



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau première (mathématiques)

Étude de l'accidentologie

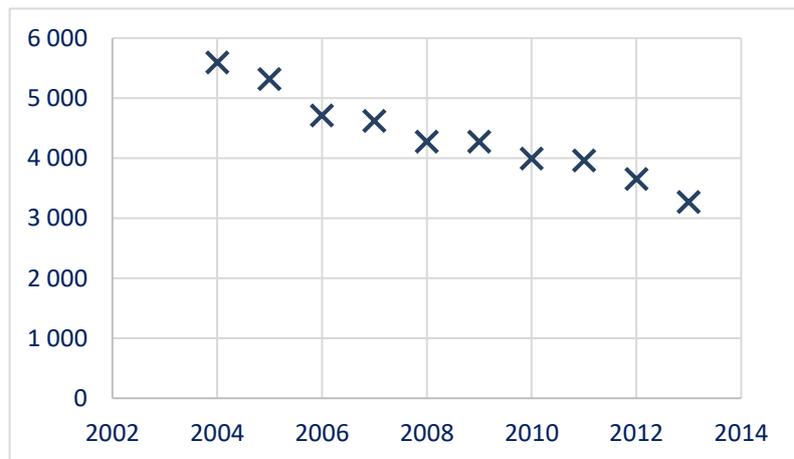
Sur 8 points

Dans cet exercice, on étudie l'accidentologie (circulation en véhicules automobiles) en France.

Partie A

On considère le tableau et le graphique suivants qui représentent le nombre de tués sur les routes en France en fonction des années :

| Année | Nombre de tués |
|-------|----------------|
| 2004 | 5 593 |
| 2005 | 5 318 |
| 2006 | 4 709 |
| 2007 | 4 620 |
| 2008 | 4 275 |
| 2009 | 4 273 |
| 2010 | 3 992 |
| 2011 | 3 963 |
| 2012 | 3 653 |
| 2013 | 3 268 |



Source : <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr>

1-a- Déterminer la variation absolue du nombre de tués sur les routes entre 2004 et 2013.

1-b- Déterminer la diminution moyenne par an du nombre de tués entre 2004 et 2013.

2- En 2013, on a décidé de fixer comme objectif à l'horizon 2025 une poursuite de la baisse de la mortalité dans les mêmes conditions. On choisit de modéliser le nombre de tués sur les routes par la fonction affine f définie sur $[0 ; +\infty[$, par :

$$f(x) = -231,5x + 469\,316 \text{ où } x \text{ représente l'année.}$$

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

2-a- Tracer la représentation graphique de la fonction f sur le graphique du document réponse fourni en annexe.

2-b- À l'aide de ce modèle et du graphique tracé sur le document réponse en annexe, estimer, avec la précision permise par le graphique, le nombre de tués en 2025.

3- En réalité, entre 2014 et 2021, le nombre de tués est donné par le tableau suivant :

| Année | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nombre de tués | 3 384 | 3 461 | 3 477 | 3 448 | 3 248 | 3 244 | 2 541 | 2 944 |

Que peut-on penser du modèle choisi dans la question 2- ?

Partie B

On s'intéresse au lien éventuel entre l'âge d'un véhicule impliqué dans un accident et le type de gravité de celui-ci (on ne s'intéresse ici qu'aux véhicules de tourisme).

Le tableau suivant présente le nombre de véhicules impliqués dans un accident de la circulation en 2021 en France, en fonction de son âge et de la gravité de l'accident (léger, grave non mortel ou mortel) :

| Âge x du véhicule en années | Accident léger | Accident grave non mortel | Accident mortel | Total |
|-------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------|--------|
| $x < 5$ | 10 407 | 3 422 | 574 | 14 403 |
| $5 \leq x < 10$ | 8 588 | 3 185 | 489 | 12 262 |
| $10 \leq x < 20$ | 15 993 | 6 369 | 1 180 | 23 542 |
| $x \geq 20$ | 2 606 | 1 416 | 317 | 4 339 |
| Total | 37 594 | 14 392 | 2 560 | 54 546 |

*Nombre de véhicules de tourisme impliqués
dans un accident de la circulation en 2021*

Source : <https://www.data.gouv.fr>



On arrondira les résultats au millième si nécessaire.

4-a- Calculer la fréquence de véhicules âgés de plus de 20 ans parmi les véhicules impliqués dans un accident de la circulation en 2021 en France.

4-b- Calculer la fréquence des véhicules impliqués dans un accident léger parmi les véhicules âgés de plus de 20 ans impliqués dans un accident de la circulation en 2021 en France.

