Bac Général Physique-Chimie + SVT (Physique-chimie et Sciences de la vie et de la Terre)

SUJET D'EXAMEN (SESSION OFFICIELLE)

Physique-chimie - Session 2021

Sujet de l'examen national tel que publié pour la session indiquée. Source : sujets nationaux publiés par le ministère chargé de l'examen et les services académiques. Document mis à disposition par FormaV pour la révision.

Toutes les annales et leurs corrigés : https://bac-physique-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

PHYSIQUE-CHIMIE

Jour 1

Durée de l'épreuve : **3 heures 30**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 17 pages numérotées de 1/17 à 17/17.

Le candidat traite 3 exercices : l'exercice 1 puis il choisit 2 exercices parmi les 3 proposés.

EXERCICE 1 commun à tous les candidats
L'acide lactique à la base de composés « verts » (10 points)

L'acide lactique ou acide 2-hydroxypropanoïque est un acide carboxylique de formule brute $C_3H_6O_3$ (figure 1). On le trouve dans le lait mais aussi dans le vin et dans certains fruits et légumes. Obtenu industriellement via des transformations chimiques de réactifs issus de la pétrochimie, l'acide lactique peut également être produit par fermentation à partir de sucres d'origine naturelle. Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme additif (E270) mais aussi en cosmétique et en tant que détergent.

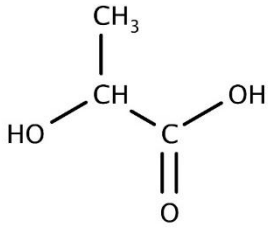


Figure 1. Formule semi-développée de l'acide lactique

Le but de l'exercice est d'étudier l'acide lactique et les réactions qui l'impliquent en tant que réactif dans des synthèses écoresponsables.

Données :

- Couple acide-base : H_3O^+ / H_2O
- Règles de nomenclature dans le cas de composés polyfonctionnels à chaîne non ramifiée :

  ① Dans un premier temps, on identifie la chaîne principale et le groupe caractéristique principal (cf. tableau 1) puis on numérote la chaîne pour que le carbone fonctionnel ait le plus petit indice possible.

  ② Ensuite, on nomme l'espèce en remplaçant le « e » final de l'alcane correspondant (cf. tableau 2) par le suffixe correspondant au groupe principal et en ajoutant le préfixe du groupe secondaire. On précise si besoin l'indice de position du groupe caractéristique.

Tableau 1. Suffixes et préfixes utilisés pour désigner quelques groupes importants. Les groupes présentés dans ce tableau sont rangés dans l'ordre décroissant de priorité.

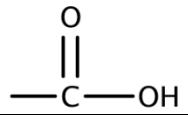
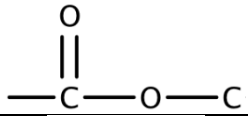
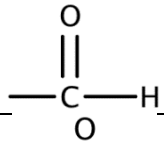
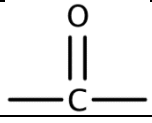
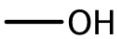
Fonction	Formule	Préfixe : groupe secondaire	Suffixe : groupe principal
Acide carboxylique		carboxy-	acide …oïque
Ester		…yle-oxycarbonyl-	…oate de …yle
Aldéhyde		formyl- ou oxo-	-al
Cétone		oxo-	-one
Alcool		hydroxy-	-ol

Tableau 2. Nomenclature des alcanes.

Nombre d'atomes de carbone	1	2	3	4	5	6
Nom	méthane	éthane	propane	butane	pentane	hexane

A. Étude du caractère acide de l'acide lactique.

Le nom de cette molécule en nomenclature officielle est acide 2-hydroxypropanoïque.

A.1. Exploiter les règles de nomenclature fournies dans les données pour justifier son nom.

A.2. Donner le schéma de Lewis de l'acide lactique. Sur celle-ci, identifier, en l'entourant, l'atome d'hydrogène responsable de l'acidité de la molécule.

A.3. Écrire la formule semi-développée de l'ion lactate, base conjuguée de l'acide lactique.

On notera, par la suite, HA l'acide lactique et A^- l'ion lactate. La valeur du pH d'un lait est égale à 6,4.

Donnée : La valeur de la concentration standard c° est égale à 1 $mol \cdot L^{-1}$.
A.4. Pour ce lait, calculer la valeur de la concentration en ion oxonium $[H_3O^+]_{éq}$.

A.5. Établir l'équation de réaction de l'acide lactique (HA) avec l'eau. Exprimer la constante d'acidité K_A du couple acide HA / A^- .

A.6. À partir de l'expression de la constante d'acidité K_A du couple HA / A^-, retrouver la relation : $pH = pK_A + \log\left(\frac{[A^-]_{éq}}{[HA]_{éq}}\right)$.

Donnée : La valeur du pK_A du couple HA / A^- est égale à 3,9.
A.7. Calculer, à partir de la relation de la question 6, le rapport $\frac{[A^-]_{éq}}{[HA]_{éq}}$ dans ce lait dont la valeur du pH est égale à 6,4. En déduire l'espèce prédominante.

A.8. Tracer le diagramme de prédominance du couple HA / A^-.

A.9. À l'aide du diagramme de prédominance, vérifier que l'espèce prédominante pour ce lait est en accord avec la réponse à la question 7.

On donne ci-dessous le spectre infrarouge de la molécule d'acide lactique (figure 2).

