



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 %.

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



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.

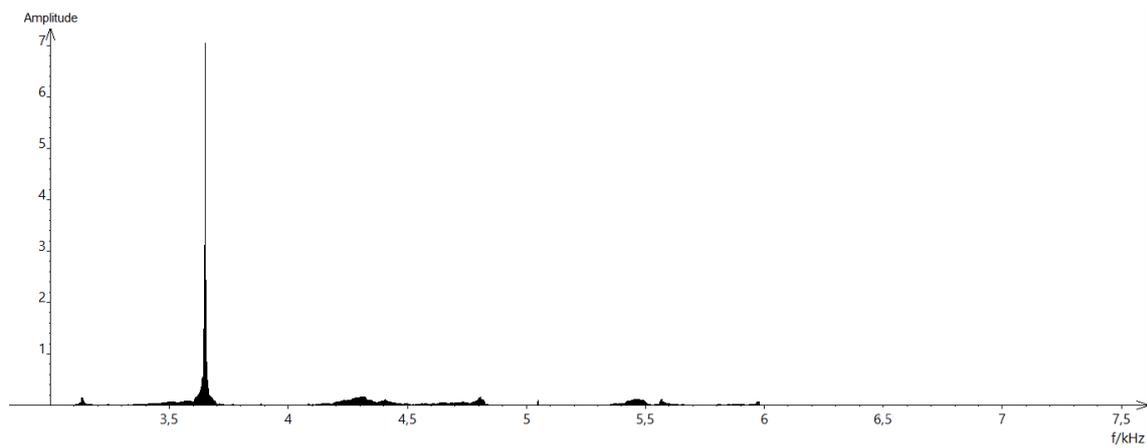
D'après « Les défis du CEA » n°241

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.

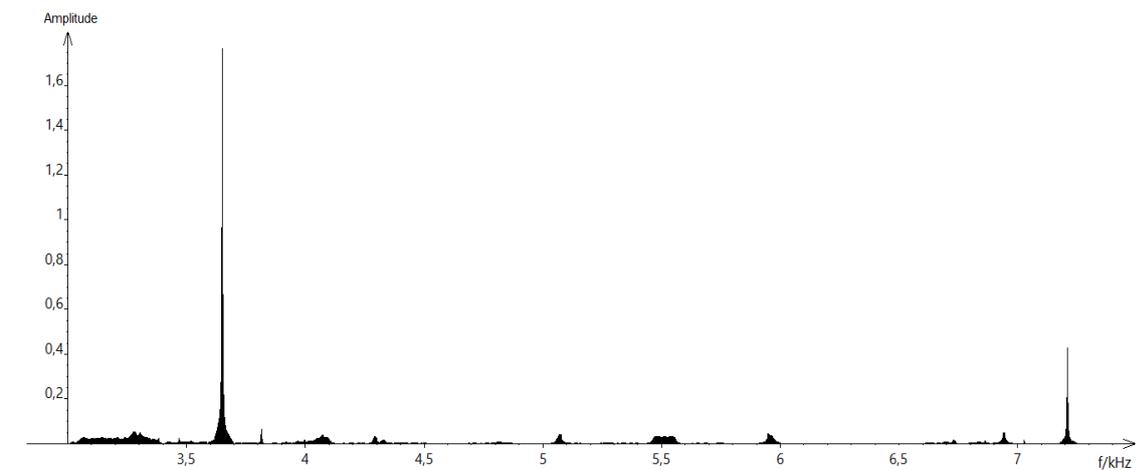
7- Préciser si le document 3 fournit suffisamment de données pour comparer les émissions de CO₂ par combustion d'hydrogène et par combustion d'hydrocarbures, pour une énergie thermique produite donnée. Si ce n'est pas le cas, indiquer les données manquantes nécessaires pour effectuer cette comparaison (on ne demande pas les valeurs de ces paramètres).



Spectre du son obtenu avec le marteau 2 :



Spectre du son obtenu avec le marteau 3 :



1- Lire sur le document 1 les fréquences fondamentales f_1 , f_2 , et f_3 des sons émis lors de l'expérience et noter leurs valeurs sur la copie.

2- Comparer ces fréquences. La masse du marteau influe-t-elle sur la fréquence fondamentale du son émis ?

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

Partie 2. Construction d'une gamme

On souhaite construire une gamme musicale en harmonie avec la note obtenue en tapant sur l'enclume de la partie 1. On admet que cette fréquence vaut environ 3600 Hz.

