

Corrigé et barème – Une diversité de sources d'énergie utilisables par l'Humanité

Énergies fossiles et renouvelables, origine solaire de la plupart, puissance et énergie, rendement, stockage, ordres de grandeur de la consommation (programme d'enseignement scientifique de 1re)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · 1^{re}

Exercice 1 – Origine et caractère renouvelable des sources

(4 pts)

- a) Gaz naturel : biomasse fossile issue de la photosynthèse ; houle : vagues levées par le vent, lui-même dû au chauffage inégal de l'atmosphère par le Soleil ; bioéthanol : fermentation de sucres végétaux produits par photosynthèse. Ces trois sources sont d'origine solaire. La géothermie profonde ne l'est pas (chaleur interne, radioactivité). (1)
- b) L'uranium a été formé dans des étoiles antérieures au Soleil, puis incorporé au nuage de gaz et de poussières d'où est né le système solaire ; l'énergie libérée provient de la fission de ses noyaux, pas du rayonnement du Soleil. (1)
- c) La source n'est pas l'eau mais son énergie potentielle de pesanteur en altitude. Elle est renouvelée car le Soleil évapore l'eau, qui retombe en altitude (cycle de l'eau), à l'échelle de temps humaine. (1)
- d) Le prélèvement annuel de bois doit rester inférieur ou égal à l'accroissement naturel de la forêt (gestion durable, replantation) ; sinon le stock diminue. (1)

Le point clé — « D'origine solaire » renvoie au rayonnement de notre Soleil : l'uranium, la géothermie et les marées font exception.

Exercice 2 – Énergie et puissance au quotidien

(4 pts)

- a) $45 \text{ min} = 0,75 \text{ h}$; $E = 2,6 \text{ kW} \times 0,75 \text{ h} = 1,95 \text{ kWh} = 1,95 \times 3,6 \times 10^6 = 7,02 \times 10^6 \text{ J}$. (1)
- b) $P = E / \Delta t = 6\,300 \text{ kWh} / 8\,760 \text{ h} \approx 0,719 \text{ kW} \approx 719 \text{ W}$. (1)
- c) $6\,300 \text{ kWh} = 6\,300 \times 3,6 \text{ MJ} = 22\,680 \text{ MJ}$; $V = 22\,680 / 36 = 630 \text{ L}$. (1)
- d) Le kW est déjà un débit d'énergie (une puissance) : « kW/h » n'a pas de sens. Phrase correcte : « mon radiateur a une puissance de 2 kW ; en 1 h de fonctionnement, il consomme 2 kWh ». (1)

Erreur fréquente — Le kWh est une énergie, le kW une puissance : l'unité « kW/h » n'existe pas.

Exercice 3 – Une centrale hydroélectrique de barrage

(4 pts)

- a) Masse d'eau par seconde : $180 \times 1\,000 = 1,8 \times 10^5 \text{ kg}$; énergie perdue chaque seconde : $m g h = 1,8 \times 10^5 \times 9,81 \times 95 \approx 1,68 \times 10^8 \text{ J}$, donc $P \approx 1,68 \times 10^8 \text{ W} \approx 168 \text{ MW}$. (1)
- b) $P_{\text{elec}} = 0,87 \times 167,8 \text{ MW} \approx 146 \text{ MW}$. (1)
- c) $E = 146 \text{ MW} \times 24 \text{ h} \approx 3,50 \times 10^3 \text{ MWh} (\approx 3,5 \text{ GWh})$. (1)
- d) Le lac est réalimenté par les précipitations (cycle de l'eau entretenu par le Soleil) : la source est renouvelable. On ouvre ou ferme les vannes selon la demande, alors que la production photovoltaïque dépend de l'ensoleillement et s'annule la nuit. (1)

Repère — Puissance d'une chute d'eau : masse écoulee par seconde $\times g \times h$, puis multiplication par le rendement.

Exercice 4 – Stocker l'énergie : batterie et dihydrogène*(4 pts)*

- a) $E = \frac{52}{0,91} \approx 57,1 \text{ kWh}$: on divise par le rendement, car il faut prélever plus que ce qui est stocké. (1)
- b) $\Delta t = E / P = 57,1 / 7,4 \approx 7,72 \text{ h}$; $0,72 \text{ h} \times 60 \approx 43 \text{ min}$, soit environ 7 h 43 min. (1)
- c) Batterie : $52 / 340 \approx 0,153 \text{ kWh/kg}$; essence : $44 \text{ MJ} = 44 / 3,6 \approx 12,2 \text{ kWh/kg}$, soit environ 80 fois plus que la batterie. (1)
- d) Le dihydrogène libre est quasi absent des gisements exploités : il faut le produire (électrolyse de l'eau, vaporeformage du méthane) en dépensant de l'énergie. Inconvénient : le cycle électricité $\rightarrow$ dihydrogène $\rightarrow$ électricité n'a qu'un rendement d'environ 30 % (ou : stockage sous forte pression, risque de fuites). (1)

Attention — Quand on remonte de l'énergie utile vers l'énergie à fournir, on divise par le rendement au lieu de multiplier.

Exercice 5 – Ordres de grandeur mondiaux*(4 pts)*

- a) $E = 1,62 \times 10^{14} \times 3,6 \times 10^6 \approx 5,83 \times 10^{20} \text{ J}$. (1)
- b) $P = \frac{5,83 \times 10^{20}}{3,15 \times 10^7} \approx 1,85 \times 10^{13} \text{ W} \approx 18,5 \text{ TW}$. (1)
- c) $P_S = 1\,361 \times \pi \times (6,371 \times 10^6)^2 \approx 1,74 \times 10^{17} \text{ W}$; rapport $\approx \frac{1,74 \times 10^{17}}{1,85 \times 10^{13}} \approx 9,4 \times 10^3$: près de 10 000 fois la consommation humaine. (1)
- d) Environ 30 % du rayonnement est réfléchi ; au sol, il est dilué (quelques centaines de W/m^2 en moyenne), absent la nuit, variable selon les saisons et les nuages ; les panneaux convertissent environ 20 % ; il faut de grandes surfaces, des matériaux et du stockage, alors que le système énergétique repose à environ 80 % sur des combustibles fossiles stockables et pilotables. (1)

À retenir — L'Humanité consomme de l'ordre de 20 TW, près de 10 000 fois moins que la puissance solaire interceptée par la Terre.