



Exercice 1 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

La pile végétale

Sur 10 points

Il est possible de produire de l'électricité en installant des électrodes dans un sol gorgé d'eau où poussent des plantes telles que le riz. Cette technologie permet de convertir l'énergie chimique issue de la photosynthèse en énergie électrique. Le rendement de ce dispositif reste pour le moment faible.

On cherche ici à déterminer si cette technologie peut constituer une solution d'avenir.

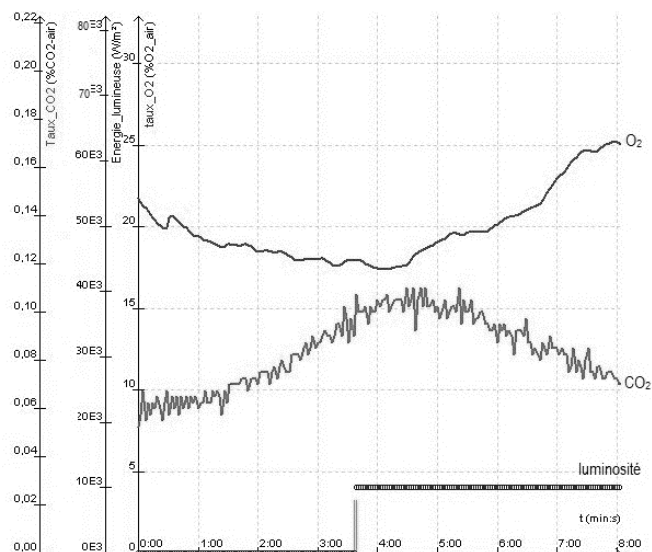
Les deux parties peuvent être traitées indépendamment.

Partie 1 – La photosynthèse et ses caractéristiques

Document 1 - Étude expérimentale des échanges gazeux d'une plante chlorophyllienne

On mesure les variations au cours du temps de trois paramètres environnementaux au sein d'une enceinte fermée hermétiquement et contenant un végétal chlorophyllien :

- teneur en dioxygène (O_2) ;
- teneur en dioxyde de carbone (CO_2) ;
- luminosité reçue par l'enceinte.



Source : d'après <https://www.pedagogie.ac-nantes.fr>

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

1- D'après le document 1, décrire l'effet de la luminosité sur les échanges gazeux entre la plante chlorophyllienne et son environnement.

Justifier à l'aide de données chiffrées.

Partie 2 – Énergie de la « pile végétale »

La plante utilise la photosynthèse pour produire de la matière organique. La réaction chimique correspondante peut être exploitée au sein d'une pile comportant deux électrodes dont l'une est positionnée près de la racine de la plante et l'autre en est plus éloignée. Cette pile peut délivrer un courant électrique qui transporte de l'énergie. On admet que la puissance électrique fournie par une « pile végétale » de cette sorte est proportionnelle à la surface que les plantes, exposées au soleil et qui se trouvent au voisinage des électrodes, occupent sur le sol.

2- À partir de vos connaissances, expliquer ce qu'est une source d'énergie renouvelable. Justifier que la pile végétale est considérée comme une source d'énergie électrique renouvelable.

