

SESSION 2015

## BACCALaurÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du  
Développement Durable

ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

**CORRECTION**

### NAVETTE MARITIME ELECTRO-SOLAIRE



#### Constitution du sujet :

- **Sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
  - **PARTIE I (3 heures)**..... Pages 2 à 5
  - **PARTIE II (1 heure)**..... Page 5
- **Documents réponses**..... Pages 6 à 8

CORRECTION

Question I.1.1	Le parcours est un <b>aller-retour</b> . Le bateau est <b>symétrique</b> (amphidrome) pour éviter les demi-tours à chaque voyage
Question I.1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensions et couleurs identiques</li> <li>• Caractère amphidrome</li> <li>• Forme du toit</li> <li>• Grandes surfaces vitrées....</li> </ul>
Question I.1.3 DR1.	Voir DR1
Question I.1.4	<i>Moteur électrique : moins de pollutions, meilleur rendement</i> <i>Masse : l'allègement (baies vitrées et coque) permet un gain d'énergie lors des déplacements</i>

## I.2 : Valider le choix d'une solution « tout électrique »

### Besoin en énergie :

Question I.2.1	1 nœud = $1,852 \text{ km.h}^{-1}$ soit 4 nœuds = <b><math>7,408 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Question I.2.2	Soit 7408 m en 3600 s et pour 283 m x = <b>137 s</b> soit environ 2 min 17 s
Question I.2.3 DR2.	Voir DR2 Les 2 pics correspondent à la puissance nécessaire à l' <b>accélération</b> (Pic1) et à la puissance nécessaire au <b>freinage</b> (Pic2).
Question I.2.4	La vitesse n'est pas constante tout au long de la traversée (accélération et freinage du bateau)
Question I.2.5 DR2	Voir DR2

## Apport en énergie solaire :

- Question I.2.6 | **Non** les PV n'assurent pas l'autonomie du « Ferry-Boat » : Consommation (**22,7 kWh/jour** au minimum) > Production (maxi : **18 kWh/jour**)
- Question I.2.7 | **16** panneaux pour la propulsion  
**8** panneaux pour le circuit service
- Question I.2.8 | Puissance crête de l'installation : 16 panneaux de 220Wc = **3,52 kWc**  
Rendement : **13,8 %**
- Question I.2.9 | Pour que la production soit optimale, les panneaux doivent se trouver à la perpendiculaire des rayons solaire. **Dans notre cas, les panneaux sont à l'horizontale ce qui n'est pas la position optimale.**  
  
Pour améliorer la production il faudrait **orienter les panneaux plein sud et les incliner** mais cela nuirait à l'esthétique de l'ensemble.

## Stockage de l'énergie

- Question I.2.10 | Une batterie 6V soit  $384 / 6 =$  **64 batteries**.  
  
Elles sont associées en **série** (la tension de chaque module s'ajoute mais pas le courant).
- Question I.2.11 | Énergie totale disponible dans un parc :  $384 \times 136 = 52224$  Wh  
donc pour 70% utilisable :  $0,7 \times 52224 = 36557$  Wh  
  
Pour les deux parcs :  $2 \times 36557 =$  **73114 Wh** disponible pour respecter la profondeur de décharge de 70%.
- Question I.2.12 | Le parc de batteries est en fait calculé pour des pilotes peu soucieux de leur consommation énergétique : **73114 Wh disponible contre 70008 Wh consommés** dans le cas le plus défavorable.  
  
Le mode éco conduite permet **de limiter l'énergie puisée** dans le parc de batterie (73114Wh dispo contre 51192 Wh consommés) et permet **d'augmenter la durée de vie du parc** (profondeur de décharge limitée à 49%). Soit une durée de vie des batteries multipliée par 1,7 (2500/1500)  
  
On peut également compter **sur la production des panneaux PV afin de réduire la profondeur de décharge** du parc de batterie. (besoin en mode eco conduite  $51192 - 18000$ Wh produit / j = 33192 Wh soit une profondeur de décharge de  $(33192 \times 100) / 104448 = 31,7\%$  ce qui correspond à une durée de vie des batteries multipliée par 3 (4500/1500)

## Charge des batteries

- Question I.2.13 | ❶ : Tension **alternative** ; ❷ ❸ et ❹ : Tension **continue**
- Question I.2.14 | « Auxiliary battery voltage » correspond à l'octet n°4 des données soit  $F3_{(16)} = 243_{(10)}$  soit **24,3V**
- Question I.2.15 | L'information «Mains current maximum» est comprise entre 0 et 50 avec une résolution de 0,1 il faut donc un nombre allant de **0 à 500**. Avec 1 octet on ne peut coder que jusqu'à **255**.

## Impact écologique

- Question I.2.16 |  $(48+54+57+41+23+19+40+34+47+50+46+34)= 493$  donc en **41,08g**
- Question I.2.17 |  $4400 \times 41,08g = 180752 g$  soit **181 kg CO2/an** économisé.

