

A dark blue vertical bar runs down the left side of the page. A blue arrow-shaped graphic points to the right from the bar, containing the date.

22/06/2017

# Baccalauréat STI2D et STL spécialité SPCL 2017

Épreuve de physique chimie

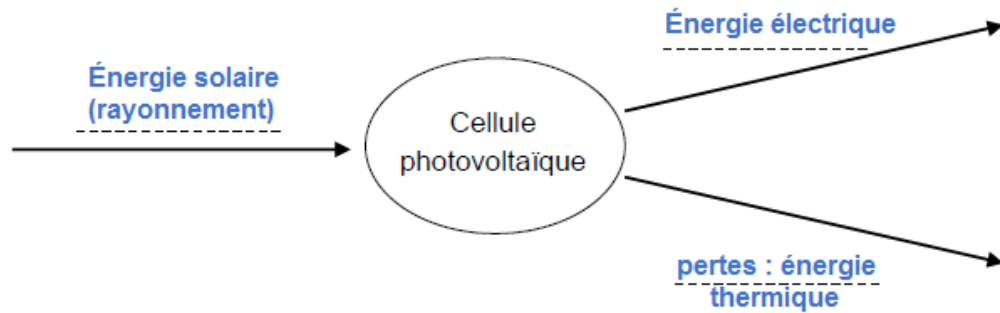
**Proposition de correction**

Métropole

Si vous repérez une erreur, merci d'envoyer un message à : [pa\\_besancon\[at\]udppc.asso.fr](mailto:pa_besancon[at]udppc.asso.fr)

## Partie A : Étude des panneaux photovoltaïques de la tour Elithis (5 points)

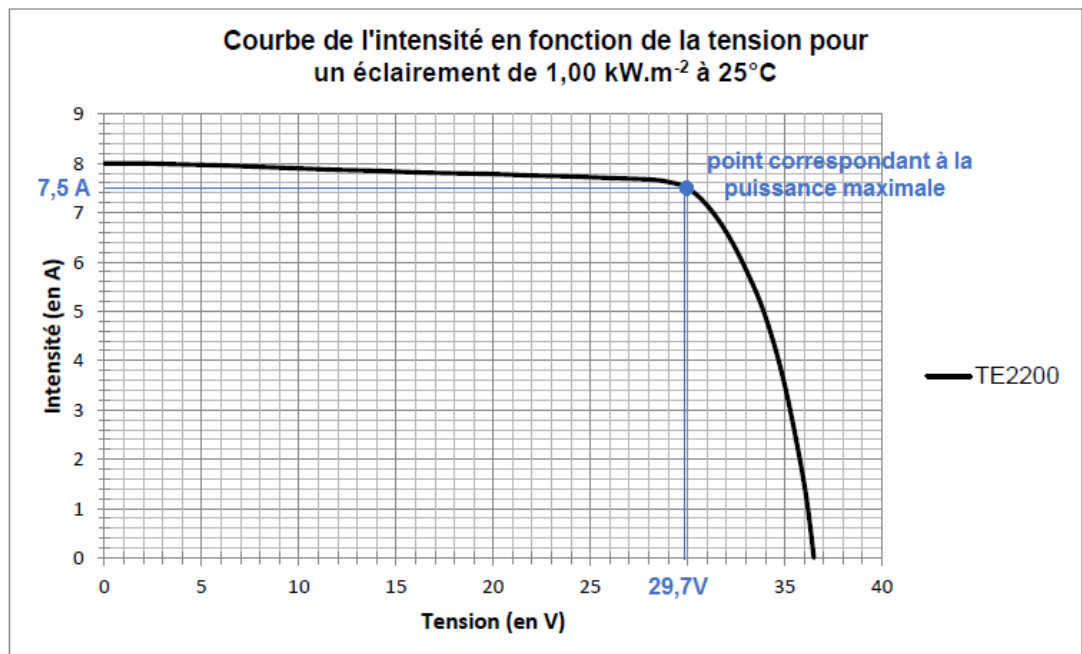
A.1 Compléter, sur le **document réponse DR1**, à rendre avec la copie, la chaîne énergétique d'une cellule photovoltaïque.



