

## Licence 1 – UE PHY202

### Examen d'Optique

### 1ère session 2017-2018– (durée 2h)

**Aucun document n'est autorisé – calculatrice, règle et rapporteur conseillés.**

*Le sujet comporte 4 pages plus 2 documents réponses à rendre avec la copie.*

*La présentation et la clarté des explications sont évaluées.*

*Le barème est donné à titre indicatif.*

#### I. Tracé de rayons lumineux (~8 points)

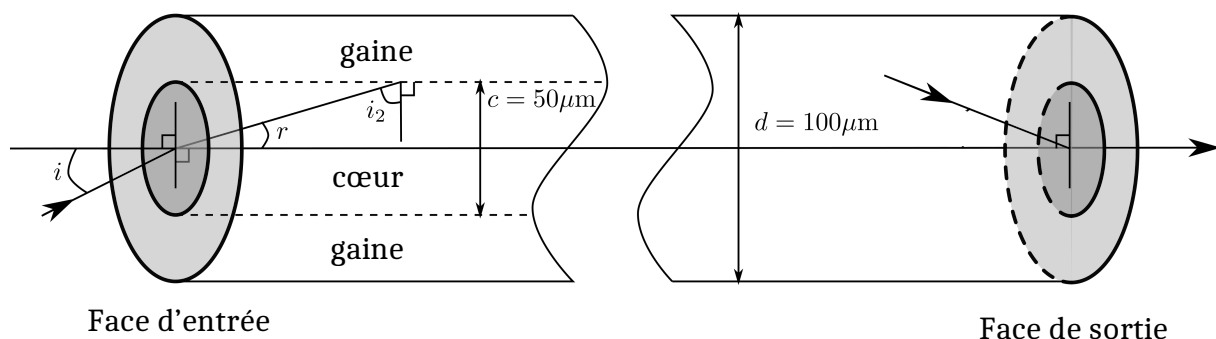
On considère l'image A'B' d'un objet AB donnée par une lentille convergente dans les 4 cas suivants :

- Objet AB réel, situé à 90cm de la lentille, de focale  $f_1' = 30\text{cm}$ .
- Objet AB réel, situé au foyer objet F de la lentille.
- Objet AB réel, situé entre le foyer objet F et la lentille.
- Objet AB virtuel.

Pour chacun des cas, construire l'image A'B' de l'objet AB sur les schémas fournis en annexe et en déduire les caractéristiques de l'image (réelle ou virtuelle, droite ou renversée, plus grande ou plus petite que l'objet).

De plus, pour le premier cas (a), retrouver, par le calcul, la position, le sens et la taille de l'image (réponses à donner sur la feuille annexe).

#### II. Fibre optique (~4 points)



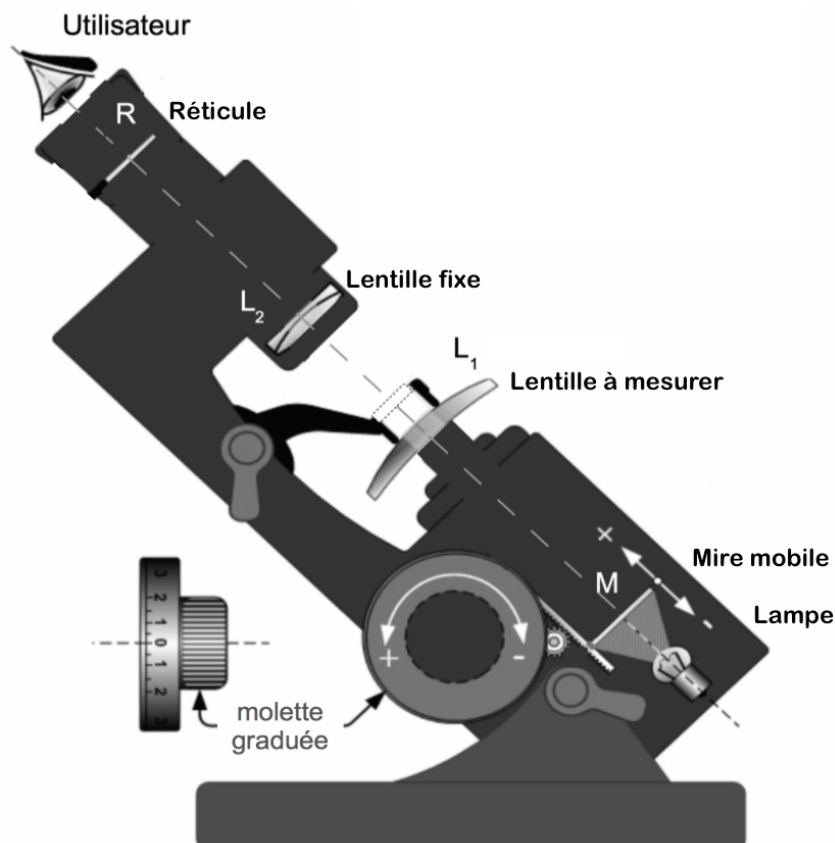
Le guidage de la lumière par fibre optique est une application très importante de l'optique géométrique, dans des domaines aussi divers que la médecine ou les télécommunications. On considère ici une fibre constituée d'un cœur, de diamètre  $c = 50\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ ) et d'indice  $n_c$ , inséré dans une gaine de diamètre  $d = 100\mu\text{m}$  et d'indice  $n_g < n_c$ . On prendra comme indice du cœur celui de la silice  $n_c = 1,5$ . Les faces d'entrée et de sortie de la fibre sont perpendiculaires à son axe.

