

# LP 10 : Images et couleurs

**Éléments imposés :** synthèse additive/soustractive, œil, écran LCD, peinture, loupe, daltonisme

**Niveau :** 1ère enseignement de spécialité

**Pré-requis :**

- Lentille convergente (tracé des rayons, image réelle, dist focale, foyers) (2<sup>nd</sup>)
- Lumière blanche, spectre continu, spectre de raies (2<sup>nd</sup>)
- Incertitudes (1ère)

**Biblio :** - Hatier, 1ère Physique chimie enseignement de spécialité, 2019

- Hachette, 1ère Physique chimie enseignement de spécialité, 2019
- Hachette, 2<sup>nd</sup> Physique chimie, programme 2019
- Bellier, Montage de physique au CAPES : optique, méca, fluides, calorimétrie

**Intro péda :**

1ère thème ondes et signaux et 2ème chapitre du thème, suivant chapitre sur les ondes mécaniques. Dans le cours sur les ondes mécaniques, on a fait appel à ce qu'il connaissait dans la vie de tous les jours, la ce sera plus visuel et essayer de comprendre ce que l'on voit, comment on le voit et pourquoi c'est comme ça.

Les élèves ont déjà eu un premier cours plutôt qualitatif sur les lentilles convergentes, la on ira plus loin et on mettra des équations sur les phénomènes observés.

Ils ont également déjà vue de quoi est composé la lumière blanche ainsi que les différents types de spectre et on va l'utiliser aujourd'hui pour comprendre les couleurs que l'on perçoit.

Comme le programme le prévoit, on ne s'intéressera qu'aux lentilles convergentes.

L'expérience consistera à mesurer la distance focale d'une lentille convergente de 2 manières différentes ainsi discussion sur incertitudes des 2 manières, voir quelle manière est la plus précise/plus rapide/plus facile à mettre en place.

**Obj :** - Savoir déterminer ou se situera une image d'un objet par une lentille convergente (par le dessin et le calcul) : image réelle ou virtuelle

- Comprendre les phénomènes liés aux couleurs (synth additive et soustractive, interactions entre lumière et objets)

**Difficultés :** - Attention, dans calcul, mesures algébriques → faire attention au signe (on le précisera bien à chaque calcul et les calculs seront illustrés de schéma)

- Ne pas mélanger synthèse additive et soustractive (bien les définir et les illustrer par exp et/ou animations)

TD : utilisation de la relation de conjugaison et construction de schéma avec les rayons lumineux  
Etude de doc : étude de l'oeil, appareil optique (appareil photo)

TP : Refaire le modèle de l'oeil avec et sans correction

**Intro :**

L'année dernière vous avez commencé à voir les lentilles convergentes et comment on forme une image réelle sur un écran. Cependant, vous le faisiez en déplaçant l'écran pour voir quand l'image était nette, mais si on veut faire projection (comme à la fête des lumière de Lyon cf diapo) il faut calculer avant où l'image sera nette et il faut réussir à prévoir les couleurs que ça fera pour que ce

soit encore plus beau (parce que la projection se fait sur bâtiments qui ne sont pas blancs comme les écrans!). C'est ce que l'on va voir aujourd'hui.

## I) Formation d'une image par une lentille convergente

### A) Formation de l'image

Rappel : vous avez déjà vu que pour avoir une image réelle avec lentille convergente, l'objet doit être avant le foyer objet de la lentille (diapo schéma + déf : rappel déf foyer image/objet et image réelle + comment tracer rayons) mais que se passe-t-il si on déplace l'objet ?

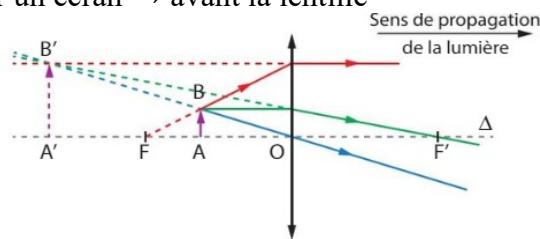
Exp :

[http://www.pccl.fr/physique\\_chimie\\_college\\_lycee/quatrieme/optique/lentille\\_convergente.htm](http://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/quatrieme/optique/lentille_convergente.htm)

Faire montage optique avec un banc, une source lumineuse (avec filtre anticalorique), un objet, une lentille convergente et un écran → image nette

Si on déplace l'objet, on voit que l'image devient floue et à un moment on ne la voit même plus.

