



Devoir Commun de SPC – 1°S
Session d'avril 2017

SUJET A

Durée de l'épreuve : 3 h 00

À l'exclusion de tout autre matériel électronique, l'usage de la calculatrice est autorisé conformément à la circulaire n°99-186 du 16-11-1999.

Ce sujet comporte 10 pages numérotées.

Les problèmes et leurs sous-parties peuvent être traités séparément.

Les 3 exercices doivent être traités sur 3 copies distinctes avec NOM, Prénom et classe sur chacune d'elles.

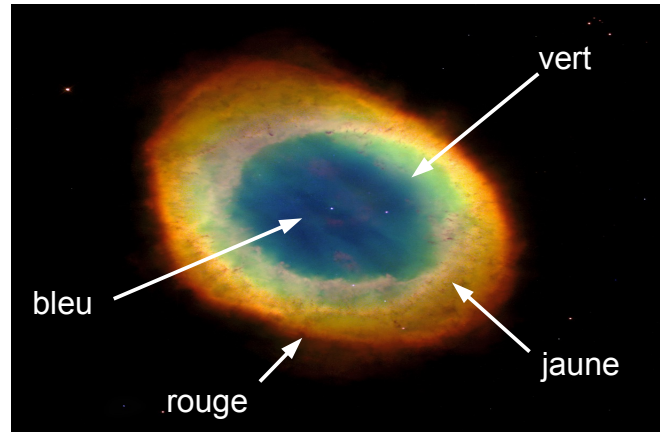
Le sujet est à rendre avec la copie

La nébuleuse de la Lyre (7 points)

Les nébuleuses planétaires sont nommées ainsi parce qu'autrefois, les astronomes les prenaient pour des planètes. Elles font partie des plus beaux objets astrophysiques que l'on peut admirer dans le cosmos avec un télescope. Ce sont de grands nuages de gaz créés par des étoiles géantes en fin de vie qui deviennent instables et se mettent à éjecter leurs couches supérieures. Elles constituent finalement une enveloppe de gaz en expansion autour d'une naine blanche. Le rayonnement ultraviolet des étoiles mourantes, en excitant les atomes et molécules de ces nuages, est responsable de leurs couleurs si particulières.

M57, également appelée nébuleuse de la Lyre, (en Anglais : Ring Nebula) est une nébuleuse planétaire située dans la constellation de la Lyre. Sa forme caractéristique lui vaut également le surnom de nébuleuse de l'Anneau. Elle a entre 3 000 et 6 000 ans.

Nébuleuse de la Lyre (M57)



Documents

Document 1 : Formation d'une nébuleuse planétaire

Pour une étoile peu massive comme le Soleil, les phénomènes qui se déroulent après la combustion de l'hélium rappellent ceux qui suivent la fin de la combustion de l'hydrogène. Au centre de l'étoile, les réactions nucléaires transforment peu à peu l'hélium et le remplacent par de l'oxygène, du carbone et quelques autres éléments. Arrive un moment où la quantité d'hélium n'est plus suffisante pour entretenir les réactions nucléaires. Les réactions nucléaires au centre s'éteignent et privent ainsi l'étoile de sa source d'énergie principale. Le noyau, sous l'effet de la gravitation, va par conséquent se contracter, ce qui provoque la compression de la partie interne de l'enveloppe, riche en hélium. Les conditions nécessaires au déclenchement de la fusion de ce dernier sont réunies et une nouvelle coquille en combustion apparaît. L'étoile voit sa structure devenir plus complexe. Au centre, on trouve un noyau de carbone et d'oxygène éteint, entouré d'une coquille d'hélium en fusion, elle-même à l'intérieur d'une couche d'hydrogène en fusion. Le tout est enfoui dans une énorme enveloppe d'hydrogène qui n'est pas affectée par les réactions nucléaires car trop froide. Cette enveloppe va continuer à se dilater sous l'effet du flux d'énergie en provenance de la coquille d'hélium. Cette phase de la vie de l'étoile va se révéler très agitée. Des instabilités apparaissent dans la coquille d'hélium et provoquent des pulsations de l'étoile. A chacune de ces oscillations, une partie de l'enveloppe se détache et est éjectée au loin. L'étoile va ainsi perdre peu à peu une quantité de matière impressionnante, dans certains cas une grande fraction de sa masse totale. Les éjections successives laissent le noyau pratiquement nu et devient une naine blanche. Puisque ce dernier est très chaud (50 000 à 100 000 K), il émet des photons ultraviolets très énergétiques qui vont ioniser le gaz de l'enveloppe détachée. Celui-ci réémet l'énergie reçue sous forme de photons de longueurs d'onde plus longues, en particulier dans le domaine visible. L'ensemble de l'étoile se met ainsi à briller et apparaît comme un noyau brillant entouré d'une énorme enveloppe lumineuse. Cette phase va durer environ 50 000 ans, jusqu'à ce que le gaz se disperse et devienne finalement trop ténu pour être visible.