A.2 Les modules photovoltaïques utilisés sont des modules Tenesol de référence TE 2200 (voir documents A1 et A2). Placer sur le graphique du **document réponse DR2**, à rendre avec la copie, le point où la puissance délivrée par le module est maximale.

D'après le document A1, on a :

Tension aux bornes du module à puissance maximale $V_{pm}$ (V)	29,7
Intensité à puissance maximale $I_{pm}$ (A)	7,5



A.3 Calculer la puissance électrique maximale délivrée par l'ensemble des modules.

Pour un seul module, on a  $P_{\text{module}} = V_{pm} \times I_{pm} = 29,7 \times 7,5 \approx 223 \text{ W}$ .

Il y a 342 modules installés, donc  $P_{\text{max}} = 342 \times P_{\text{module}} \approx 342 \times 223 \approx 7,6 \times 10^4 \text{ W}$

Donc  $P_{\text{max}} \approx 76 \text{ kW}$ .

A.4 Déterminer la surface  $S$  de l'ensemble des modules de la toiture.

D'après le document A2, une cellule a une taille de  $156 \text{ mm} \times 156 \text{ mm}$ , soit  $0,156 \text{ m} \times 0,156 \text{ m}$ .

La surface d'une cellule est donc  $S_{\text{cellule}} = 0,156 \times 0,156 = 0,024 \text{ m}^2$ .

Un module comporte 60 cellules, donc sa surface est  $S_{\text{module}} = 60 \times S_{\text{cellule}} = 60 \times 0,024 = 1,46 \text{ m}^2$ .

Il y a 342 modules installés, donc la surface totale de l'ensemble des modules est  $S = 342 \times 1,46 = 500 \text{ m}^2$

A.5 Montrer que le maximum de la puissance lumineuse totale reçue par la toiture est proche de 500 kW.

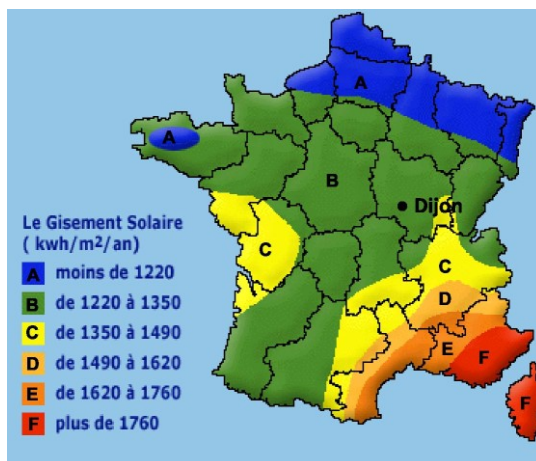
Pour une puissance incidente de  $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , la puissance lumineuse reçue est :

$$P_{\text{lum}} = 1000 \times 500 = 5,00 \cdot 10^5 \text{ W} = 500 \text{ kW}.$$

A.6 En déduire le rendement maximal de ce bouclier solaire.

$$\text{Le rendement est défini par : } \eta = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{lum}}} = \frac{76}{500} = 0,152 = 15,2 \%$$

A.7 Après avoir indiqué la valeur de l'IGH que vous avez choisie, calculer le rendement moyen des cellules pour la première année de fonctionnement.



D'après la carte, à Dijon, l'IGH est compris entre  $1\ 220$  et  $1\ 350 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$ .

On choisit une valeur intermédiaire de  $1\ 300 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$ . (on pourrait prendre une valeur moyenne).

Donc, en un an, les  $500 \text{ m}^2$  de panneaux ont reçu une énergie :

$$E = S \times \text{IGH} = 500 \times 1\ 300 = 6,5 \times 10^5 \text{ kW}\cdot\text{h}.$$

Ils ont fourni  $78\ 000 \text{ kW}\cdot\text{h}$ , le rendement est donc :

$$\eta = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{lum}}} = \frac{78\ 000}{6,5 \times 10^5} = 0,12 = 12\%$$

A.8 Donner au moins deux raisons qui expliquent que ce dernier est différent du rendement maximal calculé à la question A.6.

