

# Chapitre 20

## La formation des images par les lentilles

### Plan

Introduction:

1. Deux types de lentilles
2. Les propriétés des lentilles
  - 2.1. Lentille convergente
  - 2.2. Lentille divergente
3. L'image d'un objet donnée par une lentille convergente
  - 3.1 Rappel : Une distance privilégiée : la distance focale
  - 3.2 L'image d'un objet lointain par une lentille convergente
  - 3.3 L'image d'un objet proche par une lentille convergente

L'essentiel à retenir absolument

Exercices corrigés

# 1. Deux types de lentilles

Quel est le point commun entre une loupe, des lunettes pour la vue, un appareil photo, un œilleton de porte et un microscope ?

Réponse : tous ces objets contiennent des **lentilles** optiques. Qu'est-ce qu'une lentille et quelles sont ses propriétés ?

## 1. Deux types de lentilles (Voir livre p. 184) :

Les lentilles sont fabriquées dans un matériau **transparent** (verre ou plastique). L'épaisseur au centre est **différente** de celle des bords. Elles ont des **formes** très diverses comme on peut le constater ci-dessous :

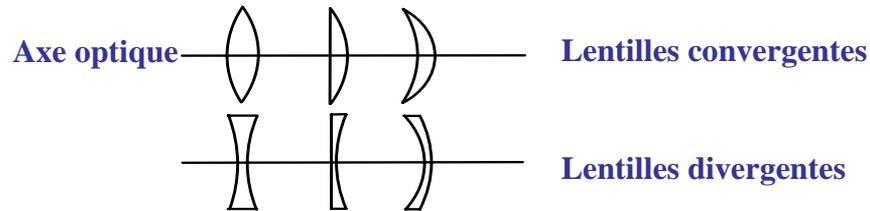


Schéma 1 : Différents types de lentilles

• On peut observer que toutes ces lentilles sont délimitées par **deux surfaces lisses** dont l'une au moins est une surface **courbe**. Elles sont également toutes **symétriques** par rapport à un axe appelé **axe optique**.

• Les lentilles peuvent se classer en deux types :

- celles dont le centre est plus **épais** que les bords sont des lentilles **convergentes** (ligne du haut sur le dessin précédent) ;
- celles dont les bords sont plus **larges** que le centre sont des lentilles **divergentes** (ligne du bas sur le dessin précédent).

Voici comment elles sont symbolisées sur les schémas d'optique :

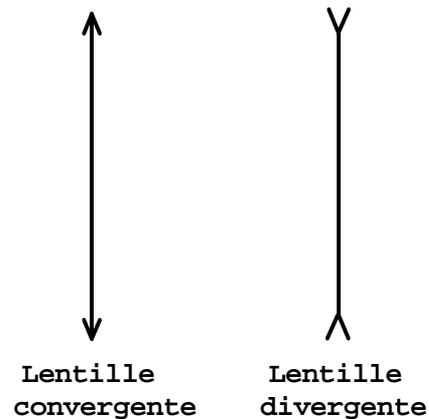


Schéma 2 : Symbole des deux types de lentilles :

Remarque : Pour déterminer le type d'une lentille, il suffit de la poser sur la page d'un livre puis de l'éloigner légèrement. Si le texte apparaît plus **gros**, la lentille est **convergente** (voir doc.1 page 184), s'il apparaît plus **petit** (voir doc.2 page 184) elle est **divergente**.

À part leur forme qu'est-ce qui différencie ces deux types de lentilles ?

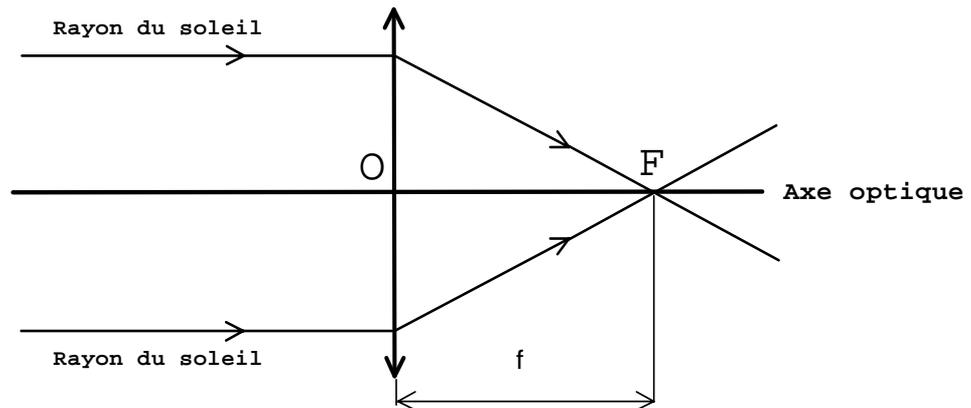
## 2. Les propriétés des lentilles :

