

PROBLEME B : APPROCHE D'UN PROJECTEUR DE DIAPOSITIVES

Les questions de ce problème constituent une suite logique et sont donc à traiter dans l'ordre indiqué. Un document réponse est à votre disposition pour certaines questions.

Pour les tracés d'optique géométrique demandant une grande précision, le correcteur attachera une importance au soin et à la clarté des figures du document réponse.

Certaines des questions peuvent donner lieu à une application numérique, une attention toute particulière y sera donnée lors de la correction de ce problème.

Notez bien que, pour des raisons techniques, il ne nous était pas possible de garantir la correspondance entre les valeurs des applications numériques et les distances focales mesurées sur les figures du document réponse. Ces dernières ont donc été choisies indépendamment des applications numériques de manière à vous permettre de tracer des figures restant dans la page et donnant une idée claire du schéma de fonctionnement. En conséquence aucune valeur ne sera mesurée à la règle sur le document réponse.

B.1 PREAMBULE

Dans l'ensemble de ce problème, on supposera qu'on se trouve dans les conditions de GAUSS.

B.1.1 On considère un pinceau lumineux convergent arrivant sur la lentille divergente de la figure 1. Sur la figure (B.1.1) du document réponse, tracer le pinceau lumineux au-delà de cette lentille.

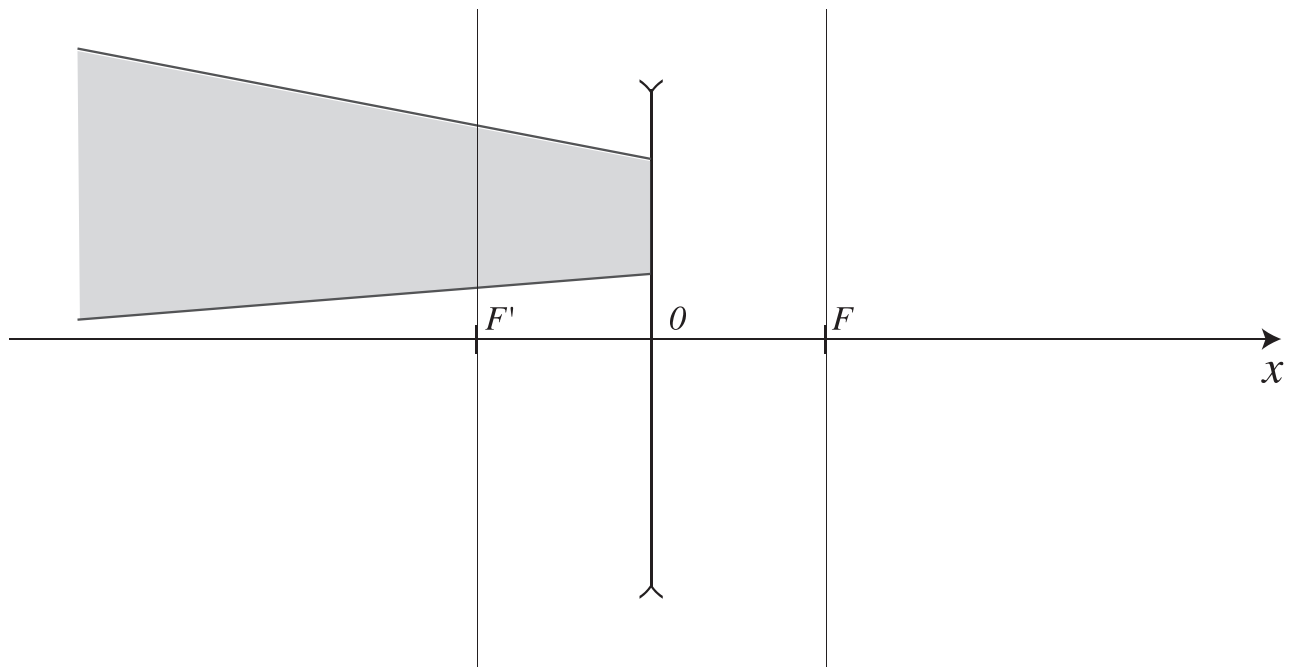


Figure 1 : faisceau convergent arrivant sur une lentille divergente

- B.1.2** On considère un système optique constitué (de gauche à droite) de deux lentilles minces convergentes (C1) et (C2) coaxiales de distance focale respective f_1' et $f_2'=f_1'/3$. Quelles sont les conditions pour qu'un faisceau incident parallèle entrant dans la lentille (C1) induise un faisceau parallèle sortant de la lentille (C2) ? Argumenter votre réponse.