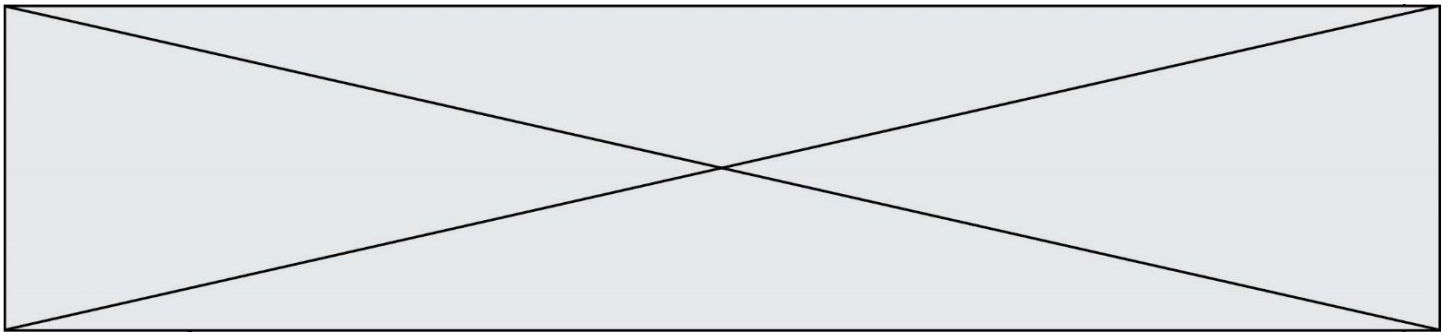
On peut estimer qu'une « pile végétale » de 1 m^2 de surface globale (en feuilles et en racines) fournit une puissance de 3 W et que l'énergie moyenne nécessaire à la recharge d'un smartphone est de 10 Wh .

3- Calculer la durée de recharge d'un smartphone avec 1 m^2 de surface de « pile végétale ».

4- L'énergie moyenne consommée par une famille pendant une année est 3000 kWh . Calculer la surface nécessaire en m^2 de surface de « pile végétale » pour fournir l'énergie annuelle à une famille.

Indication : le Watt-heure (Wh) une unité physique qui correspond à l'énergie consommée ou délivrée par un système d'une puissance de 1 Watt fonctionnant pendant une heure.

5- À partir des arguments issus de l'étude des deux parties de l'exercice et de vos connaissances notamment sur le fait que la « pile végétale » peut être considérée comme de la biomasse, indiquer un intérêt et une limite de ce dispositif.



Exercice 2 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'iode et la thyroïde

Sur 10 points

Un accident nucléaire peut engendrer un rejet d'éléments radioactifs dans l'atmosphère parmi lesquels notamment de l'iode radioactif, l'iode 131 (^{131}I). Respiré ou avalé, l'iode se fixe sur la glande thyroïde. Or s'il est radioactif, il augmente le risque de cancer de cet organe. En cas d'accident nucléaire, pour prévenir cette contamination radioactive de la thyroïde, des comprimés d'iode 127 (^{127}I), isotope stable, sont distribués à la population.

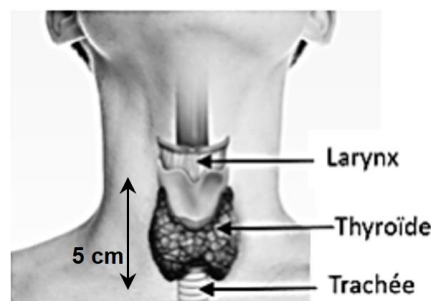
Partie 1 – L'utilisation de l'iode au niveau de la thyroïde

La thyroïde est un organe qui se situe au niveau du cou, en avant de la trachée. Elle est le siège de la synthèse des hormones thyroïdiennes qui jouent un rôle sur plusieurs fonctions de l'organisme et notamment celles liées au métabolisme.

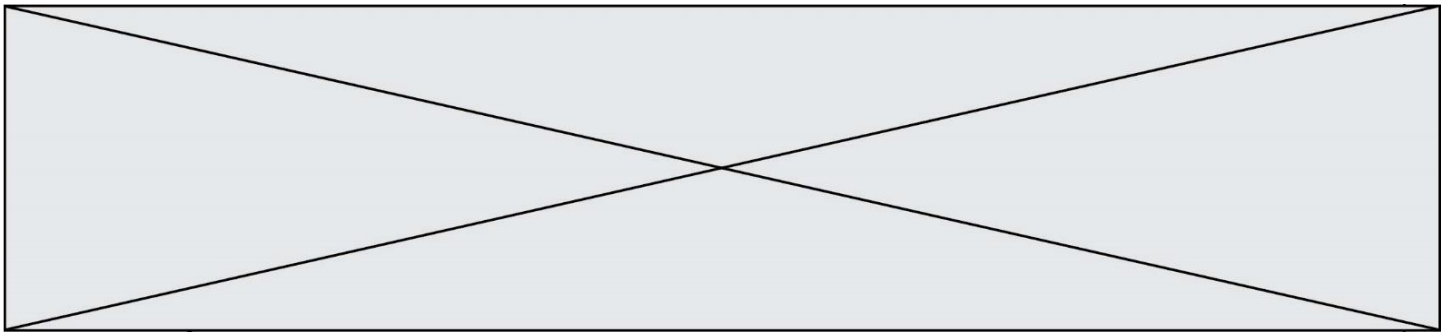
Le document 1 suivant fournit des éléments utiles.

