

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

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

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 : 11

**Le candidat traite les deux exercices
qui sont proposés dans ce sujet.**



Exercice 1 – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

L'évolution de la composition de l'atmosphère primitive

Sur 10 points

Partie 1 – L'évolution de la quantité de dioxygène dans l'atmosphère

Contrairement à l'atmosphère actuelle, l'atmosphère primitive était totalement dépourvue de dioxygène. Bien que présent dans les océans dès - 3,5 milliards d'années, ce gaz n'apparaît dans l'atmosphère que vers - 2,4 milliards d'années.

- 1- D'après l'expérience présentée dans le document 1 suivant, indiquer à quelle condition un précipité rouge d'hydroxyde de fer peut se former. Justifier.

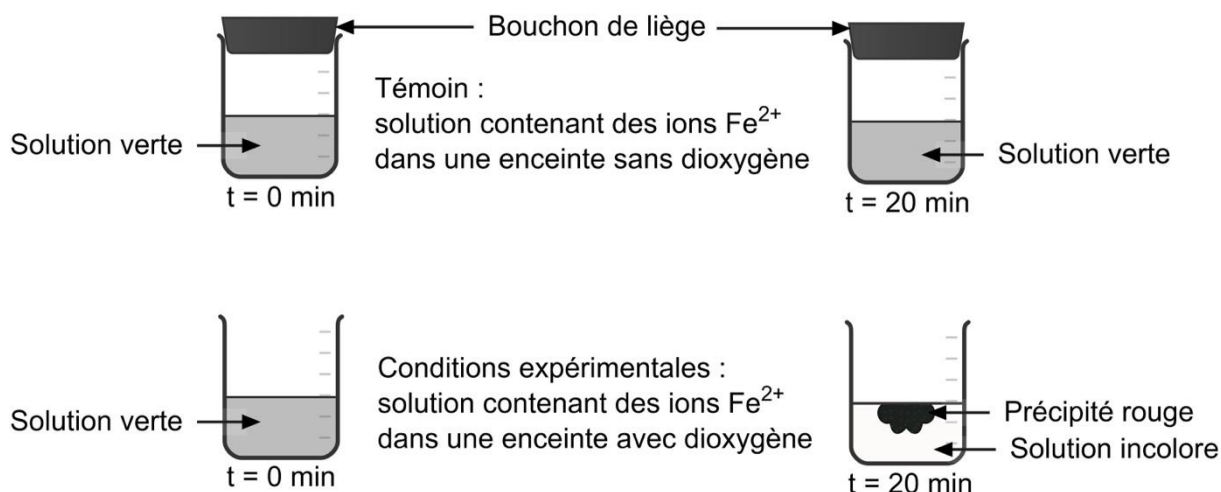
Document 1 – Ions Fe^{2+} et dioxygène

Exploités comme gisements de fer, les formations de fer rubanés sont des roches sédimentaires formées en grandes quantités dans les océans entre - 3,8 et - 2,2 milliards d'années. Elles contiennent du fer à l'état oxydé, issu de l'oxydation du fer qui était présent à l'époque dans les océans sous forme d'ions Fe^{2+} .



Figure A – Échantillon de fer rubané (Afrique du Sud).

Source : <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

Figure B - Résultats d'une expérience d'oxydation des ions Fe^{2+}

Source : schémas réalisés par l'auteur

Lors de l'altération par l'eau des roches continentales, des ions Fe^{2+} sont libérés. Ils sont transportés sous forme soluble jusque dans les océans. En présence d'oxygène, ils s'oxydent en ions Fe^{3+} qui précipitent sous forme d'hydroxyde de fer (précipité rouge). Ce précipité s'accumule au fond des océans et forme les fers rubanés.

Remarque : à l'époque de la formation des fers rubanés, l'atmosphère primitive était réductrice (dépourvue de dioxygène).

- 2- Analyser le document 2 page suivante et relier la chronologie de formation des fers rubanés à l'évolution de la teneur atmosphérique en dioxygène.
- 3- À l'aide des documents 1 et 2, proposer une explication à la fin de la formation des fers rubanés après 2,2 milliards d'années.



Document 2 – Évolution du dioxygène atmosphérique

L'analyse chimique des roches très anciennes a permis d'établir les taux de dioxygène atmosphérique au cours de l'histoire de la Terre.