- 1) On s'intéresse à un rayon lumineux se propageant de l'air ( $n_{air}=1$ ) vers la fibre optique et arrivant sur la face d'entrée de la fibre, au centre de son cœur, avec un angle d'incidence  $i$ . Quels sont les phénomènes auxquels la lumière est soumise à l'interface air-cœur ?
- 2) On s'intéresse au rayon réfracté dans le cœur de la fibre. Il arrive à l'interface cœur-gaine avec un angle d'incidence  $i_2$ . Relier l'angle  $i_2$  à l'angle  $i$ .
- 3) Quels sont les phénomènes auxquels la lumière est soumise à l'interface cœur-gaine ? A quelle condition sur l'angle  $i_2$  y a-t-il réflexion totale à l'interface cœur-gaine ? Evaluer l'angle limite,  $i_{2c}$ , si le rapport des indices  $n_g/n_c = 0,8$ .
- 4) Exprimer et calculer l'angle d'incidence maximal  $i_{max}$  à l'entrée de la fibre qui permet aux rayons de subir une réflexion totale à l'interface cœur-gaine.

### III. Le frontofocomètre (~8 points)

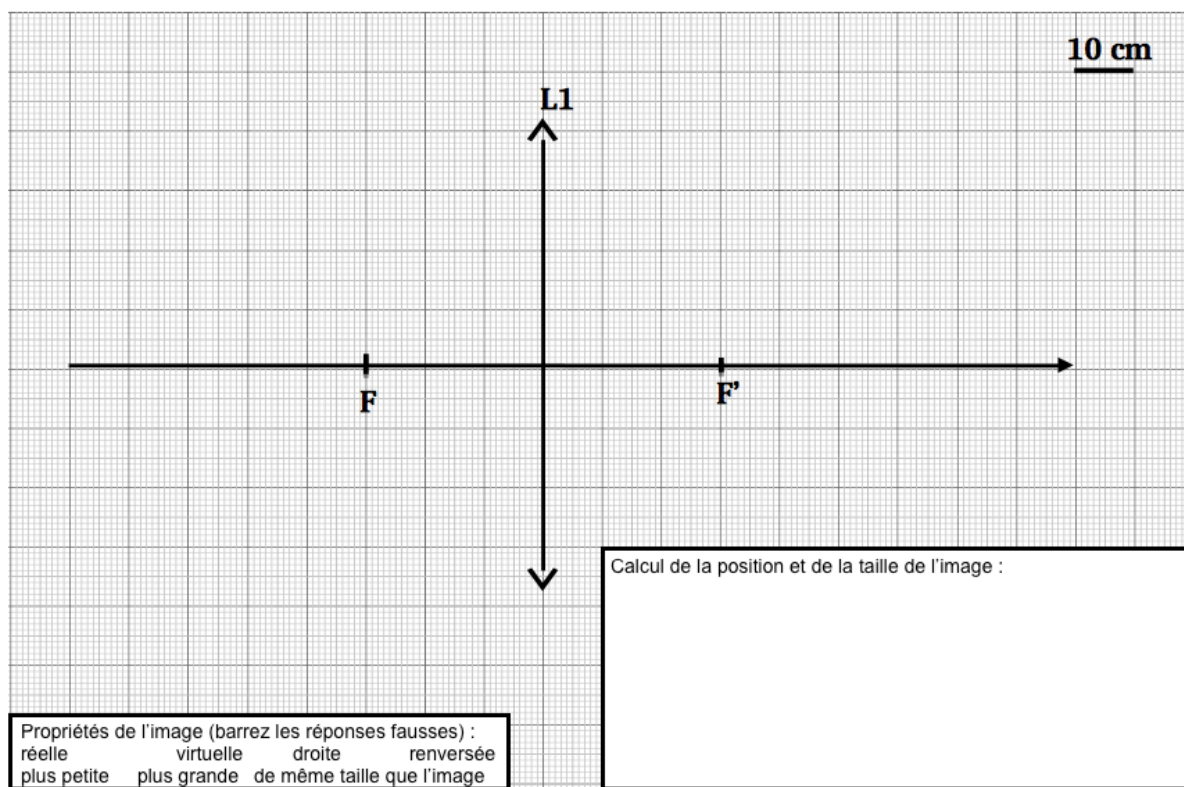
Le frontofocomètre est un dispositif optique permettant de mesurer aisément les focales des lentilles convergentes et divergentes. Cet exercice en présente une version simplifiée, qui n'est utilisable que pour les lentilles convergentes.