Faire schéma au tableau : • cas où objet entre foyer objet et lentille → image virtuelle = image ne pouvant pas être projetée sur un écran → avant la lentille



• cas où objet est sur le foyer objet → image à l'infini : comment le vérifier expérimentalement ? On met une lentille convergente derrière (compléter le schéma au tableau + faire expérience) → image au niveau du foyer objet de la 2ème lentille.

Tr : on a vu expérimentalement et avec des dessins où se situe l'image en fonction de la position de l'objet mais comment retrouver cette position par le calcul (et on a aussi pu remarquer que l'image n'a pas la même taille que l'objet et est inversée, comment le prédire) ?

### B) Position et grandissement

Rappel définition distance focale et introduire concept de mesure algébrique (diapo)

Avec le thm de Thalès (cf diapo) :

• on trouve directement la formule du grandissement. En effet

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

Ainsi si  $\gamma > 0$  → image droite (dans le même sens que l'objet)

si  $\gamma < 0$  → image renversée

si  $|\gamma| > 1$  → image agrandie sinon rétrécie

[https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics\\_fr.html](https://phet.colorado.edu/sims/geometric-optics/geometric-optics_fr.html)

### Démonstration de la relation de conjugaison

D'après la construction du doc. 12, le théorème de Thalès appliqué dans les triangles hachurés en jaune donne la relation  $\frac{A'B'}{OI} = \frac{F'A'}{F'O}$ .

Comme  $OI = AB$ , on en déduit que le grandissement s'écrit :  $\gamma = \frac{F'A'}{F'O}$

D'après la relation de Chasles, appliquée aux mesures algébriques, on peut écrire :  $F'A' = F'O + OA'$

Il vient donc  $\gamma = \frac{F'O + OA'}{F'O}$ ,

soit  $\gamma = 1 + \frac{OA'}{F'O}$ .

Comme  $\gamma = \frac{OA'}{OA}$  par ailleurs, on en déduit l'égalité  $\frac{OA'}{OA} = 1 + \frac{OA'}{F'O}$ .

En divisant les deux membres par  $OA'$  (différent de 0), on obtient :

$$\frac{1}{OA} = \frac{1}{OA'} + \frac{1}{F'O} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = -\frac{1}{F'O}$$

Comme  $F'O = -OF' = -f'$ , on obtient bien  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ .

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

- On peut démontrer la relation de conjugaison de Descartes pour lentille mince : (Hatier 1ère)  
Donc on a besoin de la distance focale pour déterminer la position de l'image, on va donc essayer de déterminer la distance focale de la lentille convergente que l'on a de la manière la plus précise possible.

**Exp :** Déterminer distance focale par autocollimation [http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/focometrie/autocollimation.php?typanim=Flash](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/focometrie/autocollimation.php?typanim=Flash)

En préparation, déterminer distance focale par méthode de Bessel avec incertitude de type A (Hatier 1ère enseignement de spé p. 355 + Bellier p. 83-84 (+Sextant optique expérimentale?))

Discussion sur les 2 méthodes (incertitudes) et laquelle est la plus précise.

→ Maintenant que l'on a distance focale, on peut prédire où sera l'image

A.N. : si on met l'objet à  $OA = ???$  → image à  $OA' = ???$

**Tr :** on a compris comment on forme image et comment savoir où elle sera et comment elle sera mais une image en général c'est plus joli quand il y a de la couleur !

## II) Couleurs

(album pink floyd si on est prête à se défendre dessus et dire ce qui ne va pas !)

**Exp:** décomposition lumière blanche avec prisme

[http://www.pccl.fr/physique\\_chimie\\_college\\_lycee/quatrieme/optique/spectre\\_lumiere\\_blanche.htm](http://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/quatrieme/optique/spectre_lumiere_blanche.htm)

Comme vous l'avez vu l'année dernière, la lumière blanche est en fait un spectre continu de toutes les couleurs, alors comment les objets nous paraissent colorés ?

