

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

Évaluation

CLASSE : Première

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h

Niveaux visés (LV) : ∅

Axes de programme : ∅

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 : 13

Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix,
parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.

Il indique son choix en début de copie.



Exercice 1 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Température moyenne de la surface de la Terre

Sur 10 points

La Terre reçoit l'essentiel de son énergie du soleil. Cette énergie conditionne sa température de surface.

1- Préciser le phénomène physique à l'origine de l'énergie dégagée par le soleil.

2- Calculer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie, sachant que la puissance rayonnée par le soleil a pour valeur $3,9 \times 10^{26}$ W.

Donnée : vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,0 \times 10^8$ m·s⁻¹

L'étude du spectre du rayonnement émis par le Soleil, que l'on peut modéliser comme un spectre de corps noir, permet de déterminer la température de la surface du Soleil.

À l'aide du document 1 fourni sur la page ci-après, répondre aux questions suivantes :

3-a- Déterminer les longueurs d'ondes correspondant au maximum d'émission pour les températures de 4000, 5000 et 6000 K. Décrire qualitativement l'évolution de la longueur d'onde au maximum d'émission en fonction de la température du corps.

3-b- Justifier à partir de la valeur de la longueur d'onde d'émission maximale du spectre solaire que la température du Soleil est comprise entre 5500 K et 6000 K.

3-c- La température de surface du Soleil peut être déterminée plus précisément à partir de la loi de Wien. Cette loi permet de déterminer la température d'un corps noir à partir de la longueur d'onde λ_{\max} de son maximum d'émission par la relation :

$$\lambda_{\max} = k/T$$

avec :

T : température du corps noir, en kelvins (K)

k : constante égale à $2,898 \times 10^{-3}$ m·K

En considérant que le Soleil se comporte comme un corps noir, déterminer sa température de surface T à partir de la loi de Wien.