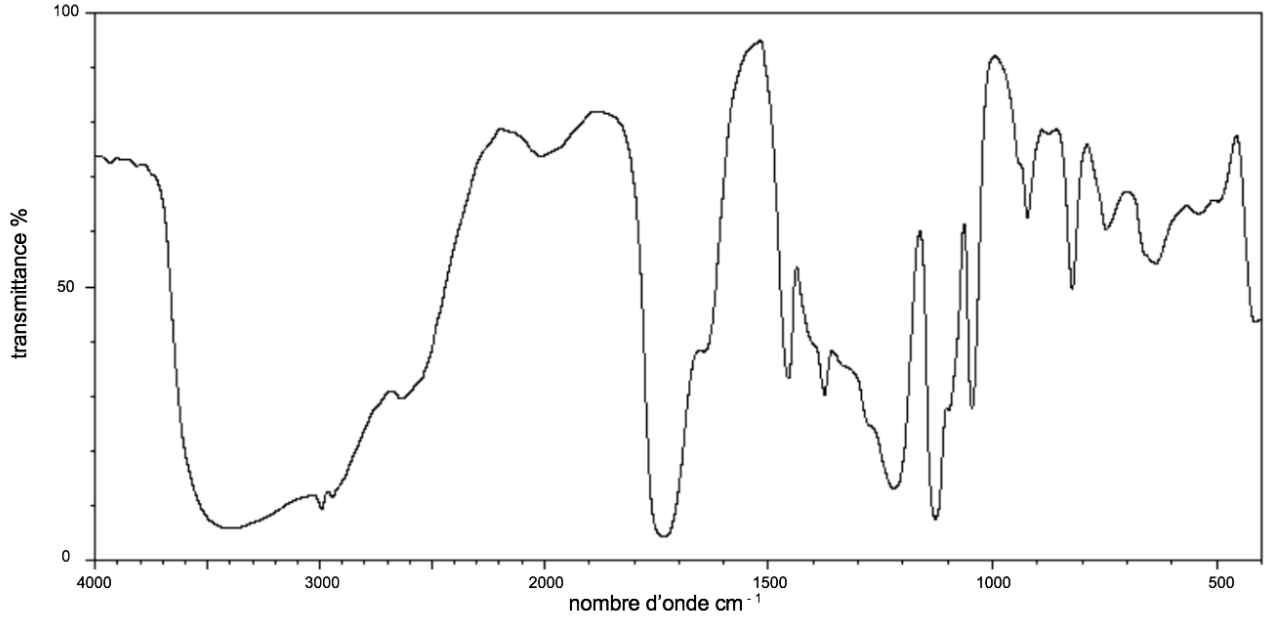


Figure 2. Spectre infrarouge de la molécule d'acide lactique.

Donnée :

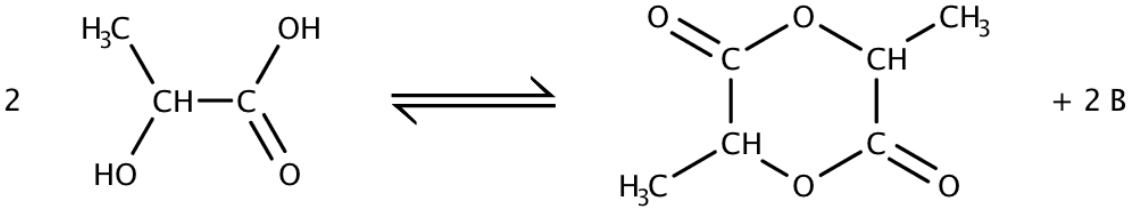
- Table spectroscopique infrarouge simplifiée :

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O – H alcool libre	3500 - 3700	forte, fine
O – H alcool lié	3200 - 3400	forte, large
O – H acide carboxylique	2500 - 3200	forte à moyenne, large
C = O ester	1700 - 1740	forte
C = O amide	1650 - 1740	forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte
C = O acide carboxylique	1680 - 1710	forte

A.10. Utiliser le spectre de la figure 2 et la table spectroscopique infrarouge simplifiée afin de justifier la présence de deux liaisons caractéristiques de la molécule d'acide lactique.

B. La synthèse du lactide.

Issu de l'acide lactique, le lactide est d'origine naturelle et renouvelable.
L'équation de synthèse du lactide est donnée ci-dessous :



Acide lactique lactide

B.1. Identifier, en justifiant, la molécule notée B produite lors de la réaction.

B.2. Écrire la formule topologique de la molécule de lactide.

B.3. Sur cette formule topologique, entourer et nommer la fonction chimique présente dans la molécule de lactide.

C. L'acide lactique : réactif de la synthèse du lactate d'éthyle

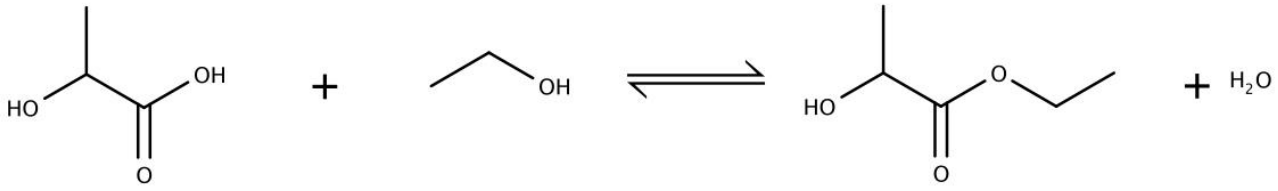
<u>Document 1</u> : Synthèse d'un solvant agrosourcé : le lactate d'éthyle.

Les solvants constituent une classe de substances largement utilisées dans de nombreux secteurs économiques où ils jouent des rôles divers. Ce sont des liquides capables de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres composés sans engendrer de modifications chimiques. Cependant, les solvants traditionnels sont généralement des composés organiques volatils, nocifs pour la santé et pour l'environnement. Dans ce contexte, de nouveaux solvants, non toxiques et biodégradables, sont apparus sur le marché.

Le lactate d'éthyle est l'un de ces solvants agrosourcés. Il est produit par estérification de l'acide lactique avec l'éthanol (produit par fermentation de sucres). Un problème majeur de cette réaction est qu'elle est équilibrée. Pour obtenir un rendement correct, il est donc nécessaire de déplacer l'équilibre. Ceci est notamment possible en utilisant un excès d'éthanol.

