

## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau première (mathématiques)

### Vergers d'arbres fruitiers

Sur 4 points

Anthony et Élisabeth sont deux jeunes agriculteurs.

#### Partie A – L'exploitation d'Anthony

Lors de son installation, Anthony a choisi de planter des clémentiniers. En 2022, il a récolté 80 tonnes de clémentines et il estime que chaque année, à partir de 2022, sa production augmentera de 6 %.

On modélise la production de clémentines par une suite  $(p_n)$  où  $p_n$  désigne, pour tout entier naturel  $n$ , le nombre de tonnes de clémentines qu'Anthony récoltera pour l'année 2022 +  $n$ .

Ainsi  $p_0 = 80$ .

- 1- Calculer  $p_1$ .
- 2- Exprimer, pour tout entier naturel  $n$ ,  $p_{n+1}$  en fonction de  $p_n$  et en déduire la nature de la suite  $(p_n)$ . Préciser sa raison.
- 3- Donner, pour tout entier naturel  $n$ , une expression de  $p_n$  en fonction de  $n$ .

#### Partie B – L'exploitation d'Élisabeth

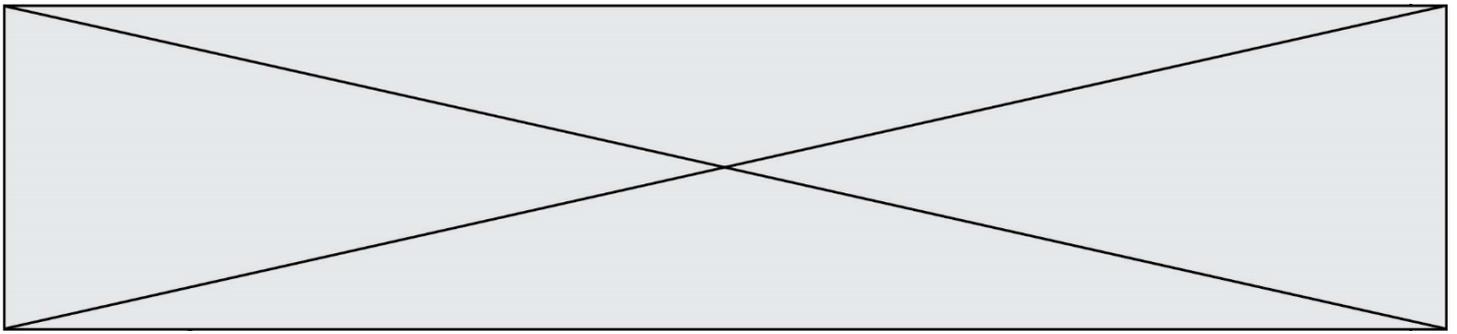
Lors de son installation en 2022, Élisabeth a choisi de planter 680 pommiers. Elle estime qu'à cause des maladies, trois pommiers vont mourir tous les ans.

On modélise le nombre de pommiers que possède Élisabeth par une suite  $(a_n)$ .

Pour tout entier naturel  $n$ ,  $a_n$  désigne le nombre de pommiers que possède Élisabeth pour l'année 2022 +  $n$ . Ainsi,  $a_0 = 680$ .

- 1- Quelle est la nature de la suite  $(a_n)$  ? Préciser sa raison.
- 2- Donner, pour tout  $n \in \mathbb{N}$ , une expression de  $a_n$  en fonction de  $n$ .
- 3- Calculer le nombre de pommiers présents dans le verger d'Élisabeth en 2035.





## Exercice 2 (au choix)

### Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

### Concert celtique

Sur 8 points

Un concert de musique rock celtique se déroule dans une salle des fêtes.

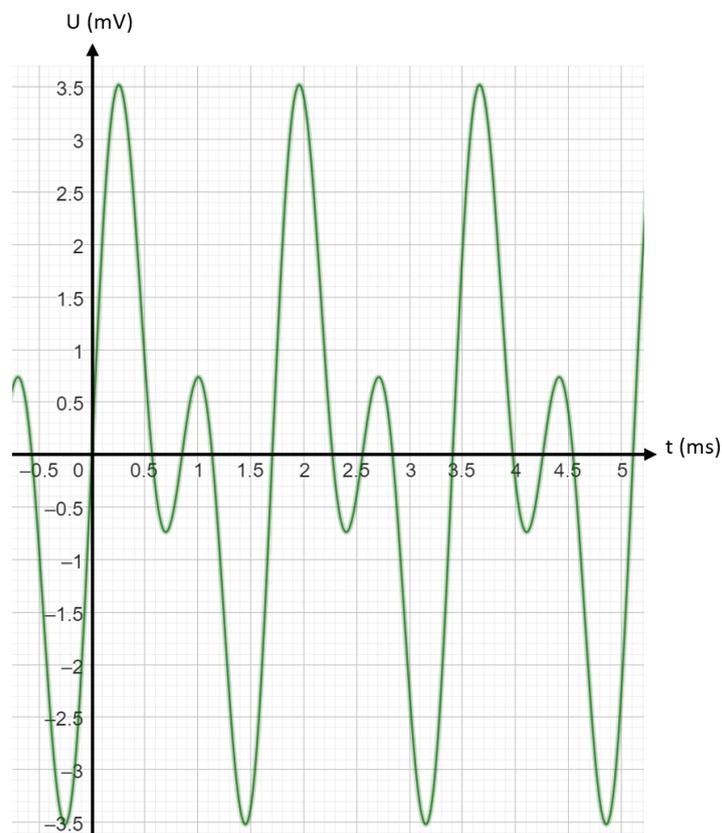
#### Partie 1 – Analyse du son

Lors de ce concert, trois musiciens jouent ensemble sur scène : un guitariste, un bassiste et un violoniste.