Pour les déterminer, il faut observer l'action qu'elles **exercent** sur la lumière qui les **traverse**. Pour cela, réalisons les expériences suivantes :

### 2.1. Lentille convergente :

*Protocole* : Avec une lentille convergente dont l'axe est dirigé vers le soleil, nous pouvons concentrer la lumière en une petite tache pratiquement réduite à un point (voir doc. 3 page 184). Si nous plaçons une feuille de papier en ce point, elle s'enflamme.

*Schéma de l'expérience* :



**Schéma 3 : Action d'une lentille convergente sur des rayons parallèles**

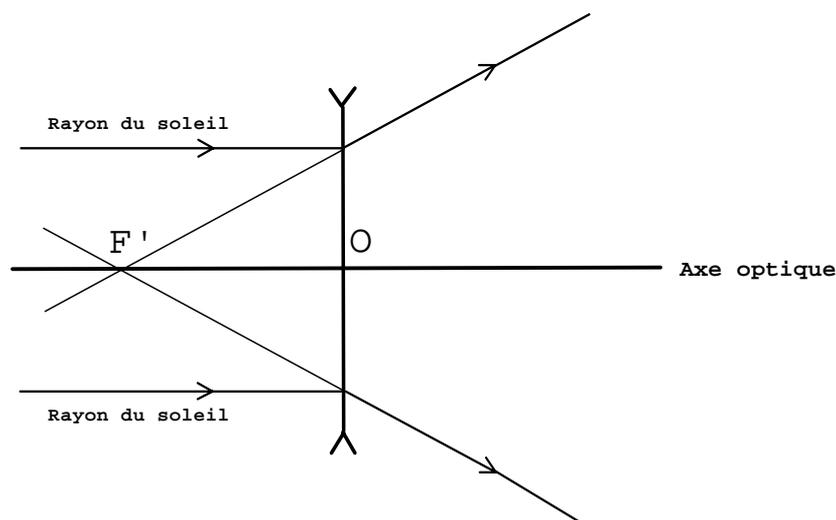
*Remarque* : C'est parce que le soleil est très **loin** que l'on peut considérer que ses rayons sont parallèles. Pour créer en laboratoire des rayons lumineux **parallèles** on utilise un peigne que l'on place devant une source de lumière.

*Observation* : Le point de l'axe optique intersection des rayons déviés est noté F et appelé **foyer** de la lentille. On dit que les rayons **convergent** en F après avoir traversé la lentille.

### 2.2. Lentille divergente :

*Protocole* : Si nous effectuons avec une lentille divergente l'expérience précédente, nous n'obtiendrons jamais de petite tache lumineuse. Est-ce que cela veut dire qu'une lentille divergente ne possède pas de foyer ?

*Schéma de l'expérience* :



**Schéma 4 : Action d'une lentille divergente sur des rayons parallèles**

• *Observation* : Les rayons divergent après avoir traversé la lentille. Si on prolonge les rayons lumineux déviés (en pointillé sur le schéma), on remarque que ceux-ci se coupent sur **l'axe optique** en un point que l'on note  $F'$  (prononcé F prime) et que l'on appelle le **foyer virtuel** de la lentille divergente.

Avec les deux types de lentilles, le rayon situé sur l'axe optique n'est pas dévié. Par contre, tous les autres rayons sont déviés de la manière suivante :  
dans le cas des lentilles **convergentes** ils se **rapprochent** les uns des autres et se rencontrent en un point de l'axe optique appelé le **foyer F** de la lentille ;  
dans le cas des lentilles **divergentes**, les rayons initialement parallèles **s'éloignent** les uns des autres.

