

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2019

Série STI2D  
Toutes spécialités

Série STL  
Spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

Antilles Guyane – septembre 2019

Proposition de correction

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

ENERGY OBSERVER

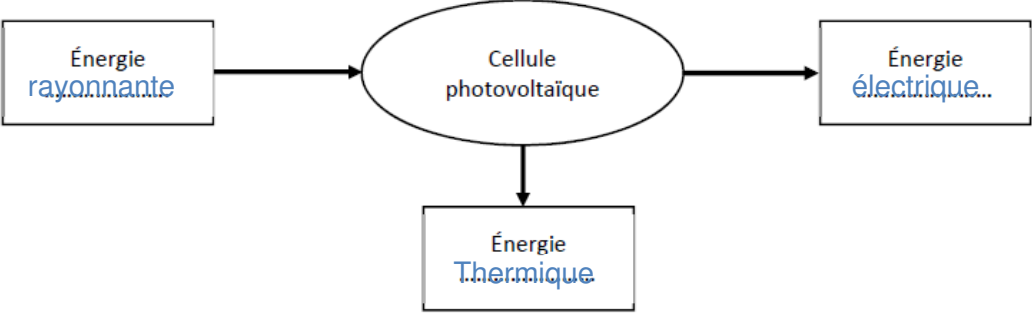
2017 – 2022

L'ODYSSÉE POUR LE FUTUR, À BORD DU PREMIER  
NAVIRE À HYDROGÈNE AUTOUR DU MONDE



Source : <http://www.energy-observer.org/fr/#bateau>

## Partie A : LE SOLEIL COMME SOURCE D'ÉNERGIE

<p><b>A.1.</b></p>	<p>Deux particularités des panneaux solaires équipant Energy Observer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ils ont été développés pour le projet (galbés selon un rayon suffisant pour épouser la forme de la coque.</li> <li>- Panneaux basse tension.</li> <li>- Revêtement antidérapant.</li> </ul>
<p><b>A.2.1</b></p>	<p>On onde électromagnétique est composée d'un champ magnétique et d'un champ électrique. Ces deux champs sont perpendiculaires entre eux et à la direction de propagation de l'onde.</p>
<p><b>A.2.2</b></p>	<p>Une onde électromagnétique peut également être caractérisée par sa fréquence <math>f</math> qui s'exprime en Hertz (Hz).</p>
<p><b>A.3.1</b></p>	<p>Document DR1 :</p>  <pre> graph LR     A[Énergie rayonnante] --&gt; B((Cellule photovoltaïque))     B --&gt; C[Énergie électrique...]     B --&gt; D[Énergie Thermique]     </pre>
<p><b>A.3.2</b></p>	<p>D'après le document A2, il faut que l'onde fournisse une énergie d'au moins 1,10 eV.  <math>E_{\min} = 1,10 \text{ eV} = 1,10 \times 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,76 \cdot 10^{-19} \text{ J}</math></p>
<p><b>A.3.3</b></p>	<p>Relation donnant <math>\lambda</math> en fonction de <math>E_{\min}</math> : <math>\lambda = \frac{h \cdot c}{E_{\min}}</math></p> <p><math>h</math> : constante de Planck  <math>c</math> : vitesse de la lumière  <math>\lambda</math> : longueur d'onde</p>
<p><b>A.3.4</b></p>	$\lambda = \frac{h \cdot c}{E_{\min}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{1,76 \cdot 10^{-19}} = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
<p><b>A.3.5</b></p>	<p>D'après le document A3, ces ondes appartiennent au domaine des infrarouges.</p>
<p><b>A.3.6</b></p>	<p>Le calcul que l'on vient de faire a permis de déterminer la valeur minimale de l'énergie nécessaire pour le fonctionnement du panneau.  L'énergie étant inversement proportionnelle à la longueur d'onde, la valeur de <math>\lambda = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}</math> correspond donc à la valeur maximale de longueur d'onde.  Le domaine du visible correspond à des longueurs d'ondes plus faibles : le panneau est donc bien adapté au domaine du visible.</p>
<p><b>A.4.1</b></p>	<p>D'après le document, un panneau a une longueur <math>L = 1675 \text{ mm} = 1,675 \text{ m}</math> et une largeur <math>l = 1001 \text{ mm} = 1,001 \text{ m}</math>, soit une surface <math>S = L \times l = 1,675 \times 1,001 = 1,677 \text{ m}^2</math>.</p> <p>Pour équiper une surface totale de <math>130 \text{ m}^2</math>, il faut <math>\frac{130 \text{ m}^2}{1,677 \text{ m}^2} \approx 77</math> panneaux (en réalité, il faudrait plutôt arrondir à 78).</p>

