

TD : Les lentilles

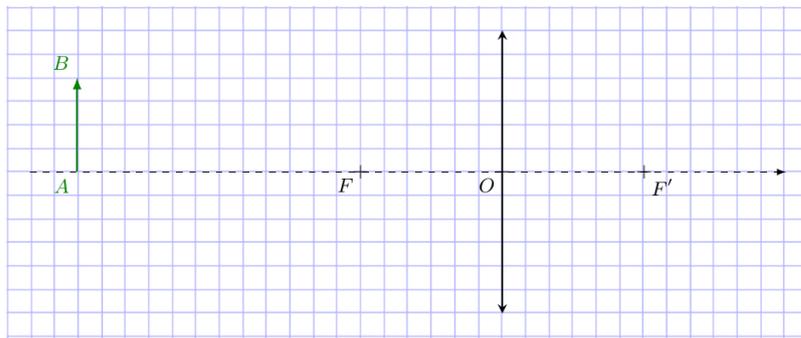
1 Entraînement à la construction d'images

Consignes

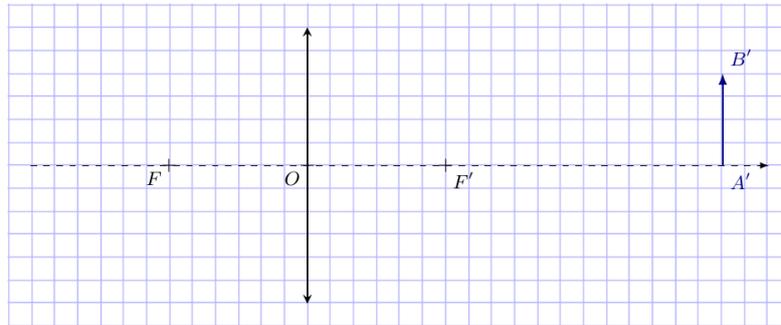
- J'oriente l'objet : l'objet sera figure par une fleche, afin de comparer son sens avec l'image.
- J'oriente l'objet : l'objet sera figure par une fleche, afin de comparer son sens avec l'image.
- Je fleche les rayons pour indiquer le sens de propagation de la lumiere.

Remplir ensuite le tableau avec la position et la nature des images et objets.

1.1 Objet reel en amont du foyer objet principal d'une lentille convergente

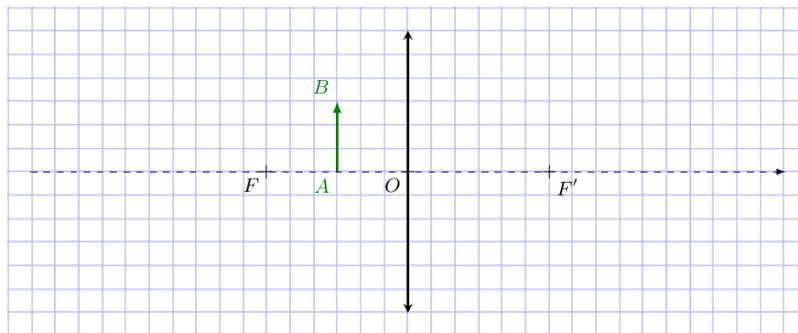


Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Réel	$-\infty < \overline{OA} < 2f$			



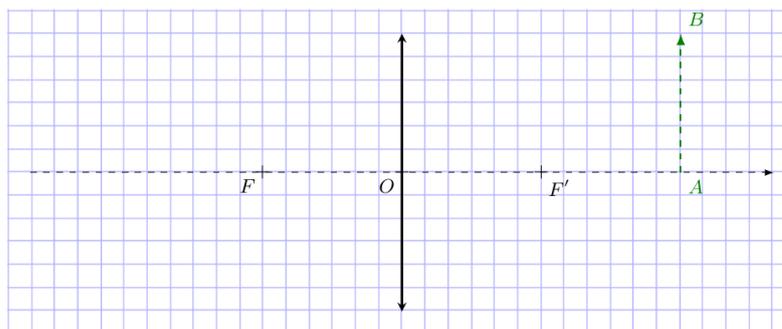
Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
		Réelle	$2f' < \overline{OA'} < +\infty$	

