

LE DIOXYDE DE CARBONE CO₂, UN GAZ AUX NOMBREUX ASPECTS

PARTIE A : Un projet innovant pour limiter le rejet de CO₂ : le système « Hybrid-Air »

A.1. Le système « Hybrid-Air »

A.1.1. Analyse du fonctionnement

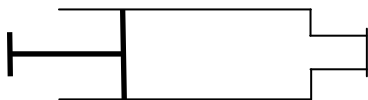
A.1.1.1 Il s'agit de l'énergie cinétique qui diminue lorsque la voiture ralentit. L'énergie cinétique est proportionnelle à la vitesse au carré.

A.1.1.2 Dans un véhicule classique, l'énergie cinétique est perdue, elle est dissipée à cause frottements.

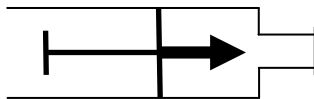
A.1.1.3 La pompe hydraulique lors d'une décélération permet de comprimer le diazote après avoir absorbé une partie de l'énergie perdue lors du freinage.

Le moteur hydraulique restitue cette énergie stockée précédemment sous forme de force motrice lors de la phase d'accélération.

A.1.1.4



La seringue est bouchée et du gaz est enfermé. Cela montre le système qui ne stocke pas d'énergie.



On appuie sur le piston de la seringue, le gaz est comprimé et de l'énergie est stockée. C'est la phase du freinage.



Lors de l'accélération, le gaz se détend et libère de l'énergie en repoussant le piston de la seringue.

A.1.1.5 Ce système est destiné particulièrement aux petites voitures car ce système ne peut récupérer qu'une très faible quantité d'énergie. Et aux voitures citadines car, en ville le moteur thermique est coupé 80 % du temps alors que sur route le gain est peu important et le moteur thermique fonctionne presque tout le temps.

A.1.1.6 Arguments en faveur du système hybride électrique :

- énergie emmagasinée plus importante
- possibilité de stocker l'énergie électrique dans la batterie.

Arguments en faveur du système Hybrid-Air :

- système peu coûteux, rapide et puissant
- agrément de conduite supérieur

A.1.2. L'huile du groupe hydraulique

A.1.2.1 D'après le document 4, la pression est de 1040 hPa à une profondeur de 0,34 m.

A.1.2.2 D'après le tableau du document 4, la pression p_0 est de 1013 hPa. Cette pression représente la pression atmosphérique. C'est la pression à la surface de l'eau.

A.1.2.3 La courbe obtenue est une droite dont l'équation est donnée dans la relation de la question A.1.2.2 ($p = \rho \times g \times h + p_0$). Le coefficient directeur a de la droite correspond au produit $\rho \times g$

$$a = \frac{1061 - 1013}{0,6 - 0} = 80 \text{ hPa.m}^{-1} = 8000 \text{ Pa.m}^{-1}$$

$$a = \rho \times g \quad \text{donc} \quad \rho = \frac{a}{g} = \frac{8000}{9,81} = 815,5 \text{ kg.m}^{-3}$$

A.1.2.4 a) L'incertitude de lecture a sur la mesure de la pression correspond à la précision du pressiomètre.

$$a = \frac{2}{100} \times 1013 + 4 = 20 + 4 = 24 \text{ hPa}$$

A.1.2.4 b) D'après la relation donnée :

$$\Delta p = 2 \frac{a}{\sqrt{3}} = 2 \frac{24}{\sqrt{3}} = 28 \text{ hPa}$$

A.1.2.4 c) $p = 1013 \pm 28 \text{ hPa}$

A.1.2.5 La précision relation est égale à :

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{28}{1013} = 0,0276 \text{ soit } 2,76 \%$$

Cette précision relative est satisfaisante car inférieure à 5 %. Pour améliorer la démarche, on peut utiliser un appareil plus précis.

A.1.2.6 On peut écrire $\rho = 815,5 \pm 33 \text{ kg.m}^{-3}$ donc ρ doit se situer entre 782,5 et 848,5 kg.m^{-3} . Ce qui est le cas pour le résultat annoncé par la société Bosch.

