

STI2D	Chapitre 3 : l'énergie électrique	
	Partie 4 : Production de l'énergie électrique	

Pré-requis :

Connaissance générales sur l'électricité

Connaissance générales sur l'énergie

Compétences visées :

Être capable de décrire et expliquer les différents modes de production de l'électricité

L'objectif de cette partie de cours est de se remémorer les différents moyens de productions de l'électricité. Tout ceci a bien sûr déjà été abordé dans les années antérieures au collège et/ou en seconde.

1. Centrales thermiques

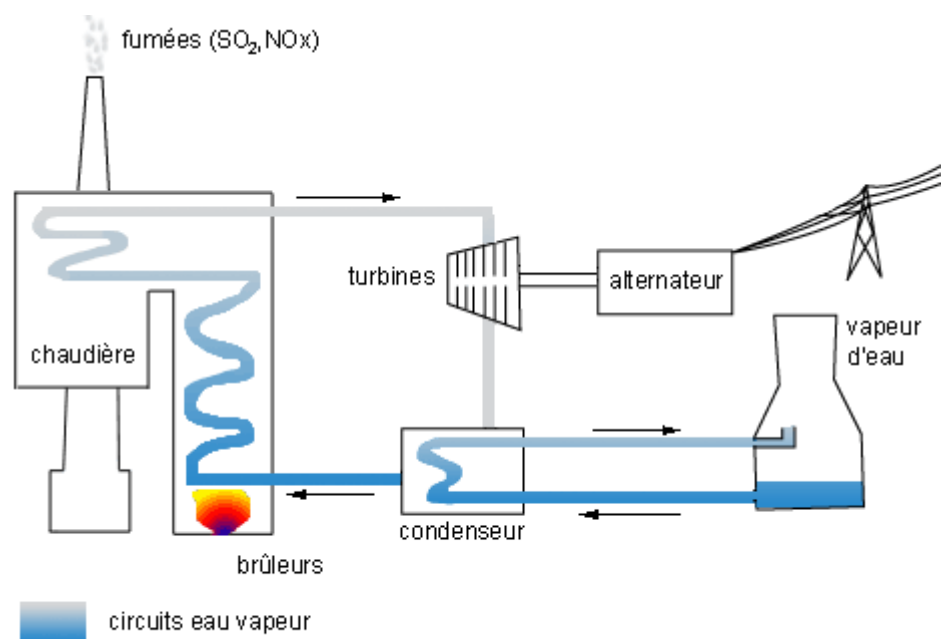
Fonctionnement (schéma en dessous)

Les centrales thermiques produisent de l'électricité en entraînant des turbines à l'aide de vapeur d'eau sous pression. Tout d'abord, un combustible est brûlé dans les brûleurs de la chaudière. Cette combustion produit de la chaleur qui a pour conséquence d'augmenter la pression à 170 bars environ (pression régnant dans la chaudière) et de vaporiser l'eau circulant dans le circuit autour de 560°C (du fait de la pression élevée, la température d'ébullition de l'eau n'est plus à 100°C mais autour de 560°C).

Cette vapeur entraîne alors une turbine qui entraîne à son tour un alternateur (synchrone en général). C'est cet alternateur qui produit l'électricité.

La vapeur passe ensuite dans un condenseur où elle est refroidie pour redevenir liquide. Le condenseur est un circuit d'eau très souvent reliée à une tour de refroidissement ou à un fleuve. La vapeur d'eau échange de sa chaleur avec l'eau du circuit de refroidissement et redevient liquide tandis que l'eau du circuit de refroidissement passe dans la tour de refroidissement où elle est refroidie par des courants d'air ascendant puis repart vers le condenseur.

Il y a donc deux circuits: le circuit de refroidissement et le circuit qui actionne les turbines.



Chaudière thermique à flamme

Les combustibles

Il existe différents types de combustibles :

- solide : le charbon
- gazeux : gaz naturel
- liquide : le fioul
- Le bois (biomasse)
- L'uranium (nucléaire) : on récupère l'énergie thermique de la fission de l'uranium.

La cogénération

La cogénération consiste à produire simultanément de l'électricité et de la chaleur (ou du froid) et d'optimiser ainsi les rendements énergétiques.

La cogénération permet, dans certains cas, d'atteindre un rendement énergétique global (électrique et thermique) de 75 à 85 %.