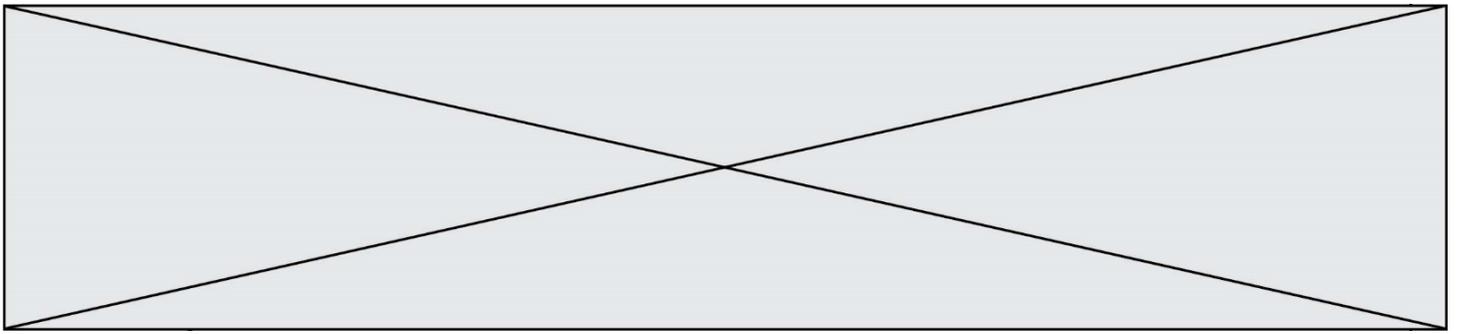
Le son de chaque instrument a été enregistré séparément. Les courbes des signaux en tension correspondantes sont données dans le document 1.

#### Document 1 – Enregistrements des sons des différents instruments

Courbe 1 : guitare électrique





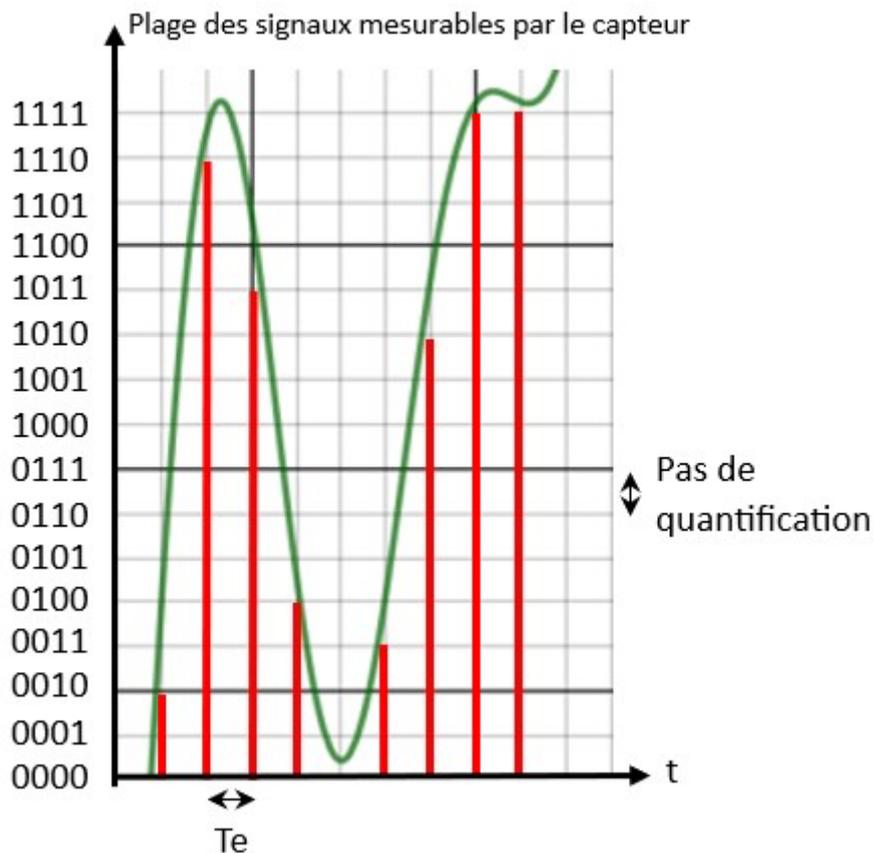


## Partie 2 – Enregistrement du concert

Un des spectateurs décide de réaliser un enregistrement audio d'une partie du concert avec son smartphone. Le stockage interne est quasiment saturé : il lui reste 120 Mo de libres sur sa carte SD de 16 Go.