On choisit au hasard un véhicule impliqué dans un accident de la circulation en 2021 en France (on suppose que tous les véhicules impliqués dans un accident en 2021 en France ont la même probabilité d'être choisis).

On appelle C l'événement « le véhicule choisi a moins de cinq ans » et L l'événement « le véhicule choisi est impliqué dans un accident léger ». On désigne par \bar{A} l'événement contraire d'un événement A .

5- Calculer la probabilité de l'événement C et la probabilité de l'événement L .

6- Décrire par une phrase l'événement \bar{C} puis calculer sa probabilité.

7- Décrire par une phrase l'événement $C \cap L$ puis calculer sa probabilité.

8-a- On choisit un véhicule âgé de moins de cinq ans impliqué dans un accident de la circulation en 2021 en France. Quelle est la probabilité qu'il soit impliqué dans un accident léger ?

8-b- Pour un véhicule impliqué dans un accident de la circulation en 2021 en France, le fait d'être impliqué dans un accident léger est-il indépendant du fait d'être âgé de moins de cinq ans ? Justifier la réponse.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 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

Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Son, musique et audition »

Concert de Rock

Sur 12 points

Ce soir, la salle de concert du Confort Moderne accueille un groupe de rock local, les VV, composé de deux guitaristes, d'un bassiste et d'un batteur. Le groupe joue à guichet fermé. Musiciens et fans attendent ce moment avec impatience.

Un concert de Rock est, par essence, un lieu riche en sons ; des sons dont on veille à adapter la « hauteur » (c'est-à-dire la fréquence) pour obtenir les effets mélodiques souhaités ; mais également des sons que le public aime entendre avec puissance, ce qui n'est pas sans risque pour la santé.

Dans la suite, nous allons explorer ces deux dimensions : hauteur et puissance.

Partie 1 – Accordage d'une guitare

Avant le concert, les guitaristes doivent accorder leur instrument. En effet, des phénomènes tels que les variations de températures et d'humidité modifient les caractéristiques des cordes et altèrent la sonorité de l'instrument : les sons joués n'ont plus la bonne hauteur, ce qui signifie que la fréquence fondamentale émise par la vibration de la corde n'a plus la bonne valeur.

En général, les musiciens professionnels réalisent l'accordage « à l'oreille » : leur grande habitude des sons leur permet de juger si la fréquence est la bonne. Dans certains cas, ils peuvent s'aider d'un diapason pour disposer d'un son de référence.

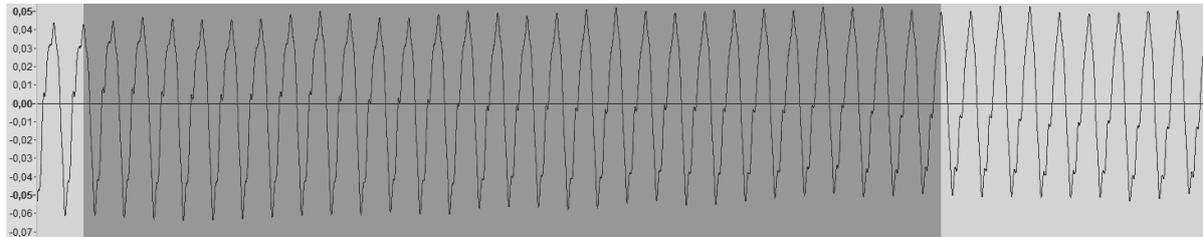
Lorsque l'on a moins d'expérience, on peut s'aider d'un enregistrement, ce que la plupart des smartphones permettent de faire désormais. C'est ce que nous allons faire dans cette partie pour réaliser l'accordage d'une guitare. Nous allons voir comment des lois scientifiques nous permettent de discuter les gestes à réaliser.

Nous nous intéressons au cas d'un guitariste qui accorde la corde du Ré. Cette corde doit normalement émettre un son de fréquence 147 Hz. Le document 1 propose un enregistrement du son émis par la corde.

- 1- Expliquer comment déterminer la fréquence du son émis par la guitare à l'aide de l'enregistrement.
- 2- Justifier que la corde n'est pas correctement accordée en précisant si le son est trop grave (fréquence trop faible) ou trop aigu.



Document 1 – Enregistrement du son émis par la corde du « Ré »



Partie grisée : durée totale de 189 ms pour 29 périodes.

Pour réaliser l'accordage, le musicien tourne une clé située en haut du manche. Cette clé est reliée à une tige sur laquelle la corde s'enroule (voir document 2). Suivant le sens dans lequel il tourne la clé, il augmente l'enroulement de la corde sur la tige, ou la réduit.