A.1.3 Les performances énergétiques

A.1.3.1 L'énergie maximale E que l'on peut récupérer correspond à la différence des deux énergies cinétiques pour les deux vitesses $v_1 = 50 \text{ km.h}^{-1}$ et $v_2 = 30 \text{ km.h}^{-1}$. Les vitesses doivent être exprimées en m.s^{-1} .

$$E = E_{c1} - E_{c2} = \frac{1}{2} M V_1^2 - \frac{1}{2} M V_2^2$$

$$E = \frac{1}{2} M (V_1^2 - V_2^2) = \frac{1}{2} 1150 \times \left(\left(\frac{50}{3,6} \right)^2 - \left(\frac{30}{3,6} \right)^2 \right) = 7,1 \times 10^4 \text{ J}$$

A.1.3.2 $W_{\vec{F}} = F \times d = 1,30 \times 10^5 \times 0,5 = 6,5 \times 10^4 \text{ J}$

A.1.3.3 L'énergie absorbée E_a correspond à l'énergie E calculée en A.1.3.1 et l'énergie utile E_u correspond au travail de la force \vec{F} calculé en A.1.3.2.

$$\eta = \frac{E_u}{E_a} = \frac{6,5 \times 10^4}{7,1 \times 10^4} = 0,92 \text{ soit } 92 \%$$

A.2. L'émission de CO₂ lors de la combustion de l'essence dans le moteur thermique.

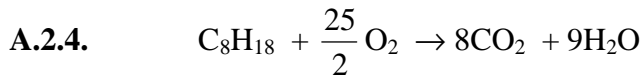
A.2.1. Dans le moteur thermique, l'énergie chimique est convertie en énergie mécanique.

A.2.2. Il faut un volume de 2,9 L pour parcourir 100 km dans le volume pour parcourir 1 km est de 0,029 L.

A.2.3. On a la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = 7,50 \times 10^2 \times 0,029 = 21,8 \text{ g}$$

$$n_{C_8H_{18}} = \frac{m_{C_8H_{18}}}{M_{C_8H_{18}}} = \frac{21,8}{114} = 0,191 \text{ mol}$$



A.2.5. La quantité de matière d'octane est de 0,191 mol pour 0,029 L d'essence donc pour 1 L :

$$n_{C_8H_{18}} = \frac{0,191}{0,029} = 6,59 \text{ mol}$$

D'après l'équation de la question A.2.4, on a la relation :

$$n_{C_8H_{18}} = \frac{n_{CO_2}}{8} \quad \text{donc} \quad n_{CO_2} = 8 \times n_{C_8H_{18}} = 8 \times 6,59 = 52,7 \text{ mol}$$

On peut déterminer la masse de dioxyde de carbone :

$$n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} \quad \text{donc} \quad m_{CO_2} = n_{CO_2} \times M_{CO_2} = 52,7 \times 44 = 2318 \text{ g} = 2,32 \text{ kg}$$

A.2.6 On calcule la masse de dioxyde carbone pour 1 km parcouru. Dans ce cas, la quantité de matière d'octane est de 0,191 mol.

D'après l'équation de la question A.2.4, on a la relation :

$$n_{C_8H_{18}} = \frac{n_{CO_2}}{8} \quad \text{donc} \quad n_{CO_2} = 8 \times n_{C_8H_{18}} = 8 \times 0,191 = 1,53 \text{ mol}$$

On peut déterminer la masse de dioxyde de carbone :

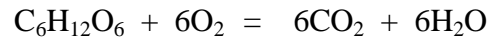
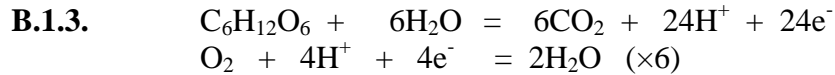
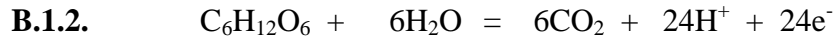
$$n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} \quad \text{donc} \quad m_{CO_2} = n_{CO_2} \times M_{CO_2} = 1,53 \times 44 = 67,2 \text{ g}$$

D'après le document 6, la masse maximale de dioxyde produite en 2016 doit être de 122 g par km parcouru et en 2020 doit être de 94 g par km parcouru. Pour cette voiture, le rejet de dioxyde de carbone est inférieur à cette valeur donc les objectifs fixé seront tenus pour cette voiture en 2016 et en 2020.

PARTIE B : Un projet innovant pour utiliser indirectement le CO₂ existant : la pile à combustible microbienne

B.1. La pile microbienne

B.1.1. Le glucose réagit au niveau du pôle négatif de la pile donc il cède des électrons, c'est un réducteur.



B.2. Comparaison pile à combustible microbienne sur les toits et panneaux solaires photovoltaïques.

