

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2019

Série STI2D
Toutes spécialités

Série STL
Spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

Nouvelle Calédonie – novembre 2019

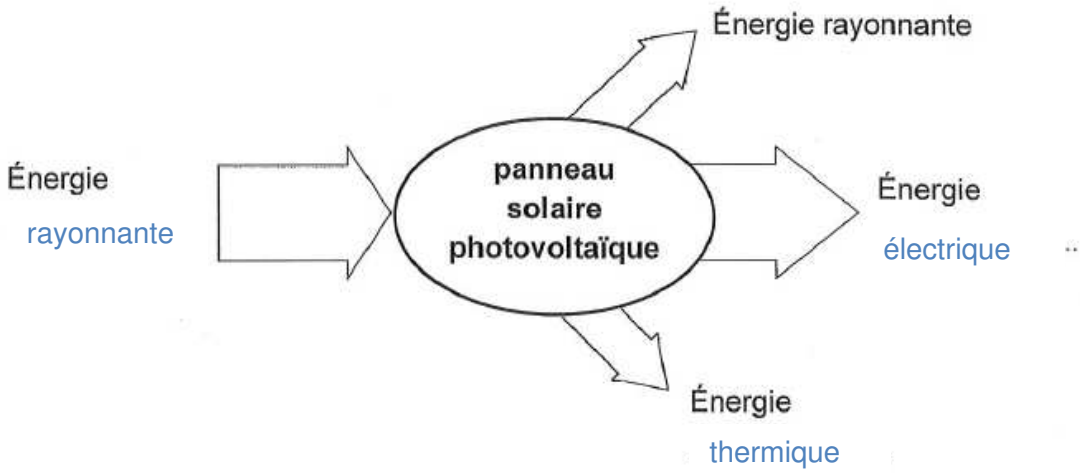
Proposition de correction

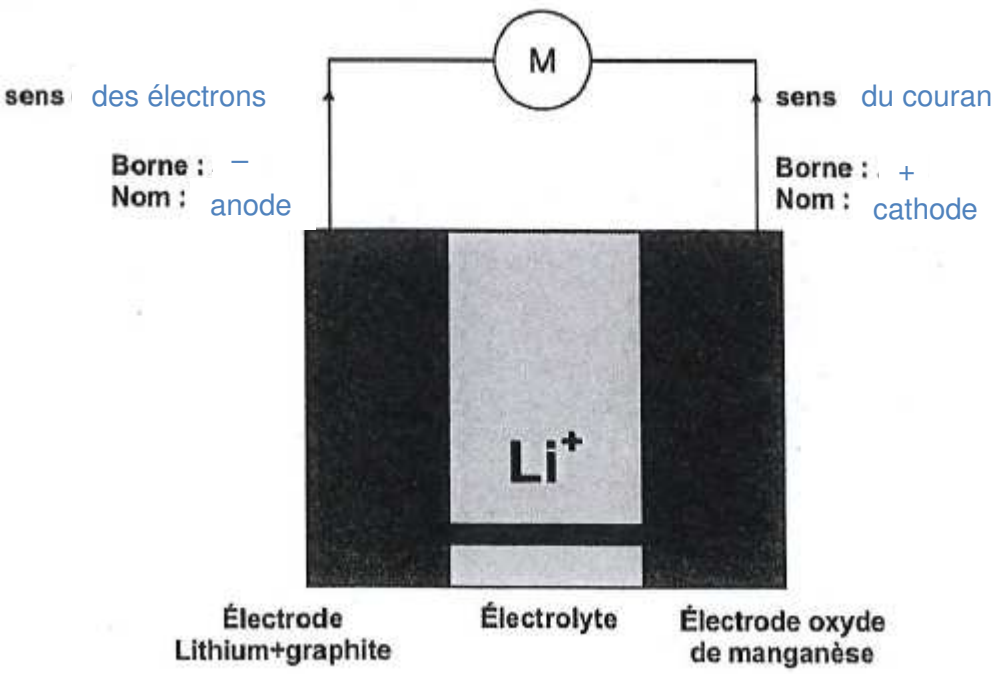
Si vous repérez une erreur, merci d'envoyer un message à :
philippe.robert1@ac-besancon.fr

