

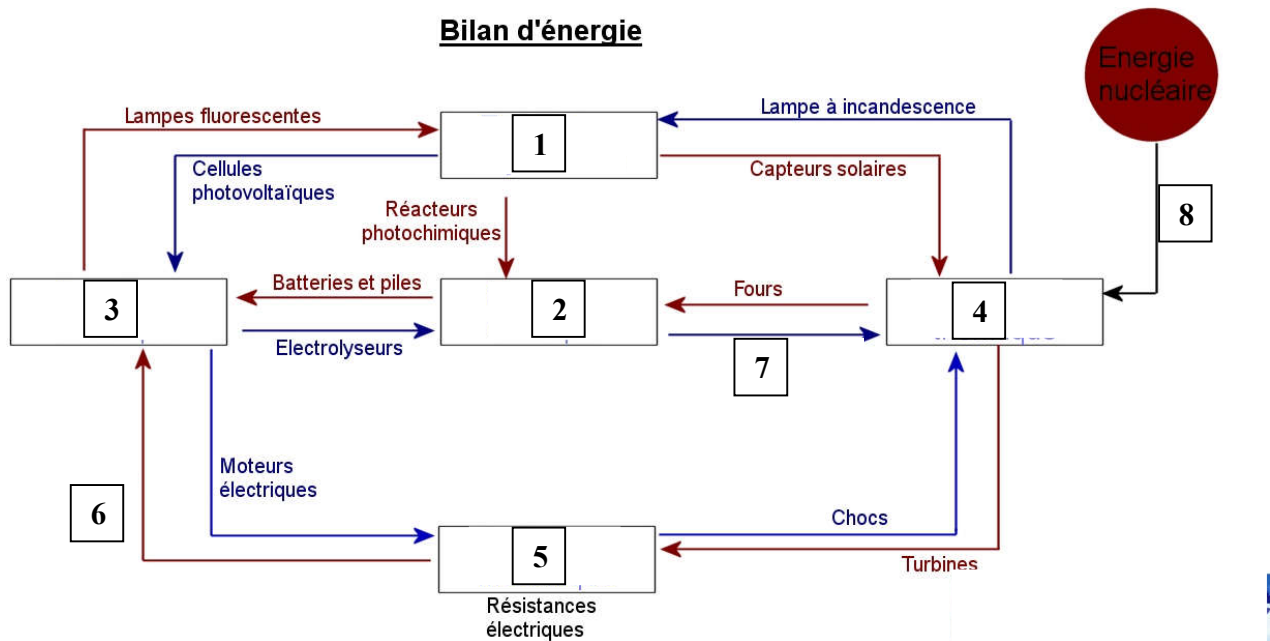
Partie I : Questions de cours (10 points)

1) Répondre par vrais ou faux et corriger la fausse information : (0.25 × 4) points

- a) L'alternateur est la partie commune à toutes les centrales électriques. **(Vrais)**
- b) Les centrales électriques produisent de l'énergie électrique en utilisant une source d'énergie dite **renouvelable**. **(Faux) => Primaire.**
- c) Les éoliennes produisant de l'électricité sont appelées aérogénérateurs. Elles produisent de l'électricité lorsque le vent dépasse **30 km/h**. **(Faux) => 10 ou 15 km/h.**
- d) La valeur maximale de coefficient de puissance de l'éolienne est 0.593. Ce coefficient dépend de la vitesse du vent en amont, du nombre de pales, de leur rayon, de leur angle de calage et de leur vitesse de rotation. **(Vrais).**

01pts

2) Compléter le Bilan d'énergie suivant : (0.5 × 8) points



02pts

- 1 : Energie rayonnante
- 2 : Energie chimique
- 3 : Energie électrique
- 4 : Energie thermique
- 5 : Energie mécanique

- 6 : Générateurs électrique
- 7 : Chaudières
- 8 : Réacteur nucléaires

3) Répondre brièvement aux questions suivantes : (01 × 2) points

a) Quelle est la différence entre une source d'énergie renouvelable et une source d'énergie non renouvelable ? citer quelques exemples pour chaque type de source d'énergie.

- ⇒ L'énergie renouvelable : Source d'énergie pratiquement inépuisable. (exp : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, la biomasse, l'énergie géothermique...).
- ⇒ L'énergie non renouvelable : les réserves correspondant à ces sources d'énergie sont limitées et ne se renouvellent pas. (exp : L'énergie fossile, l'énergie nucléaire...).

b) Faire une comparaison entre l'éolienne et l'hydrolienne en remplissant le tableau ci-dessous:

