Spécialité : Eraole, l'avion du futur

Bac S 2016 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

P Un site annonce que « l'apport de l'énergie solaire au cours du vol d'Éraole sera de 25 % ». Déterminer, en détaillant le raisonnement, si cette valeur est cohérente avec les documents, puis porter un regard critique sur le résultat et les hypothèses.

Données utiles éclairement moyen $\varepsilon_0 = 342\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, dont environ 30 % renvoyés dans l'espace ; $\eta = \dfrac{P_{\text{élec}}}{\varepsilon \times S}$ avec $\eta = 24\ \%$; $N = 1728$ cellules de surface $s = 249\ \text{cm}^2$; moteur électrique : $P_{\text{mot}} = 12$ kW en croisière, 17 kW au décollage ; durée du vol $\Delta t = 50$ h

Démarche. On compare l'énergie électrique produite par les cellules pendant le vol à l'énergie consommée par le moteur électrique pendant la même durée.

1. Énergie consommée par le moteur. Hypothèse : le décollage et la montée sont brefs devant les 50 h de vol, le moteur fonctionne donc à sa puissance de croisière.

$$E_{\text{mot}} = P_{\text{mot}} \times \Delta t = 12 \times 10^3 \times 50 \times 3600 = 2{,}16 \times 10^9\ \text{J}$$

2. Puissance électrique fournie par les cellules.

Surface totale : $S = N \times s = 1728 \times 249 \times 10^{-4} = 43{,}0\ \text{m}^2$.

Éclairement : 30 % de l'énergie solaire repart vers l'espace, il en reste 70 %. Hypothèse : les cellules reçoivent en moyenne $\varepsilon = 0{,}70 \times 342 = 239\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.

D'après la définition du rendement : $P_{\text{élec}} = \eta \times \varepsilon \times S$

$$P_{\text{élec}} = 0{,}24 \times 0{,}70 \times 342 \times 43{,}0 = 2{,}47 \times 10^3\ \text{W}$$

3. Énergie solaire convertie pendant le vol. La valeur de ε_0 est une moyenne sur le jour et la nuit : on l'applique à toute la durée du vol.

$$E_{\text{élec}} = P_{\text{élec}} \times \Delta t = 2{,}47 \times 10^3 \times 50 \times 3600 = 4{,}45 \times 10^8\ \text{J}$$

4. Part de l'énergie solaire.

$$R = \frac{E_{\text{élec}}}{E_{\text{mot}}} = \frac{4{,}45 \times 10^8}{2{,}16 \times 10^9} = 0{,}21$$

5. Regard critique. On trouve 21 %, valeur du même ordre que les 25 % annoncés, mais un peu plus faible. L'écart s'explique par les hypothèses.

- Négliger le décollage (17 kW) n'explique pas l'écart : en tenir compte augmenterait E_{mot} et ferait encore baisser R.
- L'éclairement retenu est une moyenne sur l'année et sur tout le globe. Le vol est prévu au solstice d'été, dans l'hémisphère nord : les journées sont les plus longues de l'année et l'éclairement moyen est supérieur à cette valeur.
- L'avion vole à 3000 m : l'atmosphère traversée est moins épaisse qu'au sol et l'éclairement y est plus fort.
- À l'inverse, on a supposé que toutes les cellules sont éclairées en permanence dans les meilleures conditions, sans ombre ni nuage au-dessus de l'avion.

Avec un éclairement réel un peu supérieur à la moyenne utilisée, la part solaire se rapproche de 25 %.

PIÈGE
Laisser 249 cm² en centimètres carrés : $1\ \text{cm}^2 = 10^{-4}\ \text{m}^2$, pas 10^{-2}. De même, pour une énergie en joules : puissance en watts et durée en secondes.

COMPRENDRE
Les données ont deux chiffres significatifs (24 %, 12 kW, 50 h) : R en a deux. Comme la durée est la même, $R = P_{\text{élec}}/P_{\text{mot}}$: sans les 30 % perdus, on trouverait 29 %, et 25 % est entre les deux.

MÉTHODE
Résolution de problème : annoncer la grandeur à comparer, poser chaque hypothèse avant le calcul qui l'utilise, conclure par une phrase chiffrée, puis dire dans quel sens chaque hypothèse déplace le résultat.

$R \approx 21\ \%$: la valeur annoncée de 25 % est cohérente avec les documents, compte tenu des hypothèses simplificatrices.

À LA CALCULATRICE