• *Interprétation* :

• Un rayon lumineux **est dévié lorsqu'il traverse une lentille** (sauf le rayon situé sur l'axe optique)  
• Seules les lentilles convergentes possèdent après la lentille un **foyer**, le point de **convergence** de rayons initialement parallèles et ayant été déviés en traversant la lentille. Pour ces lentilles on définit la distance focale  $f = [OF]$  distance entre le centre de la lentille convergente et le foyer (voir schéma 3)

*Remarque* : si l'on remplace la lentille convergente précédente par une lentille convergente plus **épaisse** on constate que les rayons parallèles convergent plus **près** de la lentille. Plus une lentille convergente est épaisse plus son foyer est proche de la lentille et plus sa distance focale est **petite**. La distance focale **caractérise** donc une lentille : des lentilles différentes auront des distances focales différentes.

## 3. L'image d'un objet donnée par une lentille convergente

Comment fait-on pour obtenir une image **nette** avec un appareil photo manuel ?

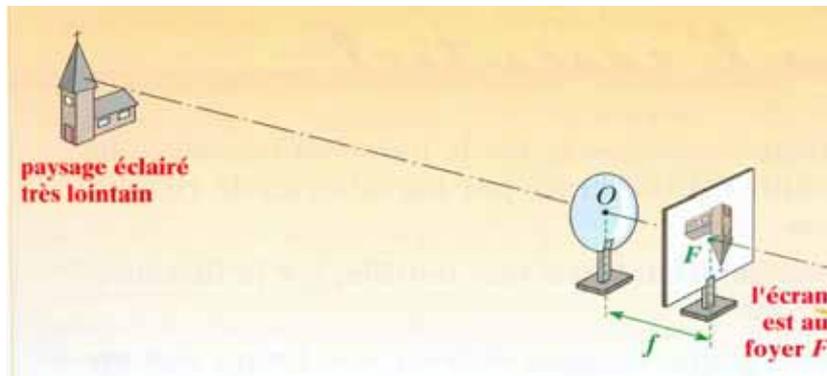
*Réponse* : selon la distance à l'objet, il faut effectuer la **mise au point** en faisant varier la distance entre la lentille convergente de **l'objectif** et la **pellicule**. Pourquoi et comment effectuer cette mise au point ?

### 3.1 Rappel : Une distance privilégiée : la distance focale

(Voir livre page 185 doc. 5 et schéma 3 du cours)

Nous avons vu qu'une lentille convergente possède un foyer où convergent des rayons lumineux initialement parallèles. Ces conditions sont réalisées, par exemple, quand on aligne l'axe optique d'une lentille convergente (comme celle qu'une loupe) avec la direction du Soleil, une source de rayons lumineux parallèles. En déplaçant une feuille de papier derrière la loupe (c'est-à-dire entre la loupe et le Soleil), on constate effectivement qu'il existe un point particulier où les rayons convergent pour former une tâche lumineuse très intense et si énergétique que la feuille peut s'enflammer. *C'est pourquoi il ne faut surtout pas mettre son œil à la place de la feuille pour regarder le Soleil à travers une loupe.* Le Soleil se regarde toujours indirectement (sur un écran). La distance entre le **centre** de la lentille noté O et le **foyer** de la lentille noté F s'appelle la **distance focale** notée  $f$ .

### 3.2 L'image d'un objet lointain par une lentille convergente



- Un objet **lointain** est un objet dont la distance à la lentille est très **supérieure** à la distance focale de la lentille. Nous pouvons considérer que les rayons qui proviennent de cet objet sont **parallèles**.
- Sur un écran quelconque, regardons l'image d'un paysage lointain (c'est l'objet) fournie par une lentille convergente. Nous observons une **image retournée et nette** du paysage quand l'écran se situe à la **distance focale** de la lentille. On n'obtient une image nette de l'objet que pour une **seule** position de l'écran : l'image est **localisée**.

