

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** : Terminale – Épreuve de fin de cycle

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

**ENSEIGNEMENT** : Enseignement scientifique

**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

**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 « Une histoire du vivant »

### Population de la France métropolitaine de 1946 à 2050

Sur 10 points

Le tableau ci-dessous donne l'évolution de la population en France métropolitaine de 1946 à 2013.

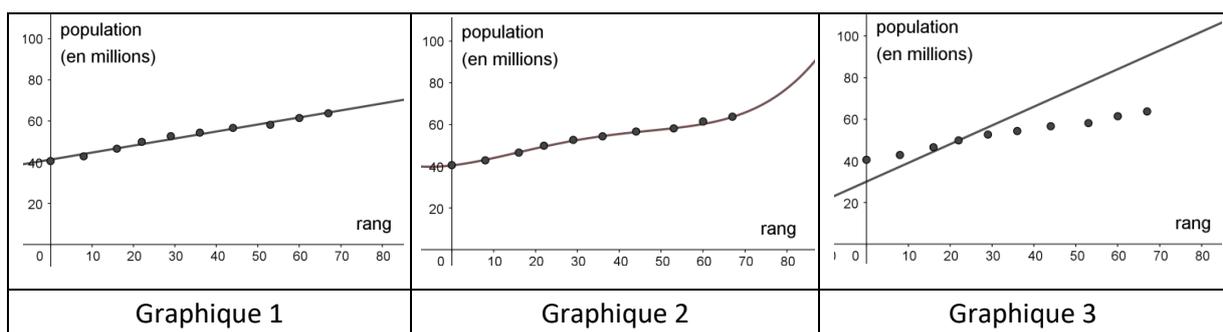
Année	1946	1954	1962	1968	1975	1982	1990	1999	2006	2013
Rang $x_i$	0	8	16	22	29	36	44	53	60	67
Population en millions $y_i$	40,5	42,8	46,5	49,8	52,7	54,3	56,6	58,2	61,4	63,7

Source INED, ined.fr

Afin de faire des prévisions, cette évolution est représentée par un nuage de points dans le but d'en faire un ajustement affine.

Une équation de la droite d'ajustement du nuage est :  $y = 0,341x + 41,21$ .

1- Parmi les trois graphiques ci-dessous, quel est selon vous celui qui correspond à la droite d'ajustement trouvée ? Justifier.



2- Après avoir déterminé le rang correspondant à l'année 2020, montrer, à l'aide de l'équation de la droite, que le modèle prévoit une population française de 66,4 millions d'habitants à cette date.

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

Le recensement effectué au cours de l'année 2020 montre que la population en France métropolitaine est de 64,9 millions d'habitants.

**3-** Au-delà d'un écart supérieur à un million, ce modèle n'est pas valide. Conclure sur la validité du modèle en 2020. Justifier la réponse.

Afin d'affiner les prévisions, il est envisagé de modifier le modèle précédent. Les relevés annuels de la population en France Métropolitaine de 2013 à 2020 sont donnés ci-dessous :

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Rang $x_i$	0	1	2	3	4	5	6	7
Population en millions $y_i$	63,7	64	64,3	64,5	64,6	64,7	64,8	64,9

Source INED, *ined.fr*

Une droite d'équation  $y = 0,163x + 63,87$  correspond au nouveau modèle choisi pour les 30 années à venir.

Nous souhaitons savoir à partir de quelle année la population en France métropolitaine dépassera, d'après le nouveau modèle, les 65,5 millions d'habitants.

Afin d'automatiser les calculs, nous avons programmé la fonction `seuil_pop` en langage Python ci-contre.

```

1 def seuil_pop():
2     n=0
3     pop=63.7
4     while pop<65.5:
5         n=n+1
6         pop=
7     return (2013+n)

```

**4-** Recopier parmi les quatre propositions suivantes celle qui correspond à la donnée manquante du programme :

Proposition a :  $pop = 0.163*n+0$

Proposition b :  $pop = 0.163*n+63.87$

Proposition c :  $pop = pop+1$

Proposition d :  $pop = 0.163*pop+63.87$

**5-** À partir de quelle année la population en France métropolitaine dépassera-t-elle les 65,5 millions d'habitants ?



## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### Approche historique de l'âge de la Terre