### Document 2 – Numérisation du son

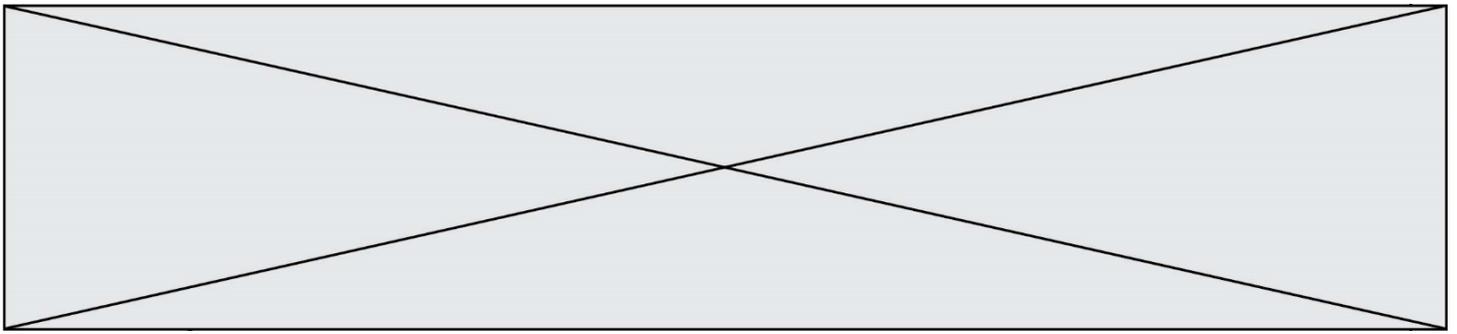
Courbe de superposition des trois sons et quantification en 4 bits avec  $T_e = 0,02$  ms, soit  $F_e = 50\,000$  Hz



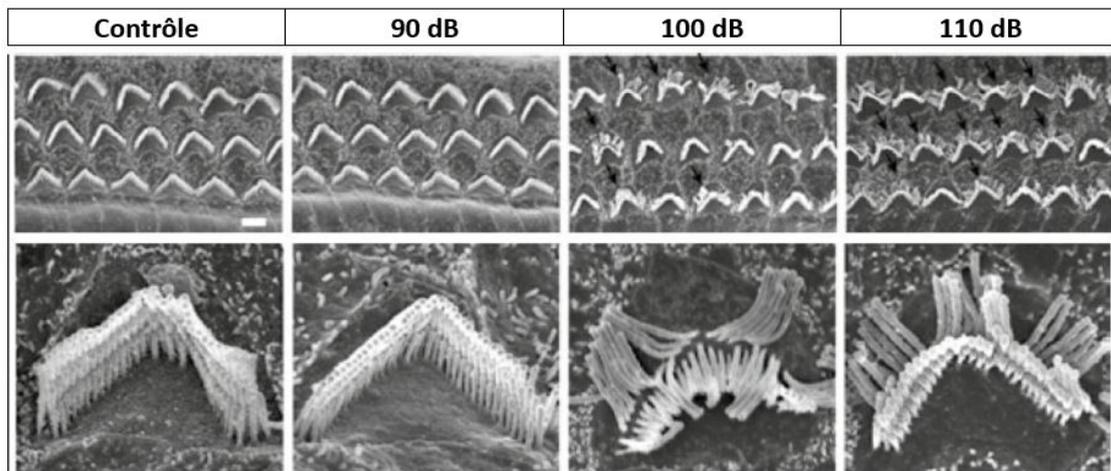
Données : 1 octet = 8 bits ; 1 Mo =  $10^6$  octets ; 1 Go =  $10^9$  octets.

- 2- Justifier avec le document 2 que le smartphone encode à  $200\,000$  bit.s<sup>-1</sup>.
- 3- Calculer la durée d'enregistrement du concert possible sur le smartphone de ce spectateur.