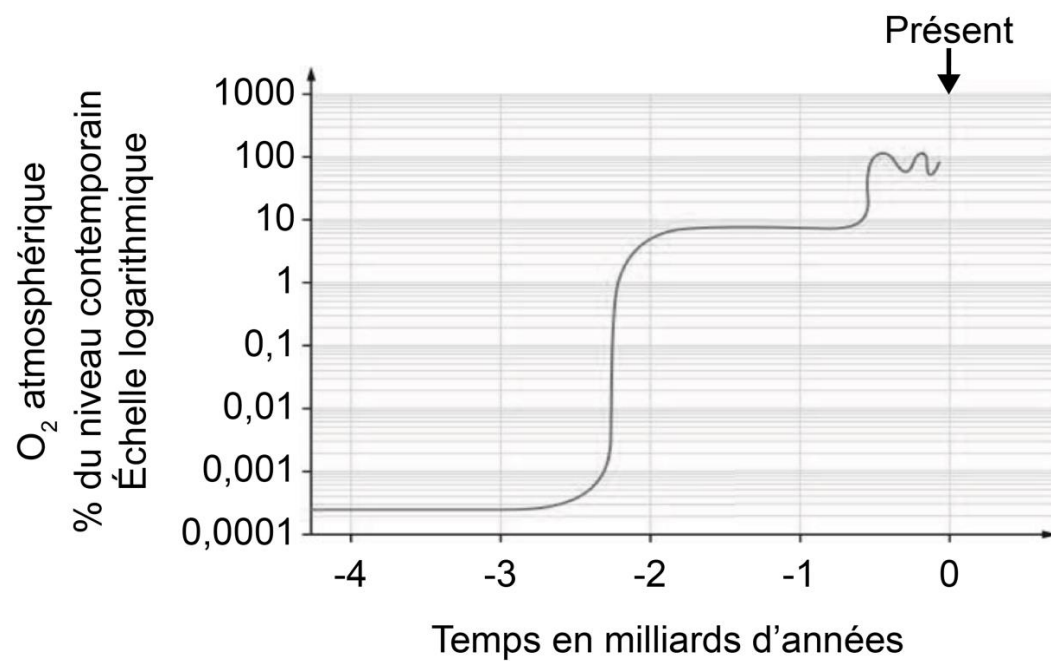


Figure C – Évolution du taux de dioxygène atmosphérique au cours des temps géologiques

Source : Campbell, 2012

Document 3 – Formation de la rouille

La rouille se forme à partir du fer (ou d'alliage contenant du fer comme l'acier). On cherche à comprendre le rôle du dioxygène de l'atmosphère dans la formation de la rouille à partir de fer. On place pour cela de la laine de fer dans une éprouvette humidifiée retournée sur de l'eau. Cette dernière a été préalablement bouillie pour retirer tous les gaz dissous qu'elle pouvait contenir. On réalise alors trois expériences schématisées ci-dessous.

