EXERCICE 3 – ASTRONOMIE ET LITTÉRATURE
« Promontorium somnii » de Victor Hugo (4points)

En 1834, François Arago invite Victor Hugo à une séance d'observation à l'Observatoire de Paris. Dans le long poème en prose « Le promontoire du songe » qu'il consacre à cette visite, Victor Hugo raconte être monté sur la plate-forme de l'Observatoire et y avoir observé la Lune. Il dit avoir utilisé une lunette qui grossissait 400 fois et rapporte qu'Arago lui soutint qu'elle ramenait la distance entre lui et la Lune de 90000 à 225 lieues. Parmi les instruments de l'Observatoire, seuls les « objectifs de Lerebours », testés à cette époque à l'Observatoire de Paris, et dont les diamètres étaient de l'ordre de la vingtaine de centimètres, pour des distances focales de 5 à 6 mètres, peuvent correspondre à cette description : leur grossissement, avec des oculaires ayant un centimètre et demi de longueur focale, pouvait atteindre la valeur de 400 donnée par Victor Hugo.

Extrait du poème en prose

« Arago était chez lui, il me fit monter sur la plate-forme. Il y avait là une lunette qui grossissait quatre cents fois ; si vous voulez vous faire une idée de ce que c'est qu'un grossissement de quatre cents fois, **représentez-vous le bougeoir que vous tenez à la main haut comme les tours de Notre-Dame.**
Arago disposa la lunette, et me dit :
-Regardez […].
Un instant après, Arago poursuivit :
-Vous venez de faire un voyage.
-Quel voyage ?
-Tout à l'heure, comme tous les habitants de la Terre, vous étiez à **quatre-vingt-dix mille lieues** de la Lune.
-Eh bien ?
-Vous en êtes maintenant à **deux cent vingt-cinq lieues.**
-De la Lune ?
-Oui.
C'était là en effet le résultat du **grossissement** de quatre cents fois. J'avais, grâce à la lunette, fait sans m'en douter cette enjambée […]
C'est cette Lune-là que j'avais sous les yeux. […]
L'effet est terrifiant.
Autre chose que nous tout près de nous. L'inaccessible presque touché. L'invisible vu. Il semble qu'on n'ait que la main à étendre. […]
Le champ du télescope était trop étroit pour embrasser la planète entière, la sphère ne s'y dessinait pas, et ce que j'en voyais […] … »

1- Au sujet du grossissement de la lunette utilisée par Victor Hugo

On veut vérifier que l'exemple choisi par Arago est cohérent : pour le bougeoir dont il parle, on prendra une hauteur h = 17 cm et pour les tours de Notre-Dame de Paris la hauteur H = 69 m. On supposera dans cet exercice que les angles exprimés en radians vérifient la relation $\tan(\alpha) \approx \alpha$.

1.1. Le bougeoir est placé à une distance d de l'œil de l'observateur. Cette distance d est suffisante pour que l'approximation précédente $\tan(\alpha) \approx \alpha$ soit applicable. Sur un schéma, faire apparaître la distance d, le bougeoir de hauteur h et l'angle α. Exprimer en radian le diamètre apparent α du bougeoir (angle sous lequel il est vu dans les conditions décrites) en fonction de la distance d et de la hauteur h.

1.2. L'observateur se place maintenant à la même distance *d* d'une des tours de la cathédrale Notre-Dame de Paris. Exprimer en radian le diamètre apparent α' de la tour en fonction de la distance *d* et de la hauteur *H*.

1.3. Vérifier que la comparaison proposée par Arago correspond bien à un grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ voisin de 400.

1.4. Pourquoi Arago dit-il à Victor Hugo qu'il a fait un grand voyage ? Vérifier que les distances citées par Arago sont bien dans le rapport du grossissement *G* de la lunette.

2. Recherche des caractéristiques de la lunette utilisée par Victor Hugo

Pour cette étude, on prendra la distance focale f'_1 de l'objectif L_1 égale à 6,0 m et pour celle de l'oculaire L_2 la valeur f'_2 = 1,5 cm. Les schémas à compléter **en annexe sont à rendre avec la copie**. Ils ne sont pas à l'échelle de la lunette réelle.

2.1. La Lune, située à la distance *D* = 384 400 km de la Terre, a un diamètre moyen AB = 3 474 km et son diamètre apparent vu depuis la Terre a une valeur moyenne de l'ordre du demi-degré soit $\alpha \approx 8{,}5$ mrad.

2.1.1. Où se forme l'image A_1B_1 de la Lune donnée par l'objectif L_1 ?
2.1.2. Construire l'image A_1B_1 sur la **figure a. en annexe**.
2.1.3. Exprimer la taille de l'image A_1B_1 en fonction de f'_1 et du diamètre apparent de la Lune puis calculer sa valeur.

2.2. Image définitive A'B'

2.2.1. On suppose que la lunette est afocale ce qui signifie que d'un objet à l'infini, elle donne une image définitive à l'infini. Où doit se trouver l'image intermédiaire A_1B_1 par rapport à la lentille L_2 ?
2.2.2. En déduire la position des foyers objet et image de la lentille L_2 et les placer sur le schéma de la **figure b. en annexe**.
2.2.3. Construire alors l'image A'B' de A_1B_1 à travers la lentille oculaire L_2.
2.2.4. Représenter, sur le schéma de la **figure b. en annexe**, le diamètre apparent α' de l'image A'B' vue à travers la lunette. L'exprimer en fonction de A_1B_1 et de f'_2.

2.3. Grossissement

2.3.1. Montrer que le grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ est égal au rapport des distances focales des deux lentilles constituant la lunette de l'Observatoire.
2.3.2. Calculer la valeur de *G* et conclure.

Annexe **À RENDRE AVEC LA COPIE**

