Corrigé – Brevet 2025 – sciences – Métropole (remplacement)

Le corps humain en altitude, L'hydrogène aurait-il une couleur ?

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

Sciences de la vie et de la Terre – Le corps humain en altitude *(25 pts)*

Question 1.

Proposition A : réponse 3 (60 %). Le sommet du Mont Blanc, à 4 805 m, est situé entre 4 000 m et 5 500 m : d'après le document 1, il appartient à la « très haute altitude », où le pourcentage de dioxygène disponible est de 60 % de celui du niveau de la mer.

Proposition B : réponse 1 (mal des montagnes sévère). Le sommet de l'Everest, à 8 849 m, dépasse 5 500 m : c'est l'« altitude extrême », où il ne reste que 50 % du dioxygène disponible au niveau de la mer. Sans masque et peu entraîné, le randonneur s'expose donc à un mal des montagnes sévère.

> ⚠ **Piège.** Pour le Mont Blanc, ne confonds pas l'altitude avec les pourcentages : 4 805 m n'est pas « entre 2 000 m et 4 000 m » (80 %), mais bien entre 4 000 m et 5 500 m. Situe toujours l'altitude dans la bonne ligne du tableau avant de lire la valeur.

Question 2. Ordre des étapes : **E – C – A – B – D**.

1. **E** : l'air, riche en dioxygène, est inspiré par le nez ou la bouche ;
2. **C** : l'air inspiré circule dans les voies respiratoires (trachée, bronches, bronchioles) jusqu'aux alvéoles pulmonaires (document 2b) ;
3. **A** : dans les alvéoles, le dioxygène passe de l'air vers le sang des capillaires sanguins (flèches en pointillés du document 2b) ;
4. **B** : le dioxygène est transporté dans le sang par les globules rouges ;
5. **D** : les cellules utilisent le dioxygène, avec les nutriments comme le glucose, pour produire de l'énergie (document 2a).

Question 3.

Je vois (document 1) qu'en altitude l'air contient moins de dioxygène disponible qu'au niveau de la mer : 80 % entre 2 000 m et 4 000 m, 60 % entre 4 000 m et 5 500 m. Ce manque de dioxygène provoque le mal des montagnes (maux de tête, fatigue générale, vertiges, difficultés respiratoires), qui apparaît dans les 6 à 10 heures suivant l'ascension.

Je vois (documents 2a et 2b) que le dioxygène de l'air passe dans le sang au niveau des alvéoles pulmonaires, puis qu'il est transporté par les globules rouges jusqu'aux cellules, qui l'utilisent avec le glucose pour produire l'énergie dont elles ont besoin.

Je sais que les cellules, en particulier celles des muscles et du cerveau, ont besoin d'un apport permanent en dioxygène pour produire leur énergie (respiration cellulaire). **J'en déduis** qu'en arrivant en altitude, les globules rouges fixent moins de dioxygène, car l'air en contient moins : les cellules sont moins bien approvisionnées en dioxygène et produisent moins d'énergie, ce qui explique la fatigue, les maux de tête et les difficultés à respirer.

Je vois (document 3) que ce manque de dioxygène déclenche la production d'une hormone, l'érythropoïétine (EPO), qui entraîne une plus grande production de globules rouges. Au bout de 8 à 10 jours, le nombre de

globules rouges est suffisant pour permettre une activité physique quasi normale, et il reste élevé tant que le séjour en haute altitude se prolonge.

J'en conclus que lors d'un séjour de plusieurs semaines en haute altitude, l'organisme s'adapte : grâce à l'EPO, le sang contient davantage de globules rouges. Même si chaque litre d'air apporte moins de dioxygène, ces globules rouges plus nombreux en transportent assez des poumons jusqu'aux cellules. Les cellules reçoivent de nouveau suffisamment de dioxygène pour produire l'énergie dont elles ont besoin, et les symptômes du mal des montagnes diminuent. C'est ce qu'on appelle l'acclimatation à l'altitude ; elle explique aussi pourquoi les personnes qui vivent en permanence en altitude n'ont pas besoin de masque à dioxygène.

> 💡 **Astuce.** Cette question vaut 11 points : le correcteur attend la chaîne complète, sans maillon manquant. Écris-la au brouillon avant de rédiger : moins de dioxygène dans l'air → moins de dioxygène transporté → moins d'énergie pour les cellules → symptômes ; puis EPO → plus de globules rouges (8 à 10 jours) → plus de dioxygène transporté → symptômes qui diminuent.

Physique-chimie – L'hydrogène aurait-il une couleur ? *(25 pts)*

Question 1. La production de dihydrogène « noir » ou « gris » présente deux inconvénients :

- elle **émet des gaz à effet de serre** (du dioxyde de carbone), contrairement à celle du dihydrogène « blanc », ce qui contribue au réchauffement climatique ;
- elle utilise des **sources d'énergie non renouvelables**, le charbon et le gaz naturel, dont les réserves s'épuisent.

Question 2.

2a. La pile à combustible stocke de l'**énergie chimique** : c'est la réaction chimique entre le dihydrogène et le dioxygène de l'air qui libère l'énergie et produit l'électricité.

2b.

- **(1) : transfert électrique**, car la pile à combustible produit de l'électricité : un courant électrique circule de la pile vers le moteur électrique ;
- **(2) : transfert mécanique**, car le moteur met en mouvement la transmission, qui fait tourner les roues : le transfert est lié à une force et à un mouvement.

