

SUJET SI-N°10-06

### **Constitution du sujet**

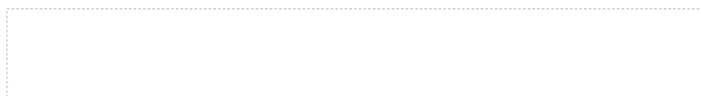
- **Étude d'une performance du produit** ..... Pages 4 à 6
- **Commande du fonctionnement du produit** ..... Pages 6 à 9
- **Documents réponses** ..... Page 9

### **Rappel du règlement de l'épreuve**

Le sujet comporte deux exercices indépendants l'un de l'autre, équilibrés en durée et en difficulté, qui s'appuient sur un produit unique.

Un premier exercice s'intéresse à l'étude d'une performance du produit. Les candidats doivent mobiliser leurs compétences et les connaissances associées pour qualifier et/ou quantifier cette performance, à partir de l'analyse, de la modélisation de tout ou partie du produit ou de relevés expérimentaux.

Le second exercice porte sur la commande du fonctionnement du produit ou la modification de son comportement. L'étude s'appuie sur l'algorithmique et de la programmation, à partir de ressources fournies au candidat qu'il devra exploiter, compléter ou modifier.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## « LE SUNSEARIDER » UN CATAMARAN SOLAIRE AUTONOME

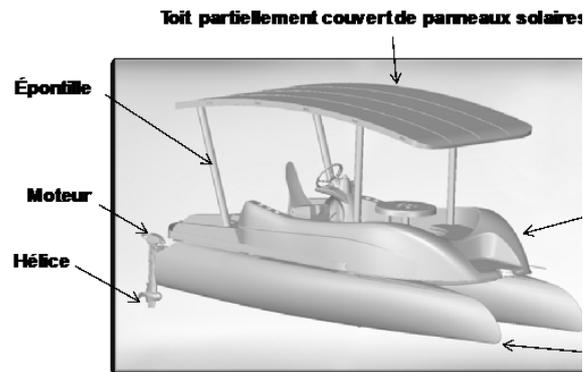


Figure 1 : description du catamaran SunSeaRider

### Mise en situation

#### **Le contexte général**

Un des enjeux majeurs de la COP21, qui s'est tenue en 2019 à Biarritz, est de limiter le dérèglement climatique, en agissant notamment sur la consommation d'énergie, la réduction des gaz à effet de serre...

Le secteur des transports représente plus de 27 % des émissions françaises de gaz à effet de serre. L'utilisation des énergies dites « propres » constitue donc un réel enjeu en termes de développement durable.

#### **Le SunSeaRider**

La société Polycreatis conçoit et produit des catamarans solaires et autonomes, appelés SunSeaRider. Ces catamarans permettent de se déplacer sur des plans d'eau, lorsque les conditions météorologiques sont clémentes. Polycreatis propose une gamme de trois tailles de catamarans permettant d'accueillir jusqu'à 8 passagers.

#### **Description du catamaran SunSeaRider**

Le catamaran possède un toit, soutenu par quatre épontilles, couvert de panneaux solaires reliés à des batteries placées dans la coque centrale du catamaran. Ces dernières peuvent être chargées directement par les panneaux solaires, ou, si l'ensoleillement est insuffisant, par une prise électrique à quai. La propulsion est réalisée par deux moteurs et deux hélices.





La figure 2 présente le diagramme partiel de définition des blocs.

## I- ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DU PRODUIT

Pour naviguer, le catamaran dispose de deux sources d'énergie. Si les conditions le permettent, des panneaux solaires seuls doivent permettre d'alimenter la motorisation et le matériel de navigation. Dans le cas contraire, des batteries peuvent être utilisées.

**Problématique :** Les panneaux solaires et les batteries permettent-ils au catamaran de naviguer tout en assurant une bonne autonomie ?

Afin de valider la problématique, on vérifiera les exigences 1.1 et 1.3 annoncées sur la figure 2.

Le diagramme des exigences partiel est donné figure 2.

