

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2019

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement
Durable

et

Sciences et Technologies de Laboratoire spécialité Sciences
Physiques et Chimiques en Laboratoire

Métropole – septembre 2019

Proposition de correction

Si vous repérez une erreur, merci d'envoyer un message à :

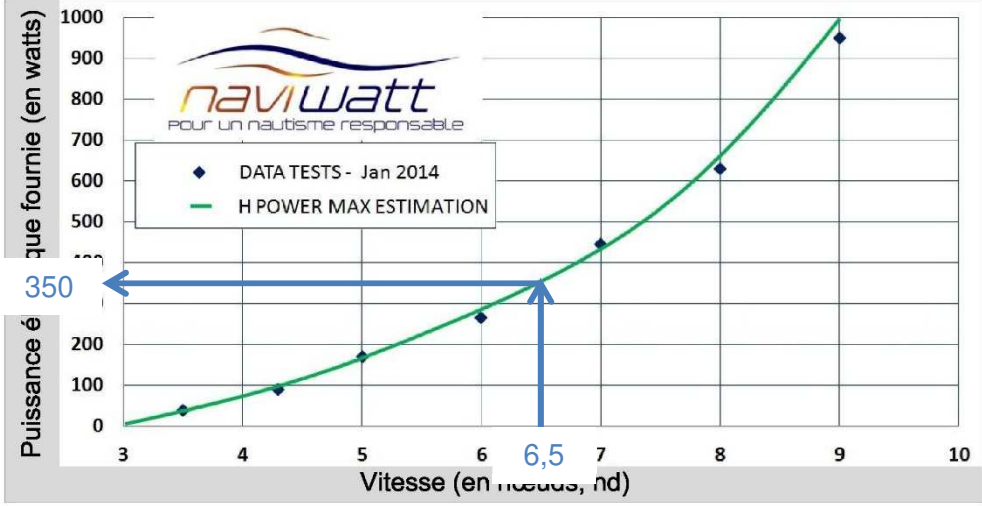
philippe.robert1@ac-besancon.fr

Eco sailing project : le tour du monde écologique à la
voile

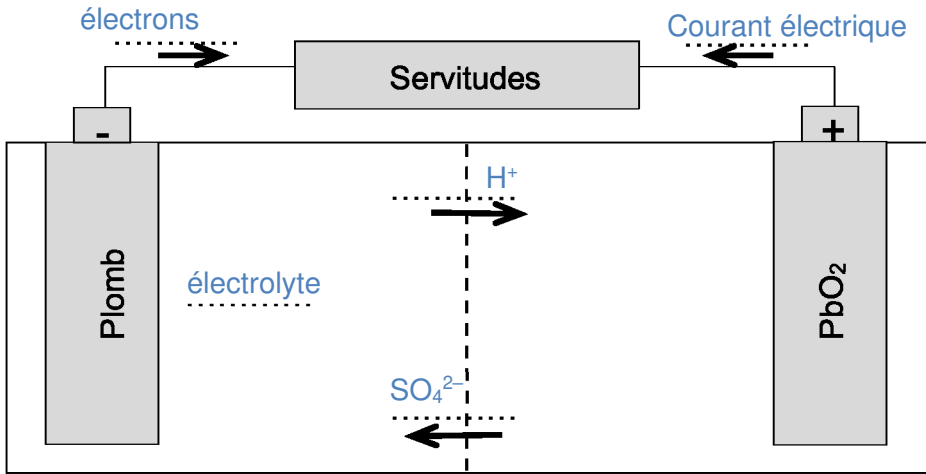


Partie A : le système de propulsion du voilier (8 points)