Source : <https://www.astronomes.com/>

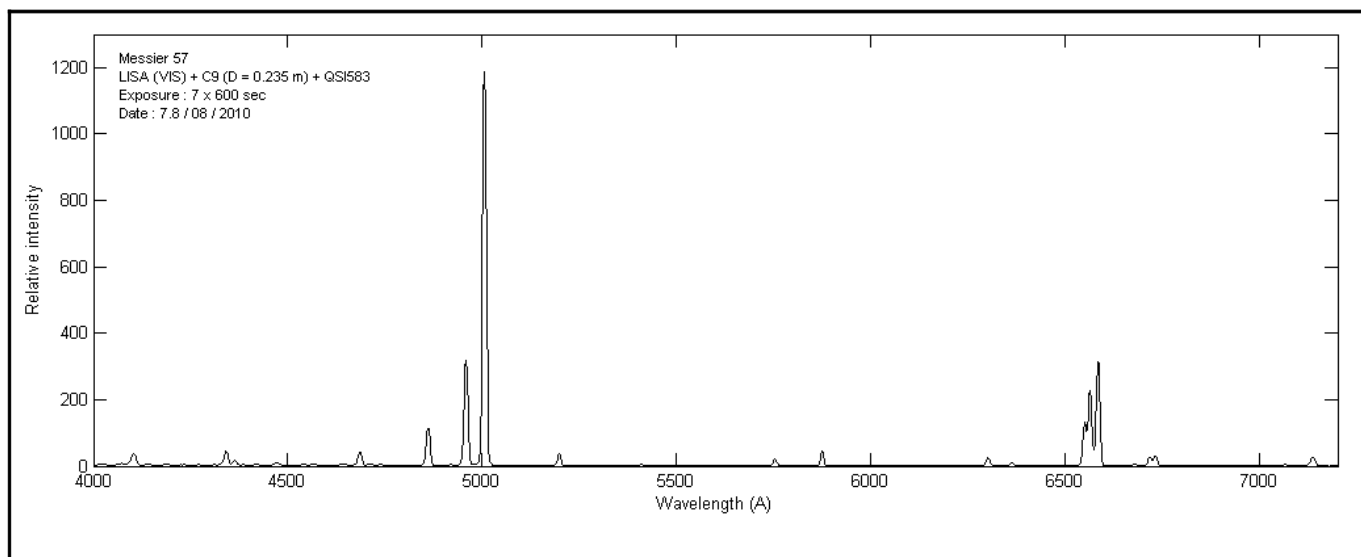
Document 2 : Énergie d'ionisation

Le potentiel d'ionisation ou énergie d'ionisation d'un atome ou d'une molécule est l'énergie qu'il faut fournir à un atome neutre pour arracher un électron (le moins lié) à l'état gazeux et former un ion positif.