L'idée de base du frontofocomètre, représenté sur le dessin ci-après, est la suivante : la lentille convergente  $L_1$  dont on veut connaître la focale, est fixe ; la mire  $M$  est un objet lumineux qui peut être déplacé à l'aide d'une molette graduée en dioptries ; l'image intermédiaire de cette mire  $M$ , donnée par la lentille à mesurer  $L_1$ , sert d'objet pour une 2ème lentille convergente, elle aussi fixe,  $L_2$ , appelée objectif. Lorsque la mire  $M$  est correctement positionnée, l'objectif  $L_2$  forme une image finale dans le plan du réticule  $R$ , qui est une lame transparente graduée. L'utilisateur voit alors, également nettes, la graduation du réticule et l'image de la mire, à travers l'oculaire, non représenté sur le dessin ci-dessous et que nous n'étudierons pas ici.



- 1) Faire le schéma optique du dispositif, en utilisant la représentation symbolique des lentilles et en respectant la convention habituelle de propagation de la lumière de gauche à droite. Faire un tracé de rayons dans le cas où M est un objet réel pour  $L_1$ , qui en fournit une image réelle, servant elle-même d'objet réel pour  $L_2$ , l'image réelle finale fournie par  $L_2$  se formant sur le réticule R. *(Le schéma demandé est un schéma de principe et n'a pas besoin d'être à l'échelle).*
- 2) Le réticule R étant placé dans le plan focal image de l'objectif  $L_2$ , où doit se trouver l'image intermédiaire de la mire pour que son image finale soit nette dans le plan du réticule ?
- 3) Où doit alors être placée la mire par rapport à la lentille à mesurer  $L_1$ , pour que l'image intermédiaire satisfasse à la condition qui répond à la question 2 ?
  - 4) Faire un nouveau schéma du dispositif avec un tracé des rayons lumineux correspondant au positionnement de la mire qui satisfait aux questions 2) et 3
- 5) L'utilisateur effectue une mesure de focale et trouve que l'image finale est nette pour une position de la molette de réglage de la mire comprise entre les graduations 3,9 et 4,1 dioptries. En déduire la distance focale de la lentille  $L_1$  et l'incertitude associée.
- 6) La mire est un cercle lumineux de diamètre égal à 1 cm ; quel est le diamètre du cercle image formé dans le plan du réticule sachant que l'objectif  $L_2$  a une distance focale égale à +5cm ?

