

**Licence 1 – UE PHY202**  
**Examen d'Optique**  
**1ère session –mai 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.*

---

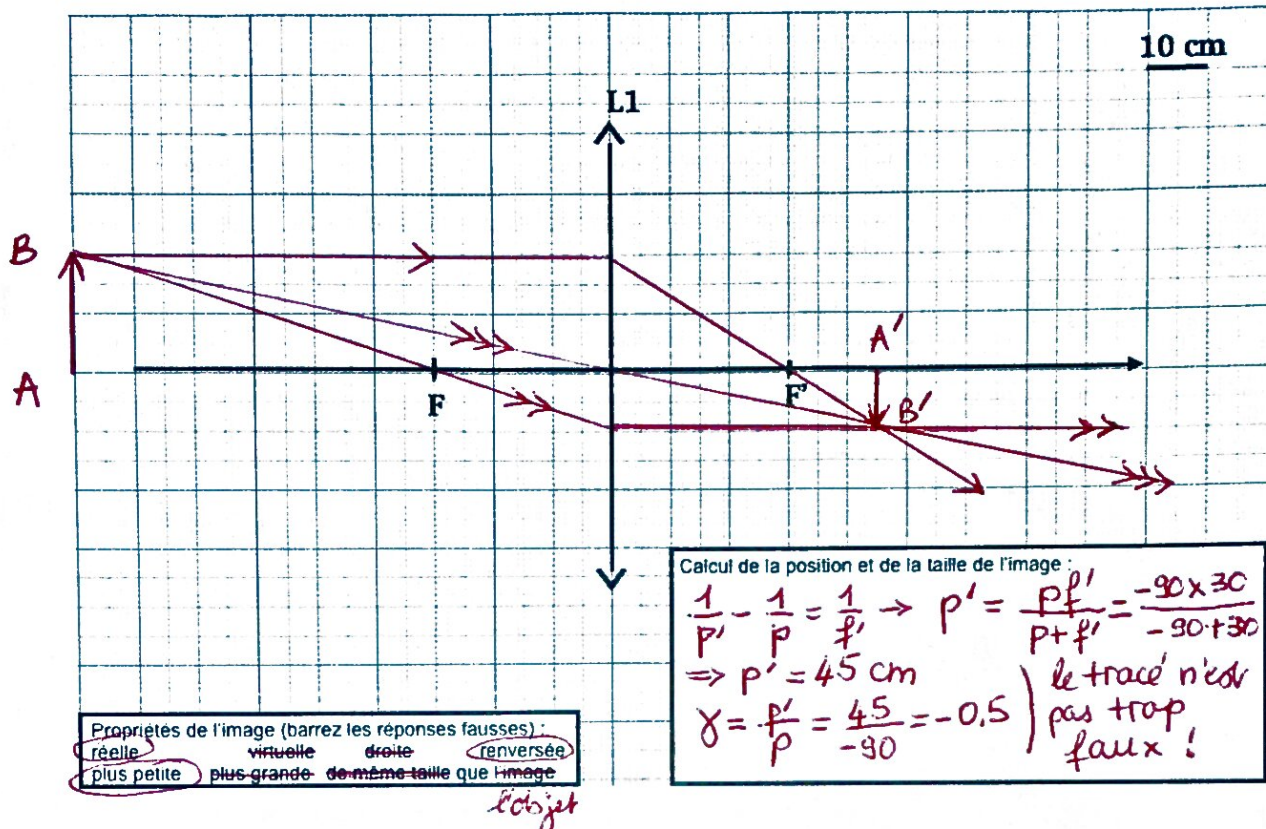
**1. Tracé de rayons lumineux (~8 points)**

6 pts : 4 cas x [ 0.75 pt pour le tracé + (3 x 0.25) pt pour les propriétés de l'image ]  
 2 pts pour le calcul : 0.75pt pour la relation de conjugaison, 0.5 pt pour le grandissement, 0.75 pt pour l'application numérique de p' et du grandissement et l'interprétation pour la nature de l'image.