Document 2 – Clés d'une guitare



Source : <https://www.hguitare.com/communaute/blog/materiel/anatomie-guitare>

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 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

Une loi physique permet d'expliquer pourquoi cette action altère le son émis. En effet, une modélisation du comportement d'une corde vibrante permet de montrer que la fréquence f du son émis (exprimée en hertz) est reliée aux caractéristiques physiques de la corde par la loi :

$$f = \frac{1}{2L} \times \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Avec les caractéristiques physiques de la corde de guitare :

- L la longueur (en mètre) de la corde entre les deux points de fixation.
- T sa tension (en newton).
- μ sa masse linéique (en kilogramme par mètre).

- 3- Indiquer quelle caractéristique physique est modifiée lorsque le musicien tourne la clé.
- 4- Déterminer si le musicien doit tendre ou détendre la corde pour ajuster la fréquence du son émis sur celle souhaitée (147 Hz).

Partie 2 – Exposition au son

C'est l'heure ! Les musiciens sont en place. Les portes de la salle s'ouvrent et le public commence à entrer. Les premiers rangs se remplissent, les fans veulent être au plus près de leurs idoles.

Lorsque tout le public est entré, il est disposé suivant un demi-disque comme représenté sur le schéma du document 3 page suivante.

Lorsque les musiciens jouent, le son des instruments est amplifié et diffusé par des enceintes. Pour simplifier, on considère que l'ensemble des enceintes équivaut à une unique enceinte positionnée au centre du demi-disque.

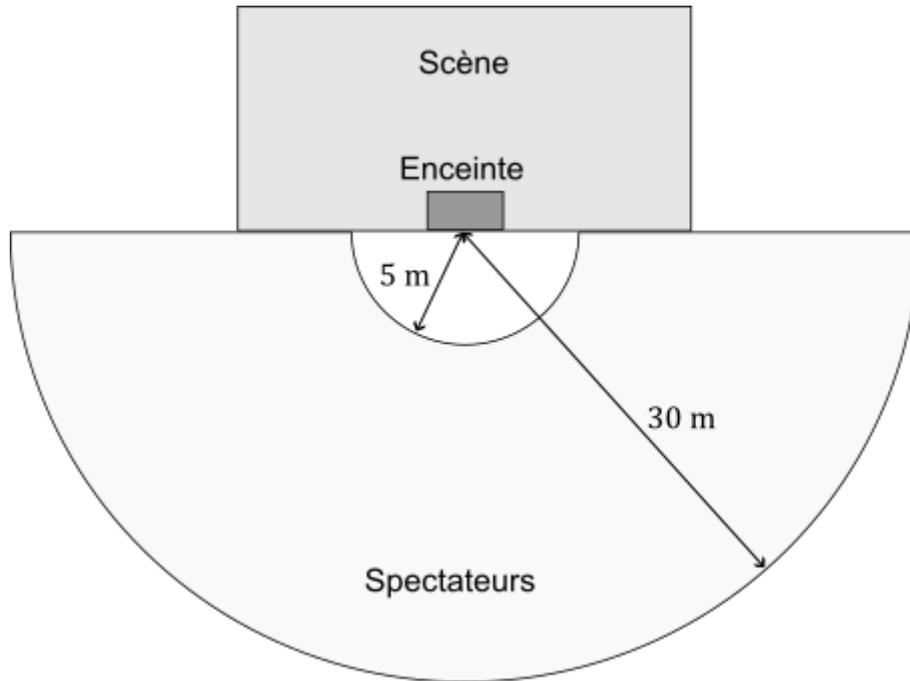
Dans ces conditions, le niveau d'intensité sonore L (en décibel) perçue par une personne située à la distance r de l'enceinte est donnée par la relation :

$$L = 10 \times \log\left(\frac{P}{2\pi r^2 I_0}\right)$$

où P est la puissance d'émission du son par l'enceinte ($P = 150 \text{ W}$) et I_0 est l'intensité sonore du seuil d'audibilité ($I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$).



Document 3 – Disposition de la salle



- 5- Justifier que cette formule est cohérente avec le fait que l'on perçoit le son plus faiblement en fond de salle qu'à proximité de la scène.

Indication : la fonction logarithme est croissante. Lorsque x augmente, $\log(x)$ augmente.

On mesure les niveaux d'intensité sonore dans la salle pendant que le groupe joue. On trouve un niveau d'environ 115 dB au plus près de la scène (5 m) et environ 100 dB en fond de salle (30 m). Ces niveaux correspondent à une moyenne sur un morceau, avec des variations d'intensité au cours de celui-ci. Par ailleurs, les morceaux joués par le groupe durent environ quatre minutes chacun.

