

**Modèle CCYC : ©DNE**

**Nom de famille** (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

**Prénom(s) :**

**N° candidat :**  **N° d'inscription :**

(Les numéros figurent sur la convocation.)

**Né(e) le :**  /  /



1.1

## ÉVALUATION

**CLASSE :** Terminale – Épreuve de fin de cycle

**VOIE :**  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT :** Enseignement scientifique  
sans enseignement de mathématiques spécifique

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 2 h

Niveaux visés (LV) :  $\emptyset$

Axes de programme :  $\emptyset$

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui  Non

**DICTIONNAIRE AUTORISÉ :**  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages :** 11

**Parmi les trois exercices qui composent ce sujet, le candidat en traite obligatoirement deux.**

**L'exercice 1, du niveau de la classe de terminale, doit être obligatoirement abordé.**

**Pour le deuxième exercice, le candidat choisit entre l'exercice 2 et l'exercice 3 qui sont du niveau de la classe de première. Il indique son choix en début de copie.**



## **Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale**

*Thème « Le futur des énergies »*

### **La solution hydrogène**

*Sur 10 points*

On s'intéresse à deux modes de production d'électricité (la production éolienne et la production nucléaire) puis au stockage du dihydrogène.

#### **Document 1 : produire de l'électricité avec le vent**

Une éolienne utilise la force du vent pour produire de l'électricité. Celui-ci actionne les pales de l'éolienne, ce qui entraîne un alternateur. La production électrique est instantanée, mais intermittente, et dépend de la vitesse du vent. Le problème principal de ce type de production d'électricité est son intégration au réseau. Un surplus de production peut perturber gravement le réseau de transport d'électricité : si trop d'énergie électrique est injectée sur le réseau par rapport à la demande d'énergie, cela peut entraîner une instabilité du réseau, pouvant aller jusqu'à la déconnexion des centrales.

D'après le ministère de la transition écologique, la production d'électricité éolienne a représenté 6,9 % de la production totale en France pour le 1er trimestre 2019.

La production électrique éolienne est entièrement automatisée et nécessite peu de maintenance. Le rendement d'une éolienne est d'environ 35 %.

#### **Document 2 : les centrales nucléaires**

En 2019, en France, la part du nucléaire s'élevait à 70,6 % de la production électrique totale en France.

La production d'électricité par une centrale nucléaire est basée sur la fission d'un combustible nucléaire. Cette fission dégage de l'énergie qui sert à produire de la vapeur, qui entraîne une turbine reliée à un alternateur. La fission de sept grammes d'uranium produit autant d'énergie que la combustion d'une tonne de charbon. Ce type de centrale peut fonctionner quasiment en continu, mais une fois à l'arrêt, il faut plusieurs jours pour relancer la production d'électricité. Une centrale nucléaire a un rendement d'environ 30 %.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

Comme toute activité industrielle, les centrales nucléaires génèrent des déchets, dont certains sont radioactifs. Aujourd'hui, des solutions techniques existent pour la gestion de tous les déchets radioactifs, mais cela exige une sûreté très importante des installations. Les déchets « à vie courte » sont triés selon leur niveau de radioactivité et leur nature, conditionnés et stockés dans les centres de l'ANDRA. Les déchets « à vie longue » issus du traitement du combustible usé sont vitrifiés en blocs inaltérables et entreposés dans l'usine Areva NC de La Hague dans l'attente du stockage géologique en profondeur qui constituera une solution définitive de gestion pour ces déchets. Cependant pour le moment, aucun site de stockage profond n'est encore opérationnel.

D'après edf.fr

- 1- L'alternateur est un convertisseur d'énergie cité dans les documents 1 et 2 : indiquer la nature de l'énergie convertie et la nature de l'énergie produite.
- 2- Préciser le nom du phénomène physique sur lequel s'appuie le fonctionnement d'un alternateur.
- 3- Lors de la circulation du courant électrique, l'alternateur perd de l'énergie via l'échauffement des fils conducteurs le constituant : indiquer le nom de l'effet responsable de cette perte.
- 4- Décrire par un court texte ou un schéma la chaîne de transformations énergétiques de l'éolienne.
- 5- Calculer l'énergie nécessaire au fonctionnement d'une éolienne qui produirait 10 MWh d'énergie électrique.

