

**Exercice 01 : La plongée sous-marine en fosse ( 10 points )**

**1**

**1.1**

D'après la loi fondamentale de la statique des fluides :  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$

$$-P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B) - P_B$$

$$P_A = -\rho \times g \times (z_A - z_B) + P_B$$

Or  $z_A < z_B$

d'où  $(z_A - z_B) < 0$

$$\rho \times g \times (z_A - z_B) < 0$$

$$-\rho \times g \times (z_A - z_B) > 0$$

d'où  $P_A > P_B$

La pression augmente lorsque le plongeur descend dans la fosse de plongée

**1.2**

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

$$P_A = -\rho \times g \times (z_A - z_B) + P_B$$

$$P_A = -1,0 \cdot 10^3 \times 9,81 \times (0 - 20) + 1,0 \cdot 10^5$$

$$P_A = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Or  $P_B = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  donc  $P_A = 3P_B$

**1.3**

$$P = 9,771 \times 10^3 \times h + 101,3 \times 10^3$$

$$P_0 = P_{(h=0)} = 9,771 \times 10^3 \times 0 + 101,3 \times 10^3$$

$$P_0 = 101,3 \times 10^3 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$P_0$  représente la pression atmosphérique

**1.4**

$$P = 9,771 \times 10^3 \times h + 101,3 \times 10^3$$

$$P = 9,771 \times 10^3 \times h + P_0$$

$$P - P_0 = 9,771 \times 10^3 \times h$$

Loi fondamentale de la statique des fluides :  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$

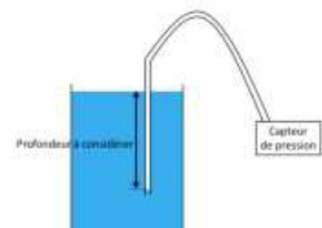
$$P_B - P_A = \rho \times g \times h$$

L'équation mathématique obtenue est compatible avec la loi fondamentale de la statique des fluides

**1.5**

Sources d'erreurs possibles dans ce protocole expérimental :

- Incertitude sur la mesure de P
- Incertitude sur la mesure de h
- Erreur de lecture de h ; il faut considérer la colonne d'air dans le tube sous le niveau de l'eau et non la longueur du tube immergé



**2.**

**2.1**

Loi de Mariotte :  $P \times V = \text{Constante}$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

## 2.2

Lorsque la profondeur augmente, la pression augmente (voir question 1.1)

$$V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

$V_2$  est inversement proportionnel à  $P_2$ . Ainsi lorsque la pression augmente le volume  $V_2$  diminue.

On en déduit que l'autonomie du plongeur diminue avec la profondeur.

## 2.3

**Soit :**

$P_1$  la pression dans la bouteille :  $P_1 = 200 \text{ bar}$

$V_1$  le volume de la bouteille :  $V_1 = 12 \text{ L}$

$P_2$  la pression à 20m de profondeur :  $P_2 = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  (voir question 1.2)

$$\begin{aligned} P_1 \times V_1 &= P_2 \times V_2 \\ V_2 &= \frac{P_1 \times V_1}{P_2} \\ V_2 &= \frac{200 \times 1,0 \cdot 10^5 \times 12}{3,0 \cdot 10^5} = 800 \text{ L} \end{aligned}$$

Or il consomme 15L par minutes. Il dispose de :

$$t = \frac{800}{15} = 53 \text{ min}$$

## 2.4

Le temps de plongée est proportionnel au volume disponible. La prise en compte de la « réserve » diminue le volume disponible.

Ainsi, la prise en compte de cette réserve diminue la durée de la plongée.

## 3.

### 3.1

$$F = P \times S$$

### 3.2

$$F = P \times S$$

$$F = 1,0 \cdot 10^5 \times 70 \times (10^{-3})^2$$

$$F = 7,0 \text{ N}$$

### 3.3

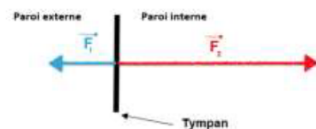
**Pas de question dans le sujet !!!**

### 3.4

Échelle : 1 cm pour 7 N.

Pour  $\vec{F}_1$ , on représente la force par un vecteur de 1 cm

Pour  $\vec{F}_2$ , on représente la force par un vecteur de 3 cm



Les forces exercées sur la paroi du tympan ne s'annulent pas.

C'est pourquoi le plongeur ressent une vive douleur lors de la descente.

### 3.5

« La manœuvre de Valsalva consiste à souffler par le nez, bouche fermée et nez pincé afin de faire pénétrer de l'air dans l'oreille moyenne. »

Cette manœuvre permet d'augmenter le nombre de molécule d'air pour un même volume et donc augmente la pression intérieure :  $F_1$  augmente.

La différence de force exercée sur la paroi diminue.

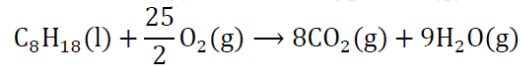
Ainsi, la manœuvre de Valsalva permet de compenser la pression de l'eau introduite dans le conduit auditif.

