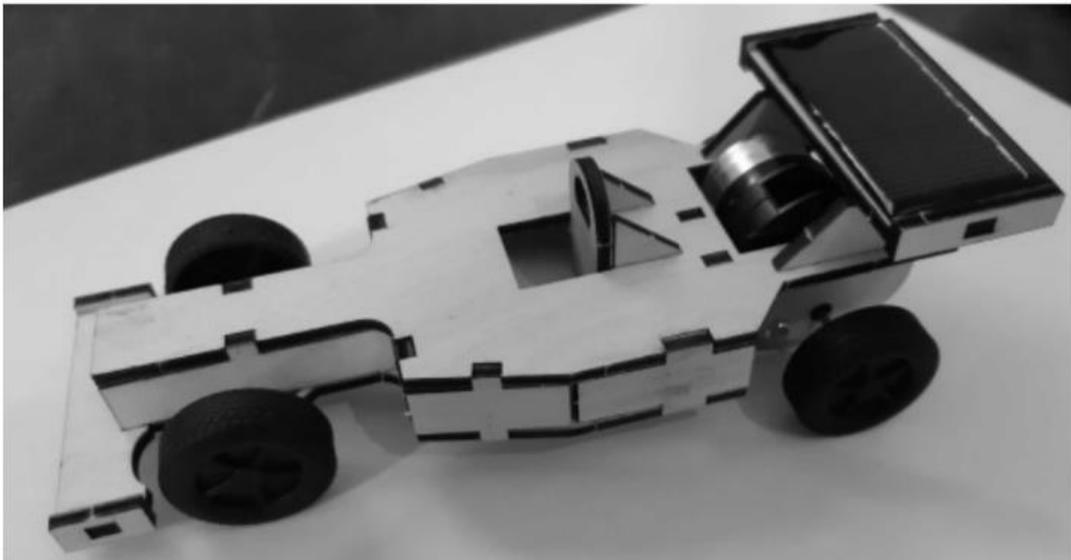


La rédaction et l'orthographe sont également appréciées. Calculatrice autorisée en mode examen.  
Les 2 premiers exercices sont extraits de sujets de BAC.

### EXERCICE A – VOITURE SOLAIRE MINIATURE – 20' [8 pts]

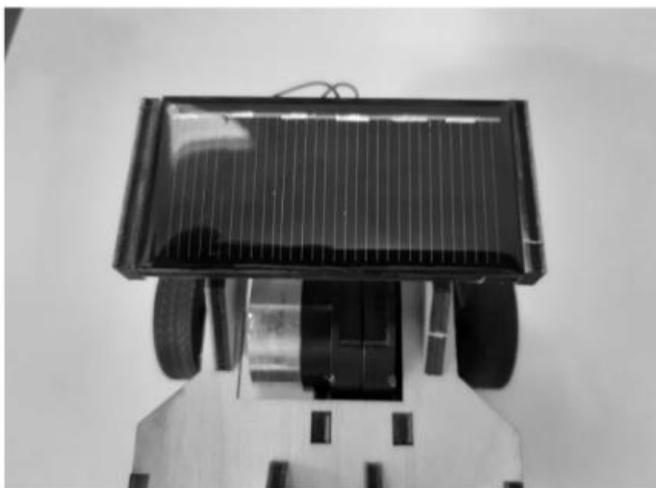
L'étude porte sur une voiture solaire miniature que l'on peut trouver dans le commerce.

#### Photographies de la voiture



Photographie de la voiture solaire : une cellule photovoltaïque directement branchée sur un moteur à courant continu.

Photographie de la face avant de la cellule  
(dimensions : 60 mm × 25 mm).



Photographie de la face arrière de la cellule.