**Pour déterminer la distance focale d'une lentille convergente, il suffit donc de mesurer la distance entre la lentille et l'endroit où apparaît nette l'image d'un objet lointain.**

Remarque : avec une lentille **divergente**, on constaterait que l'on ne peut pas obtenir d'image quelle que soit la distance entre la lentille et l'écran.

*Les images d'objets plus proches se situent-elles également à la distance focale  $f$  de la lentille ?*

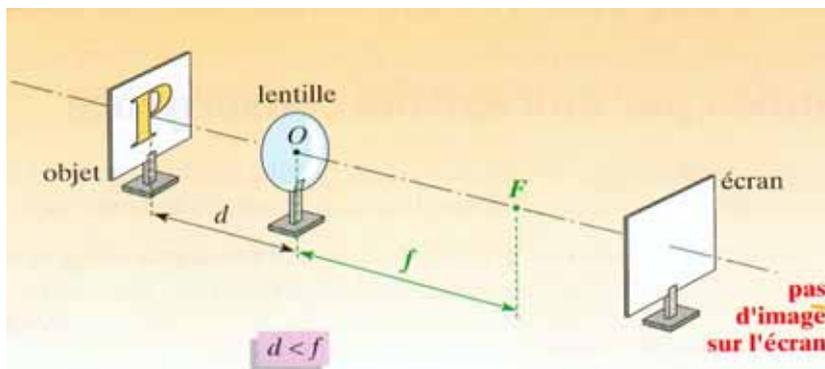
### 3.3 L'image d'un objet proche par une lentille convergente

Réalisons quelques expériences pour observer de telles images. Nous notons  $d$  la distance entre la lentille et l'objet et  $f$  la distance focale de la lentille.

• **Protocole** : alignons sur l'axe optique d'une lentille convergente un objet lumineux (non symétrique par rapport à cet axe) et un écran. La lentille étant fixe, où doit-on placer l'écran pour obtenir une image nette ?

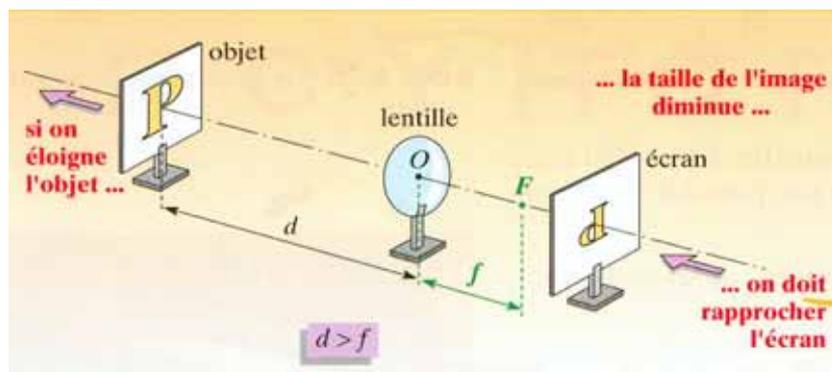
• **Observation** :

— si  $d < f$ , **aucune image ne peut être observée sur l'écran**



mais on peut observer une image à travers la lentille : elle joue alors le rôle de loupe (doc. 1 page 184) ;

— si  $d > f$ , nous observons une **image nette et inversée** de l'objet mais à une distance plus **grande** que la distance focale.



• *Interprétation* : pour obtenir l'image d'un objet sur un écran, il faut que l'objet soit placé à une distance  $d$  **supérieure à la distance focale** de la lentille convergente. L'image obtenue est **inversée** et se situe à une distance **supérieure à la distance focale**.

• *Remarque* : plus nous éloignons l'objet de la lentille, plus l'écran doit être **proche** de la lentille pour obtenir une image nette et plus celle-ci est **agrandie**.

Nous constatons que si l'objet est à une distance  $d = 2f$  de la lentille, l'image obtenue a la **même taille** que l'objet.

Pour  $f < d < 2f$ , l'image est plus **grande** que l'objet et pour  $d > 2f$ , l'image est plus **petite** que l'objet.

