





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Le futur des énergies »

### Éolienne, un choix d'avenir ?

Sur 10 points

Le choix de la France pour produire son énergie électrique s'est tourné vers le nucléaire mais les impacts négatifs liés notamment au traitement des déchets radioactifs nous amènent à nous interroger sur nos futurs choix énergétiques, en particulier sur l'utilisation des énergies renouvelables comme l'éolien.

#### Partie A - La production d'énergie électrique française

En 2019, l'éolien a compté pour 6,3 % de la production d'énergie électrique en France métropolitaine selon RTE (Réseau de Transport de l'Électricité), consolidant ainsi sa place de principale filière renouvelable après l'hydroélectricité. En 2019, la puissance du parc éolien raccordé en France métropolitaine a augmenté de 9 % par rapport à fin 2018.

**Tableau 1 : répartition des sources d'énergie dans le cadre de la production nette d'énergie électrique en France en 2019**

	Nucléaire	Hydraulique	Éolien	Solaire	Bioénergie	Gaz	Fioul	Charbon
Part en %	70,6	11,2	6,3	2,2	1,8	7,2	0,4	0,3

Source : RTE

**1-** Définir les énergies fossiles et citer celles qui sont présentes dans le tableau 1. Calculer le pourcentage total qu'elles représentent dans la production électrique française.

**2-** Sachant que la production nette d'énergie électrique en France métropolitaine en 2019 était de 537 700 GWh, calculer la production d'énergie électrique issue du nucléaire, puis celle issue de l'éolien en GWh.



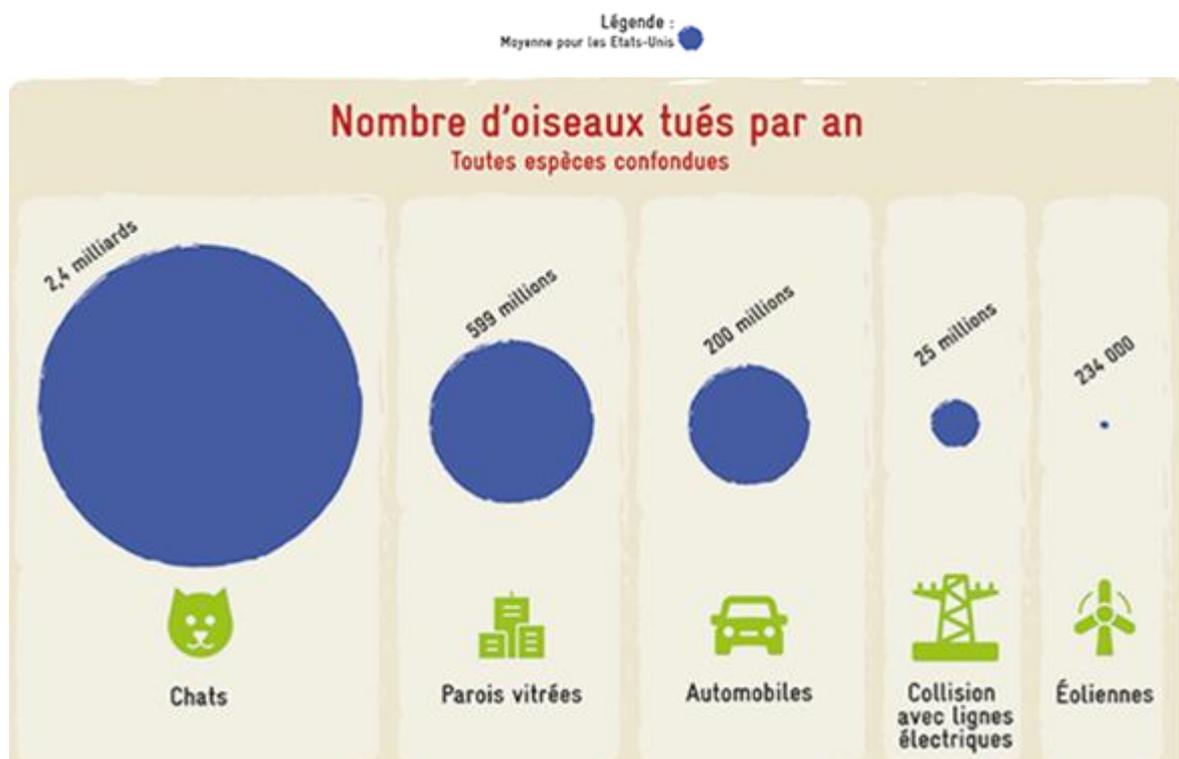


L'énergie électrique obtenue en watt heure (Wh) pendant une certaine durée se calcule par la formule  $E = P \times \Delta t$  où  $P$  est la puissance en watts (W) et  $\Delta t$  la durée en heures (h).

