



**MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT  
SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## **Concours externe BAC + 3 du CAPES**

Cafep-Capes

Section Physique Chimie

- 1) Exemple de sujet pour la seconde épreuve d'admissibilité
- 2) Extrait de l'arrêté du 17 avril 2025

Les épreuves des concours externes du Capes et du Cafep-Capes BAC +3 sont déterminées dans [l'arrêté du 17 avril 2025 fixant les modalités d'organisation du concours externe du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré](#), publié au Journal Officiel du 19 avril 2025, qui fixe les modalités d'organisation du concours et décrit le schéma des épreuves.

**CAPES BAC + 3**  
**Sujet 0 / Seconde épreuve d'admissibilité**

**Candidats ayant choisi la majeure physique**

**Le couple Terre-Lune.**

Le but de ce sujet est d'extraire des informations d'un corpus de documents et de les utiliser dans le cadre du programme de physique-chimie afin d'illustrer quelques aspects de la physique du système Terre-Lune.

La section 1 est un corpus qui rassemble des documents de natures variées (textes, tableaux de valeurs, schémas, graphes) concernant successivement la Terre, la Lune, l'expérience Laser-Lune et les cratères d'impacts notamment lunaires.  
Elle ne contient pas de question.

La section 2 est subdivisée en quatre sous-sections qui traitent successivement de la Terre, de la Lune, de l'expérience Laser-Lune et des cratères d'impacts en s'appuyant essentiellement sur les documents de la section 1.

Des données numériques et des rappels théoriques figurent en fin de sujet.

# 1 Documents

Document 1 : Un phénomène... et plusieurs modèles d'interprétation (d'après N. Décamp, C. de Hosson. Quelques éléments historiques et didactiques sur l'expérience d'Ératosthène)

Au III<sup>ème</sup> siècle avant Jésus-Christ, dans une expérience célèbre, Ératosthène fait remarquer qu'au solstice d'été, à Syène qui se situe sur le tropique du Cancer, les gnomons des cadrans solaires hémisphériques (également appelés scaphés) sont sans ombre, alors qu'au même moment, ceux situés à Alexandrie projettent une ombre dont la longueur mesurée correspond à environ 1/50<sup>e</sup> du périmètre total de la sphère du scaphé, ce qui correspond à un angle d'environ  $\theta \simeq 7,2^\circ$ .

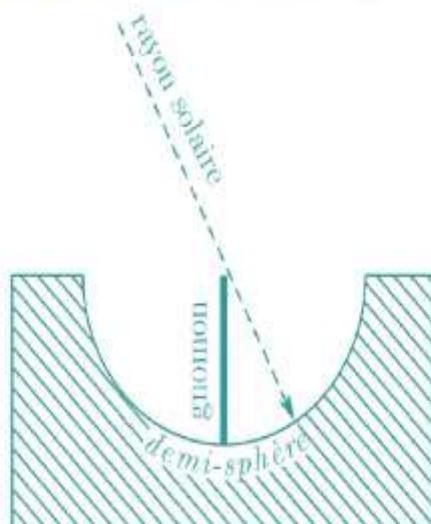


Figure 1 - Cadran solaire hémisphérique ou scaphé. Un gnomon est un bâton planté verticalement dans le sol dont l'ombre portée permet de visualiser la position du Soleil.

Lorsque l'on demande à des élèves de cycle 3 de répondre à la question « Pour quelle raison aucune ombre n'est visible au pied des obélisques à Syène (ville située sur le tropique du cancer) à midi au solstice d'été alors qu'au même moment des ombres sont visibles aux pieds des obélisques à Alexandrie (ville située plus au nord, sur le même méridien) ? » en produisant un dessin, la plupart d'entre eux représente la propagation de la lumière du Soleil en utilisant des rayons divergents arrivant sur une Terre où la courbure de la Terre n'est pas forcément représentée.

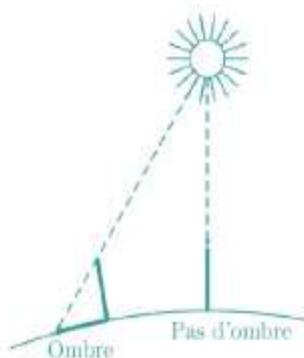


Figure 2 - Dessin prototypique d'élèves à qui l'on demande d'expliquer pourquoi au solstice d'été deux gnomons ne projettent pas la même ombre en deux endroits différents de la Terre situés le long du même méridien.

Une telle représentation mêle deux grandeurs inconnues : la distance Terre-Soleil et le rayon de courbure de la Terre. Il est intéressant d'étudier les modèles mis en place pendant l'antiquité pour décrire ce phénomène et les conclusions de ces modèles.