Une autre solution est d'ajouter au milieu réactionnel un solvant insoluble dans l'eau dans lequel le lactate d'éthyle est plus soluble que dans la phase de départ (acide lactique, éthanol). D'après https://patents.google.com/patent/WO2011107712A1/fr

Le lactate d'éthyle est synthétisé par action de l'éthanol sur l'acide lactique. L'eau constitue un sous-produit de la réaction. L'équation de la réaction est donnée ci-dessous :



acide lactique éthanol lactate d'éthyle

Cette estérification est réalisée selon deux modes opératoires :

<u>Procédé a.</u>

La synthèse de lactate d'éthyle est réalisée dans un ballon équipé d'un réfrigérant. Les quantités suivantes de réactifs sont introduites dans le réacteur : 66,7 g d'éthanol et 39,1 g d'acide lactique. 0,33 g d'acide sulfurique est ajouté aux réactifs. Le milieu réactionnel est agité au moyen d'un agitateur magnétique et porté à la température de 80 °C. Le rendement en lactate d'éthyle en fonction de la durée de la réaction est représenté sur la figure 4.

<u>Procédé b.</u>

La synthèse de lactate d'éthyle est réalisée de la même manière que pour le procédé a mais en ajoutant un solvant d'extraction aux réactifs. Le rendement en lactate d'éthyle en fonction de la durée de la réaction est représenté sur la figure 4.

D'après https://patents.google.com/patent/WO2011107712A1/fr

On obtient les résultats suivants :

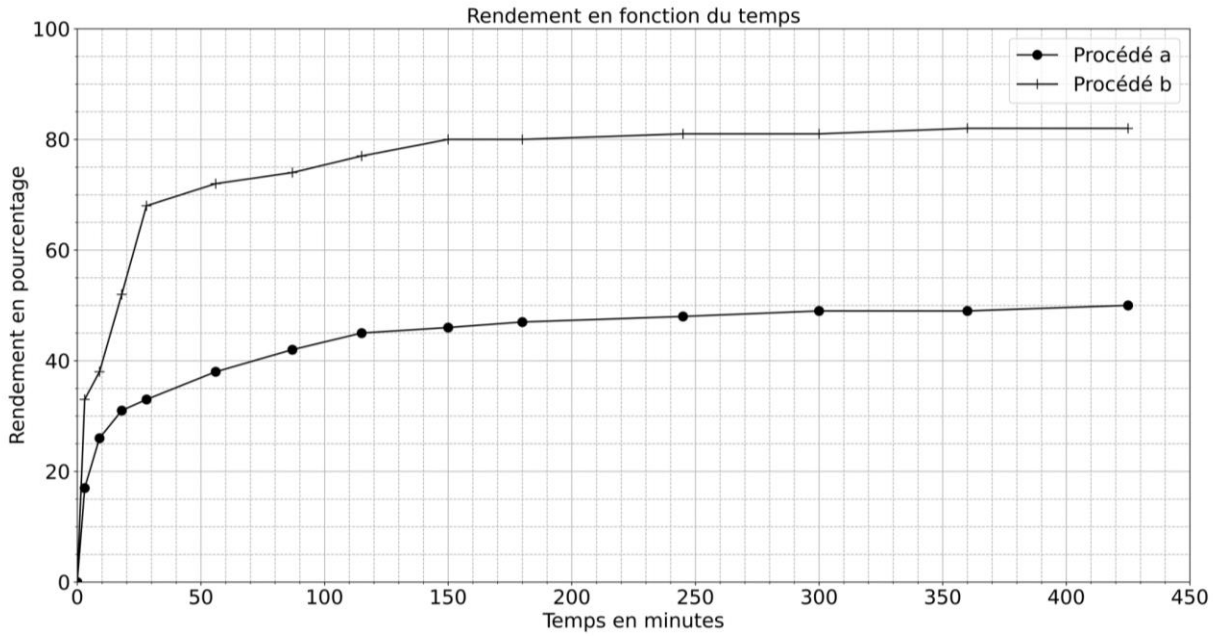


Figure 4. Évolution temporelle du rendement de la réaction d'estérification suivant le procédé a ou b.

Données :

- Caractéristiques physiques de quelques espèces chimiques :

	Acide lactique	Éthanol	Lactate d'éthyle
Masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)	90,0	46,0	118
Masse volumique ($g \cdot cm^{-3}$)	1,25	0,789	1,03

- Solubilités dans le solvant d'extraction utilisé lors de la synthèse du lactate d'éthyle :

	Acide lactique	Éthanol	Lactate d'éthyle	Eau
Solubilité dans le solvant d'extraction ajouté dans le procédé b	insoluble	insoluble	soluble	insoluble

C.1. Vérifier par calcul que l'éthanol est en excès dans les procédés a et b décrits précédemment.

C.2. Calculer la masse de lactate d'éthyle m_{lac} que l'on pourrait obtenir si la transformation chimique était totale.

C.3. En utilisant la figure 4, comparer les rendements obtenus par les deux procédés et indiquer le procédé le plus efficace.

C.4. Donner l'expression du quotient de la réaction Q_r d'estérification étudiée.

C.5. Le lactate d'éthyle étant plus soluble dans le solvant introduit dans le procédé b que dans la phase de départ (acide lactique, éthanol), justifier que l'ajout d'un solvant lors de la synthèse du lactate d'éthyle permet de déplacer l'équilibre de la réaction d'estérification.

Pour la question suivante, le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

C.6. Certains solvants organiques sont nocifs pour la santé et dangereux pour l'environnement : ils peuvent dégrader la qualité de l'air ou encore contaminer les nappes phréatiques, les eaux de surface et les sols.
28 millions de tonnes de solvants organiques sont produits chaque année. Évaluer le volume d'éthanol nécessaire à la substitution de 80 % en masse des solvants organiques par des solvants agrosourcés.
On fera l'hypothèse que la totalité du solvant agrosourcé produit est du lactate d'éthyle obtenu par le procédé b décrit précédemment. Comparer cette valeur au volume d'éthanol produit annuellement dans le monde : 120 milliards de litres.

EXERCICES au choix du candidat (5 points)

Vous indiquerez sur votre copie **les 2 exercices choisis** : exercice A ou exercice B ou exercice C

EXERCICE A
Nuisances sonores d'un aéroport (5 points)
Mots-clés : Niveau et intensité sonore, atténuation sonore.