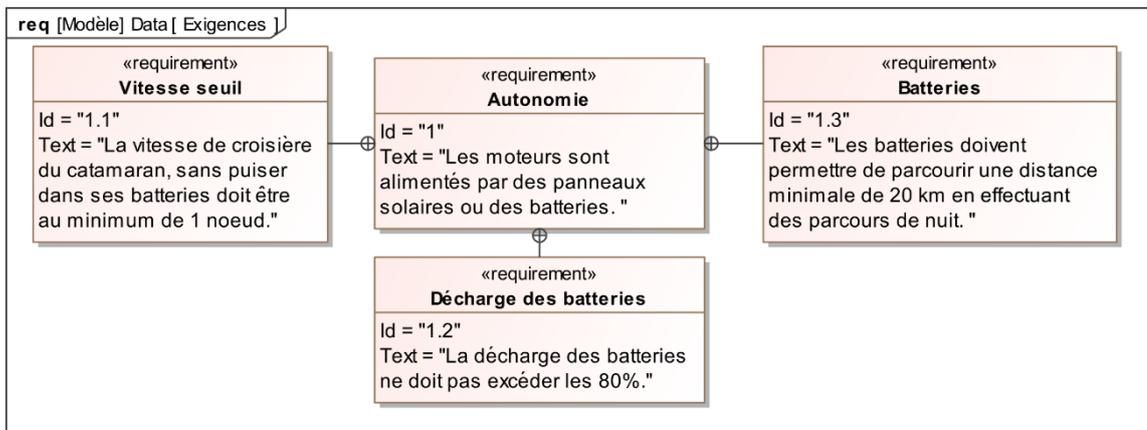
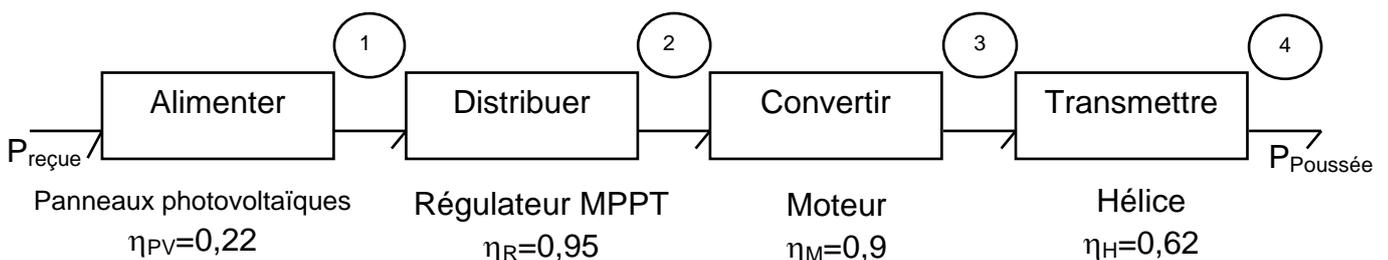


Figure 2 : diagramme des exigences partiel

### Valider le nombre de panneaux solaires nécessaires

La figure 3 présente la chaîne de puissance de la propulsion du catamaran alimenté par les panneaux solaires.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Figure 3 : Chaîne de puissance pour un fonctionnement avec les panneaux solaires

Question I-1 Pour chaque repère (de 2 à 4) de la chaîne de puissance (figure 3), **donner** le nom, la nature de la puissance transmise et les variables d'effort et de flux associées. Pour cela recopier et compléter le tableau ci-dessous.

Repère	Domaine physique	Variable d'effort	Variable de flux
1	Electrique	Tension (V)	Courant (A)

Pour satisfaire l'exigence 1.1, on se place à une vitesse de catamaran  $V = 1$  nœud. On donne  $1 \text{ nœud} = 1,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = 0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Question I-2 La force de poussée à la sortie d'une hélice est de 750 N. **Déterminer** la puissance  $P_{\text{poussée}}$  utile au déplacement du catamaran grâce à ses 2 moteurs + hélices.

L'irradiation  $I_{\text{irr}}$  à Marseille est en moyenne égale à  $780 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  en été. La surface d'un panneau S est égale à  $0,57 \text{ m}^2$ .

Question I-3 À partir du résultat de la question I-2 et des rendements donnés dans la chaîne de puissance, **calculer** la valeur de la puissance  $P_{\text{reçue}}$  que les panneaux photovoltaïques doivent recevoir pour assurer la propulsion du bateau. **Vérifier** que 15 panneaux solaires au minimum sont nécessaires pour satisfaire l'exigence Id 1.1.

### Vérifier la distance réalisable en utilisant les batteries

8 batteries dont la capacité de chacune est  $Q=115 \text{ A}\cdot\text{h}$  et la tension  $U=12 \text{ V}$  permettent d'assurer la réserve d'énergie la nuit, ou sans soleil.





Question I-4 **Calculer**  $E_{\text{batterie}}$ , l'énergie embarquée dans les batteries en kW-h.  
**Endéduire**  $E_{\text{utilisable}}$  pour respecter l'Id1.2 (figure 2).

On fera l'hypothèse que la puissance totale consommée pour naviguer sans soleil est  $P = 1885 \text{ W}$ . La vitesse de déplacement en utilisant les batteries sera de 2,5 nœuds.

Question I-5 **Calculer** le temps d'utilisation (en heures) du catamaran (fonctionnant uniquement sur les batteries) à partir de l'énergie utilisable  $E_{\text{utilisable}}$  et de la puissance totale consommée  $P$ . **Endéduire** la distance parcourue.

Question I-6 **Conclure** sur la problématique : « Les panneaux solaires et les batteries permettent-ils au catamaran de naviguer tout en assurant une bonne autonomie ? » en vérifiant les exigences 1.1 et 1.3.