- **Interprétation d'Eratosthène** : cette interprétation s'appuie sur les hypothèses que la distance entre Syène et Alexandrie est connue (5000 stades, de l'ordre de  $8.10^2$  km) et que les rayons envoyés par le Soleil arrivent sur Terre parallèles entre eux. Le schéma qui illustre le raisonnement est figuré ci-après ( $\theta \simeq 7,2^\circ$ )

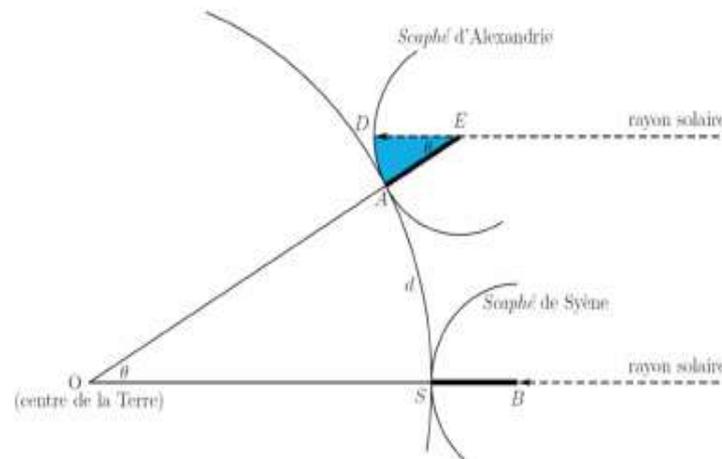


Figure 3 - Schéma représentant la méthode d'Eratosthène selon le récit de Cléomède.

- **Interprétation chinoise** : pour interpréter le même phénomène, les savants chinois de la dynastie Chin (+256/+420) s'appuient sur des hypothèses radicalement différentes : la cosmologie chinoise de l'époque repose sur une Terre dont la surface est plate et sur un Soleil situé à distance finie ; on lit dans le "rite des Zhou" le passage suivant : " le lieu où l'ombre du solstice est d'un pied et demi, on l'appelle le milieu de la Terre. La tablette étalon mesure un pied et demi. Le jour du solstice d'été, on érige un gnomon de huit pieds. Si [à midi] son ombre coïncide avec la tablette étalon [l'endroit où se trouve érigé le gnomon] sera nommé milieu de la terre. Le rapport de l'ombre du Soleil aux distances terrestres est tel qu'il y a une différence d'un pouce pour un déplacement de mille li. Puisque l'ombre [solsticiale] mesure un pied et demi, le lieu [se trouvant ce jour-là] à la verticale du Soleil sera à 15 000 li au sud [du gnomon]. De ceci, on peut déduire que la distance verticale du Soleil à la Terre [le jour du solstice d'été] est de 80 000 li". On précise que : 1pied = 1chi = 10pouces = 24cm ; 1pouce = 1cun = 2,4cm ; 1li = 560m. Le schéma qui détaille le raisonnement est figuré ci-après.

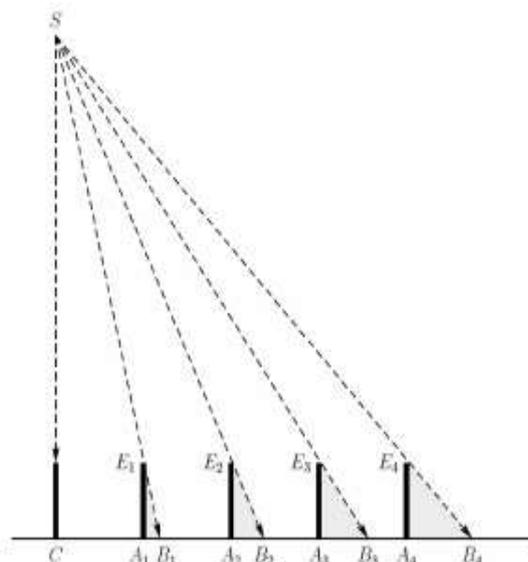


Figure 4 - Figure illustrant la mesure de la distance Terre-Soleil dans la cosmologie chinoise (échelle non respectée - illustration : N. Décamp).

### Document 2 : La Terre du point de vue des géologues : structure interne de la Terre

Des mesures de célérités des ondes sismiques à l'intérieur de la Terre permettent de déterminer la masse volumique terrestre en fonction de la distance  $r$  au centre de la Terre, représentée ci-après :

