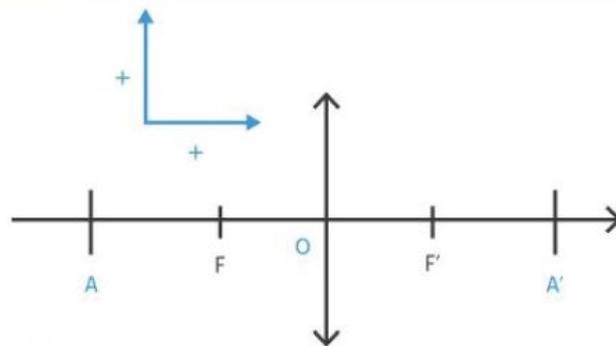
Dans ce chapitre, les lentilles convergentes sont modélisées par des lentilles infiniment minces possédant un foyer image  $F'$  et un foyer objet  $F$ .

Les objets et images sont perpendiculaires à l'axe optique et modélisés par  $AB$  et  $A'B'$ .

Attention : ce sont des notations algébriques qui ont été utilisées, les grandeurs peuvent être positives ou négatives !

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

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



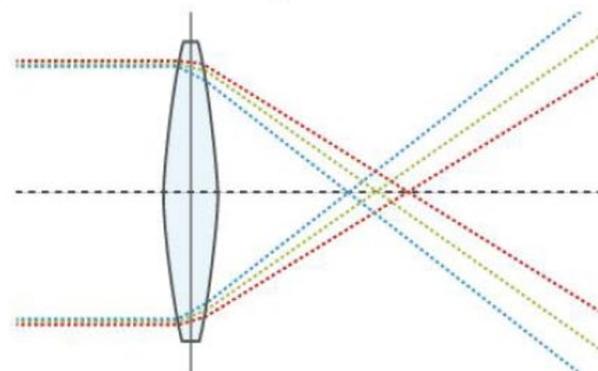
Retrouver la simulation « Lentille convergente ». [LLS.fr/PC1P349](https://lls.fr/PC1P349)

## Les limites de la modélisation

Les relations de conjugaison et de grandissement ne sont valables que dans un milieu homogène : si une lentille mince sépare deux milieux différents (l'eau et l'air par exemple), ces relations ne sont plus vérifiées.

Pour des lentilles épaisses, la relation de conjugaison est plus complexe.

Enfin, il est à noter que les distances focales des lentilles minces dépendent aussi de la longueur d'onde de la lumière qui les traverse. Selon la couleur considérée, la distance focale change légèrement. Cette considération n'a pas été prise en compte. Elle est à l'origine de la perte de qualité de certaines images formées, on parle d'aberrations chromatiques.



### Numérique

Connectez-vous sur [lelivrescolaire.fr](https://lelivrescolaire.fr) pour faire une carte mentale et reprendre les principales notions du chapitre. [LLS.fr/PC1P349](https://lls.fr/PC1P349)