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

Document 1 : spectres d'émission

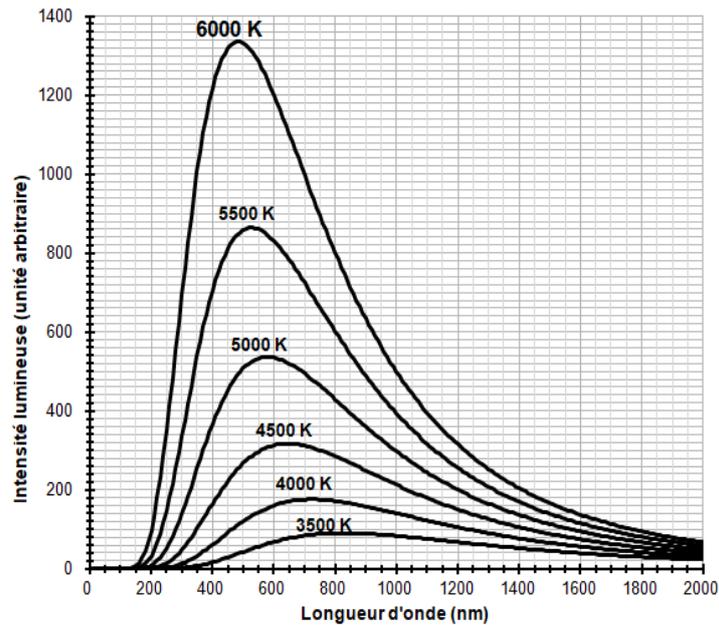


Figure 1a : spectres d'émission du corps noir à différentes températures

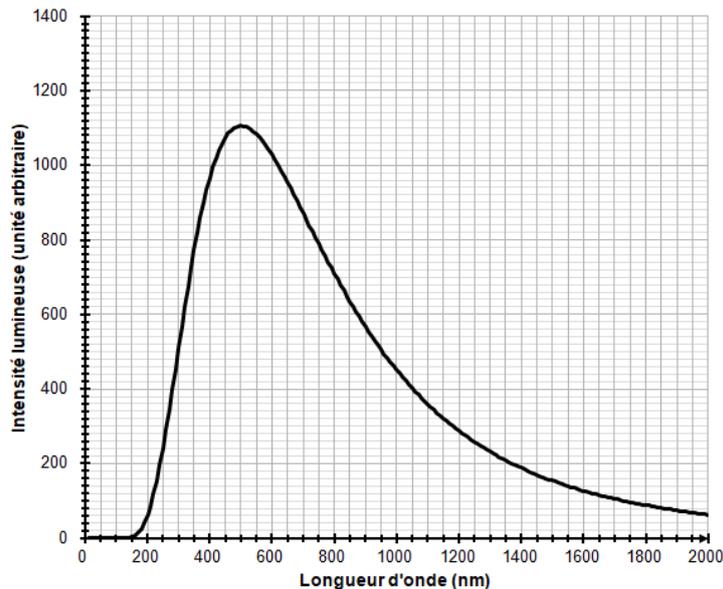
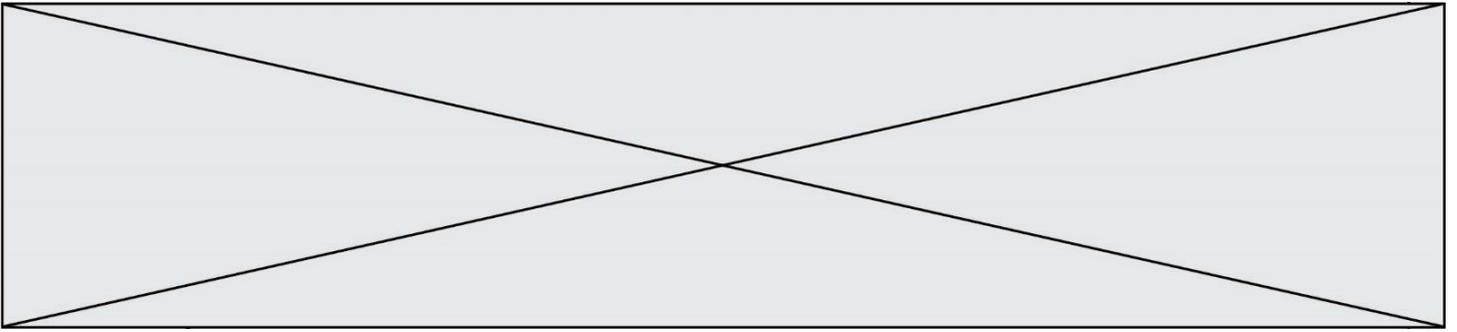


Figure 1b : modèle du spectre d'émission du soleil.



4-a- Sachant que l'albedo terrestre est en moyenne égal à 0,30 et que la puissance surfacique transportée par la lumière solaire vers la Terre est en moyenne de $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, calculer la puissance surfacique solaire moyenne absorbée par le sol terrestre.

4-b- Préciser, en justifiant la réponse, si une augmentation de l'albedo terrestre conduirait à une augmentation ou une diminution de la température moyenne à la surface de la Terre.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Modèle CCYC : ©DNE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prénom(s) : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° candidat : | | | | | | | | | | | N° d'inscription : | | | | | | | | | |
|  RÉPUBLIQUE FRANÇAISE | <small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Né(e) le : | | | / | | | / | | | | | | | | | | | | | |

1.1

Exercice 2 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Histoire d'eau : deux méthodes historiques permettant d'estimer l'âge de la Terre

Sur 10 points

Deux approches ont permis d'estimer l'âge de la Terre au cours du XIX^e siècle. La première utilise la mesure de la salinité de l'eau des océans tandis que la seconde se base sur l'étude des phénomènes de sédimentation et d'érosion.