### L'essentiel à retenir absolument :

**Le foyer F d'une lentille convergente est le point où converge la lumière lorsque la lentille est traversée par un faisceau de rayons parallèles à son axe.**

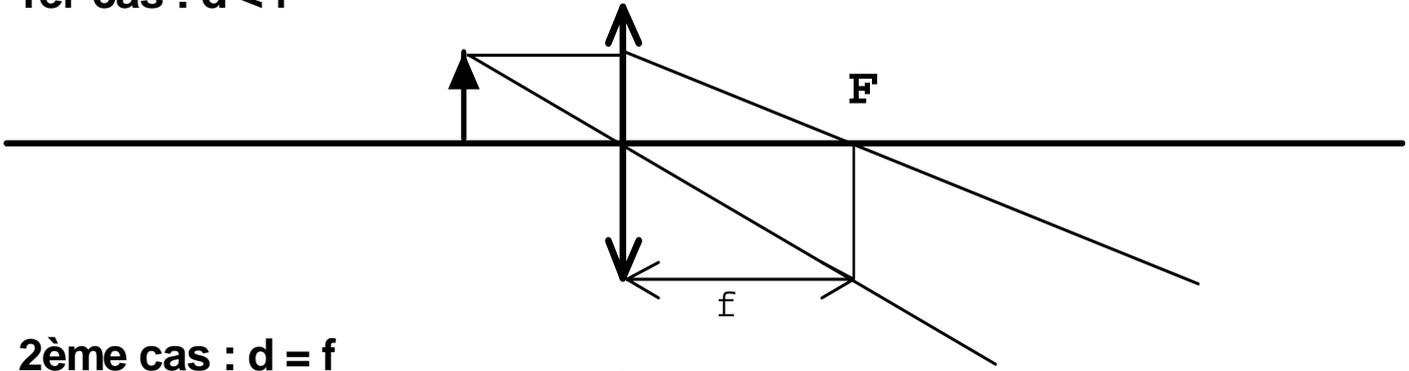
**La distance focale  $f$ , caractéristique d'une lentille, est la distance entre le foyer et le centre de la lentille.**

**Avec une lentille convergente, on peut obtenir une image sur un écran si la distance objet-lentille est supérieure à la distance focale.**

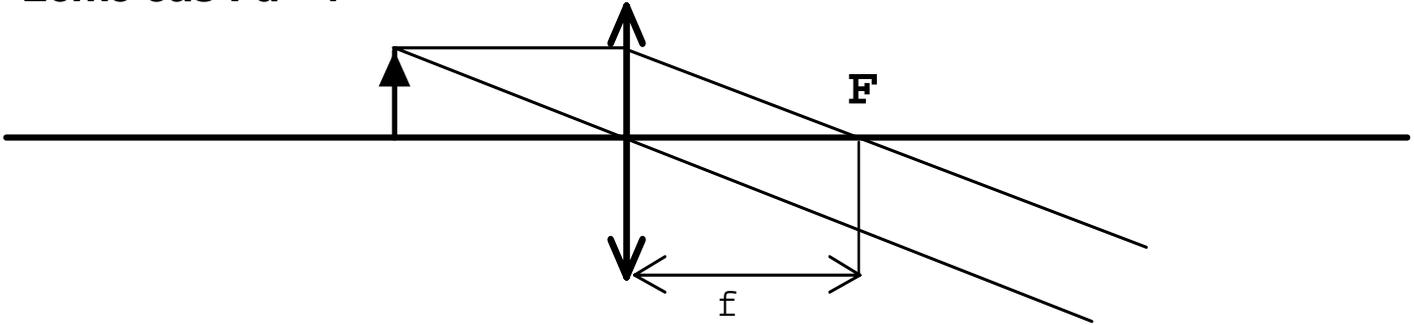
**L'image obtenue est alors renversée.**

Quelques dessins seraient utiles...

