



Sommaire

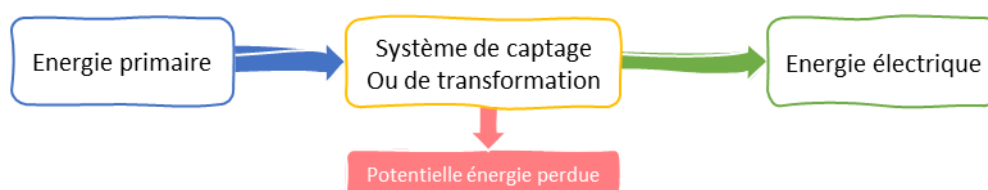
Energie Finale et Energie Primaire

3 types de production d'énergie électrique

Energie Finale et Energie Primaire

L'énergie domestique que nous utilisons chez nous pour se chauffer, faire fonctionner les machines à laver, congeler des aliments, s'éclairer, produire de l'eau chaude... est dite « **énergie finale** ».

Elle provient d'une énergie dite « **énergie primaire** » que l'on capte ou libère à partir de ressources naturelles.



Cette dernière peut être captée ou libérée par des équipements propres au point d'utilisation (autoproduction) ou produite par des installations telles que centrales thermiques, barrages, éoliennes... puis collectée et acheminée jusqu'au point d'utilisation par un réseau de distribution.

1. Energie captée ou libérée par des équipements propres au point d'utilisation.

Les principales sources sont :

- **L'énergie du soleil**, captée par
 - des panneaux solaires
 - des panneaux photovoltaïques qui produisent de l'électricité autoconsommée.
- **L'énergie géothermique**, captée par un circuit d'eau avec un échangeur thermique ou une pompe à chaleur,
- **L'énergie du vent**, captée par une éolienne domestique
- **L'énergie de l'eau** qui fait tourner une microcentrale privée.
- **L'énergie contenue dans le gaz, le fioul, le bois**, libérée sur place par combustion dans une chaudière, un poêle ou une cheminée...

Par convention, on considère que dans le cas d'énergies « produites et consommées sur place »

1 kWh d'énergie primaire (EP) = 1 kWh d'énergie finale (EF)



2. Energie amenée par le réseau de distribution de l'électricité.

Pour mettre à disposition du consommateur 1 kWh d'énergie électrique, dite **énergie finale** (EF), on aura consommé **2,3 kWh** d'énergie dite primaire (EP), soit :

2,3 kWh d'énergie primaire (EP) = 1 kWh d'énergie finale (EF)



Pourquoi ce ratio important ?

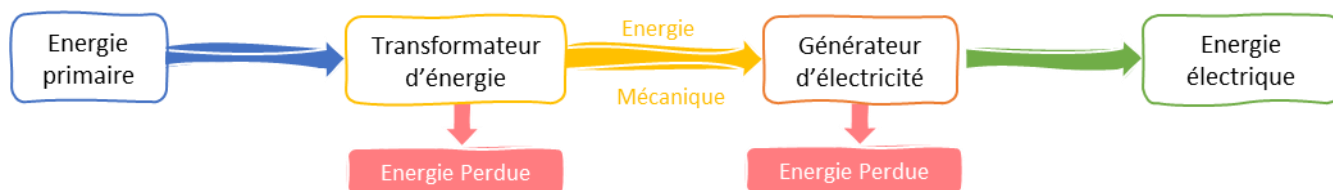
L'énergie électrique n'existe pas de manière utilisable dans notre environnement. Il faut la produire à partir de sources comme celles évoquées ci-dessus, mais avec une puissance très supérieure, puis l'acheminer via un réseau de distribution jusqu'à l'utilisateur.

Cette production et cet acheminement ont un « rendement énergétique » faible.

Hormis les centrales photovoltaïques qui transforment directement l'énergie du soleil en électricité, tous les autres moyens de production d'électricité transforment de l'énergie contenue dans des ressources naturelles, l'«**énergie primaire**», en une « **énergie mécanique** », qui produira de l'électricité via un dispositif « **générateur d'électricité** ».

La chaîne de transformation de ces énergies primaires en énergie mécanique puis en électricité comporte plus ou moins d'étapes selon la ressource utilisée et aura un « rendement » très variable.