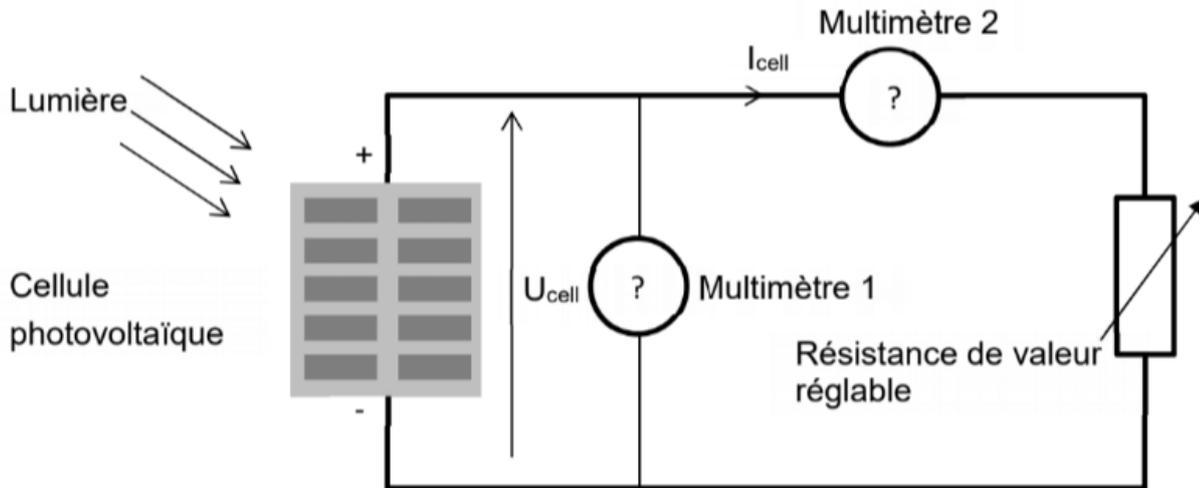
Aucune donnée technique n'est précisée, hormis deux indications au verso de la cellule photovoltaïque.



## Étude expérimentale de la cellule photovoltaïque

On souhaite déterminer les caractéristiques de la cellule photovoltaïque qui alimente le moteur électrique. On cherche tout d'abord à comprendre à quoi correspondent les indications au dos de la cellule. Pour cela, on trace la caractéristique tension/courant de celle-ci. Le montage utilisé est représenté ci-dessous.

### Montage expérimental utilisé par l'élève

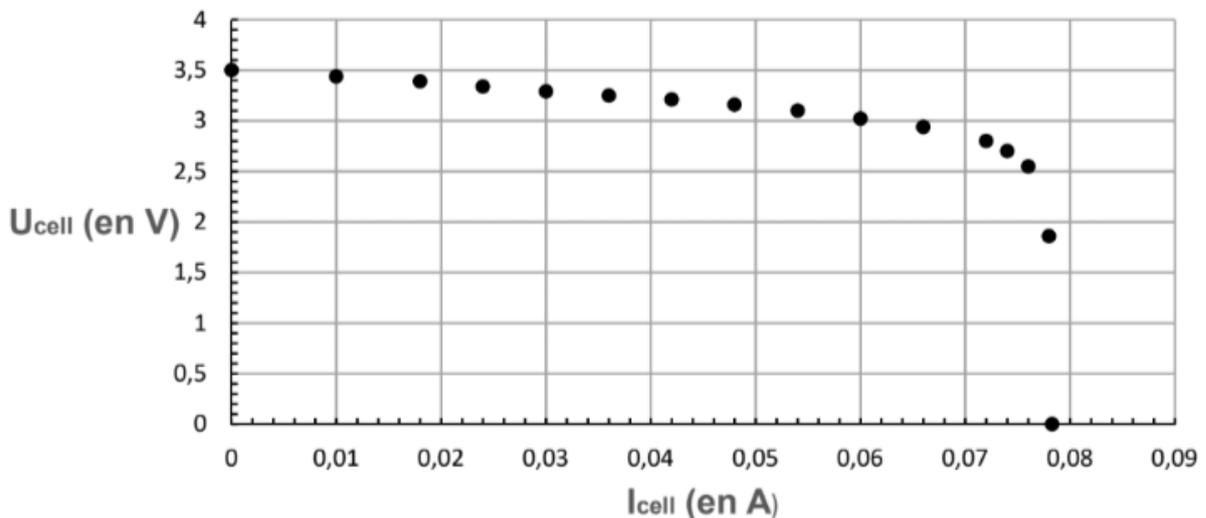


On note  $U_{cell}$  la tension aux bornes de la cellule et  $I_{cell}$  l'intensité du courant fourni par la cellule.