- 1- Classer par ordre de grandeur croissant de leur taille : cellules thyroïdiennes, ion iodure et thyroïde. Justifier votre réponse.

Document 1 – Structure de la thyroïde à différentes échelles et transport de l'iode



Localisation anatomique de la thyroïde



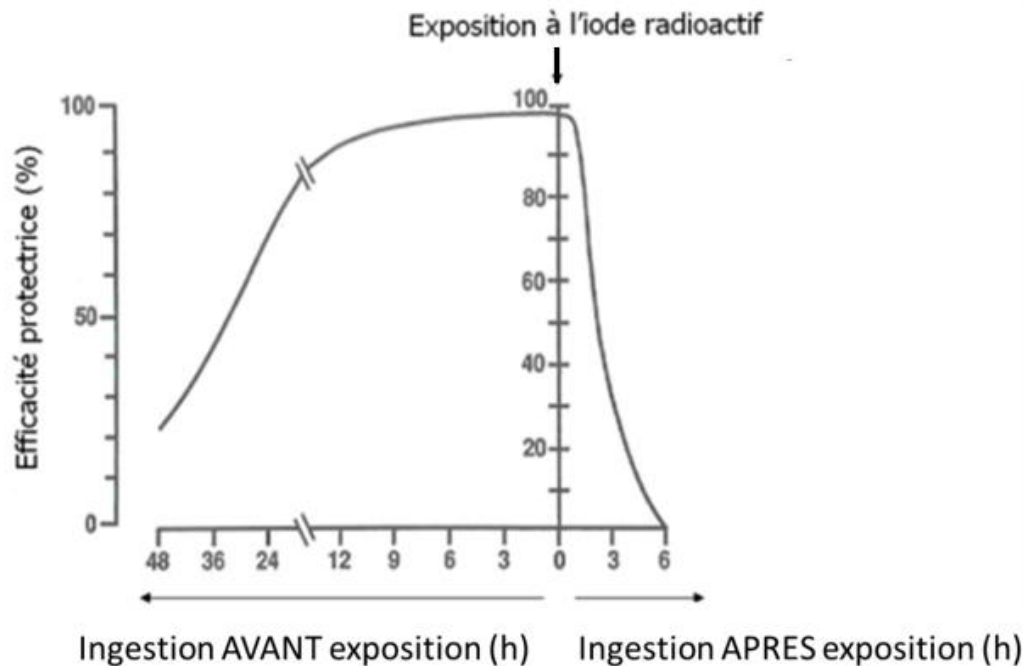
On constate parfois les effets secondaires suivants : goût métallique en bouche, nausées, vomissements, [...]. Plus rarement, chez les personnes de plus de 40 ans, une prise prolongée peut entraîner un dérèglement du fonctionnement de la thyroïde.

Source : D'après Guide de directives pour la planification et la réponse aux situations d'urgence nucléaire ou radiologique, IRSN (= Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire)

Document 3 – Étude en laboratoire de l'efficacité du traitement en fonction de l'instant de l'ingestion d'iode stable

Le graphique ci-dessous montre le résultat d'une étude effectuée en laboratoire. L'expérience clinique permet de mesurer l'efficacité protectrice de l'ingestion d'iode stable selon le moment de cette ingestion par rapport à l'instant d'exposition aiguë de courte durée à de l'iode radioactif. 100 % d'efficacité protectrice correspond à une saturation totale de la thyroïde par l'iode stable.

