



Chapitre 17 : La lumière, images et couleurs.

Notions abordées en seconde

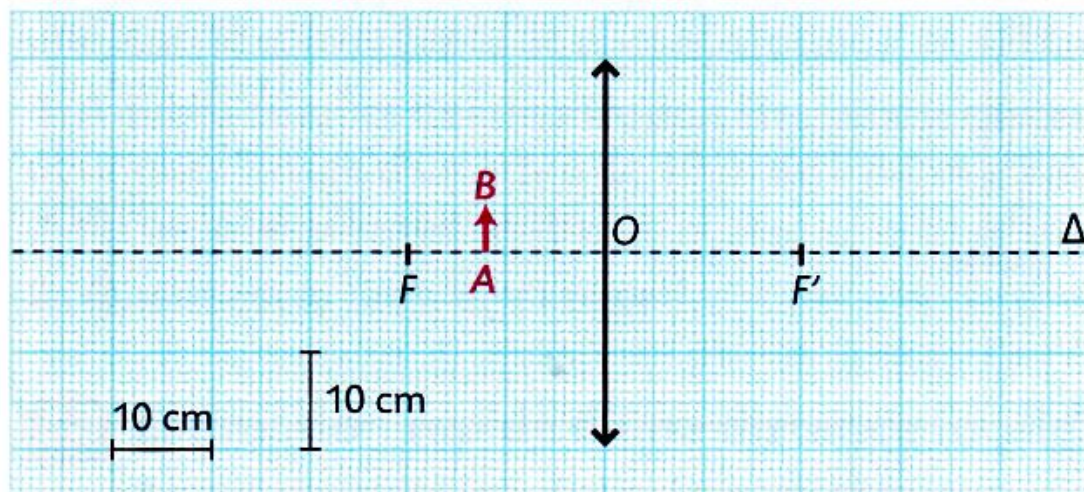
Lentille mince convergente, image réelle d'un objet réel, distance focale, grandissement, dispersion, spectres, longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.

I. Utiliser une lentille pour créer une image.

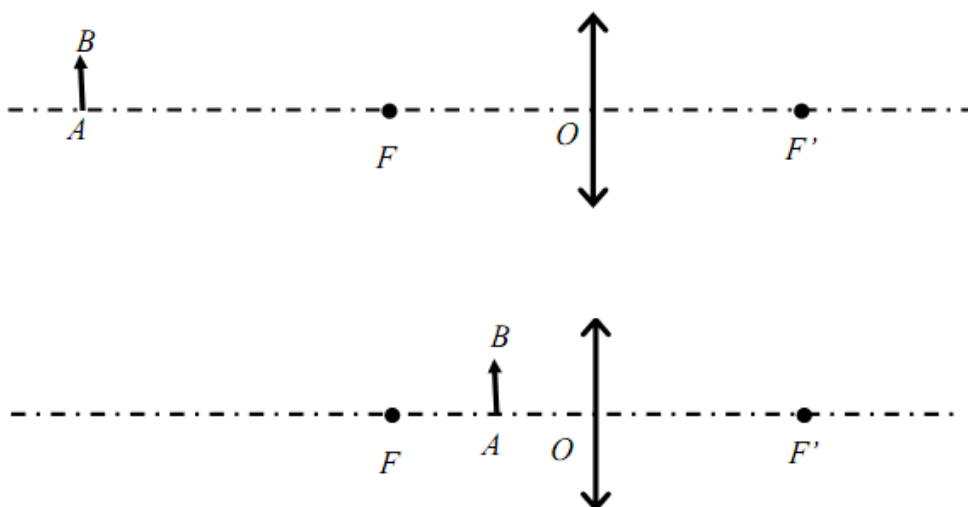
1) Rappels sur la lentille convergente.