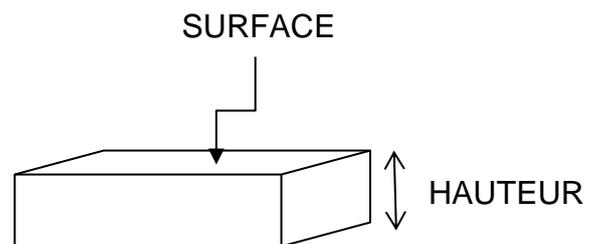
Partie 1. Estimation de l'âge de la Terre à l'aide de la salinité des eaux de mer

À la toute fin du XIX^e siècle, le physicien irlandais John Joly proposa une méthode d'estimation de l'âge de la Terre basée sur le taux de sel dans les océans : la salinité.

Les eaux de pluie ruissellent à la surface de la Terre et se chargent en sel contenu dans les roches de la croûte terrestre pour ensuite alimenter les rivières qui, à leur tour, se déversent dans les océans. La quantité de sel dissous dans les océans résulterait donc du déversement du sel contenu dans les rivières.

La première question porte sur le calcul de la masse de sel contenue dans les océans.

1-a Calculer, en km³, le volume total des océans modélisés sous la forme d'un parallélépipède rectangle (cf. schéma ci-contre).



Données utilisées par John Joly :

- Superficie totale des océans : 360×10^6 km²
- Profondeur moyenne des océans : 3,797 km
- Masse volumique moyenne des océans : $1,03 \times 10^9$ tonnes par km³
- L'eau des océans contient environ 1,07 % en masse de sel dissous
- Déversement des rivières dans les océans : $2,72 \times 10^4$ km³ par an
- Concentration moyenne du sel dissous dans les rivières : 5 250 tonnes par km³

1-b Calculer la masse totale des océans en tonnes.

1-c En déduire que la masse de sel contenue dans les océans est de $1,5 \times 10^{16}$ tonnes environ. On fera apparaître le calcul.



2- Calculer la masse de sel apportée chaque année par les rivières à l'océan.

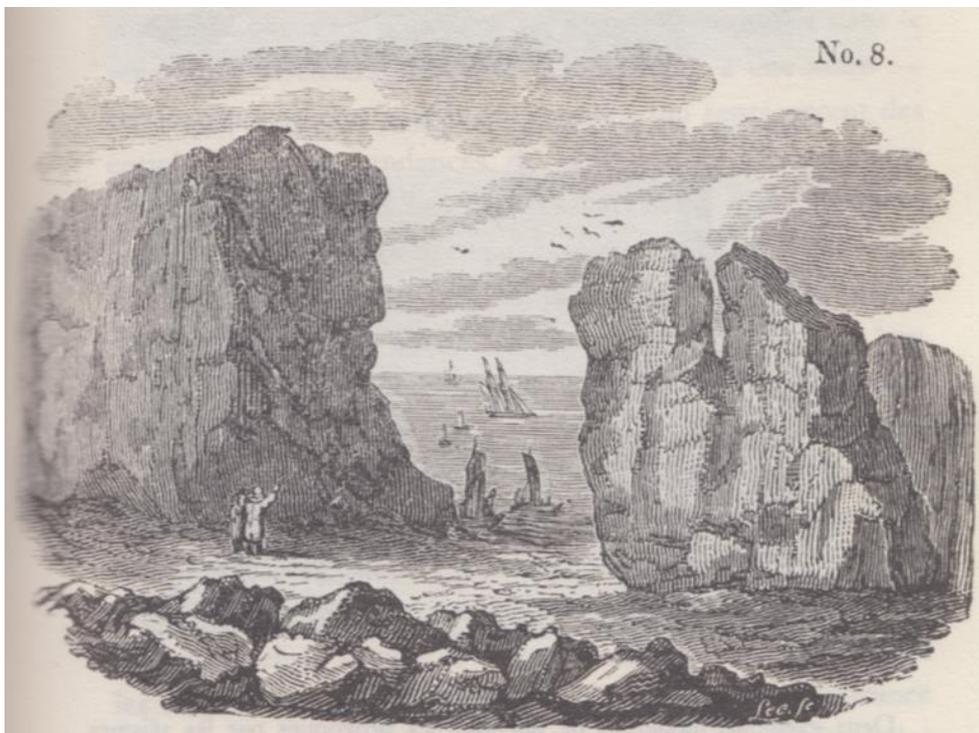
3- En déduire, comme l'a fait John Joly, que l'âge de la Terre calculé par cette méthode est d'environ 100 millions d'années.