Les services d'un aéroport commandent, à un laboratoire spécialisé, une étude sur les nuisances sonores produites. En effet, cet aéroport est devenu depuis quelques mois la plate-forme de décollage et d'atterrissage pour des vols d'avions de chasse.

L'objectif de cet exercice est d'étudier ces nuisances sonores et l'atténuation de celles-ci à l'aide de la pose d'un vitrage.

Donnée :

- La relation entre le niveau d'intensité sonore L (dB) et intensité sonore I (W.m^{-2}) :

$$L = 10.log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

- L'intensité sonore de référence I_0 est égale à 1,0 ×10 $^{-12}$ W·m^{-2}.

Le laboratoire a installé ses appareils de mesure au voisinage de l'habitation la plus proche de l'aéroport. L'intensité sonore I_{A1} générée par un avion de chasse A1 lors du décollage a été mesurée I_{A1} est égale à 7,9 × 10 $^{-6}$ W·m $^{-2}$.

1. Calculer le niveau d'intensité sonore L_{A1} correspondant à l'intensité sonore I_{A1}.

La figure 1 représente les variations du niveau d'intensité sonore (en dB) en fonction de la distance (en m) pour trois avions de type A1, A2 et A3.

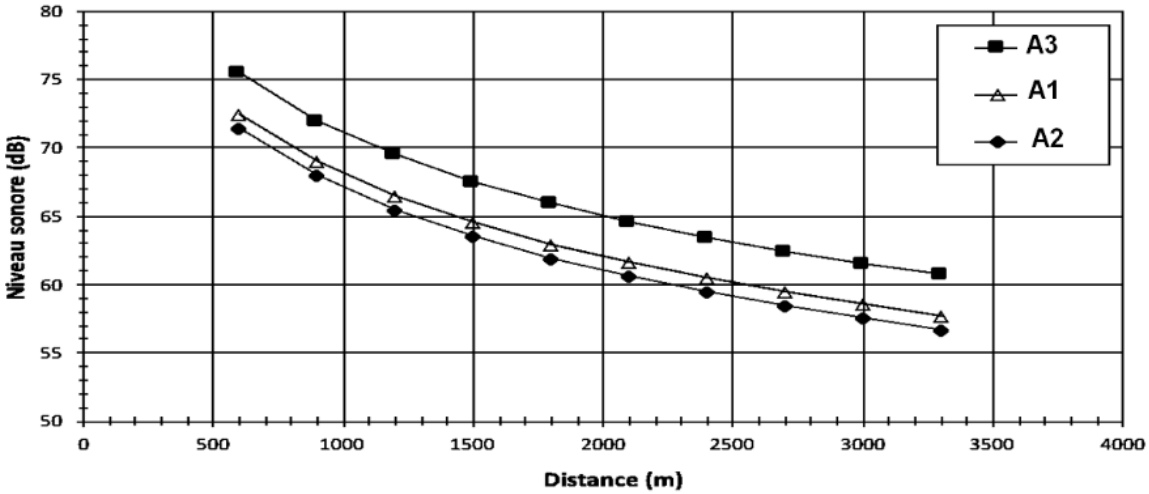


Figure 1. Représentation des variations du niveau d'intensité sonore en fonction de la distance pour différents types d'avions.

2. À l'aide des données, déterminer la distance d à laquelle se trouve l'habitation la plus proche de l'aéroport.

3. Parmi les trois types d'avions étudiés A1, A2 et A3, citer l'avion le plus bruyant.

4. En utilisant la figure 1, estimer la diminution du niveau d'intensité sonore *L* lorsque la distance à la source est multipliée par deux.

Si plusieurs sources émettent des ondes sonores alors l'intensité sonore qui en résulte correspond à la somme des intensités sonores de toutes les sources.

5. Calculer le niveau d'intensité sonore L_{total} qui serait mesuré chez ce riverain si deux avions de chasse A1 décollaient au même instant.

Donnée :

- L'intensité sonore I à une distance d (en mètre) d'une source émettant dans toutes les directions est liée à la puissance sonore P (en watt) de cette source par la relation $I = \frac{P}{S}$ où S représente la surface de la sphère de rayon d soit $S = 4\pi d^2$.

Un autre avion de chasse A4, encore plus bruyant, émet dans l'air un son d'une puissance P égale à 452 kW.

6. Calculer le niveau d'intensité sonore L_{A4} de cet avion de chasse A4 perçu à proximité de l'habitation d'un riverain habitant à la distance d égale à 900 m de la piste.

Données :

- Le tableau suivant présente une échelle de niveaux d'intensité sonores et les sensations associées.

Niveau d'intensité sonore (dB)	0	40	60	80	90	120
Sensation	Limite d'audibilité	Bruit de fond calme	Bruit gênant	Bruit très gênant	Seuil de danger	Seuil de douleur

7. À l'aide des données du tableau précédent, déterminer si le niveau d'intensité sonore L_{A4} est vraiment nuisible pour ce riverain.

L'analyse des bruits émis par l'avion de chasse A4 fait apparaitre un sifflement caractéristique, de fréquence proche de 3500 Hz dû aux moteurs de l'avion. Pour limiter les nuisances sonores, une étude préconise de changer le type de vitrage des fenêtres des maisons placées à proximité. Ces fenêtres sont actuellement équipées de vitrage 4 mm. La figure 2 ci-après représente les variations de l'atténuation en fonction de la fréquence du son émis pour différents types de vitrages.