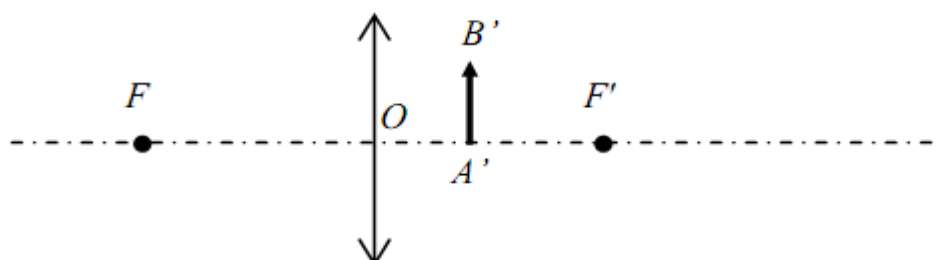
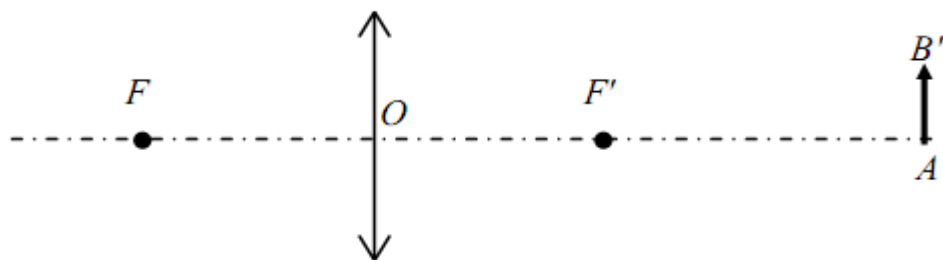
Exercice A1 : Tracer de rayons.

1. Reproduire le schéma ci-dessous. Tracer les rayons lumineux caractéristiques qui permettent d'obtenir l'image de l'objet [AB].



Exercice A2 : compléter les schémas.





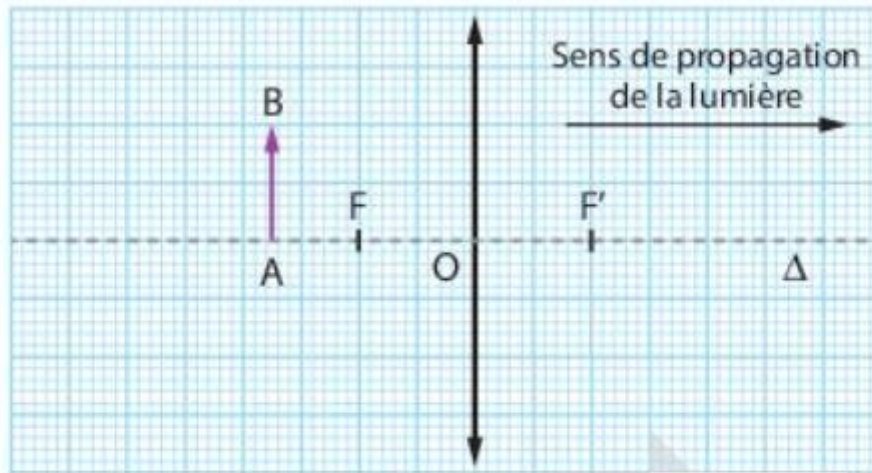
2) Caractéristiques d'une image.

Exercice A3 : Réelle ou virtuelle ?

On regarde un bonhomme à travers une lentille. L'image est-elle réelle ou virtuelle ?

