

4.8 Bilans macroscopiques-Exercice 10

-
- Tu savais que si tu prends 1000 m³ d'air...
 - C'est beaucoup
 - ...que tu envoies à 80 km/h sur une éolienne...
 - C'est beaucoup
 - ...tu obtiens la même énergie que si tu brûles 3 mL de pétrole
 - C'est pas beaucoup

Démontrer l'affirmation sachant qu'une tonne de pétrole donne 42 GJ après combustion.

Données : masse volumique de l'air 1,2 kg.m⁻³
masse volumique du pétrole 850 kg.m⁻³
diamètre de l'éolienne 80 m

-
- 3 mL de pétrole ont une masse de $850 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 2,55 \cdot 10^{-3}$ kg

L'énergie dégagée est alors : $2,55 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{42 \cdot 10^9}{1000} \approx 10^5$ J

- L'éolienne prélève l'énergie cinétique du vent.

Les 1000 m³ d'air ont une masse $m = 1200$ kg

L'énergie cinétique est donc : $E_c = \frac{1}{2} mv^2 \approx 3 \cdot 10^5$ J

Le rendement de l'éolienne n'étant pas de 100 % (le maximum est 69 %, appelé limite de Betz), seule une fraction de cette énergie cinétique est convertie en énergie électrique.

Si le rendement est de l'ordre de 30 %, on retrouve bien une énergie de l'ordre de 10⁵ J.

L'affirmation est donc vraie.

Complément : calcul de la puissance cinétique du vent

$$P = \frac{1}{2} \rho_m v^2 = \frac{1}{2} \rho S v^3 = \frac{1}{2} \rho \pi \frac{D^2}{4} v^3$$

$$P = 33 \text{ MW}$$

Avec un rendement de 10 %, la puissance électrique est de l'ordre de 10 MW.