- B.1.3** Faire le tracé correspondant sur la figure (B.1.3) du document réponse. On prendra un faisceau incident de rayons parallèles faisant un angle α avec l'axe optique.
- B.1.4** Etablir l'expression du rapport G (défini positif) des largeurs des faisceaux d'un tel système optique. Pour l'application numérique, on prendra $f_1' = 6 \text{ cm}$.
- B.1.5** Le faisceau incident faisant un angle α avec l'axe optique, exprimer l'angle α' du faisceau sortant en fonction de G et de α . Commenter le signe.
- B.1.6** On considère maintenant un système optique constitué (de gauche à droite) de deux lentilles minces (C1) et (D2) coaxiales de distance focale respective f_1' et f_2' . La lentille (C1) est convergente et (D2) est divergente. Quelles sont les conditions pour qu'un faisceau incident parallèle entrant dans la lentille (C1) induise un faisceau parallèle sortant de la lentille (D2) ? Argumenter votre réponse.
- B.1.7** Faire le tracé correspondant sur la figure (B.1.7) du document réponse. On prendra un faisceau incident de rayons parallèles faisant un angle α avec l'axe optique.
- B.1.8** Etablir l'expression du rapport G' (défini positif) des largeurs des faisceaux d'un tel système optique.
- B.1.9** Le faisceau incident faisant un angle α avec l'axe optique, exprimer l'angle α' du faisceau sortant en fonction de G' et de α . Commenter le signe.
- B.1.10** Le faisceau sortant est-il toujours formé de rayons parallèles ? (Argumenter)

B.2 CONCEPTION D'UN PROJECTEUR DE DIAPOSITIVES

On cherche à concevoir un projecteur de diapositives (24 mm x 36 mm) permettant d'obtenir une image de 1,20 m de large sur un écran situé en E à $l=3$ mètres du centre optique de la lentille mince (C1) pour une diapositive horizontale. Dans cette partie du problème, on notera e la distance \overline{IF} et m la distance $\overline{F'E}$. Comme on peut le voir sur la figure 2, on remplacera la source lumineuse réelle (à gauche) par une source ponctuelle située en S.