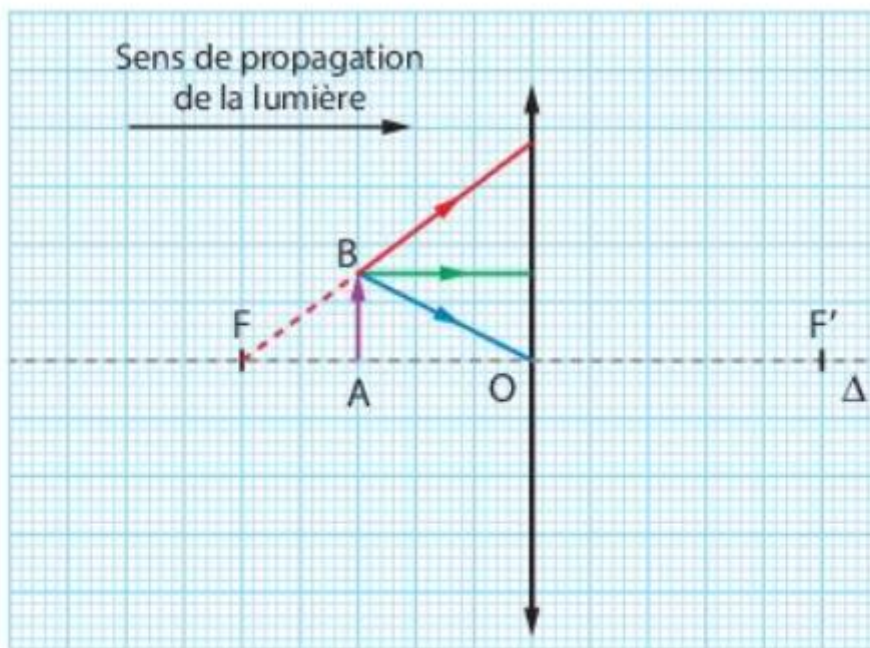


Exercice A4 : caractéristiques de l'image.



- Dans la situation schématisée ci-dessus, donner, par construction graphique, les caractéristiques de l'image qui sera formée à travers la lentille.

Exercice A5 : caractéristiques de l'image.



1. Reproduire le schéma et tracer l'image $A'B'$ de l'objet AB.
2. Indiquer les caractéristiques de l'image $A'B'$ donnée par la lentille mince convergente.

12 Faire un schéma

✓ APP : Faire un schéma

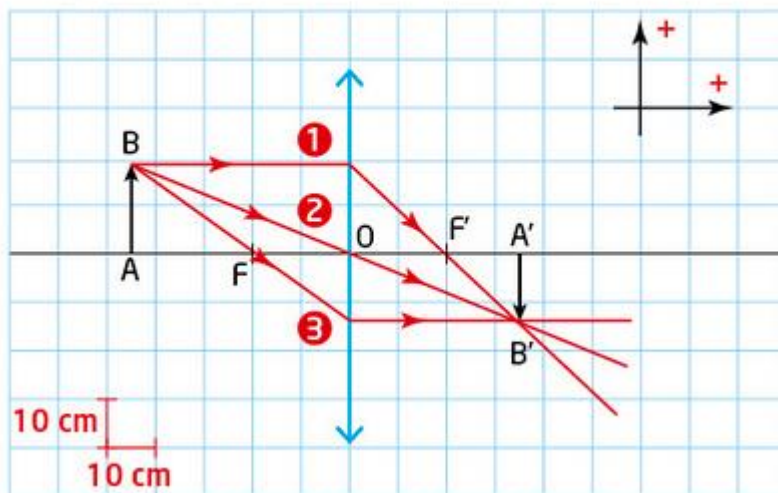
On réalise un dispositif avec une lentille convergente, de distance focale 10 cm. $\overline{OA} = -20$ cm et $\overline{OA'} = 20$ cm. $\overline{AB} = -5$ cm et $\overline{A'B'} = 5$ cm.

- Faire le schéma de la lentille, de l'objet et de son image. Prendre pour échelle 1 cm sur le schéma correspondant à 5 cm en réalité.

page 351

Exercice A6 : Valeurs algébriques.

Indiquer les valeurs des grandeurs algébriques $\overline{OA}$, $\overline{OA'}$ et $\overline{OF'}$ correspondant à la situation suivante :



3) Relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.

- Exploiter les relations de conjugaison et de grandissement fournies pour déterminer la position et la taille de l'image d'un objet-plan réel.
- Estimer la distance focale d'une lentille mince convergente.
- Tester la relation de conjugaison d'une lentille mince convergente.
- Réaliser une mise au point en modifiant soit la distance focale de la lentille convergente soit la géométrie du montage optique.

6 Quelle est la distance focale ?

Un objet réel est situé à 10 cm d'une lentille et son image réelle est à 5,0 cm de la lentille.

- Quelle est la distance focale f' de cette lentille ?

13 Où est l'objet ?

✓ MATH : Effectuer un calcul littéral

Une lentille convergente de distance focale 15 cm donne une image réelle d'un objet telle que $\overline{OA'} = 20$ cm.

1. Donner l'expression de $\overline{OA}$.
2. Calculer sa valeur en cm.

28 Où est l'image ?

✓ MATH : Utiliser des outils mathématiques

Un objet réel est situé à 15 cm d'une lentille convergente de distance focale $f' = 20$ cm.

1. À quelle distance du point focal objet se situe l'objet ?
2. À quelle distance de la lentille se trouve l'image ? Est-elle réelle ?
3. À quel instrument d'optique courant cette situation correspond-elle ?

