



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

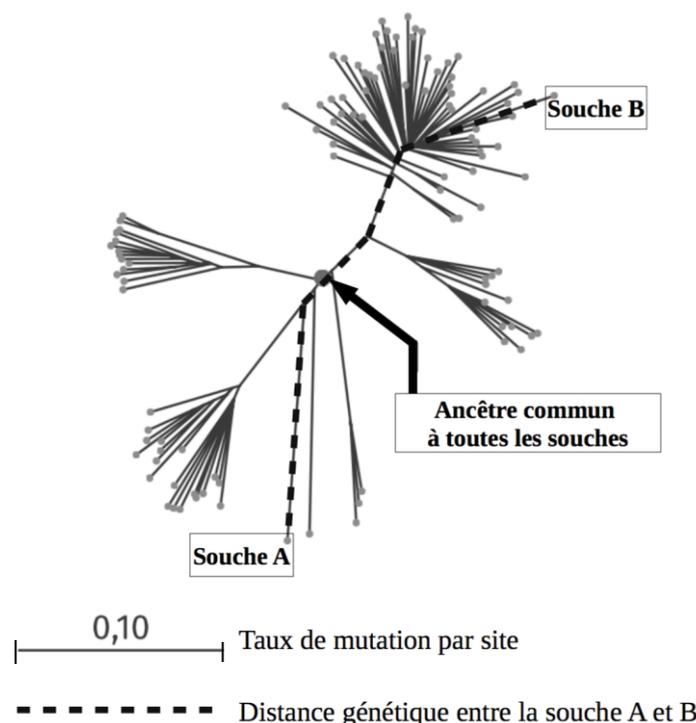
Dépistage et évolution du VIH

Sur 10 points

La pandémie de SIDA est liée à la propagation du VIH, virus de l'immunodéficience humaine. Des autotests de dépistage de ce virus sont en vente libre dans les pharmacies de France depuis 2015.

Document 1 : arbre phylogénétique construit à partir du patrimoine génétique de différentes souches de VIH prélevées sur des patients

Les scientifiques peuvent construire un arbre phylogénétique en comparant les patrimoines génétiques, comme ils le font en comparant d'autres caractères : les relations de parenté sont donc établies à partir de données moléculaires. Plus la distance génétique entre deux souches est élevée, plus ces deux souches ont accumulé des mutations au cours du temps.



Source : Korber, B (2000). Timing the Ancestor of the HIV-1 Pandemic Strains. *Science*, Vol. 288 (5472), 1789-1796

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 : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

1- En suivant le chemin en pointillé sur le document 1, calculer le taux de mutation entre le patrimoine génétique de la souche A et celui de la souche B.

Un vaccin est élaboré par les laboratoires pharmaceutiques en fonction des caractéristiques moléculaires du micro-organisme contre lequel il doit protéger. Un vaccin est donc spécifique à un type de virus circulant dans la population.

2- A partir du document 1, ainsi que des connaissances sur l'évolution des micro-organismes, montrer que le VIH évolue au cours du temps et expliquer les conséquences de cette évolution rapide sur l'élaboration d'un vaccin.

On s'intéresse ici à un type de test, l'autotest VIH, qui s'utilise par prélèvement d'une goutte de sang, à la maison et sans prescription médicale.

Document 2 : performances de l'autotest VIH®

La *sensibilité* du test est évaluée à 100 %.

La *spécificité* du test est évaluée à 99,8 %.

Source : Notice d'utilisation autotest VIH®, <http://pitiealpetriere.aphp.fr/wp-content/blogs.dir/158/files/2016/08/2.Auto-tests-du-VIH-en-pratique.pdf>

La *prévalence* d'une maladie est la proportion du nombre de cas sur l'effectif total d'une population.

La *sensibilité* d'un test représente la probabilité que le test soit positif si la maladie est présente.

La *spécificité* d'un test représente la probabilité que le test soit négatif si la maladie est absente.

La *valeur prédictive positive* représente la probabilité que la maladie soit présente lorsque le test est positif.

La *valeur prédictive négative* est la probabilité que la maladie ne soit pas présente lorsque le test est négatif.



Le tableau de contingence, ci-dessous, donne les effectifs liés à une étude portant sur une population de 10 000 personnes :

	Test positif	Test négatif	Total
Patients malades			21
Patients non malades			9 979
Total			10 000

- 3- Calculer la prévalence des individus porteurs du VIH dans cette population.
- 4- À l'aide des informations du document 2, recopier et compléter le tableau de contingence. Les résultats des calculs seront arrondis à l'entier.
- 5- Calculer les valeurs prédictives positive et négative de cet autotest VIH, arrondies au centième.