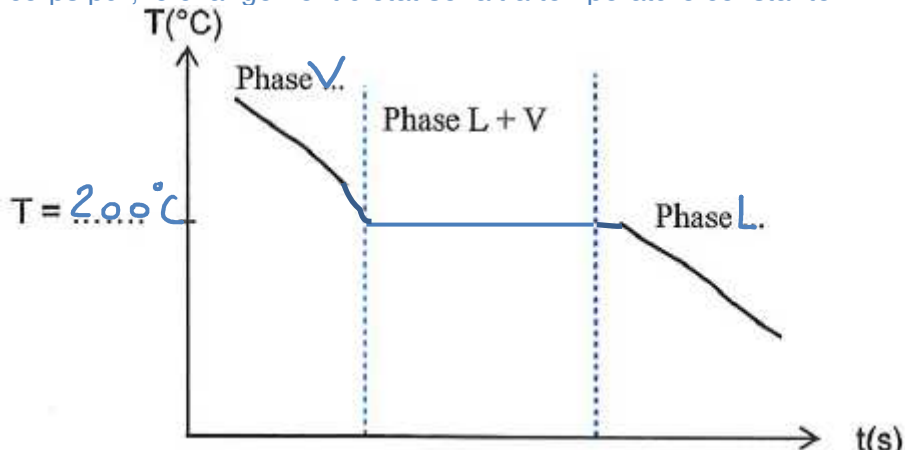
tour du monde de Solar impulse 2 du 9 mars 2015 au 26 juillet 2016



Partie A : La production et le stockage de l'énergie

<p>A.1.1</p>	<p>D'après le document A1, les trois principales technologies utilisées pour élaborer Solar Impulse 2 sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les cellules photovoltaïques - Les batteries lithium-polymère - Les fibres de carbone
<p>A.1.2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les cellules photovoltaïques sont utilisées dans l'habitat, - Les batteries lithium polymère dans les appareils nomades - La fibre de carbone dans le domaine sportif (coque de bateau, cadre de vélo,...)
<p>A.1.3</p>	<p>Pour faire aboutir le projet, il a fallu optimiser la masse de l'appareil et son aérodynamisme pour minimiser la consommation d'énergie.</p>
<p>A.2.1</p>	<p>D'après le document A3, la différence d'énergie rayonnante entre le sol et le dessus de l'atmosphère est due à des phénomènes d'absorption et de réflexion dans l'atmosphère.</p>
<p>A.2.2</p>	<p>D'après le document A2, il y a une surface $S = 270 \text{ m}^2$ de panneaux qui est installée sur l'avion. D'après le document A3, la puissance surfacique rayonnante maximale au sol est de $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Donc la puissance maximale qui peut être absorbé au niveau du sol par Solar Impulse est : $P_{\text{max}} = 1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \times 270 \text{ m}^2 = 270 \cdot 10^3 \text{ W} = 270 \text{ kW}$</p>
<p>A.2.3</p>	<p>Document réponse DR1 :</p> 
<p>A.2.4</p>	<p>D'après le document A2, le rendement des cellules photovoltaïques est $r = 22,7\%$ Or $r = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{max}}}$, donc $P_{\text{élec}} = r \times P_{\text{max}} = 0,227 \times 270 \text{ kW} = 61,3 \text{ kW}$.</p>
<p>A.2.5</p>	<p>D'après le document A2, les 4 moteurs fournissent chacun $13,0 \text{ kW}$, soit $4 \times 13,0 = 52 \text{ kW}$. Alimentés par les panneaux, ils reçoivent $P_{\text{max}} = 61,3 \text{ kW}$. Leur rendement est : $r = \frac{52 \text{ kW}}{61,3 \text{ kW}} \approx 0,85 = 85 \%$</p>
<p>A.2.6</p>	<p>Pour obtenir 240 V au total, il faut $\frac{240 \text{ V}}{3,58 \text{ V}} = 67$ cellules en série dans une branche.</p>
<p>A.2.7</p>	<p>Avec $17\,248$ cellules réparties en branches de 67 cellules, on peut avoir : $\frac{17\,248}{67} \approx 257$ branches.</p>