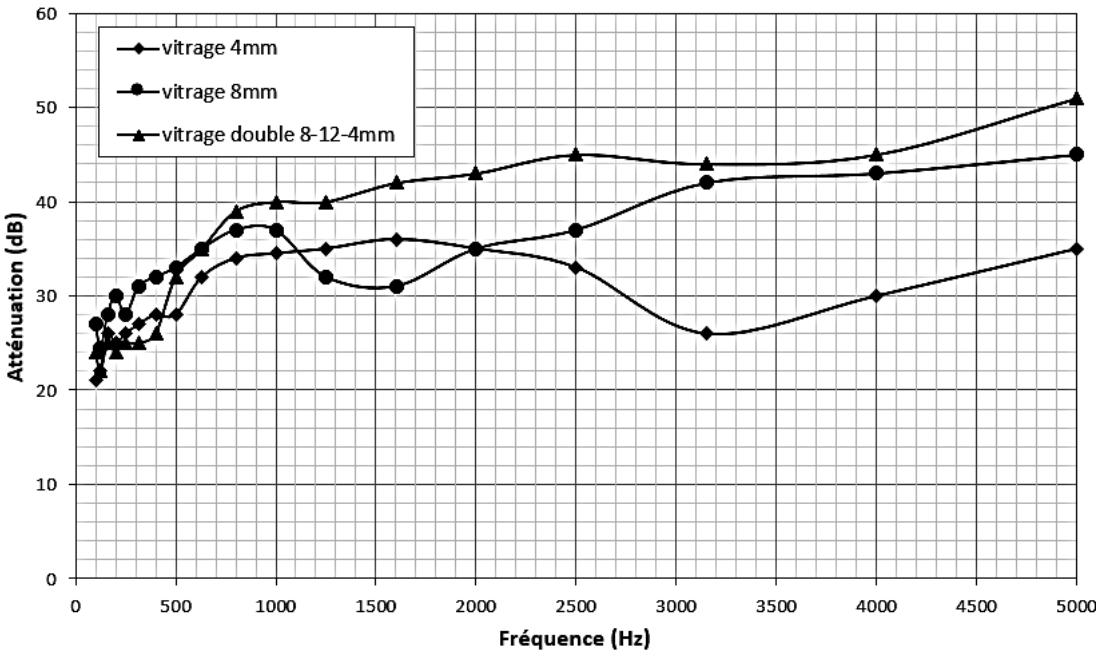


Figure 2. Représentation des variations de l'atténuation en fonction de la fréquence du son émis pour différents types de vitrages.

8. Conseiller le riverain quant au choix du type de vitrage à installer. Puis, indiquer si ce choix résoudra le problème des nuisances sonores.

EXERCICE B
L'installation de l'Homme sur la Lune (5 points)
<u>Mots-clés</u> : Satellite, repère de Frenet, chute libre.

Le programme Artemis est un programme spatial habité de la NASA, l'agence spatiale américaine, dont l'objectif est d'amener un équipage sur le sol lunaire d'ici 2024.
Celui-ci doit déboucher sur une exploration durable sous la forme de l'installation d'un poste permanent sur la Lune. *Source : Wikipédia*



Source : Nasa

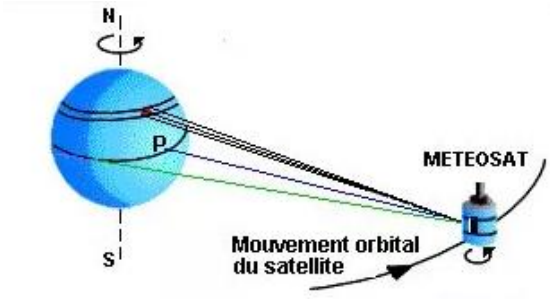
La partie A s'intéressera à la mise en place d'un satellite de télécommunication autour de la Lune et la partie B analysera l'alunissage d'un module lunaire.

A- Étude d'un satellite de télécommunication

L'étude ne portera que sur un seul satellite dont l'orbite autour de la Lune sera considérée comme circulaire. On négligera l'influence de la Terre sur le mouvement du satellite.

Analogie avec les satellites terrestres

« L'orbite des satellites géostationnaires se trouve dans le plan équatorial de la Terre à une altitude de près de 36 000 km. De ce fait, ils tournent à la même vitesse angulaire que la Terre. Ils sont donc fixes par rapport à un observateur situé sur la Terre et voient ainsi toujours le même disque terrestre. »



Source : http://education.meteofrance.fr/

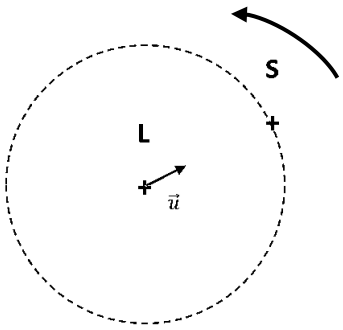
Données :

- Trajectoire circulaire du centre du satellite (**S**) autour du centre de la Lune (**L)**
  $\vec{u}$ est le vecteur unitaire orienté de L vers S
- Force d'interaction gravitationnelle entre un objet A de masse M_A et un objet B de masse M_B distants de d_{AB}

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = -G \times \frac{M_A \times M_B}{d_{AB}^2} \cdot \vec{u}_{A/B}$$

Le vecteur unitaire $\vec{u}_{A/B}$ est orienté de A vers B.

Sens de rotation du satellite



1. Proposer une définition de ce que pourrait être un satellite lunostationnaire en comparant sa période de révolution autour de la Lune à la période de rotation de la Lune sur elle-même.

2. Représenter la force d'interaction gravitationnelle $\vec{F}_{L/S}$ exercée par la Lune sur ce satellite sans souci d'échelle sur le document réponse à rendre avec la copie.

3. Établir l'expression de cette force $\vec{F}_{L/S}$ en fonction de *G, M_S, M_L, d_{LS} et* $\vec{u}$.

Description du mouvement du satellite

Données :

- Période de rotation de la lune sur elle-même : T = 27,3 jours
- Constante de gravitation universelle : G = 6,67 × 10^{-11} N·m^2·kg^{-2}
- Masse de la Lune : M_L = 7,34 × 10^{22} kg
- Rayon de la Lune : R_L = 1,74 × 10^6 m
- Périmètre d'un cercle : $P = 2\pi R$

4. À l'aide de la deuxième loi de Newton, établir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}_G$ du centre du satellite en fonction de G, M_L, d_{LS} et $\vec{u}$.