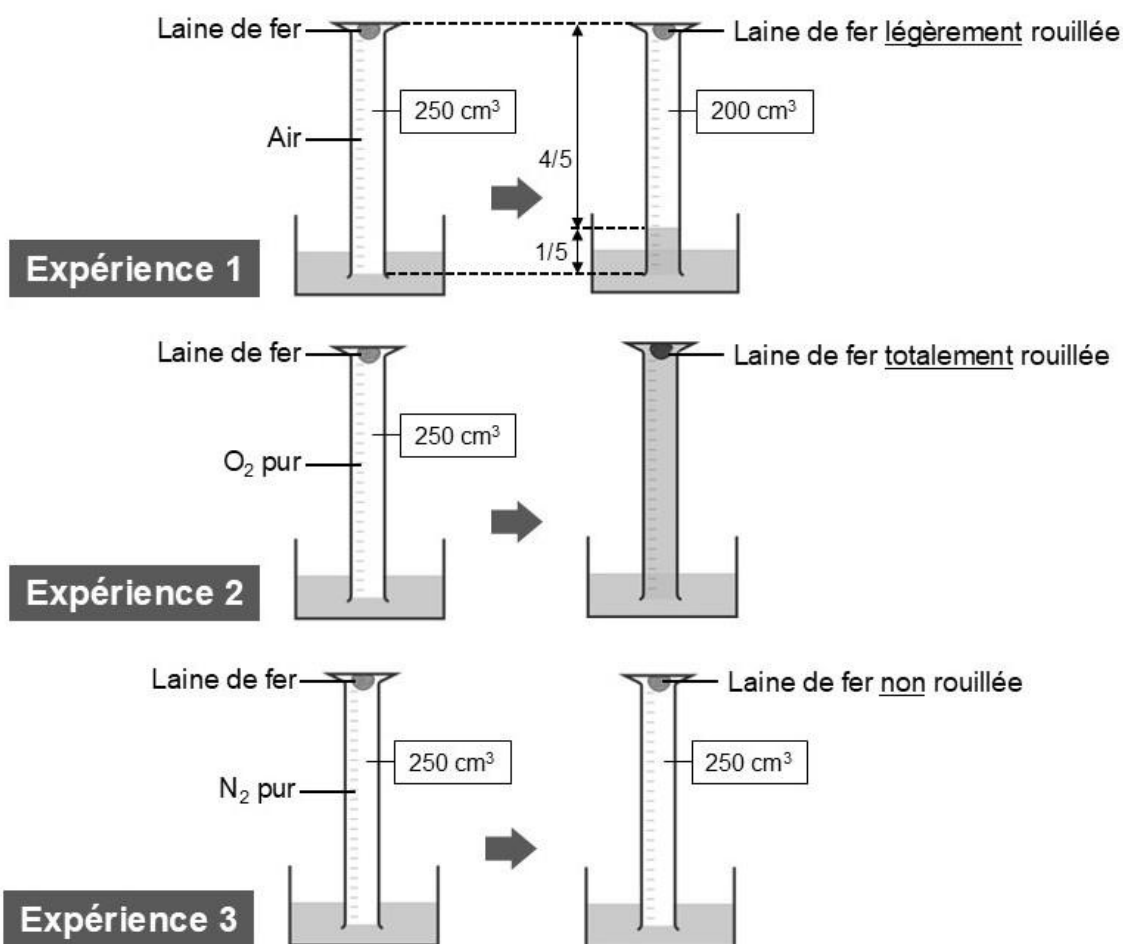


Figure D – Les expériences et leurs résultats

Source : schémas réalisés par l'auteur

- 4- Montrer, à l'aide du document 3, que l'atmosphère actuelle est composée d'environ un cinquième de dioxygène en volume.

Partie 2 – La contribution des cyanobactéries à l'évolution de la composition de l'atmosphère

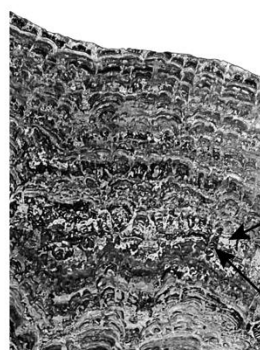
Document 4 – Cyanobactéries et formation des stromatolites

Les stromatolites sont des bioconstructions calcaires que l'on retrouve dans des milieux marins chauds et peu profonds. Ils sont créés par des cyanobactéries. Les plus anciens ont été datés de 3,5 milliards d'années.



Figure E – Stromatolithe actuel dans la baie de Shark (Australie)

<https://stromatolites.weebly.com>



Détail d'une coupe d'un stromatolithe fossile daté du protérozoïque

Source : https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Stromatolites_Cochabamba.jpg

Film de cyanobactéries vivantes
Couche de carbonates précipités piégeant des particules sédimentaires (claire)
Couche riche en restes de cyanobactéries (sombre)

Substrat

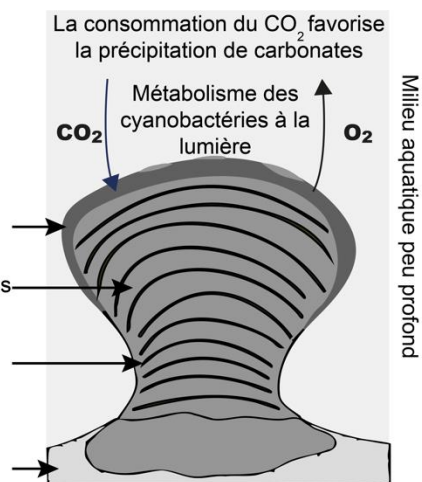
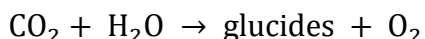