Efficacité protectrice en pourcentage par rapport à la saturation totale de la thyroïde en fonction du moment de l'ingestion du comprimé d'iode stable



Sources : D'après Accidents nucléaires et protection de la thyroïde par l'iode stable. Agence fédérale de Contrôle nucléaire Bruxelles, Belgique et d'après Becker 1988

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

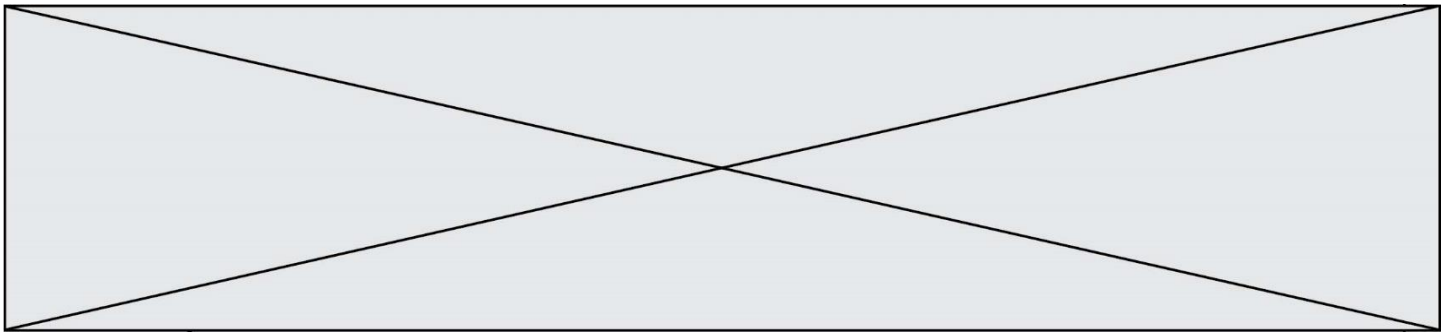
- 2- Au regard des résultats de l'étude expérimentale du document 3, discuter de la pertinence ou non de la préconisation indiquée dans le document 2, dans le cas d'un risque nucléaire.
- 3- En utilisant l'ensemble des informations issues des documents, rédiger un paragraphe argumenté expliquant l'intérêt de ce traitement à l'iode stable, en cas d'accident nucléaire, pour prévenir l'apparition d'un cancer de la thyroïde.

Partie 3 – L'iode 131

L'iode 131 (^{131}I) est l'isotope de l'iode dont le noyau est constitué de 53 protons et de 78 neutrons.