3- En vous aidant des documents précédents, calculer le nombre d'éoliennes nécessaires pour obtenir une quantité d'énergie électrique équivalente à celle du réacteur EPR.

Le document 3 met en évidence les principales causes de mortalité des oiseaux aux États-Unis. Elle est transposable à la France.

### Document 3 : causes de mortalité des oiseaux



Source : consoglob

4- À l'aide de l'ensemble des documents et de vos connaissances, comparer les modes de production d'énergie électrique de source éolienne et nucléaire. Un paragraphe argumenté de quinze à vingt lignes environ est demandé.

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

## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

### Les diamants, des mines de crayon de haute pression

Sur 10 points

Le graphite et le diamant sont deux minéraux qui possèdent la même composition chimique : ils sont tous deux composés exclusivement de carbone. Cependant, leurs propriétés physiques sont très différentes : alors que le graphite est opaque, friable, avec une conductivité électrique élevée, le diamant, lui, est transparent, très dur et est un isolant électrique.

#### Partie 1. Structure cristalline du diamant

Ne sachant pas à quel type de réseau cristallin appartient le diamant, on fait l'hypothèse qu'il s'agit d'une structure cubique à faces centrées et que les atomes de carbone sont des sphères tangentes.

1- Représenter en perspective cavalière le cube modélisant une maille élémentaire cubique à faces centrées.

2- Représenter une face de ce cube et justifier que le rayon  $r$  des sphères modélisant les atomes de carbone et l'arête  $a$  du cube sont liés par la relation  $r = \frac{a\sqrt{2}}{4}$ .

3- Calculer la compacité d'une structure cristalline cubique à faces centrées (volume effectivement occupé par les atomes d'une maille divisé par le volume de la maille). La clarté et l'explicitation du calcul seront prises en compte.

4- À partir d'une mesure de la masse volumique du diamant, on déduit que sa compacité est en fait égale à 0,34. Que peut-on conclure quant à l'hypothèse d'une structure cubique à faces centrées ?



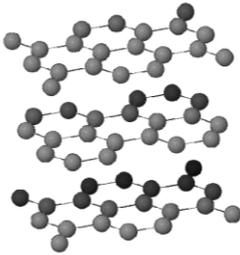
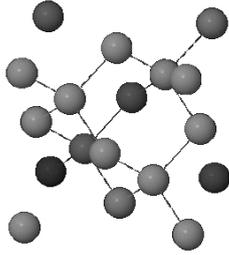
## Partie 2. Les conditions de formation du diamant

### Document 1 : l'origine des diamants

Les diamants sont des cristaux de carbone pur, qui ne sont stables qu'à très forte pression. La majorité des diamants ont cristallisé très profondément, dans le manteau terrestre, au sein de veines où circulent des fluides carbonés. Les diamants remontent en surface, dans la quasi-totalité des cas, en étant inclus dans une lave volcanique atypique et très rare : la kimberlite. [...] Le dynamisme éruptif à l'origine des kimberlites est extrêmement explosif. La vitesse d'ascension des kimberlites est de plusieurs dizaines de km/h en profondeur, et les laves arrivent en surface à une vitesse supérieure à la vitesse du son. C'est cette importante vitesse de remontée qui entraîne une décompression et un refroidissement extrêmement rapides des diamants, trop rapides pour qu'ils aient le temps de se transformer en graphite. Les diamants n'ont pas cristallisé dans la lave kimberlitique, mais ne sont que des enclaves arrachées au manteau par la kimberlite sur son trajet ascensionnel.

Source : Adapté de [planet-terre.ens-lyon.fr](http://planet-terre.ens-lyon.fr)

### Document 2 : comparaison des propriétés physiques du graphite et du diamant

Propriétés physiques	Graphite	Diamant
Dureté	Friable (débit en feuillets)	Très dur
Arrangement des atomes de carbone C		
Opacité	Opaque (sert pour les mines de crayon de papier)	Transparent (sert en joaillerie)
Masse volumique (kg.m <sup>-3</sup> )	2,1 x 10 <sup>3</sup>	3,5 x 10 <sup>3</sup>

Les réponses aux questions suivantes s'appuieront sur vos connaissances et sur les informations contenues dans les différents documents.





### 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 10 points

Deux approches ont permis d'estimer l'âge de la Terre au cours du XIX<sup>e</sup> 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 XIX<sup>e</sup> 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.