4) Grandissement.

- Exploiter la relation de grandissement pour déterminer la taille de l'image d'un objet-plan réel.
- *Capacités mathématiques* : Utiliser le théorème de Thalès.

11 Comment est l'image ?

✓ VAL : Analyser un résultat numérique

Une lentille mince convergente donne d'un objet AB une image notée A'B'. Son grandissement est de $-4,0$.

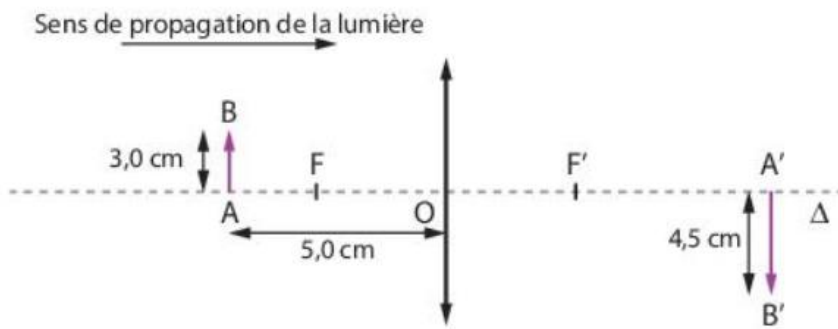
1. Rappeler la relation mathématique du grandissement.
2. Expliquer pourquoi celui-ci peut être négatif.
3. L'image est-elle droite ou renversée ? Est-elle plus grande ou plus petite que l'objet ?

Exercice A7 : taille de l'image.

Un arbre de 8,2 m de haut est situé à 12 m de la lentille d'un appareil photographique. Le capteur est situé à 3,1 cm de la lentille.

1. Établir un schéma sans souci d'échelle.
2. Quel est la taille de l'image dans ces conditions de photographie ?

Exercice A8 :



1. En utilisant le schéma ci-dessus, calculer le grandissement γ dans ces conditions.
2. En déduire l'abscisse $x_{A'}$ de l'image A'B'.

Exercice A9 : appareil diapo.

Les premiers projecteurs de diapositives ont fait leur apparition dans les années 1950. Une source de lumière blanche éclaire une diapositive dont l'image formée par une lentille est projetée sur un écran.

Une diapositive est un morceau de film transparent sur lequel est imprimée une photo de dimensions $24 \text{ mm} \times 36 \text{ mm}$.



1. Réaliser le schéma optique de ce dispositif de projection.
2. Déterminer le grandissement du système lorsque la lentille de projection est située à 12 cm de l'objet et à 4,20 m de l'écran.
3. En déduire les dimensions de l'image sur l'écran.
4. Dans quel sens faut-il positionner la diapositive pour que l'image apparaisse à l'endroit sur l'écran ?

Exercices bilans.

Exercice corrigé page 353

Énoncé

L'appareil photographique possède une lentille mince convergente de distance focale fixe et un écran (pellicule) qui peut être déplacé pour faire la mise au point.

On observe un objet d'une taille de 24 cm placé à l'infini qu'on approche de l'appareil photo en faisant la mise au point à chaque nouvelle position de l'objet.

1. Où se trouve l'écran lorsque l'objet se situe à l'infini (position très éloignée de l'objectif) ? On peut s'aider d'un tracé de rayons lumineux.
2. Quelle est la position de l'objet la plus proche pour laquelle la mise au point est encore possible (la pellicule est alors reculée au maximum) ?
3. Quel est le grandissement de l'appareil photo dans cette dernière situation ?
4. L'image est-elle coupée dans la dernière situation ?



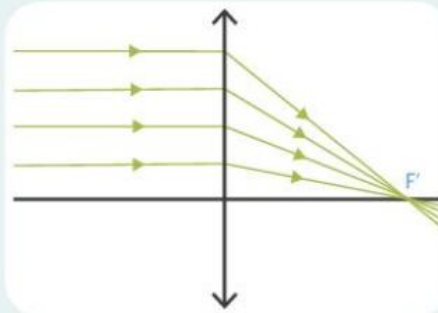
DONNÉES

Caractéristiques de l'appareil photo :

- Distance focale de la lentille : 5,0 cm ;
- Déplacement maximal de la pellicule : 3,0 mm ;
- Dimensions du capteur écran : 24 par 36 (mm).