1. Compléter le **document réponse DR1** du **document réponse à joindre avec la copie** en indiquant les fonctions (voltmètre V ou ampèremètre A) des multimètres 1 et 2.
2. Indiquer le rôle de la résistance de valeur réglable dans le montage expérimental.
3. Compléter le diagramme énergétique sur le **document réponse DR2** du **document réponse à joindre avec la copie**

Grâce au montage expérimental, on relève différentes valeurs de la tension  $U_{cell}$  aux bornes de la cellule et de l'intensité  $I_{cell}$  du courant débité par celle-ci, pour un éclairement reçu par la cellule de  $800 \text{ W/m}^2$  puis, on trace la caractéristique tension/courant de la cellule. Celle-ci est représentée ci-dessous.

Caractéristique tension / courant de la cellule solaire



4. On appelle tension à vide la tension aux bornes de la cellule lorsque le circuit est ouvert.

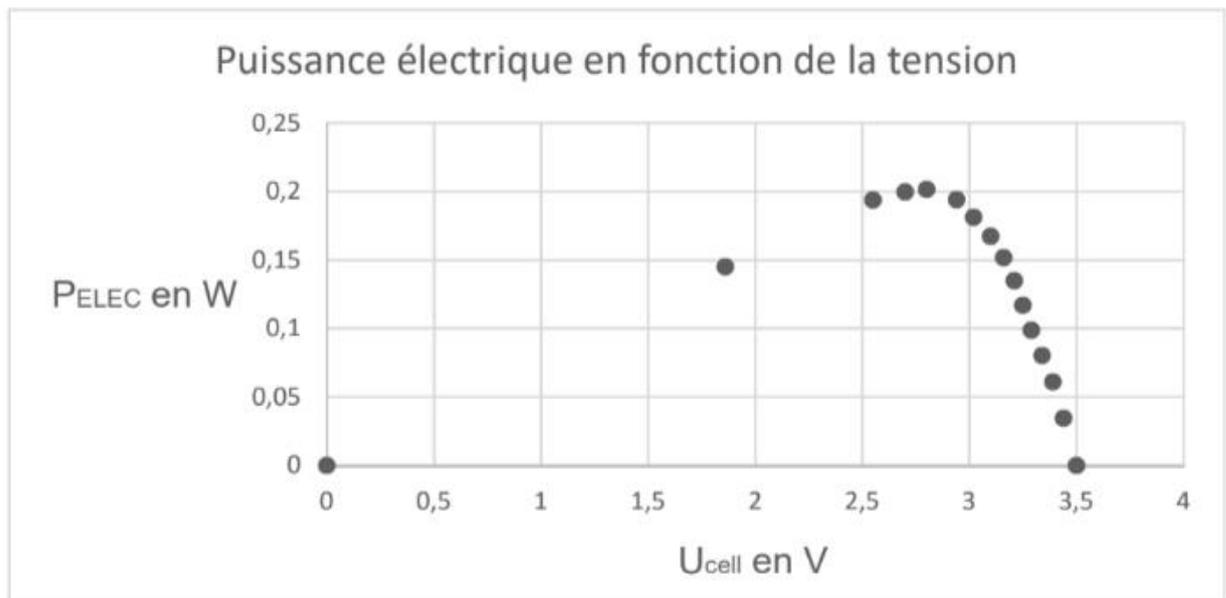
On appelle intensité de court-circuit, l'intensité du courant débitée par la cellule lorsqu'on court-circuite ses bornes.

En utilisant la caractéristique tension-courant, déterminer :

- la valeur de la tension à vide  $U_{CO}$  ;
- la valeur de l'intensité de courant de court-circuit  $I_{CC}$ .

Indiquer si ces valeurs correspondent à celles indiquées sur la face arrière de la cellule.

5. On s'intéresse également à la puissance électrique  $P_{ELEC}$  délivrée par la cellule. Pour cela, les valeurs de  $P_{ELEC}$  sont calculées à partir des valeurs expérimentales de la tension  $U_{cell}$  et de l'intensité  $I_{cell}$ . La courbe ci-dessous représente la puissance électrique en fonction de la tension aux bornes de la cellule.