Sur 10 points

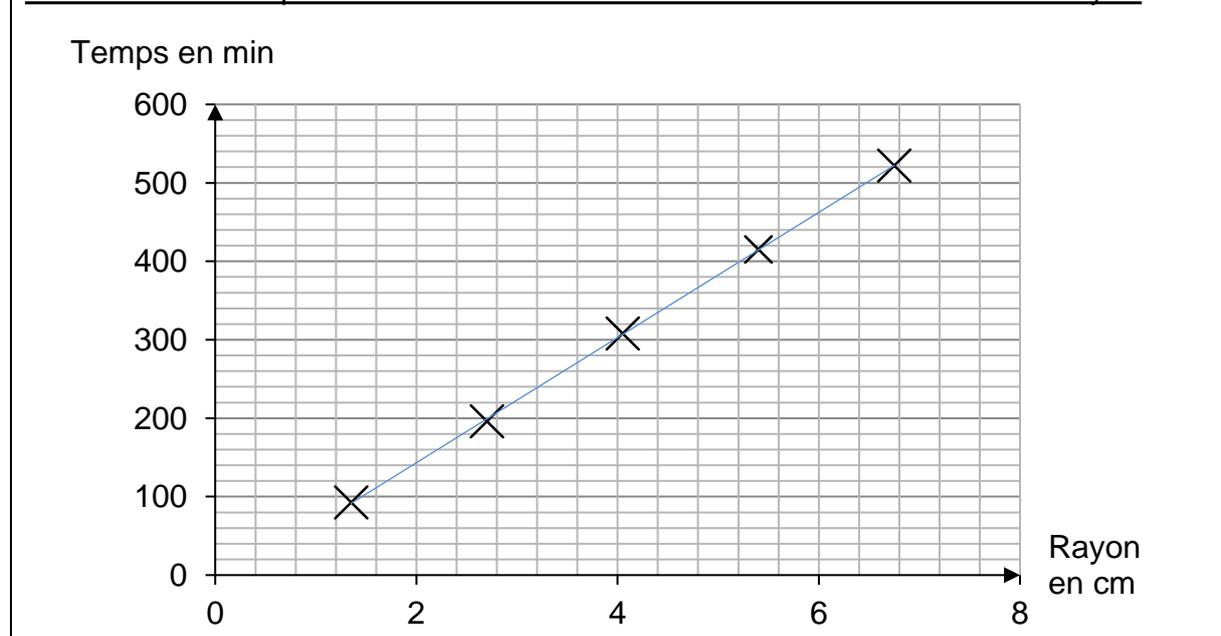
Depuis l'Antiquité, la question de l'âge de la Terre a soulevé de nombreuses controverses. On se propose d'étudier différentes méthodes ayant permis d'estimer l'âge de la Terre au cours de l'histoire des sciences.

#### Partie A. Les précurseurs : Buffon et Kelvin

##### • La démarche de Buffon

Georges Louis Leclerc, comte de Buffon, est le premier à réaliser une expérience pour déterminer l'âge de la Terre. Partant de l'hypothèse que la Terre a d'abord été une sphère de matière en fusion qui a refroidi, il chauffe au rouge 10 boulets de fer forgé de tailles différentes et inférieures à 5 pouces (1 pouce = 2,54 cm). Buffon mesure la durée de leur refroidissement et extrapole ensuite ses résultats au globe terrestre, dont le diamètre connu à l'époque est proche de 13 000 km. Pendant plusieurs années et avec des métaux différents, il effectuera plus de 60 expériences, chacune répétée trois fois.

#### Document 1. Temps de refroidissement des boulets de canon selon leur rayon



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 :									
 <small>Liberté • Égalité • Fraternité</small> <small>RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			
	Né(e) le :			/			/													

1.1

Buffon écrit :

« Maintenant, si l'on voulait chercher [...] combien il faudrait de temps à un globe gros comme la Terre pour se refroidir, on trouverait, d'après les expériences précédentes, [...] quatre-vingt-seize-mille six cent soixante-dix ans et cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle » (extrait de *L'Histoire Naturelle, générale et particulière*, Buffon, 1774).