## Question Ia



10 cm

**L1**

**F** **F'**

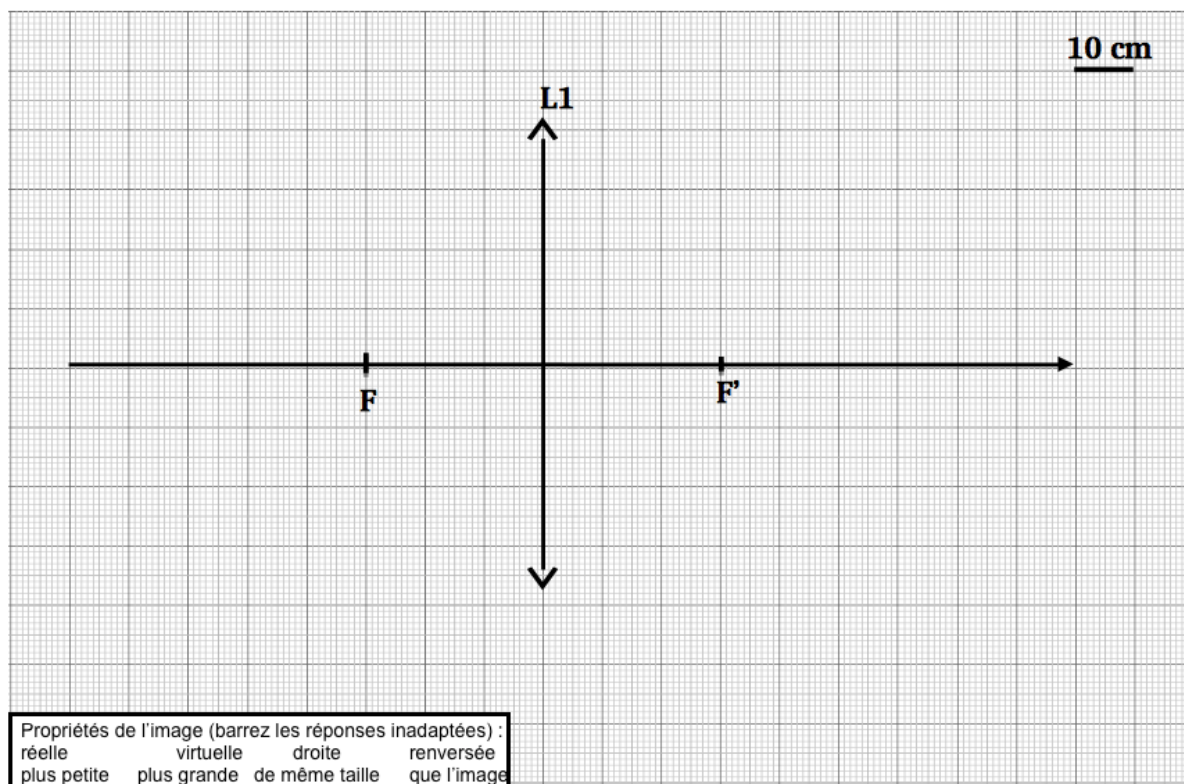
Calcul de la position et de la taille de l'image :

Propriétés de l'image (barrez les réponses fausses) :

<input type="checkbox"/> réelle	<input type="checkbox"/> virtuelle	<input type="checkbox"/> droite	<input type="checkbox"/> renversée
<input type="checkbox"/> plus petite	<input type="checkbox"/> plus grande	<input type="checkbox"/> de même taille que l'image	