Donner, en précisant les unités, l'expression liant la puissance électrique  $P_{ELEC}$  délivrée par la cellule, la tension  $U_{cell}$  aux bornes de celle-ci et l'intensité  $I_{cell}$  du courant qu'elle génère.

6. Déterminer

- la valeur de la puissance maximale (appelée *puissance crête*)  $P_C$  délivrée par la cellule ;
- la valeur de la tension  $U_C$  correspondant à la puissance crête.

7. Dédire des questions précédentes la valeur de  $I_C$ , intensité à la puissance crête.

8. Comparer les valeurs de  $U_C$  et  $I_C$  avec les valeurs indiquées à l'arrière de cellule photovoltaïque. Commenter la cohérence de ces valeurs.

9. Montrer que, lorsque la cellule fonctionne au point de puissance maximale, son rendement est de l'ordre de 17 %.

## EXERCICE B – STOCKAGE DE L'ENERGIE – 20' [7 pts]

**B.1** La batterie principale du sous-marin alimente le moteur de propulsion principal, les moteurs verticaux, latéraux et les auxiliaires de puissance tels que les stations d'huile et les projecteurs.

La batterie auxiliaire alimente les équipements et les instruments.

Enfin, une batterie de secours, située à l'intérieur de la sphère, alimente le téléphone sous-marin et les systèmes de sécurité.

Données :

La batterie principale ( $U_1 = 220 \text{ V}$ ) possède une énergie  $E_1 = 40,0 \text{ kW.h}$ .

La batterie auxiliaire ( $U_2 = 28 \text{ V}$ ) possède une énergie  $E_2 = 6,50 \text{ kW.h}$ .

**B.1.1** ~~En vous appuyant sur une analyse dimensionnelle~~, calculer la capacité,  $Q_1$ , de la batterie principale, en **A.h**.

**B.1.2** Après chaque plongée la batterie principale est rechargée avec un courant d'intensité  $I_1 = 15,0 \text{ A}$ . Calculer la durée de charge  $\Delta t$  nécessaire avant la préparation de la prochaine mission, en supposant que  $Q_1 = 180 \text{ A.h}$ .

**B.1.3** Afin d'alimenter la sphère habitée, le sous-marin est également équipé d'onduleurs (entrée : 220 V DC / sortie : 115 V AC ; 60 Hz). Quelle est la fonction d'un onduleur ?

**B.1.4** L'autonomie (travail sur le fond à 6 000 m) du *Nautile* est de cinq heures. Supposons que le *Nautile* reste à sa vitesse maximale  $v_{\max} = 2,00 \text{ nœud}$  avec une force horizontale de propulsion  $F = 300 \text{ daN}$ . Donnée :  $1 \text{ nœud} = 1,85 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Calculer la puissance mécanique  $P_{\text{méca}} = F \times v$  fournie par le *Nautile* lors de cette croisière. Dans cette formule, la force doit être exprimée en N et la vitesse en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Calculer l'énergie mécanique,  $E_{\text{méca}}$  (en W.h), dépensée.

**B.1.5** Calculer alors le pourcentage d'énergie restant dans la batterie principale pour la remontée en surface et assurer la sécurité de l'équipage.

**B.2** Le *Nautile* est équipé d'un moteur lié à une hélice. Ce moteur électrique peut développer jusqu'à  $P_u = 5,00 \text{ kW}$  de puissance mécanique. Un variateur de vitesse permet de régler la vitesse de rotation du moteur.

Compléter la chaîne de puissance du **document réponse DR3** ci-dessous avec les valeurs, en kilowatt (kW), des cinq puissances manquantes lorsque le moteur fournit la puissance maximale.