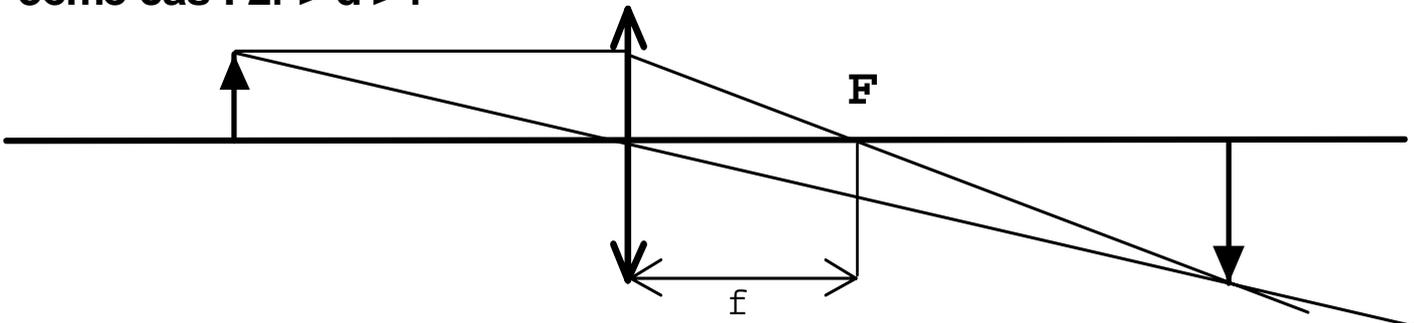
**1er cas :  $d < f$**



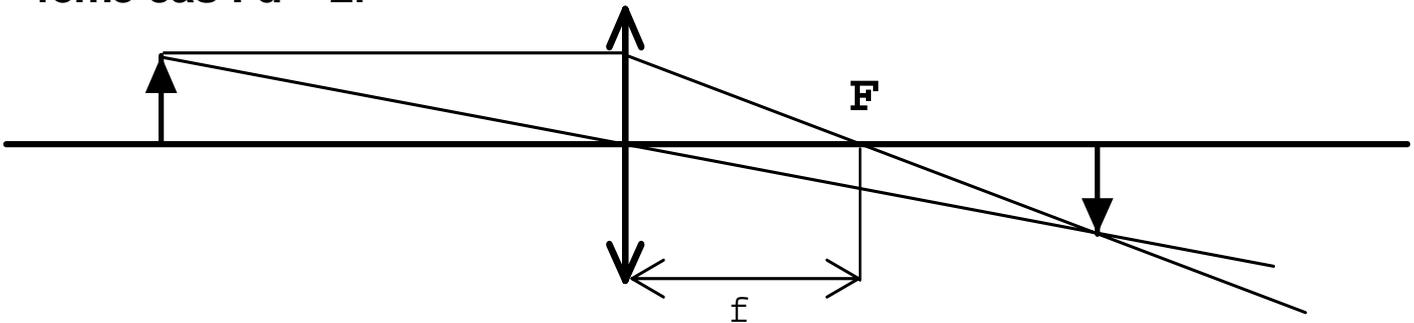
**2ème cas :  $d = f$**



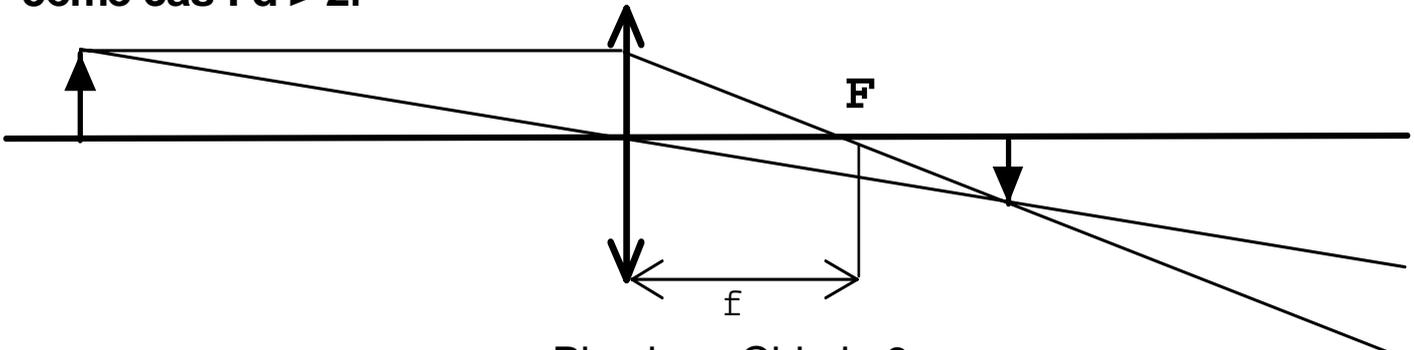
**3ème cas :  $2f > d > f$**



**4ème cas :  $d = 2f$**



**5ème cas :  $d > 2f$**



# Exercices corrigés 5 a 7 page 188

## 5 Complète des phrases

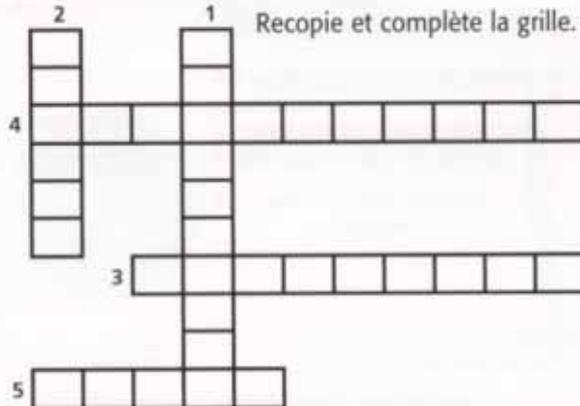
Recopie et complète les phrases suivantes :

- Le ... d'une lentille convergente est le point où se concentrent les rayons lumineux parallèles à l'axe de la lentille.
- La distance focale d'une lentille est la distance entre le centre de la lentille et son ...

5. a. Le foyer d'une lentille convergente est le point où se concentrent les rayons lumineux parallèles à l'axe de la lentille.

b. La distance focale d'une lentille est la distance entre le centre de la lentille et son foyer.

## 6 Mots croisés



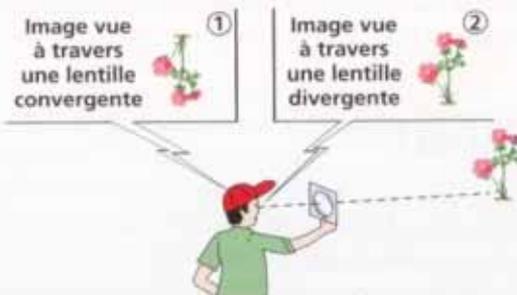
- Adjectif qualifiant une lentille qui éparpille l'énergie lumineuse.
- Se dit de la distance qui sépare le centre d'une lentille convergente et son foyer.
- Elles permettent de former des images.
- Adjectif qualifiant une lentille qui peut concentrer l'énergie lumineuse.
- Point où se concentrent les rayons lumineux parallèles à l'axe d'une lentille convergente.

7. a. Dans le cas 1, l'image est renversée, tandis que dans le cas 2, elle est droite.