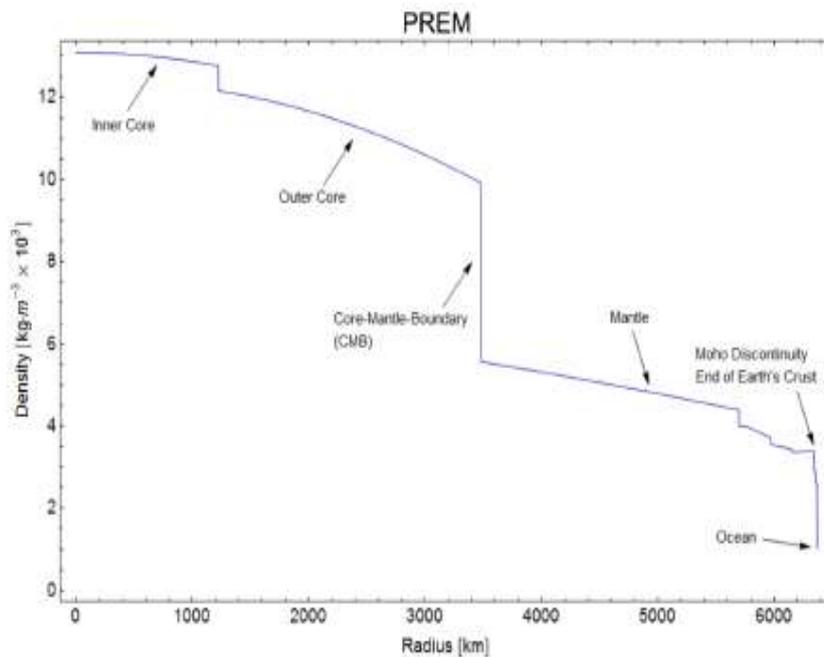


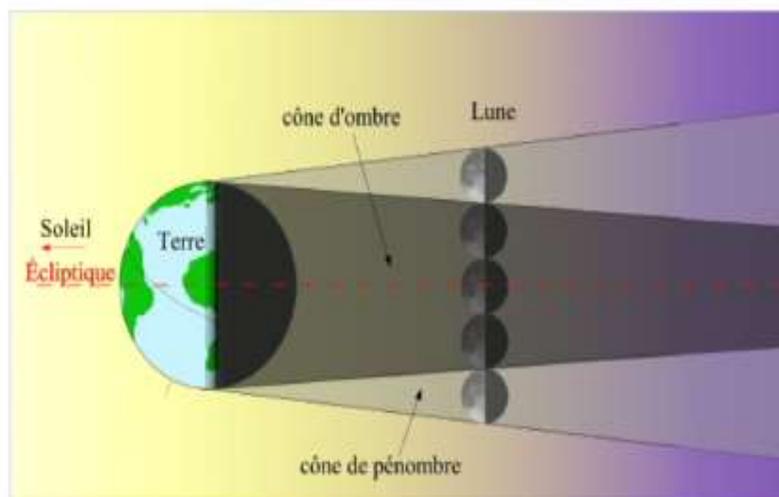
Figure 5 - Masse volumique de la Terre en fonction de la distance au centre de la Terre.

### Document 3 : Mesure de la taille de la Lune par Aristarque.

Au III<sup>ème</sup> siècle avant Jésus-Christ, Aristarque de Samos réalise des mesures astronomiques afin de déterminer les dimensions de la Lune ainsi que le rayon de son orbite autour de la Terre. À partir de ses observations il mesure que :

- la Lune met 1 heure à parcourir son propre diamètre vu depuis la Terre ;
- lors d'une éclipse totale de Lune, la Lune reste 2 heures **complètement** dans l'ombre de la Terre (du moment où elle est complètement dans l'ombre au moment où elle commence à en sortir)

Sur le schéma suivant, on pourra considérer que le cône d'ombre complète est un cylindre dont le rayon est le rayon terrestre : les rayons du soleil masqués par la Terre arrivent pratiquement parallèlement au plan de l'écliptique.



Cônes d'ombre et de pénombre.

Crédit : IMCCE/Patrick Rocher

Figure 6 - Cônes d'ombre et de pénombre de la Terre.

#### Document 4 : L'expérience Laser-Lune

Le laser utilisé pour la télémétrie Terre-Lune est un laser Nd-YAG doublé, de longueur d'onde  $\lambda = 532 \text{ nm}$ . Le diamètre du faisceau de sortie est  $D \simeq 1,2 \text{ cm}$ . La largeur totale du faisceau au niveau de la Lune est de l'ordre de 7 km. Le laser émet des impulsions transportant une énergie  $E = 0,3 \text{ J}$  et de durée  $\tau_i \simeq 0,3 \mu\text{s}$ . Ces impulsions voyagent de la Terre à la Lune et sont réfléchies par un dispositif catadioptrique et sont ensuite captées par un télescope. La durée moyenne de l'aller-retour pour un très grand nombre d'impulsions laser entre la Terre et la Lune est  $\Delta t = 2,56 \text{ s}$ . Le schéma de principe de l'expérience Laser-Lune est figuré ci-après :

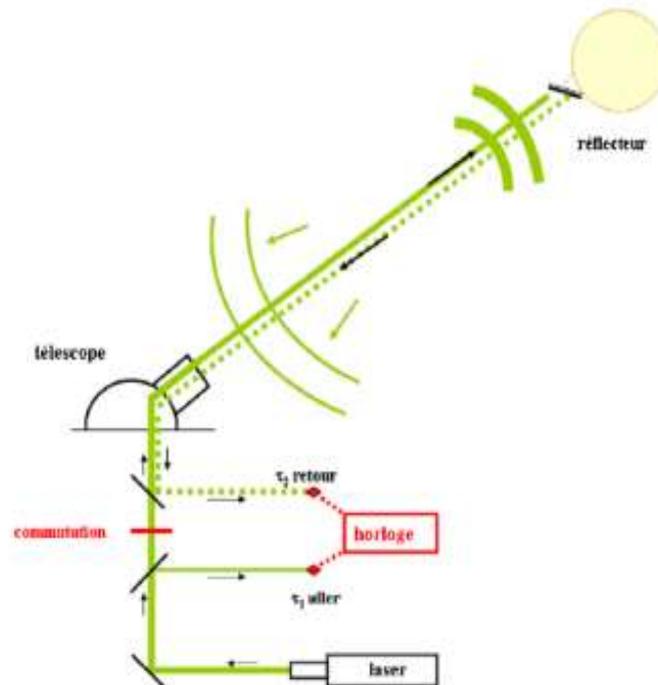


Figure 7 - Schéma de principe de l'expérience Laser-Lune.