	<p>L'intensité totale délivrée par les panneaux est $I_{\text{tot}} = \frac{P_{\text{max}}}{U} = \frac{61,3 \text{ kW}}{240 \text{ V}} = \frac{61,3 \cdot 10^3 \text{ W}}{240 \text{ V}} = 255 \text{ A}$.</p> <p>Donc chaque branche délivre $I = \frac{I_{\text{tot}}}{257} \approx 0,99 \text{ A}$</p>
A.2.8	<p>D'après le document A4, un photon doit avoir une énergie au moins égale à 1,12 eV. Soit $1,12 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,79 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.</p>
A.2.9	<p>Cette énergie correspond à une longueur d'onde $\lambda = \frac{h \cdot c}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{1,79 \cdot 10^{-19}}$</p> <p>Soit $\lambda = 1,11 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Ce qui correspond à des infrarouges.</p>
A.3.1	<p>D'après le document A2, les 4 accumulateurs ont une masse de 633 kg et stockent chacun 41,0 kW·h. L'avion peut donc stocker $4 \times 41,0 \text{ kW}\cdot\text{h} = 164 \text{ kW}\cdot\text{h}$</p> <p>Ce qui donne une énergie massique de $\frac{164 \text{ kW}\cdot\text{h}}{633 \text{ kg}} = \frac{164 \cdot 10^3 \text{ W}\cdot\text{h}}{633 \text{ kg}} = 259 \text{ W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$.</p>
A.3.2	<p>D'après les données du document A6, les batteries choisies ont une énergie massique bien supérieure aux autres : ce sont celles qui ont la masse la plus faible pour stocker une énergie donnée.</p>
A.3.3	<p>D'après le document A7, les batteries lithium métal polymère choisies, car elles peuvent être faites dans des boîtiers plus légers, qu'elles peuvent prendre différentes formes et qu'elles sont moins dangereuses.</p>
A.3.4	<p>Équation à l'électrode pour le lithium : $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$. C'est une perte d'électron, donc une oxydation.</p>
A.3.5	<p>À l'autre électrode on a : $\text{Li}^+ + \text{MnO}_2 + \text{e}^- \rightarrow \text{LiMnO}_2$ Donc le bilan lorsqu'elle débite : $\text{Li} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{LiMnO}_2$</p>
A.3.6	<p>Document réponse DR2 :</p>  <p>sens des électrons sens du courant</p> <p>Borne : - Borne : + Nom : anode Nom : cathode</p> <p>Électrode Lithium+graphite Électrolyte Électrode oxyde de manganèse</p>
A.4.1	<p>D'après le document A8, le PCI du kérosène est 43,1 MJ par kilogramme de carburant. Or $1 \text{ W}\cdot\text{h} = 3600 \text{ J}$</p>

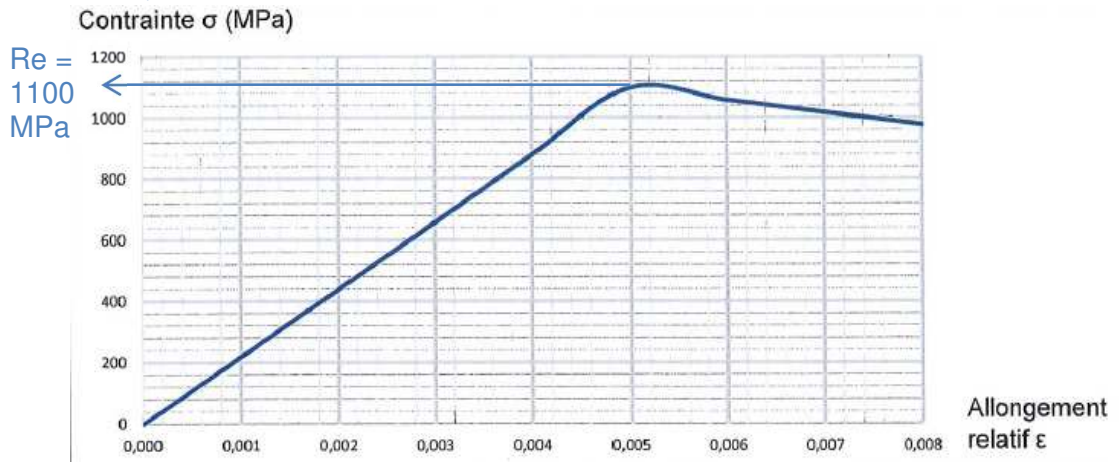
	Donc le PCI du kérosène est égal à $\frac{43,1 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}}{3600} = 1,20 \cdot 10^4 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$.
A.4.2	$\frac{1,20 \cdot 10^4 \text{ W} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}}{260 \text{ W} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}} = 46$ Pour une même masse, le kérosène stocke 46 fois plus d'énergie qu'une batterie. Les batteries ne peuvent pas, de ce point de vue, concurrencer les combustibles fossiles.
A.4.3	Le procédé utilisé pour séparer les différentes fractions du pétrole s'appelle la distillation.
A.4.4	Une fraction est caractérisée par sa température d'ébullition.
A.4.5	Document réponse DR3 : Pour un corps pur, le changement d'état se fait à température constante : 
A.4.6	$2 \text{ C}_{10}\text{H}_{22} + 31 \text{ O}_2 \rightarrow 20 \text{ CO}_2 + 22 \text{ H}_2\text{O}$
A.4.7	La formule moyenne du kérosène est $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$, la masse molaire est donc : $M = 10 \times M(\text{C}) + 22 \times M(\text{H}) = 10 \times 12 + 22 \times 1,0 = 142 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
A.4.8	Dans 1 kg de kérosène, il y a une quantité $n = \frac{m}{M} = \frac{1000 \text{ g}}{142 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7,0 \text{ mol}$ de kérosène. D'après l'équation de combustion, 2 mol de kérosène produit 20 mol de CO_2 . Donc, la combustion de 1kg, soit 7 mol de kérosène produit 70 mol de CO_2 . Or la masse molaire du CO_2 est $M(\text{CO}_2) = 1 \times M(\text{C}) + 2 \times M(\text{O}) = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Donc 70 mol de CO_2 ont une masse $m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2) = 70 \times 44 = 3,1 \cdot 10^3 \text{ g}$ Brûler 1 kg de kérosène libère bien environ 3,1 kg de CO_2 dans l'atmosphère.
A.4.9	Le CO_2 est un gaz à effet de serre, il est responsable de l'augmentation de la température moyenne sur Terre.