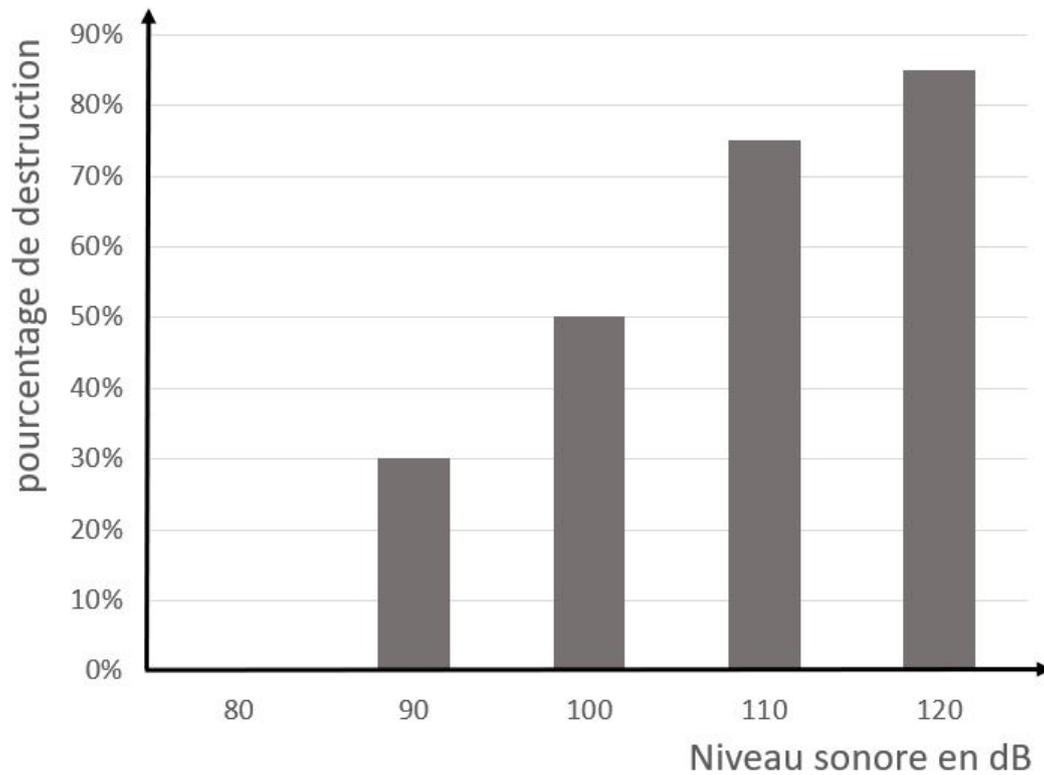




#### Document 4 – Conséquences d'un traumatisme sonore sur l'oreille

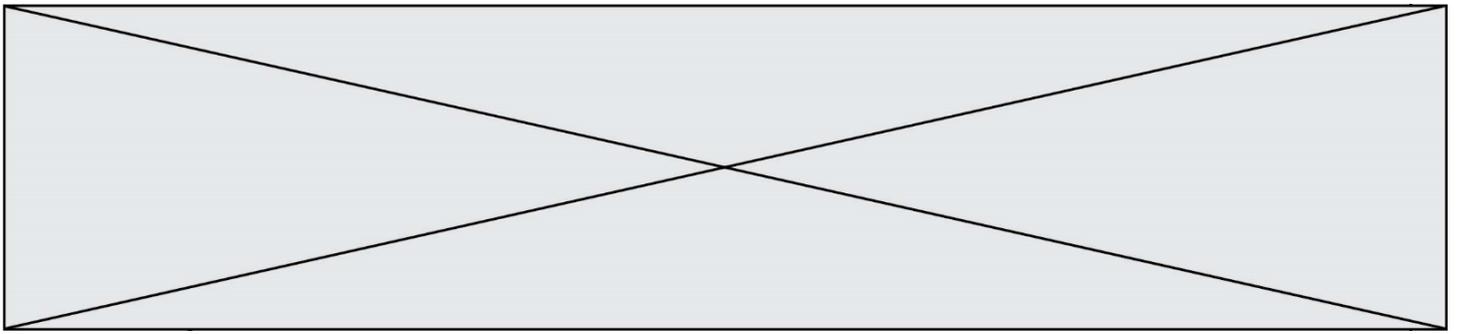


Photographies de cellules ciliées de rats, soumises à différents niveaux sonores prolongés, observées au Microscope Électronique à Balayage.



Évolution du pourcentage de destruction des cils des cellules ciliées en fonction du niveau sonore chez le rat.





## Niveau terminale

Thème « Une histoire du vivant »

### L'évolution humaine

Sur 8 points

Pour reconstituer l'histoire évolutive des humains, il faut en premier lieu préciser leur place au sein du monde vivant actuel. Les humains font partie du groupe des primates avec lesquels ils partagent de manière exclusive certains caractères. On souhaite étudier comment les scientifiques réussissent à établir des liens de parenté entre les humains et les autres primates.

La phylogénie est l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants basée sur le partage de caractères dérivés, c'est à dire des caractères qui proviennent de la transformation d'un caractère ancestral à la suite d'une innovation évolutive.

Ainsi, plus le nombre de caractères dérivés partagés entre deux espèces est élevé, plus elles sont apparentées et plus leur ancêtre commun est récent.

#### Document 1 – Matrice de caractères morpho-anatomiques de 8 espèces obtenue à l'aide du logiciel Phylogène

Caractères Espèces	Queue	Appendice nasal	Narines	Orbites	Pouce	Terminaisons des doigts
Chimpanzé	<b>Absente</b>	<b>Nez</b>	<b>Rapprochées</b>	<b>Fermées</b>	<b>Opposable</b>	<b>Ongles</b>
Gibbon	<b>Absente</b>	<b>Nez</b>	<b>Rapprochées</b>	<b>Fermées</b>	<b>Opposable</b>	<b>Ongles</b>
Gorille	<b>Absente</b>	<b>Nez</b>	<b>Rapprochées</b>	<b>Fermées</b>	<b>Opposable</b>	<b>Ongles</b>
Homme	<b>Absente</b>	<b>Nez</b>	<b>Rapprochées</b>	<b>Fermées</b>	<b>Opposable</b>	<b>Ongles</b>
Orang-Outan	<b>Absente</b>	<b>Nez</b>	<b>Rapprochées</b>	<b>Fermées</b>	<b>Opposable</b>	<b>Ongles</b>
Macaque	<i>Présente</i>	<b>Nez</b>	<b>Rapprochées</b>	<b>Fermées</b>	<b>Opposable</b>	<b>Ongles</b>
Maki	<i>Présente</i>	<i>Truffe</i>	<del><i>Ecartées</i></del>	<i>Ouvertes</i>	<b>Opposable</b>	<b>Ongles</b>
<del>Toupaie</del>	<i>Présente</i>	<i>Truffe</i>	<del><i>Ecartées</i></del>	<i>Ouvertes</i>	<i>Non opposable</i>	<i>Griffes</i>

En gras : état dérivé du caractère

En italique : état ancestral du caractère

Source : logiciel phylogène.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