### A) Interaction entre la lumière et les objets

On distingue trois types d'interactions :

- **diffusion** : phénomène par lequel un objet réfléchit une lumière incidente dans toutes les directions de l'espace ;

**Expérience** : Illustration de la diffusion avec de la poussière de craie

[https://www.pccl.fr/physique\\_chimie\\_college\\_lycee/cinquieme/optique/propagation\\_lumiere.htm](https://www.pccl.fr/physique_chimie_college_lycee/cinquieme/optique/propagation_lumiere.htm)

- **transmission** : phénomène par lequel un objet transmet une lumière incidente ;

**Expérience** : vitre de la fenêtre laisse passer la lumière

- **absorption** : phénomène par lequel un objet absorbe une partie de la lumière incidente.

**Expérience** [https://phet.colorado.edu/sims/html/beers-law-lab/latest/beers-law-lab\\_fr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/beers-law-lab/latest/beers-law-lab_fr.html)

**Tr :** Comment ça fonctionne dans l'œil : on va parler de synthèse de couleurs.

### B) Synthèse additive et soustractive

**Exp :** (si possible) 3 sources de lumière (une bleue, une rouge et une verte) → superposition → blanc

C'est la **synthèse additive** : superposition de plusieurs lumières colorées donnant une autre couleur  
Et on peut ainsi définir les **couleurs complémentaires** = donnant de la lumière blanche quand on les superposent. (ex : rouge, vert et bleu)

C'est ce qui est utilisé dans les écrans (cf diapo)

**Exp** : Prendre photo avec et sans filtres : superposition des trois filtres, observer qu'on obtient une image bien plus sombre (si ne fonctionne pas bien, animation : [http://news.jacquinet-physiquechimie.fr/animations/couleur\\_objet2/couleur\\_objet.html](http://news.jacquinet-physiquechimie.fr/animations/couleur_objet2/couleur_objet.html) ) ou

[https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_fr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_fr.html)

On observe la **synthèse soustractive** : suppression d'une ou plusieurs couleurs d'une lumière polychromatique par absorption.

Superposition des 3 filtres cyan, magenta et jaune → noir : toute la lumière est absorbée

C'est ce qui est utilisé dans les encres.

Tr : comment nous on arrive à observer tout ça ?

### III) L'œil (à adapter selon élément imposé et temps)

#### A) Modèle de l'œil

Schéma de l'œil (cf diapo) : iris, cristallin et rétine

Schéma optique équivalent : diaphragme, lentille et écran ; Iris modélisée par un diaphragme.

Tr : mais dans l'œil on ne peut pas bouger la rétine qui sert d'écran alors comment on fait la mise au point ?

#### B) Formation de l'image dans l'œil et vision des couleurs

Cristallin = relié à des muscles qui permettent de modifier la focale de la lentille. (cf diapo)

On a donc toute une plage possible de vision pour l'œil.

PP : **Punctum Proximum** : point le plus rapproché de l'œil qui puisse être distingué nettement.

PR : **Punctum Remotum** : point le plus éloigné de l'œil qui puisse être distingué nettement.

→ Deux extrêmes de la plage de vision de l'œil.

OdG : • rétine environ à 15-20mm du cristallin et au repos, pour œil « normal » distance focale cristallin = distance entre cristallin et rétine → PR = infini

• PP environ 25 cm pour œil normal

Tr : mais certains d'entre vous portent lunettes parce qu'ils sont myopes ou hypermétropes (ou autres)

#### C) Correction de la vue (cf wikipédia)

[https://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.php](https://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.php)  
**myopes** = rétine trop loin du cristallin → ne voit pas de loin → correction avec lentille divergente  
**hypermétropes** = rétine trop proche → PP plus grand que moyenne : ne voit pas nette de près → lentilles convergentes

Définition de la **vergence** (en dioptries) :  $C = 1/f$

A.N. : calcule correction pour un œil hypermétrope (Hatier 1ere p.360)

**Conclusion** (diapo) :

On a vu les relations permettant de voir où et comment sera l'image en fonction de la position de l'objet et des caractéristiques de la lentille.

On a également vu que les images pouvaient être réelles ou virtuelles

On a aussi vu que les couleurs pouvaient être expliquées par plusieurs phénomènes (synth additive ou soustractive → absorption, diffusion, transmission).

Ouv : étude plus approfondie de l'œil ou d'un appareil photo