Corrigé – Brevet 2024 – sciences – Amérique du Nord

Batterie d'un smartphone, Les oiseaux-éléphants de Madagascar

Corrigé détaillé rédigé par Benjamin, professeur particulier – benprofparticulier.fr

Physique-chimie – Batterie d'un smartphone *(25 pts)*

Question 1.

1a. L'équation qui modélise la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau est la **proposition A** : $\mathrm{CO_2 + H_2O \rightarrow 2\,H^+ + CO_3^{2-}}$.

Justification : les réactifs sont le dioxyde de carbone et l'eau, ils doivent donc se trouver à gauche de la flèche. De plus, une équation ajustée conserve les éléments chimiques et les charges électriques.

- **Proposition A** : à gauche, 1 atome C, 3 atomes O ($2 + 1$) et 2 atomes H ; à droite, 1 atome C, 3 atomes O et 2 atomes H. Charges : 0 à gauche ; $2 \times (+1) + (-2) = 0$ à droite. Tout est conservé : l'équation est correcte.
- **Proposition B** : elle est ajustée, mais écrite dans le mauvais sens : $\mathrm{CO_2}$ et $\mathrm{H_2O}$ y sont des produits, elle modélise donc la formation de dioxyde de carbone et non sa dissolution.
- **Proposition C** : il y a 2 atomes H à gauche mais un seul à droite, et la charge totale vaut 0 à gauche mais $(+1) + (-2) = -1$ à droite. Elle n'est pas ajustée.

> ⚠ **Piège.** Les propositions A et B contiennent exactement les mêmes espèces : c'est le **sens de la flèche** qui les distingue. Dans une dissolution, $\mathrm{CO_2}$ et $\mathrm{H_2O}$ sont consommés, ils sont donc à gauche.

1b. Deux méthodes permettent de mesurer le pH de l'eau de mer :

- le **papier pH** (papier indicateur universel) : on dépose une goutte d'eau de mer sur le papier et on compare la couleur obtenue à l'échelle de teintes de la boîte ;
- le **pH-mètre** : on plonge sa sonde (électrode) dans l'eau de mer et on lit la valeur affichée, plus précise.

1c. D'après l'équation A, la dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau produit des **ions hydrogène $\mathbf{H^+}$**. Or une solution est d'autant plus acide que sa concentration en ions $\mathrm{H^+}$ est grande, et plus il y a d'ions $\mathrm{H^+}$, plus le pH est faible. Plus les activités humaines (dont la fabrication des smartphones) rejettent de $\mathrm{CO_2}$, plus les océans en dissolvent : la quantité d'ions $\mathrm{H^+}$ dans l'eau de mer augmente et son pH diminue. **C'est cette baisse du pH que l'on appelle l'acidification des océans.**

Question 2. D'après le graphique, la **production** représente 83 % de l'empreinte carbone d'un smartphone (50 kg éq $\mathrm{CO_2}$ au total), loin devant l'utilisation (14 %). Deux solutions efficaces pour un utilisateur :

- **garder son smartphone le plus longtemps possible** (le protéger avec une coque, le faire réparer plutôt que le remplacer) : on évite la fabrication d'un nouvel appareil, étape la plus émettrice ;
- **acheter un smartphone reconditionné ou d'occasion** plutôt qu'un appareil neuf, pour la même raison.

D'autres réponses sont possibles : limiter son utilisation (14 % de l'empreinte), ou déposer son ancien téléphone dans un point de collecte pour qu'il soit recyclé et que ses métaux soient réutilisés.

Question 3.

3a. Le symbole de l'élément lithium est **Li**.

3b. La batterie indique pour le lithium la notation $^{7}_{3}\text{Li}$. D'après la représentation d'un atome, le nombre du bas est le numéro atomique Z, qui est le nombre de protons du noyau : $Z = 3$. **Le noyau d'un atome de lithium contient 3 protons.**

3c. Un atome est **électriquement neutre** : il contient autant d'électrons (chargés négativement) que de protons (chargés positivement). **Un atome de lithium contient donc 3 électrons.**

3d. L'ion lithium provient d'un atome de lithium qui a perdu un électron : il possède toujours 3 protons mais seulement 2 électrons. Il porte donc une charge positive en excès, $3 \times (+e) + 2 \times (-e) = +e$. **La formule de l'ion lithium est Li^{+}.**

> 💡 **Astuce.** Un atome qui **perd** des électrons devient un ion **positif** (il lui reste plus de protons que d'électrons) ; un atome qui **gagne** des électrons devient un ion négatif.