<b>A.4.2</b>	Si on installe 77 panneaux, soit une surface $S = 130 \text{ m}^2$ de panneaux. Éclairés avec un ensoleillement moyen de $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , la puissance lumineuse absorbée est égale à : $P_{\text{lum}} = 1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \times 130 \text{ m}^2 = 1,30 \cdot 10^5 \text{ W} = 130 \text{ kW}$ .
<b>A.4.3</b>	D'après le document A4, un seul panneau peut délivrer une puissance maximale $P_{\text{max}} = 290 \text{ W}$ . (Donc pour 77 panneaux, il faut multiplier cette valeur par 77). Le rendement d'un panneau se calcule avec l'expression suivante : $r = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{lum}}} = \frac{290 \times 77}{130 \cdot 10^3} \approx 0,17 = 17\%$
<b>A.4.4</b>	Un rendement de l'ordre de 15% est un rendement convenable. Actuellement, les meilleurs panneaux ont un rendement de l'ordre de 20%

## Partie B : L'HYDROGÈNE, UN VECTEUR ÉNERGÉTIQUE

<b>B.1.1</b>	Des isotopes sont des noyaux ayant le même nombre de protons, mais pas le même nombre de neutrons.
<b>B.1.2.1</b>	Les particules $\beta^-$ sont des électrons.
<b>B.1.2.2</b>	${}^3_1\text{H} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^0_{-1}\text{e}$ D'après les lois de Soddy on a : $3 = A + 0$ : donc $A = 3$ $1 = Z + -1$ : donc $Z = 2$ , c'est donc de l'hélium (d'après les données).  Le noyau fils est donc ${}^3_2\text{He}$
<b>B.1.2.3</b>	L'activité d'une source est égale au nombre de désintégrations par seconde. L'unité est le Becquerel.
<b>B.1.2.4</b>	Le rayonnement $\beta^-$ est peu pénétrant : il ne parcourt que 5 mm en moyenne dans l'air, et 6 $\mu\text{m}$ dans l'eau.
<b>B.2.1</b>	Une oxydation est une réaction de perte d'électrons. Sur le schéma, on voit que c'est l'anode qui fournit les électrons, c'est donc l'anode qui est le siège de l'oxydation.
<b>B.2.2</b>	À la cathode, on observe la réduction du dioxygène : $\text{O}_{2(\text{g})} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ C'est une réduction.
<b>B.2.3</b>	L'équation de fonctionnement s'obtient en « additionnant » ces deux 1/2 équations, en prenant soin de faire en sorte qu'il y ait le même nombre d'électrons échangé dans les deux cas : $\begin{array}{l} \text{O}_{2(\text{g})} + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \quad (\times 1) \\ \text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \quad (\times 2) \end{array}$ $\text{O}_{2(\text{g})} + 2 \text{H}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
<b>B.2.4</b>	Quand ils sont pleins, les réservoirs contiennent 62 kg de dihydrogène, donc une quantité : $n(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{62 \cdot 10^3 \text{ g}}{2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} = 31 \cdot 10^3 \text{ mol}$
<b>B.2.5</b>	D'après la 1/2 équation de l'anode, avec 1 mol de dihydrogène $\text{H}_2$ , on peut faire circuler 2 mol d'électrons. Donc, avec $31 \cdot 10^3 \text{ mol}$ de dihydrogène, on peut faire circuler une quantité $n(\text{e}^-) = 2 \times 31 \cdot 10^3 = 62 \cdot 10^3 \text{ mol}$ d'électrons.
<b>B.2.6</b>	$Q = n(\text{e}^-) \times F = 62 \cdot 10^3 \text{ mol} \times 96500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1} = 5,98 \cdot 10^9 \text{ C}$