B.2.1. Un panneau solaire photovoltaïque permet de convertir l'énergie lumineuse en énergie électrique.

B.2.2. Les piles à combustibles microbiennes installées sur le toit permettent de produire de l'électricité tout au long de la journée même pendant les périodes où l'ensoleillement est faible. Ce qui n'est pas le cas des panneaux solaires photovoltaïques qui produisent de l'électricité essentiellement pendant les périodes d'ensoleillement.

B.3. Performances espérées de la pile à combustible microbienne sur les toits

B.3.1 La puissance est de 3,20 W pour un m² donc pour 100 m² la puissance est de 320 W
On a la relation :

$$E = P \times t = 320 \times 24 \times 3600 = 2,8 \times 10^7 \text{ J}$$

B.3.2 En un an, la pile permet de produire une énergie de :

$$E = 2,8 \times 10^7 \times 365 = 1,02 \times 10^{10} \text{ J} = 1,02 \times 10^7 \text{ kJ}$$

$$E = \frac{1,02 \times 10^7}{3600} = 2839 \text{ kW.h}$$

La consommation moyenne par an est de 2800 kW.h donc la pile à combustible microbienne suffirait à alimenter la maison en électricité.

PARTIE C : Le dioxyde de carbone CO₂ au service de l'homme

C.1. Le laser à dioxyde de carbone CO₂

C.1.1. $\lambda_1 = 10,0 \mu\text{m} = 10,0 \times 10^{-6} = 1,00 \times 10^{-5} \text{ m}$

D'après le document 10, les ondes émises par le laser appartiennent au domaine des infrarouges.

C.1.2 Les photons du laser CO₂ seront plus énergétiques que ceux du laser « Nd :YAG » car la longueur d'onde du laser est plus petite que celle du laser « Nd :YAG » donc l'énergie sera plus grande. (D'après la relation donnée à la question C.1.2, l'énergie et la longueur d'onde sont inversement proportionnel)

C.1.3 $\lambda_1 = 10,0 \mu\text{m} = 10000 \text{ nm}$

D'après le document 11, pour la longueur d'onde de 10000 nm, les molécules d'eau absorbent bien la longueur d'onde du laser (coefficient d'absorption de 1000 cm⁻¹)

D'après le document 12, le laser est absorbé à partir d'une épaisseur de 0,02 mm soit 20 μm. Pour soigner les cicatrices d'acné, le laser doit pénétrer sur quelques dizaines de micromètres de la peau. Ce qui est le cas car il est absorbé après 20 μm d'épaisseur de peau. Le laser doit également fortement interagir avec l'eau contenue dans l'épiderme. Ceci est également le cas car le laser est fortement absorbé par les molécules d'eau. Le laser à CO₂ est bien adapté au traitement des cicatrices de l'acné.

C.2. La datation au carbone 14 en médecine légale

C.2.1 Des noyaux sont des isotopes s'ils ont le même nombre de protons, mais un nombre différent de nucléons donc de neutrons.

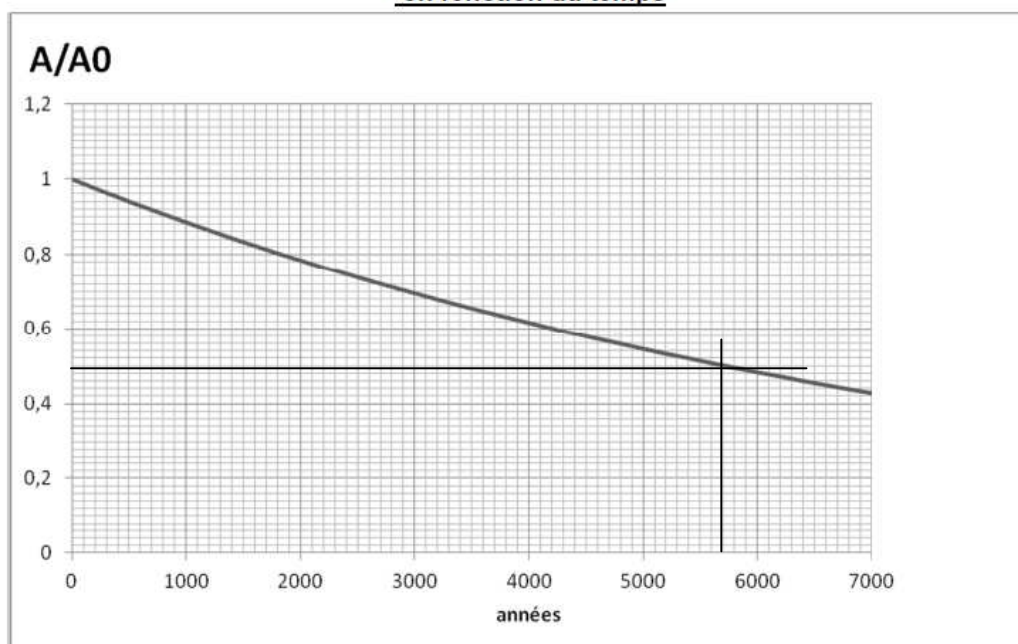
Les atomes d'azote ${}^{14}_7\text{N}$ et de carbone ${}^{14}_6\text{C}$ ne sont pas des isotopes car ils possèdent le même nombre de nucléons et un nombre de protons différents. (7 pour le noyau d'azote et 6 pour le noyau de carbone)