1.2 Objet réel en aval du foyer objet d'une lentille convergente



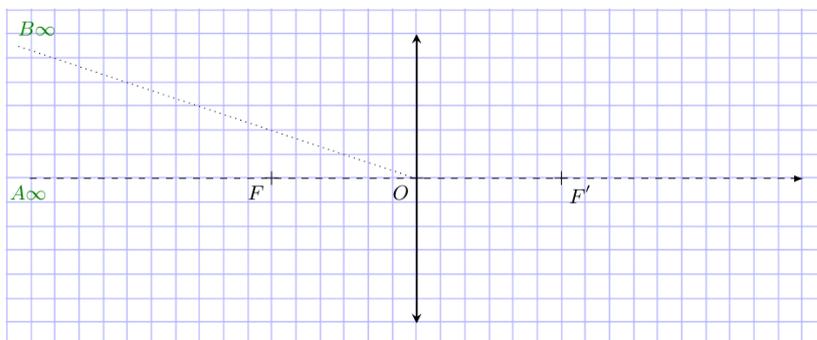
Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Réel	$f < \overline{OA} < 0$			

1.3 Objet virtuel en aval d'une lentille convergente



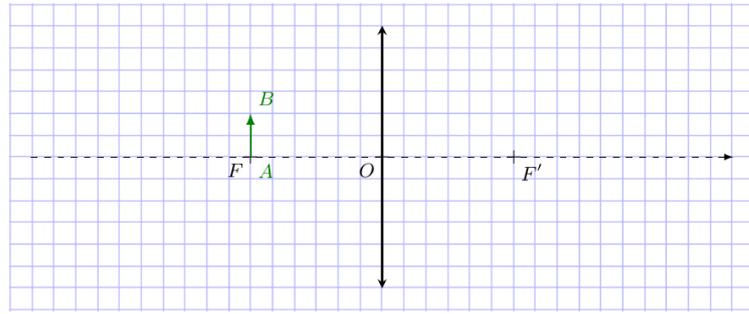
Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Virtuel	$0 < \overline{OA} < +\infty$			

1.4 Objet à l'infini



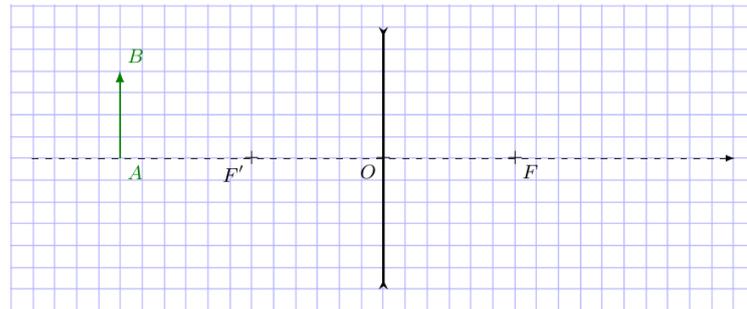
Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Réel	$-\infty$			

1.5 Objet réel au foyer principal objet d'une lentille convergente



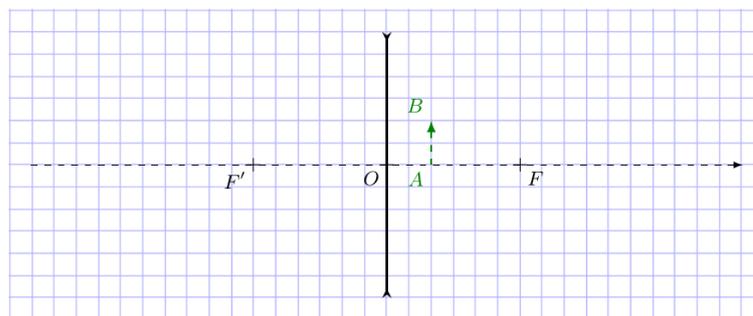
Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Réel	$\overline{OA} = f$			

