

## L'Airbus A320

### PARTIE A - Etude du carburant et bilan carbone

**A.1.** Un carburant utilisé pour le transport routier est, par exemple, le gazole. Il est issu de la pétrochimie et est fabriqué à partir de ressources fossiles comme le pétrole. Pour le biocarburant, il peut s'agir de biodiesel issu de l'agrochimie et fabriqué à partir de matières d'origine agricole comme le colza.

#### A.2.

A.2.1. Avantage de l'utilisation de biocarburant : Les moteurs utilisant les biocarburants rejettent moins de gaz polluants

Inconvénient de l'utilisation de biocarburant : La production de biocarburants a un impact sur l'écosystème. Cela impliquerait de détruire des forêts ou des cultures pour permettre la production de biocarburants.

A.2.2. Calcul de la masse volumique du kérosène

D'après le document A2, la masse de 10 tonnes de kérosène correspond à un volume de 13000 litres. On a la relation :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{10 \times 10^3}{13000 \times 10^{-3}} = 7,7 \times 10^2 \text{ kg.m}^{-3} = 0,77 \text{ kg.L}^{-1}$$

D'après le document A4, la masse volumique du kérosène est de 0,80 kg.L<sup>-1</sup> donc elle est légèrement supérieure à celle calculée précédemment.

#### A.3.

A.3.1 Calcul de la quantité de matière de kérosène

D'après le document A2, la masse de kérosène est de 10 t. On a la relation :

$$n_{\text{kérosène}} = \frac{m_{\text{kérosène}}}{M_{\text{kérosène}}} = \frac{10 \times 10^6}{142} = 7,04 \times 10^4 \text{ mol}$$

A.3.2 Calcul de la quantité de matière de dioxyde de carbone

D'après l'équation bilan de combustion, on a la relation :

$$\frac{n_{\text{C}_{10}\text{H}_{22}}}{1} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{10} \quad \text{donc} \quad n_{\text{CO}_2} = 10n_{\text{C}_{10}\text{H}_{22}} = 10 \times 7,04 \times 10^4 = 7,04 \times 10^5 \text{ mol}$$

A.3.3 Calcul de la masse de dioxyde de carbone

On a la relation :

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \quad \text{donc} \quad m_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \times M_{\text{CO}_2} = 7,04 \times 10^5 \times 44 = 3,10 \times 10^7 \text{ g} = 3,10 \times 10^4 \text{ kg}$$

A.3.4 Calcul de la masse de dioxyde de carbone produite par km.

D'après la question précédente, la masse produite de dioxyde de carbone pour parcourir 2000 km est de 3,10 × 10<sup>7</sup> g. Donc pour 1 km :

$$m_{\text{CO}_2} = \frac{3,10 \times 10^7}{2000} = 1,55 \times 10^4 \text{ g}$$

### A.3.5

A.3.5.a Calcul de la masse de dioxyde de carbone produite par kilomètre et par passager.

D'après le document A3, la production de dioxyde de carbone est de 163 kg par passager pour un vol d'une distance de 1921 km. Donc pour 1 km :

$$m_{CO_2} = \frac{163 \times 10^3}{1921} = 84,8 \text{ g}$$

A.3.5.b L'avion n'est pas le moyen de transport qui possède le moins bon bilan carbone. La voiture (essence ou diesel) et le bus présente un bilan carbone moins bon que celui de l'avion. (Les émissions en dioxyde de carbone sont supérieures à celui de l'avion.)

### A.3.6

A.3.6.a Calcul de l'enthalpie molaire standard de la réaction de combustion

D'après la relation du document A6, on a :

$$\Delta_r H^0(298 \text{ K}) = 10\Delta_f H^0_{CO_2} + 11\Delta_f H^0_{H_2O} - \Delta_f H^0_{C_{10}H_{22}} - \frac{31}{2}\Delta_f H^0_{O_2}$$

$$\Delta_r H^0(298 \text{ K}) = 10 \times (-394) + 11 \times (-242) - (-250) - \frac{31}{2} \times 0 = -6352 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