## Exercice 02 : Étude de différents carburants – ( 10 points )

### La combustion des carburants

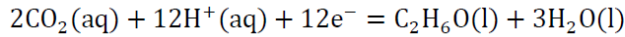
1.

Équation de la réaction modélisant la combustion complète de l'essence SP95, qu'on assimile à de l'octane  $C_8H_{18}(l)$ , dans le dioxygène  $O_2(g)$  de l'air :



2.

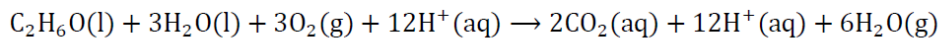
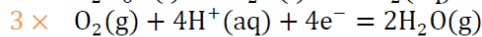
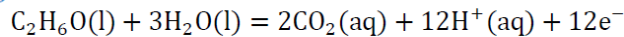
Demi-équation électronique associée au couple :  $CO_2(g) / C_2H_6O(l)$ .



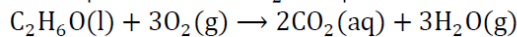
3.

Le couple :  $O_2(g) / H_2O(g)$ , associé à la demi-équation électronique :  $O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- = 2H_2O(g)$

Équation de la réaction modélisant la combustion de l'éthanol  $C_2H_6O(l)$  dans le dioxygène de l'air  $O_2(g)$  :



On simplifie les  $H^+$  et  $H_2O$  de part et d'autre de l'équation :



On retrouve bien l'équation de la réaction modélisant la combustion de l'éthanol dans le dioxygène.

4.

Un oxydant est une espèce capable de capter un ou plusieurs électrons.

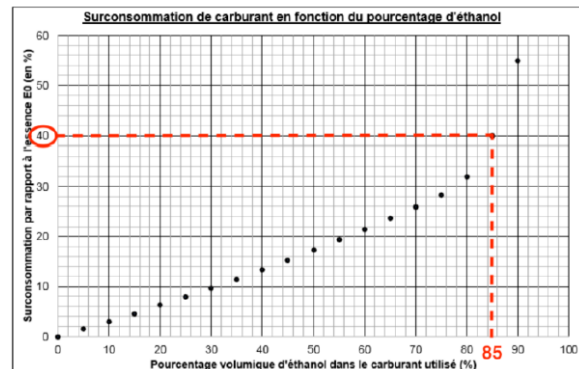
L'éthanol  $C_2H_6O(l)$  cède des électrons : c'est le réducteur.

### L'émission de $CO_2$ par le véhicule étudié

5.

Le E0 correspond à du SP95 contenant 0 % d'éthanol, donc du SP95 pur. On voit que sa surconsommation est naturellement de 0 %.

Le E85 correspond à du SP95 contenant 85 % d'éthanol. Graphiquement, sa surconsommation est de 40%.



Une consommation en carburants E0 : 8,28 L pour 100 km, calculons la consommation avec une surconsommation de 40% :

$$8,28 + \frac{40}{100} \times 8,28 = 11,6 \text{ L}$$

Ainsi, les consommations données en carburants E0 (8,28 L pour 100 km) et E85 (11,6 L pour 100 km) sont cohérentes avec la surconsommation obtenue grâce au graphique.

### Émission de $CO_2$ liée à l'essence SP95 contenue dans le carburant E85

6.

Pour que le véhicule étudié parcoure 100 km, il faut 11,6 L de E85.

$$P_{E85} = \frac{V_{ethanol}}{V_{E85}}$$

$$\frac{V_{ethanol}}{V_{E85}} = P_{E85}$$

$$V_{ethanol} = P_{E85} \times V_{E85}$$

$$V_{ethanol} = \frac{85}{100} \times 11,6$$

$$V_{ethanol} = 9,86 \text{ L}$$

Or

$$V_{E85} = V_{ethanol} + V_{Essence SP95}$$

$$V_{ethanol} + V_{Essence SP95} = V_{E85}$$

$$V_{Essence SP95} = V_{E85} - V_{ethanol}$$

$$V_{Essence SP95} = 11,6 - 9,86$$

$$V_{Essence SP95} = 1,74 L$$

Un volume de 1,74 L d'essence SP95 est contenu dans le volume nécessaire de carburant E85 pour que le véhicule étudié parcourt 100 km.

7.

1 L d'essence SP95	2,09 kg de CO <sub>2</sub>
1,74 L d'essence SP95	m de CO <sub>2</sub>

$$m = \frac{1,74 \times 2,09}{1}$$

$$m = 3,64 kg$$

La combustion de l'essence SP95 contenu dans le carburant E85, pendant que le véhicule étudié parcourt 100 km produit 3,64 kg de CO<sub>2</sub>.

### Émission de CO<sub>2</sub> liée à l'éthanol contenu dans le carburant E85

8.

Pour que le véhicule étudié parcourt 100 km, il faut 11,6 L de E85.

$$P_{E85} = \frac{V_{ethanol}}{V_{E85}}$$

$$\frac{V_{ethanol}}{V_{E85}} = P_{E85}$$

$$V_{ethanol} = P_{E85} \times V_{E85}$$

$$V_{ethanol} = \frac{85}{100} \times 11,6$$

$$V_{ethanol} = 9,86 L$$

Lorsque le véhicule étudié parcourt 100 km avec le carburant E85, il consomme 9,86L d'éthanol.