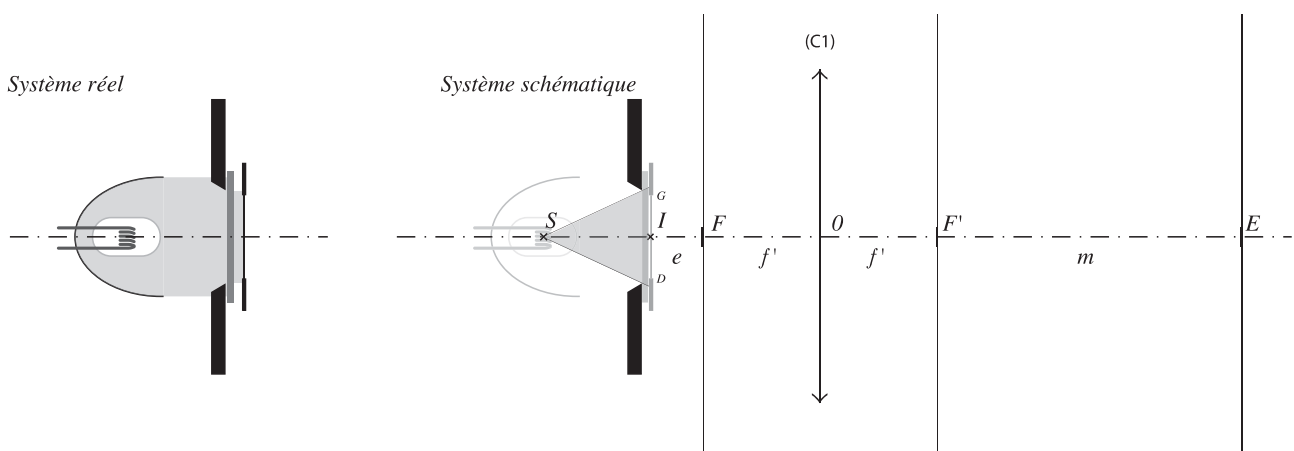


Figure 2 : Vue du projecteur de diapositives

- B.2.1** Quel est le grandissement γ nécessaire ? Commenter le signe.
- B.2.2** Dans un premier temps, on utilise le montage de la figure 2 qui comprend une source lumineuse (que l'on supposera ponctuelle) située en un point S (située sur l'axe optique) située en amont d'un diaphragme et un diffuseur épais. La diapositive sera insérée, centrée en I sur l'axe optique juste devant le diffuseur. L'objectif est constitué d'une lentille convergente de focale $f' = \overline{OF} = -\overline{OF'}$ centrée sur l'axe optique en O . Quel est l'intérêt du diffuseur épais ?
- B.2.3** Tracer sur la figure (B.2.3) du document réponse G' et D' les images des points G et D représentant respectivement les bords gauches et droits de la diapositive. Dans quel sens faut-il monter la diapositive ? Justifier votre réponse.
- B.2.4** Déterminer les expressions de e , m et f' en fonction du grandissement γ et de l . Réaliser l'application numérique pour le grandissement souhaité.
- B.2.5** On souhaite en plus pouvoir obtenir une image nette par déplacement de l'objectif pour des distances l comprises entre 2 et 5 m. Quelles sont les grandissements et largeurs d'images horizontales correspondant à ces deux limites (image nette d'une diapositive horizontale) ?
- B.2.6** Quelles sont les limites de déplacement de la lentille (C1) entre O_{min} et O_{max} (donner $\overline{IO_{min}}$ et $\overline{IO_{max}}$) ? Quelle est la course nécessaire pour l'objectif ?
- B.2.7** Quel intérêt/inconvénient voyez-vous à utiliser toute la surface de la lentille ?

B.3 PROJECTEUR DE SECONDE GÉNÉRATION

Pour réaliser un projecteur de seconde génération, on interpose une lentille (C0) convergente entre la lampe et le diaphragme du montage précédent. Cette lentille est en général épaisse, mais pour les besoins de cet exercice, on supposera qu'elle est mince et qu'on se trouve toujours dans les conditions de GAUSS (cf. figure 3). On remplace le diffuseur par un verre parfaitement transparent permettant de séparer thermiquement les deux parties du projecteur. On supposera qu'il est suffisamment fin pour qu'on puisse négliger le décalage de rayons qu'il induit.