<p>A.1.1</p>	<p>DR1 - Chaîne énergétique du voilier en mode propulsion</p> <pre> graph TD Vent[Vent] -- "Énergie ..mécanique..." --> Eolienne((Éolienne)) Soleil[Soleil] -- "Énergie ..rayonnante..." --> Panneaux[Panneaux solaires] Eolienne -- "Énergie ..électrique..." --> Batteries[Pack de batteries] Panneaux -- "Énergie ..électrique..." --> Batteries Batteries -- "Énergie ..électrique..." --> Moteurs((Moteurs électriques)) Moteurs -- "Énergie ..mécanique.." --> Helice((Hélice hydrogénératrice)) Helice -- "Énergie mécanique (cinétique)" --> Output[] </pre>																		
<p>A.1.2</p>	<p>La chaîne proposée semble compatible avec le projet d'un voyage écologique car elle n'utilise que des sources d'énergies renouvelable.</p>																		
<p>A.2.1</p>	<p>D'après le document n°1, l'éolienne démarre à partir d'un vent de 4,5 nœuds.</p>																		
<p>A.2.2</p>	<p>D'après le document n°1, pour un vent de 20 nœuds, la puissance électrique maximale fournie par l'éolienne est $P_{\text{elec_max}} = 210 \text{ W}$.</p> <table border="1"> <caption>Approximate data points from the power vs. wind speed graph</caption> <thead> <tr> <th>Vitesse du vent (nd)</th> <th>Puissance électrique (W)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>50</td></tr> <tr><td>15</td><td>100</td></tr> <tr><td>20</td><td>210</td></tr> <tr><td>25</td><td>300</td></tr> <tr><td>30</td><td>400</td></tr> <tr><td>35</td><td>480</td></tr> <tr><td>40</td><td>500</td></tr> </tbody> </table>	Vitesse du vent (nd)	Puissance électrique (W)	4.5	0	10	50	15	100	20	210	25	300	30	400	35	480	40	500
Vitesse du vent (nd)	Puissance électrique (W)																		
4.5	0																		
10	50																		
15	100																		
20	210																		
25	300																		
30	400																		
35	480																		
40	500																		

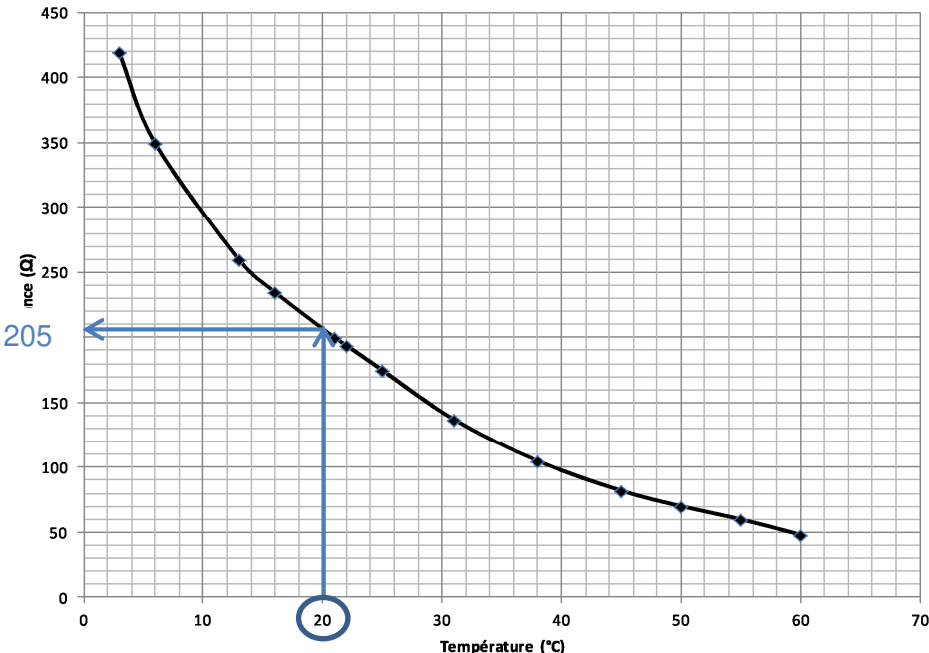
<p>A.2.3</p>	<p>Il faut convertir la vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$: $20 \text{ nd} = 20 \times 0,51 = 10,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En utilisant la formule donnée dans l'énoncé, on a :</p> $P_{\text{méca}} = \frac{1}{2} \times C_p \times \rho \times S \times v^3 = \frac{1}{2} \times 0,47 \times 1,23 \times 0,95 \times 10,2^3 = 291,4 \approx 2,9 \cdot 10^2 \text{ W}$