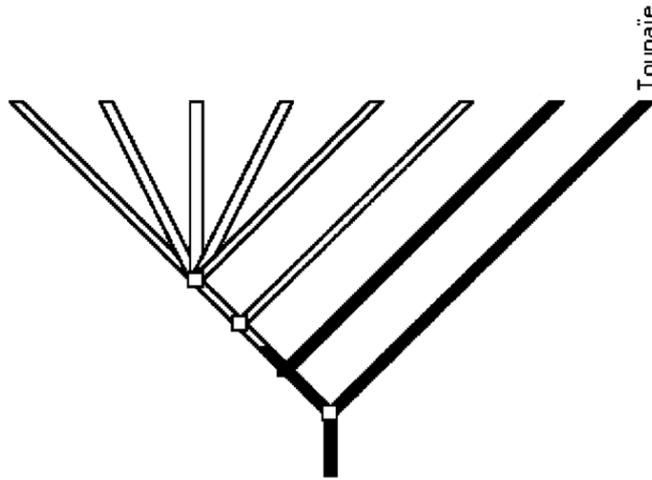


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

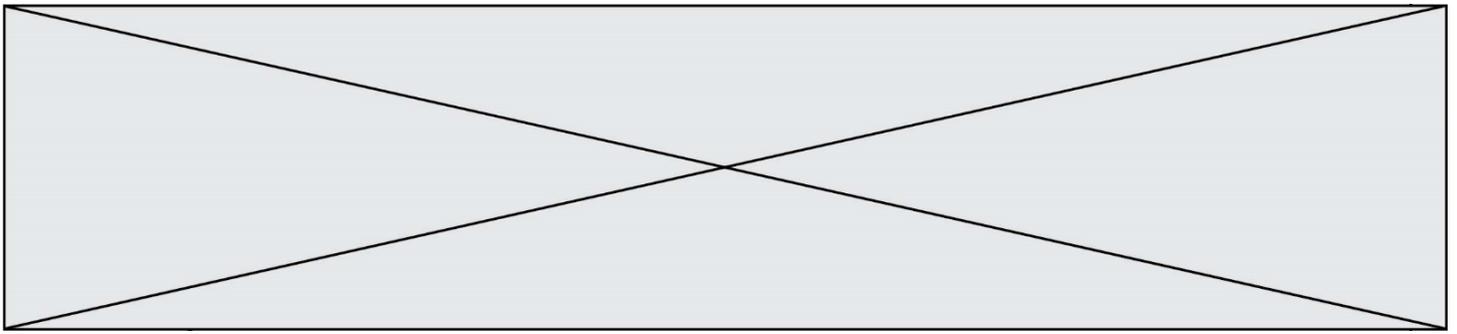
1.1

- 1- Recopier sur votre feuille l'arbre de parenté obtenu avec le logiciel Phylogène ci-après. Positionner les espèces présentes dans la matrice de caractères sachant que le Toupaïe est considéré comme l'extragroupe (espèce chez qui l'ensemble des caractères morpho-anatomiques étudiés existent sous l'état ancestral).



Arbre à recopier sur la copie et à compléter

- 2- Positionner sur votre arbre les innovations évolutives qui correspondent aux caractères dérivés de la matrice.
- 3- Citer les espèces qui sont les plus apparentées aux humains. Justifier votre réponse.
- 4- En utilisant le document 2 page suivante, montrer que la proportion de bases similaires entre les séquences de la NAD de l'Homme et du chimpanzé, puis de l'Homme et du gorille sont respectivement de 89 % et 86 %.
- 5- En déduire les liens de parenté qui existent entre l'Homme, le chimpanzé et le gorille.
- 6- En utilisant le document 3 page suivante et en se basant sur le pourcentage de similarités entre les séquences d'ADN de la NAD, calculer l'intervalle de confiance à 95 % du pourcentage de similarités entre les séquences d'ADN de l'Homme et du chimpanzé. Expliquer ce que signifie cet intervalle.



### Document 2 – Le gène impliqué dans la synthèse de la NAD, un gène présent dans les cellules de tous les êtres vivants

La comparaison des séquences nucléotidiques du gène impliqué dans la synthèse de la NAD, permet de préciser les relations de parenté entre l'Homme, le chimpanzé et le gorille.

Espèces	Longueur du gène codant la NAD en nombre de bases	Nombres de bases différentes par rapport à la séquence de référence NAD - homme
Homme	237	
Chimpanzé	237	26
Gorille	237	32

Données moléculaires obtenues avec le logiciel Anagène

Source : logiciel anagène.

### Document 3 – Calcul simplifié d'un intervalle de confiance à 95 %

Pour calculer de manière simplifiée un intervalle de confiance à 95 %, on évalue la limite inférieure  $L_{inf}$  et la limite supérieure  $L_{sup}$  de l'intervalle selon les formules :

$$L_{inf} = p - (z \times ES)$$

$$L_{sup} = p + (z \times ES)$$

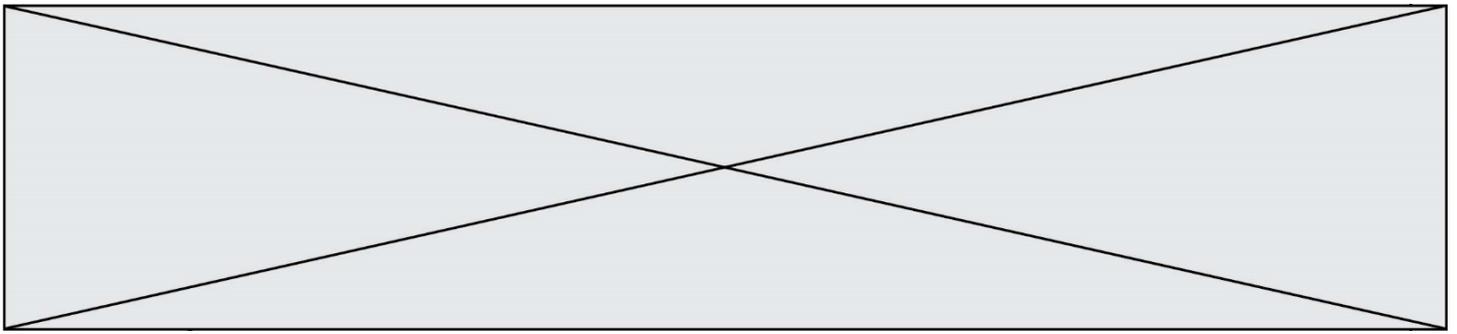
avec :

- ES : l'erreur standard, calculée avec la formule  $ES = \sqrt{\frac{p \times (1-p)}{n}}$  ;
- p : la proportion de bases similaires et n : le nombre total de bases ;
- z : la valeur critique pour un niveau de confiance donné.