## Synthèse

- Question I.2.18 | L'étude précédente montre que **la capacité des batteries est calculée pour garantir le service quotidien** :
- consommation quotidienne comprise entre 22752 Wh et 73008 Wh
  - capacité utilisable des batteries : 73114 Wh avec une profondeur de décharge de 70% maxi.
- Les panneaux photovoltaïques** fournissent seulement un appoint mais n'assurent jamais l'autonomie du « Ferry-Boat ». Par contre, s'ils permettent de diminuer l'achat d'électricité lors de la recharge sur le quai, ils **permettent surtout d'augmenter la durée de vie des batteries** (diminution de la profondeur de décharge).
- La **charge et la surveillance des batteries** sont effectuées par le système de **contrôle des batteries** grâce au **bus CAN**.
- On constate que grâce à l'utilisation de techniques modernes on favorise les économies d'énergie, on obtient un **gain CO2** non négligeable ce qui réduit l'impact environnemental.

**I.3 Vérifier la manœuvrabilité du « Ferryboat ».**

Question I.3.1	Il s'agit d'une transmission par <b>courroie</b> (crantée).
Question I.3.2 DR1	Voir DR1
Question I.3.3 DR3	Voir DR3
Question I.3.4	<p>Sécurité : assistance au pilotage lors du changement de poste, vérification de l'état des commandes du double poste.</p> <p>De plus, la manœuvrabilité est limitée : pods commandés ensemble ou indépendamment, manœuvres limitées, pas de demi-tour du bateau.</p>

**PARTIE II**

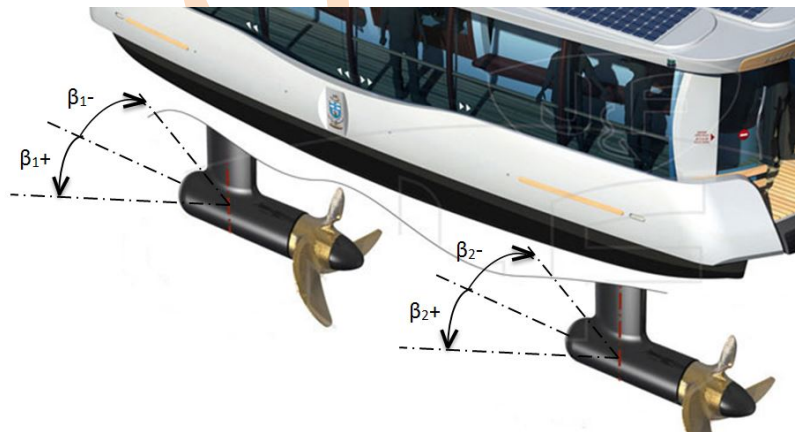
Question II.1	<p>Ponton flottant/quai : translation → <b>glissière</b> → <b>s'adapter au niveau de la mer.</b></p> <p>Rampe inclinable/quai : rotation → <b>pivot</b> → <b>s'incliner</b> en fonction du niveau de la mer.</p>
Question II.2	Pente maxi d'une rampe : <b>5%</b> (la valeur de 12% ne concerne que les longueurs de pente inférieures à 50 cm).
Question II.3	Pente à 5% → $\text{tg } \alpha = 5/100$ → <b><math>\alpha = 2,86^\circ</math></b>
Question II.4	$\text{tg } \alpha = (h - h_{\text{moy}}) / L_{\text{rampe}} = (716 - 616) / 3000 = 0,033$ → <b><math>\alpha = 1,9^\circ</math></b>
Question II.5	$y_c = (5 \times 7000 \times 3^4) / (384 \times 210 \cdot 10^9 \times 863 \cdot 10^{-8}) =$ <b>0.00407 m</b>
Question II.6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• angle calculé de <math>1,9^\circ &lt; 2,86^\circ</math></li> <li>• Flèche calculée inférieure à 10 mm</li> <li>• L'accès à bord d'un fauteuil roulant est possible aisément.</li> </ul>

## DOCUMENT RÉPONSE DR1

Question I.1.3 : Comparaison des caractéristiques des deux bateaux

	Navette « César » (1953)	Navette « Ferry Boat » (2010)
Motorisation propulsion	Diesel 45 ch (33 kW)	<b>2 moteurs brushless de 15 kW</b>
dimensions (en mètres)	13 x 4,70 m	13 x 4,70 m
masse (en tonnes)	<b>30 t</b>	<b>11t (à vide)/ 15t (en charge)</b>
matériau de la coque	<b>Chêne</b>	<b>Composite PVC/fibre verre</b>
matériau du pont	<b>Chêne</b>	<b>Teck</b>
baies vitrées	Verre	<b>Plexiglass</b>