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

Exercice 2 (au choix) – Niveau première

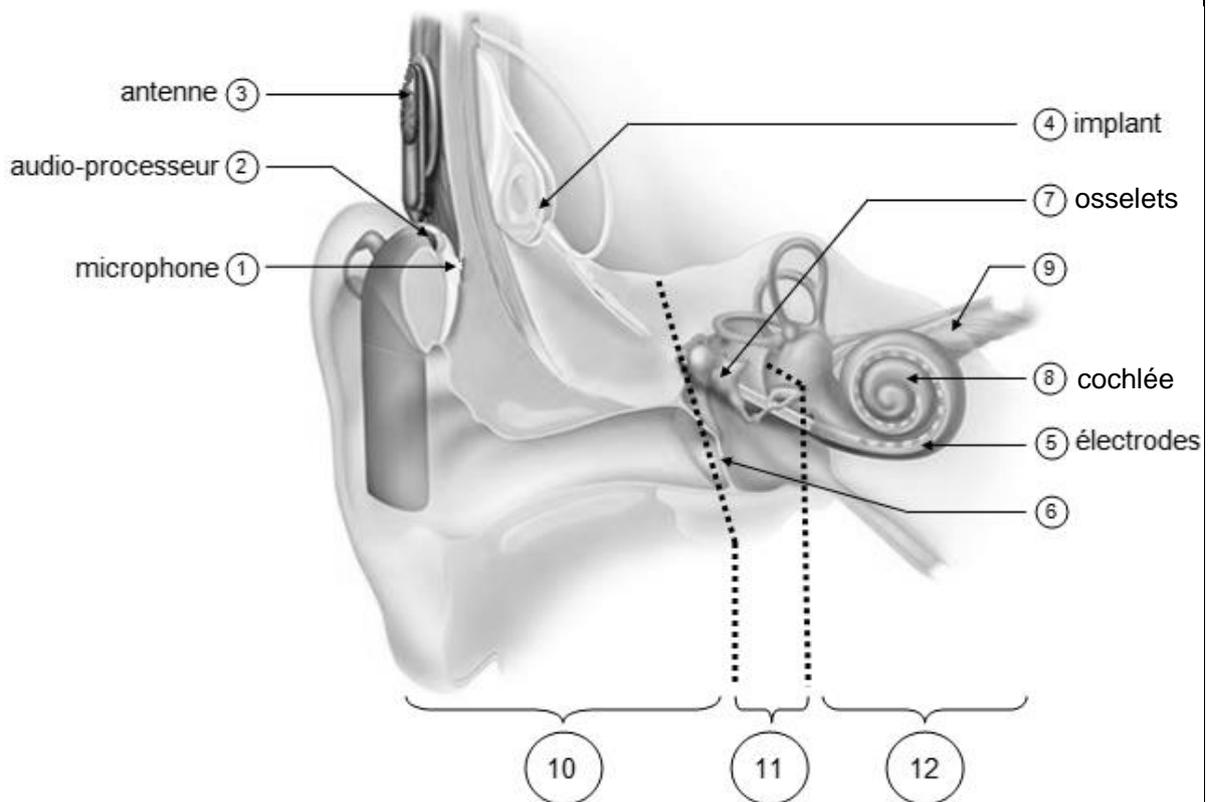
Thème « Son et musique, porteurs d'information »

Implant cochléaire

Sur 10 points

L'implant cochléaire est un dispositif auditif destiné aux personnes atteintes d'une surdité sévère ou profonde. Il transforme les sons en signaux électriques envoyés directement au nerf auditif grâce à des électrodes posées chirurgicalement.

Document 1 – Fonctionnement d'un implant cochléaire



Modifié d'après : <https://idataresearch.com/cascination-and-med-el-collaborate-on-state-of-the-art-cochlear-implantation-method>



Le microphone ① capte les sons en provenance de l'extérieur.

L'audio-processeur ② numérise les sons.

L'antenne ③ transmet les signaux numériques à l'implant situé sous la peau.

L'implant ④ envoie des signaux électriques dans les électrodes ⑤ situées dans la cochlée (comprenant les cellules sensorielles ciliées) ⑧.

Les fibres du nerf auditif captent les signaux électriques et les transmettent au cerveau.

1- Indiquer les légendes des structures numérotées 6, 9, 10, 11 et 12.

2- Certaines personnes subissent une surdité consécutive à un dommage des cellules ciliées de l'oreille interne. Elles peuvent alors être appareillées avec un implant cochléaire.

Expliquer le rôle des cellules ciliées de l'oreille interne dans le cas d'une audition normale et comment l'implant cochléaire permet de corriger la surdité.