Exemple : z est estimée à 1,96 pour un niveau de confiance de 95 %.

Source : Théorème de Moivre Laplace





## Document 2 – La radiochronologie, une méthode de datation

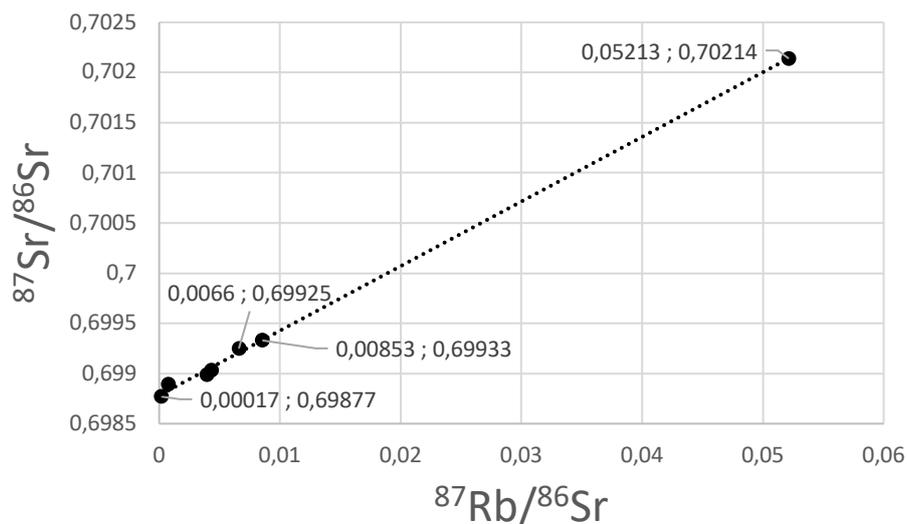
La radiochronologie consiste à mesurer dans plusieurs échantillons d'une même roche la quantité de noyaux pères rubidium 87 ( $^{87}\text{Rb}$ ), de noyaux fils strontium 87 ( $^{87}\text{Sr}$ ) et de noyaux stables strontium 86 ( $^{86}\text{Sr}$ ). On déduit des rapports isotopiques (rapports des quantités mesurées)  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  et  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ .

En traçant la courbe représentant le rapport isotopique  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  en fonction du rapport isotopique  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ , une droite est obtenue.

Cette droite, appelée droite isochrone (*iso* : identique et *chronos* : temps), peut être modélisée par la fonction  $y = ax + b$ . Le coefficient directeur  $a$  de la droite donne, après un calcul, l'âge de l'ensemble des échantillons de la roche.

- 2- Parmi les noyaux  $^{87}_{37}\text{Rb}$ ,  $^{86}_{38}\text{Sr}$  et  $^{87}_{38}\text{Sr}$ , indiquer en justifiant quel est le noyau radioactif.
- 3- Donner la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.

## Document 3 – Droite isochrone des rapports isotopiques des chondres pour le couple Rb/Sr de la météorite Allende (avec les coordonnées x ; y associées à certains points)



Source : construite à partir de données issues de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0016703776901083>

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 :  /  /



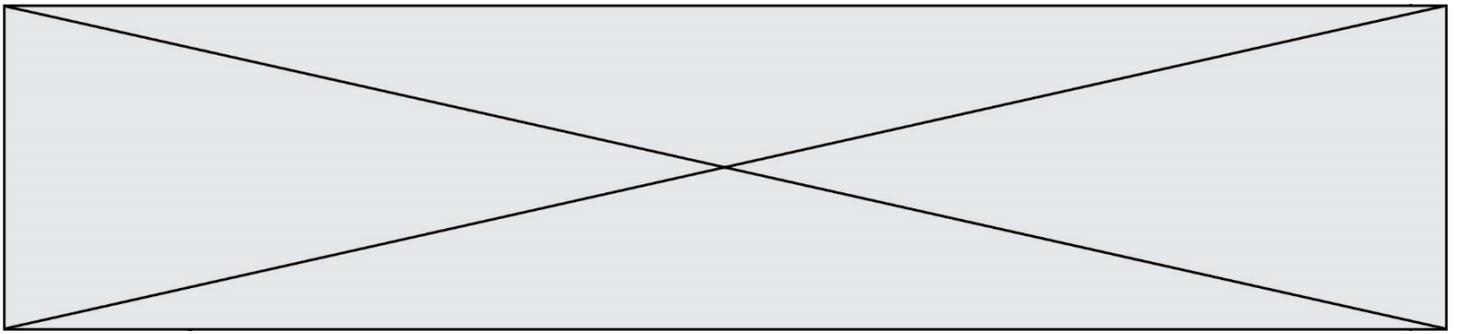
1.1

- 4- Montrer à l'aide du document 3 que le coefficient directeur de la droite isochrone correspond approximativement à une valeur de 0,065.

**Document 4 – Tableau de correspondance entre valeur du coefficient directeur d'une droite isochrone et âge de l'échantillon étudié pour le couple Rb/Sr**

Coefficient directeur	Âge (années)
0,000028	$2 \times 10^6$
0,000063	$4,5 \times 10^6$
0,028	$2 \times 10^9$
0,065	$4,5 \times 10^9$
0,88	$4,5 \times 10^{10}$
15,38	$2 \times 10^{11}$

- 5- En vous appuyant sur le document 4, montrer comment la datation d'une météorite comme celle d'Allende apporte un argument en faveur d'un âge de la Terre d'environ 4,57 Ga.



## Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

### La centrale Sable Blanc

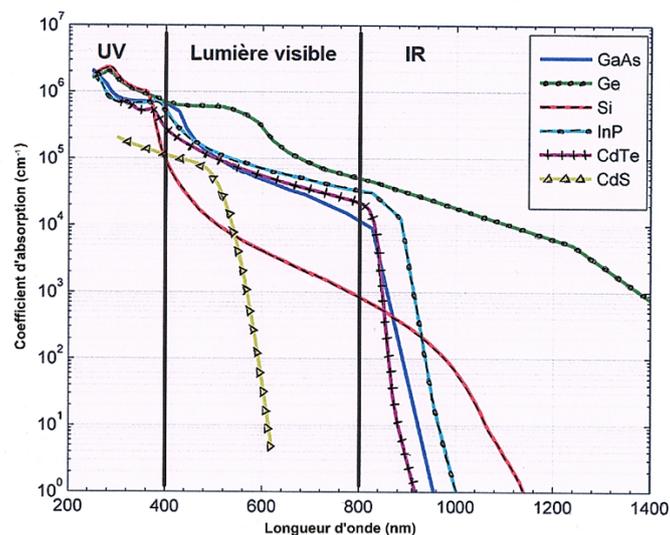
Sur 8 points

Depuis 2022, en Guyane, la centrale Sable Blanc combine une centrale solaire et le complexe de stockage de Toco qui est le plus grand complexe de stockage par batteries lithium-ion en France. Cette centrale mixte permet de produire le jour grâce à un excellent ensoleillement et d'injecter cette production sur le réseau électrique guyanais de 19 heures à 21 heures, après le coucher du soleil.



Dans cet exercice, on cherche à augmenter l'efficacité des panneaux photovoltaïques et à trouver une alternative à l'utilisation de batteries.

#### Document 1 – Coefficient d'absorption des matériaux semi-conducteurs en fonction de la longueur d'onde de la lumière



GaAs : arséniure de gallium ; Si : silicium ; InP : phosphure d'indium ; CdTe : tellure de cadmium ; CdS : sulfure de Cadmium.

Source : d'après <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01529748/document>

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- À partir du document 1, indiquer pourquoi il est possible d'utiliser le matériau semi-conducteur tellure de cadmium (CdTe) en remplacement du silicium (Si) que l'on trouve communément dans les modules photovoltaïques.

La centrale solaire est constituée d'une surface de 22 200 m<sup>2</sup> de modules photovoltaïques au tellure de cadmium (Cd/Te) qui reçoivent annuellement une énergie solaire de 1,875 MWh/m<sup>2</sup> pour une production électrique de 5 400 MWh. On rappelle que 1 kWh est l'énergie associée à une puissance de 1 kW transférée ou stockée pendant une heure.

2- On rappelle la définition du rendement énergétique d'une centrale solaire :

$$r = \frac{E_{\text{élec produite}}}{E_{\text{lum reçue}}}$$

Calculer le rendement énergétique de la centrale solaire. Toute démarche entreprise pour répondre à la question sera valorisée.

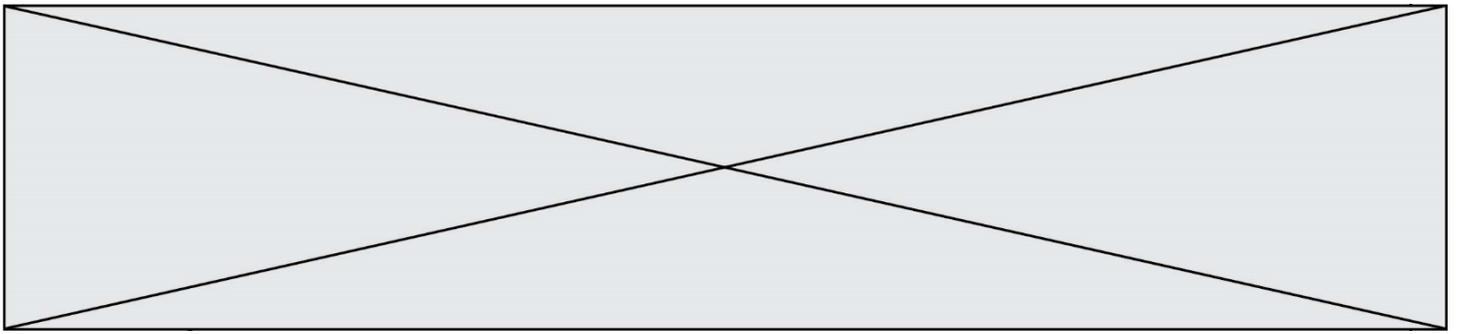
### Document 2 – La découverte du volant de stockage solaire VOSS

**Savez-vous que l'énergie la moins chère est l'énergie solaire ?** Grâce à la baisse spectaculaire du prix des panneaux photovoltaïques, [...] l'énergie solaire est deux fois moins chère que les énergies classiques et polluantes. (...) elle est aussi extrêmement abondante. [...]

**Si l'énergie solaire est si peu chère et si abondante, pourquoi n'est-elle pas notre énergie principale ?** Parce qu'il y a un problème : l'intermittence [...] le jour, il y a du soleil et la nuit, il n'y en a pas ! [...]