5. Représenter le vecteur unitaire tangentiel $\vec{T}$ et le vecteur unitaire normal $\vec{N}$ du repère de Frenet sur le document réponse à rendre avec la copie.

6. Citer l'expression des coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}_G$ dans le repère de Frenet, dans le cas d'un mouvement circulaire.

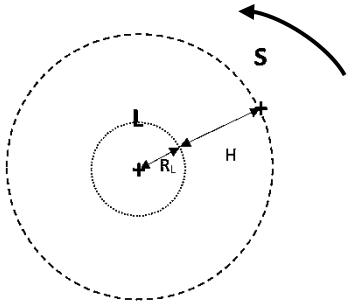
7. En déduire l'expression de l'accélération $\vec{a}_G$ dans le repère de Frenet en fonction de G, M_L , d_{LS} et $\vec{N}$.

8. Justifier que la vitesse V du satellite est constante et montrer que son expression dans le repère de Frenet en fonction de G, M_L et d_{LS} est :

$$V = \sqrt{\frac{G \times M_L}{d_{LS}}}$$

Dans la question suivante, la qualité de la rédaction, la structuration de l'argumentation et la rigueur des calculs seront valorisées.

9. Démontrer que pour que le satellite soit fixe par rapport à la Lune, il doit être à une altitude H = 8,67 ×10^7 m par rapport à la surface de la Lune.



B- Alunissage

Le vaisseau lunaire HLS (*Human Landing System*) a pour rôle de déposer deux astronautes sur le sol lunaire. À la surface, il sert d'habitat durant la mission d'une durée initiale d'environ une semaine puis il ramène l'équipage à la station spatiale.

Source : Wikipédia



Source : NASA

Une simulation de l'alunissage a été menée sur un simulateur de mouvement vertical (VMS). Cette simulation commence à 152,4 m d'altitude avec une vitesse horizontale de norme égale à 18,3 m.s^{-1} et une vitesse verticale de norme égale à 4,9 m.s^{-1} (voir les conditions initiales de la figure 1).
La trajectoire de référence d'une durée de 95 s, permet de poser le module sur le sol lunaire en toute sécurité.

Une trajectoire incontrôlée d'une durée de 30 s qui conduirait à un impact sur le sol lunaire mettant un terme à la mission est représentée figure 1.

Source : AIAA Space 2008 Conference ,9 – 11 September 2008, San Diego, CA

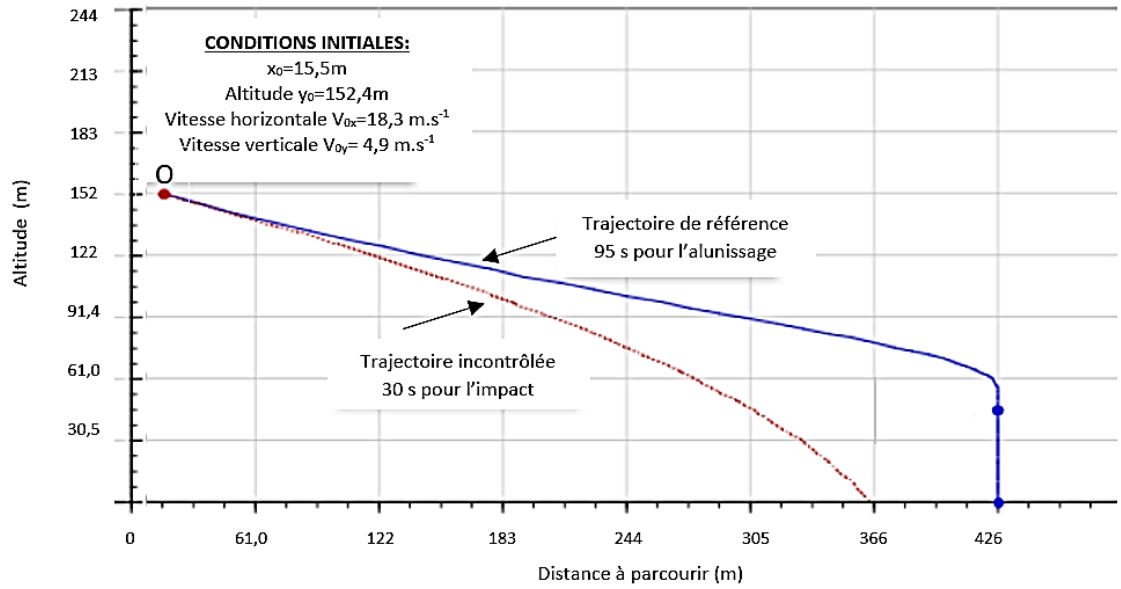


Figure 1. Trajectoires de référence et incontrôlée d'un atterrisseur lunaire dans le plan vertical

Source : D'après AIAA Space 2008 Conference ,9 – 11 September 2008, San Diego, CA

Données :

- Valeur du champ de pesanteur sur la lune : g_L = 1,6 m.s^{-2}
- Équations horaires d'une chute libre dans un champ de pesanteur uniforme avec un vitesse initiale $\vec{V}_0$ non nulle :

$$x(t) = V_{0x} \times t + x_0 \quad (1) \quad et \quad y(t) = -\frac{1}{2} \times g_L \times t^2 - V_{0y} \times t + y_0 \quad (2)$$

V_{0x} : norme de la vitesse horizontale et V_{0y} : norme de la vitesse verticale

10. Sur le document réponse à rendre avec la copie, représenter au point O, de coordonnées x_0 et y_0, les vecteurs vitesse horizontale $\vec{V}_{0x}$ et vitesse verticale $\vec{V}_{0y}$ sans souci d'échelle. Représenter également le vecteur champ de pesanteur $\vec{g}_L$.