b. L'image d'un objet éloigné vue à travers une lentille convergente n'a pas le même sens que celle vue à travers une lentille divergente. Donc, en observant un objet éloigné à travers une lentille, on peut connaître la nature de la lentille.

## 7 Observe un objet éloigné

On regarde un objet éloigné, comme cette fleur, à travers une lentille convergente tenue à bout de bras (1), puis à travers une lentille divergente (2).



- Décris l'image observée dans les deux cas.
- Explique si on peut connaître la nature d'une lentille en observant un objet éloigné à travers elle.

# Exercices corrigés 8 a 11 page 189

## 8 Distingue des lentilles par leur forme

Observe les lentilles photographiées ci-dessous.



- Identifie les lentilles à bords minces et celles à bords épais.
- Déduis-en celles qui sont convergentes et celles qui sont divergentes.

## 9 Image du Soleil

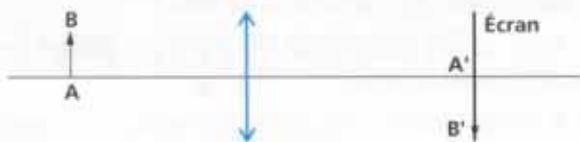
Thomas observe sur une feuille l'image du Soleil formée par une lentille.

- Indique la nature de la lentille utilisée. Justifie ta réponse en utilisant la conjonction « donc ».
- Précise si le Soleil est une source de lumière éloignée ou proche de la lentille.
- Déduis-en ce que représente la distance lentille-feuille pour la lentille.
- Indique ce qui risque d'arriver si cette expérience dure trop longtemps.