1.6 Objet réel en amont d'une lentille divergente



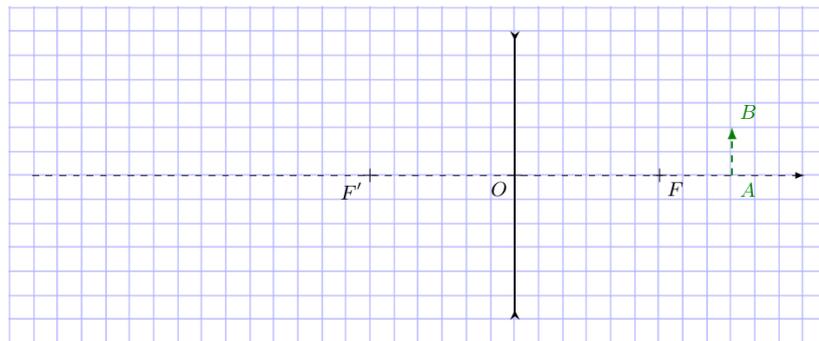
Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Réel	$-\infty < \overline{OA} < 0$			

1.7 Objet virtuel entre une lentille divergente et son foyer principal objet

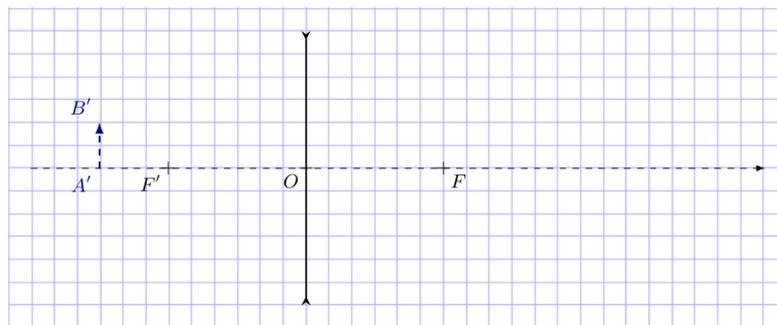


Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Virtuel	$0 < \overline{OA} < f$			

1.8 Objet virtuel en aval foyer principal objet

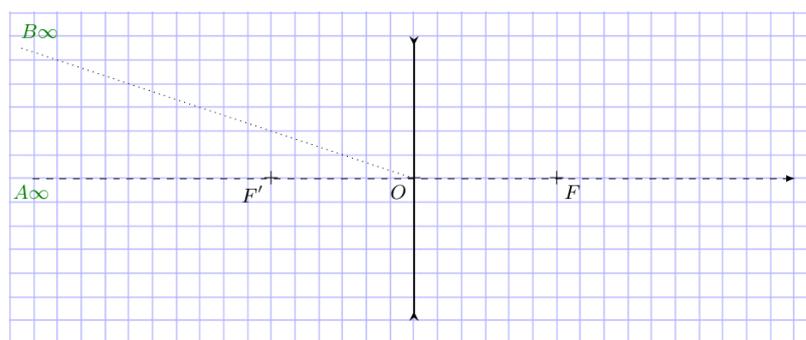


Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Virtuel	$f < \overline{OA} < 2f$			