Question 4. Le vélo reçoit de l'énergie du cycliste qui pédale et la convertit en énergie électrique pour recharger la batterie, avec des pertes :

- **1 : énergie mécanique** (énergie cinétique du pédalier, apportée par les muscles du cycliste) : c'est l'énergie reçue ;
- **2 : énergie électrique** : c'est l'énergie utile, transférée à la batterie du smartphone ;
- **3 : énergie thermique** : c'est l'énergie perdue, dissipée sous forme de chaleur (frottements, échauffement des pièces).

Question 5. L'énergie transférée est donnée par la relation $E = P \times t$ avec P en watts (W) et t en heures (h) pour obtenir E en wattheures (Wh).

Données : $P = 50$ W et $t = 30$ min $= 0{,}5$ h.

$E = 50 \times 0{,}5 = 25$ Wh.

L'énergie nécessaire pour recharger la batterie est de 25 Wh.

> ⚠ **Piège.** Pour obtenir des wattheures, la durée doit être en **heures** : 30 min = 0,5 h. Écrire $50 \times 30 = 1\,500$ Wh est faux.

Question 6. Énergie nécessaire à la famille :

- par jour : 4 recharges de 25 Wh, soit $4 \times 25 = 100$ Wh ;
- par an : $100 \times 365 = 36\,500$ Wh, soit **36,5 kWh**.

Production du panneau : un panneau de 2 m² produit 400 kWh par an, donc 1 m² produit $\dfrac{400}{2} = 200$ kWh par an.

Surface nécessaire : $S = \dfrac{36{,}5}{200} \approx 0{,}18$ m². Vérification : $0{,}1825 \times 200 = 36{,}5$ kWh.

Une surface de panneau solaire d'environ 0,18 m² suffit.

Commentaire : cette surface est très petite, environ 11 fois plus petite qu'un panneau courant de 2 m² (un carré d'environ 43 cm de côté). La recharge des téléphones consomme donc peu d'énergie électrique : un panneau courant produit environ 11 fois plus que ce qu'il faut. Il faut cependant nuancer : le panneau ne produit rien la nuit et moins en hiver, il faudrait donc stocker l'énergie (dans une batterie, dont la fabrication a elle aussi un coût environnemental). Surtout, comme le montre le graphique, l'essentiel de l'impact d'un smartphone vient de sa fabrication, pas de sa recharge.

Sciences de la vie et de la Terre – Les oiseaux-éléphants de Madagascar *(25 pts)*

Question 1 (annexe). Réponses à cocher :

- **a.** L'espèce la plus proche des genres *Æpyornis* et *Mullerornis* est **le kiwi**. Sur l'arbre, les kiwis partagent avec eux un ancêtre commun (vers −57 Ma) plus récent que celui qu'ils partagent avec les émeus, les autruches ou les autres paléognathes.
- **b.** Les genres *Æpyornis* et *Mullerornis* ont divergé il y a environ **30 millions d'années** : c'est la position de leur dernier ancêtre commun sur l'échelle de temps.
- **c.** Les deux espèces du genre *Æpyornis* ont divergé il y a environ **2 millions d'années** : leur ancêtre commun se situe tout près de 0 sur l'échelle.
- **d.** L'ancêtre commun à l'ensemble des paléognathes serait vieux de **70 millions d'années** : c'est le nœud qui réunit les autruches à tous les autres paléognathes (le nœud situé vers −95 Ma est celui qu'ils partagent avec les néognathes).

> 💡 **Astuce.** Dans un arbre de parenté, deux espèces sont d'autant plus proches que leur **dernier ancêtre commun** est récent. Pour dater une divergence, repère le carré noir qui réunit les deux branches et descends à la verticale sur l'échelle de temps.

Question 2.

Je vois dans le document 1 que le dernier ancêtre commun aux genres *Æpyornis* et *Mullerornis* est placé vers −30 Ma : leur divergence date donc d'environ 30 millions d'années.

Je vois dans le document 2 que l'époque de l'Oligocène s'étend de −34 Ma à −23 Ma et qu'elle appartient à la période du Paléogène (de −65 Ma à −23 Ma), dans l'ère Cénozoïque.

J'en conclus que −30 Ma étant compris entre −34 Ma et −23 Ma, **la divergence entre *Æpyornis* et *Mullerornis* a eu lieu à l'époque de l'Oligocène, pendant la période du Paléogène** (ère Cénozoïque).

Question 3.

Je vois sur la carte de −41 Ma que l'Amérique du Sud et l'Antarctique sont encore reliées (« continuité entre les deux continents ») : les courants marins sont bloqués par ce pont de terre et ne peuvent pas faire le tour de l'Antarctique ; ils sont déviés le long des côtes.

Je vois sur la carte de −32 Ma que l'Amérique du Sud s'est déplacée vers le nord (flèche de déplacement) et s'est séparée de l'Antarctique : un bras de mer, le passage du Drake, s'est ouvert entre les deux continents. Un courant marin fait désormais le tour complet de l'Antarctique. Les cartes montrent aussi des zones de divergence (dorsales océaniques) entre les continents, avec des flèches qui indiquent leur écartement.