Schéma simplifié de chaîne de production électrique :



La prochaine section détaille les 3 types de production principales en France, en mettant en avant :

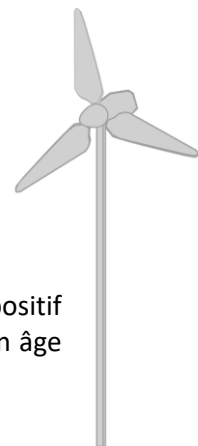
- Le fonctionnement simplifié de la production d'énergie
- Le rendement
- La production de déchets
- Part dans le mix de production nationale



3 types de production

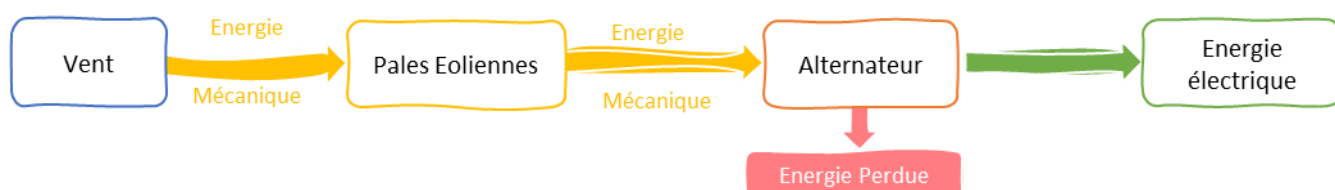
1. Générateur mis en mouvement directement par un dispositif captant l'énergie

- du vent qui fait tourner les pales d'une éolienne, qui entraînent un générateur d'électricité,
- de l'eau en mouvement : chute d'eau, force de la marée ou de la houle, courant d'un cours d'eau, barrage,... qui entraînent une turbine couplée à un générateur,



Dans ces dispositifs, près de 100% de l'énergie « captée » est utilisée pour à faire fonctionner le dispositif « générateur d'électricité ». Celui-ci a son propre rendement, généralement élevé, qui dépend de son âge et/ou sa conception.

Schéma simplifié de chaîne de production électrique à partir d'une éolienne



Rendement moyen proche de 100%

Production de déchets

La production photovoltaïque et les types de production mentionnés ci-dessus, ont en commun d'utiliser des énergies dites « renouvelables » sans émissions ou avec très peu d'émissions de gaz à effet de serre et sans génération de déchets.

Part dans le mix de production nationale

La part de ce type de production est 23% de la production nationale, en progression constante

2. Centrales thermiques

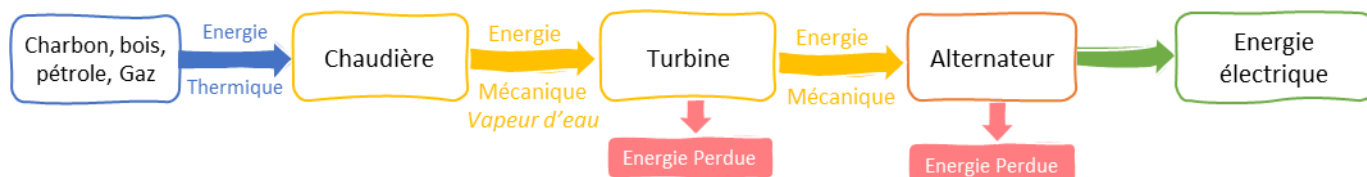
L'énergie mécanique mettant en action le générateur, est produite à partir d'éléments naturels tels que fioul, charbon, gaz, bois,... L'énergie contenue dans ces éléments est libérée lors d'une opération de combustion, comme dans la chaudière d'un logement.



La centrale de Cordemais sur la Loire

La chaleur de la combustion nécessaire pour produire la grande quantité de l'eau très chaude ou la vapeur d'eau qui fera fonctionner le générateur d'électricité, est telle que tout le dispositif doit être refroidi en permanence.

Schéma simplifié de chaîne de production électrique à partir d'une centrale thermique





Rendement moyen de 38%

Elles sont capables de produire d'importantes quantités d'électricité, mais avec un « rendement énergétique » faible. En moyenne, seulement 38% de l'énergie dégagée par l'opération de combustion sert à faire tourner le générateur. Le reste, 62%, est rejeté dans l'environnement via des tours de refroidissement ou par utilisation de quantités importantes d'eau puisées en amont dans un cours d'eau et rejeté en aval à une température plus élevée.

Les centrales thermiques au gaz, au bois ou biomasses, dites à cycle combiné ou de cogénération, utilisent une partie des 62% de la chaleur rejetée pour divers usages : chauffage de serres agricoles, réseau de chaleur pour habitations ou applications industrielles. La part d'énergie thermique perdue chute alors fortement.

Production de déchets

La production de déchets de la combustion peut être significatives pour le charbon ou le bois, mais ne sont pas ou peu dangereux et peuvent être recyclés, sauf en ce qui concerne les particules fines contenues dans les fumées qui sont parmi les plus toxiques, notamment celles provenant de la combustion du bois.