C.2.2 C.2.2.1 C.2.2.1.a) La particule représentée par le symbole ${}_{-1}^0e$ est un électron. Il s'agit d'une radioactivité de type β⁻.

C.2.2.1.b) Le temps de demi-vie correspond au temps au bout duquel la moitié des noyaux initialement présents dans l'échantillon se sont désintégrés.

D'après le document 13, le temps de demi-vie est de 5700 ans.

Rapport activité/activité initiale du carbone 14
en fonction du temps



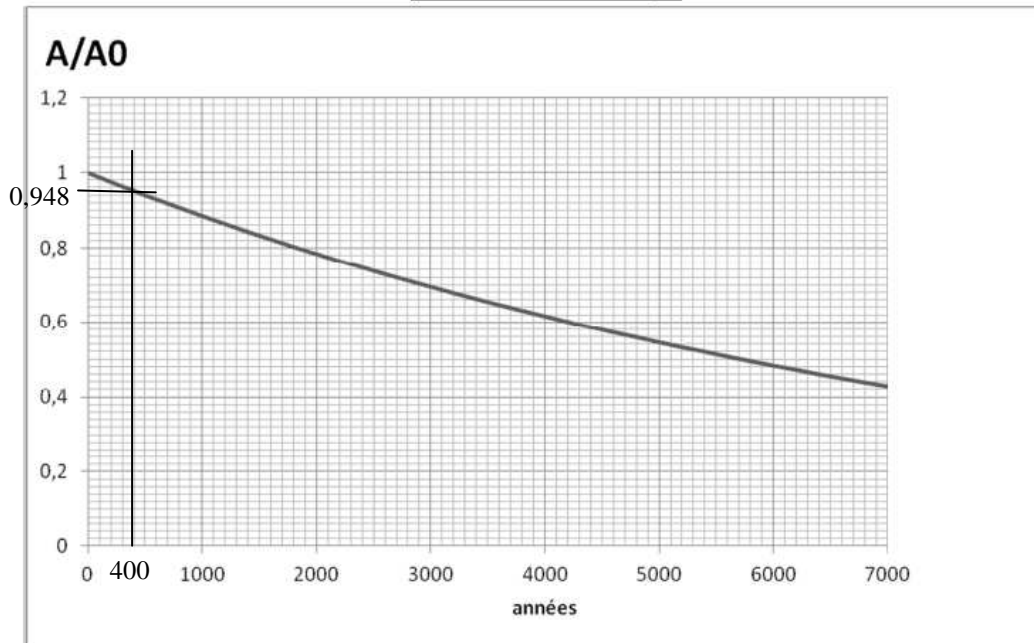
C.2.2.1.c) Au bout d'un temps égal à une demi-vie, l'activité ne vaut plus que la moitié de l'activité initiale. Au bout d'un autre temps égal à une demi-vie, l'activité ne vaut que la moitié de l'activité précédente donc un quart de l'activité initiale. Cette activité est atteinte au bout d'un temps égal à deux demi-vie c'est-à-dire $5700 \times 2 = 11400$ ans.

C.2.2.2

$$A = 12,8 \text{ Bq et } A_0 = 13,5 \text{ Bq}$$

$$\frac{A}{A_0} = \frac{12,8}{13,5} = 0,948$$

**Rapport activité/activité initiale du carbone 14
en fonction du temps**



D'après le tracé précédent, l'âge du crâne est de 400 ans. Donc il date de $2015 - 400 = 1615$ ans

Ce résultat est donc compatible avec le fait que ce crâne soit celui d'Henri IV. Il correspond à la date de la mort de Henri IV.