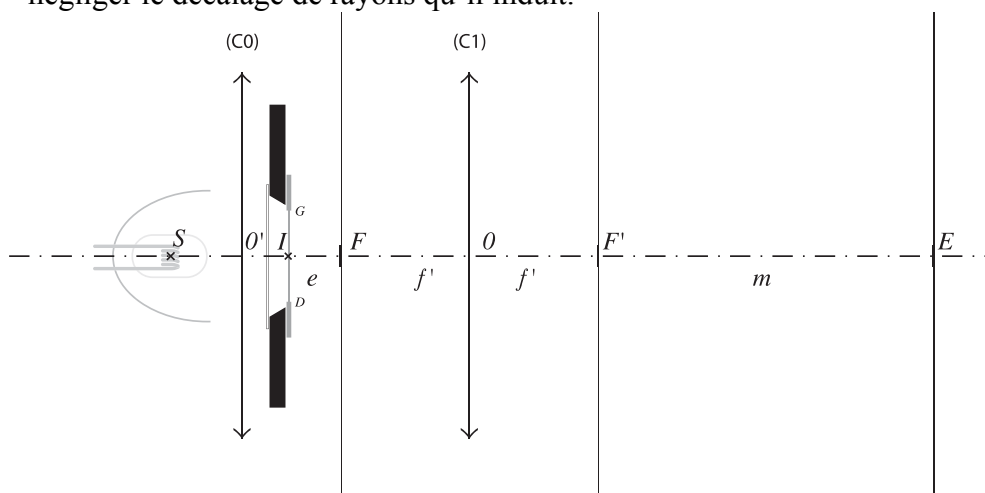


Figure 3 : Vue du projecteur de diapositives de seconde génération

- B.3.1** On a placé la lentille convergente (C0) de manière à ce que le pinceau lumineux issu de S englobe **toute la largeur de la diapositive** et se focalise en O , centre optique de la lentille (C1). Sur la figure (**B.3.1**) du document réponse :
- tracer l'enveloppe « utile » du pinceau lumineux entre S et E (définie par les rayons limites)
 - construire les images G' et D' de G et D respectivement (commentaire)
 - indiquer explicitement la position du plan focal image de (C0).
- B.3.2** Donner la relation entre la distance focale image f_0' de (C0) et $\overline{O'O}$ pour un grandissement transversal associé à (C0) $G_t = -4$.
- B.3.3** Pour des raisons d'encombrement, on est contraint de fixer la distance \overline{SI} à 5 cm. En déduire la valeur de la distance $\overline{SO'}$ pour une image nette pour une distance $l = 200$ cm.
- B.3.4** Quelle est alors la valeur de la distance focale de la lentille (C0) ?
- B.3.5** Dans le cadre des conditions aux limites imposées pour le réglage de la netteté dans **B.2**, on a prévu de pouvoir déplacer la lentille (C1) entre O_{min} et O_{max} déterminés dans **B.2.5**. Ceci implique un mouvement conjugué de (C0) entre les positions O'_{min} et O'_{max} . Donner les distances $\overline{SO'_{min}}$ et $\overline{SO'_{max}}$ correspondantes de manière à toujours respecter les conditions explicitées dans **B.3.1**.
- B.3.6** Quelle est la relation entre la course $\Delta SO'$ de la lentille (C0) et la course ΔIO de la lentille (C1) ? Application numérique.
- B.3.7** Doit-on toujours mettre la diapositive dans le même sens ? Commenter.
- B.3.8** Quels sont les avantages à placer (C1) au point conjugué de S par (C0) ?

FIN DU PROBLEME B

FIN DE L'ENONCE.

DOCUMENT REPONSE

N.B. : Le candidat veillera à bien remettre le présent document réponse avec sa copie et à le placer dans le même sens que les autres copies rendues afin de préserver son anonymat.

Les tracés d'optique étant délicats, le correcteur attachera une importance au soin et à la clarté du document rendu.

Figure B.1.1 :