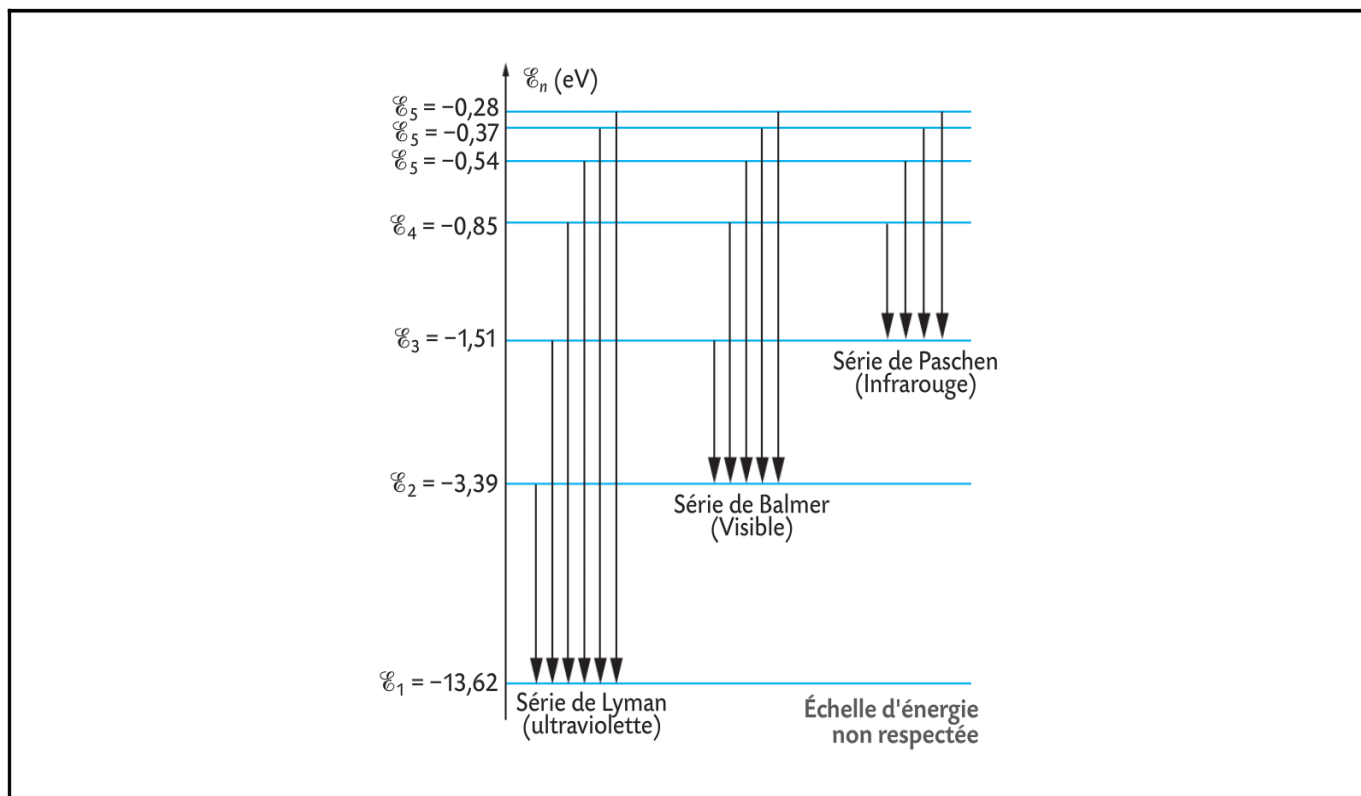
Exemple : énergies d'ionisation de l'oxygène

1^{ère} : 13,6 eV, 2^e : 35,1 eV, 3^e : 54,9 eV, 4^e : 77,4 eV...

Document 3 : Profil spectrale de l'anneau de la Lyre

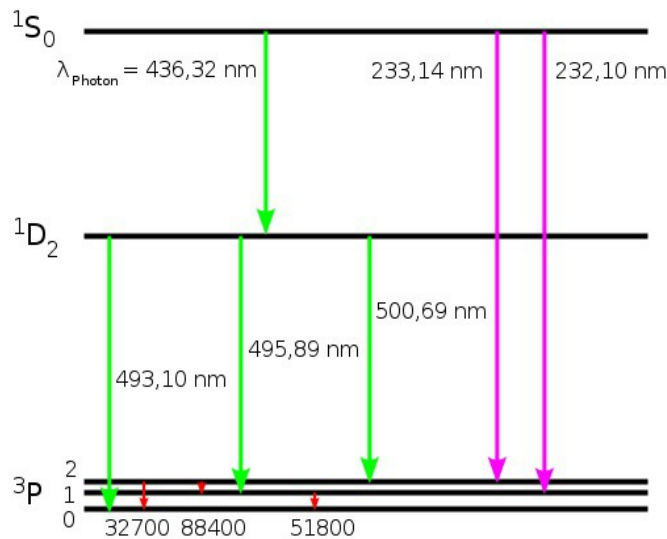


Document 4 : Niveaux d'énergie de l'hydrogène



Document 5 : Niveaux d'énergie de l'oxygène O²⁺

L'oxygène doublement ionisé est l'ion O²⁺ (également désigné par O III en notation spectroscopique), correspondant à un atome d'oxygène privé de deux électrons.