C.3. L'eau gazeuse à la maison

C.3.1 Deux espèces chimiques forment un couple acide base lorsqu'on peut passer de l'un à l'autre, par gain ou perte, d'un proton H^+

C.3.2 L'espèce acide est $HCO_3^-(aq)$ et l'espèce basique est $CO_3^{2-}(aq)$

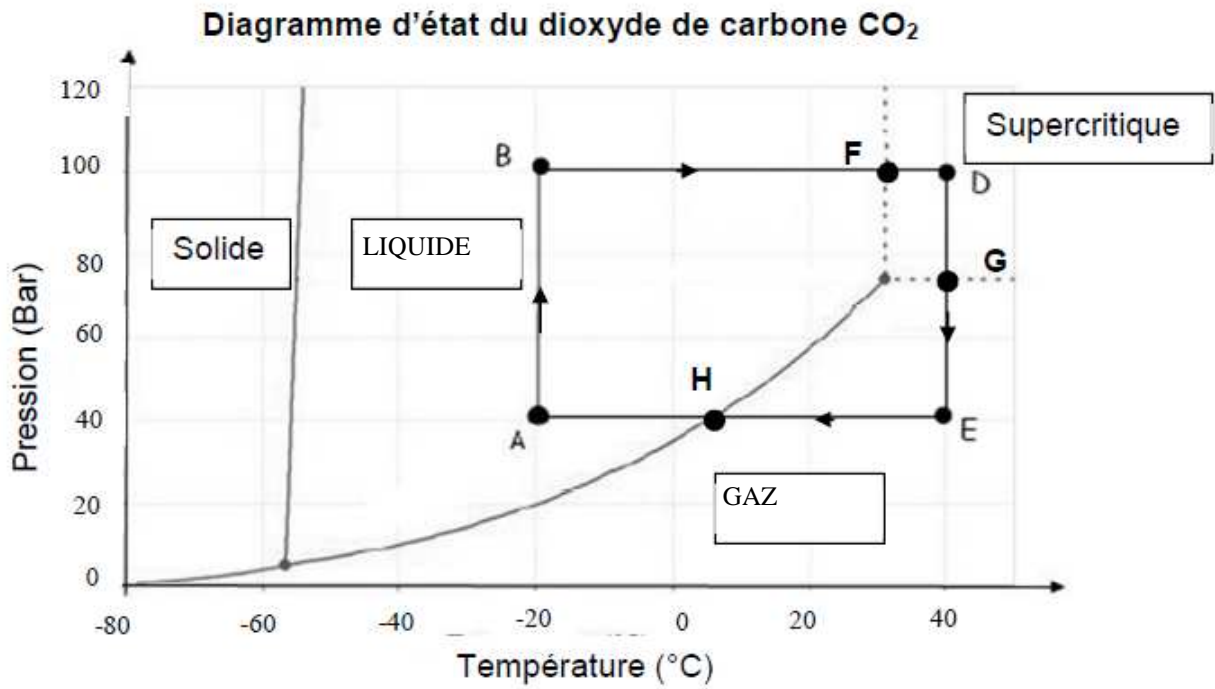
C.3.3 Au cours de la dissolution du dioxyde de carbone, le pH diminue car la concentration en ions oxonium H_3O^+ augmente.

C.3.4 Les détartrants ont un pH inférieur à 7 et sont donc acides.

C.4. Le dioxyde de carbone CO_2 supercritique : un solvant non polluant

C.4.1 On élimine l'éthanol car la graisse n'est pas soluble dans l'éthanol. On élimine également le chloroforme car il présente, d'après le pictogramme, un danger pour la santé. On retient donc l'acétone qui est la moins dangereuse et pour qui permet de d'éliminer la tâche de graisse.

C.4.2



TRANSFORMATIONS	GRAPHIQUEMENT
Le CO ₂ liquide est comprimé sous une centaine de bars.	A → B
Le CO ₂ est chauffé de 31°C à 40 °C à pression constante. Il est alors dans un état supercritique.	F → D
Dans l'extracteur, le CO ₂ supercritique se charge en graisse et sa pression diminue.	D → G
Le CO ₂ liquide est chauffé de -20°C à 31 °C à pression constante.	B → F
Le CO ₂ est détendu et se retrouve alors sous forme gazeuse ; ce qui lui permet de se séparer de la graisse.	G → E