Les réflecteurs catadioptriques ont été déposés sur la Lune par les missions Apollo.

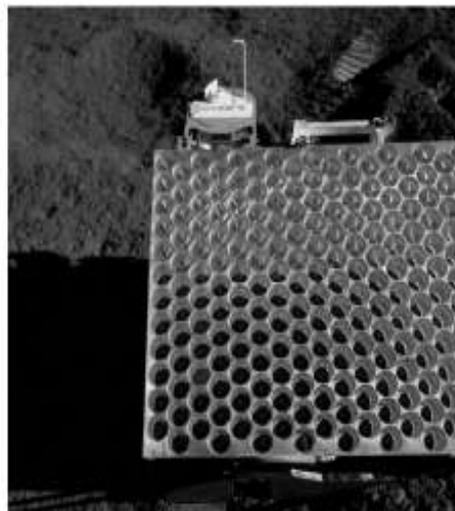


Figure 8 - Réflecteur déposé sur la Lune par les astronautes d'Apollo 15. On peut considérer le réflecteur comme équivalent à un miroir plan de diamètre  $D_m \simeq 0,1 \text{ m}$ .

### Document 5 : Une méthode de dépôt de couche : l'électrodéposition

L'électrodéposition est une méthode envisageable pour déposer une surface métallique sur un substrat. On étudie le dépôt de silicium à partir d'une solution de sels fondus KF – KCl contenant des ions  $\text{SiF}_6^{2-}$ .

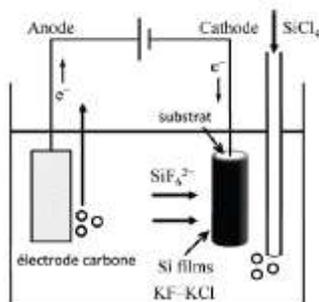


Figure 9 - Schéma de principe de l'électrodéposition de Silicium  $\text{Si}$  à partir de la réduction de  $\text{SiF}_6^{2-}$  au niveau de la cathode. Sur l'anode, on observe l'oxydation de  $\text{Cl}^-$  en  $\text{Cl}_2$ .

### Document 6 : Une cinétique de synthèse

De nombreux télescopes utilisés dans le domaine spatial ont un miroir primaire en SiC. La synthèse à partir du  $\text{CH}_3\text{SiCl}_3(\text{g})$  (MTS) s'écrit :  $\text{CH}_3\text{SiCl}_3(\text{g}) = \text{SiC}(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{g})$ . On considère une enceinte vide, de volume constant, thermostatée à la température  $T = 1200 \text{ K}$ . La figure suivante représente l'évolution de la concentration de MTS dans l'enceinte, pour différentes quantités  $n$  introduites, au cours du temps.

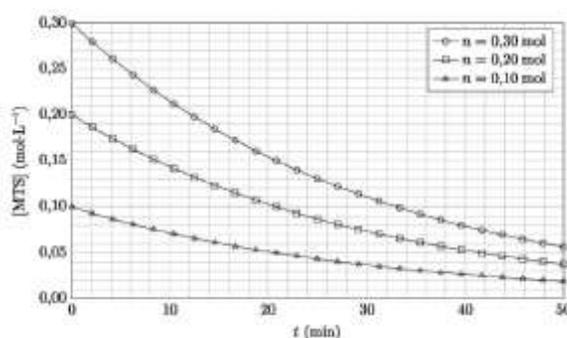


Figure 10 - Evolution au cours du temps de la concentration en MTS pour diverses concentrations initiales.

### Document 7 : Cratères lunaires

La surface de la Lune est constellée de cratères d'impact météoritiques. Ici, le cratère Webb :



Figure 11 - Photographie du cratère Webb

Le graphe suivant, établi par Richard J. Pike à partir d'une étude de 204 cratères lunaires, figure l'évolution de la profondeur d'un cratère en fonction de celle de son diamètre.

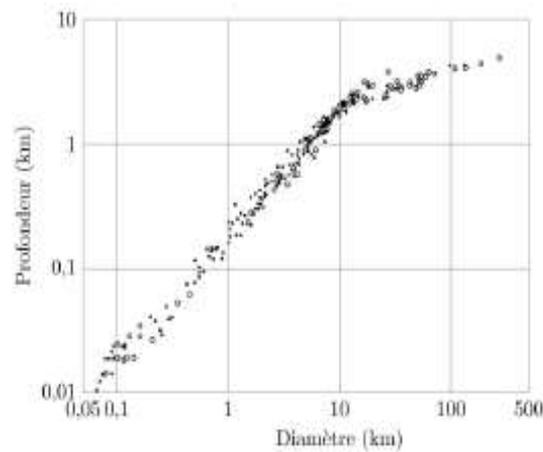


Figure 12 - Diagramme de Pike : profondeur des cratères lunaires en fonction de leur diamètre en échelle  $\log - \log$ .

### Document 8 : Analyse de cratères terrestres

Les graphes suivants, établis dans un laboratoire de lycée figurent l'évolution du rayon du cratère d'impact de billes d'acier lâchées à des hauteurs variables dans du sable de masse volumique  $\rho_S$  en fonction de leur hauteur de chute et en fonction de leur masse.