corriger : que l'objet

## Question Ib



10 cm

**L1**

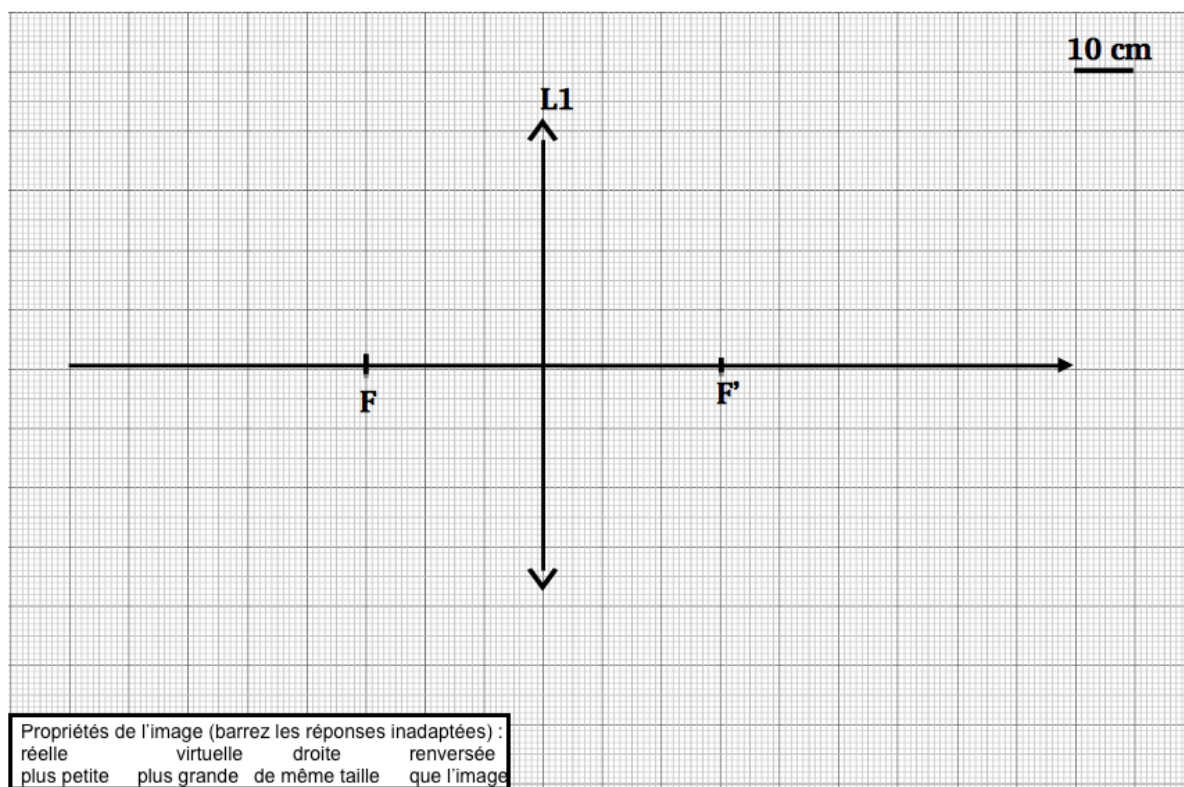
**F** **F'**

Propriétés de l'image (barrez les réponses inadaptées) :

<input type="checkbox"/> réelle	<input type="checkbox"/> virtuelle	<input type="checkbox"/> droite	<input type="checkbox"/> renversée
<input type="checkbox"/> plus petite	<input type="checkbox"/> plus grande	<input type="checkbox"/> de même taille que l'image	

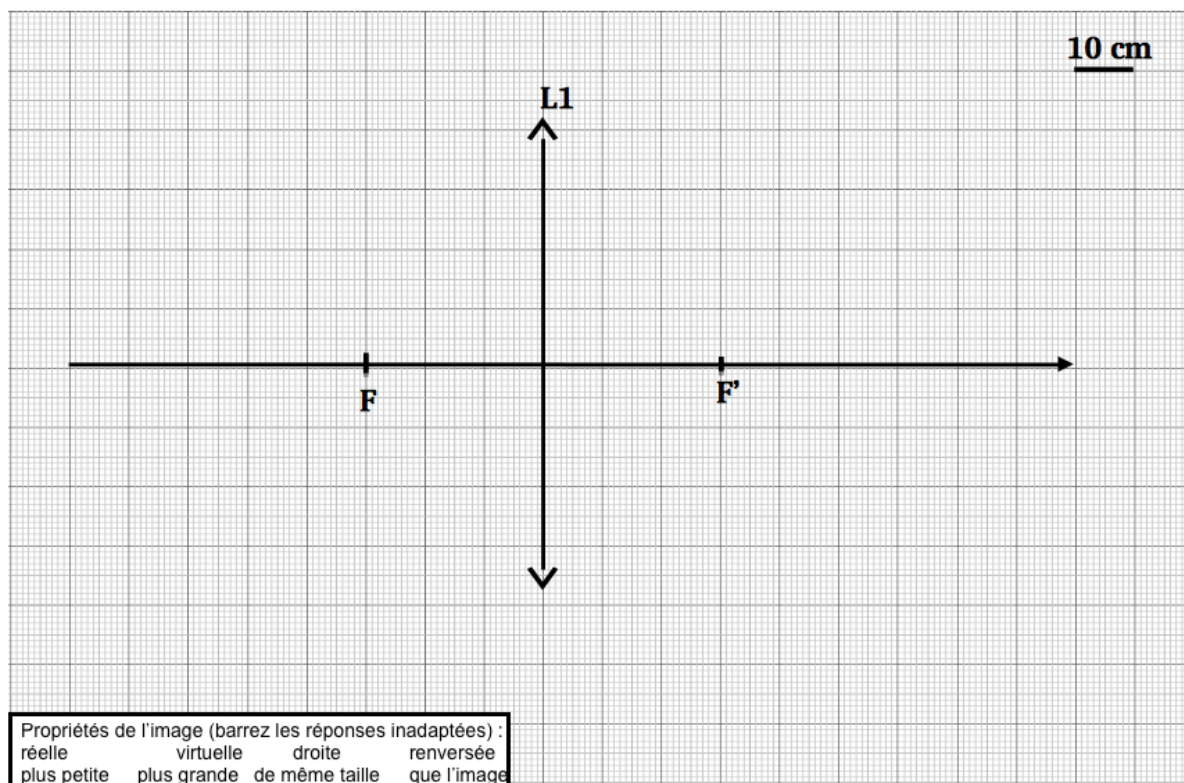
corriger: que l'objet

## Question Ic



corriger : que l'objet

## Question Id



corriger : que l'objet