3- Cette note, jugée trop aigüe, doit être diminuée de plusieurs octaves pour obtenir une fréquence proche de 440 Hz, qui correspond à la fréquence du La3 servant communément de référence. Combien d'octaves séparent la note obtenue en tapant sur l'enclume et le La3 ?

4- Dans une gamme de douze notes au tempérament égal (aussi appelée gamme tempérée), la fréquence de chaque note est obtenue en multipliant la fréquence de la note précédente par la racine douzième de deux, notée $\sqrt[12]{2}$ ou $2^{\frac{1}{12}}$.

4-a- Recopier et compléter l'algorithme ci-dessous pour qu'il permette de construire la gamme de douze notes au tempérament égal à partir de la note de fréquence $F = f_0$.

```

F ← ...
Pour i allant de ... à ...
    Afficher F
    F ← ...
Fin Pour

```

4-b- Donner la valeur de B dans le tableau des fréquences ci-dessous :

	Note 0	Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5	Note 6	Note 7	Note 8	Note 9	Note 10	Note 11	Note 11
Fréquence f (Hz)	455 $=f_0$	482	511	541	573	607	A	682	723	765	811	859	910
Rapport f/f_0	1	$2^{1/12}$	$2^{2/12}$	$2^{3/12}$	$2^{4/12}$	$2^{5/12}$	B	$2^{7/12}$	$2^{8/12}$	$2^{9/12}$	$2^{10/12}$	$2^{11/12}$	2

4-c- Expliquer pourquoi $A^2 = 682 \times 607$ puis donner la valeur de A.

5- On rappelle que la quinte juste introduite pour construire les gammes de Pythagore est exactement $3/2$.

Déterminer la note de la gamme qui forme avec la note 0 l'intervalle le plus proche de la quinte juste.



Exercice 3 (au choix) – Niveau première

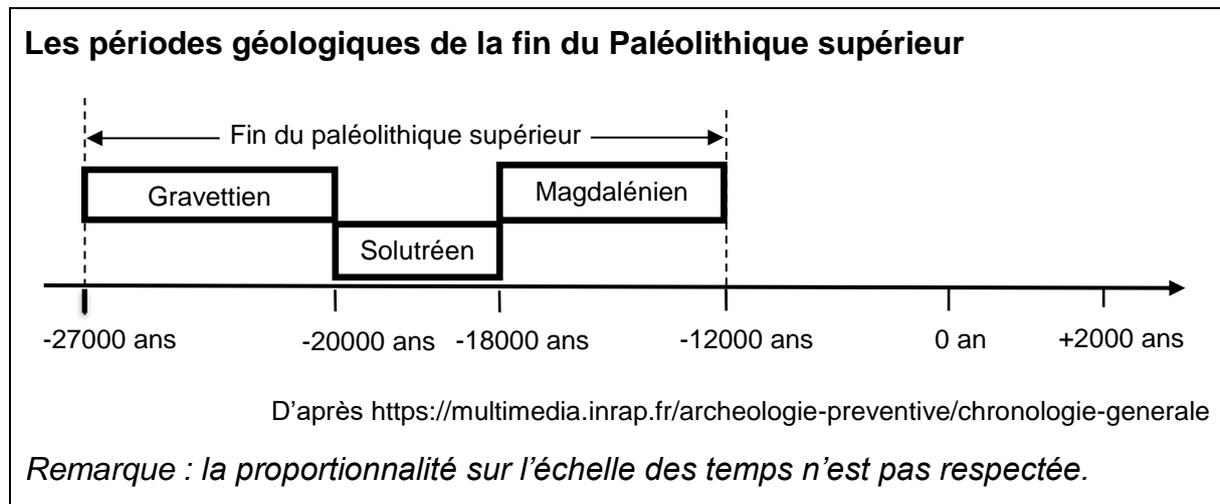
Thème « Une longue histoire de la matière »

La datation de l'occupation d'une grotte par *Homo sapiens*

Sur 10 points

Les analyses stylistiques des peintures et des objets ornant une grotte d'Europe de l'ouest ont permis aux paléoanthropologues de dater son occupation par *Homo sapiens* à la fin du Paléolithique supérieur.

Un désaccord persiste cependant entre les scientifiques lorsqu'il s'agit de préciser si les peintures et objets ont été réalisés au Gravettien, au Solutréen ou au Magdalénien, les trois dernières périodes géologiques du Paléolithique supérieur comme l'indique le document ci-dessous.