### Document 3 : l'hydrogène, un vecteur d'avenir

Le dihydrogène (H<sub>2</sub>) peut tout faire, ou presque : produire de l'électricité via une pile à combustible ; servir de combustible, avec pour seul déchet la vapeur d'eau ; être transformé en méthane (CH<sub>4</sub>), voire en matières carbonées avec l'ajout de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), ainsi valorisé au lieu d'être rejeté dans l'atmosphère. De plus, il peut être stocké selon différentes options.



La France produit chaque année un million de tonnes d'H<sub>2</sub> pour différents usages (raffinage du pétrole, fabrication d'ammoniac, etc.). Et cela, surtout par vaporeformage du méthane (procédé de transformation à partir d'hydrocarbures et présence de vapeur d'eau), qui libère 10 tonnes de CO<sub>2</sub> pour chaque tonne de H<sub>2</sub> produite...La combustion de H<sub>2</sub>, quant à elle, produit seulement de l'eau.

L'électrolyse de l'eau, qui permet d'obtenir du dihydrogène et du dioxygène, nécessite de l'énergie électrique. Cette énergie est diminuée mais reste conséquente si l'on opère à haute température, comme c'est le cas dans le procédé EHT développé au Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA). Si cette solution venait à se généraliser, l'impact des électrolyseurs sur le réseau électrique serait non négligeable. D'où l'idée d'utiliser les surplus d'électricité des sources intermittentes, ou pourquoi pas recourir à de petits réacteurs nucléaires modulaires hybrides. Car dès 2025, il faudra pouvoir produire 4 à 5 millions de tonnes de dihydrogène par an.

D'après « Les défis du CEA » n°241

**6-** Expliquer en quoi le stockage du dihydrogène apporte un élément de réponse au problème de l'instabilité du réseau de transport d'électricité liée à la production intermittente d'énergie électrique par les éoliennes.

**7-** Préciser si le document 3 fournit suffisamment de données pour comparer les émissions de CO<sub>2</sub> par combustion d'hydrogène et par combustion d'hydrocarbures, pour une énergie thermique produite donnée. Si ce n'est pas le cas, indiquer les données manquantes nécessaires pour effectuer cette comparaison (on ne demande pas les valeurs de ces paramètres).

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Son et musique, porteurs d'information »

### Un décret qui fait grand bruit

Sur 10 points

« À partir d'aujourd'hui, les salles de spectacles, mais aussi les cinémas et les festivals vont devoir limiter le maximum de leur volume sonore, en le baissant de 105 décibels (c'était jusqu'ici la norme) à 102. C'est donc 3 décibels en moins. Cela n'a l'air de rien comme ça, mais cela revient tout de même à diviser par deux l'intensité sonore. 102 décibels, cela reste toutefois encore beaucoup. Beaucoup trop disent certains, des médecins notamment, qui rappellent par exemple qu'un marteau piqueur équivaut à 100 décibels. »

D'après un article de <https://www.rtl.fr> publié le 01/10/2018

1- À partir du document 1 et de vos connaissances, expliquer pourquoi il est nécessaire de baisser le niveau sonore dans les salles de spectacles. Une réponse argumentée et structurée est attendue.

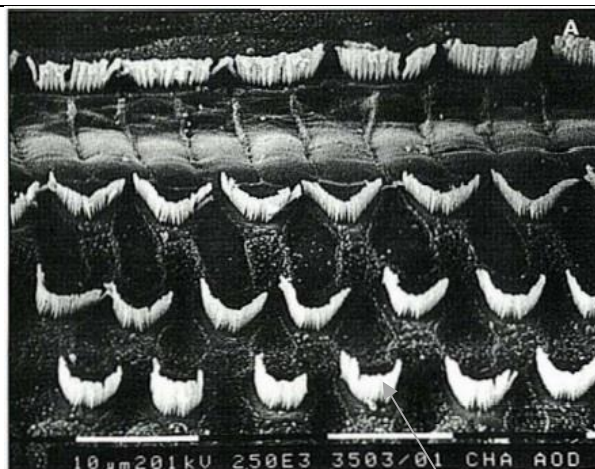
#### Document 1. Vues de surface d'une cochlée de chat avant et après des traumatismes auditifs

La cochlée représente la partie auditive de l'oreille interne. On observe une cochlée de chat au microscope électronique à balayage dans différentes conditions.