- L'éclairement a peut-être été plus faible que prévu,

- On n'a pas tenu compte de l'inclinaison et de l'orientation des panneaux,
- Les panneaux se salissent, ils deviennent moins performants.

## Partie B : Le laboratoire de radiologie de la tour Elithis (8 points)

### B1. Caractéristiques du dispositif d'analyses médicales

**B.1.1.** Calculer les valeurs de la fréquence  $\nu$  et de la période  $T$  du rayonnement utilisé.

Dans le document B1-a, on donne la longueur d'onde des rayons utilisés :  
 $\lambda = 0,30 \text{ nm} = 0,30 \times 10^{-9} \text{ m}$ .

$$\text{Donc } \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \times 10^8}{0,30 \times 10^{-9}} = 1,0 \times 10^{18} \text{ Hz et } T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{1,0 \times 10^{18}} = 1,0 \times 10^{-18} \text{ s}$$

**B.1.2.** À l'aide du document B1-b, en déduire la valeur de l'énergie  $E$  des photons du rayonnement X utilisé.

$$E = h \times \nu = 6,63 \times 10^{-34} \times 1,0 \times 10^{18} = 6,6 \times 10^{-16} \text{ J}$$

**B.1.3.** À l'aide du document B1-c, indiquer le nombre de scanners de la colonne lombaire autorisés annuellement.

Un examen correspond à une dose de 6 mSv, donc pour ne pas dépasser la limite de 20 mSv, on ne peut faire que 3 scanners de la colonne lombaire ( $\frac{20}{6} = 3,33$ ).

**B.1.4.** Quelles précautions doivent prendre les manipulateurs radio ?

- Limiter la durée d'exposition au rayonnement,
- S'éloigner le plus possible,
- Utiliser des écrans de protection (mur ou vitre plombés).

### B2. Alimentation en eau de la tour

**B.2.1.** En détaillant votre raisonnement, montrer que le débit volumique  $D_V$  est égal à  $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

On nous dit que le débit est de 12 L d'eau par minute.

Ce qui correspond à  $12 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  d'eau par minute,

$$\text{donc a } \frac{12 \times 10^{-3}}{60} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}.$$

**B.2.2.** Calculer alors la vitesse  $v$  d'écoulement de l'eau à la sortie du robinet en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

D'après le document B2-c, le diamètre du robinet est de 17 mm. Donc la surface

$$\text{est } S = \pi \times r^2 = \pi \times \left( \frac{17 \times 10^{-3}}{2} \right)^2 = 2,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2.$$

$$\text{Donc } v = \frac{D_V}{S} = \frac{2,0 \times 10^{-4}}{2,3 \times 10^{-4}} = 0,87 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

- B.2.3.** Expliquer la phrase « Il faut rappeler que 10 m de colonne d'eau sont équivalents à une pression de 1 bar » du **document B2-a**.

On a  $\Delta p = \rho \times g \times h$ .

Pour une hauteur de 10 m d'eau, cela correspond à :

$$\Delta p = 1,0 \cdot 10^3 \times 9,8 \times 10 = 9,8 \times 10^4 \text{ Pa} = 0,98 \text{ bar, soit environ 1 bar.}$$

- B.2.4.** Calculer la pression  $P_R$  au niveau du robinet du laboratoire en l'absence de débit. Est-elle convenable ?

On a  $P_0 - P_R = \rho \times g \times (h_R - h_0)$

$$\text{donc } P_R = P_0 - \rho \times g \times (h_R - h_0) = 3,4 \cdot 10^5 - 1,0 \cdot 10^3 \times 9,8 \times 3,8 = 3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Soit environ 3,0 bar. Cette valeur correspond à la valeur de fonctionnement optimale donnée dans le document B2-a, elle est donc convenable.