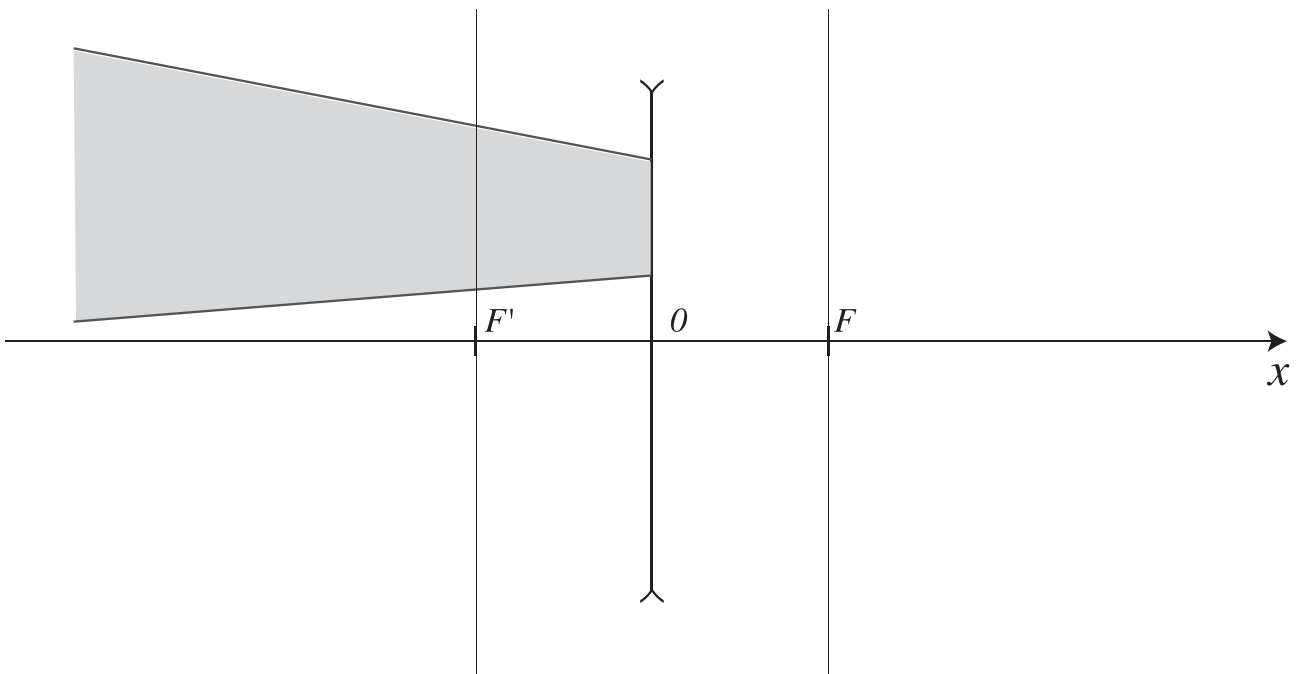


Figure B.1.3 :

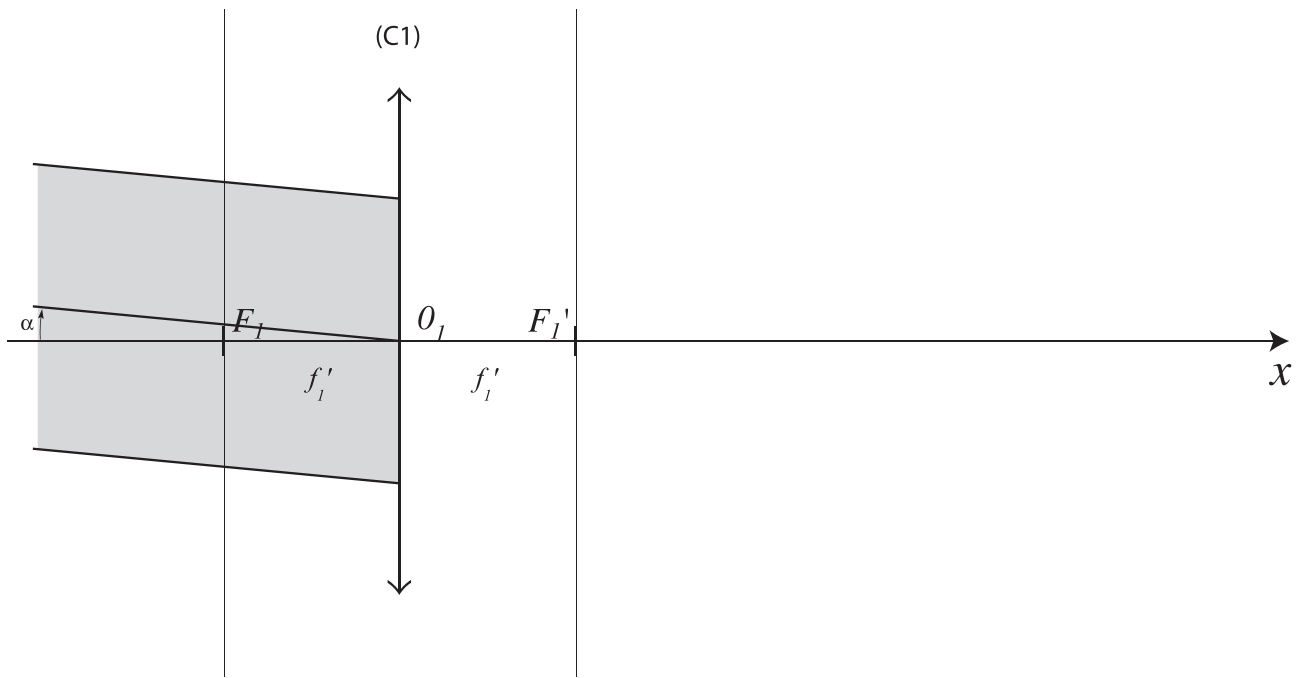


Figure B.1.7 :