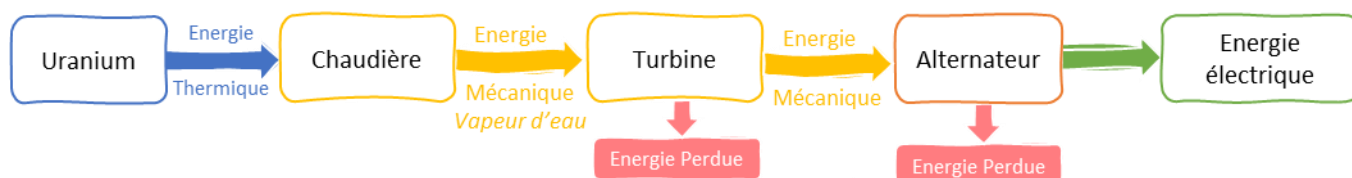
Part dans le mix de production nationale

Depuis 2012, la part de ce type de production est passé de 7,9% à 9% de la production nationale. Il est fort émetteur de CO₂. Les centrales de production d'électricité qui émettent le plus de CO₂ sont les 3 centrales à charbon encore en activité. Deux vont être converties pour fonctionner aux granulés, la 3^{ème} sera fermée en 2022. La progression est due au développement de centrales dite à la biomasse (bois et déchets végétaux)

3. Centrales nucléaires

Elles produisent par réaction nucléaire des quantités d'énergie, sous forme de chaleur, encore beaucoup plus importantes que les centrales « thermiques » avec un faible taux d'émission de CO₂.

Schéma simplifié de chaîne de production électrique d'une centrale nucléaire



Rendement moyen de 33%

La proportion de chaleur dégagée, utilisée pour produire de l'électricité n'est que de l'ordre de 33%.

Pour évacuer le reste, 67%, le besoin d'eau pour les circuits de refroidissement est tel que, par exemple, les deux réacteurs de la centrale de Cattenom élèvent la température de la Moselle de plusieurs degrés. En cas de vague de chaleur et/ou baisse significative du débit suite une période de sécheresse, il faut arrêter la centrale, ce qui est arrivé en août 2020, pour ne pas trop dégrader la vie et la biodiversité dans le cours d'eau en aval. Ce type d'interruptions de production devient de plus en plus fréquents avec l'évolution du climat et s'additionne celles dues arrêts de maintenance de plus en plus long sur les plus anciennes.

Production de déchets

La production de déchets de la combustion peut être significatives pour le charbon ou le bois (cendres, mâchefers), mais ils ne sont pas ou peu dangereux et peuvent être recyclés. Cependant, la combustion émet beaucoup de CO₂. Les centrales qui en émettent le plus sont les 3 centrales à charbon encore en activité. Deux vont être converties pour fonctionner aux granulés, la 3^{ème} devrait être fermée en 2022.

Les fumées contiennent des particules fines toxiques, notamment celles provenant de la combustion du bois.



Part dans le mix de production nationale

Depuis 2012, la part de ce type de production est passé de 75% à 68% de la production nationale.



Attention

Lorsque l'on parle de rendement, de production de déchets ou d'émission de gaz à effet de serre, dans ce type d'analyse, il s'agit uniquement de productions ou d'émissions **calculées sur les cycles de fonctionnements**. Il n'est pas tenu compte de l'énergie utilisée dans les cycles de vie : construction, approvisionnement, gestion des déchets, maintenance,

1kWh consommé équivaut à 2.3kWh ?

Tableau synthétique de l'ensemble du système de production d'électricité en France

Type d'énergie utilisée pour la production d'électricité	% production nationale	Rendement énergétique moyen
Energies renouvelables : éolien, marée, chute d'eau, photovoltaïque,	23%	100 %
Centrales thermiques	9%	38 %
Centrales nucléaires	68%	33 %
TOTAL	100%	48,5 %

L'ensemble du système français de production d'électricité a donc un « rendement énergétique » conventionnel officiel de 48,5%.

Ensuite, cette électricité produite doit être acheminée jusqu'aux utilisateurs, via le réseau de distribution : lignes électriques, transformateurs de tension, ... Le réseau autoconsomme environ 5% de la production, ce qui abaisse le **rendement du système complet « production -distribution » à 43.5%**. D'où le fait que chaque kWh d'électricité finale (EF) qui est facturé à un utilisateur, a généré la consommation de $1/43.5 = 2,3$ kWh d'énergie primaire (EP) pour être produit et acheminé jusqu'à cet utilisateur.

Evolution du coefficient de transformation d'énergie primaire en énergie finale

L'une des conséquences de la baisse du coefficient est que les classements de consommation basés sur l'énergie primaire comme ceux des bâtiments change alors que la consommation finale reste la même. Par exemple, une maison aujourd'hui classée « D », pourra passer en classe « C » alors que sa consommation réelle d'énergie restera la même. De nombreuses adaptations des calculs de classements sont en cours de révision.

Recommandation



Lorsque vous pensez à des économies de consommation d'électricité, rappelez-vous que chaque fois que vous économisez 1 kWh d'électricité, vous générez une **économie de 2,3 kWh d'énergie au niveau de la production d'électricité**.

A contrario, chaque fois que vous augmentez votre consommation de 1 kWh, vous provoquez la consommation de **2,3 kWh** pour le produire et l'acheminer.