

**EXERCICE III - UTILISATION D'UNE INSTALLATION COUPLANT VOITURE À
HYDROGÈNE ET PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES (5 points)**

Madame D.,

vous désiriez savoir si une surface de 70 m² de panneaux solaires fournirait assez d'électricité pour recharger les batteries d'une voiture à hydrogène pendant un an.

J'ai effectué des calculs, fournis ci-après, afin de vous répondre.

Compte-tenu du rendement faible, et de la puissance moyenne reçue, on disposerait en un an d'une énergie égale à $8,8 \times 10^{10}$ J.

Pour faire fonctionner la voiture durant 20 000 km il faut effectuer 100 « pleins », ce qui nécessite une énergie de $7,5 \times 10^{10}$ J.

Ainsi il semble que l'on dispose d'une énergie suffisante.

J'attire cependant votre attention sur un inconvénient de l'énergie électrique d'origine solaire.

Le stockage de cette énergie, accumulée par beau temps, pose quelques problèmes.

Il faut étudier le coût de l'achat de batteries pour la stocker, et étudier parallèlement le rachat de votre électricité produite par EDF.

Au regard de ces éléments manquants, vous pourrez juger de la suite à donner à votre projet. Je me tiens à votre disposition pour toute information complémentaire.

Calculs nécessaires au rapport :

- Énergie nécessaire pour faire fonctionner la voiture pendant 20 000 km

Le réservoir donne une autonomie de 200 km, or la voiture doit parcourir 20 000 km/an, il faut réaliser 100 « pleins ».

Pour 200 km :

- Quantité de dihydrogène nécessaire : $n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{V_m}$ avec $V_m = 0,070 \text{ L.mol}^{-1}$ et $V_{H_2} = 110 \text{ L}$

- Énergie chimique nécessaire :

Pour produire une mole de dihydrogène, il faut une énergie $E = 286 \times 10^3 \text{ J.mol}^{-1}$.

Pour parcourir 200 km, il faudra : $E_{\text{chimique}} = n_{H_2} \cdot E = \frac{V_{H_2}}{V_m} \cdot E$

- Énergie électrique nécessaire :

Le rendement $r = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{dépensée}}}$ vaut $r = 60\%$, donc $E_{\text{dépensée}} = \frac{E_{\text{utile}}}{r}$ soit $E_{\text{électrique}} = \frac{E_{\text{chimique}}}{r} = \frac{V_{H_2} \cdot E}{r \cdot V_m}$

Pour 20 000 km : il faut effectuer N recharges, avec $N = \frac{20000}{200}$ soit $E_{\text{nécessaire}} = N \cdot E_{\text{électrique}} = N \cdot \frac{V_{H_2} \cdot E}{r \cdot V_m}$

A.N. $E_{\text{nécessaire}} = \frac{20000 \times 110 \times 286 \times 10^3}{200 \times 0,60 \times 0,070} = 7,5 \times 10^{10} \text{ J}$

- Énergie électrique fournie par les panneaux solaires :

- Puissance solaire reçue : $P = P_m \cdot S$ avec P_m : puissance moyenne $P_m = 200 \text{ W.m}^{-2}$
 S surface des panneaux, soit $S = 70 \text{ m}^2$

- Énergie solaire reçue pendant $\Delta t = 1 \text{ an}$: $E_{\text{solaire}} = P \cdot \Delta t$

- Énergie utile : le rendement des cellules photovoltaïques $r' = 20\%$

$E_{\text{utile}} = E_{\text{solaire}} \cdot r' = r' \cdot P \cdot \Delta t = r' \cdot P_m \cdot \Delta t \cdot S$

En considérant une durée $\Delta t = 24 \text{ h}$:

A.N. $E_{\text{utile}} = 0,20 \times 200 \times 365,25 \times 24 \times 3600 \times 70 = 8,8 \times 10^{10} \text{ J}$

Remarque : la puissance moyenne des panneaux solaires est une moyenne annualisée qui tient compte des durées variables des jours et des nuits. Ainsi on considère une durée de 24 h qui tient compte de ces variations (Ex : prendre 24 h avec $P_m = 200 \text{ W.m}^{-2}$ est identique à prendre 12 h avec $P_m = 400 \text{ W.m}^{-2}$).

		Indicateurs de réussite				
Rapport	Q1	Le rapport est correctement rédigé et argumenté de manière compréhensible ou originale	A	B	C	D
	Q2	Énergie nécessaire à la recharge du véhicule (sur 1 an ou 200 km) Énergie fournie par l'installation solaire une conclusion cohérente avec les calculs réalisés <i>On peut mettre A même si calculs faux</i>	A	B	C	D
	Q3	Regard critique sur l'énergie solaire (Puissance solaire variable, durée exposition inégale, stockage énergie électrique)	A	B	C	D
Calculs	Q4	Des calculs engagés sur l'énergie chimique nécessaire (volume molaire, $J \cdot mol^{-1} \rightarrow J$, rendement, N recharges)	A	B	C	D
	Q5	Des calculs engagés sur l'énergie fournie par les panneaux ($E = P \cdot \Delta t$, $P = P \cdot S$, rendement)	A	B	C	D
	Q6	Les calculs numériques des grandeurs physiques (puissance, énergie ...) sont corrects.	A	B	C	D

Méthode générale pour une résolution de problème :

Identifier la problématique. Si elle n'est pas évidente, analyser les documents et revenir ensuite à la problématique.

Il est impératif d'utiliser un brouillon.

Pour chaque document, extraire les données :

Attribuer une notation à chaque grandeur, noter sa valeur **avec ses unités**.

Noter chaque relation et la transformer en expression littérale si nécessaire.

Placer toutes ces informations sur votre brouillon, comme une carte mentale. (voir <https://bubbl.us>).

Tenter de relier les informations.

Faire les calculs qui semblent accessibles. Stocker ces résultats en mémoire de la calculatrice et bien noter la lettre de la mémoire utilisée (STO → A ou B, etc.). Noter une valeur arrondie sur le brouillon.

Indiquer l'objectif de chaque calcul.

Travailler au maximum avec des expressions littérales, plus faciles à manier que des nombres forcément arrondis.

Si la problématique est résolue, répondre de façon ordonnée sur la copie.

Regard critique : Si le résultat obtenu semble faux, il faut reprendre les étapes suivies sur le brouillon et tenter d'identifier la cause.

Si l'erreur n'est toujours pas visible, il faut signaler que votre résultat semble faux et pourquoi.

Si la problématique n'est pas résolue. Ce n'est pas dramatique !

Reporter tous les raisonnements même incomplets sur la copie. Faire part de vos difficultés par écrit.

Tous les calculs doivent être écrits, il ne faut pas se contenter de donner des résultats.