<p>A.2.4</p>	<p>Le rendement est le quotient de la puissance utile sur la puissance reçue :</p> $r = \frac{P_{\text{élec_max}}}{P_{\text{méca}}} = \frac{210 \text{ W}}{291 \text{ W}} = 0,72 = 72\% \text{ pour un vent de } 20 \text{ nd.}$
<p>A.3.1</p>	<p>On utilise le document n°2 :</p>  <p>Graphiquement, on trouve $P_{\text{res}} = 350 \text{ W}$ pour une vitesse de 6,5 nd.</p>
<p>A.3.2</p>	<p>En 1h (soit 3600 s), le système peut produire une énergie :</p> $E = P_{\text{res}} \times \Delta t = 350 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 1,26 \cdot 10^6 \text{ J} \approx 1,3 \text{ MJ}$
<p>A.3.3</p>	<p>Le bateau est propulsé par 2 moteurs de 10 kW. Avec l'énergie calculée en A.3.2, il peut fonctionner pendant :</p> $\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{1,3 \cdot 10^6 \text{ J}}{2 \times 10^4 \text{ W}} = 63 \text{ s}$ <p>Il faut 1h pour stocker l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les moteurs pendant environ 1 min ! À cette vitesse, l'hydrogénérateur ne produit pas suffisamment d'énergie pour faire propulser le bateau.</p>
<p>A.4.1</p>	<p>D'après le document n°3, il y a 2 batteries stockant une énergie totale de 38,4 kWh. Elles peuvent faire fonctionner le bateau pendant :</p> $\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{38,4 \cdot 10^3 \text{ Wh}}{2 \times 10^4 \text{ W}} = 1,92 \text{ h} \approx 1,9 \text{ h.}$ <p>L'énergie stockée dans les batteries permet de faire fonctionner les 2 moteurs pendant un peu moins de 2h.</p>
<p>A.4.2</p>	<p>Il faut d'abord convertir la vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$: $v_{\text{max}} = 7,0 \text{ nd} = 7,0 \times 0,51 = 3,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En 2h (soit $2 \times 3600\text{s}$), le bateau parcourt une distance :</p> $d = v_{\text{max}} \times \Delta t = 3,57 \times 2 \times 3600 = 2,57 \cdot 10^4 \text{ m} \approx 26 \text{ km.}$ <p>Il ne peut pas franchir les 100 km lui permettant de sortir du « Pot-au-Noir ».</p>
<p>A.4.3</p>	<p>Le calcul est similaire :</p> <p>Il faut d'abord convertir la vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$: $v_{\text{réduite}} = 3,0 \text{ nd} = 3,0 \times 0,51 = 1,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En 24h (soit $24 \times 3600\text{s}$), le bateau parcourt une distance :</p> $d = v_{\text{réduite}} \times \Delta t = 1,53 \times 24 \times 3600 = 1,32 \cdot 10^5 \text{ m} > 100 \text{ km.}$ <p>Le problème de traversée est résolu !</p>