<b>B.2.7</b>	<p>E s'exprime en Joule  Q en Coulomb, c'est-à-dire en A·s  U s'exprime en volt V  Le produit Q×U s'exprime en V·A·s  Or, d'une tension en volt par une intensité en ampère correspond à une puissance en Watt : le produit Q×U s'exprime donc aussi en W·s ce qui équivaut aussi à des joules !</p> <p>Donc, la relation correcte est <math>E = Q \times U</math></p>
<b>B.2.8</b>	$E = Q \times U = 5,98 \cdot 10^9 \text{ C} \times 1,3 \text{ V} \approx 7,8 \cdot 10^9 \text{ J}$
<b>B.2.9</b>	<p>D'après les données, le pouvoir calorifique de l'octane est égal à PCI = 44,4 MJ·kg<sup>-1</sup> et sa masse volumique est <math>\rho = 0,703 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}</math>.</p> <p>Pour récupérer <math>E = 7,8 \cdot 10^9 \text{ J}</math>, il faut une masse :</p> $m = \frac{E}{\text{PCI}} = \frac{7,8 \cdot 10^9 \text{ J}}{44,4 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}} = \frac{7,8 \cdot 10^9 \text{ J}}{44,4 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}} = 1,76 \cdot 10^2 \text{ kg}$ <p>Donc un volume <math>V = \frac{m}{\rho} = \frac{1,76 \cdot 10^2 \text{ kg}}{0,703 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 2,5 \cdot 10^2 \text{ L}</math> (ce qui correspond à la valeur donnée dans la suite de l'exercice)</p>
<b>B.3.1</b>	<p>(On a calculé la masse dans la question précédente ;</p> $n(\text{C}_8\text{H}_{18}) = \frac{m(\text{C}_8\text{H}_{18})}{M(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{1,76 \cdot 10^2 \text{ kg}}{114 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1,76 \cdot 10^5 \text{ g}}{114 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 1,5 \cdot 10^3 \text{ mol.}$
<b>B.3.2</b>	<p>document réponse DR2 :</p> $\text{C}_8\text{H}_{18} + 12,5 \text{ O}_2 \rightarrow 8 \text{ CO}_2 + 9 \text{ H}_2\text{O}$
<b>B.3.3</b>	<p>D'après cette équation, avec 1 mol d'octane, on forme 8 moles de CO<sub>2</sub>.  Donc avec <math>1,5 \cdot 10^3 \text{ mol}</math> d'octane, on forme <math>8 \times 1,5 \cdot 10^3 \text{ mol} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ mol}</math> de CO<sub>2</sub>.</p>
<b>B.3.4</b>	$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times M(\text{CO}_2) = 1,2 \cdot 10^4 \text{ mol} \times 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5,3 \cdot 10^5 \text{ g}$
<b>B.3.5</b>	<p>Le bateau peut naviguer à la vitesse de 6,0 nœuds pendant 5 jours.  1 nœud = 1,85 km·h<sup>-1</sup>.  Donc :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>v = 6,0 \text{ nd} = 6,0 \times 1,85 = 11,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}</math>.</li> <li>- <math>\Delta t = 5 \times 24 = 120 \text{ h}</math></li> </ul> <p>Il peut donc parcourir une distance <math>d = v \times \Delta t = 11,1 \times 120 = 1,33 \cdot 10^3 \text{ km}</math></p> <p>Le bilan carbone serait alors de <math>\frac{5,3 \cdot 10^5 \text{ g}}{1,33 \cdot 10^3 \text{ km}} \approx 4,0 \cdot 10^2 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}</math> si le bateau était propulsé par un moteur à essence.</p>