05pts

Eolienne	Hydrolienne
Source primaire : le vent	Source primaire : l'eau
Fonctionnement : Les pales de l'éolienne permettent de transformer l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Le vent fait tourner les pales entre 10 et 25 tours par minute. L'alternateur transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.	Fonctionnement: l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes : chute, cours d'eau, courant marin, marées, vagues. Ce mouvement (énergie mécanique) peut-être converti en énergie électrique a l'aide d'un alternateur.
Avantages : (citer 2 avantages) : ⇒ Les éoliennes produisent de l'électricité sans dégrader l'environnement ⇒ Les éoliennes ne nécessitent aucun carburant.	Inconvénients : (citer 2 inconvénients) ⇒ Un entretien fréquent et difficile. ⇒ Les hydroliennes créent des zones turbulences, ainsi les végétaux ne peuvent pas se développer correctement.
Inconvénients : (citer 2 inconvénients) ⇒ C'est une énergie irrégulière qui dépend toujours de la vitesse du vent. ⇒ L'éolienne produit de bruit (à 500m de distance, le volume sonore d'une éolienne est d'environ 35 décibels)	Avantages : (citer 2avantages) ⇒ Malgré leurs tailles inférieures aux éoliennes, elles fournissent une puissance électrique égale voir supérieur (masse volumique de l'eau est huit-cent fois supérieures à celle de l'aire. ⇒ Elle ne provoque pas de gênes sonores.

Partie II : Exercice (10 points)

Grande éolienne : 250 kW

Type : 3 pales

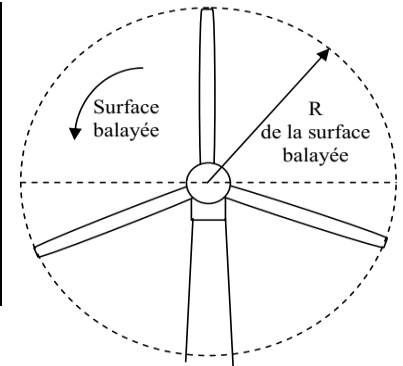
Rotor et pales : Aire de la surface balayée : $S = 693 \text{ m}^2$

Masse de l'ensemble pales-rotor-nacelle : $m = 28 \text{ tonnes}$

La Pression P exercée Sur La Surface S balayée Par Les Pales : $P = 250 \text{ pascals}$

Le coefficient d'efficacité : $C_p = 0,44$

La masse volumique de l'air : $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$.



1) Calculer la valeur F de la force exercée par le vent sur l'éolienne.

$$\Rightarrow F = P \times S$$

01pts

2) Calculer la valeur du poids de l'ensemble pales-rotor-nacelle ($g = 9,81 \text{ N/kg}$).

$$\Rightarrow p = m \times g$$

01pts

3) On estime que la puissance récupérable P_{eol} par une éolienne est en fonction de l'aire S de la surface balayée et du cube de la vitesse du vent. Calculer la vitesse V (m/s) et la puissance P_{vent} (kW) du vent.

$$\Rightarrow P_{eol} = P_{vent} \cdot C_p$$

$$P_{vent} = \frac{P_{eol}}{C_p}$$

01pts

$$P_{vent} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S \cdot V^3$$

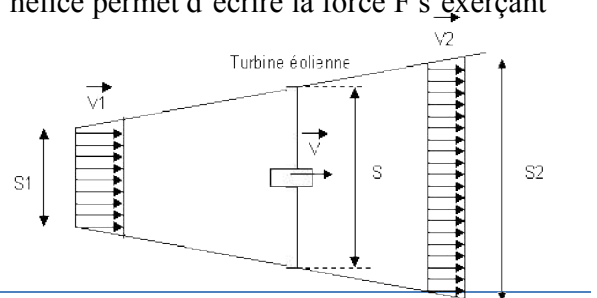
$$V^3 = \frac{2P_{vent}}{\rho \cdot S}$$

$$V = \sqrt[3]{\frac{2P_{vent}}{\rho \cdot S}}$$

01pts

4) On modélise le passage du vent, dans le rotor de l'hélice par un tube de courant, avec V , V_1 , V_2 les vitesses du vent avant les pales, aux pales, et après les pales. L'air est déterminé par sa masse volumique, la surface balayée par les pales est S en m^2 . L'énergie électrique que va fournir l'éolienne dépend de la puissance du vent qu'elle va récupérer. Le théorème d'Euler qui traite la variation de mouvement de la veine de vent entre l'amont (S_1 , V_1) et l'aval (S_2 , V_2) de l'hélice permet d'écrire la force F s'exerçant sur les pales sous la forme : $F = \rho \cdot S \cdot V (V_1 - V_2)$

On donne : $V = 10 \text{ m/s}$ et $V_1 = 3V_2$



1.5pts

a) Déduire la puissance disponible fournie en fonction de : ρ , S , V , V_1 et V_2 ?

$$\Rightarrow P_{\text{dis}} = \rho \cdot S \cdot V^2 (V_1 - V_2)$$

1.5pts

b) Quelle est la variation de l'énergie cinétique ΔE_c de la masse m lorsque la vitesse passe de la valeur V_1 à la valeur V_2 ?

$$\Rightarrow \Delta E_c = \frac{1}{2} m (V_1^2 - V_2^2)$$

03pts

c) Déduire une nouvelle expression de la puissance disponible $P_{\text{dis}2}$ et sa valeur en (kW) en fonction de la masse volumique de l'air ρ , de la surface S , de la vitesse du vent V , et les vitesses V_1 et V_2 .

$$\Rightarrow P_{\text{dis}2} = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot V (V_2^2 - V_1^2) = P_{\text{dis}} = \rho \cdot S \cdot V^2 (V_1 - V_2)$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2}, V_1 = 3V_2$$

Bon courage