- B.2.5.** La mise en place d'une pompe hydraulique pour l'alimentation en eau de l'ensemble des étages de la tour est-elle nécessaire ?

En montant dans les étages, la pression va diminuer, elle sera donc inférieure à 3 bar, il faudra donc une pompe hydraulique.

## Partie C : Étude du système de chauffage de la tour Elithis (7 points)

### C1. Consommation pour le chauffage de la Tour Elithis

- C.1.1.** Relever les valeurs des consommations annuelles de chauffage prévues  $E_{prévue}$  et réelle  $E_{réelle}$ . Expliquer pourquoi ces valeurs sont différentes.

D'après le document C2,  $E_{prévue} = 9\ 055 \text{ kW}\cdot\text{h}$  et  $E_{réelle} = 28\ 935 \text{ kW}\cdot\text{h}$ .

Les différences peuvent s'expliquer par :

- Le fait que l'on soit en phase de test,
- Le passage de la température de 20°C à 22°C,
- Le fait que tous les étages ne sont pas occupés.

- C.1.2.** La tour Elithis peut-elle être considérée comme un bâtiment « basse consommation » compte tenu du fait que le chauffage de la tour représente la presque totalité de sa consommation énergétique ?

D'après le document C1, la réglementation thermique 2012 (RT 2012) impose à toute construction neuve une consommation énergétique maximale annuelle et par unité de surface de  $50 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Ici, la consommation est de  $28\ 935 \text{ kW}\cdot\text{h}$  pour une surface occupée de  $2\ 744 \text{ m}^2$ .

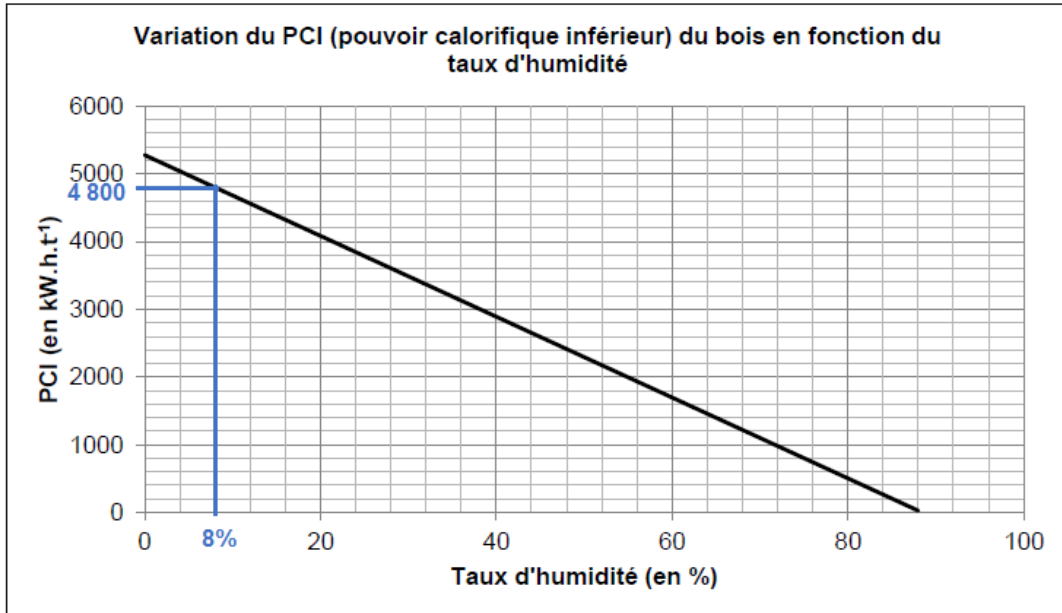
Soit une consommation énergétique maximale annuelle et par unité de surface

$$\text{de } \frac{28\ 935}{2\ 744} = 10,5 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}.$$

Cette valeur est inférieure à la norme, la tour est donc bien un bâtiment « basse consommation ».