Annexe 1 à rendre avec la copie

Numéro d'anonymat : CORRIGÉ

### Question Ia



### Question Ib

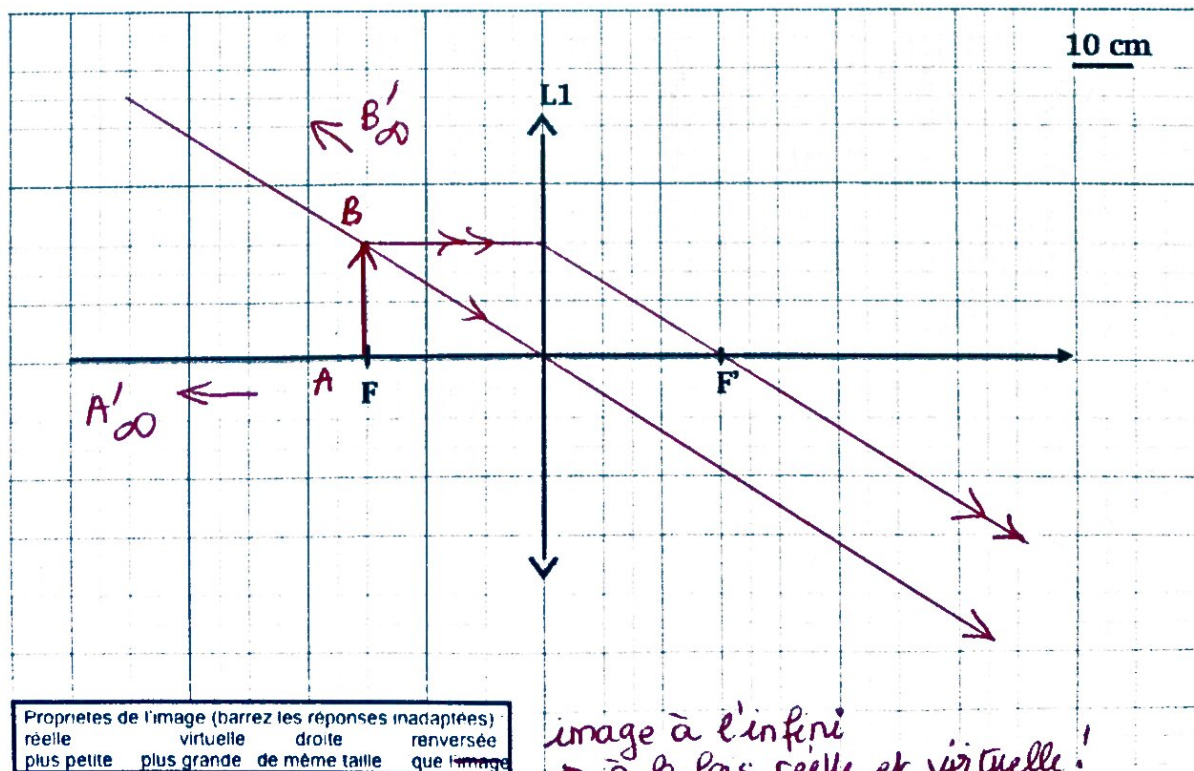
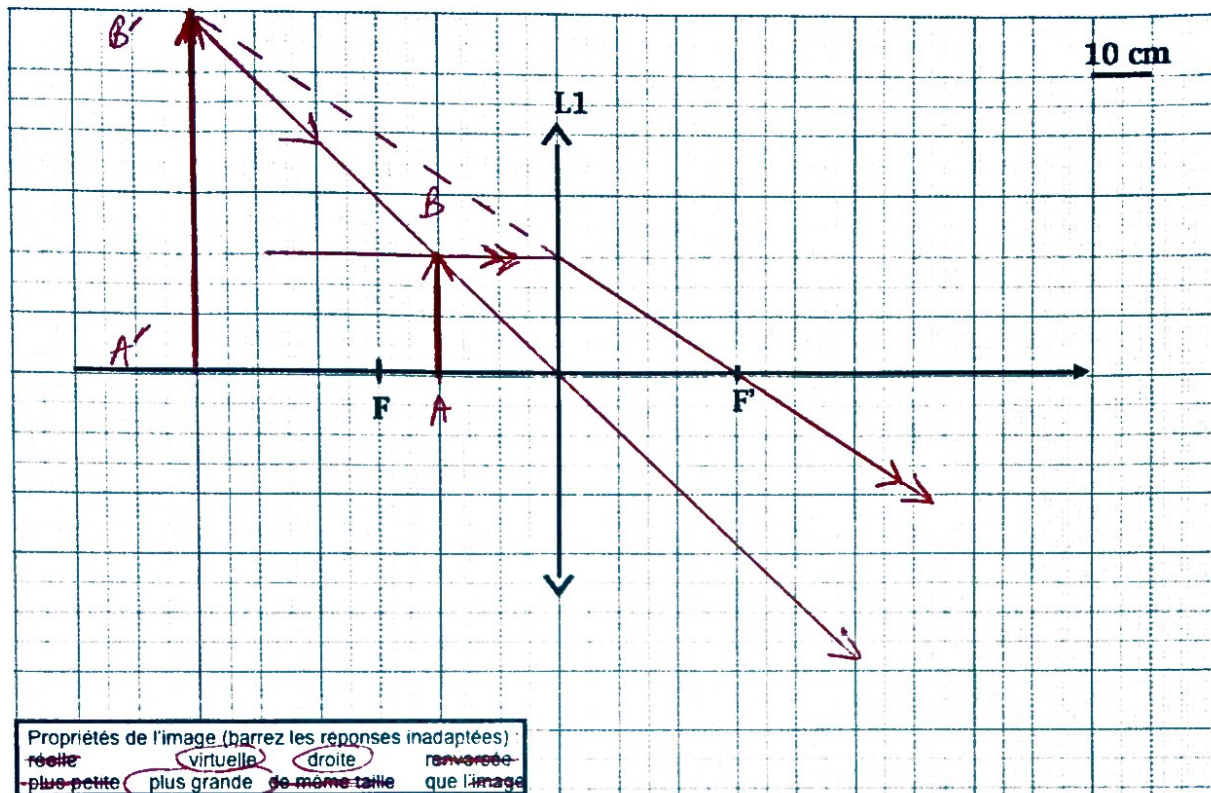