Le document 4 page suivante présente une analyse des risques que représente l'exposition à des sons intenses.

- 6- Discuter les risques pour la santé auditive des spectateurs suivant qu'ils sont proches ou loin de la scène.

Le document 5 page suivante présente une campagne de sensibilisation aux dangers du bruit proposée par l'Agence Régionale de Santé de Normandie.

- 7- Justifier les trois premiers conseils.

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 4 – Danger du bruit pour les oreilles

Selon le Dr Pascal Foeillet, médecin ORL praticien et Vice-Président de l'association JNA « Contrairement aux yeux, les oreilles ne sont pas constituées de protecteurs naturels et restent réceptives à tous les sons, toxiques ou non ».

Au-delà de 85 dB l'oreille est en danger. La dangerosité va dépendre aussi de la durée d'exposition. Par exemple, il est possible d'être soumis à une exposition de 80 dB pendant huit heures sans danger pour le système auditif. Une fatigue s'en ressentira pour autant.

Un impact soudain à 120 dB (pétard) peut créer autant de dégâts sur le système auditif que cinq minutes de MP3 à 100 dB.

| Durée d'exposition au bruit | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Niveau sonore en dB | Durée d'exposition maximale |
| 80 | 8h |
| 83 | 4h |
| 86 | 2h |
| 89 | 1h |
| 92 | 30 min. |
| 95 | 15 min. |
| 98 | 7 min. 30 sec. |
| 101 | 3 min. 45 sec. |
| 104 | 1 min. 22 sec. |
| 107 | 41 secondes |
| 110 | 20 secondes |

Source : Hearingprotech.com

Source : Extrait d'un dossier de l'association pour la prévention et l'information dans le domaine de l'audition

Document 5 – Campagne gouvernementale de prévention

ÉCOUTE DE MUSIQUE EN CONCERT OU FESTIVAL 4 CONSEILS

- S'éloigner des enceintes
- Faire des pauses régulières dans des zones calmes
- Porter des protections auditives (bouchons d'oreilles, casques)
- Pour les femmes enceintes et jeunes enfants, éviter l'exposition à des niveaux sonores élevés



Source : <https://www.normandie.ars.sante.fr/prevention-des-risques-auditifs-lies-au-bruit>



Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

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

Sur 12 points

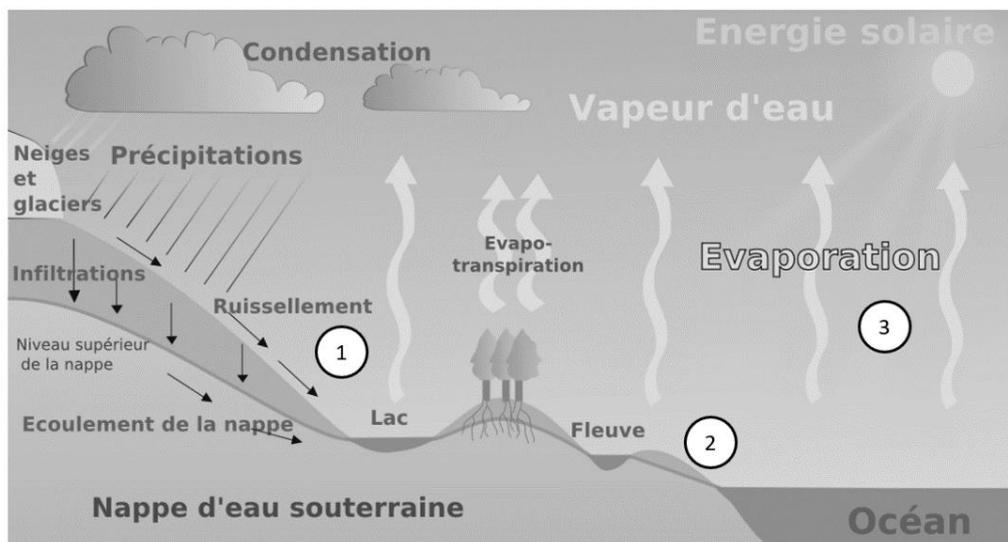
Deux approches ont permis d'estimer l'âge de la Terre au cours du XIXe siècle. La première utilise la mesure de la salinité de l'eau des océans tandis que la seconde se base sur l'étude des phénomènes de sédimentation et d'érosion.

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

À la toute fin du XIXe 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.

Document 1 – L'eau de ruissellement se charge en sels minéraux ①, les transporte vers l'océan ② d'où elle s'évapore ③



Source : d'après Wikipedia.fr (article « ruissellement »)

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 : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Données utilisées par John Joly :

- masse totale des océans sur Terre : $1,40 \times 10^{21}$ kg ;
- 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 d'eau par an ;
- concentration moyenne du sel dissous dans les rivières : 5 250 tonnes par km³.