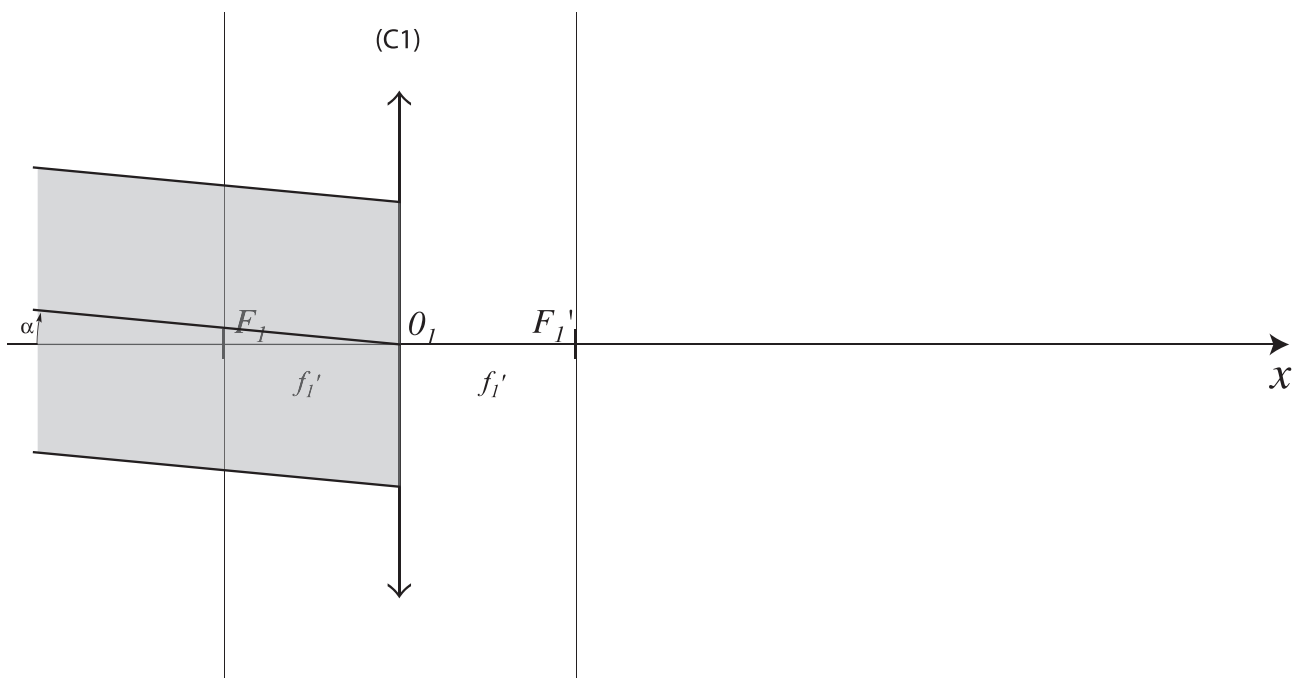


Figure B.2.3 :