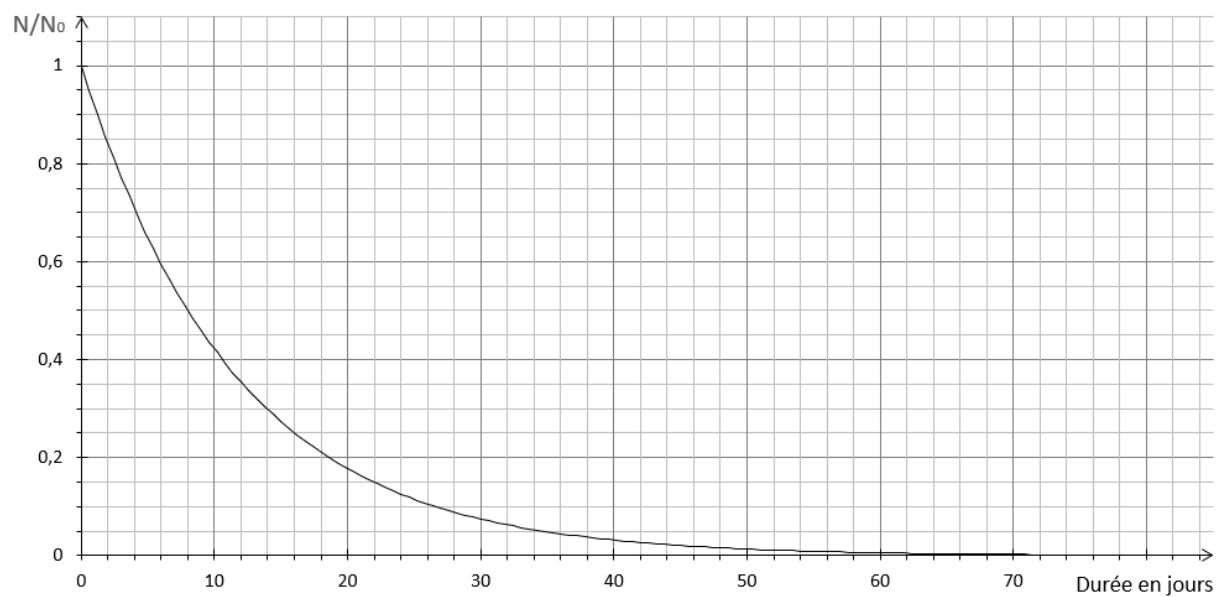
- 4- L'équation de la transformation de l'iode radioactif en xénon, est :

$${}_{53}^{131}\text{I} \rightarrow {}_{54}^{131}\text{Xe} + {}_{-1}^0\text{e}$$
 Recopier la proposition exacte parmi les 3 suivantes : cette transformation est
 - une fusion nucléaire
 - une désintégration bêta-
 - une fission nucléaire
- 5- Rappeler la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.
- 6- À l'aide du document 5 page suivante, déterminer la demi-vie de l'iode 131.
- 7- À l'aide de la réponse précédente, justifier qu'il est inutile de prendre des comprimés d'iode en cas de déplacement dans une région ayant connu un accident nucléaire il y a plus de 10 ans (Tchernobyl 1986, Fukushima 2011).



Document 5 – Courbe de décroissance radioactive de l'iode 131

N/N_0 est la proportion de noyaux restant dans un échantillon au terme d'une durée donnée.



Source : Document de l'auteur

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

Exercice 3 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

La météorite Allende

Sur 10 points

La météorite Allende est tombée le 8 février 1969, au nord du Mexique, près du village de Pueblito d'Allende dans la province de Chihuahua. C'est une météorite primitive dont les matériaux constitutifs se sont formés peu de temps après la formation du système solaire.

À l'aide de la datation de certains éléments constitutifs de la météorite Allende, on cherche à estimer l'âge de la formation du système solaire.

Document 1 - Les étapes de la formation du système solaire

La formation du système solaire suit un scénario très largement accepté par la communauté scientifique :

- tout commence par la contraction d'un nuage constitué de poussières et de gaz hydrogène et hélium, appelé nébuleuse protosolaire. Cette contraction provoque une élévation de température engendrant des transformations chimiques de cette matière originelle dans le disque protoplanétaire (aujourd'hui, le plan de l'écliptique) ;
- les grains de matière ainsi obtenus, se réunissent pour former des éléments plus lourds puis des planétésimaux, de petits corps solides qui grossissent par accrétion ;
- les collisions des planétésimaux forment des planètes ;
- enfin, les planètes formées se différencient : les matériaux constitutifs des planètes se séparent en couches et enveloppes chimiques de compositions différentes (étape de différenciation).


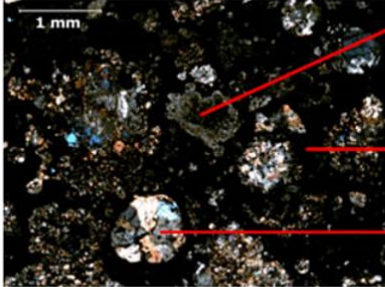
Pour la Terre, la majeure partie de la différenciation s'est produite, il y a 4,45 Ga environ (Ga = giga-années (milliards d'années)) ; formation du noyau et formation de l'atmosphère entre 4,46 Ga et 4,43 Ga).