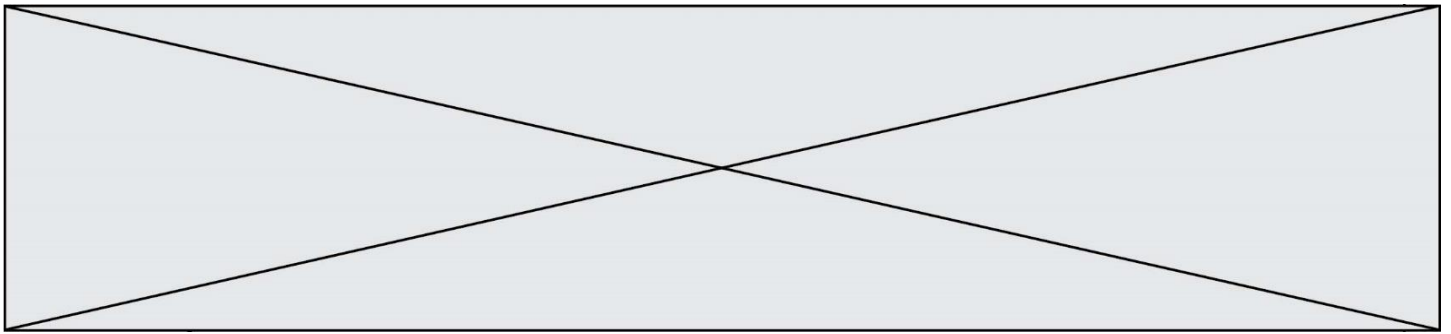
#### Partie de cochlée normale

On observe une rangée de cellules ciliées internes (CCI) et 3 rangées de cellules ciliées externes (CCE).

Les cellules ciliées sont toutes visibles.



Cils vibratiles des cellules de la CCE



Partie de cochlée  
après une exposition à  
un son pur de 8 kHz à  
120 dB pendant 20  
minutes

Les cils vibratiles des  
 cellules ciliées internes  
 sont absents ainsi que  
 certains des cellules  
 ciliées externes



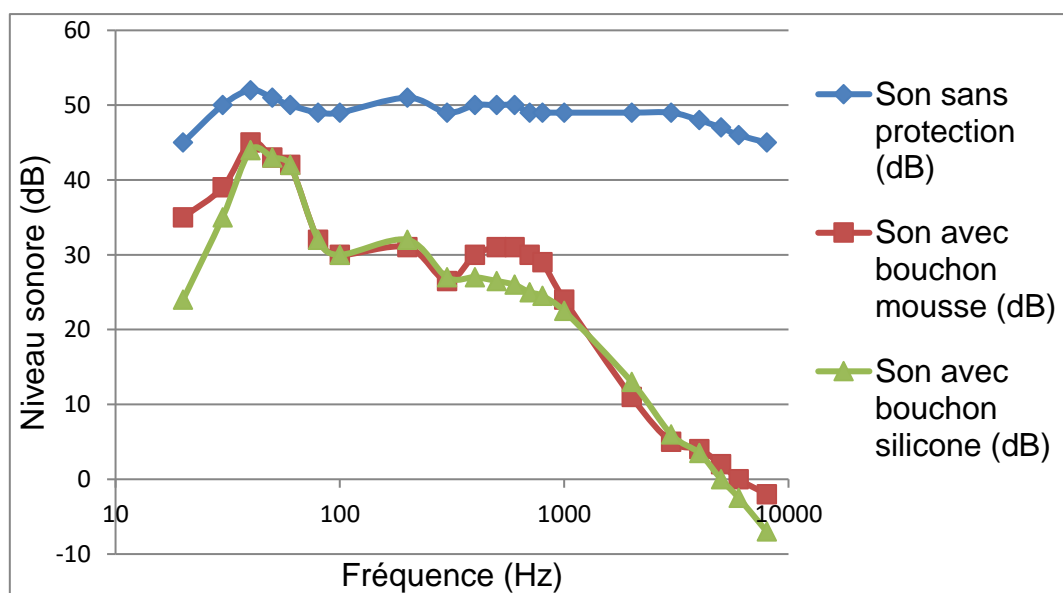
CCI

CCE

D'après [http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/4361/MS\\_1991\\_4\\_357.pdf?sequence=1](http://www.ipubli.inserm.fr/bitstream/handle/10608/4361/MS_1991_4_357.pdf?sequence=1)

2- À partir de vos connaissances et des documents 2, 3 et 4, expliquer les précautions à adopter afin de réduire les risques d'un traumatisme sonore au niveau de l'oreille interne. Une réponse argumentée et structurée est attendue.