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

- 1- Montrer 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

Document 2 – Un exemple de destruction due à l'érosion : les falaises de craie de Weald



Source : Wikipedia.fr (article « Parc National des South Downs »)



Document 3 – Un argument géologique avancé par Charles Darwin

« Je suis tenté de donner un autre exemple, celui, bien connu, de la dénudation¹ de Weald. Se tenir sur les Downs du Nord et regarder les Downs du Sud éloignés est une admirable leçon, car [...] on peut s'imaginer le grand dôme de rochers qui a dû recouvrir le Weald à une époque aussi proche que la dernière période du Crétacé.

La distance entre les Downs du Sud et du Nord est environ de 22 miles², et l'épaisseur des diverses formations est en moyenne de 1100 pieds³, selon le professeur Ramsay. [...] Si nous connaissions la vitesse à laquelle la mer érode en moyenne une ligne de falaises d'une hauteur donnée, nous pourrions mesurer le temps qui a été nécessaire pour dénuder le Weald. Cela, bien sûr, est impossible ; mais nous pouvons, pour faire une approximation grossière, supposer que la mer effrite des falaises de 500 pieds de hauteur à la vitesse d'un pouce par siècle. Cette estimation paraîtra au premier abord insuffisante mais elle correspond à l'érosion d'une falaise d'un mètre de haut sur toute une ligne côtière à peu près tous les 22 ans.

Je doute qu'aucune roche, même friable comme la craie, s'effriterait à une telle vitesse, sauf sur les côtes les plus exposées, bien que la dégradation d'une haute falaise soit accélérée par l'effritement des fragments qui tombent. D'autre part, je ne crois pas qu'il existe de ligne côtière longue de 10 ou 20 miles qui subisse une dégradation en même temps uniformément sur toute la longueur d'une côte escarpée. [...]

J'en conclus que, dans des circonstances normales, une dénudation d'un pouce par siècle sur toute la longueur d'une falaise de 500 pieds de haut serait une estimation suffisante.

À cette vitesse, d'après ces données, la dénudation du Weald a dû exiger 306 662 400 ans, disons 300 millions d'années. L'action de l'eau douce sur les pentes douces du Weald, lorsqu'elles ont été surélevées, n'a pu être bien grande, mais diminuerait cependant l'estimation ci-dessus. D'autre part, pendant des oscillations de niveau, et nous savons que cette surface y a été soumise, la surface a dû exister pendant des millions d'années sous forme de terre ferme, et échapper ainsi à l'action de la mer ; de même lorsqu'elle a été profondément immergée durant des périodes probablement tout aussi longues, elle aura de même échappé à l'action des vagues. De sorte que probablement il s'est écoulé une période bien supérieure à 300 millions d'années depuis la dernière période de l'ère secondaire. »

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. 339-341 (1859).

1 : La dénudation correspond à la dégradation des reliefs par érosion

2 : 1 mile = 1,6 kilomètre

3 : 1 pied = 30,5 cm

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

Les questions suivantes visent à expliquer la démarche utilisée par C. Darwin permettant d'estimer un âge minimal pour la Terre.

- 5- Nommer et expliquer le phénomène géologique qui permet à Darwin de donner un âge à la structure étudiée.
- 6- Relever, dans le document 3, l'âge de la Terre obtenu par Darwin et expliquer la méthode qu'il a utilisée pour déterminer cet âge.
- 7- Relever, dans le document 3, l'événement effectivement daté par Darwin et justifier que l'âge de la Terre est forcément supérieur à l'âge calculé.
- 8- Relever, dans le document 3, un argument rendant le calcul précédent incertain, en précisant s'il tend à augmenter ou diminuer l'âge calculé précédemment.

Partie 3 – Bilan

- 9- Donner l'âge de la Terre qui fait consensus actuellement et expliquer brièvement par quelle méthode il a été déterminé.
- 10- Commenter les résultats obtenus par les deux méthodes des parties 1 et 2 au regard de l'âge de la Terre estimé aujourd'hui.
- 11- En vous appuyant sur les documents et sur vos connaissances, expliquer en quoi les méthodes de détermination de l'âge de la Terre présentées ici relèvent des caractéristiques de l'activité scientifique suivantes :
 - 11-a- Les savoirs évoluent au cours du temps (par continuité et/ou rupture et controverses) ; un savoir scientifique est fiable et robuste mais jamais certain et absolu.
 - 11-b- Plusieurs démarches permettent l'élaboration du savoir ; dépendantes de l'évolution des techniques.