Partie B : le matériau du squelette

B.1.	L'utilisation de matériaux composites à la place de métaux permet d'améliorer les propriétés mécaniques de certaines pièces tout en diminuant leur masse. En allégeant l'avion, on diminue la consommation d'énergie.
B.2.	D'après le document B3, la résistance mécanique est la valeur de la contrainte au-delà de laquelle la déformation est irréversible.
B.3.	On trouve R_e à l'aide de la courbe.

Le module d'Young est la coefficient directeur du début de la courbe de traction :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{1100 \text{ MPa}}{0,005} = 2,2 \cdot 10^5 \text{ MPa} = 220 \cdot 10^3 \text{ MPa} = 220 \text{ GPa}$$



Document réponse DR4 :

	E (GPa)	Re (MPa)	masse (kg) pour 1 m ³ de matériau
Acier	200	350	7800
Aluminium	70	250	2700
Carbone	220	11.00	1800

B.4.

La fibre de carbone a une meilleure résistance mécanique Re que l'acier ou l'aluminium tout en étant plus léger.

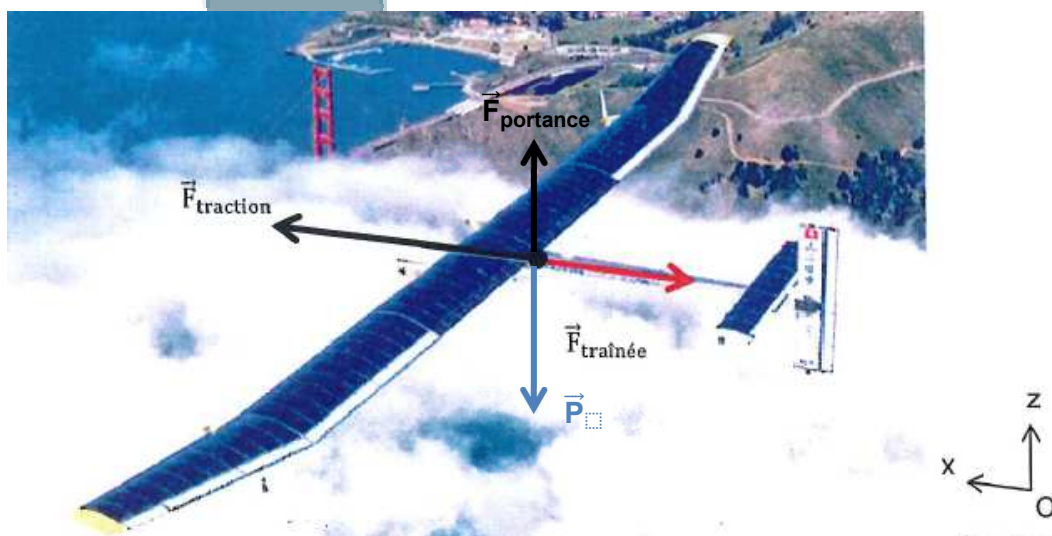
Partie C : Le vol de croisière et sa consommation !