9.

$$n_{ethanol} = \frac{m_{ethanol}}{M_{ethanol}}$$

Or

$$\rho_{ethanol} = \frac{m_{ethanol}}{V_{ethanol}}$$

$$\frac{m_{ethanol}}{V_{ethanol}} = \rho_{ethanol}$$

$$m_{ethanol} = \rho_{ethanol} \times V_{ethanol}$$

D'où

$$n_{ethanol} = \frac{\rho_{ethanol} \times V_{ethanol}}{M_{ethanol}}$$

$$n_{ethanol} = \frac{0,789 \times 10^3 \times 9,86}{2 \times 12,0 + 6 \times 1,0 + 16,0}$$

$$n_{ethanol} = 169 mol$$

10.

Équation		$C_2H_6O(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$			
État	Avancement				
État initial	$x = 0$	169	Excès	0	0
État intermédiaire	$x$	$169 - x$	Excès	$2x$	$3x$
État final	$x_f$	$169 - x_f$	Excès	$2x_f = n_{CO_2}^{emis}$	$3x_f$

La réaction est totale, le dioxygène de l'air est en excès. A la fin de la réaction il ne reste plus d'éthanol :

$$169 - x_f = 0$$

$$-x_f = -169$$

$$x_f = 169 \text{ mol}$$

La quantité de  $CO_2$  émis :

$$2x_f = n_{CO_2}^{emis}$$

$$n_{CO_2}^{emis} = 2x_f$$

$$n_{CO_2}^{emis} = 2 \times 169$$

$$n_{CO_2}^{emis} = 338 \text{ mol}$$

Masse de  $CO_2$  émise :

$$n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}}$$

$$\frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = n_{CO_2}$$

$$m_{CO_2} = n_{CO_2} \times M_{CO_2}$$

$$m_{CO_2} = 338 \times (12,0 + 2 \times 16,0)$$

$$m_{CO_2} = 1,49 \times 10^4 \text{ g}$$

$$m_{CO_2} = 14,9 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m_{CO_2} = 14,9 \text{ kg}$$

11.

Pour 100 km la masse totale de  $CO_2$  émis :

$$m_{CO_2}^{totale} = m_{CO_2}^{essence} + m_{CO_2}^{ethanol}$$

$$m_{CO_2}^{totale} = 3,64 + 14,9$$

$$m_{CO_2}^{totale} = 18,5 \text{ kg}$$

100 km	18,5 kg de $CO_2$
1 km	m de $CO_2$

$$m = \frac{1 \times 18,5}{100}$$

$$m = 0,185 \text{ kg}$$

$$m = 0,185 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m = 185 \text{ g}$$

Ainsi, la masse totale de  $CO_2$  émis par la combustion du carburant E85 pour 1 km est de 185 g.

## Calcul du malus écologique

### 12.

Un véhicule consommant de l'essence SP95 et émettant 173 g de CO<sub>2</sub> émis par km.

Cette masse est supérieure à 168 g/km et inférieure à 178 g/km.

D'après le tableau, la taxe sur un véhicule s'élève à 1901 €.

Taux d'émission de CO <sub>2</sub>	Montant
Inférieur à 138 g/km	0 €
Supérieur à 138 g/km	50 €
Supérieur à 148 g/km	260 €
Supérieur à 158 g/km	818 €
Supérieur à 168 g/km	1 901 €
Supérieur à 178 g/km	3 784 €
Supérieur à 188 g/km	6 724 €

### 13.

Le véhicule étudié, consommant du carburant E85 bénéficie d'un abattement de 40 % sur les taux d'émission de CO<sub>2</sub> :

$$\frac{40}{100} \times 173 = 69 \text{ g}$$

Le taux retenu pour calculer le malus vaut :  
173 – 69 = 104 g/km.

Cette masse est inférieure à 138 g/km.

D'après le tableau, la taxe sur un véhicule s'élève à 0 €.

Taux d'émission de CO <sub>2</sub>	Montant
Inférieur à 138 g/km	0 €
Supérieur à 138 g/km	50 €
Supérieur à 148 g/km	260 €
Supérieur à 158 g/km	818 €
Supérieur à 168 g/km	1 901 €
Supérieur à 178 g/km	3 784 €
Supérieur à 188 g/km	6 724 €

Ainsi, le véhicule étudié, consommant du carburant E85, n'est pas soumis au malus écologique.

### 14.

D'après l'énoncé : Un véhicule neuf roulant au carburant E85 émet 180 g de CO<sub>2</sub> par km.

D'après la question 12 : Un véhicule consommant de l'essence SP95 et émettant 173 g de CO<sub>2</sub> émis par km.

Le véhicule roulant au carburant E85 émet donc une masse de CO<sub>2</sub> plus importante que celui consommant de l'essence SP95.

L'abattement sur les émissions de dioxyde de carbone pour les véhicules roulant au carburant E85, constitué de 85 % de bioéthanol ne semble pas justifié avec le critère de l'émission de CO<sub>2</sub>.