

L'énergie

Glossaire de certains termes ou notions utilisées

Ressource naturelle : substance ou objet présents dans la nature, exploités pour les besoins d'une activité humaine. Il s'agit donc d'une matière première ([Wikipedia](#)).

Exemples de ressources naturelles : eau, pétrole, charbon, gaz naturel, le poisson, la biodiversité, le paysage. Une ressource naturelle peut être une source d'énergie.

Energie : capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, un rayonnement électromagnétique ou de la chaleur ([Wikipédia](#))

Mesures de l'énergie. S'exprime :

- en **joules** (J) pour de petites énergies.
Exemple : 1 joule = énergie requise pour élever une pomme (100 grammes) d'un mètre.
Le joule est une unité d'énergie; le watt est une unité de puissance.
Un joule est égal à un watt par seconde : $1 \text{ J} = 1 \text{ Ws}$
1 watt-heure (Wh) = 3'600 J (reste une petite quantité d'énergie)
- en multiples du Wh :
 - le **kilowatt-heure** (kWh) $1 \text{ kWh} = 1'000 \text{ Wh}$
Exemple : avec 1 kWh, on peut faire une lessive en machine à laver
 - le **mégawatt-heure** (MWh) $1 \text{ MWh} = 1'000 \text{ kWh}$
Exemple : une famille de 4 personnes consomme en moyenne environ 3'000 kWh ou 3 MWh par an en électricité
 - le **gigawatt-heure** (GWh) $1 \text{ GWh} = 1'000 \text{ MWh}$ (= 1 million de kWh)
Exemple : la production du plus grand parc photovoltaïque d'Europe en 2016 (en service près de Bordeaux 2,6 km²) est de 350 GWh (soient 350'000 MWh ou 350'000'000 kWh)
 - le **terawatt-heure** (TWh) $1 \text{ Twh} = 1'000 \text{ GWh}$ (= 1 milliard de kWh)
Exemple : Consommation annuelle d'énergie d'un pays
Chaque mois les français consomment environ 55 TWh d'électricité
- en **Tonne-équivalent-pétrole**, (laTep),
en référence à l'énergie contenue dans le pétrole - $1 \text{ Tep} = 11'600 \text{ kWh}$

Classification de l'énergie selon le niveau de la **chaîne de transformation** :

- **Les énergies primaires** sont celles qu'on trouve dans la nature à l'état brut
Ex. : houille, pétrole brut
- **Les énergies secondaires** sont obtenues par transformation à partir d'une autre énergie. Pour désigner les *énergies secondaires* on utilise souvent l'expression "*vecteurs énergétiques*".
Ex. : essence, fuel, électricité
- **L'énergie finale**, c'est l'énergie disponible en fin de chaîne de transformation de l'énergie.
Ex. : c'est l'énergie électrique disponible à la prise 230 VAC de votre cuisine ou salon.
- **Energie utile** : c'est l'énergie dont vous aurez pu tirer parti après sa dernière transformation par vos propres moyens techniques.
Ex. : une lampe à incandescence fournit une énergie utile sous forme de lumière, mais en dissipe un pourcentage important (env. 20 %) sous forme de chaleur non valorisée.

Une donnée fondamentalement intéressante est le rapport entre l'énergie primaire et l'énergie finale obtenue au bout de la chaîne : en France, le rapport admis pour l'électricité [énergie primaire / énergie finale] est égal à 2,58. Cela signifie que pour consommer **1 kW.h** localement, il a fallu produire **2,58 kW.h** d'électricité au début de la chaîne (turbine de barrage ou centrale nucléaire).

L'écart représente les pertes diverses dans la chaîne de transformation et surtout de transport de l'électricité (**plus de 60 %** de perte !)

Classification **fossiles / renouvelables**

- Les **fossiles** (pétrole, charbon, gaz) ont mis de 50 à 200 millions d'années (ère primaire) pour parvenir sous cette forme à l'exploitation industrielle dès le 19^{ème} siècle. L'uranium a l'âge de la terre.
- Les **renouvelables** : formes d'énergies dont la consommation ne diminue pas la ressource à l'échelle humaine. Soleil, vent, cycle de l'eau, marées, biomasse sont des énergies renouvelables. Les énergies renouvelables sont moins concentrées en énergie que les fossiles (c'est bien pour cette raison qu'on a exploité les énergies fossiles en priorité).

Cas du bois-énergie : il est bien classé dans les renouvelables, mais il nécessite tout-de-même une 1/2 vie humaine pour son renouvellement (en admettant que 50 ans permettent la croissance d'un arbre). Par ailleurs, sa renouvelabilité est liée à la capacité de repousse, donc de re-plantation et de préservation de cette ressource.