Inconvénients des centrales thermiques:

Les fumées émises

La combustion dans la chaudière à charbon produit des cendres. Elles sont récupérées à plus de 99 % dans des dépoussiéreurs électrostatiques et sont utilisées dans la fabrication des ciments et des revêtements routiers ou encore comme adjuvant dans les bétons pour les améliorer.

Les gaz émis

La combustion dans une centrale (ou une chaudière) produit des gaz qui sont rejetés dans l'atmosphère. Parmi ces gaz, on trouve de la vapeur d'eau (inoffensif), du dioxyde de carbone CO₂ (réchauffement de la planète), du dioxyde de soufre SO₂ (toxique), des oxydes d'azote NO_x ...

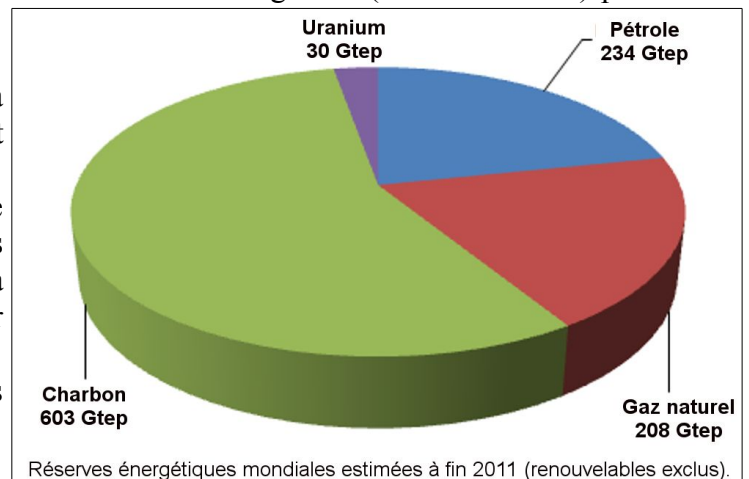
Pour le nucléaire : dangerosité de la centrale elle-même et déchets dangereux (non retraitables) pour des dizaines ou des centaines de milliers d'années.

Épuisement des ressources

Malgré de nouvelles découvertes de gisements, la production de pétrole et de gaz naturel (à un coût acceptable) devrait diminuer d'ici 50 à 60 ans.

Le charbon est quand à lui disponible en grande quantité à un coût faible. Ainsi de nouvelles techniques apparaissent afin d'en améliorer la combustion (moins de fumées nocives, meilleur rendement, ...).

L'uranium est lui disponible en très faibles quantités.



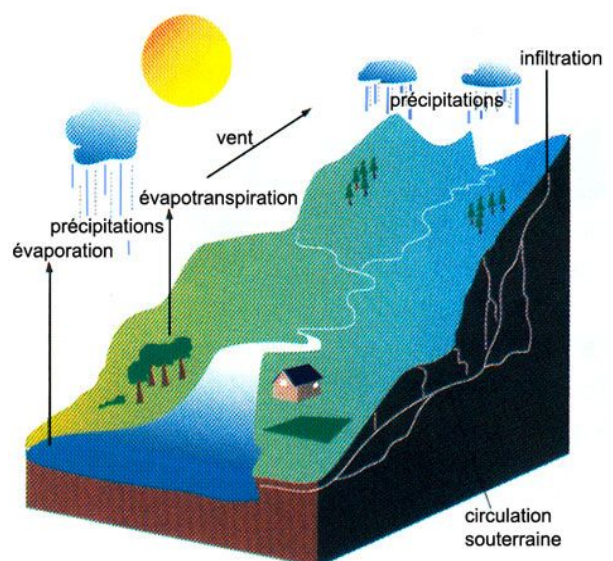
2. Les énergies renouvelables

Rappel : sur la terre il y a 3 sources d'énergies disponibles :

- Celle présente dans le noyau de la terre (issu de la formation de la planète)
- Celle amenée par le soleil
- Celle créée par l'attraction de la lune (marées)

On va donc utiliser essentiellement celle issue du soleil à travers les centrales :

