

ACTIVITÉ 2.2.2. RENDEMENT D'UNE CHAÎNE DE CONVERSION

Une production optimale d'électricité nécessite les meilleurs rendements.

Objectif de l'activité : calculer le rendement global d'un système de conversion d'énergie.

I. Étude de la centrale photovoltaïque de Cestas

Doc. 1 Des données météorologiques



L'ensoleillement annuel en France.

Énergie du rayonnement solaire
(en kWh/m² par an)

	moins de 1 220		de 1 490 à 1 620
	de 1 220 à 1 350		de 1 620 à 1 760
	de 1 350 à 1 490		plus de 1 760

Durée totale d'ensoleillement sur une année :

Bordeaux : 2 305 h ;
Marseille : 2 716 h ;
Lille : 1 695 h.

Doc. 2 Présentation

La centrale photovoltaïque de Cestas, près de Bordeaux, inaugurée en 2015, est la plus grande centrale photovoltaïque d'Europe. Elle occupe une aire $S = 200$ ha et délivre une puissance $\mathcal{P} = 300$ MW. L'énergie ainsi obtenue chaque année correspond à la consommation domestique, hors chauffage, de la ville de Bordeaux.

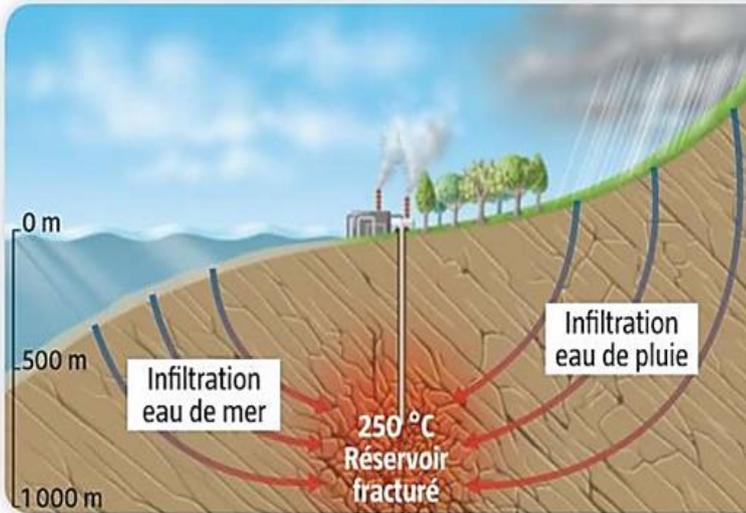
Doc. 3 Rappels et conversions

- 1 are = 100 m²,
soit l'aire d'un carré de 10 m de côté.
- 1 hectare (ha) = 100 ares,
soit l'aire d'un carré de 100 m de côté.
Donc 1 ha = 10 000 m² = 10⁴ m².
- Le préfixe *méga* correspond à un million,
soit 1 000 000 ou 10⁶.
Donc :
1 MW = 1 million de watts = 10⁶ W

1. Évaluer l'énergie radiative reçue par les cellules photovoltaïques en un an.
2. Calculer l'énergie électrique fournie par la centrale en un an.
3. En déduire la valeur du rendement global de la centrale solaire de Cestas.

II. Étude de la centrale géothermique de Bouillante (Guadeloupe)

Doc. 3 Présentation

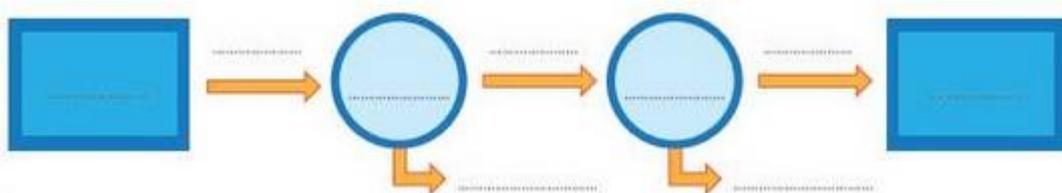


Le sous-sol à Bouillante.

La centrale géothermique de Bouillante est située en Guadeloupe à 15 km du volcan de la Soufrière. Les eaux de mer et de pluie, après s'être infiltrées dans le sous-sol, circulent dans les fractures, se mélangent et se réchauffent au contact des roches chaudes. Remontées vers la surface et la centrale par forage, l'eau chaude se vaporise partiellement. Séparée de l'eau par gravité, la vapeur est dirigée vers une turbine qui entraîne l'alternateur. L'énergie électrique obtenue est transférée sur le réseau de transport électrique.

Les deux unités de production de la centrale de Bouillante, de puissance totale de valeur $\mathcal{P} = 15 \text{ MW}$, permettent de couvrir environ 7 % de la consommation en électricité de l'île.

- Indiquer en justifiant si la ressource exploitée à Bouillante est renouvelable.
- Indiquer la signification du mot *géothermique*.
- Le schéma suivant représente la chaîne de conversions énergétiques à l'œuvre dans la centrale de Bouillante. Le compléter.