## EXERCICE C – EXERCICE DE COURS – 15' [5 pts]

Un **panneau solaire thermique** est constitué de tubes peints en noir, placés derrière une vitre. Un essai d'utilisation pendant une période ensoleillée a donné les résultats suivants :

Données :

- Débit du liquide caloporteur circulant dans le capteur :  $20 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ .
- Température d'entrée du liquide :  $12^\circ\text{C}$
- Température de sortie du liquide :  $45^\circ\text{C}$ .
- Surface du panneau solaire thermique :  $2,0 \text{ m}^2$ .
- Irradiance pendant la période de l'essai :  $800 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

1) Calculer la quantité de chaleur absorbée par le liquide caloporteur circulant dans le panneau pendant une heure.

**Données :** Masse volumique du liquide caloporteur :  $\rho = 0,90 \text{ kg.L}^{-1}$ .

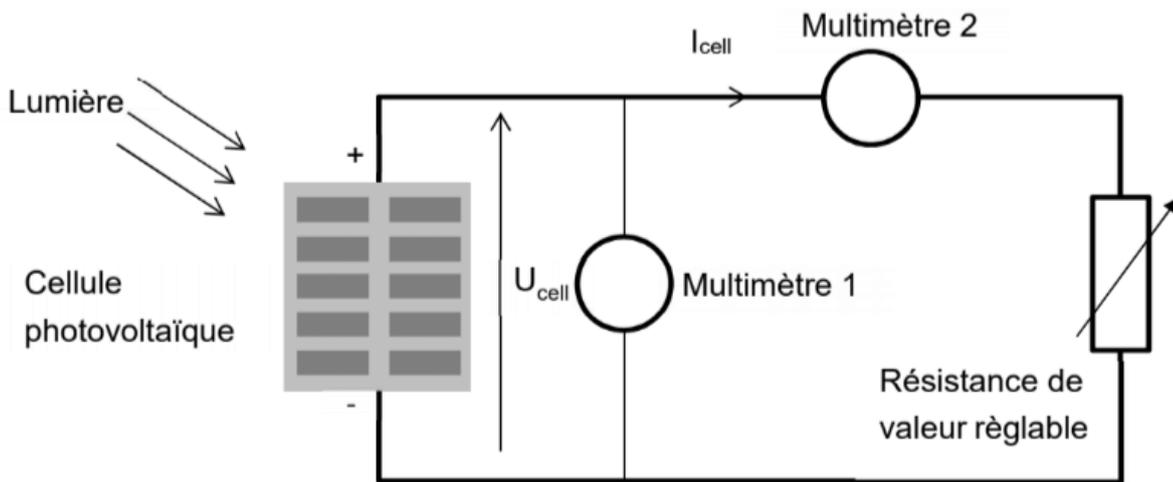
Capacité calorifique du liquide caloporteur :  $c = 4,2 \times 10^3 \text{ kg.J}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

2) Calculer l'énergie solaire reçue en une heure par le panneau.

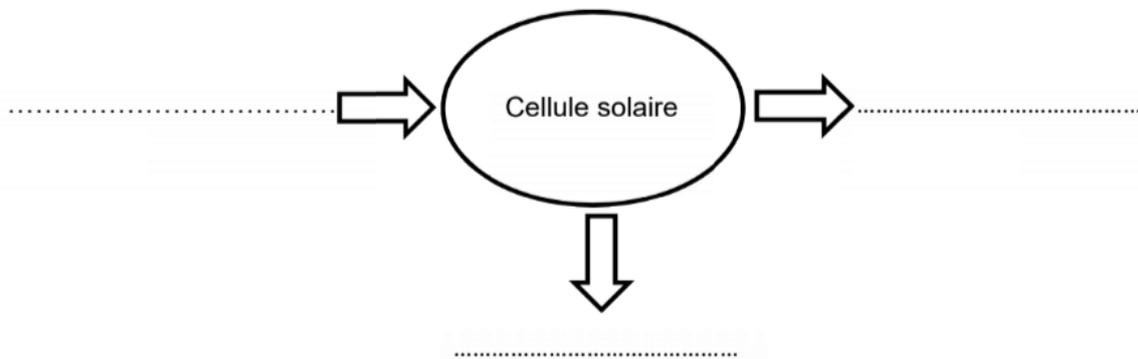
3) En déduire le rendement du panneau solaire thermique.

### DOCUMENTS RÉPONSE A COMPLÉTER

DR1 :



DR2 :



DR3 :

