# L'hydrogène aurait-il une couleur ?

Brevet 2025 Métropole septembre · Physique-chimie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

**1** Donner les deux inconvénients de la production de dihydrogène qualifié de « noir » ou de « gris ».

D'après le texte d'introduction :

– la production de dihydrogène « noir » ou « gris » émet des gaz à effet de serre ;

– elle utilise des sources d'énergie non renouvelables (charbon et gaz naturel).

Deux inconvénients : émission de gaz à effet de serre et utilisation de sources d'énergie non renouvelables.

**MÉTHODE**
La réponse est dans le texte. Le mot « contrairement » indique que le « noir » et le « gris » font l'inverse du « blanc », qui n'émet pas de gaz à effet de serre.

**2** a) Choisir la forme d'énergie stockée dans la pile à combustible. b) Associer chacun des numéros (1) et (2) du schéma à un mode de transfert d'énergie.

**Données utiles** La pile à combustible utilise du dihydrogène et le dioxygène de l'air pour produire de l'électricité. Chaîne : pile à combustible → (1) → moteur électrique → (2) → transmission et roue → (2).

**2a.** La pile à combustible utilise du dihydrogène et du dioxygène, qui réagissent ensemble : l'énergie stockée est de l'**énergie chimique**.

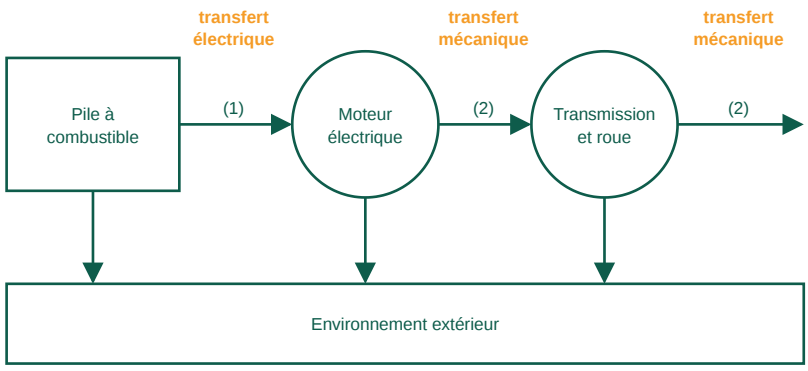
**2b.** (1) : la pile fournit un courant électrique au moteur électrique, c'est un **transfert électrique**.

(2) : le moteur électrique fait tourner la transmission et les roues, qui mettent le véhicule en mouvement, c'est un **transfert mécanique**.

2a : énergie chimique. 2b : (1) transfert électrique ; (2) transfert mécanique.

**PIÈGE**
Ne pas confondre forme d'énergie (ce qui est stocké dans un réservoir) et mode de transfert (ce qui passe d'un élément à l'autre, le long d'une flèche).

**COMPRENDRE**
Les flèches vers l'environnement extérieur représentent l'énergie perdue par chaque élément, sous forme de transfert thermique : ils chauffent en fonctionnant.




**2** · Chaîne énergétique du véhicule, avec les deux transferts identifiés

**3** a) Nommer les produits formés lors de la production de dihydrogène « gris ». b) Justifier l'avantage environnemental du dihydrogène « vert ». c) Expliquer que, pour une même quantité de dihydrogène, le « noir » émet deux fois plus de dioxyde de carbone que le « gris ».

**Données utiles** « noir » : $C + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,H_2 + CO_2$, ou encore $2\,C + 4\,H_2O \longrightarrow 4\,H_2 + 2\,CO_2$ ; « gris » : $CH_4 + 2\,H_2O \longrightarrow 4\,H_2 + CO_2$ ; « vert » : $2\,H_2O \longrightarrow 2\,H_2 + O_2$

**3a.** Les produits sont écrits à droite de la flèche : $H_2$ et $CO_2$. Ce sont le **dihydrogène** et le **dioxyde de carbone**.

**3b.** D'après les équations, les productions « noire » et « grise » forment du dioxyde de carbone $CO_2$, qui est un gaz à effet de serre. La production « verte » forme seulement du dihydrogène et du dioxygène $O_2$ : elle n'émet pas de dioxyde de carbone, donc pas de gaz à effet de serre.