• La démarche de Kelvin

Presque un siècle plus tard, le Britannique Lord Kelvin utilise la théorie de la conduction de la chaleur établie par Fourier et modélisée par « l'équation de la chaleur ». En considérant que l'intérieur de la Terre est homogène et rigide, il estime l'âge de la Terre entre 20 et 400 millions d'années en utilisant l'équation de transfert de chaleur.

Lord Kelvin écrit :

« Le fait que la température de la Terre augmente avec la profondeur sous la surface implique une perte continue de chaleur de l'intérieur par conduction vers l'extérieur, à travers ou dans la croûte supérieure. Puisque la croûte supérieure ne devient pas plus chaude d'année en année, il doit donc y avoir une perte de chaleur séculaire de la Terre entière... Mais il est certain que la Terre devient de plus en plus froide d'âge en âge... » (d'après *On the Secular Cooling of the Earth*, Lord Kelvin, 1862).

En s'appuyant sur le document 1, les informations précédentes et sur les connaissances personnelles, répondre aux questions suivantes.

- 1- Expliciter la démarche mise en œuvre par Buffon, ses points forts et ses limites.
- 2- Expliciter la démarche mise en œuvre par Lord Kelvin, ses points forts et ses limites.
- 3- Commenter les âges de la Terre proposés par Buffon et Kelvin. On attend une comparaison des valeurs, de leur précision et de leur ordre de grandeur.



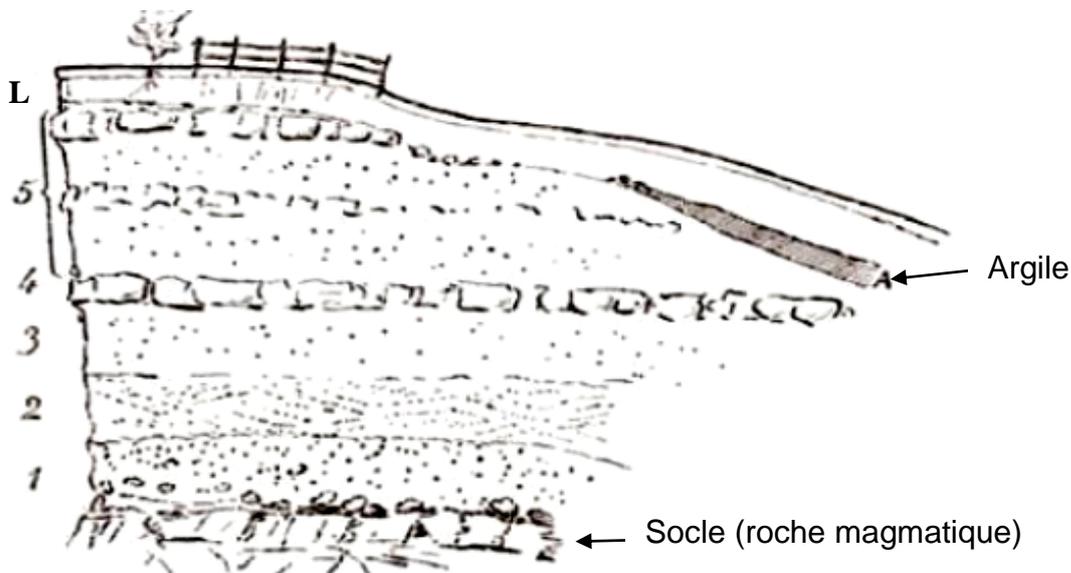
## Partie B. Les positions des géologues et de Charles Darwin

Au XIX<sup>e</sup> siècle, des géologues à l'instar de Charles Lyell, affirment que l'explication du passé de la Terre réside dans l'étude des phénomènes géologiques actuels. Ils utilisent la vitesse de sédimentation pour évaluer l'âge de la Terre.

En considérant que les sédiments se déposent à un rythme compris entre 1 mm et 1 cm par an, ils estiment l'âge de la Terre à environ 3 milliards d'années.

Quant à Charles Darwin, il s'oppose à Kelvin dans son ouvrage « De l'origine des espèces » paru en 1859. Selon lui, la théorie de l'évolution permet d'expliquer la diversité du vivant, mais elle nécessite des temps très longs, de l'ordre du milliard d'années.