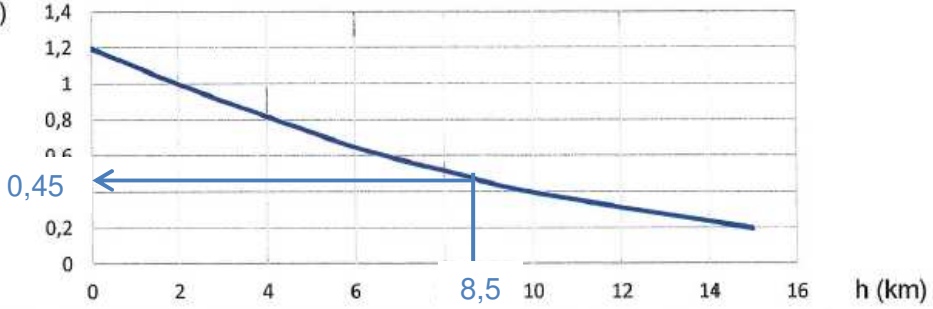
C.1.

Document réponse DR5 :

Le poids est une force verticale dirigée vers le bas.

La portance est verticale dirigée vers le haut :



<p>C.2.</p>	<p>D'après le document C3, la masse volumique de l'air à 8 500 m = 8,5 km d'altitude est égale à environ $0,45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$:</p>  <p>The graph shows a linear decrease in air density ρ (in $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) as altitude h (in km) increases. The y-axis ranges from 0 to 1.4 with major ticks every 0.2. The x-axis ranges from 0 to 16 with major ticks every 2. A blue line starts at $(0, 1.2)$ and ends at $(16, 0.2)$. A vertical blue line is drawn at $h = 8.5$ km, and a horizontal blue line is drawn from that point to the y-axis at $\rho = 0.45$.</p>
<p>C.3.</p>	<p>Pour maintenir une trajectoire horizontale, il faut que les deux forces verticales se compensent : $\vec{F}_{\text{portance}} = \vec{P}$</p>
<p>C.4.</p>	<p>D'après le document C1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le poids de l'avion est $P = m \times g = 2300 \times 9,81 \approx 2,3 \times 10^4 \text{ N}$. - la force de portance est $F_{\text{portance}} = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times S \times C_z$ <p>avec $\rho = 0,45 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $v = 90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $S = 270 \text{ m}^2$; $C_z = 0,60$</p> $F_{\text{portance}} = \frac{1}{2} \times 0,45 \times 25^2 \times 270 \times 0,60 \approx 2,3 \times 10^4 \text{ N}$ <p>Donc à cette vitesse, la force de portance compense bien le poids de l'avion : il peut garder une trajectoire horizontale.</p>
<p>C.5.</p>	<p>D'après le document C1, la force de traction est supérieure à la force de trainée. La résultante de toutes les forces est donc dirigée selon l'axe Ox, vers l'avant. La composante a_x selon l'axe Ox de l'accélération est donc positive : l'avion a donc bien un mouvement accéléré.</p>
<p>C.6.</p>	<p>En diminuant son altitude, l'avion vol dans une zone où la masse volumique ρ de l'air est plus grande qu'à 8,5 km.</p> <p>D'après l'expression de la force de portance : $F_{\text{portance}} = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times S \times C_z$</p> <p>En augmentant la masse volumique ρ on peut donc réduire la vitesse v tout en gardant la même force de portance.</p>
<p>C.7.</p>	<p>D'après le document C1 : $F_{\text{trainée}} = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times S \times C_x$</p> <p>avec $\rho = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; $v = 60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 16,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $S = 270 \text{ m}^2$; $C_x = 0,03$</p> $F_{\text{trainée}} = \frac{1}{2} \times 1 \times 16,7^2 \times 270 \times 0,03 \approx 1,1 \times 10^3 \text{ N}$
<p>C.8.</p>	<p>La puissance de la force de trainée est $P = F_{\text{trainée}} \times v = 1,1 \cdot 10^3 \times 16,7 = 1,9 \cdot 10^4 \text{ W} = 19 \text{ kW}$.</p> <p>L'avion possède 4 moteurs de 13,0 kW chacun, soit $4 \times 13 = 52 \text{ kW}$ au total.</p> <p>Les moteurs fonctionnent donc à $\frac{19 \text{ kW}}{52 \text{ kW}} \approx 0,4 = 40\%$ de la puissance nominale.</p>