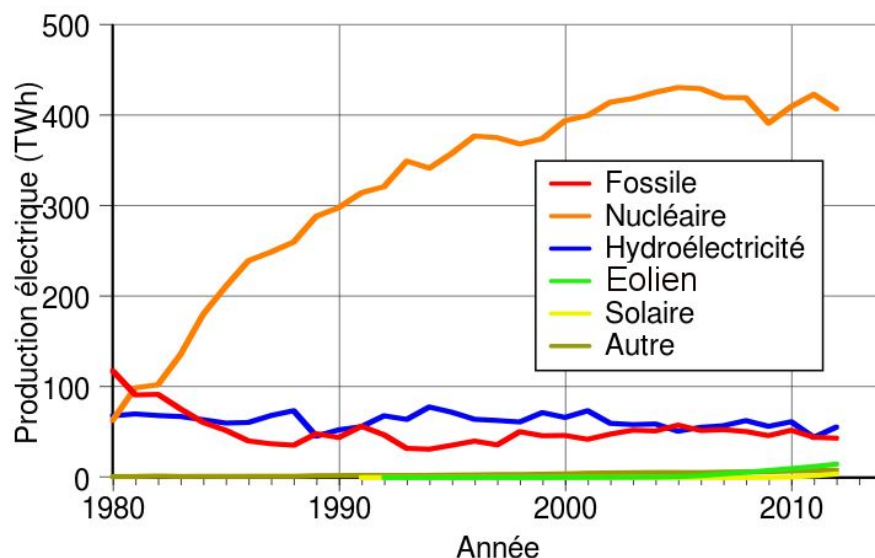
- Hydrauliques (cycle de l'eau : voir ci contre)
- Solaires (photovoltaïques ou thermiques)
- Éoliennes (le vent résulte des flux d'air produits essentiellement par la variation des températures)



On a aussi des centrales électriques récupérant l'énergie des marées.

Et bien sûr on utilise l'énergie thermique (issue du soleil) mais assimilée par les plantes (biomasse).

3. Production de l'énergie électrique en France :



4. Enjeux et critères de choix des moyens de production de l'énergie électrique

Le choix des types d'énergies utilisées en France pour fabriquer de l'électricité résulte de choix politiques (subventions, aides, soutien), d'intérêt indirect (le nucléaire a d'abord été développé pour fabriquer des bombes), de pression de certains industriels. Ces choix n'ont jamais été dictés par des considérations scientifiques. L'aspect écologique n'a commencé à être pris en compte que très récemment. Et les populations n'ont jamais été consultées.

Voici quelques données permettant de réfléchir à la question du choix du type de production d'électricité.

Tableau des coûts de construction (en fonction de la puissance installée) :

	Hydraulique	Charbon	Gaz	Nucléaire	Eolien (terre)	Eolien (mer)	Photovoltaïque
€ par kW installé	600 - 5000	1000 - 2000	500 - 1000	3000 - 4000	≈1000	3000-4000	1500 à 4000
Montant pour 500 MW (milliards d'euros)	0,3 - 2,5	0,5 - 1	0,25 - 0,5	1,5 - 2	≈ 0,5	1,5 - 2	0,75 - 2

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs caractéristiques de la durée de construction :

	Hydraulique	Charbon	Gaz	Nucléaire	Eolien à terre	Eolien en mer	Photovoltaïque
durée de construction	1 à 10 ans	4 à 5 ans	3 à 4 ans	7 à 10 ans	1 an	1 à 3 ans	< 1 an

Le tableau ci-dessous donne le facteur de charge pour divers types d'installation de production électrique (valeurs les plus courantes, on peut toujours avoir plus ou moins dans des cas particuliers) :

	Hydraulique (lac)	Hydraulique (fil de l'eau)	Charbon	Gaz	Nucléaire	Eolien (terre)	Eolien (mer)	Photovoltaïque
Facteur de charge	30% à 50%	80% à 100%	50% à 80%	50% à 80%	70% à 90%	15% à 25%	30% à 40%	10% à 25%

Tableau du coût de revient final du kWh produit :