- Donner l'expression du rendement global de la centrale.
- Exprimer le rendement global de la centrale en fonction du rendement de la turbine η_{turbine} et du rendement de l'alternateur $\eta_{\text{alternateur}}$.
- Calculer la valeur du rendement global avec $\eta_{\text{turbine}} = 35 \%$ et $\eta_{\text{alternateur}} = 95 \%$.

Correction ACTIVITÉ 2.2.2. Rendement d'une chaîne de conversion

1. En un an, pour une aire $S = 200 \text{ ha} = 200 \times 10^4 \text{ m}^2 = 2 \times 10^6 \text{ m}^2$ et une énergie reçue comprise entre 1350 et 1490 kW·h/m²/an soit entre 1,35 et 1,49 MW·h/m²/an on obtient :
entre $1,35 \text{ MW}\cdot\text{h}/\text{m}^2/\text{an} \times 2 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1 \text{ an}$ et $1,49 \text{ MW}\cdot\text{h}/\text{m}^2/\text{an} \times 2 \times 10^6 \text{ m}^2 \times 1 \text{ an}$
c'est-à-dire entre $2,7 \times 10^6 \text{ MW}\cdot\text{h}$ et $2,98 \times 10^6 \text{ MW}\cdot\text{h}$.

2. L'énergie fournie est égale au produit de la puissance fournie par la durée de fonctionnement :
 $\mathcal{E} = \mathcal{P} \times \Delta t = 300 \text{ MW} \times 2035 \text{ h} = 6,105 \times 10^5 \text{ MW}\cdot\text{h}$.

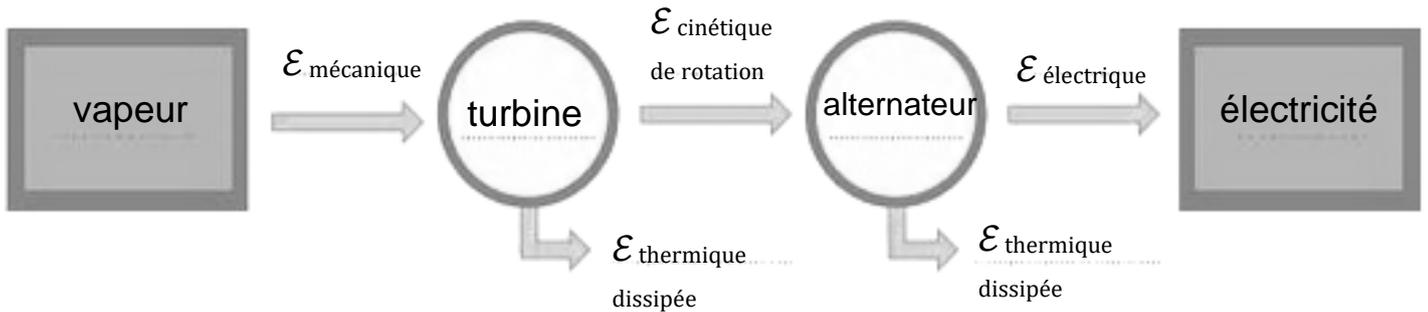
3. Le rendement global est $\eta = \frac{\mathcal{E} \text{ électrique fournie}}{\mathcal{E} \text{ radiative solaire reçue}}$ est compris entre :

$$\frac{6,105 \times 10^5 \text{ MW}\cdot\text{h}}{2,98 \times 10^6 \text{ MW}\cdot\text{h}} = 0,205 \text{ soit } 20,5 \% \text{ e t } \frac{6,105 \times 10^5 \text{ MW}\cdot\text{h}}{2,7 \times 10^6 \text{ MW}\cdot\text{h}} = 0,226 \text{ soit } 22,6 \%$$

4. Cette ressource énergétique est renouvelable car à base d'eaux de mer et de pluie : le stock de ces ressources se reconstitue plus vite que la centrale ne les exploite.

5. « géo » : la Terre ; « thermos » : la chaleur ; cette centrale utilise la chaleur de la Terre.

6.



7. Rendement global $\eta = \frac{\mathcal{E} \text{ électrique fournie}}{\mathcal{E} \text{ mécanique de la vapeur reçue}}$

$$8. \eta = \frac{\mathcal{E} \text{ électrique fournie}}{\mathcal{E} \text{ mécanique de la vapeur}} = \frac{\mathcal{E} \text{ électrique fournie}}{\mathcal{E} \text{ cinétique de rotation}} \times \frac{\mathcal{E} \text{ cinétique de rotation}}{\mathcal{E} \text{ mécanique de la vapeur}} = \eta_{\text{alternateur}} \times \eta_{\text{turbine}}$$

9. $\eta = \eta_{\text{alternateur}} \times \eta_{\text{turbine}} = 0,95 \times 0,35 = 0,33$ soit 33 %

Bilan :

Le rendement global d'un dispositif de conversion désigne la proportion que représente l'énergie en sortie du dispositif (énergie qu'il fournit) par rapport à l'énergie en entrée (énergie qu'il consomme). Le rendement en énergie est égal au rendement en puissance.

Le rendement global d'un dispositif de conversion d'énergie se calcule comme le produit des rendements de conversion de chacun des étages de conversion présents dans le dispositif.