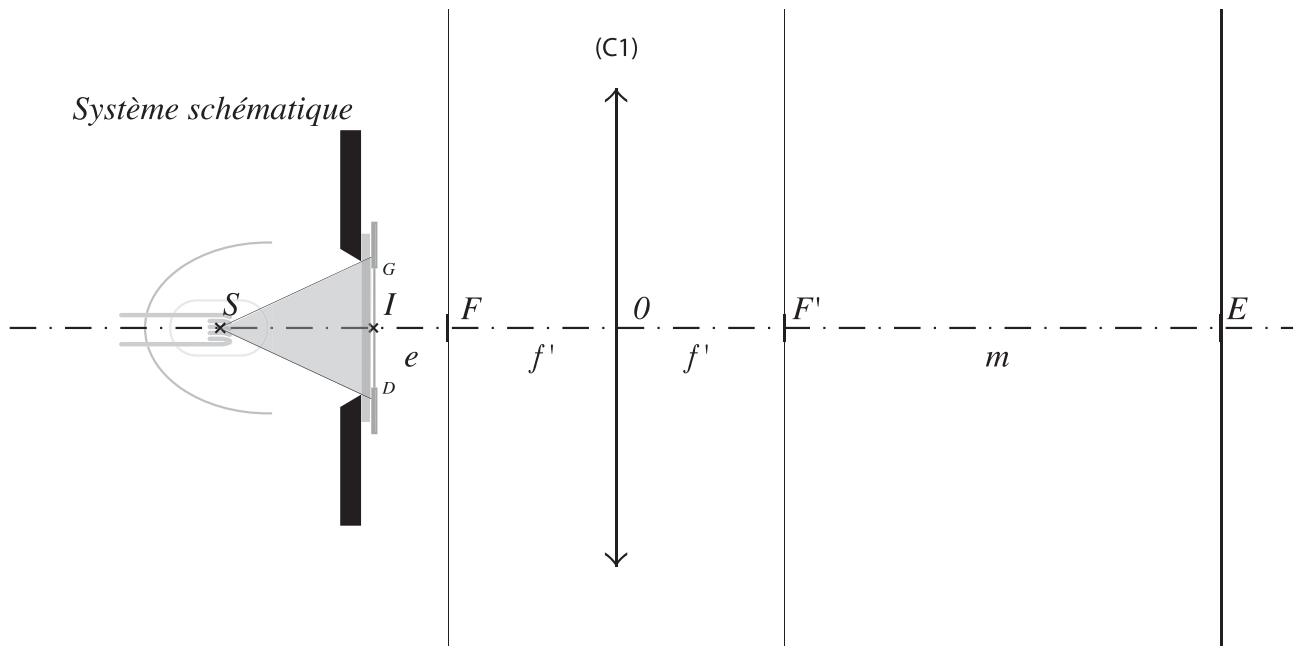
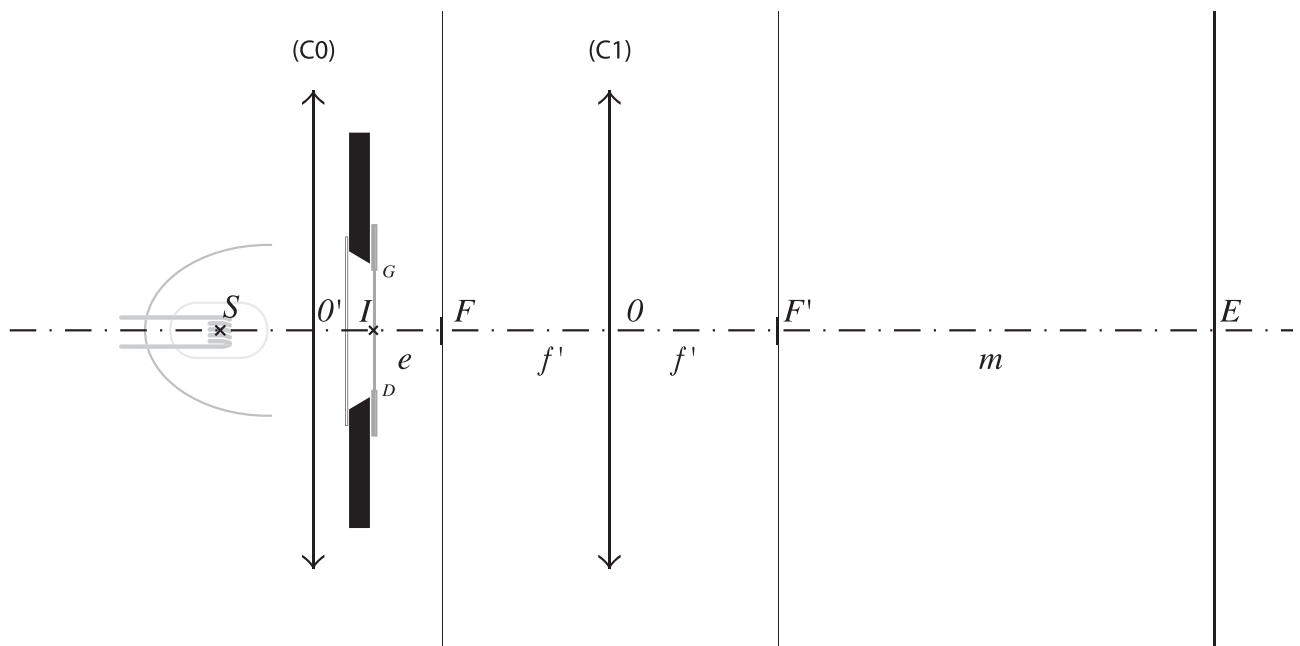


Figure B.3.1 :



FIN DU DOCUMENT REPONSE