Je sais que la surface de la Terre est découpée en plaques lithosphériques mobiles. Au niveau des dorsales océaniques, les plaques s'écartent et de la nouvelle lithosphère océanique se forme : les continents portés par ces plaques s'éloignent de quelques centimètres par an, ce qui représente des milliers de kilomètres en plusieurs millions d'années.

J'en conclus que la modification des courants océaniques de l'hémisphère Sud a pour origine la **tectonique des plaques** : le mouvement des plaques lithosphériques a séparé l'Amérique du Sud de l'Antarctique et ouvert le passage du Drake entre −41 Ma et −32 Ma. L'obstacle qui bloquait l'eau ayant disparu, un courant océanique a pu s'établir tout autour de l'Antarctique, ce qui a modifié l'ensemble de la circulation océanique de l'hémisphère Sud.

Question 4.

Je vois dans le document 4 qu'avant l'ouverture du passage du Drake, Madagascar avait un climat sec partout et était couverte de forêts d'épineux. À partir de −32 Ma, la modification des courants océaniques a

changé la pluviométrie : le **nord de l'île est devenu humide** tandis que le **sud est resté sec**. Madagascar s'est donc partagée en deux milieux différents, offrant des ressources alimentaires différentes.

Je vois aussi que les deux genres n'ont pas le même régime alimentaire : *Æpyornis* broutait des plantes herbacées, alors que *Mullerornis* mangeait surtout des plantes succulentes (cactus, euphorbes), des insectes et des lézards.

Je sais que les plantes herbacées se développent bien dans un climat humide, tandis que les plantes succulentes, qui stockent de l'eau, sont adaptées aux milieux secs comme le sud de l'île. **Je sais** aussi que les individus d'une population ne sont pas tous identiques (variations dues à des mutations de l'ADN) et que, dans un milieu donné, ceux dont les caractères sont les plus favorables survivent et se reproduisent davantage : c'est la **sélection naturelle**. Au fil des générations, ces caractères deviennent plus fréquents dans la population.

J'en conclus que l'ouverture du passage du Drake peut expliquer la divergence des deux genres :

1. l'ouverture du passage du Drake modifie les courants océaniques (question 3) ;
2. ces nouveaux courants modifient la pluviométrie à Madagascar : le nord devient humide, le sud reste sec ;
3. la population ancestrale d'oiseaux-éléphants se retrouve ainsi répartie dans deux milieux différents : au nord, un milieu humide où les herbacées sont abondantes ; au sud, un milieu sec où dominent les plantes succulentes ;
4. dans chaque milieu, la sélection naturelle a favorisé les individus capables d'exploiter les ressources disponibles : au nord, les oiseaux capables de brouter des herbacées ; au sud, ceux qui se nourrissaient de plantes succulentes, d'insectes et de lézards ;
5. au fil des générations, les deux populations ont accumulé des différences (mutations et sélection naturelle) jusqu'à devenir deux genres distincts : *Æpyornis*, brouteur, et *Mullerornis*, consommateur de plantes succulentes.

Les dates sont cohérentes avec cette hypothèse : le passage du Drake s'ouvre entre -41 Ma et -32 Ma, le climat de Madagascar change à partir de -32 Ma, et la divergence entre *Æpyornis* et *Mullerornis* date d'environ -30 Ma (document 1), c'est-à-dire juste après. **L'ouverture du passage du Drake, en créant deux milieux différents à Madagascar, a donc pu être à l'origine de la divergence entre les deux genres.**

Conseils pour le jour J

Tu as 30 minutes par discipline : en physique-chimie, les questions de cours (symbole Li, 3 protons, 3 électrons, ion Li^+, papier pH et pH-mètre) se traitent en quelques minutes et rapportent beaucoup ; garde du temps pour les calculs d'énergie des questions 5 et 6. Pose toujours la formule $E = P \times t$, convertis 30 min en 0,5 h, puis écris le résultat avec son unité et une phrase de conclusion. À la question 6, le mot « Commenter » vaut des points : compare ta surface à celle d'un panneau courant et donne au moins une limite (nuit, hiver, stockage).

En SVT, l'annexe de la question 1 est à rendre avec la copie : coche une seule case par ligne et n'oublie pas de la glisser dans ta copie. La question 4 vaut 9 points à elle seule : construis au brouillon la chaîne logique complète (dorsales $\rightarrow$ ouverture du passage du Drake $\rightarrow$ nouveaux courants $\rightarrow$ nord humide / sud sec $\rightarrow$ deux milieux et deux régimes alimentaires $\rightarrow$ sélection naturelle $\rightarrow$ deux genres) et termine par la comparaison des dates (-32 Ma et -30 Ma), qui prouve le lien.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).