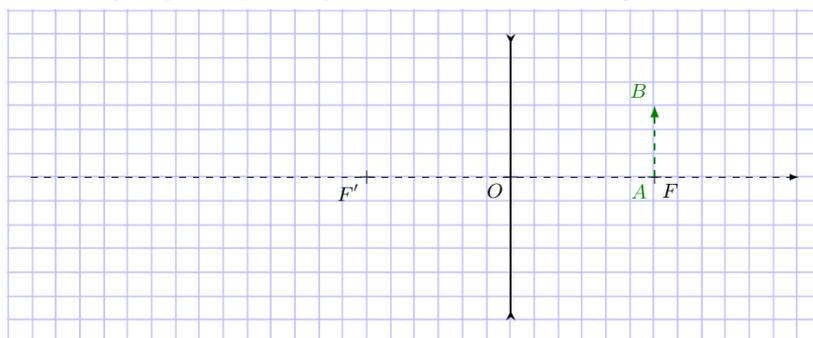
Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
		Virtuelle	$2f' < \overline{OA'} < f'$	

1.9 Objet a l'infini



Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Réel	$-\infty$			

1.10 Objet virtuel au foyer principal objet d'une lentille divergente



Objet		Image		
Nature	Position	Nature	Position	Sens/grandissement transversal
Virtuel	$\overline{OA} = f$			

2 Applications directes de cours

EX1 : Objet virtuel et lentille convergente

Un objet AB est situé derrière une lentille convergente L.

1. L'objet est-il réel ou virtuel ? Comment peut-on le former ?
2. A l'aide de 3 rayons, réaliser la construction de l'image $A'B'$ que L donne à partir de AB. Préciser les principes utilisés.
3. L'image est-elle réelle ou virtuelle ?
4. Est-elle droite ou renversée ?

EX2 : Conditions de Gauss

1. Énoncer les conditions de Gauss.
2. Quelles sont leurs conséquences pour les lentilles minces ?
3. Quels compromis doit faire un opticien avec ces conditions ?

EX3 : Montage $4f'$

1. Retrouver à l'aide de la relation de Newton la position de l'image associée à un objet situé devant une lentille convergente, au double de la distance focale.
2. Si l'on rapproche légèrement l'objet de la lentille depuis la position précédente, comment l'image se déplace-t-elle ?
3. Même question si on éloigne l'objet.

3 Exercices

EX4 : Rétroprojecteur

On se propose d'étudier le dispositif optique simplifié d'un rétroprojecteur. Ce dispositif comprend une source qui éclaire le transparent placé sur une vitre et un système optique comprenant d'abord une lentille convergente de distance focale image $f' = 250$ mm suivie d'un miroir placé à 10,0 cm du centre optique de la lentille. Le miroir et la lentille sont solidaires mais peuvent coulisser ensemble sur un axe vertical. Par ailleurs, le miroir peut tourner autour d'un axe horizontal.

1. On utilise le retroprojecteur pour projeter l'image d'un document sur un ecran vertical. Comment doit-on choisir l'angle α fait par le miroir avec l'horizontale pour que la projection du document horizontal soit verticale ?
2. La distance de l'ecran au miroir etant de 2m, a quelle distance de la lentille doit se trouver le document ? Quelle est dans ces conditions le grandissement transversal γ_t du systeme ? Quelle est la taille de l'image d'un document au format A4 (21 × 29, 7cm) ?
3. On veut maintenant avoir un grandissement transversal de -10. Ou doit-on placer la lentille ? A quelle distance de l'axe vertical doit-on place l'ecran ?

EX5 : Microscope

Un microscope est constitue par l'association de deux lentilles jouant respectivement le role d'objectif (L1) et d'oculaire (L2). Elles sont toutes deux convergentes de distance focale f'_1 et f'_2 . On note $\Delta = \overline{F'_1 F'_2}$.

1. Determiner la position d'un objet AB pour qu'un œil normal puisse l'observer a travers le microscope sans accommoder. On cherchera $\overline{F_1 A}$ en fonction de Δ et f'_1 . Faire une construction geometrique.
2. Exprimer Gc le grossissement commercial du microscope, defini comme le rapport de l'angle sous lequel l'observateur voit l'image par le microscope sans accommoder sur l'angle de vision directe a l'œil nu.