Schéma d'une coupe de stromatolithe en activité

Source : schéma réalisé par l'auteur

Figure F – Organisation et fonctionnement d'un stromatolithe

Dans une eau chaude et peu profonde, les cyanobactéries contenues dans les stromatolithes fabriquent leurs propres molécules organiques selon la réaction chimique suivante :



Cette réaction chimique, en consommant du CO_2 , favorise la précipitation des ions carbonates (HCO_3^-) sous forme de calcaire (CaCO_3) :

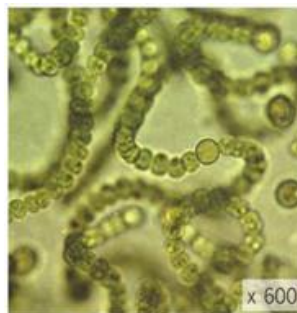
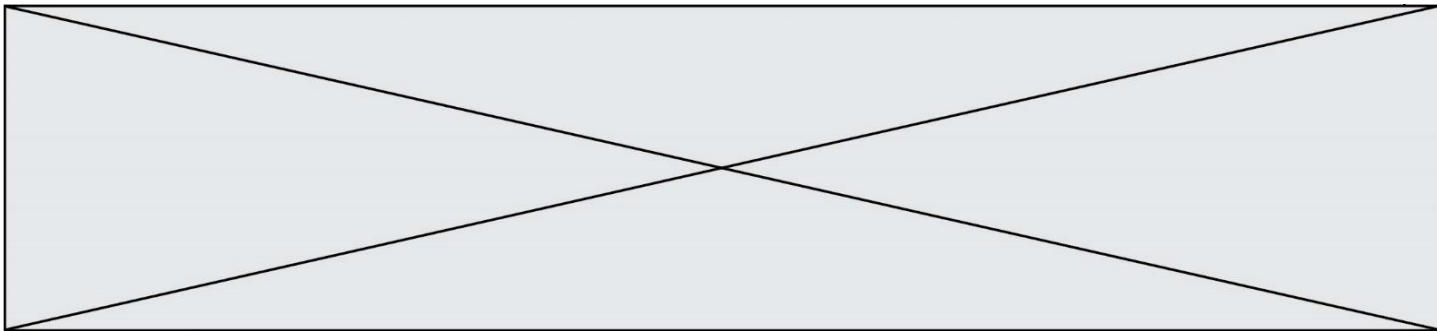


Figure C – Cyanobactéries actuelles observées au microscope

- 5- À partir du document 4 et de vos connaissances, donner le nom de la réaction chimique pratiquée par les cyanobactéries permettant la synthèse de molécules organiques.
- 6- L'atmosphère primitive de la Terre était totalement dépourvue de dioxygène. Indiquer l'origine probable de l'augmentation de la quantité de dioxygène dans l'atmosphère. Justifier.
- 7- À l'aide de la réponse à la question 6 et de la figure C du document 2, justifier que l'apparition des êtres vivants a contribué à l'évolution de la composition de l'atmosphère terrestre en favorisant une hausse de la teneur en dioxygène et une baisse de la teneur en dioxyde de carbone.
- 8- En vous appuyant sur cet exemple et au moins un autre exemple issu de vos connaissances, expliquer comment les scientifiques parviennent à reconstituer les environnements du passé alors qu'ils ne disposent d'aucune mesure directe. Indiquer les types d'indices utilisés et préciser comment les scientifiques les interprètent.



Exercice 2 – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

L'île de Samsø

Sur 10 points

L'île de Samsø est une petite île danoise située à une centaine de kilomètres à l'ouest de Copenhague, dans le détroit de Kattegat. Presque quatre mille habitants y vivent. En 1997, cette île est devenue la première île à énergie durable du Danemark et a atteint l'autosuffisance énergétique en dix ans. Des parcs terrestres d'éoliennes et une ferme marine ont été créés. Le stockage de l'énergie est basé sur des batteries au lithium ce qui permet de répondre à la demande. Dès 2007, l'empreinte carbone de l'île, vitrine de la transition énergétique du Danemark, était négative.

Cette île peut-elle être un modèle pour la transition énergétique en France ?