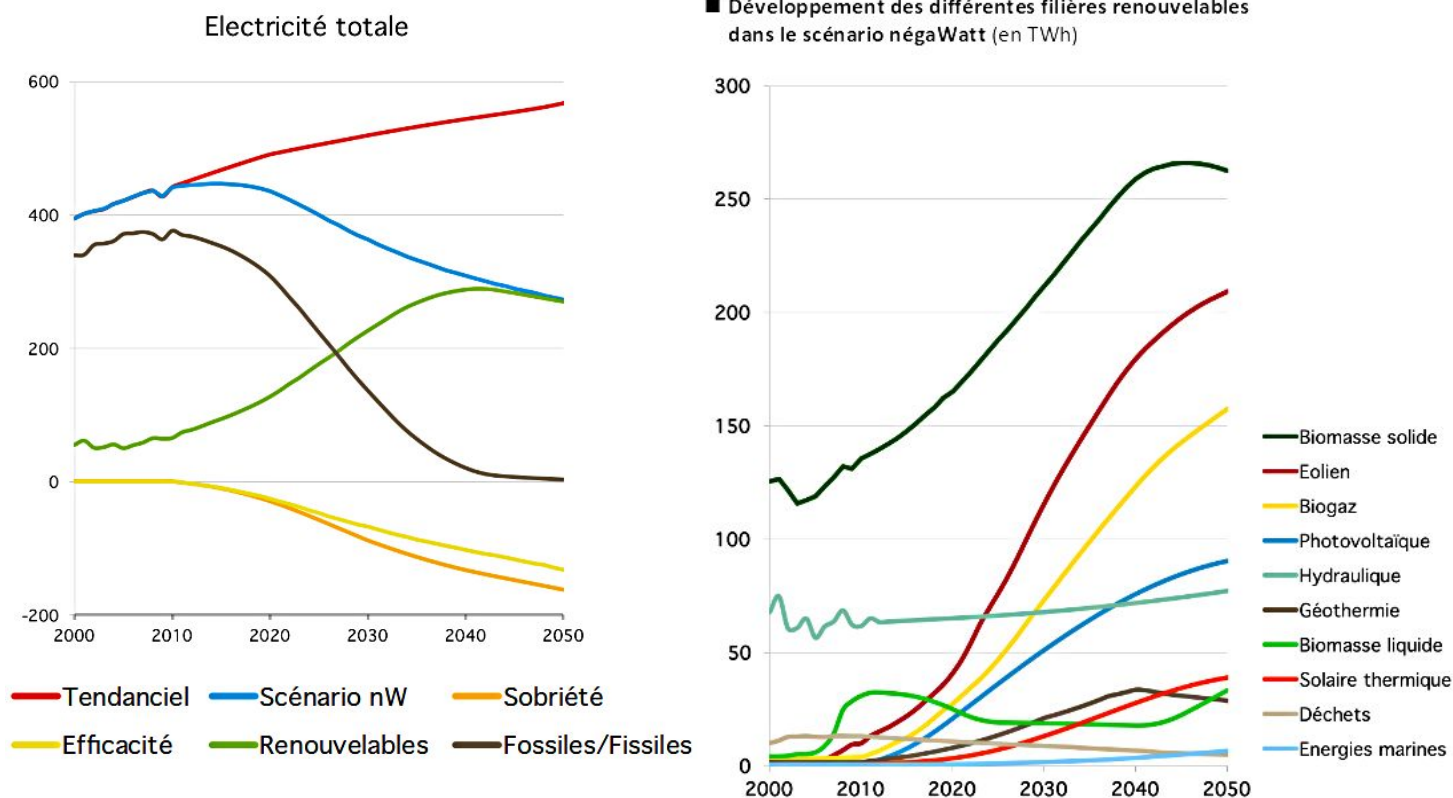
	Hydraulique (lac)	Hydraulique (fil de l'eau)	Charbon	Gaz	Nucléaire	Eolien à terre	Eolien en mer	Photovoltaïque
Euros par kW installé	3 500	3 500	1 500	800	4 000	1 000	4 000	2 000
Facteur de charge moyen	40%	80%	80%	50%	80%	20%	40%	15%
Euros par kW efficace	8 500	4 200	1 700	1 600	5 000	5 000	10 000	13 000

A noter que ces coûts (estimés en 2012) évoluent. Par exemple le coût du photovoltaïque devrait descendre à 5000 euros/kW d'ici quelques années, ceux du nucléaire continuer à augmenter (sécurité accrue, ...).

Et l'avenir ? Nous allons proposer le scénario négaWatt qui compare un scénario « tendanciel » (on continue comme aujourd'hui) et un scénario visant 100 % d'énergie renouvelable (électricité mais aussi les autres formes d'énergies primaires consommées). Le scénario complet est disponible sur le site <http://www.negawatt.org>

Présentation du scénario Négawatt (Vers 100% de soutenable en énergie primaire) :

Ce scénario repose sur 3 facteurs : économie (sobriété), efficacité énergétique et changement d'énergie :



Du point de vue de l'énergie primaire consommée en France :