EX6 : Doublet de Huygens

On définit un doublet de lentilles minces (deux lentilles minces partageant le même axe optique) par la donnée de trois nombres : f'_1 , $e = \overline{O_1 O_2}$, f'_2 .

Un doublet de Huygens est de type $f'_1 = 3a$, $e = 2a$, $f - 2' = a$. On notera $\Delta = \overline{F'_1 F'_2}$ et on prendra $a = 2$ cm pour les applications numériques.

1. Placer sur un axe optique les Foyers des lentilles et déterminer par construction géométrique les foyers objet et image du système entier.
2. Vérifier vos résultats par le calcul : Calculer $\overline{F_1 F}$ et $\overline{F'_2 F'}$

4 Problème

EX : Profondeur de pont

Document 1 : Photographie d'un pont



Voici la photo d'un pont permettant le passage sous une route a 2x2 voies separees par un terre-plein central + une voie d'accès. Elle a ete realisee avec un appareil photo reflex plein format : format de l'image sur le capteur : $24\text{mm} \times 36\text{mm}$; distance focale de l'objectif assimile a une lentille mince convergente : $f' = 35\text{mm}$.

Question 1 : Estimer la profondeur du pont.

Indications : Utiliser le grandissement.

EXApproche documentaire : La lunette de Galilée

En 1610, Galilee temoigne de ses travaux concernant la lunette qui portera bientot son nom : "... Je me suis mis à penser aux moyens de fabriquer l'instrument. J'y parvins si parfaitement que j'en construisis un, forme d'un tube de fer, exterieurement recouvert d'un drap cramoisi et long d'environ trois quarts de coudee (coudee environ egale a 50 cm), il comprenait deux lentilles de la grandeur d'un ecu a chaque extremite, l'une plan concave, contre laquelle on plaçait l'œil, l'autre plan convexe... Quel spectacle magnifique et passionnant que de voir le corps lunaire, eloigne de nous de presque 60 rayons terrestres, rapproche au point de nous sembler eloigne de seulement 2 rayons : son diametre nous apparaît ainsi 30 fois plus grand..."

1. Quelle est la nature des lentilles utilisees par Galilee ?
2. La lunette est reglee de facon a donner d'une etoile, objet a l'infini, une image a l'infini, ce qui permet a l'observateur d'eviter toute fatigue puisqu'il voit ainsi sans accommodation. Dans ces conditions la lunette est dite "afocale".
 - a) Preciser et justifier la position des foyers dans une lunette afocale.
 - b) Realiser un schema, sans respecter les echelles, montrant le devenir d'un rayon lumineux incident parallele a l'axe. Exprimer le grandissement transversale γ_t de la lunette en fonction de f'_1 distance focale de l'objectif et f'_2 distance focale de l'oculaire.
 - c) Realiser un schema, sans respecter les echelles, montrant le devenir d'un rayon incident passant par le foyer objet de l'objectif, faisant un angle α avec l'axe optique et emergant sous

un angle α' dans les conditions de Gauss. Déterminer l'expression du grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ de la lunette en fonction de f'_1 distance focale de l'objectif et f'_2 distance focale de l'oculaire. Quelle est la relation entre G et γ_t ?

d) D'après le texte de Galilée, le grossissement de sa lunette est à peu près égal à 30 ; en déduire les valeurs approximatives des distances focales de chacune des lentilles utilisées.

3. Du haut du Campanile de Venise, les sénateurs vénitiens invités par Galilée observent avec cette lunette en direction de Murano, distante de $d = 2,5$ km. Ils distinguent avec enthousiasme le mouvement des gens !

a) Sous quel angle les personnes de 1,70 m (h) sont-elles observées à travers l'instrument ?

b) À quelle distance les sénateurs ont-ils, dans ces conditions, l'impression de voir les habitants de Murano, si l'on se réfère aux textes de Galilée ? Qu'en pensez-vous ?