Document 1 – Samsø, une île laboratoire



Les premières mesures ont été d'assurer une production électrique par 11 éoliennes terrestres réparties en trois parcs puis 10 grandes éoliennes off-shore situées à 3 km des côtes. Un relais électrique collecte la production de chaque parc et la répartit à la fois vers les habitations de l'île, jusqu'à satisfaction des besoins, et vers le réseau national danois. La balance est très nettement en faveur des exportations : trois quarts des 105 000 MWh annuels vont approvisionner le réseau national.

Source : Extrait d'un article de Planètes Énergies, 21 février 2018



Document 2 – Caractéristiques d'une éolienne

Le physicien allemand Albert Betz (1885-1968), pionnier des technologies éoliennes affirmait que 60 % seulement de l'énergie cinétique du vent intercepté par une éolienne est transformée en énergie mécanique par les pâles d'une éolienne.

- Énergie cinétique annuelle moyenne du vent intercepté par une éolienne sur l'île de Samsø en un an : 17 630 MWh
- Valeurs des énergies moyennes estimées par an pour une éolienne implantée sur l'île de Samsø :
Énergie moyenne produite sous forme électrique : 4 200 MWh
Énergie mécanique fournie par les pâles : 10 578 MWh
- Dimension d'une éolienne de sur l'île de Samsø :
Diamètre du rotor : 110 m
Hauteur totale : 150 m

Source : inspiré de https://fr.wikipedia.org/wiki/Limite_de_Betz

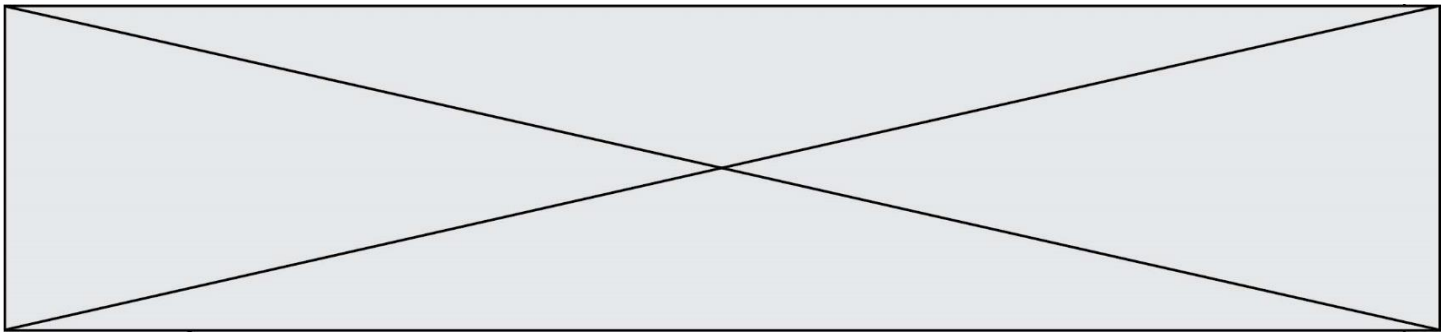
- 1- Schématiser la chaîne énergétique d'une éolienne. Nommer le phénomène physique exploité par l'alternateur dans les éoliennes.
- 2- Calculer, en pourcentage, le rendement d'une éolienne présente sur l'île de Samsø.
- 3- Justifier par un calcul l'affirmation de Albert Betz.

Document 3 – Transport de l'énergie électrique produite

L'énergie électrique produite sur l'île de Samsø est transportée grâce à des lignes hautes sur l'île mais également sur le territoire Danois. L'utilisation de lignes électriques à haute tension limite les pertes énergétiques par effet Joule. Les lignes électriques sont constituées de matériaux conducteurs qui sont caractérisées par une faible résistance.

Nous rappelons les relations suivantes :

- La relation entre la puissance électrique P consommé par un récepteur, la tension électrique à ses bornes U et l'intensité I traversant le récepteur s'écrit : $P = U \times I$.
- La relation entre la tension électrique U aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R et l'intensité I le traversant s'écrit : $U = R \times I$.



- 4- Après avoir rappelé ce qu'est l'effet Joule, justifier l'utilisation des lignes à haute tension pour le transport d'une puissance électrique donnée en s'appuyant sur les relations fournies dans le document 3.