Figure 13 - à gauche : vue de profil de l'expérience. A droite : vue de haut.

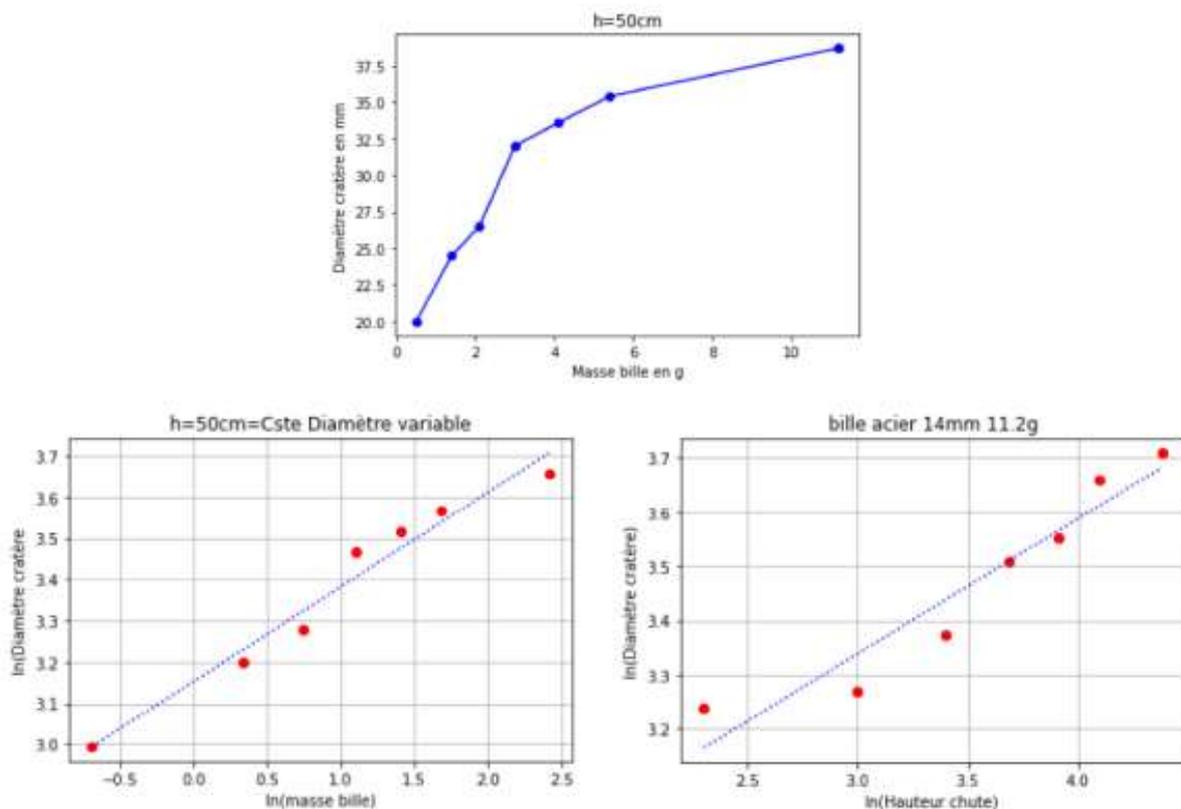


Figure 14 - Courbes d'exploitation. En haut : diamètre en fonction de la masse de la bille pour  $h = 50$  cm. En bas, à gauche : logarithme népérien du diamètre du cratère en fonction du logarithme népérien de la masse de la bille pour  $h = 50$  cm. En bas, à droite : logarithme népérien du diamètre du cratère en fonction du logarithme népérien de la hauteur pour une bille de masse  $m = 11,2$  g.

## 2 Analyse et exploitation des documents

### 2.1 La Terre

Cette sous-partie s'appuie essentiellement sur les documents 1 à 2.

1 - Dédire du modèle d'Eratosthène une première estimation de la valeur du rayon terrestre,  $R_T$ . Comparer qualitativement cette estimation avec la moyenne valeur actuellement retenue :  $R_T \simeq 6371$  km. L'interprétation chinoise de l'époque Chin est consistante alors qu'elle est basée sur une Terre plate. Citer un ou plusieurs arguments à la disposition des savants grecs de l'époque pour invalider l'hypothèse d'une Terre plate.

2 - Justifier quantitativement le raisonnement sous-jacent à la phrase du document 1 concernant l'interprétation chinoise : " Le rapport de l'ombre du Soleil aux distances terrestres est tel qu'il y a une différence d'un pouce pour un déplacement de mille li. Puisque l'ombre [solsticiale] mesure un pied et demi, le lieu [se trouvant ce jour-là] à la verticale du Soleil sera à 15000 li au sud [du gnomon]". On accompagnera les explications d'un schéma.

3 - Les deux interprétations reposent sur une hypothèse concernant la propagation de la lumière entre le Soleil et l'observateur. Quelle est cette hypothèse ? Quel est son domaine de validité ? En supposant l'atmosphère terrestre uniforme d'indice de réfraction  $n_{atm} = 1,0003$ , évaluer la déviation de la lumière solaire à l'entrée dans l'atmosphère avec une incidence de  $45^\circ$ . Commenter l'influence de l'atmosphère sur les observations.