11. Justifier le signe négatif ou positif de chacun des trois termes de l'expression :

$$y(t) = -\frac{1}{2} \times g_L \times t^2 \; - V_{0y} \times t \; + \; y_0$$

12. À l'aide de l'équation horaire (1) et de la figure 1 calculer la durée *t* de descente de l'alunisseur s'il était en chute libre. Indiquer si l'alunisseur dans sa trajectoire incontrôlée est ou pas en chute libre.

EXERCICE C - La « Grande Lunette » de Meudon (5 points)

Mots-clés : Lunette astronomique, lentilles convergentes, grossissement.

Jules Janssen (Paris 1824, Meudon 1907) était un astronome français. Il a été à l'origine de la restauration du château de Meudon pour y fonder un observatoire entièrement dédié à l'astrophysique. Dès 1876, il commença à y installer divers instruments d'observation. La « Grande Lunette » (figure 1) y a été mise en service en 1896 sous une coupole de vingt mètres de diamètre. Elle est encore aujourd'hui la plus grande lunette astronomique d'Europe.

Le but de cet exercice est de modéliser la « Grande Lunette » puis de calculer l'angle sous lequel on observe l'image d'un cratère de la Lune à travers cette lunette.

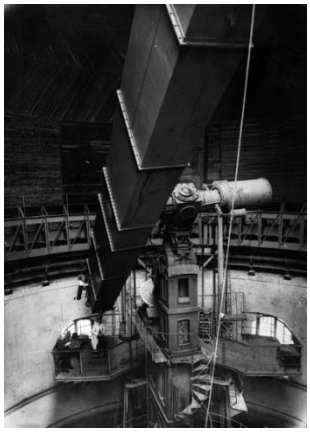


Figure 1.
La « Grande Lunette » de Meudon

Données :

La « Grande Lunette » est constituée de deux lentilles minces convergentes :

- une lentille L_1 de centre optique O_1 de distance focale $f'_1 = 16$ m,
- une lentille L_2 de centre optique O_2 de distance focale $f'_2 = 4$ cm.

Sur le document réponse à rendre avec la copie, le modèle de la « Grande Lunette » est représenté sans souci d'échelle.

1. En utilisant ce document à rendre avec la copie, nommer la lentille L_1 et la lentille L_2. Justifier les noms attribués.

2. Une lunette astronomique est un système optique « afocal ». Donner la définition du terme « afocal ».

3. Sur le document réponse à rendre avec la copie, indiquer la position des foyers objet F_2 et image F'_2 de la lentille L_2 sans souci d'échelle.

La lunette astronomique représentée sur le document réponse à rendre avec la copie est utilisée pour observer un point objet B situé « à l'infini » qui émet un faisceau lumineux parallèle vers la lunette. Le faisceau pénètre dans la lunette en s'appuyant sur les bords de la lentille L_1. La lentille L_1 donne de ce point B une image appelée image intermédiaire notée B_1.

4. Sur le document réponse à rendre avec la copie, tracer le trajet du rayon lumineux issu de B pénétrant dans la lunette par le centre optique O_1 de la lentille L_1 et émergeant de la lentille L_2. Noter la position de B_1 image intermédiaire de B.

5. Représenter le faisceau émergent issu de l'objet B traversant la lunette en poursuivant les trajets des rayons lumineux s'appuyant sur les bords de la lentille L_1 jusqu'à leur sortie de la lunette par L_2 sur le document réponse à rendre avec la copie.

6. Le point objet B est vu à l'œil nu sous l'angle θ appelé diamètre apparent de l'objet. Représenter l'angle θ' sous lequel l'image définitive est vue à travers la lunette sur le document réponse à rendre avec la copie.

7. Le grossissement de la lunette est donné par l'expression :

$$G = \frac{\theta'}{\theta}$$

Les angles θ' et θ sont petits et exprimés en radian, on peut donc considérer que tan $\theta = \theta$ et que tan $\theta' = \theta'$. Retrouver, par des considérations géométriques, l'expression du grossissement G en fonction des distances focales f'_1 et f'_2.

8. Calculer le grossissement G_{GL} de la « Grande Lunette » de Meudon.

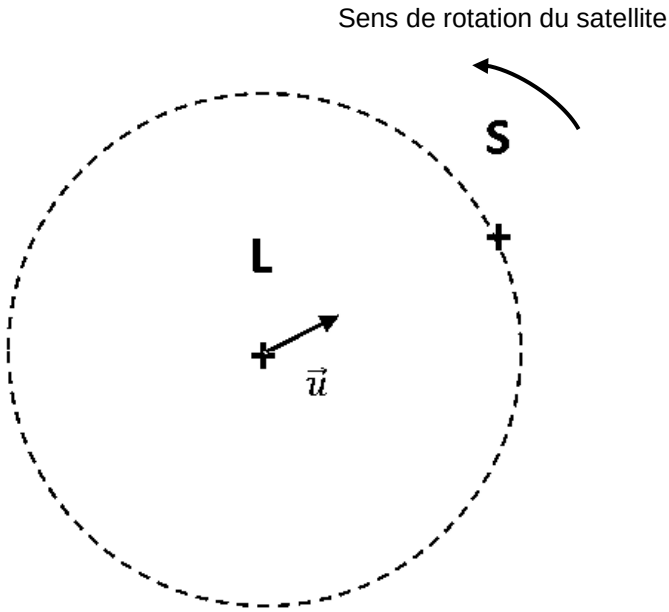
Depuis le sol terrestre, un cratère de la Lune nommé Albategnius peut être aperçu sous un angle θ de valeur égale à 1'.

Donnée : Un degré est subdivisé en 60 minutes d'arc dont la notation est 60 '.

9. Calculer, en degrés, la valeur de l'angle θ' sous lequel l'image du cratère Albategnius est observé à travers la « Grande Lunette » de Meudon.