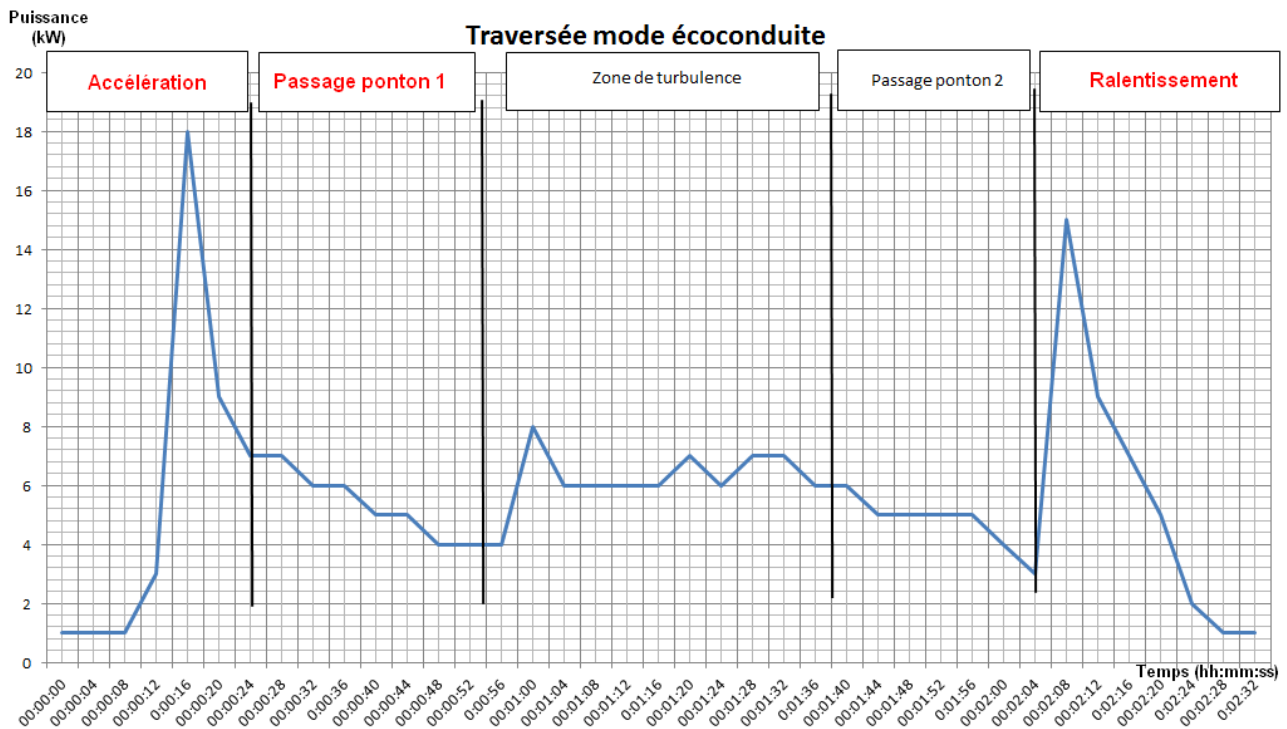
Question I.3.2 : Tableau des différentes manœuvres réalisables avec le « Ferryboat »



manœuvres	angle propulseur 1	angle propulseur 2
Déplacement en ligne droite Voyage « aller »)	$\beta_1 = 0^\circ$	$\beta_2 = 0^\circ$
<b>Voyage « retour »</b>	$\beta_1 = 180^\circ$	$\beta_2 = 180^\circ$
<b>Rotation axiale</b>	$\beta_1 = -90^\circ$	$\beta_2 = +90^\circ$
<b>Compensation des vents</b>	$\beta_1 = +20^\circ$	$\beta_2 = +20^\circ$
<b>Trajectoire courbe</b>	$\beta_1 = -45^\circ$	$\beta_2 = +45^\circ$

## DOCUMENT RÉPONSE DR2

Question I.2.3 : les différentes phases de la traversée



Question I.2.5 : Besoin en énergie par jour suivant les mois d'utilisation

Temps de fonctionnement	Mode éco conduite	Sans mode éco conduite
8h (janvier, février, novembre, décembre)	$8h \times 12 \times 237 \text{ Wh}$ $= 22\ 752 \text{ Wh/jour}$	$8h \times 12 \times 338 \text{ Wh}$ $= 32\ 448 \text{ Wh/jour}$
10h (mars, avril, septembre, octobre)	$10h \times 12 \times 237$ $= 28\ 440 \text{ Wh/jour}$	$10h \times 12 \times 338$ $= 40\ 560 \text{ Wh/jour}$
18h (mai, juin, juillet, août)	$18h \times 12 \times 237$ $= 51\ 192 \text{ Wh/jour}$	$18h \times 12 \times 338$ $= 73\ 008 \text{ Wh/jour}$



DOCUMENT RÉPONSE DR3

Question I.3.3