4- En réalité, une partie du sel dissous subit une sédimentation dans certaines régions littorales et peut également être échangé avec du calcium lors de l'altération sous-marine du basalte. Commenter la validité de la méthode de calcul proposée par John Joly.

Partie 2. Érosion et sédimentation

Document 1 : un exemple de destruction due à l'érosion

Le "Grind of the Navir" correspond à une ouverture faite par la mer dans une falaise des îles Shetland. Cette ouverture est élargie d'hiver en hiver par la houle qui s'y engouffre.



Extrait de la sixième édition de *Principles of geology* (1833) par Charles Lyell

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

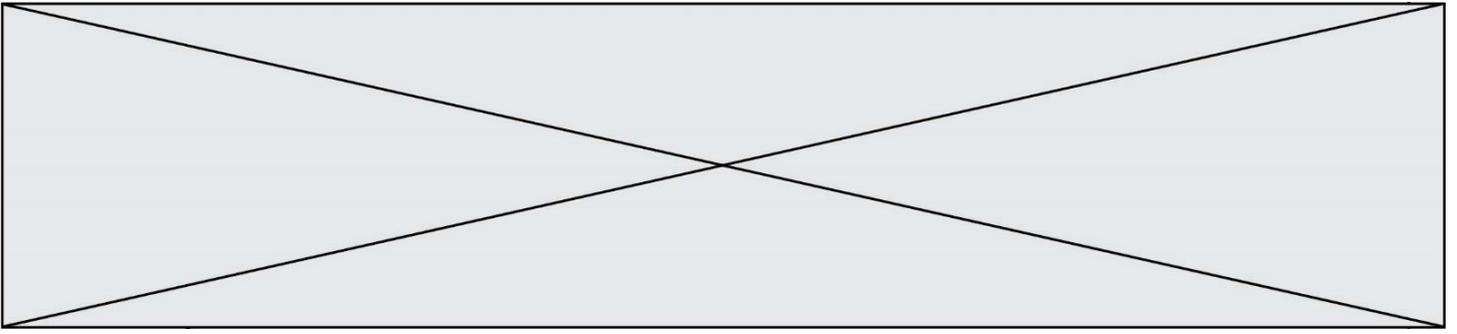
Document 2 : l'argument des temps de sédimentation et d'érosion par Charles Darwin

« Ainsi que Lyell l'a très justement fait remarquer, l'étendue et l'épaisseur de nos couches de sédiments sont le résultat et donnent la mesure de la dénudation¹ que la croûte terrestre a éprouvée ailleurs. Il faut donc examiner par soi-même ces énormes entassements de couches superposées, étudier les petits ruisseaux charriant de la boue, contempler les vagues rongant les antiques falaises, pour se faire quelque notion de la durée des périodes écoulées [...]. Il faut surtout errer le long des côtes formées de roches modérément dures, et constater les progrès de leur désagrégation. [...] Rien ne peut mieux nous faire concevoir ce qu'est l'immense durée du temps, selon les idées que nous nous faisons du temps, que la vue des résultats si considérables produits par des agents atmosphériques² qui nous paraissent avoir si peu de puissance et agir si lentement. Après s'être ainsi convaincu de la lenteur avec laquelle les agents atmosphériques et l'action des vagues sur les côtes rongent la surface terrestre, il faut ensuite, pour apprécier la durée des temps passés, considérer, d'une part, le volume immense des rochers qui ont été enlevés sur des étendues considérables, et, de l'autre, examiner l'épaisseur de nos formations sédimentaires. [...]