3- Le microphone d'un implant cochléaire capte un son périodique en provenance de l'extérieur. Un motif élémentaire de période T de ce son est représenté sur le document 2 de la page suivante.

Déterminer la valeur de la fréquence f du son capté par le microphone.

4- Déterminer graphiquement la valeur de la période d'échantillonnage T_e utilisée pour cette numérisation puis justifier que la valeur de la fréquence d'échantillonnage f_e est égale à 10 000 Hz.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

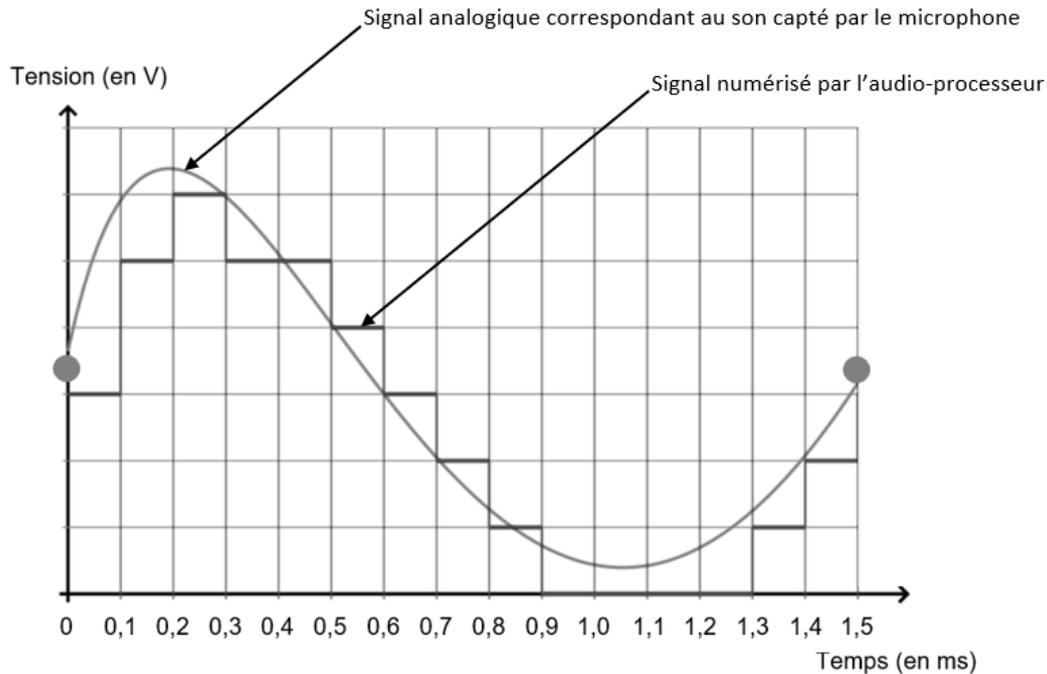


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2 – Son capté par le microphone et numérisation par l'audio-processeur



Source : http://www.ostralo.net/3_animations/js/CAN/index_v2nmoins1.htm

5-a- Sachant qu'une quantification sur n bits permet 2^n paliers numériques, indiquer, en le justifiant, pourquoi ici $n=3$.

5-b- La taille L en octet d'un fichier audio est donnée par la formule :

$$L = f_e \times \frac{n}{8} \times \Delta t$$

avec f_e la fréquence d'échantillonnage (en hertz), n la quantification (en bits) et Δt la durée (en secondes).

Pendant une journée, l'audio-processeur numérise en moyenne 10 heures de sons différents. Calculer la taille L d'un fichier audio équivalent à une journée de fonctionnement de l'implant cochléaire.



Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Un poison radioactif

Sur 10 points

Un écrivain vous contacte pour achever un roman d'espionnage... Suspense !

Document 1 : lettre de l'écrivain à votre attention

Bonjour, je suis Jules Servadac, écrivain de roman policier. Je vous sollicite afin de valider quelques aspects scientifiques de mon roman.

Voici mes premières lignes :

« Pierre et Marie Curie ont découvert le polonium, juste avant le radium qui les rendit célèbres. Le polonium-210 (^{210}Po) est mille fois plus toxique que le plutonium, et un million de fois plus encore que le cyanure. Sachez que dix microgrammes (μg) sont nécessaires pour empoisonner un homme de poids moyen en quelques semaines et que cette dose mortelle est invisible à l'œil nu ».

Dans mon roman, Tiago, agent secret de Folvie, souhaite s'en servir pour éliminer un agent infiltré. Celui-ci dîne tous les soirs dans le même restaurant : l'agent secret compte en profiter pour « poivrer » à sa façon son dîner.

Pour cela, Tiago doit se procurer du polonium-210. Pour des raisons logistiques, il ne peut récupérer le polonium que 100 jours avant le dîner programmé dans un autre pays. Or le polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours.