## 10 Position du foyer

En réalisant le montage schématisé ci-dessous, on peut observer sur l'écran une image nette  $A'B'$  de l'objet  $AB$ .



- Décalque le schéma.
- Précise où convergent les rayons lumineux émis par le point B après avoir traversé la lentille.
- Dessine, avant et après la lentille, le rayon lumineux issu de B parallèlement à l'axe de la lentille.
- Déduis-en la position du foyer de la lentille utilisée.

## 11 Observation d'un timbre

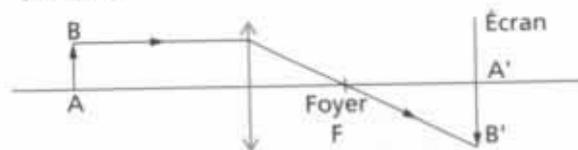
Un philatéliste veut observer les détails d'un timbre à travers une loupe. Il dispose d'une lentille convergente de distance focale 5 cm et d'une lentille divergente.

- Indique la lentille qu'il doit utiliser.
- Précise comment il doit l'utiliser.

- Les lentilles 1, 4 et 5 sont à bords minces, tandis que les lentilles 2 et 3 sont à bords épais.
  - Les lentilles 1, 4 et 5 sont convergentes, tandis que les lentilles 2 et 3 sont divergentes.

- La lentille utilisée concentre l'énergie lumineuse, donc il s'agit d'une lentille convergente.
  - Le Soleil est une source éloignée de la lentille.
  - La distance lentille-feuille représente la distance focale.
  - La feuille risque de brûler.

- Les rayons lumineux émis par le point B convergent au point  $B'$ , après avoir traversé la lentille.
  - c. et d.

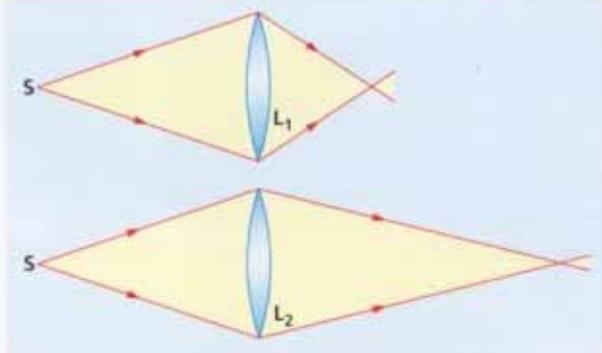


- Il doit utiliser la lentille convergente.
  - Il doit placer son œil contre la lentille et le timbre à moins de 5 cm de la lentille.

# Exercices corrigés 12 a 14 page 189

## 12 Compare deux lentilles

Observe ces deux schémas où sont représentés les faisceaux de lumière émis par le point S et traversant les lentilles  $L_1$  et  $L_2$ .



- Indique ce qui montre que les lentilles sont toutes les deux convergentes.
- Cite celle qui est la plus convergente.

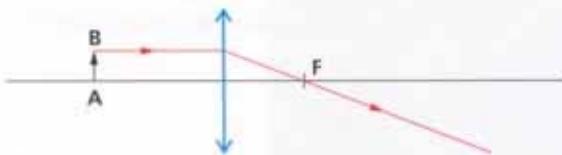
## 13 Positionne une lentille

Reproduis le schéma et positionne la lentille convergente qui permet d'obtenir l'image nette  $A'B'$  de l'objet  $AB$  sur un écran.



## 14 Positionne un écran

On souhaite obtenir une image nette de l'objet  $AB$  sur un écran.



- Découpe le schéma représentant le montage réalisé.
- Trace le rayon lumineux issu du point B et passant par le centre de la lentille.
- Dessine alors l'image  $A'B'$  de l'objet  $AB$ .
- Positionne l'écran afin d'y observer l'image nette.

12. a. Les faisceaux lumineux sont convergents à la sortie de chacune des lentilles. Ces lentilles sont donc convergentes.

b. La lentille la plus convergente est celle qui concentre davantage l'énergie lumineuse, c'est-à-dire ici la lentille  $L_1$ .

13.



14. a. b. c. et d.