### Partie C : ENERGY OBSERVER FAIT DU KITE SURF !

<b>C.1.1</b>	<p>Grandeur d'entrée : vitesse de rotation  Grandeur de sortie : tension</p>
<b>C.1.2</b>	<p>Sur le document C2, la fréquence du signal est égale à la fréquence du fondamental du spectre, dans celle du premier pic : soit <math>f = 25 \text{ Hz}</math>.  25 Hz correspond à <math>25 \text{ tr} \cdot \text{s}^{-1}</math>, donc à <math>25 \times 60 = 1500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}</math></p>

<b>C.1.3</b>	<p>Sur le document C3, on peut déterminer la période du signal : <math>T = 40 \text{ ms}</math>.</p> <p>Donc <math>f = \frac{1}{T} = \frac{1}{40 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 25 \text{ Hz}</math> : on retrouve bien la même valeur.</p>
<b>C.1.4</b>	<p>D'après le document C4 :</p> <p>Le second pic correspond à une fréquence triple du fondamental (fréquence <math>f_1 = 25 \text{ Hz}</math>), soit <math>f = 75 \text{ Hz}</math>.</p> <p>C'est l'harmonique de rang 3 car <math>f = 3 \times f_1</math>.</p>
<b>C.2.1</b>	<p><math>P = m \times g = 33 \cdot 10^3 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 3,2 \cdot 10^5 \text{ N}</math></p>
<b>C.2.2</b>	<p>Le bateau avance à vitesse constante.</p> <p>D'après le principe d'inertie, il est donc soumis à des forces qui se compensent.</p> <p>Ici, il y a 2 forces verticales (le poids et la poussée d'Archimède) et 2 forces horizontales (les frottements et la force motrice).</p> <p>Elles s'annulent donc deux à deux.</p> <p>Donc ici la valeur de la poussée d'Archimède est égale à la valeur du poids : <math>3,2 \cdot 10^5 \text{ N}</math></p>
<b>C.2.3</b>	<p>Le bateau avance à vitesse constante.</p> <p>D'après le principe d'inertie, il est donc soumis à des forces qui se compensent : la résultante des forces est nulle.</p>
<b>C.2.4</b>	<p>Le poids et la poussée d'Archimède sont des forces de directions verticales.</p> <p>Elles sont donc perpendiculaires au déplacement : leurs travaux sont nuls.</p>
<b>C.2.5</b>	<p>Les deux forces <math>\vec{f}</math> et <math>\vec{F}_m</math> sont opposées, le travail moteur de <math>\vec{F}_m</math> est compensé par le travail résistant de <math>\vec{f}</math> : les deux s'annulent.</p>
<b>C.2.6</b>	<p><math>W_D(\vec{T}) = T \times D = 750 \times 150 = 1,12 \cdot 10^5 \text{ J}</math></p>
<b>C.2.7</b>	<p>D'après le théorème de l'énergie cinétique :</p> <p><math>E_C(\text{finale}) - E_C(\text{initiale}) = W_D(\vec{T})</math></p> <p><math>E_C(\text{finale}) = E_C(\text{initiale}) + W_D(\vec{T})</math></p> <p><math>\frac{1}{2} m \times v_{\text{finale}}^2 = \frac{1}{2} m \times v_{\text{initiale}}^2 + W_D(\vec{T})</math></p> <p><math>v_{\text{finale}} = \sqrt{v_{\text{initiale}}^2 + \frac{2}{m} W_D(\vec{T})}</math></p> <p>Avec <math>v_{\text{initiale}} = 11,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 3,08 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}</math></p> <p><math>v_{\text{finale}} = \sqrt{3,08^2 + \frac{2}{33 \cdot 10^3} \times 1,12 \cdot 10^5} = 4,03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}</math></p> <p>Soit <math>14,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}</math></p>
<b>C.2.8</b>	<p>La différence est due au fait qu'en augmentant la vitesse, on augmente la valeur des frottements, toute l'énergie n'est pas convertie en énergie cinétique.</p>