Corrigé – Brevet 2017 – Sciences (Physique-Chimie/SVT/Technologie) – Pondichéry

L'énergie éolienne : chaîne énergétique, énergie cinétique et surface nécessaire, L'approvisionnement énergétique de quelques villes françaises

Corrigé détaillé rédigé par Ben, professeur particulier – benprofparticulier.fr

Physique-chimie – L'énergie éolienne : chaîne énergétique, énergie cinétique et surface nécessaire *(25 pts)*

Question 1. L'image recense cinq énergies renouvelables, chacune associée à sa source :

- **énergie solaire** : source = le **Soleil** (rayonnement lumineux capté par les panneaux solaires sur le toit de la maison) ;
- **énergie éolienne** : source = le **vent** (mouvement de l'air qui fait tourner les éoliennes) ;
- **énergie hydraulique** : source = l'**eau** en mouvement (cours d'eau, barrage) ;
- **énergie géothermique** : source = la **chaleur interne de la Terre** (eau chaude puisée dans le sous-sol) ;
- **énergie de biomasse** : source = la **matière organique** des êtres vivants (bois des forêts, végétaux, déchets organiques).

Question 2. Chaîne énergétique de l'éolienne complétée :

- flèche d'entrée vers les pales : **énergie cinétique** (apportée par le **vent**) ;
- flèche des pales vers le deuxième convertisseur : **énergie mécanique** ;
- deuxième convertisseur (cercle vide) : **alternateur** ;
- flèche de l'alternateur vers le réseau électrique : **énergie électrique** ;
- flèche oblique sous les pales : **énergie thermique** (perdue, par échauffement) ;
- flèche oblique sous l'alternateur : **énergie thermique** (perdue).

On obtient : vent → (énergie cinétique) → pales → (énergie mécanique) → alternateur → (énergie électrique) → réseau électrique, avec des pertes sous forme d'énergie thermique au niveau des pales et de l'alternateur.

> 💡 **Astuce.** Dans une chaîne énergétique, les **cercles** sont des convertisseurs (objets) et les **flèches** portent des formes d'énergie. Ne mets donc jamais « alternateur » sur une flèche, ni « énergie électrique » dans un cercle.

Question 3a. L'énergie cinétique d'un objet de masse m (en kg) et de vitesse v (en m/s) est :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

- À 3 m/s : $E_{c1} = \frac{1}{2} \times 1 \times 3^2 = 4{,}5$ J.
- À 9 m/s : $E_{c2} = \frac{1}{2} \times 1 \times 9^2 = 40{,}5$ J.

$\dfrac{E_{c2}}{E_{c1}} = \dfrac{40{,}5}{4{,}5} = 9$. Quand la vitesse est multipliée par 3, l'énergie cinétique est multipliée par $3^2 = 9$, car elle dépend du carré de la vitesse. **La bonne réponse est c : l'énergie cinétique est multipliée par 9.**

Question 3b. On calcule la part de l'énergie cinétique du vent transformée en énergie mécanique :

$$\frac{E_{\text{mécanique}}}{E_{\text{cinétique}}} = \frac{10\,510}{17\,530} \approx 0{,}60$$

soit environ **60 %**. Le calcul confirme l'affirmation de Betz : seulement 60 % de l'énergie cinétique du vent est transformée en énergie mécanique au niveau des pales.

On remarque aussi que l'énergie électrique finalement produite ne représente que $\dfrac{4\,030}{17\,530} \approx 0{,}23$, soit environ 23 % de l'énergie cinétique du vent.

Question 4a. On convertit d'abord la consommation française en MW.h : 478 200 GW.h $= 478\,200 \times 1\,000 = 478\,200\,000$ MW.h.

Nombre d'éoliennes nécessaires :

$$N = \frac{478\,200\,000}{4\,030} \approx 118\,660$$

soit environ 118 700 éoliennes (il en faut au moins 118 661 pour couvrir toute la consommation).

Surface occupée : $S = 118\,661 \times 24 \approx 2\,848\,000$ hectares, soit environ **2 850 000 hectares**.

Un parc éolien couvrant toute la consommation française occuperait environ 2,85 millions d'hectares, c'est-à-dire la surface moyenne d'un département entier.

> ⚠ **Piège.** La consommation est donnée en GW.h et la production d'une éolienne en MW.h : convertis avant de diviser (1 GW.h = 1 000 MW.h), sinon ton résultat est 1 000 fois trop petit.

Question 4b. L'énergie éolienne ne peut pas être le seul choix pour répondre aux besoins croissants en électricité :

- **La surface nécessaire est énorme** : d'après la question 4a, il faudrait couvrir d'éoliennes l'équivalent d'un département entier (environ 2 850 000 hectares) rien que pour la consommation actuelle ; avec des besoins croissants, il en faudrait encore davantage, au détriment des terres agricoles, des habitations et des paysages.
- **Le rendement est faible** : seulement 60 % de l'énergie du vent devient de l'énergie mécanique et environ 23 % devient de l'énergie électrique (question 3b) ; le reste est perdu, notamment sous forme d'énergie thermique.
- **La production est intermittente** : une éolienne ne produit que lorsque le vent souffle suffisamment, et l'énergie électrique se stocke difficilement ; or la consommation doit être assurée à chaque instant, même par temps calme. De plus, seules certaines régions sont assez venteuses.

