Rendement de centrales électriques

TD

1. Présentation de trois centrales électriques

Centrale thermique de Cordemais (Loire-Atlantique)
Capacité : 2600 MW

Centrale nucléaire de Civaux (Vienne)
Capacité : 2 × 1500 MW

Centrale géothermique de Bouillante (Guadeloupe)
Capacité : 15 MW

2. Calcul des rendements

1. La combustion d'une tonne de fioul (1 tep) dans une centrale thermique classique fournit environ 4500 kWh électrique. Quel est le rendement de conversion ?

2. L'énergie thermique (quantité de chaleur) extraite en 1 seconde d'un réacteur nucléaire en fonctionnement est de 2 760 000 kJ (Circuit d'eau primaire : Température d'entrée 285°C, Température de sortie 323°C, Pression 155 bars, Débit 12 400 kg/s).
Sachant que le réacteur nucléaire fournit une puissance électrique de 900 MW, calculer le rendement de conversion.

Pour aller plus loin : Ce résultat ne traduit pas le potentiel énergétique de l'uranium, difficile à quantifier tant le nombre de transformations réalisées est important.
Le cycle du combustible en quelques chiffres :
- Dans 1000 kg de minerai (roches uranifères) on trouve de 1 à 5 kg d'uranium.
- Après traitement à la mine on obtient du Yellow Cake, contenant 75% d'uranium naturel.
- Seul l'uranium enrichi est utilisable (2 à 3% de U_{235} au lieu de 0,71% à l'état naturel).
- Pour obtenir 1 kg d'uranium enrichi il faut environ 6 kg l'uranium naturel.
- La phase d'enrichissement consomme beaucoup d'énergie (L'usine d'enrichissement EURODIF consomme l'équivalent de la production d'une centrale nucléaire de 4 réacteurs 900 MW !).
- 1 Pastille combustible (UO2, MOX…) pèse environ 7 grammes et peut produire autant d'énergie que 1 tonne de charbon.
- 1 Réacteur (REP 900 MW) contient environ 11 millions de pastilles combustibles.
- Les 80 tonnes de combustible séjournent 3 à 4 ans dans le réacteur.
- 1/4 à 1/3 du combustible est renouvelé chaque année.
- En moyenne, chaque année en France, 1200 tonnes de combustibles usés sont produits.
- Environ 96% du combustible usé peut être retraité (ce qui redonne en partie du combustible…).

3. Le rendement d'une centrale géothermique est de 33 %. Déterminer l'énergie en tep nécessaire pour produire 1 MWh.