Solution rédigée

1. Lorsque l'objet est situé à l'infini, l'écran va se positionner dans le plan focal image (au niveau de F') pour faire la mise au point.



2. On cherche tout d'abord la position limite de l'écran qui est la distance focale (objet à l'infini) à laquelle on ajoute 3 mm, donc $\overline{OA'} = 5,3$ cm.

On utilise la relation de conjugaison en isolant $\frac{1}{OA}$:

$$\frac{1}{OA} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{f'}, \text{ soit}$$

$$\overline{OA} = \frac{f' \cdot \overline{OA'}}{f' - \overline{OA'}} = \frac{5,0 \times 10^{-2} \times 5,3 \times 10^{-2}}{5,0 \times 10^{-2} - 5,3 \times 10^{-2}} = -0,88 \text{ m} = -88 \text{ cm}.$$

La position minimale de l'objet pour que la mise au point puisse se faire est à 88 cm de l'objectif de l'appareil photo.

3. On utilise la relation du grandissement $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{5,3}{-88} = -0,060$.
4. On utilise la seconde relation pour le grandissement $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ donc $\overline{A'B'} = \gamma \cdot \overline{AB} = -0,06 \times 24 = -1,44 \text{ cm} = -14,4 \text{ mm}$, l'image n'est pas coupée car le côté le plus petit du capteur mesure 24 mm.

27 Quelle est cette lentille ?

✓ MATH : Utiliser des outils mathématiques

Une lentille forme sur un écran l'image d'un objet de hauteur 10,0 m. Cet objet se trouve à 50,0 m de la lentille. La taille de l'image obtenue est de 1,11 m.

1. Déterminer la position de l'image par rapport à la lentille.
2. Déterminer la distance focale de cette lentille.
3. À quelle distance de la lentille doit être l'objet pour que l'écran soit à 2,00 m de la lentille ?

38 Trouver une image

✓ MATH : Effectuer un calcul littéral

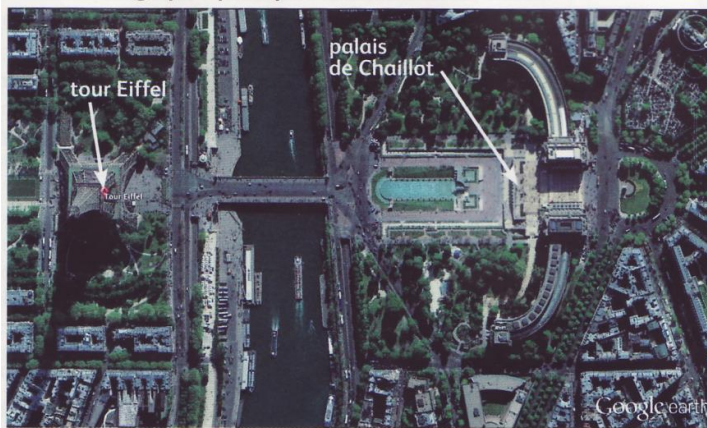
On possède une lentille de distance focale $f' = 15$ cm. L'objet observé est un texte dont l'écriture a une hauteur de 2 mm. Cet objet est positionné à 5 cm de la lentille.

1. Trouver la position de l'image par rapport à la lentille.
2. Cette image est-elle réelle ou virtuelle ? Justifier.
3. Donner les caractéristiques de l'image (plus grande ou plus petite que l'objet, droite ou renversée).
4. Quel est le rôle de cette lentille ? Comment appelle-t-on ce genre d'instrument optique ?

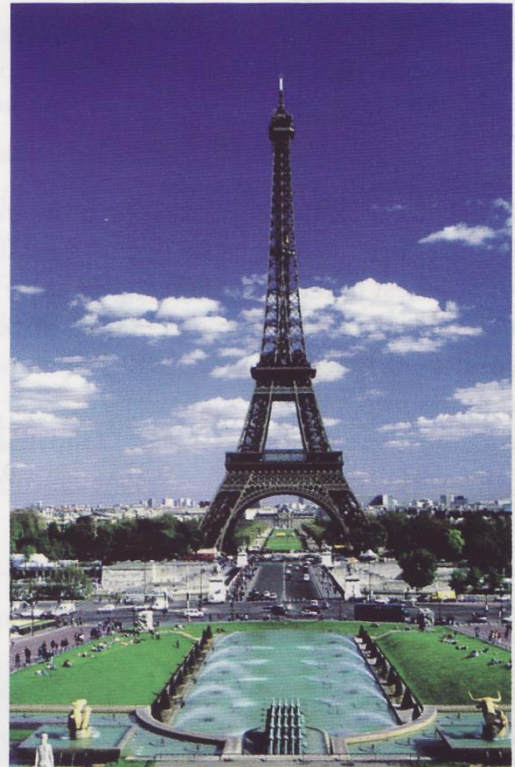
PB1 : Résolution de problème : De la tour Eiffel à la porte de Chaillot.