Source : <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/Temp/datation-isotopique/enseigner/les-meteorites-temoins-de-la-formation-du-systeme-solaire>



Document 2 - Les matériaux constitutifs de la météorite Allende

La météorite Allende est une météorite non différenciée de type chondrite. Les chondrites sont constituées de chondres, un mélange de silicates et de métal, et des inclusions CAI (Calcium Aluminium Inclusions), le tout englobé dans une matrice qui "cimente" l'ensemble. Les inclusions réfractaires CAI sont riches en uranium. Formées à très hautes températures, elles sont considérées comme les plus vieux objets du système solaire.

Observation à l'œil nu	Observation au microscope polarisant
 <p>1cm (Hawaii Institute of Geophysics and Planetology)</p>	 <p>1 mm</p> <p>Inclusion réfractaire (CAI) riche en uranium</p> <p>Matrice</p> <p>Chondre</p>

Source : <http://accs.ens-lyon.fr/accs/thematiques/limites/Temps/datation-isotopique/enseigner/les-meteorites-temoins-de-la-formation-du-systeme-solaire>

- 1- À l'aide du document 1, présenter sous la forme d'une frise chronologique simplifiée (sans date) les principales étapes de la formation du système solaire.
- 2- À l'aide du document 2, placer sur la frise chronologique réalisée la période possible de formation de la météorite Allende. Justifier la réponse.

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

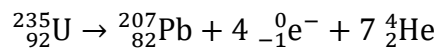
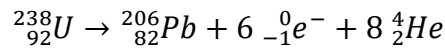
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 3 - Principe de la datation à l'aide de la méthode Plomb-Plomb

Pour dater des inclusions réfractaires CAI, nous allons utiliser la méthode Plomb-Plomb. Cette méthode de datation isotopique repose sur la détermination de la composition en deux isotopes du plomb, le ^{206}Pb et le ^{207}Pb provenant respectivement de la désintégration naturelle de deux isotopes radioactifs de l'uranium, ^{238}U et ^{235}U .

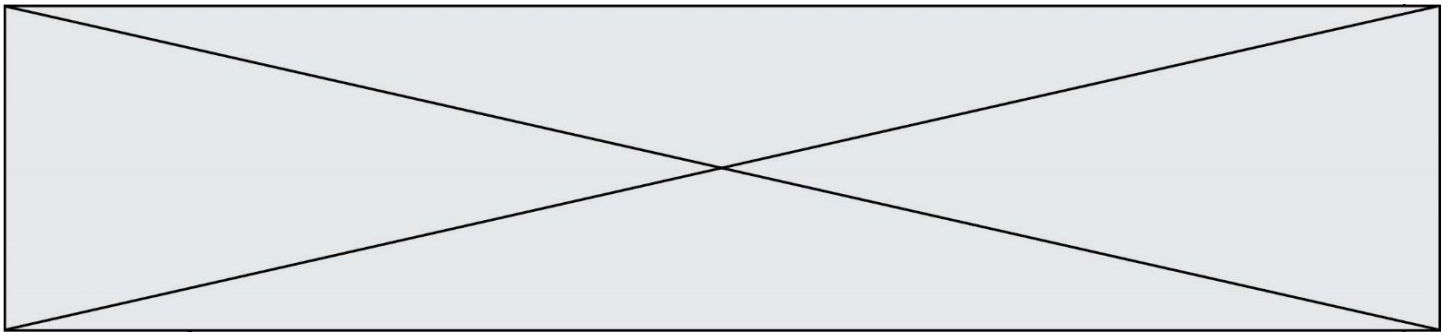


On mesure alors les rapports du nombre d'atomes entre ces isotopes et l'isotope ^{204}Pb , autre isotope stable du Plomb, dans différentes inclusions réfractaires CAI prélevées dans la météorite. Ces rapports sont appelés rapports isotopiques et sont notés $(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$ et $(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$. Lorsque ces échantillons se sont bien formés à la même époque, à partir d'un même matériau source, la représentation graphique de $(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$ en fonction de $(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$ est une droite appelée droite isochrone.