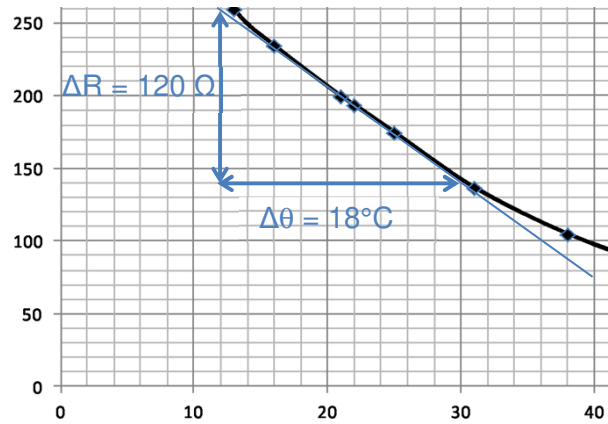
Partie B : la vie quotidienne à bord du voilier (8 points)

<p>B.1.1</p>	<p>DR2 - Schéma de la batterie au plomb associée au système de servitude</p> 
<p>B.1.2</p>	<p>L'oxydation : perte d'électrons : électrode Pb (-) La réduction : gain d'électrons : électrode PbO₂ (+)</p>
<p>B.1.3</p>	<p>DR3 – Équation-bilan globale correspondant à la décharge de la batterie</p> $\text{Pb} = \text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^{-}$ $\text{PbO}_2 + 4 \text{H}^{+} + 2 \text{e}^{-} = \text{Pb}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$
<p>B.1.4</p>	<p>Il y a, dans chaque 1/2 équations 2 électrons échangés, il faut les additionner :</p> $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 4 \text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} = \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^{-} + \text{Pb}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p>Soit : $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 4 \text{H}^{+} = 2 \text{Pb}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$</p>
<p>B.1.5</p>	<p>D'après le document n°4 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le bloc de batteries a une capacité de 1000 Ah en 12V, soit une énergie stockée $E = 1000 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} = 1,2 \times 10^4 \text{ Wh}$. Tous les équipements utilisés en même temps demandent un courant de 16 A et une tension de 12 V, soit une puissance $P = 16 \text{ A} \times 12 \text{ V} = 192 \text{ W}$ <p>L'ensemble pourra fonctionner pendant une durée : $\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{1,2 \cdot 10^4 \text{ Wh}}{192 \text{ W}} = 62,5 \text{ h}$.</p>
<p>B.1.6</p>	<p>Quantité d'énergie stockée dans le bloc de batterie : $Q = 1000 \text{ Ah}$. Or, $1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$, donc $Q = 1000 \times 3600 = 3,6 \cdot 10^6 \text{ C}$.</p> <p>De plus $1 \text{ F} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$</p> <p>Donc le bloc de batteries peut faire circuler $n = \frac{Q}{F} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \text{ C}}{9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}} = 37,3 \text{ mol}$ d'électrons.</p>
<p>B.1.7</p>	<p>D'après l'équation trouvée en B.1.5, pour réduire 1 mol de PbO₂, il faut 2 mol d'électrons.</p> <p>Donc, avec 37,3 mol d'électrons, on peut réduire $n(\text{PbO}_2) = \frac{37,3 \text{ mol}}{2} = 18,65 \text{ mol}$ de PbO₂.</p> <p>La masse molaire de PbO₂ est $M(\text{PbO}_2) = M(\text{Pb}) + 2 \times M(\text{O}) = 240 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Donc $m(\text{PbO}_2) = n(\text{PbO}_2) \times M(\text{PbO}_2) = 18,65 \times 240 = 4,476 \cdot 10^3 \text{ g} \approx 4,5 \text{ kg}$.</p>
<p>B.2.1</p>	<p>D'après le document n°4, les panneaux fournissent une puissance $P = 400 \text{ W}$ et il faut une tension de $U = 12 \text{ V}$ pour le bloc de batteries.</p> <p>Donc $I = \frac{P}{U} = \frac{400 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 33,3 \text{ A}$</p>

B.2.2	Pour recharger le bloc, il faut $Q = 1000 \text{ Ah}$, donc avec $I = 33,3 \text{ A}$ une durée : $\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{1000 \text{ Ah}}{33,3 \text{ A}} = 30 \text{ h} .$
B.3.1	On a le couple $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{aq}} / \text{CH}_3\text{COO}^-_{\text{aq}} : \text{CH}_3\text{COOH}_{\text{aq}} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{\text{aq}} + \text{H}^+_{\text{(aq)}}$ Et le couple $\text{HCO}_3^-_{\text{aq}} / \text{CO}_3^{2-}_{\text{aq}} : \text{HCO}_3^-_{\text{aq}} = \text{CO}_3^{2-}_{\text{aq}} + \text{H}^+_{\text{(aq)}}$ En combinant les deux $\frac{1}{2}$ équations : $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{aq}} + \text{CO}_3^{2-}_{\text{aq}} = \text{CH}_3\text{COO}^-_{\text{aq}} + \text{HCO}_3^-_{\text{aq}}$
B.3.2	Lors de la 2 ^e réaction, l'acide produit est CO_2 , H_2O et la base produite est CH_3COO^-

Partie C : les missions scientifiques (4 points)

C.1	D'après le document 6, la balise utilise la technologie GSM. D'après le document 8, la technologie GSM utilise une fréquence de 900 MHz. Ce qui correspond à une longueur d'onde : $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{900 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = \frac{3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{900 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}} = 0,33 \text{ m} = 33 \text{ cm}$ D'après le document 7, il s'agit d'UHF (ultra haute fréquence)
C.2.1	D'après le document 9, la CTN convertit une valeur de température en valeur de résistance : Entrée : température – sortie : résistance.
C.2.2	CTN signifie coefficient de température négatif. Le négatif fait référence au fait que la résistance diminue quand la température augmente.
C.2.3	Avec le document n°9 :  <p>Dans l'eau à 20°C, la résistance est égale à 205 Ω.</p>
C.2.4	Si on s'intéresse à la variation de résistance pour une température proche de 20°C, on détermine la pente de la tangente à la courbe autour de 20°C :



La pente de cette tangente est : $-\frac{\Delta R}{\Delta \theta} = -\frac{120 \Omega}{18^\circ\text{C}} = -6,67 \Omega \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \approx -7 \Omega \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

Soit $\Delta R \approx k \times \Delta \theta$ avec $k = -7 \Omega \cdot \text{K}^{-1}$