Symbole et monument incontournable de la capitale française, située à l'extrémité du parc du Champ-de-Mars en bordure de la Seine dans le 7^e arrondissement, la tour Eiffel culmine à 324 m de hauteur (avec antennes) pour une masse totale de 10 100 tonnes. Imaginée par Gustave Eiffel et ses collaborateurs et réalisée en 2 ans, 2 mois et 5 jours, elle fut érigée à l'occasion de l'Exposition universelle de 1889 et a fêté ses 120 ans en 2009.

Doc. 1 Photographie prise par un satellite



Doc. 2 Photographie de la tour Eiffel prise du palais de Chaillot



DONNÉES

Caractéristiques de l'appareil photographique numérique utilisé pour photographier la tour Eiffel :

- distance focale de l'objectif : 35,0 mm ;
- capteur « Full Frame » (dimension de l'image sur le capteur : 24 mm × 36 mm).

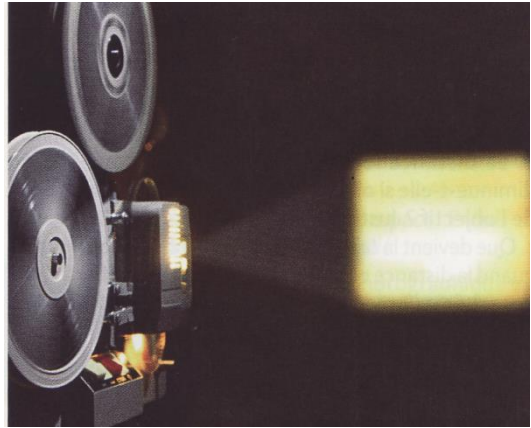
Problème : Quelle distance sépare la tour Eiffel du palais de Chaillot ?

Un passionné de cinéma souhaite réhabiliter une ancienne salle de projection dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Taille de l'écran : $9,25 \text{ m} \times 4,75 \text{ m}$
- Profondeur de la salle : 25 m

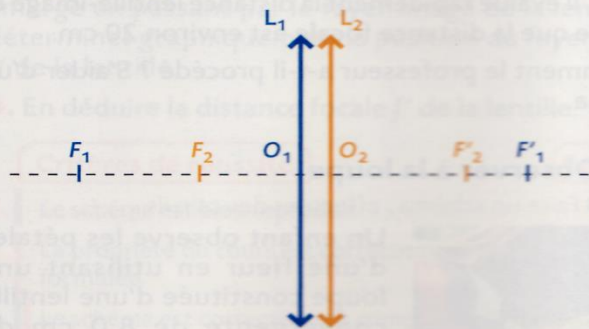
Les images sur la pellicule ont pour dimensions $24,00 \text{ mm} \times 12,98 \text{ mm}$.

L'objectif du projecteur est constitué de deux lentilles convergentes accolées de distances focales respectives 100 mm et 150 mm .



Doc. Théorème des vergences

Un système optique est constitué de deux lentilles accolées l'une à l'autre. La première, L_1 , a pour centre O_1 et une vergence V_1 . La deuxième, L_2 , a pour centre O_2 , confondu avec O_1 , et une vergence V_2 .



> Schématisation du dispositif. Sur ce schéma, les lentilles ont été décalées pour une meilleure compréhension.

Ce système est équivalent à une lentille convergente de centre optique O confondu avec O_1 et donc O_2 et de vergence V telle que :

$$V = V_1 + V_2$$

Problème : À quelle distance de l'écran ce passionné de cinéma doit-il placer le projecteur ?

II. La couleur des objets.

1) Couleur blanche.