J'ai vu, dans les Cordillères [une chaîne de montagnes], une masse de conglomérats³ dont j'ai estimé l'épaisseur à environ 10 000 pieds [3 km] ; et, bien que les conglomérats aient dû probablement s'accumuler plus vite que des couches de sédiments plus fins, ils ne sont cependant composés que de cailloux roulés et arrondis qui, portant chacun l'empreinte du temps, prouvent avec quelle lenteur des masses aussi considérables ont dû s'entasser. [...] M. Croll démontre, relativement à la dénudation produite par les agents atmosphériques, en calculant le rapport de la quantité connue de matériaux sédimentaires que charrient annuellement certaines rivières, relativement à l'étendue des surfaces drainées, qu'il faudrait six millions d'années pour désagréger et pour enlever au niveau moyen de l'aire totale qu'on considère une épaisseur de 1 000 pieds [305 mètres] de roches. Un tel résultat peut paraître étonnant, et le serait encore si, d'après quelques considérations qui peuvent faire supposer qu'il est exagéré, on le réduisait à la moitié ou au quart. Bien peu de personnes, d'ailleurs, se rendent un compte exact de ce que signifie réellement un million ».

Extrait "Du laps de temps écoulé, déduit de l'appréciation de la rapidité des dépôts et de l'étendue des dénudations", *L'origine des espèces*, Charles Darwin, p. 393-398 (1859).

- 1 - La dénudation correspond à l'effacement des reliefs par érosion.
- 2 - Les agents atmosphériques désignent les agents responsables de l'érosion comme la pluie, le gel, le vent.
- 3 - Un conglomérat est une roche issue de la dégradation mécanique d'autres roches et composée de sédiments liés par un ciment naturel.



5- Expliquer la démarche utilisée par C. Darwin permettant d'estimer un âge minimal pour la Terre. La réponse ne doit pas excéder une demi-page.

6- Commenter les résultats obtenus par ces deux méthodes au regard de l'âge de la Terre estimé aujourd'hui.

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 « Une longue histoire de la matière »

De la radiumthérapie à la curiethérapie

Sur 10 points

En décembre 1898, Marie et Pierre Curie découvrent un nouvel élément chimique qu'ils appellent « radium ». Pierre Curie et Henri Becquerel publient en 1901 un article relatant les effets physiologiques du rayonnement du radium.

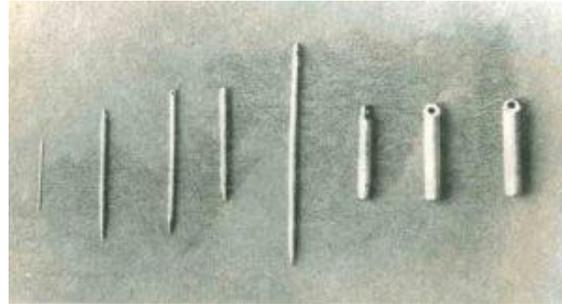
Dans les années 1910, Marie Curie, qui dirige alors l'Institut du Radium développe, avec le Dr. Regaud qui dirige l'Institut Pasteur, la « curiethérapie ». C'est une méthode qui consistait à irradier localement une tumeur cancéreuse en introduisant de fines aiguilles contenant du radium.

L'objectif de l'exercice est de comprendre le principe d'une radiothérapie, la curiethérapie.