image à l'infini  
 → à la fois réelle et virtuelle !  
 → à la fois droite et renversée !  
 → on ne peut rien dire sur la taille l'objet !

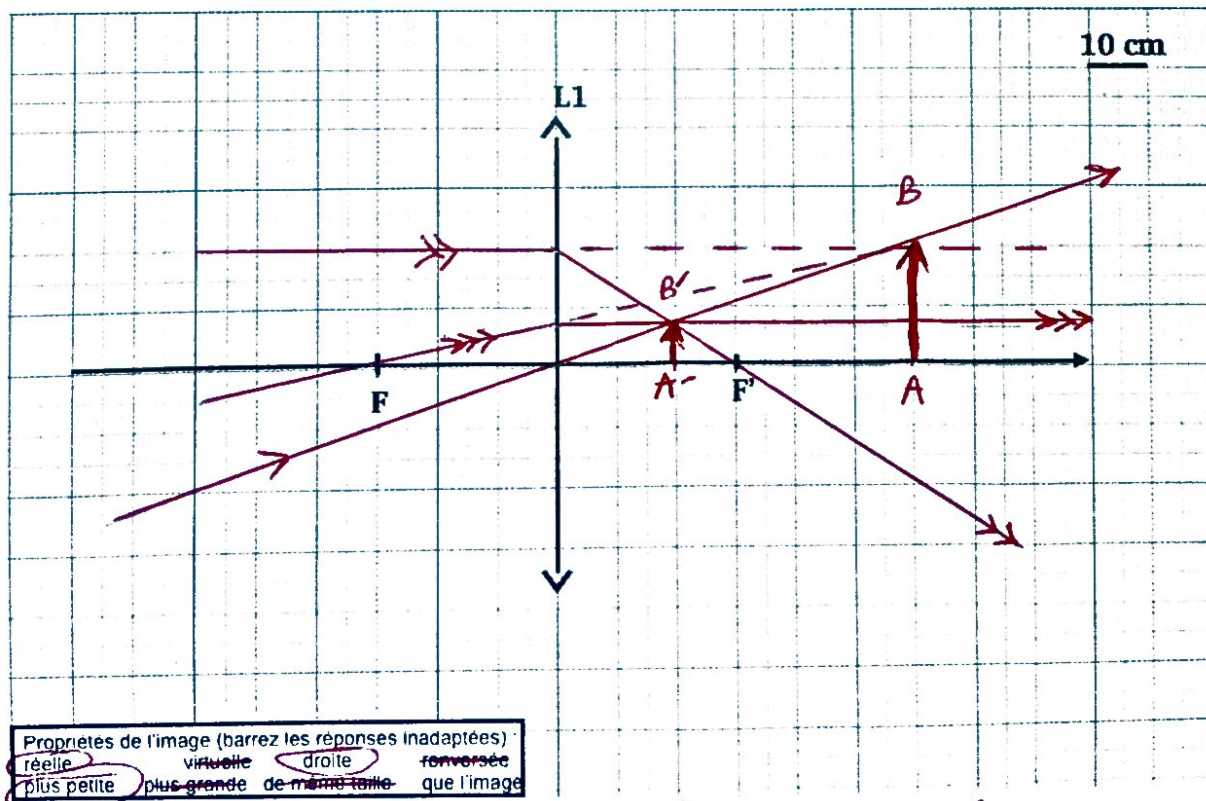
à mon avis: difficile de noter autre chose que ce tracé !  
 claudine