2) Synthèse additive.

- Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter.
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées.

7 Quelle est cette couleur ?

Une actrice sur scène est habillée de blanc et est éclairée par un projecteur vert et un bleu.

- ♦ De quelle couleur voit-on l'habit ?

Exercice B1 : sous les projecteurs !

Trois projecteurs de lumières colorées rouge, verte et bleue sont utilisés pour l'éclairage d'une scène.

1. Quels projecteurs faut-il faire fonctionner pour obtenir :
 - a. un éclairage jaune ?
 - b. un éclairage magenta ?
2. Comment peut-on obtenir un éclairage blanc ?
3. À quelle condition peut-on reproduire toutes les autres couleurs ?
4. Quel modèle de synthèse des couleurs est mis en œuvre dans la production de ces éclairages ?

3) Synthèse soustractive.

- Choisir le modèle de la synthèse additive ou celui de la synthèse soustractive selon la situation à interpréter.
- Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente.

4) Couleur des objets et lumière transmise.

- 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.

Exercice B2 :

Un objet opaque, éclairé par une source de lumière blanche, diffuse des lumières rouge et bleue.

1. Quelle est la couleur absorbée par cet objet ?
2. Réaliser un schéma qui illustre les interactions entre l'objet et la lumière.
3. Quelle est la couleur perçue de cet objet ?

Exercice B3 : sous les drapeaux !

Voici les drapeaux de six États.



Suisse



Autriche



Italie



Mali



Bahreïn



Éthiopie

1. Comment apparaît le drapeau éthiopien en lumière verte ? Justifier.
2. Quels drapeaux pourrait-on confondre sous un éclairage rouge ? Justifier.
3. Quel éclairage coloré permet de percevoir de manière identique les drapeaux éthiopien et malien ?

Exercice B4 : pantalon rayé !

Lors d'un défilé, un mannequin porte un pantalon rayé dans les tons rouge et jaune. Lors de la traversée du podium, la couleur de la lumière change.

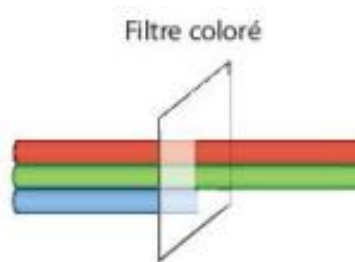
1. En raisonnant sur des schémas, déterminer les couleurs absorbées et les couleurs diffusées par les rayures jaune et rouge lorsque la lumière passe successivement du jaune au rouge, puis au rouge.
2. En déduire que les rayures du pantalon ne sont pas toujours visibles.



Exercice B5 : filtre.

Un filtre coloré est éclairé par une lumière blanche constituée de lumières colorées rouge, verte et bleue.

1. Rappeler l'action d'un filtre coloré sur un faisceau lumineux.
2. Préciser la couleur du filtre utilisé dans la situation schématisée ci-dessus.



Exercice B6 :

Sur le schéma ci-contre, des verres colorés d'un vitrail sont éclairés uniquement par une source de lumière blanche placée derrière ce vitrail.



1. Pourquoi perçoit-on ces verres colorés ?

2. On éclaire maintenant ces verres par une lumière jaune constituée de radiations rouges et vertes.

Refaire le schéma en indiquant la couleur perçue de chaque verre.



3. Quelle est la couleur de la lumière colorée éclairant ces mêmes verres lorsqu'ils sont perçus comme sur le schéma ci-contre ?

Exercice B7 :

Arnaud éclaire deux poivrons à l'aide d'une source de lumière blanche à la sortie de laquelle il a placé un filtre vert.

Il invite Isia à observer le résultat, similaire à celui de la photographie ci-contre.



1. Arnaud demande à Isia de lui indiquer la « couleur réelle » des deux poivrons.

a. Qu'entend Arnaud par « couleur réelle » ?

b. Lorsqu'Isia répond que le poivron de droite est magenta, Arnaud lui répond : « impossible ! ».

En détaillant le raisonnement, déterminer si Arnaud se trompe lorsqu'il répond cela à Isia.

2. a. Déterminer la couleur du poivron de droite parmi les couleurs possibles d'un poivron : vert, rouge ou jaune.

b. Parmi ces trois couleurs, quelles peuvent être celles du poivron de gauche ?