## C2. Fonctionnement de la chaudière à granules de bois

C.2.1. À l'aide des documents C3 et C4, justifier que le pouvoir calorifique du pellet de bois est voisin de  $4,80 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$ .



D'après le document C4, pour 8% d'humidité, le PCI est de  $4\,800 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{t}^{-1}$ .

Comme  $1 \text{ t} = 1\,000 \text{ kg}$ , cela correspond donc à  $\frac{4\,800}{1\,000} = 4,8 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$

C.2.2. En déduire la masse  $m$  minimale de cellulose, exprimée en kg, nécessaire pour assurer un apport annuel en énergie de  $29 \text{ MW}\cdot\text{h}$  afin d'assurer le chauffage de la tour Elithis.

$29 \text{ MW}\cdot\text{h} = 29 \times 10^6 \text{ W}\cdot\text{h}$  et  $4,8 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1} = 4,8 \times 10^3 \text{ W}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$

$$\text{Donc } m = \frac{29 \times 10^6}{4,8 \times 10^3} = 6040 \text{ kg}$$

Il faut donc environ  $6,0 \times 10^3 \text{ kg}$  de cellulose.

C.2.3. Le rendement de la chaudière à granulés étant de 93 %, montrer que la masse réelle de cellulose à brûler est  $m_{\text{réelle}} = 6,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .

$$m_{\text{réelle}} = \frac{m}{0,93} = \frac{6040}{0,93} = 6,5 \times 10^3 \text{ kg de cellulose}$$

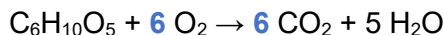
C.2.4. À l'aide du document C4, expliquer pourquoi le choix d'un bac de stockage de  $12 \text{ m}^3$  est suffisant.

$$\text{Le volume nécessaire est : } V = \frac{m}{\rho} = \frac{6,5 \times 10^3}{650} = 10 \text{ m}^3$$

Un espace de stockage de  $12 \text{ m}^3$  est donc suffisant.

### C3. Amélioration de la chaudière

- C.3.1. Recopier et compléter l'équation bilan ci-dessous de la combustion réalisée dans la chaudière à granulés.



- C.3.2. En utilisant l'équation de réaction ci-dessus, montrer que la masse d'eau  $m_{\text{eau}}$  produite lors de la combustion complète de  $6,5 \cdot 10^3$  kg de cellulose est de  $3,6 \cdot 10^3$  kg.

On brûle une masse  $m = 6,5 \times 10^3$  kg de cellulose, soit  $6,5 \times 10^6$  g de cellulose.

Ce qui correspond à une quantité  $n = \frac{m}{M} = \frac{6,5 \times 10^6}{162} = 4,0 \times 10^4$  mol de cellulose.

D'après l'équation ci-dessus, la combustion de 1 mol de cellulose produit 5 mol d'eau.

Donc, la combustion de  $n = 4,0 \times 10^4$  mol de cellulose produit  $5 \times 4,0 \times 10^4 = 2,0 \times 10^5$  mol d'eau.

Soit une masse  $m = n \times M = 2,0 \times 10^5 \times 18,0 = 3,6 \times 10^6$  g d'eau ou  $3,6 \times 10^3$  kg.

- C.3.3. Calculer en J puis en kW·h, l'énergie libérée par la liquéfaction de cette masse d'eau.

L'énergie libérée est  $E = m \times L = 3,6 \times 10^3 \times 2,20 \cdot 10^6 = 7,9 \times 10^9$  J

Que l'on convertit :

$1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3600 \text{ J}$  donc  $E = 7,9 \times 10^9 \text{ J} = 2,2 \times 10^3 \text{ kW} \cdot \text{h}$

- C.3.4. Montrer que le dispositif de liquéfaction de la vapeur d'eau formée est une réelle amélioration des performances de la chaudière.

Cette énergie récupérée correspond à  $\frac{2,2 \times 10^3}{28935} = 7,5 \%$  de la consommation de

la tour, ce n'est pas négligeable !