Document 1. Les débuts de la curiethérapie

Les médecins avaient très vite compris que les rayonnements ionisants tuaient plus facilement les cellules cancéreuses que les cellules saines, bien qu'ils n'aient pas su pourquoi. Mais il y eut un long chemin à parcourir avant qu'ils ne parviennent à optimiser les doses de ces rayonnements tout en minimisant les risques pour les patients et les opérateurs. À l'âge héroïque, il n'était pas possible de calculer la dose de rayonnement émise et les médecins recouraient le plus souvent à une irradiation massive aux rayons X d'une grande partie du corps pour détruire la tumeur d'un seul coup. Cela entraînait fréquemment la nécrose des tissus sains environnants sans garantir l'absence de récurrence de la tumeur. Pour les tumeurs traitées par radioactivité, on employait des sels de radium, d'abord contenus dans des tubes en verre puis dans des aiguilles en platine, placés contre les tumeurs (ou à l'intérieur) ce qui limitait leur usage aux cancers accessibles de l'extérieur et de petite taille (cancers du sein, de la peau, du col de l'utérus).

Source : d'après www.futura-sciences.com, dossier radioactivité : les pionniers



*Aiguilles contenant les sels de radium
utilisées en curiethérapie dans les années 1910*

Source : <http://www.jeanboudou.fr/blog/la-grande-decouverte-des-curie>

Le radium est un élément radioactif. On estime aujourd'hui sa demi-vie à 1622 ans.

1. À partir de vos connaissances, expliquer ce qu'est un élément radioactif.
2. Donner la définition de la demi-vie d'un élément radioactif.
3. À partir de l'exploitation du document 1, indiquer la bonne réponse sur votre copie :
La curiethérapie a été utilisée dès le début du XX^{ème} siècle pour soigner des cancers, car :
 - 3a. Les rayonnements produits empêchent les récives de la tumeur.
 - 3b. Les rayonnements produits détruisent les cellules des tumeurs.
 - 3c. Les rayonnements produits pouvaient être facilement dosés et localisés avec précision sur la tumeur.
 - 3d. Les rayonnements produits provoquent uniquement une nécrose des cellules cancéreuses.



Document 3. Radioprotection après la pose des implants radioactifs lors d'une curiethérapie de la prostate

La plupart des rayonnements émis par l'iode-125 ont beau être essentiellement absorbés dans l'organe à traiter, une fraction touche néanmoins des structures proches, comme le rectum ou la vessie par exemple. À cette inquiétude légitime pour le patient, s'ajoute un risque pour l'entourage tant que la radioactivité n'a pas décliné suffisamment : le patient est lui-même radioactif. Quelques précautions permettent de réduire le risque. Voici les conseils donnés par l'Institut National du Cancer :

« En cas de curiethérapie par implants permanents (iode-125), la radioactivité des sources implantées diminue progressivement dans le temps. Les risques pour l'entourage sont jugés inexistantes, les rayonnements émis étant très peu pénétrants et donc arrêtés presque totalement par le corps lui-même.

Les contacts avec les autres personnes sont autorisés. Quelques précautions sont cependant nécessaires pendant les 6 mois qui suivent l'implantation. En pratique, vous devez notamment éviter les contacts directs et prolongés avec les jeunes enfants (par exemple, les prendre sur vos genoux) et les femmes enceintes. »

Source : d'après <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-de-la-prostate/Curietherapie/Quel-deroulement>

4. À partir de l'exploitation des documents 2 et 3 et de vos connaissances :

4a. Réaliser sur le document en annexe la courbe de décroissance radioactive de l'iode-125 représentant le pourcentage de l'activité restante en fonction du temps.

4b. Déterminer le temps de demi-vie de l'iode-125.

4c. L'activité des implants utilisés en curiethérapie est considérée comme faible lorsque l'activité restante est inférieure à 15 % de l'activité initiale. Déterminer au bout de combien de temps les implants auront une activité faible.

4d. Justifier la durée des précautions à prendre par le patient concernant son entourage.

5. À l'aide de l'ensemble des documents, donner un intérêt d'utiliser l'iode-125 plutôt que le radium pour la curiethérapie. Une réponse argumentée est attendue.