A.3.6.b Calcul de l'enthalpie massique standard

On a la relation :

$$\Delta_r H^0(\text{massique}) = \frac{\Delta_r H^0}{M_{\text{décane}}} = \frac{-6,352 \times 10^6}{142} = -4,47 \times 10^4 \text{ J.g}^{-1} = -44,7 \times 10^6 \text{ J.kg}^{-1}$$

A.3.6.c D'après le document A4, la valeur du PCI est de 43,2 MJ.kg<sup>-1</sup>. En valeur absolue, la valeur de l'enthalpie massique est de 44,7 MJ.kg<sup>-1</sup>. Donc cette dernière valeur est légèrement supérieure. Cette différence s'explique par la valeur de l'enthalpie molaire standard de formation de l'eau sous forme gaz qui est donnée à 25°C. Or à 25°C, l'eau n'est pas sous forme vapeur mais sous forme liquide.

A.3.6.d Le kérosène est employé comme carburant pour les avions de ligne car il est peu cher (0,48 € par litre) et il est peu inflammable (point éclair de 49°C à 55°C).

## PARTIE B - Mécanique du vol

### B.1.

B.1.1 Bilan des forces s'exerçant sur l'appareil en vol de croisière.

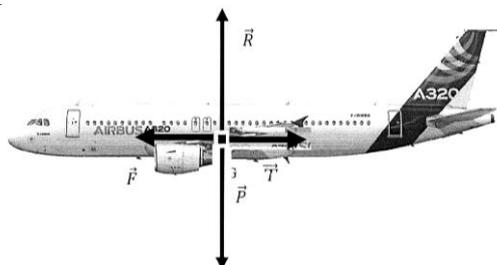
Au bilan donné, il faut ajouter le poids (force exercée par la Terre sur l'avion) noté  $\vec{P}$

B.1.2

B.1.2.a Le mouvement de l'avion étant rectiligne uniforme, les forces se compensent. Donc, on a les relations suivantes :

$$P = R \text{ et } F = T$$

B.1.2.b Document réponse DR2



B.1.2.c Calcul de la valeur de la portance R et de la trainée T.

D'après la question B.1.2.a, on a la relation :

$$R = P = m \times g = 55,0 \times 10^3 \times 9,80 = 5,39 \times 10^5 \text{ N} = 539 \text{ kN}$$

D'après la question B.1.2.a, on a la relation :  $T = F = 31,0 \times 10^3 \text{ N} = 31,0 \text{ kN}$

B.1.3 Calcul de la vitesse de l'avion.

D'après le document B2, à l'altitude de 11,7 km, la valeur de la masse volumique  $\rho$  de l'air est de  $0,325 \text{ kg.m}^{-3}$ .

D'après la relation donnée pour la trainée dans le document B1, on a :

$$T = \frac{1}{2} \rho \times S \times v^2 \times C_x \quad \text{donc} \quad v = \sqrt{\frac{2T}{\rho \times S \times C_x}} = \sqrt{\frac{2 \times 31,0 \times 10^3}{0,325 \times 122 \times 0,030}} = 228 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v = 228 \times 3,6 = 821 \text{ km.h}^{-1}$$

D'après le constructeur, la vitesse de croisière est de 447 nœuds. Donc la vitesse est de :

$$v = 447 \times 1,852 = 828 \text{ km.h}^{-1}$$

La valeur donnée par le constructeur est donc cohérente avec celle calculée.

**B.2** Il s'agit du schéma 2 qui correspond à un piqué de l'avion.

**B.3**

B.3.1 Calcul de la décélération a au cours de la phase d'atterrissage.

On a la relation :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{62,0}{16} = 3,88 \text{ m.s}^{-2}$$

B.3.2 Expression et calcul de la variation de l'énergie cinétique :

On a la relation :

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^3 \times 0^2 - \frac{1}{2} \times 50 \times 10^3 \times 62^2 = -9,61 \times 10^6 \text{ J} = -9,61 \text{ MJ}$$

B.3.3 Expression du travail de la force de freinage au cours du déplacement AB.