Document 2. Effet d'un bouchon d'oreille sur le niveau sonore d'un son au sein de l'oreille interne en fonction de sa fréquence



D'après <https://www.lesnumeriques.com/accessoire-audio/risques-auditifs-quelle-protection-auditive-choisir-a3795.html>

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Document 3. Durées admissibles d'exposition quotidienne au bruit

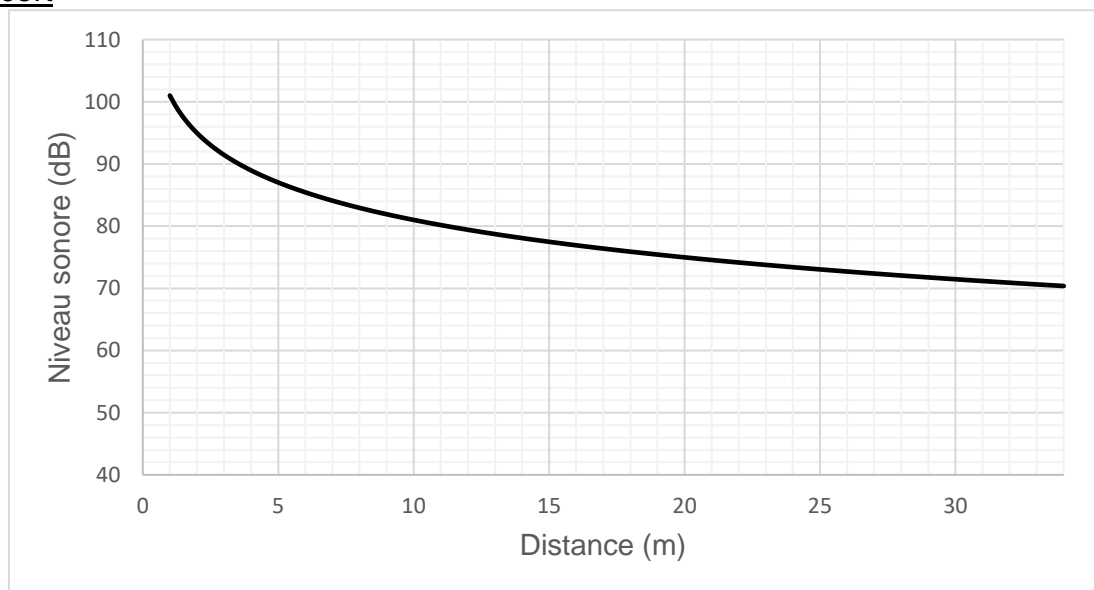
#### DURÉE D'EXPOSITION AU BRUIT RECOMMANDÉE

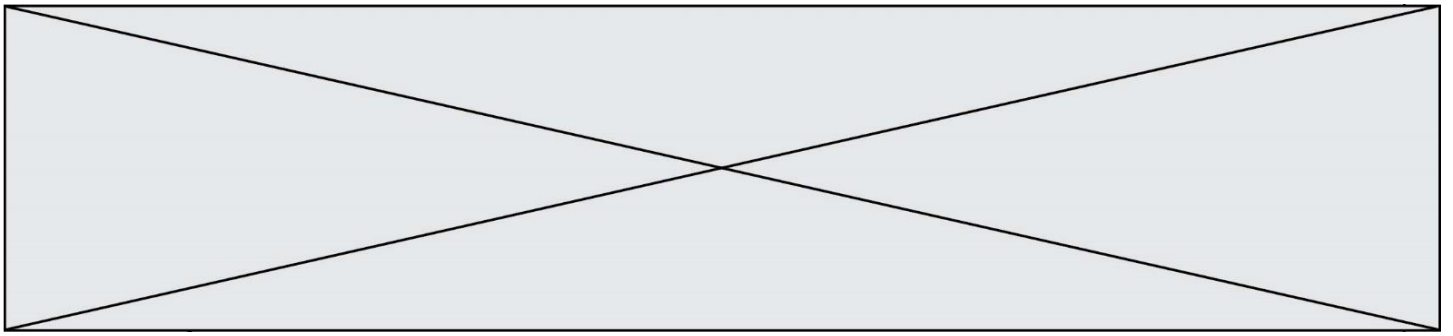
Niveau sonore en dB	Durée d'exposition maximale
80	8h
83	4h
86	2h
89	1h
92	30min.
95	15min.
98	7min. et 30sec.
101	3min. et 45sec.
104	1min. et 20sec.
107	40sec.
111	20sec.