Il faut donc associer l'éolien à d'autres sources d'énergie (solaire, hydraulique, géothermie, biomasse…).

SVT – L'approvisionnement énergétique de quelques villes françaises *(25 pts)*

Question 1. D'après le document 2, entre 2010 et 2035 :

- la part des **énergies non renouvelables** (pétrole, charbon, gaz) diminue : elle passe de 81 % en 2010 à 80 % en 2020, puis à 74 % en 2035, soit une baisse de 7 points ;
- la part de l'**énergie nucléaire** reste à peu près stable : 6 % en 2010, 5 % en 2020 et 6 % en 2035 ;
- la part des **énergies renouvelables** (géothermique, solaire, biomasse, hydraulique) augmente : elle passe de 13 % en 2010 à 15 % en 2020, puis à 20 % en 2035, soit une hausse de 7 points.

J'en conclus que les énergies renouvelables remplacent progressivement une partie des énergies non renouvelables, mais que les énergies non renouvelables d'origine fossile resteront de loin majoritaires dans l'approvisionnement énergétique mondial en 2035 (environ les trois quarts).

Question 2. Énergies renouvelables les plus pertinentes :

- **Strasbourg** : l'**énergie géothermique**.
- **Brest** : l'**énergie éolienne**.
- **Marseille** : l'**énergie solaire** et l'**énergie éolienne**.

(Pour mémoire, la question ne demande pas de justification, mais voici ce que montrent les cartes du document 3 : Strasbourg a un débit géothermique supérieur à 130 mW/m², donc au-dessus du seuil de 120 mW/m² ; Brest et Marseille ont des vents de plus de 7,5 m/s ; Marseille reçoit plus de 2 500 heures de soleil par an, bien au-delà du seuil de 1 800 heures.)

> ⚠ **Piège.** Pour chaque ville, compare la valeur lue sur **chacune** des trois cartes au seuil donné dans le document 4 (120 mW/m², 1 800 heures, 7,5 m/s). Marseille remplit deux conditions : n'en cite pas qu'une seule.

Question 3. Je vois sur les cartes du document 3 que la ville de Reims :

- se trouve dans la zone où le débit d'énergie géothermique est inférieur à 110 mW/m², donc en dessous du seuil de 120 mW/m² nécessaire à l'installation d'une centrale géothermique (document 4) ;
- reçoit moins de 1 500 heures de soleil par an, donc moins que les 1 800 heures nécessaires pour que certains panneaux solaires soient rentables ;
- a des vents dont la vitesse moyenne est inférieure à 7,5 m/s, vitesse en dessous de laquelle une éolienne ne produit pas d'électricité.

Je sais grâce au document 1 qu'il existe d'autres énergies renouvelables, comme l'énergie provenant de la biomasse, produite à partir de la matière organique des êtres vivants, et l'énergie hydraulique, produite à partir de la force de l'eau. Je sais aussi que les énergies non renouvelables d'origine fossile (pétrole, charbon, gaz) s'épuisent et que leur part doit diminuer (document 2).

J'en conclus que la géothermie, le solaire et l'éolien ne sont pas adaptés à Reims. Une solution pertinente est d'utiliser l'**énergie de la biomasse** : Reims est entourée d'une région agricole et de forêts qui fournissent de la matière organique (bois, résidus des cultures, déchets végétaux) pour alimenter, par exemple, une chaufferie ou une centrale à biomasse. Cette énergie est renouvelable à l'échelle d'une vie humaine. Si elle ne suffit pas, Reims peut compléter son approvisionnement par l'énergie hydraulique produite ailleurs ou par l'électricité d'origine nucléaire acheminée par le réseau, afin de limiter le recours aux énergies fossiles.

Conseils pour le jour J

Tu as 30 minutes par discipline et chaque discipline se rédige sur une copie séparée : ne confonds pas les copies, et soigne la présentation et l'orthographe, qui valent 2,5 points dans chaque discipline.

En physique-chimie, les points se gagnent sur les calculs bien posés : formule littérale ($E_c = \frac{1}{2}mv^2$), application numérique, résultat avec son unité, puis phrase de conclusion. À la question 4a, la conversion des GW.h en MW.h est indispensable, et la comparaison avec la surface d'un département (donnée en 4b) te permet de vérifier ton ordre de grandeur.

En SVT, l'essentiel est de bien lire les cartes : repère chaque ville, lis la valeur dans la légende et compare-la au seuil du document 4. À la question 3, montre d'abord que Reims ne remplit aucune des trois conditions, puis propose une solution tirée du document 1 (la biomasse) en la justifiant.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).