La force de freinage effectue un travail résistant donc :

$$W_{AB}(\overrightarrow{F}_{\text{frein}}) = -F_{\text{frein}} \times AB$$

B.3.4 Calcul de la valeur de la force de freinage

On a la relation :

$$W_{AB}(\overrightarrow{F}_{\text{frein}}) = \Delta E_C \quad \text{donc} \quad -F_{\text{frein}} \times AB = \Delta E_C$$

$$F_{\text{frein}} = \frac{-\Delta E_C}{AB} = \frac{9,61 \times 10^6}{650} = 1,48 \times 10^4 \text{ N}$$

## PARTIE C - Instrument de bord

**C.1.** Nom des unités dans le système international des grandeurs altitude, vitesse et pression.

- altitude : mètre
- vitesse : mètre par seconde
- pression : pascal

**C.2.**

C.2.1

C.2.1.a Expression du principe fondamental de l'hydrostatique

$$P_S + \rho g z_S = P_T + \rho g z_T$$

$P_S$  : pression au point

$P_T$  : pression au point T

$\rho$  : masse volumique du mercure

$g$  : intensité de la pesanteur

$z_S$  : altitude du point S

$z_T$  : altitude du point T

C.2.1.b Calcul de la hauteur de mercure

On a la relation :

$$P_S + \rho g z_S = P_T + \rho g z_T \quad \text{donc} \quad \rho g z_S - \rho g z_T = P_T - P_S$$

$$\rho g (z_S - z_T) = P_T - P_S \quad \text{donc} \quad h = z_S - z_T = \frac{P_T - P_S}{\rho g} = \frac{342,5 \times 10^2}{13,6 \times 10^3 \times 9,80} = 0,257 \text{ m} = 25,7 \text{ cm}$$

C.1.2.c Le tube en U n'est pas adapté à l'utilisation en avion car il occupe un espace trop important et il peut être trop fragile.

C.2.2

C.2.2.a  $P_T - P_S$  est une pression relative car il s'agit d'une différence de pression. Dans le cas où  $P_T$  et  $P_S$  sont des pressions absolues (mesurée par rapport au vide) et donc prenant en compte la valeur pression atmosphérique, la différence de deux pressions absolue donnera une pression relative.

$$P_{T \text{ abs}} = P_{T \text{ rel}} + P_{\text{atm}} \quad \text{et} \quad P_{S \text{ abs}} = P_{S \text{ rel}} + P_{\text{atm}}$$

Donc la différence des deux donnera :

$$P_{T \text{ abs}} - P_{S \text{ abs}} = P_{T \text{ rel}} - P_{S \text{ rel}}$$

La différence de deux pressions absolues ou relatives donnera une pression relative.

C.2.2.b Calcul de la vitesse  $v_0$  de l'avion au niveau de la mer.

D'après le document C1, la masse volumique de l'air à l'altitude 0 est de  $1,225 \text{ kg.m}^{-3}$ .

Et on a aussi, d'après ce document, la relation :

$$v_0^2 = \frac{2(P_T - P_S)}{\rho} \quad \text{donc} \quad v_0 = \sqrt{\frac{2(P_T - P_S)}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \times 342,5 \times 10^2}{1,225}} = 236 \text{ m.s}^{-1}$$

C.2.2.c La vitesse à 1800 m est de  $258 \text{ m.s}^{-1}$ . Donc l'augmentation de vitesse par rapport au niveau de la mer est de :

$$\% = \frac{v_{1800} - v_0}{v_0} \times 100 = \frac{258 - 236}{236} \times 100 = 9,3\%$$

On peut considérer que l'information du manuel aéronautique est correcte.

### C.3 Etude d'un capteur de pression

C.3.1 La dénomination n'est pas correcte car, dans le document C2, il est pression relative (par rapport au vide). Or si la mesure se fait par rapport au vide, il s'agit d'une pression absolue. Il faut donc remplacer pression relative par pression absolue.

#### C.3.2 Noms des grandeurs d'entrée et de sortie

D'après le document C2, la grandeur d'entrée est la pression et la grandeur de sortie est la tension.

#### C.3.3 Détermination de l'étendue de la mesure

L'étendue de la mesure correspond à l'intervalle de mesures en entrée. D'après le document C2, l'étendue de la mesure est de 0 -1043 mbar.