**3c.** On compare les deux équations qui forment la même quantité de dihydrogène, 4 molécules $H_2$ :

– « noir » : $2\,C + 4\,H_2O \longrightarrow 4\,H_2 + 2\,CO_2$, soit 2 molécules de $CO_2$ ;

– « gris » : $CH_4 + 2\,H_2O \longrightarrow 4\,H_2 + CO_2$, soit 1 molécule de $CO_2$.

Pour 4 molécules de dihydrogène formées, le « noir » émet 2 molécules de dioxyde de carbone contre 1 pour le « gris ».

3a : dihydrogène et dioxyde de carbone. 3b : le « vert » ne forme pas de $CO_2$. 3c : pour 4 $H_2$, 2 $CO_2$ (« noir ») contre 1 (« gris »), soit deux fois plus.

**PIÈGE**
En 3a, on demande des noms, pas des formules. Le méthane $CH_4$ et l'eau $H_2O$, à gauche de la flèche, sont les réactifs : ils ne sont pas à citer.

**MÉTHODE**
Pour comparer deux réactions, on se ramène au même nombre de molécules du produit qui intéresse (ici 4 $H_2$), puis on compare les nombres placés devant l'autre produit.

**4** a) Montrer par un calcul que la masse de dihydrogène stockée dans le réservoir haute pression est égale à 6,3 kg. b) Calculer le volume qu'occuperait cette masse sous une pression d'un bar. c) Expliquer l'intérêt de comprimer le dihydrogène pour une voiture dont le coffre a un volume de 0,32 m³.

**Données utiles** À 700 bars : volume du réservoir $V = 0{,}15\ \text{m}^3$, masse volumique $\rho = 42\ \text{kg/m}^3$. À 1 bar : 1 kg de dihydrogène occupe $11\ \text{m}^3$. Volume du coffre : $0{,}32\ \text{m}^3$.

**4a.** La masse volumique est la masse d'un mètre cube de gaz : $\rho = \dfrac{m}{V}$, donc $m = \rho \times V$. Le dihydrogène occupe tout le réservoir, de volume $V = 0{,}15\ \text{m}^3$.

$$m = 42\ \text{kg/m}^3 \times 0{,}15\ \text{m}^3 = 6{,}3\ \text{kg}$$

Le réservoir contient bien 6,3 kg de dihydrogène.

**4b.** À la pression d'un bar, 1 kg de dihydrogène occupe $11\ \text{m}^3$. Le volume est proportionnel à la masse, donc pour 6,3 kg :

$$V_{1\,\text{bar}} = 6{,}3 \times 11 = 69{,}3\ \text{m}^3 \approx 69\ \text{m}^3$$

**4c.** À un bar, le dihydrogène occuperait environ $69\ \text{m}^3$ : c'est plus de 200 fois le volume du coffre ($69{,}3 \div 0{,}32 \approx 217$). Il serait impossible de l'emporter dans la voiture. Comprimé à 700 bars, il tient dans un réservoir de $0{,}15\ \text{m}^3$, plus petit que le coffre ($0{,}15\ \text{m}^3 < 0{,}32\ \text{m}^3$). Comprimer le gaz réduit donc fortement son volume et permet de l'embarquer.

4a : $m = \rho \times V = 42 \times 0{,}15 = 6{,}3\ \text{kg}$. 4b : $V \approx 69\ \text{m}^3$ à 1 bar. 4c : comprimé, le dihydrogène tient dans $0{,}15\ \text{m}^3$ (moins que le coffre) au lieu de $69\ \text{m}^3$.

**PIÈGE**
En 4b, ne pas réutiliser 42 kg/m³ : cette masse volumique n'est valable qu'à 700 bars. À un bar, la donnée utile est « 1 kg occupe 11 m³ ».

**MÉTHODE**
Pour un « montrer que » : écrire la relation, remplacer par les valeurs avec leurs unités, puis comparer le résultat à la valeur donnée par l'énoncé.

**À LA CALCULATRICE**