4 - Proposer une estimation de la masse volumique *moyenne* de la Terre,  $\rho_T$  à partir du graphe du document 2. Toujours à partir de ce graphe, proposer un encadrement de cette masse volumique.

5 - A partir des estimations précédentes, proposer une estimation de la masse de la Terre,  $M_{T,i}$ . On souhaite comparer cette estimation avec la valeur admise par les géologues, de l'ordre de :  $M_T \simeq 5,97.10^{24}$  kg. A partir de l'encadrement de  $\rho_T$  précédent, proposer un encadrement de  $M_{T,i}$ . Calculer un écart normalisé entre la valeur calculée et la valeur admise par les géologues. Commenter la valeur de l'écart normalisé.

On assimile dans la suite la Terre à une boule de rayon  $R_T$  et de masse volumique uniforme  $\rho_T$ , ayant une masse totale  $M_T$ .

6 - A partir des expressions du champ électrostatique créé par une charge ponctuelle et du champ gravitationnel créé par une masse ponctuelle, rappeler les analogies classiques entre les domaines électrostatique et gravitationnel : préciser les analogues de la masse et de la constante de gravitation universelle en électrostatique. En utilisant le rappel théorique donné en annexe, en déduire que l'analogie du théorème de Gauss pour le champ gravitationnel s'écrit :  $\oiint_{\Sigma} \vec{G} \cdot d\vec{S} = -4\pi GM_{int,\Sigma}$ , où l'on précisera à quoi correspond  $M_{int,\Sigma}$ .

7 - Analyser les symétries et les invariances de la distribution de masse modèle et en déduire que le champ de gravitation terrestre est de la forme :  $\vec{G}_T(M) = \mathcal{G}_T(r)\vec{u}_r$  où  $\vec{u}_r = \frac{\vec{OM}}{r}$  et  $r = \|\vec{OM}\|$ .

8 - A l'aide du théorème de Gauss, en déduire que le champ de gravitation terrestre, en un point à l'extérieur de la Terre, est donné dans ce modèle par :

$$\vec{G}_T(M) = \frac{-GM_T}{r^2} \vec{u}_r$$

On précisera la surface  $\Sigma$  choisie pour appliquer le théorème de Gauss. En déduire la valeur numérique du champ de gravitation terrestre au niveau de la surface de la Terre.

9 - En réalité, on considère conventionnellement que le champ de pesanteur au voisinage de la surface de la Terre est donné par la relation :  $g = 9,780327 \times (1 + 5,3024.10^{-3} \times \cos^2\theta - 5,8.10^{-6} \cos^2(2\theta) - 3,086.10^{-7} \times h)$  où  $\theta$  est la colatitude sphérique et  $h$  l'altitude par rapport à la surface, exprimée en m, et où  $g$  est en  $m.s^{-2}$ . On rappelle que la colatitude est nulle au pôle Nord et vaut  $\pi/2$  à l'équateur. Citer un ou plusieurs facteurs susceptibles d'expliquer la différence entre  $g$  et  $\mathcal{G}_T$ . Comparer qualitativement les valeurs numériques de  $g$  et de  $\mathcal{G}_T$  à la surface terrestre au niveau de l'équateur.

10 - On cherche à expliquer quantitativement la dépendance en  $h$  dans l'expression de  $g$  précédente. Pour cela, on considère un point  $M$  au voisinage immédiat de la surface terrestre, à une altitude  $h$ . Faire un schéma sans échelle en représentant  $r$ ,  $R_T$  et  $h$ . Exprimer la norme du champ de gravitation en  $M$ ,  $\mathcal{G}_T(M)$ . En déduire que si  $h \ll R_T$ , on peut la mettre sous la forme approchée  $\mathcal{G}_T(M) \simeq \frac{GM_T}{R_T^2}(1 - \alpha h)$  où l'on exprimera  $\alpha$  en fonction de  $R_T$  uniquement. En déduire sa valeur numérique et la comparer à la correction correspondante de  $g$ . Proposer un écart normalisé entre les valeurs observée et calculée de  $\alpha$ , en considérant que les incertitudes sur  $\alpha$  et sur  $R_T$  sont respectivement de  $10^{-10} m^{-1}$  et de 1 km. Commenter.

## 2.2 La lune

Cette sous-partie s'appuie essentiellement sur le document 3 et 4.

11 - Un observateur peut cacher la lune entièrement à l'aide de son pouce au bout de son bras tendu. Faire un schéma de la situation et en déduire une estimation grossière l'angle sous lequel on voit la Lune. Comparer qualitativement à la valeur mesurée actuellement :  $\alpha_L \simeq 0,5^\circ$ .

12 - Justifier que les observations d'Aristarque de Samos permettent de conclure que  $R_L \simeq R_T/3$ . Comparer à la valeur actuelle admise :  $R_L \simeq 1737$  km.

13 - A l'aide des deux estimations précédentes, montrer à l'aide du théorème de Thalès que l'on peut en déduire une estimation de la distance Terre-Lune,  $d_{TL}$ . Comparer la valeur déduite de ces observations avec celle obtenue par télémétrie dans le document 4., qu'on prendra comme valeur de référence dans la suite.