## II - COMMANDE DU FONCTIONNEMENT DU PRODUIT

---

**Problématique :** Comment inciter l'utilisateur à adopter une conduite éco-responsable ?

Soucieux de l'environnement, les concepteurs du catamaran ont développé un produit en minimisant l'impact sur la nature. Le bateau est essentiellement utilisé par beau temps et les panneaux solaires permettent une navigation autonome, sans batterie. Néanmoins, passé un seuil de vitesse, l'utilisation de la batterie est nécessaire.

On étudie dans un premier temps les conditions d'ensoleillement permettant un fonctionnement avec les panneaux photovoltaïques uniquement.

On considérera que la puissance minimum reçue par les panneaux doit être de 6430 W pour qu'il puisse naviguer sans utilisation de la batterie. Le bateau est équipé de 15 panneaux ayant chacun une surface de 0,57 m<sup>2</sup>.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

Question II-1 **Expliquer** en quoi une variation de l'ensoleillement pourrait remettre en cause le respect de l'exigence 1.1 par le système.

Question II-2 **Déterminer** l'ensoleillement minimum, noté  $I_{rr}$  (en  $W \cdot m^{-2}$ ) permettant d'assurer la navigation autonome (sans batterie) du bateau lorsqu'il se déplace à 1 nœud. **Noter** cette valeur ("seuil calculé") sur le document réponse DR1.

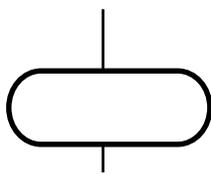
Pour inciter l'utilisateur à avoir une écoconduite, des voyants lumineux sont installés sur le tableau de bord.

Ces derniers s'allument en fonction de la vitesse de déplacement du catamaran, notée  $V$  comme décrit ci-dessous :

- si  $V < 0,95$  nœud , alors un voyant vert s'allume ;
- si  $0,95 \text{ Nœud} \leq V \leq 1,05$  nœud, alors un voyant bleu s'allume ;
- si  $V > 1,05$  nœud , alors un voyant rouge s'allume.

Lorsque l'ensoleillement passe sous le seuil calculé à la question II-2 le voyant rouge doit s'allumer quelle que soit la vitesse pour indiquer que l'écoconduite n'est plus possible.

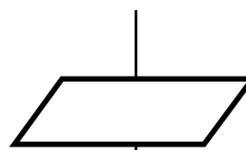
On souhaite réaliser un algorithme permettant de décrire le fonctionnement des voyants à partir de la vitesse du catamaran. Pour cela, on rappelle la signification des symboles ci-dessous.



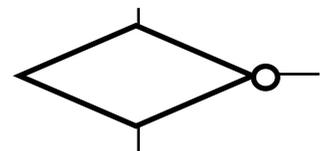
Début/Fin



Traitement



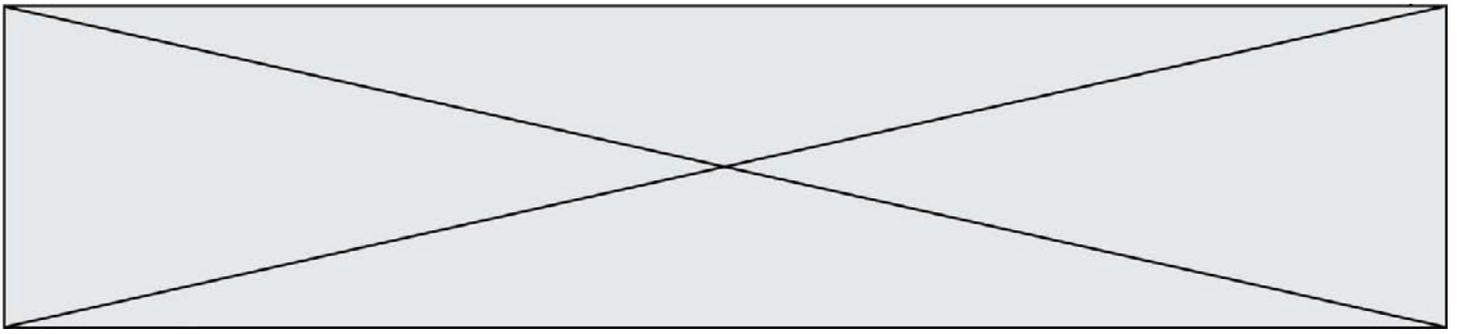
Entrées/sorties



Condition

Question II-3 À partir de la description ci-dessus, **faire** un algorithme permettant de





décrire le fonctionnement des voyants en fonction de la vitesse du catamaran.

Question II-4 Lors d'une sortie, on relève l'évolution de la vitesse du catamaran ainsi que celle de l'ensoleillement. **Compléter** les chronogrammes du document réponse DR1 qui représentent les états des différents voyants en fonction de la vitesse du catamaran.

Question II-5 En quelques lignes, **rédigé** une synthèse de votre travail en expliquant la solution mise en place pour inciter l'utilisateur à avoir une conduite éco-responsable. **Proposer** une solution commerciale permettant de récompenser les conducteurs ayant une conduite éco-responsable.



Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

DOCUMENT RÉPONSE DR1 : Questions II-2. et II-4.