(Les flèches dirigées vers l'environnement extérieur, qui ne sont pas demandées, correspondent surtout à des transferts thermiques : une partie de l'énergie est perdue sous forme de chaleur.)

Question 3.

3a. D'après l'équation $\mathrm{CH_4 + 2\,H_2O \rightarrow 4\,H_2 + CO_2}$, les produits formés lors de la production de dihydrogène « gris » sont le **dihydrogène** ($\mathrm{H_2}$) et le **dioxyde de carbone** ($\mathrm{CO_2}$).

3b. Comparons les produits des trois réactions :

- « noir » : $\mathrm{C + 2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + CO_2}$: il se forme du dioxyde de carbone ;
- « gris » : $\mathrm{CH_4 + 2\,H_2O \rightarrow 4\,H_2 + CO_2}$: il se forme du dioxyde de carbone ;
- « vert » : $\mathrm{2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + O_2}$: les seuls produits sont le dihydrogène et le dioxygène.

La production de dihydrogène « vert » ne forme **pas de dioxyde de carbone**, un gaz à effet de serre, alors que les productions « noire » et « grise » en rejettent. De plus, son seul réactif est l'eau, alors que les deux autres consomment du charbon (C) ou du méthane ($\mathrm{CH_4}$, principal constituant du gaz naturel), des ressources fossiles non renouvelables. La production « verte » est donc la moins néfaste pour l'environnement.

3c. Comparons les deux équations pour une même quantité de dihydrogène, $\mathrm{4\,H_2}$:

- « noir » : $2\,C + 4\,H_2O \rightarrow 4\,H_2 + 2\,CO_2$: pour 4 molécules de dihydrogène formées, il se forme **2 molécules** de dioxyde de carbone ;
- « gris » : $CH_4 + 2\,H_2O \rightarrow 4\,H_2 + CO_2$: pour 4 molécules de dihydrogène formées, il se forme **1 seule molécule** de dioxyde de carbone.

Pour produire la même quantité de dihydrogène, la production « noire » émet donc $2 \div 1 = 2$ fois plus de dioxyde de carbone que la production « grise ».

> 💡 **Astuce.** Pour comparer deux réactions, ramène-les à la même quantité de produit utile : c'est exactement pour cela que le sujet réécrit l'équation « noire » avec 4 H_2. Il ne reste plus qu'à comparer les nombres devant CO_2.

Question 4.

4a. On connaît le volume du réservoir, V = 0,15 m³, et la masse volumique du dihydrogène à 700 bars, ρ = 42 kg/m³. La masse volumique est la masse d'un mètre cube : $\rho = \frac{m}{V}$, donc la masse de dihydrogène stockée est :

$$m = \rho \times V = 42 \times 0{,}15 = 6{,}3 \text{ kg}$$

La masse de dihydrogène gazeux stockée dans le réservoir est bien de **6,3 kg**.

4b. À la pression atmosphérique d'un bar, 1 kg de dihydrogène occupe 11 m³. Le volume est proportionnel à la masse, donc 6,3 kg occupent :

$$V' = 6{,}3 \times 11 = 69{,}3$$

À la pression d'un bar, cette masse de dihydrogène occuperait un volume de **69,3 m³**.

4c. Sans compression, les 6,3 kg de dihydrogène occuperaient 69,3 m³, soit environ 217 fois le volume du coffre ($69{,}3 \div 0{,}32 \approx 217$) : c'est le volume d'une grande pièce, impossible à embarquer dans une voiture. Comprimé à 700 bars, le même dihydrogène tient dans un réservoir de 0,15 m³, soit un volume $69{,}3 \div 0{,}15 = 462$ fois plus petit, et inférieur au volume du coffre ($0{,}15 < 0{,}32$ m³). Comprimer le dihydrogène permet donc d'en emporter une masse suffisante, et donc une bonne autonomie, dans un réservoir assez petit pour tenir dans la voiture.

> ⚠ **Piège.** En 4a, le résultat (6,3 kg) est donné : le correcteur note la démarche. Écris la relation $\rho = \frac{m}{V}$, transforme-la en $m = \rho \times V$, puis fais l'application numérique avec les unités. En 4c, compare bien des volumes entre eux (69,3 m³, 0,15 m³ et 0,32 m³), sans mélanger masses et volumes.

Conseils pour le jour J

Tu as 30 minutes par discipline. En SVT, la question 1 se traite en deux minutes avec le tableau du document 1 ; garde ton temps pour la question 3 (11 points), qui mobilise les trois documents : construis la chaîne logique au brouillon (moins de dioxygène → cellules moins approvisionnées → symptômes → EPO → plus de globules rouges → symptômes qui diminuent) avant de rédiger avec « je vois / je sais / j'en conclus ».

En physique-chimie, les équations de réaction sont données : sers-t'en comme preuves. Pour 3b et 3c, cite les produits et compare les nombres placés devant CO_2 ; pour la question 4, écris la formule littérale, l'application numérique, puis le résultat avec son unité (kg ou m³) et une phrase de conclusion.

Lis attentivement les listes proposées en 2a et 2b : on te demande une **forme** d'énergie (chimique) puis des **modes de transfert** (électrique, mécanique). Confondre les deux listes, par exemple répondre « énergie électrique » en 2a, fait perdre des points faciles.

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).