Ce document indique la durée admissible d'exposition quotidienne au bruit à différents niveaux d'intensité en décibels (dB). Au-dessous de 80 dB, il n'y a pas de risque de dégradation brutale de l'audition.

D'après <https://www.journee-audition.org/pdf/guide-jeunes.pdf>

### Document 4. Évolution du niveau sonore en fonction de la distance à la scène du concert





**3-** Louise écoute son groupe de rock préféré et ne veut rien rater du concert dont elle ne connaît pas la durée exacte.

Pour cela, elle se met au plus près de la scène à une distance d'environ 1,0 m.

Les mesures effectuées par les techniciens de la salle montrent que le groupe respecte la nouvelle législation en vigueur : le niveau sonore à l'endroit où est Louise est de 101 dB. Pourtant au bout de quelques minutes, Louise ressent une gêne et décide de s'éloigner un peu de la scène.

À partir des documents 3 et 4, déterminer graphiquement à quelle distance de la scène Louise doit se placer pour être sûre de ne subir aucun risque de dégradation brutale de son audition.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :  /  /

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

#### Les structures microscopiques de la silice et du silicium

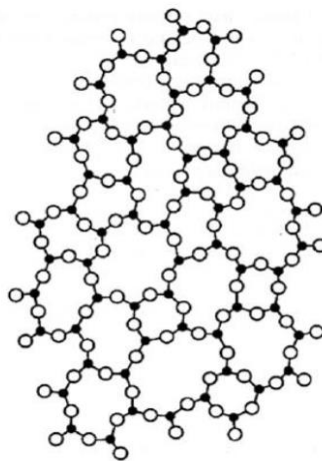
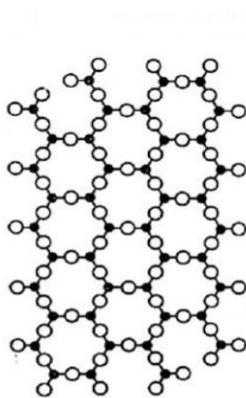
Sur 10 points

La silice est la forme naturelle du dioxyde de silicium ( $\text{SiO}_2$ ) qui entre dans la composition de nombreux minéraux (quartz, etc.). La silice représente 60,6 % de la masse de la croûte terrestre continentale. De nombreuses roches sont constituées de silice (sable, grès, granite, etc.) et l'étude des différentes structures possibles permet d'en savoir plus sur les conditions de formation des roches.

Le verre utilisé dans l'industrie est un solide non cristallin (amorphe), dur, fragile (cassant) et transparent. Sa composition chimique contient une part importante de silice.