Document 6 : Relation et constantes physiques

Unités et constantes :

- $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- $c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm} = 10^{-10} \text{ m}$

Loi de Wien

$$T(K) = \frac{2,89 \cdot 10^{-3}}{\lambda_{\text{max}}(m)}$$

Questions

1. Citer les 4 interactions fondamentales existantes dans l'univers.
2. Associer pour chacune de ces interactions un passage du **Document.1** où l'interaction fondamentale en question intervient de manière prépondérante.
3. Rappeler l'intervalle de longueur d'onde des radiations visibles par l'œil humain en précisant la couleur des radiations aux limites.
4. Justifier les couleurs du nuage de gaz de la nébuleuse de la Lyre (anneau de la Lyre).
5. Montrer que le nuage de gaz de la nébuleuse de la Lyre est bien composé d'hydrogène, et d'ions oxygène O²⁺.
6. En déduire la température de surface minimale de la naine blanche au cœur de la nébuleuse de la Lyre.

Dissolution d'un solide ionique (7 points)

Documents

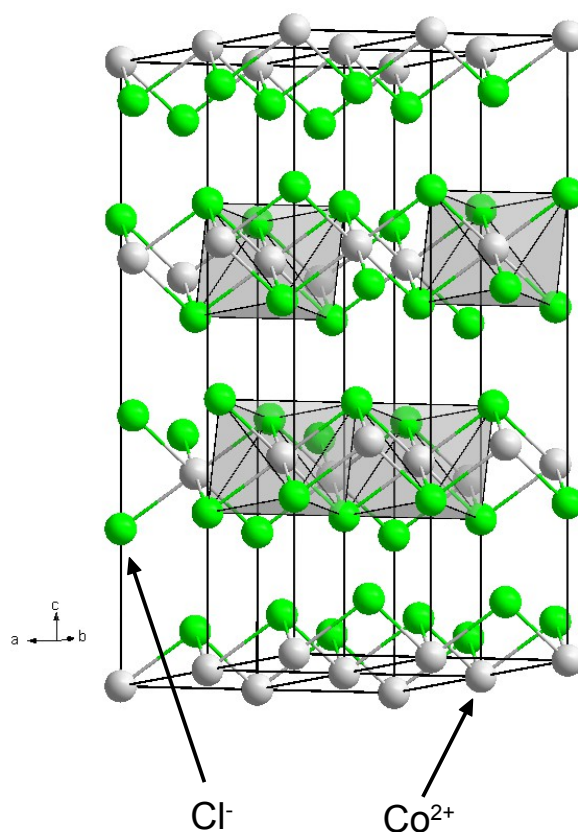
Le **chlorure de cobalt(II)** est un composé inorganique constitué de cobalt et de chlore, de formule CoCl_2 . On le trouve usuellement sous la forme d'hexahydrate $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, qui est le composé du cobalt le plus commun en laboratoire. Cette forme hexahydrate est violette, alors que la forme anhydre est bleu ciel.

En laboratoire, le chlorure de cobalt(II) sert de précurseur à d'autres composés du cobalt.

En raison de la facilité de la réaction hydratation/déshydratation et du changement de couleur qu'elle induit, le chlorure de cobalt est utilisé comme indicateur d'humidité dans les dessiccants.

Il peut être (rarement) utilisé en synthèse organique et pour la galvanoplastie d'objets par le cobalt métallique.

Il est parfois utilisé comme « encre invisible », car la solution aqueuse du composé hexahydraté est à peine visible sur le papier, et une fois chauffé (par exemple avec une bougie), apparaît une encre d'un bleu profond.



Document 1 : Masses molaires atomiques et électronégativité de certains atomes

Atome	H	C	O	Cl	Co	Ca
Masse molaire atomique ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	1,00	12,0	16,0	35,5	58,9	40,0
Électronégativité	2,20	2,55	3,44	3,16	1,88	1,00

Questions

On introduit, dans une fiole jaugée de 250,0 mL, une masse $m = 1,49$ g de chlorure de cobalt (II) hexahydraté ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) et on remplit la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On obtient la solution S. L'ion cobalt (II) est Co^{2+} .