14 - On suppose que le référentiel géocentrique est galiléen et on étudie le mouvement de la Lune dans ce référentiel. A l'aide de schémas, présenter le référentiel géocentrique. Expliquer ce qu'est un référentiel galiléen.

15 - On étudie le mouvement de la Lune dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, soumise uniquement au champ gravitationnel terrestre déterminé précédemment,  $\vec{G}_T(M) = -\frac{GM_T}{r^2} \vec{u}_r$ , créé par la Terre supposée fixe à l'origine de ce référentiel. On notera  $M_L$  la masse de la Lune. Rappeler le théorème du moment cinétique. En déduire que le mouvement de la Lune est plan.

On repère la Lune dans le plan du mouvement en coordonnées polaires  $(r, \theta)$ .

16 - Etablir les équations polaires du mouvement dans le cas général. Les simplifier dans le cas d'un mouvement circulaire et en déduire l'expression de la vitesse angulaire de la lune  $\Omega_L$  en fonction de  $d_{TL}$ ,  $G$  et  $M_T$  uniquement.

17 - En déduire la période du mouvement de la Lune autour du centre de la Terre. La calculer numériquement et comparer à la période communément admise,  $T_L \simeq 27,7$  jours. Commenter.

## 2.3 Mesure actuelle de la distance Terre-Lune : expérience Laser Lune

Cette sous-partie s'appuie essentiellement sur les documents 4 à 6.

18 - La longueur d'onde utilisée pour l'expérience Laser-Lune est  $\lambda = 532$  nm. Quel est le domaine électromagnétique correspondant ? Déterminer le nombre  $N$  de photons dans une impulsion.

19 - Donner la demi largeur angulaire du faisceau due à la diffraction et en déduire à l'aide d'un schéma la taille de la tache de diffraction au niveau de la Lune si l'on suppose que l'élargissement est uniquement dû à la diffraction. Comparer qualitativement à la taille annoncée dans le texte et commenter.

20 - En déduire le nombre de photons  $N_m$  qui frappent réellement le miroir pour une impulsion.

On s'intéresse à présent à quelques aspects chimiques de la fabrication des miroirs.

21 - On s'intéresse à la cinétique de synthèse décrite dans le document 6. Déterminer le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  pour chacune de ces trois expériences. Proposer une hypothèse sur l'ordre de la réaction de dissociation relativement au MTS ? En déduire la constante de vitesse à cette température.

22 - On s'intéresse à l'électrodéposition décrite dans le document 5. Quelles sont les réactions qui ont lieu aux deux électrodes ? On suppose que l'on travaille avec une intensité constante  $I$  pendant une durée  $\Delta t$ . Exprimer la masse de silicium déposée pendant l'expérience  $\Delta m_{Si}$  dans ces conditions. Quelle intensité faut-il utiliser pour déposer en une heure une épaisseur de l'ordre  $1 \mu\text{m}$  sur une surface  $S \simeq 40 \text{ cm}^2$  correspondant à un coin de cube ?

## 2.4 Collisions sur la Lune et sur la Terre

Cette sous-partie s'appuie essentiellement sur les documents 7 et 8 On cherche à comprendre quelques caractéristiques des cratères d'impact à l'aide de modèles simples.

23 - On souhaite construire par analyse dimensionnelle une estimation de l'ordre de grandeur de la portée  $d$  d'un lancé effectué avec une vitesse initiale  $v_0$  dans un champ de gravité uniforme de norme  $g_0$ . Parmi les quatre propositions suivantes, identifier celle qui convient en précisant le raisonnement suivi.

$$1 : d \sim v_0 + g_0 \quad 2 : d \sim \frac{v_0}{g_0} \quad 3 : d \sim \frac{g_0}{v_0^2} \quad 4 : d \sim \frac{v_0^2}{g_0}$$

24 - Soit une météorite supposée sphérique de rayon  $R_m$  et de masse volumique  $\rho_m$  arrivant un niveau du sol à une vitesse de norme  $v_m$ . Exprimer l'énergie cinétique de la météorite.

**25** - Rappeler le premier principe de la thermodynamique en prenant en compte les termes d'énergie interne et d'énergie cinétique macroscopique. Quelle hypothèse peut-on faire quant au travail reçu lors du choc ? Justifier que l'on puisse négliger les transferts thermiques pendant le choc. Supposons que lors du choc, une portion  $\gamma \simeq 0,5$  de l'énergie cinétique initiale soit convertie en énergie interne de la météorite. On notera  $c_m = 440 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , la capacité thermique massique ou chaleur spécifique du Fer, composant principal de la météorite. Montrer que la variation de température correspondante pour la météorite est :  $\Delta T = \frac{\gamma v_m^2}{2c_m}$ . Si l'on suppose que la température initiale est de l'ordre de la température ambiante, sachant que la température de fusion est de l'ordre de  $T_F \simeq 1,5.10^3 \text{ K}$ , y a-t-il fusion ?

On admet que le cratère a une forme hémisphérique de rayon  $R_C$ . On suppose qu'une fraction  $(1 - \gamma)$  de l'énergie cinétique initiale est convertie en énergie cinétique transférée à la masse de sol évacuée (de masse volumique  $\rho_S$ ).