## Question Ic

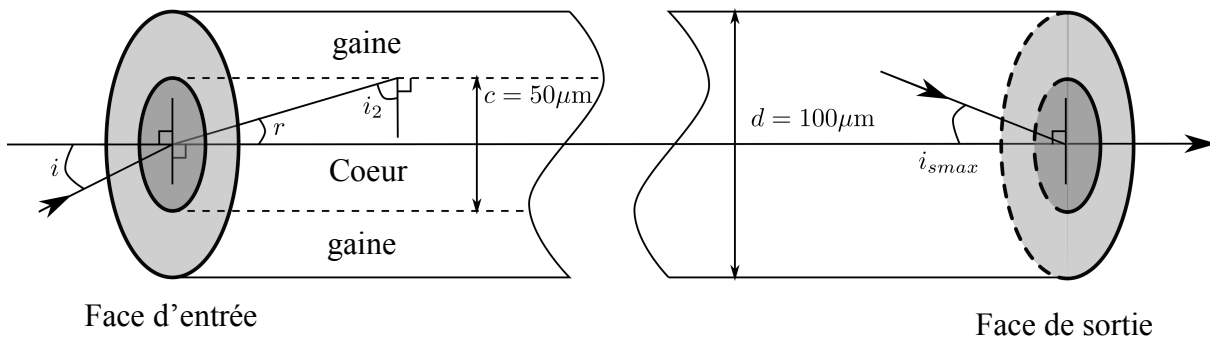


## Question Id



NB: vérifier la cohérence de la taille avec le tracé car tous les cas sont possibles -

## I. Fibre optique (~8 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 seule fibre.

La fibre est constituée d'un cœur dont le diamètre est  $c = 50 \mu\text{m}$  et l'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 sont perpendiculaires à la fibre.

- 1) On s'intéresse à un rayon lumineux se propageant de l'air ( $n_{\text{air}} = 1$ ) vers la fibre optique et arrivant sur la face d'entrée de la fibre au niveau de son cœur, avec un angle d'incidence  $i$ . Quels sont les phénomènes auxquels la lumière est soumise à l'interface air-cœur ?

Réflexion, Réfraction

1 pt : 0.5 pour « réflexion », 0.5 pour « réfraction » avec les explications

- 2) On s'intéresse au rayon réfracté dans le cœur de la fibre. Il arrive à l'interface cœur-gaine avec un angle  $i_2$ . Relier l'angle  $i_2$  à l'angle  $i$ .

Snell-Descartes :  $\sin i = n_c \sin r$ ,  $r + i_2 = 90^\circ$   
 $\Rightarrow \sin i = n_c \cos i_2$

1 pt pour la relation de Snell-Descartes.

- 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  $n_g/n_c = 0,8$ .

$i_{2c} = \arcsin(n_g/n_c)$ , A.N :  $i_{2c} \approx 53^\circ$

1 pt : 0.5 pour la formule, 0.5 pour l'application numérique

- 4) Exprimer et calculer l'angle d'incidence maximal  $i_{\text{max}}$  à l'entrée de la fibre qui permet aux rayons de subir une réflexion totale à l'interface cœur-gaine.

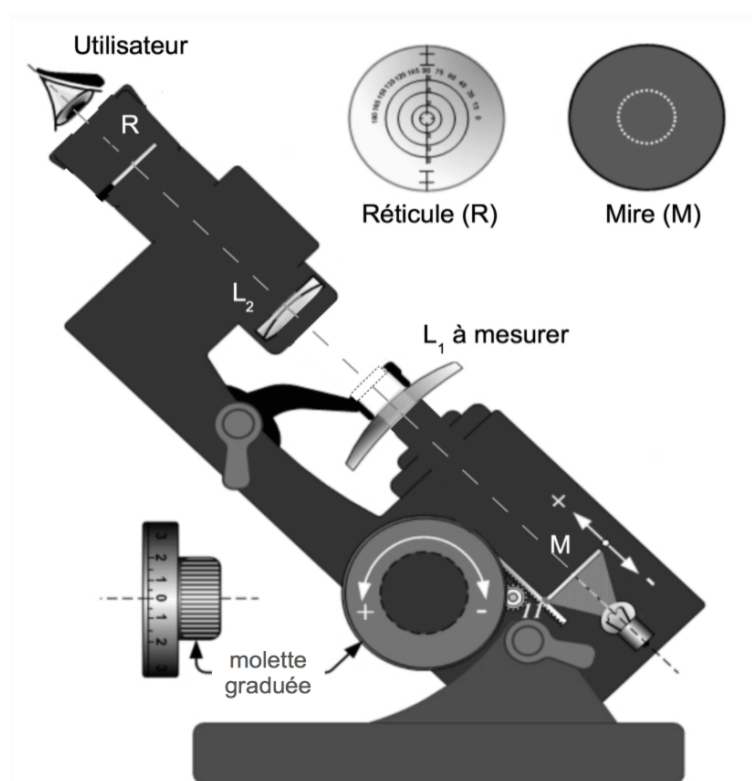
$\sin i_{\text{max}} = n_c \cos i_{2c} = n_c \sqrt{1 - \sin^2 i_{2c}} = n_c \sqrt{1 - n_g^2/n_c^2} = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$ ,  
 A.N :  $i_{\text{max}} \approx 64^\circ$