J'ai deux problèmes à vous soumettre concernant la quantité de polonium que Tiago doit transporter :

- Restera-t-il suffisamment de Polonium-210 radioactif à la fin de son voyage ?
- La dose sera-t-elle invisible à l'œil nu ?

Document 2 : données relatives au polonium

Le polonium est l'un des rares éléments à cristalliser dans le réseau cubique simple.

Paramètre de maille : $a = 3,359 \times 10^{-10} \text{ m}$.

Masse molaire du polonium : $M(\text{Po}) = 209,98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Donnée complémentaire : nombre d'Avogadro $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Il est rappelé que la masse molaire d'un élément est la masse d'une mole de quantité de matière de cet élément.

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.)

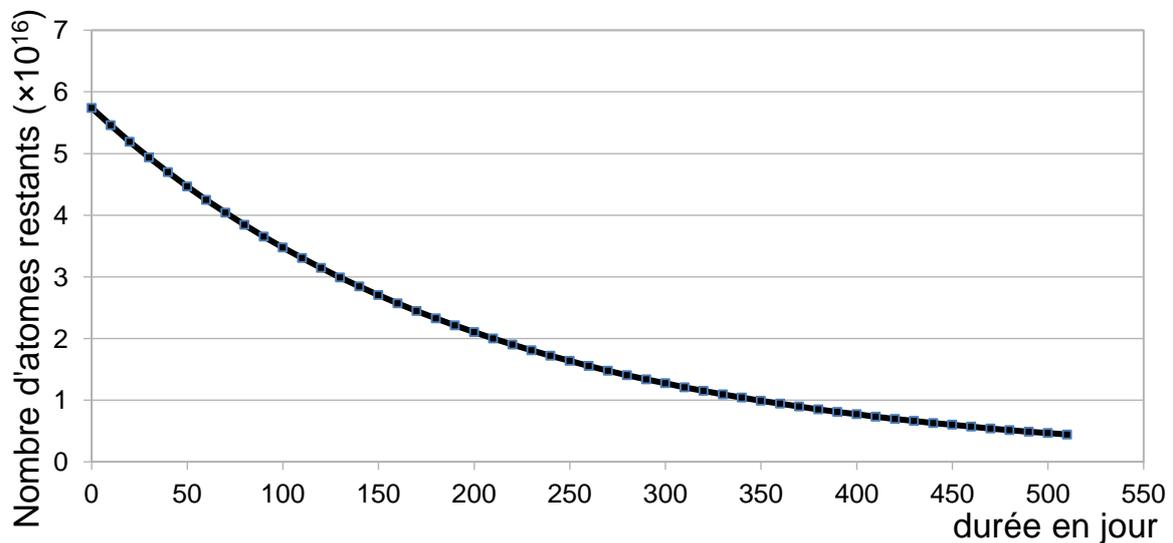
1.1

Partie 1 : la radioactivité du polonium

L'objectif est ici de vérifier qu'en partant avec 20 μg de polonium-210, il restera suffisamment de polonium radioactif à l'issue du voyage.

Document 3 : courbe de décroissance radioactive du polonium

Courbe de décroissance d'un échantillon de polonium 210



1- Déterminer en μg la masse initiale de Polonium présente dans l'échantillon utilisé pour réaliser le graphique du document 3.

2- Jules Servadac écrit dans son roman : « Le polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours ».

2-a- Définir scientifiquement la grandeur physique sur laquelle il appuie cette affirmation, en donnant son nom.

2-b- La faire figurer sur le graphique du document réponse à rendre avec la copie en laissant apparents les traits de construction.

3- Justifier par la méthode de votre choix que, pour l'échantillon considéré, la quantité de polonium restant après le voyage sera suffisante pour accomplir la mission.



Partie 2 : la structure du polonium

L'objectif est ici de vérifier que les 10 μg de polonium dont Tiago a besoin pour empoisonner l'agent infiltré sont bien invisibles à l'œil nu.

4- À partir de vos connaissances et des informations apportées par le document 3, répondre aux questions suivantes :

4-a- Représenter la structure cubique simple du polonium en perspective cavalière.

4-b- Dénombrer, en indiquant les calculs effectués, les atomes par maille.

5- Montrer que la masse volumique du polonium est de $9,20 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3}$.

6- Comparaison avec la taille d'un grain de poivre.

6-a- Calculer le volume occupé par la masse de polonium utilisée par Tiago (10 μg).

6-b- Sachant qu'un grain de poivre broyé occupe un volume d'environ 10^{-10} m^3 et est difficilement visible à l'œil nu, justifier que l'échantillon est invisible.