#### Partie A. La silice : une structure amorphe ou cristalline

Document 1. Deux structures en coupe de la silice



a

b

● : Atome de silicium

○ : Atome d'oxygène

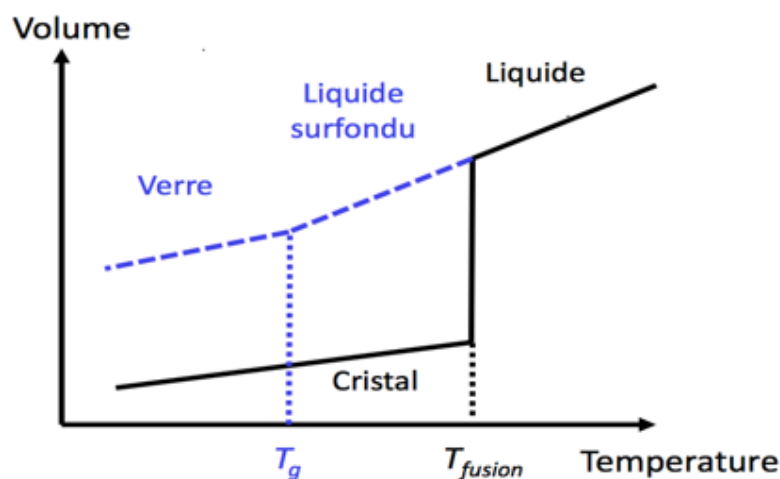
Source : d'après CHAGUETMI, Salem (2010), *Élaboration et caractérisation de nouveaux verres de fluorohafnates de strontium et de phosphosulfates*. Thèse, Université Mohamed Khider Biskra  
<http://thesis.univ-biskra.dz/1006/3/Chapitre%201.pdf>



1- La figure du document 1 montre deux structures possibles de la silice. L'une d'elles est dite cristalline, l'autre amorphe (verre). Parmi les représentations a et b, laquelle correspond à une structure cristalline ? Justifier votre choix.

À partir de deux échantillons identiques de silice liquide, on peut obtenir soit un verre, soit un cristal selon la vitesse de refroidissement.

Document 2. Évolution du volume d'un échantillon de silice lors d'un changement d'état



Température de transition vitreuse :  
 $T_g = 1473 \text{ K}$

Température de fusion :  
 $T_{\text{fusion}} = 1996 \text{ K}$

2- Comparer qualitativement les volumes des deux échantillons obtenus (verre ou cristal) à la température de 1400 K.

3- Proposer une explication à cette différence de volume en s'appuyant sur le document 1.

### Partie B. Étude de la maille cristalline du silicium

On s'intéresse dans cette partie au silicium pur. On fait l'hypothèse que la structure cristalline du silicium est cubique à faces centrées, avec les caractéristiques suivantes :

Rayon d'un atome de silicium :  $r = 118 \times 10^{-12} \text{ m}$

Masse d'un atome de silicium :  $m = 4,66 \times 10^{-26} \text{ kg}$

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

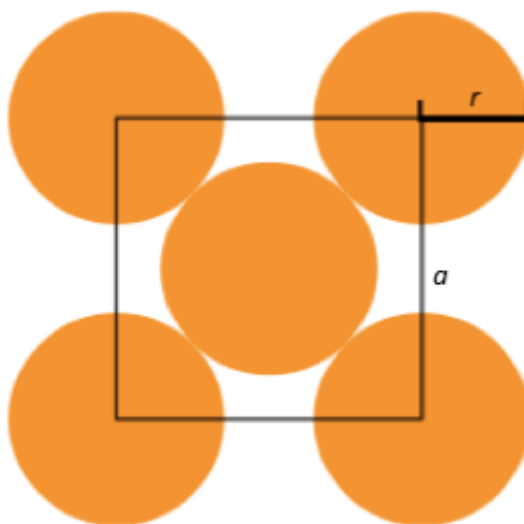
Né(e) le :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

4- Le but de cette partie est de déterminer la masse volumique du silicium afin de valider ou d'invalider l'hypothèse formulée sur sa structure (cubique à faces centrées).

Document 3. Coupe d'une maille selon le modèle cubique à faces centrées



La mesure  $a$  correspond au paramètre de la maille et on suppose que les atomes de silicium sont sphériques et tangents. Le rayon d'un atome de silicium est noté  $r$ .

4-a- À l'aide de la figure du document 3, démontrer que :  $a = 2\sqrt{2} r$  et calculer sa valeur.

4-b- Représenter en perspective cavalière la maille cubique à faces centrées.

4-c- On rappelle que, dans la structure cubique à faces centrées, une maille contient l'équivalent de 4 atomes de silicium. Calculer la masse volumique d'un cristal de silicium dans cette hypothèse.

4-d- En réalité, la masse volumique du cristal de silicium est  $2,33 \text{ g.cm}^{-3}$ . L'hypothèse de la structure cristalline cubique à faces centrées peut-elle être validée ?