EXERCICE B - L'installation de l'Homme sur la Lune
DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

Partie A : Questions **2** et **5**



Partie B : Question **10.**

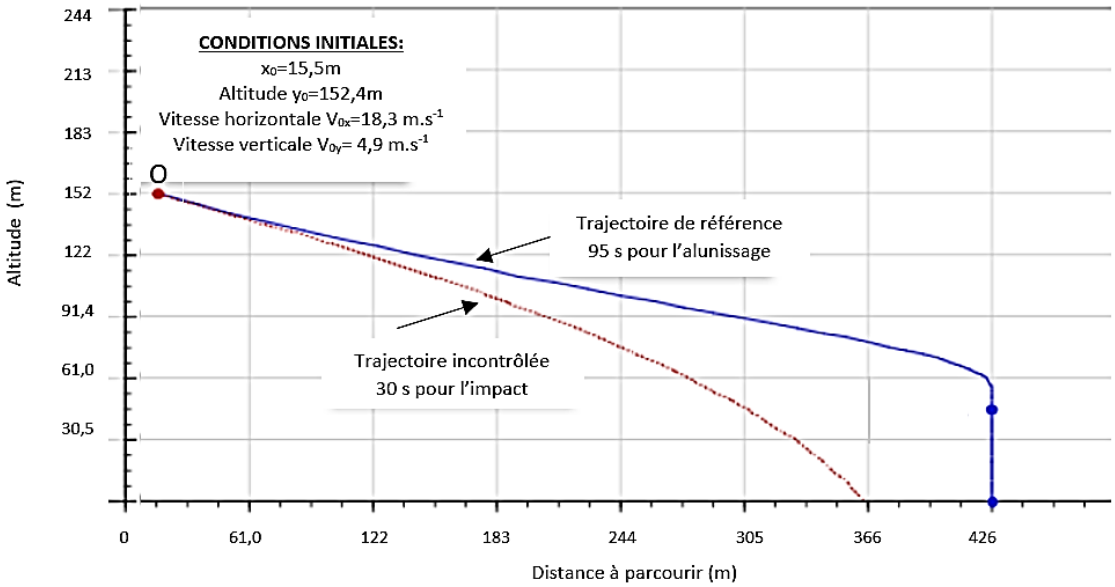


Figure 1. Trajectoire de référence et incontrôlée d'un atterrisseur lunaire dans le plan vertical

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

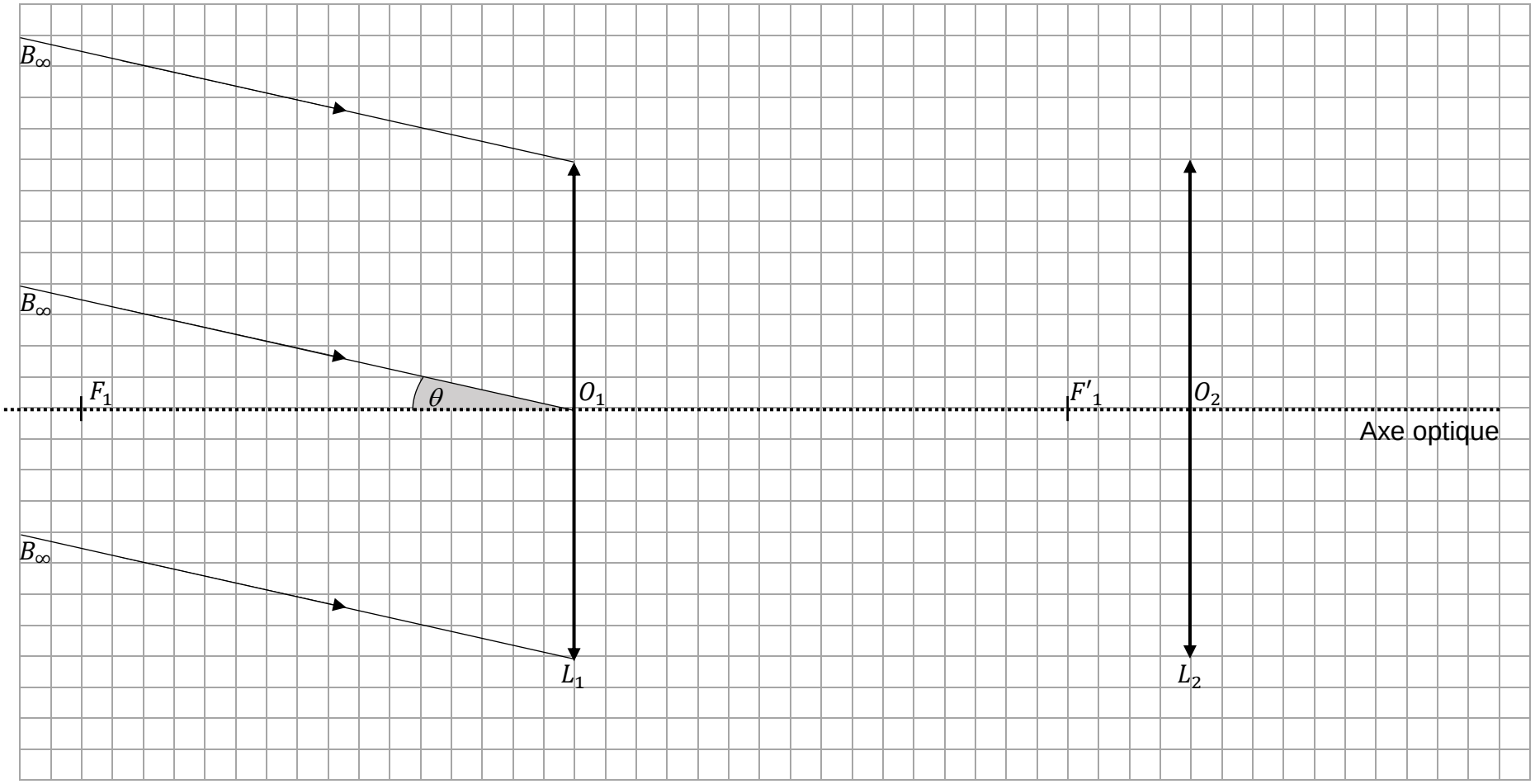
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

EXERCICE C - La « Grande Lunette » de Meudon
DOCUMENT RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

Questions 3, 4, 5 et 6



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2