**Il est absolument nécessaire de stocker le surplus d'énergie solaire en milieu de journée pour pouvoir l'utiliser le soir et la nuit.** [...] Les batteries, comme celles de votre téléphone, fonctionnent selon une réaction chimique. A chaque cycle de charge et de décharge, elle s'use, elle perd de sa capacité et il faut la changer au bout de quelques années. Le coût du stockage est donc très élevé [...] si bien que l'énergie solaire, une fois stockée dans les batteries, n'est plus du tout intéressante [...] elle a besoin de subventions pour se développer.

Il y a quelques années, une entreprise innovante a proposé de remplacer les batteries par des volants [...] un cylindre ou un disque qui tourne à très grande vitesse pour stocker de l'énergie sous forme d'énergie cinétique [...] Le très gros avantage des volants par rapport aux batteries, c'est qu'ils ont une durée de vie illimitée [...]. Avec mon équipe, nous avons fait des volants en acier, puis en fonte, [...] mais ces matériaux classiques sont trop chers [...]. J'ai alors testé le béton [...] : il permet de stocker pour dix fois moins chers que les autres matériaux. **Ce volant de stockage solaire, nous l'avons appelé VOSS.**



L'association du volant en béton avec les panneaux photovoltaïques conduit à une énergie renouvelable nuit et jour à un coût inférieure aux énergies polluantes.

Notre grand projet est de créer des grandes centrales photovoltaïques dans des endroits très ensoleillés, comme les déserts, et d'alimenter le réseau mondial avec une énergie propre et bon marché.[...]

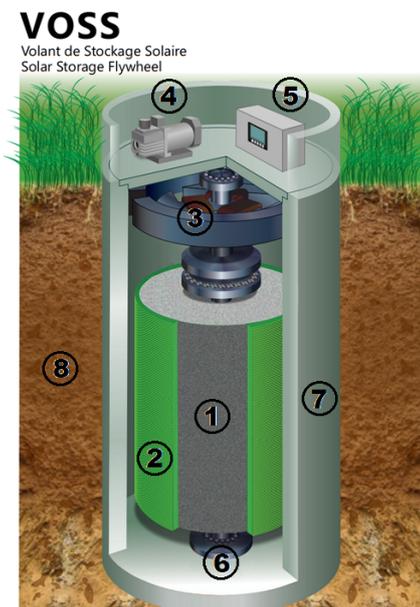
Source : d'après TEDxParisSalon, 2015, extraits de la présentation d'A. Gennesseaux, fondateur de Energiestro

- 3- À partir du document 2, citer un avantage et un inconvénient de l'énergie solaire.
- 4- Les batteries couplées à la centrale solaire ont une capacité de stockage de 2,9 MWh et une puissance de 2,6 MW. Calculer la durée d'autonomie électrique de ces batteries.

### Document 3 – Quelques données sur le volant de stockage solaire VOSS

Un VOSS est constitué d'une masse en béton (mélange de sable et de ciment) précontraint (1) entraînée par un moteur électrique (4) et un alternateur (3). L'apport d'énergie électrique permet de faire tourner la masse à des vitesses très élevées (environ 6000 tours/min) et une fois lancée, elle continue à tourner, même si plus aucun courant ne l'alimente. L'énergie électrique est alors stockée dans le volant sous forme d'énergie cinétique, elle pourra ensuite être restituée instantanément en utilisant l'alternateur (3), entraînant la baisse de la vitesse de rotation de la masse.

Le VOSS est expérimenté au sein du complexe de Toco : « Pour une masse de 4-5 tonnes incluant l'équipement autour, le volant aura une capacité de stockage énergétique de 10 kWh, et l'ensemble moteur/alternateur une puissance nominale de 10 kW. Ainsi, le système disposera d'une autonomie d'une heure en utilisation maximum ».



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

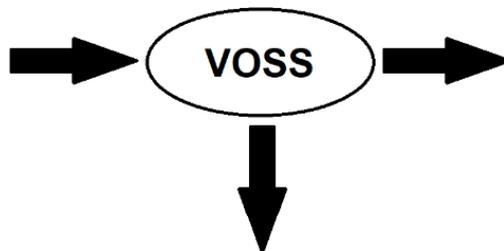
Comparatif des dimensions et des masses des deux dispositifs de stockage concurrents pour une capacité de stockage identique :

	Puissance	Hauteur	Largeur (diamètre)	Masse totale
<b>Volant solaire VOSS</b>	10 kW	1 m	1,5 m	3 000 kg
<b>Batterie lithium-ion</b>	10 kW	0,9 m	0,60 m	180 kg

Exemple : pour pouvoir stocker dans un ou plusieurs volants solaires la moitié de la production (60 MW) qui couvre les besoins d'une ville de 55 000 habitants, la masse totale du dispositif de stockage devrait atteindre 17 250 tonnes, soit l'équivalent de 345 avions de ligne.

Source : d'après <https://www.choisir.com/energie/articles/117094/quest-ce-que-le-volant-de-stockage-solaire-voss>

- 5- Recopier et compléter sur votre copie le schéma de la chaîne de transformation énergétique d'un VOSS lorsqu'il est en phase de restitution de l'énergie stockée.



- 6- Comparer les masses du volant solaire et de la batterie lithium-ion. En considérant que ces deux systèmes de stockage ont une forme cylindrique, comparer ensuite leurs volumes en détaillant vos calculs.
- 7- La commercialisation du VOSS, qui devait officiellement débuter en 2018, puis en 2020, demeure encore aujourd'hui au stade de prototype. En vous appuyant sur le document 3, sur les questions précédentes et sur vos connaissances en lien avec l'empreinte carbone du béton, proposer des arguments pour expliquer ce retard alors que cette innovation semble prometteuse.