1. Préciser ce qui distingue un noyau stable d'un noyau radioactif. Définir la demi-vie d'un isotope radioactif. Préciser si, pour un échantillon macroscopique contenant cet isotope, la demi-vie dépend de la quantité d'isotopes présente initialement.

2. L'élément carbone présent dans le bois d'un végétal provient de l'air et a été assimilé dans le végétal grâce à la photosynthèse au niveau des feuilles. En analysant le document ci-dessous, justifier l'utilisation de la méthode de datation au carbone 14 pour dater les peintures ornant la paroi de cette grotte.

3. Compléter la courbe en annexe représentant la décroissance radioactive du nombre d'atomes de ^{14}C au cours du temps (*annexe à rendre avec la copie – les coordonnées des points calculés doivent être précisées*).



Document : principe de la datation au carbone 14

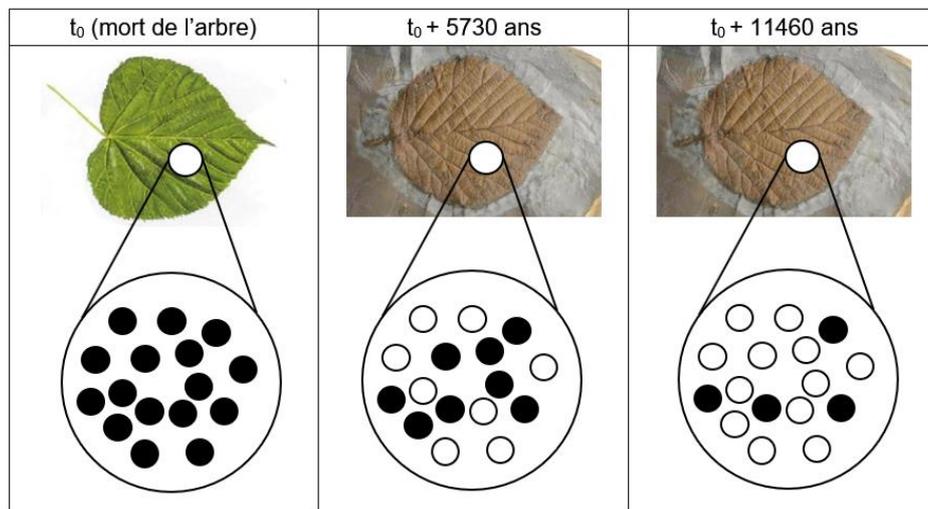
Le carbone 14 (^{14}C) est un noyau radioactif en proportion constante dans l'atmosphère.

Les êtres vivants, formant la biosphère, échangent entre eux ainsi qu'avec l'atmosphère du dioxyde de carbone (CO_2) dont une fraction connue comprend du carbone 14. Tout être vivant contient donc dans son organisme du ^{14}C en même proportion que l'atmosphère.

À sa mort, un être vivant cesse d'absorber du dioxyde de carbone ; par contre le carbone 14 qu'il contient continue à se désintégrer.

En 5730 ans la moitié des atomes de carbone 14 aura disparu d'un échantillon macroscopique de cet être vivant. C'est la demi-vie ($t_{1/2}$) de ce noyau radioactif. Au-delà de 8 demi-vie, la quantité de ^{14}C présente dans l'échantillon, inférieure à 1 %, est trop faible pour que la méthode puisse être utilisée pour dater un évènement.

Décroissance du nombre d'atomes de ^{14}C dans une feuille fossilisée après sa mort



- Grand nombre d'atomes de ^{14}C
- Grand nombre d'atomes de ^{14}N

Source : illustration de l'auteur



Résultats des mesures effectuées sur un fragment de charbon de bois prélevé dans la grotte

Pour réaliser les peintures ornant les parois de la grotte, les êtres humains du Paléolithique supérieur ont utilisé du charbon de bois.

Les mesures, réalisées sur un prélèvement de ce charbon de bois par les scientifiques, montrent que la quantité de ^{14}C mesurée en l'an 2000 n'est plus égale qu'à 8,0 % de la quantité du ^{14}C initialement présent dans l'échantillon.

4. En s'appuyant sur le document précédent, expliquer, sous la forme d'une courte rédaction argumentée, comment la datation au ^{14}C permet de faire évoluer le désaccord entre les scientifiques sur la période de réalisation des peintures.