1 pt : 0.5 pour la formule littérale de  $i_{\text{max}}$ , 0.5 pour l'application numérique

## II. Mesure de distance focales (~8 points)

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

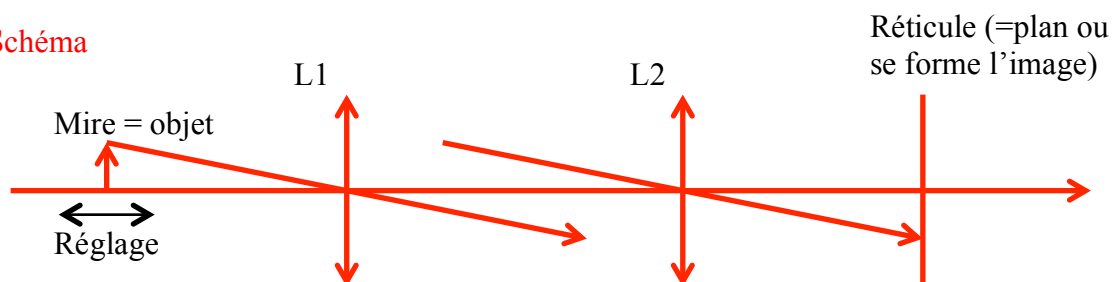
L'idée de base du frontofocomètre représenté sur le dessin ci-après est la suivante : la lentille  $L_1$  dont on veut connaître la focale est fixe ; la mire  $M$  est un objet lumineux qui peut être déplacé à l'aide d'une molette graduée en dioptries ; l'image intermédiaire de cette mire  $M$ , donnée par la lentille à mesurer  $L_1$ , sert d'objet pour une 2ème lentille, elle aussi fixe,  $L_2$ , appelée objectif. Lorsque la mire est correctement positionnée, l'objectif  $L_2$  forme une image 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.



- 1) Faire le schéma optique du dispositif en utilisant les représentations symboliques des lentilles et des objets et images, et en respectant la convention habituelle de propagation de la lumière de gauche à droite. (Remarque : le schéma demandé est un schéma de principe et n'a pas besoin d'être à l'échelle.)

1,5pt

Schéma



- 2) Par construction, le réticule R est placé dans le plan focal image de l'objectif  $L_2$ . Où doit se trouver l'image intermédiaire de la mire pour que l'utilisateur voie nette l'image finale ?

1pt

Réticule en  $F'_2$ , donc image en  $F'_2 \rightarrow$  image intermédiaire à l'infini [1pt]

- 3) Où doit 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 ?

1pt

Mire dans le plan focal objet de  $L_1$  pour avoir une image à l'infini [1pt]

- 4) Tracer les rayons lumineux correspondant au positionnement de la mire qui donne une image finale nette dans le plan du réticule.

1,5pt

Tracé (voir schéma ci-dessus)

- 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. Donner la distance focale de la lentille mesurée et son incertitude associée.

$$f' = 1/V \rightarrow f' \text{ entre } 1/3,9 = 0,256 \text{ m et } 1/4,1 = 0,244 \text{ m}$$

2pts

$$f^* = (0,256 + 0,244)/2 = 0,250 \text{ m [1pt] et } \Delta f^* = (0,256 - 0,244)/2 = 0,006 \text{ m [1pt]}$$

$$\rightarrow f^* = 25,0 \pm 0,6 \text{ cm}$$

- 6) Le cercle lumineux de la mire a un diamètre de 1 cm, quel est le diamètre du cercle image formé dans le plan du réticule sachant que l'objectif a une distance focale de +5cm ?

1pt

$$\tan \theta = AB/f^*_1 = A'B'/f^*_2$$

$$\rightarrow A'B' = AB \times f^*_2/f^*_1 = 1 \times 5/25 = 1/5 = 0,2 \text{ cm}$$