1. Vérifier que la masse molaire du chlorure de cobalt hexahydraté est de $237,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
2. Calculer la concentration molaire en soluté apporté notée C.
3. Écrire l'équation de dissolution du solide ionique.
4. Dresser le tableau d'avancement de cette dissolution.
5. En déduire les concentrations molaires des ions effectivement présents dans la solution S.
6. Quel volume de solution S faut-il prélever pour préparer une solution S' de volume 100,0 mL et de concentration $C' = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$?
7. Décrire de manière détaillée le protocole expérimental.
8. On veut maintenant comprendre pourquoi le chlorure de cobalt (II) hexahydraté s'est dissout dans l'eau.
 - a) Dessiner la formule de Lewis de la molécule d'eau et expliquez la géométrie de cette molécule.
 - b) L'eau est-elle un solvant polaire ou apolaire ? Pourquoi ?
 - c) Expliquer, schémas à l'appui, ce qui s'est passé lorsque le chlorure de cobalt (II) hexahydraté est entré dans l'eau.

Quelques réflexions sur l'énergie (7 points)

Documents

Document 1 : Ressources énergétiques

La croissance de la population, couplée à l'évolution des modes de vie, fait augmenter considérablement les besoins en énergie au niveau mondial. La majeure partie des besoins énergétiques sont comblés, à l'échelle mondiale, par exploitation des ressources fossiles (pétrole, charbon, gaz). Toutefois l'énergie nucléaire pourrait jouer un rôle important dans les décennies à venir, aux côtés des énergies renouvelables. Actuellement, en France, plus des trois quarts de l'énergie électrique sont produits dans les centrales nucléaires, qui utilisent pour la plupart la fission contrôlée de l'uranium 235.

Document 2 : Uranium utilisé dans les centrales nucléaires

L'uranium est un métal répandu dans le sous-sol de la Terre. Il est contenu dans des minerais, qui sont extraits de gisements à ciel ouvert ou en galeries souterraines.

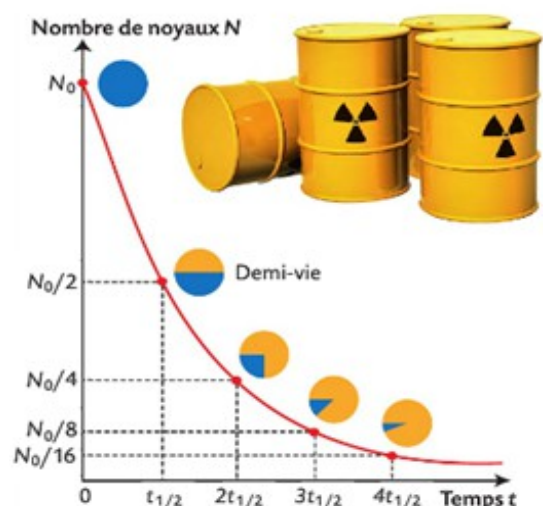
Après extraction, traitement et enrichissement, l'uranium utilisé dans les centrales nucléaires contient 3,5 % d'uranium 235 et 96,5% d'uranium 238.

Document 3 : Déchets radioactifs

Les déchets des centrales nucléaires contiennent de nombreux noyaux radioactifs qui se désintègrent plus ou moins rapidement. La demi-vie, notée $t_{1/2}$, est la durée au-bout de laquelle la moitié d'une population contenant initialement N_0 noyaux radioactifs s'est désintégrée. Des lieux sécurisés sont indispensables au stockage de ces déchets, car leur désintégration libère des particules et des rayonnements ionisants très néfastes pour la santé des personnes exposées.

Par exemple, dans un conteneur de 100 kg de déchets, on a trouvé :

- 11 kg de neptunium 237 ;
- 32 kg de plutonium 241 ;
- 2 kg d'américium 241
- 0,1 kg de césium 135.



Courbe de décroissance d'une population de noyaux radioactifs en fonction du temps

Document 4 : L'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel lié à la présence dans l'atmosphère de gaz qui permettent à la Terre de garder une température moyenne de 15°C. Sans lui, cette température serait de -18°C, ce qui n'aurait pas permis le développement de la vie.