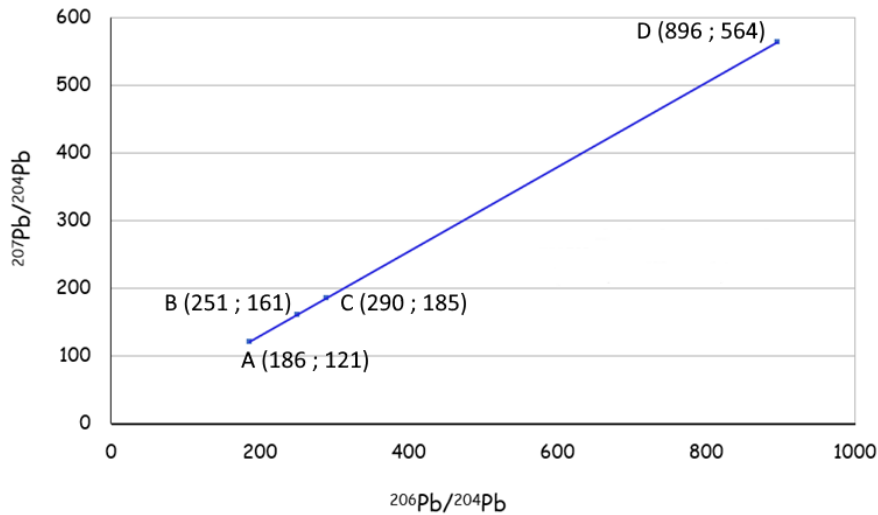
Il est possible de montrer que la pente (ou coefficient directeur) de cette droite permet de déterminer l'âge commun T des échantillons.

Sources : <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/Temp/datation-isotopique/enseigner/les-meteorites-temoins-de-la-formation-du-systeme-solaire>

- 3- D'après le document 3, identifier les deux isotopes radioactifs de l'uranium utilisés dans la méthode Plomb-Plomb.
- 4- Expliquer comment se sont formés les isotopes ^{207}Pb et ^{206}Pb mis en jeu dans cette méthode.
- 5- À l'aide des documents 2 et 3, expliquer en quoi les inclusions CAI permettent de dater la météorite Allende.



Document 4 - Isochrone des inclusions réfractaires CAI



Document 5 - Correspondance entre la pente de la droite isochrone et l'âge (en milliards d'années ou Ga) de l'échantillon obtenue après calibrage numérique

Pente de la droite isochrone	Âge (en Ga)	Pente de la droite isochrone	Âge (en Ga)
0,6210	4,558	0,6262	4,570
0,6215	4,559	0,6266	4,571
0,6219	4,560	0,6271	4,572
0,6223	4,561	0,6275	4,573
0,6228	4,562	0,6279	4,574
0,6232	4,563	0,6284	4,575
0,6236	4,564	0,6288	4,576
0,6240	4,565	0,6292	4,577
0,6245	4,566	0,6297	4,578
0,6249	4,567	0,6301	4,579
0,6253	4,568	0,6305	4,580
0,6258	4,569	0,6310	4,581

Source : <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/limites/Temps/datation-isotopique/enseigner/les-meteorites-temoins-de-la-formation-du-systeme-solaire>

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

6- L'équation de la droite isochrone présentée dans le document 4 est $y = 0,6245x + 4,3495$.

Utiliser le document 5 pour en déduire l'âge de la météorite d'Allende.

7- Expliquer en quoi le résultat précédent permet d'estimer l'âge du système solaire.