Document 4 – Besoin énergétique en France

Le besoin énergétique total de la France varie chaque année en fonction de plusieurs facteurs, notamment la demande des secteurs résidentiels, industriels et tertiaires. En moyenne, la consommation d'énergie primaire en France s'élève à environ 1 500 TWh* (térawattheures) par an, toutes énergies confondues (électricité, gaz, pétrole, charbon, énergies renouvelables, etc.) :

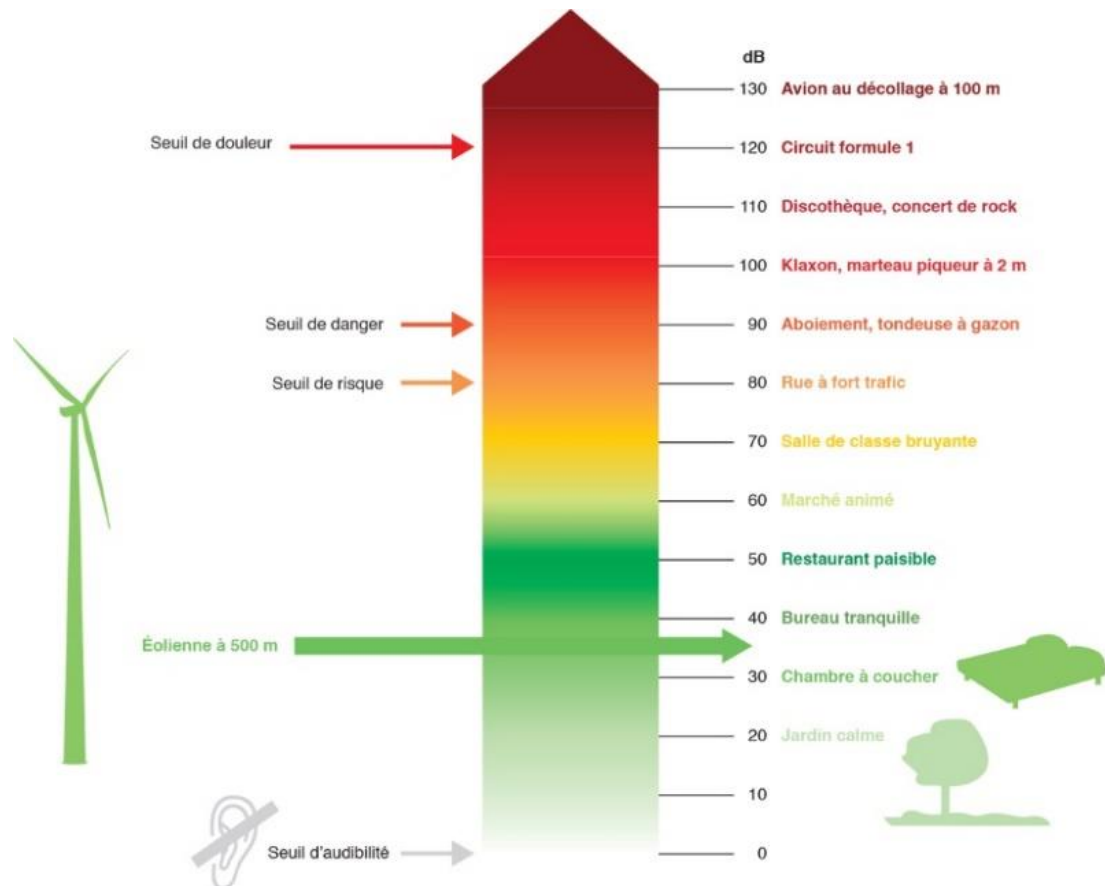
- Électricité : environ 450 TWh par an (en 2022), avec une part importante provenant du nucléaire (environ 60-70 %), suivie des énergies renouvelables (hydroélectrique, éolien, solaire), notamment la France possède déjà 8000 éoliennes sur son sol et des combustibles fossiles.
- Gaz naturel : environ 460 TWh.
- Produits pétroliers : environ 630 TWh, principalement pour les transports et le chauffage

*1 TWh = 10^6 MWh

Source : d'après le site developpement-durable.gouv.fr

- 5- Montrer, par le calcul, qu'il faudrait plus de 100 000 éoliennes de mêmes caractéristiques que celles de l'île de Samsø pour pallier les besoins énergétiques en France. Commenter le résultat.

Document 5 – Échelle de niveau d'intensité sonore



Source : d'après Oberv'ER, BruitParif

- 6- En exploitant l'ensemble des documents de l'exercice et ses connaissances personnelles, discuter de la faisabilité de cette alternative « tout éolien » pour la France.