### Document 2. Coupe géologique d'un affleurement géologique à Wöllstein (Allemagne)



<b>L</b> Terre végétale limoneuse	0,60	<b>3</b> Sable blanc	1,20
<b>A</b> Argile grise, fendillée	0,20	<b>2</b> Sable jaune à stratification oblique, débris fossilifères, <i>Ostrea callifera</i>	1,00
<b>5</b> Sable gris et jaune avec blocs de grès arrondis	3,50	<b>1</b> Sable graveleux, grossier	1,50
<b>4</b> Grès jaune, dur, tabulaire	0,40		

L'épaisseur de chaque couche est en mètres.

D'après Gustave-F. Dollfus, *Bulletin de la société géologique de France*, 1911

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

**4-** En considérant que la vitesse de sédimentation est de 0,1 mm par an et que les sédiments formant ces différentes strates (couches 1 à 5) se sont déposés de manière uniforme, estimer la durée de formation de l'ensemble des strates de Wöllstein surmontant le socle.

**5-** Comparer cet âge à celui estimé par Darwin. Proposer une hypothèse pour laquelle cette estimation de l'âge de la Terre à partir de cette coupe géologique est très différente.



## **Exercice 3 (au choix) – 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](http://www.futura-sciences.com), dossier radioactivité : les pionniers

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

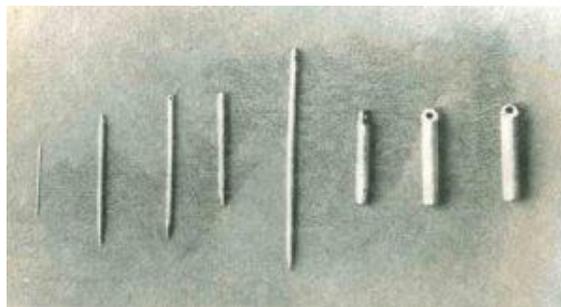
N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



*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<sup>ème</sup> 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.

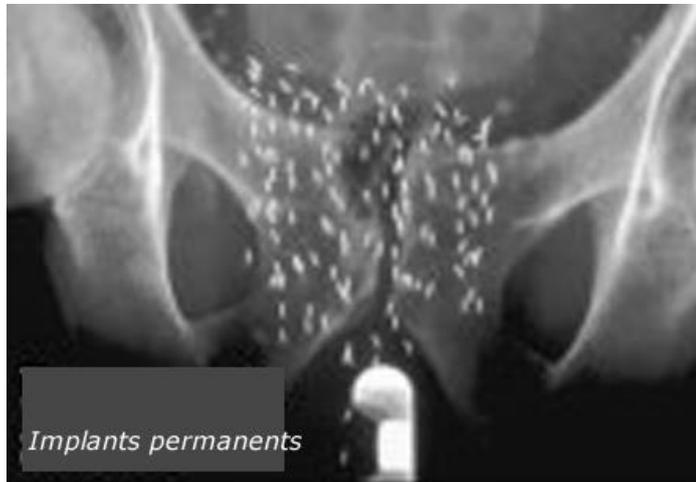


## Document 2. La méthode actuelle de curiethérapie de la prostate

La curiethérapie de la prostate consiste à installer directement dans l'organe des implants radioactifs constitués d'une source radioactive enrobée dans une capsule de titane. Un radioélément utilisé est l'iode-125. De 40 à 130 implants sont installés dans la prostate, le nombre étant déterminé par le volume de la prostate à traiter. Ces implants restent à demeure.



Implants contenant de l'iode-125 utilisés en curiethérapie de la prostate



Radiographie du bassin d'un patient traité par curiethérapie. Les implants apparaissent sous forme de bâtonnets blancs.

### Évolution de la radioactivité des implants en fonction du temps

Pourcentage de radioactivité restante (%)	100	73	53	38	20	11	5
Temps (semaines)	0	4	8	12	20	28	36

Source : d'après [http://www.laradioactivite.com/site/pages/Projet\\_Curietherapie.htm](http://www.laradioactivite.com/site/pages/Projet_Curietherapie.htm)