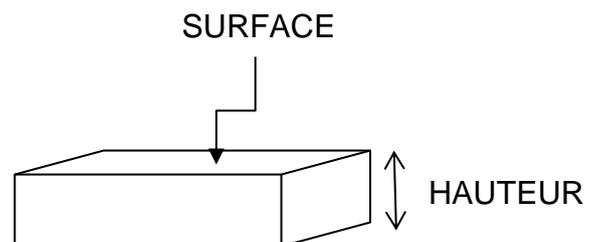
Les eaux de pluie ruissellent à la surface de la Terre et se chargent en sel contenu dans les roches de la croûte terrestre pour ensuite alimenter les rivières qui, à leur tour, se déversent dans les océans. La quantité de sel dissous dans les océans résulterait donc du déversement du sel contenu dans les rivières.

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

**1-a** Calculer, en km<sup>3</sup>, le volume total des océans modélisés sous la forme d'un parallélépipède rectangle (cf. schéma ci-contre).

Données utilisées par John Joly :

- Superficie totale des océans :  $360 \times 10^6$  km<sup>2</sup>
- Profondeur moyenne des océans : 3,797 km
- Masse volumique moyenne des océans :  $1,03 \times 10^9$  tonnes par km<sup>3</sup>
- L'eau des océans contient environ 1,07 % en masse de sel dissous
- Déversement des rivières dans les océans :  $2,72 \times 10^4$  km<sup>3</sup> par an
- Concentration moyenne du sel dissous dans les rivières : 5 250 tonnes par km<sup>3</sup>



**1-b** Calculer la masse totale des océans en tonnes.

**1-c** En déduire que la masse de sel contenue dans les océans est de  $1,5 \times 10^{16}$  tonnes environ. On fera apparaître le calcul.





Document 2 : l'argument des temps de sédimentation et d'érosion par Charles Darwin

« Ainsi que Lyell l'a très justement fait remarquer, l'étendue et l'épaisseur de nos couches de sédiments sont le résultat et donnent la mesure de la dénudation<sup>1</sup> que la croûte terrestre a éprouvée ailleurs. Il faut donc examiner par soi-même ces énormes entassements de couches superposées, étudier les petits ruisseaux charriant de la boue, contempler les vagues rongant les antiques falaises, pour se faire quelque notion de la durée des périodes écoulées [...]. Il faut surtout errer le long des côtes formées de roches modérément dures, et constater les progrès de leur désagrégation. [...] Rien ne peut mieux nous faire concevoir ce qu'est l'immense durée du temps, selon les idées que nous nous faisons du temps, que la vue des résultats si considérables produits par des agents atmosphériques<sup>2</sup> qui nous paraissent avoir si peu de puissance et agir si lentement. Après s'être ainsi convaincu de la lenteur avec laquelle les agents atmosphériques et l'action des vagues sur les côtes rongent la surface terrestre, il faut ensuite, pour apprécier la durée des temps passés, considérer, d'une part, le volume immense des rochers qui ont été enlevés sur des étendues considérables, et, de l'autre, examiner l'épaisseur de nos formations sédimentaires. [...]

J'ai vu, dans les Cordillères [une chaîne de montagnes], une masse de conglomérats<sup>3</sup> dont j'ai estimé l'épaisseur à environ 10 000 pieds [3 km] ; et, bien que les conglomérats aient dû probablement s'accumuler plus vite que des couches de sédiments plus fins, ils ne sont cependant composés que de cailloux roulés et arrondis qui, portant chacun l'empreinte du temps, prouvent avec quelle lenteur des masses aussi considérables ont dû s'entasser. [...] M. Croll démontre, relativement à la dénudation produite par les agents atmosphériques, en calculant le rapport de la quantité connue de matériaux sédimentaires que charrient annuellement certaines rivières, relativement à l'étendue des surfaces drainées, qu'il faudrait six millions d'années pour désagréger et pour enlever au niveau moyen de l'aire totale qu'on considère une épaisseur de 1 000 pieds [305 mètres] de roches. Un tel résultat peut paraître étonnant, et le serait encore si, d'après quelques considérations qui peuvent faire supposer qu'il est exagéré, on le réduisait à la moitié ou au quart. Bien peu de personnes, d'ailleurs, se rendent un compte exact de ce que signifie réellement un million ».

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. 393-398 (1859).

- 1 - La dénudation correspond à l'effacement des reliefs par érosion.
- 2 - Les agents atmosphériques désignent les agents responsables de l'érosion comme la pluie, le gel, le vent.
- 3 - Un conglomérat est une roche issue de la dégradation mécanique d'autres roches et composée de sédiments liés par un ciment naturel.