**26** - Les données du diagramme de Pike sont-elles compatibles avec une forme de cratère hémisphérique ?

**27** - En faisant malgré tout cette hypothèse géométrique simpliste, montrer que la vitesse typique communiquée au sol,  $v_S$ , est en ordre de grandeur :  $v_S \sim v_m \cdot \left(\frac{R_m}{R_C}\right)^{3/2} \cdot \left(\frac{\rho_m}{\rho_C}\right)^{1/2} (1 - \gamma)^{1/2}$ .

**28** - A l'aide de tout ce qui précède, déterminer en ordre de grandeur la taille typique d'un cratère  $R_C$  formé par l'impact d'une météorite métallique de taille  $R_m$  et de masse volumique  $\rho_m$  arrivant à une vitesse  $v_m$  sur le sol sédimentaire de masse volumique  $\rho_S$  d'une planète où règne un champ de pesanteur de norme  $g_0$ . On supposera que la vitesse communiquée au sol permet justement d'évider le cratère, c'est-à-dire que la distance parcourue par le sol mis en mouvement (éjecta) est de l'ordre de la taille du cratère.

**29** - Comparer la loi d'échelle précédente à l'expression établie par simulation numérique :  $R_C \simeq \left(\frac{\rho_m}{\rho_S}\right)^{1/3} R_m^{0,78} v_m^{0,44} g_0^{-0,22}$ . Donner les éléments satisfaisants et ceux qui le sont moins.

Pour discuter la loi d'échelle établie précédemment, on effectue au laboratoire une série d'expériences : on lâche sans vitesse initiale des billes de différents rayons depuis différentes hauteurs et on mesure la taille typique du trou formé dans du sable. Les résultats expérimentaux sont rassemblés dans le document 8.

**30** - Utiliser la loi d'échelle établie en 28 pour donner la loi d'échelle de la forme  $R_C \simeq K m^\alpha h^\beta$ . Critiquer la première courbe du document 8 : pourquoi n'est-elle pas exploitable ? Les deux courbes suivantes représentent  $\ln(2R_C)$  en fonction respectivement de  $\ln(m)$  et de  $\ln(h)$ . Déterminer les pentes théoriques des deux dernières courbes. Analyser les résultats précédents et valider les deux dépendances théoriques.

**31** - A partir d'une des photographies, estimer expérimentalement l'incertitude relative sur la mesure du diamètre du cratère. Estimer de même l'incertitude relative sur la hauteur de chute. Commenter.

## Annexes

### Données numériques :

- Célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67.10^{-11} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}.\text{s}^{-2}$
- Constante de Planck :  $h = 6,63.10^{-34} \text{ m}^2.\text{kg}.\text{s}^{-1}$
- Masse molaire du Silicium :  $M(\text{Si}) = 28 \text{ g.mol}^{-1}$
- Numéro atomique du Silicium :  $Z(\text{Si}) = 14$
- Masse volumique du Silicium :  $\rho_{\text{Si}} = 2,33.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

### Rappels théoriques :

- Théorème de Gauss : pour toute surface  $\Sigma$  fermée orientée vers l'extérieur, le champ électrique vérifie :

$$\oiint_{\Sigma} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int},\Sigma}}{\epsilon_0}$$

où  $Q_{\text{int},\Sigma}$  est la charge contenue à l'intérieur de la surface  $\Sigma$ .

- Ecart normalisé : pour une grandeur  $x$ , soient deux mesures  $x_1$  et  $x_2$  pour lesquelles les incertitudes-types sont respectivement  $u_{m1}$  et  $u_{m2}$ . L'écart normalisé entre ces deux mesures est :

$$E.N. = \frac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{u_{m1}^2 + u_{m2}^2}}$$

On considère usuellement que lorsque l'écart normalisé est inférieur à 2 ou de l'ordre de 2, les deux mesures sont cohérentes l'une avec l'autre, et leur écart peut s'expliquer par les incertitudes de mesure. Sinon, on conclut que les mesures ne sont pas cohérentes.

## CAPES BAC + 3

### Réglementation de la seconde épreuve d'admissibilité

Extrait de l'annexe de l'arrêté du 17 avril 2025 fixant les modalités d'organisation du concours externe du certificat d'aptitude au professorat de l'enseignement du second degré, publié au Journal Officiel du 19 avril 2025

Les candidats au concours externe du CAPES de physique-chimie choisissent au moment de l'inscription la discipline - physique ou chimie - qui fait l'objet de l'évaluation la plus approfondie. Cette discipline est qualifiée de majeure, l'autre étant qualifiée de mineure.

#### A. - Epreuves d'admissibilité

##### 2° Seconde épreuve d'admissibilité.

L'épreuve consiste à répondre d'une façon argumentée à un questionnement construit autour d'une problématique précisée dans le sujet, en s'appuyant sur un corpus de documents.

Elle vise à évaluer l'aptitude du candidat à mobiliser des savoirs disciplinaires en exploitant des documents de natures diverses (résultats expérimentaux, graphiques, textes issus de la littérature scientifique ou de vulgarisation, pouvant relever de la culture scientifique ou de l'histoire des sciences).

Durée : trois heures.

Coefficient 2.

L'épreuve est notée sur 20. Une note globale égale ou inférieure à 5 est éliminatoire.