La plus grande partie du rayonnement solaire traverse l'atmosphère pour réchauffer la surface du globe, puis la Terre, à son tour, réémet cette énergie sous forme de rayonnement infrarouge. Les gaz à effet de serre (GES) piègent une partie de ce rayonnement et le renvoient vers la surface de la Terre. En agissant de manière analogue aux vitres d'une serre, les GES réchauffent l'atmosphère.

L'utilisation importante de combustibles fossiles depuis le début de l'ère industrielle a engendré une forte augmentation des rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Ces rejets ont eu pour conséquence d'amplifier l'effet de serre.

L'augmentation de cet effet de serre provoque :

- une élévation de la température de la planète,
- une évaporation plus importante de l'eau de mer,
- une fonte accélérée des glaciers, qui conduit à une augmentation du niveau de la mer et à une inondation des régions côtières.

Document 5 : Durées approximatives des réserves des énergies fossiles et de l'uranium

Ressource	Durée
Pétrole	55 ans
Charbon	120 ans
Gaz	60 ans
Uranium	90 ans

Document 6 : Grandeurs et constantes physiques

<p><u>Masses molaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$• $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$• $M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$• $M(\text{Butane}) = 58,1 \text{ g.mol}^{-1}$ <p><u>Masse volumique du butane :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• $\rho_{\text{butane}} = 585 \text{ g.L}^{-1}$	<p><u>Unités et constantes :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$• La combustion complète d'une tonne de charbon libère environ 10^{10} J
---	--

Document 7 : Demi-vie de quelques déchets radioactifs

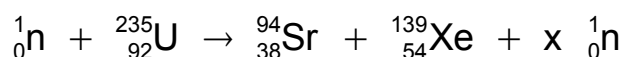
Déchet	Demi-vie (années)
${}_{93}^{237}\text{Np}$	$2,1 \cdot 10^6$
${}_{94}^{241}\text{Pu}$	14
${}_{95}^{241}\text{Am}$	432
${}_{55}^{135}\text{Cs}$	$2,3 \cdot 10^6$

Document 8 : Masse de quelques noyaux et particules

Noyau ou particule	Masse ($\times 10^{-26}$ kg)
Uranium ${}_{92}^{235}\text{U}$	39,021 711
Strontium ${}_{38}^{94}\text{Sr}$	15,591564
Xénon ${}_{54}^{139}\text{Xe}$	23,063121
Neutron ${}_0^1\text{n}$	0,167 493

Questions

1. Les ressources citées dans le **Document 1** sont-elles renouvelables ?
2. Qu'est-ce qui différencie l'uranium 238 et l'uranium 235 ?
3. Rappeler la définition d'une réaction de fission nucléaire.
4. Compléter l'équation de la réaction de la fission :

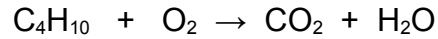


5.
 - a) Quelle est l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium ?
 - b) Montrer que l'énergie libérée par la fission d'un gramme d'uranium est de 74 GJ.
 - c) Dans les centrales nucléaires on utilise des pastilles d'uranium qui sont ensuite enfilées dans des tubes en métal de 4 m de long dont les extrémités sont bouchées, pour constituer ce que l'on appelle des crayons. Ces pastilles pèsent 7 g.
Montrer que chaque pastille peut libérer autant d'énergie qu'une tonne de charbon.
6. Par quel moyen peut-on libérer l'énergie stockée dans le charbon ?
7. On considère que 99% d'une population de noyaux radioactifs est désintégrée au bout de sept demi-vies. Quelle durée est nécessaire pour considérer que le conteneur du **Document 3** ne contient quasiment plus de déchets radioactifs ?

8. Le butane de formule chimique C_4H_{10} est un hydrocarbure obtenu par distillation du pétrole et utilisé comme combustible dans les barbecues à gaz.

a) Donner la formule semi-développée de cet hydrocarbure sachant que sa chaîne est linéaire.

b) Lors de la combustion complète du butane, le dioxygène est en excès et il se produit la réaction chimique ci-dessous :



Équilibrer cette équation chimique.

c) Le barbecue consomme en moyenne 0,5 L de butane par heure. Quelle est la masse de dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère si ce barbecue fonctionne 2 h. (Vous pouvez utiliser un tableau d'avancement).

9. Quels sont les avantages et les inconvénients de l'utilisation des ressources énergétiques fossile et fissile citées dans les documents.