#### C.3.4 Calcul de la sensibilité S de ce capteur.

Pour cela, on choisit deux points sur la droite :

A(0 mbar ; 0 mV) et B (1,05×10<sup>3</sup> mbar ; 100 mV)

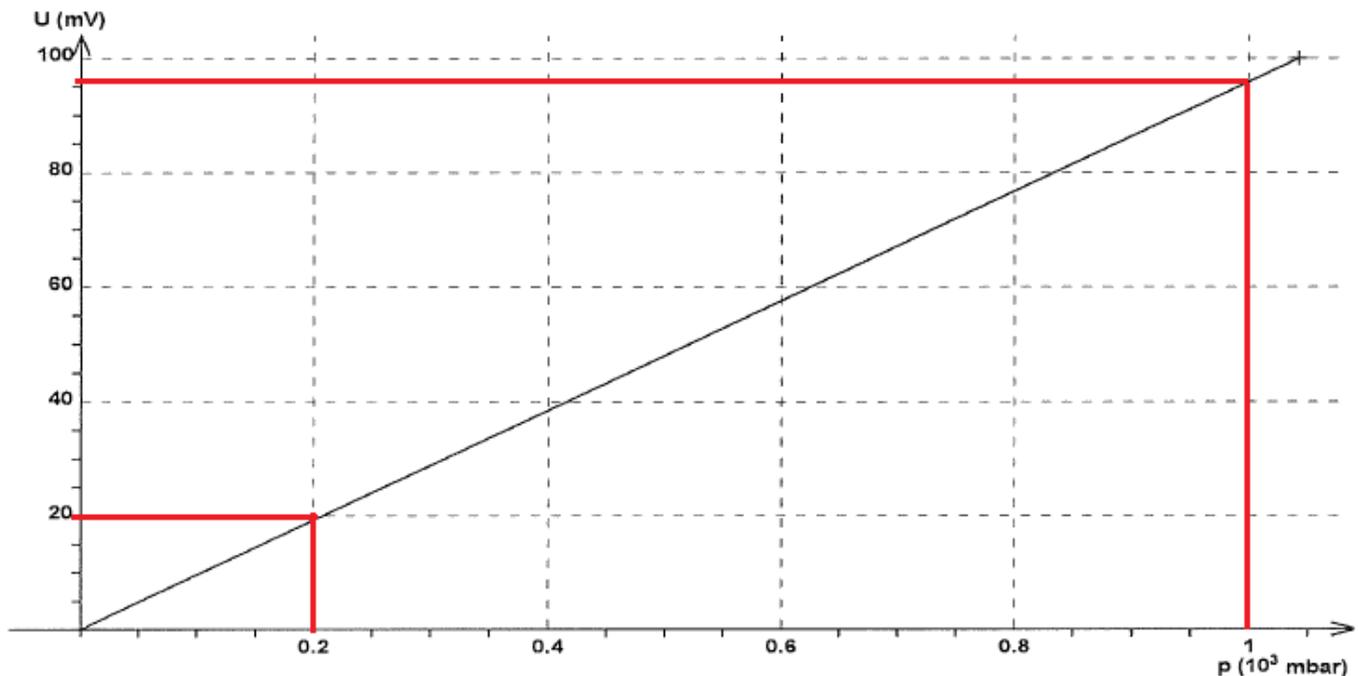
D'après l'énoncé, on a la relation :

$$S = \frac{\Delta U}{\Delta p} = \frac{U_B - U_A}{p_B - p_A} = \frac{100 - 0}{1,05 \times 10^3 - 0} = 0,0952 \text{ mV.mbar}^{-1}$$

#### C.3.5

##### C.3.5.a Document réponse DR2

D'après le document C3, à une altitude de 12000 m c'est-à-dire 12 km, la pression de 0,2×10<sup>3</sup> mbar. Et à une altitude de 0 km, la pression de 1×10<sup>3</sup> bar. Donc, si la pression varie entre ces deux valeurs, les valeurs de sortie varient entre : 20 mV et 95 mV.



##### C.3.5.b Justification du choix du capteur 26PCC

Ce capteur a été choisi comme altimètre car c'est un capteur linéaire. On a donc une relation simple entre la tension U et la pression p. De plus, il a une amplitude d'utilisation au niveau de la température qui est importante (-40°C, 85°C). Il a également un temps de réaction très petit (1 ms).