Energie **de stock**, énergie **de flux**

On classe les énergies fossiles dans la catégorie des énergies **de stock** parce qu'elles proviennent d'un stock, épuisable, et parce qu'on peut stocker la matière énergétique avec l'énergie qu'elle contient, et l'utiliser (pour la convertir en énergie) à la demande.

Mais le bois, le biométhane (renouvelables) sont aussi des énergies de stock.

L'électricité, qui est un vecteur énergétique, est une énergie **de flux**. Elle ne se stocke pas (ou assez difficilement).

Les renouvelables sont des énergies de flux pour la plupart, immédiatement disponibles, mais intermittentes (soleil par ex.)

Des conversions énergétiques permettent de transformer une énergie de flux en énergie de stock.

2 exemples :

- *la **réversibilité** de la transformation de l'énergie potentielle de l'eau en électricité : **stations de pompage-turbinage**. Permettent un stockage de l'énergie pour un usage collectif électrique différé en réseau*
- *la production d'hydrogène ou de méthane par **electrolyse** : permet de convertir de l'électricité en combustible, parfaitement stockable, et disponible en particulier dans le cadre des transports. Ce gaz produit peut également être facilement transporté à travers le réseau de distribution public de gaz.
La source d'énergie apparente est l'hydrogène ou le méthane, mais le vecteur énergétique réel est bien l'électricité dans ce cas-là. Ces méthodes pourraient permettre de régulariser la production photovoltaïque ou éolienne lorsqu'elle sera devenue excédentaire.*

*Autre procédé voisin : la **méthanation** = production de méthane par électrolyse **en présence de CO₂** (réaction de Sabatier): Permet un stockage très intéressant de gaz carbonique (captation, puis rejet lors de la combustion du méthane), un peu comme dans le processus de photosynthèse. Cette voie est décrite comme "l'une des plus prometteuse pour résoudre à grande échelle le problème du stockage de l'électricité" (NégaWatt).*

Exergie

La *quantité* d'énergie est parfois insuffisante pour définir l'**utilité** d'une énergie. Il faut également, dans le cas des énergies thermiques, tenir compte de sa "*qualité*". Les ingénieurs utilisent une autre grandeur nommée **exergie**.

Pour la chaleur, l'exergie dépend de la température. Elle vaut zéro à la température ambiante et augmente lorsque la température augmente, jusqu'à tendre à égaler l'énergie.

Cette notion est importante pour les basses énergies, parfois invisibles, telles que la "chaleur" contenue dans le sol, ressource précieuse pour la géothermie et pour le fonctionnement des pompes à chaleur.

2 exemples :

- *10°C dans le sous-sol peuvent paraître bien froids alors qu'il s'agit d'une ressource en chaleur stable et utile pour le chauffage thermodynamique.*
- *Dans la maison, de basses températures (entre 25 et 40 °C.), facilement disponibles avec des capteurs solaires thermiques en hiver, peuvent très bien suffire pour le chauffage, alors qu'elles sont incapables de fournir à elles seules de l'eau chaude sanitaire à cette saison (entre 50 et 60°C.)*

Biomasse

Le terme de biomasse désigne l'ensemble des matières organiques pouvant devenir source d'énergie par combustion (ex : bois énergie), ou après méthanisation (biogaz). La biomasse est aujourd'hui, de loin, la première énergie renouvelable en France.

L'énergie tirée de la biomasse est considérée comme une énergie renouvelable et soutenable tant qu'il n'y a pas surexploitation de la ressource, mise en péril de la fertilité du sol, tant qu'il n'y a pas de compétition excessive d'usages des ressources (terres arables, eau, etc.)

- **bois énergie** : bien que présentant de nombreux avantages écologiques et en termes de développement local, le bois énergie peut être polluant (CO, CO₂, fumées, goudrons) si mal utilisé.
 - Il est **peu polluant dans les grosses installations** (chaudières collectives, sites industriels) qui ont de bons rendements énergétiques et ont l'obligation légale de comporter des filtres à particules.
 - Peut être **très polluant dans les installations individuelles obsolètes** : mauvais rendements, émissions importantes de polluants : micro-particules, H.A.P. (mutagène, cancérigène), monoxyde de carbone (toxique cardio-respiratoire), C.O.V. (cancérigène, atteintes cellulaires et du système nerveux, en particulier par le benzène), dioxines.

Le bois-énergie est supposé renouvelable, du moins en France. Le manifeste Négawatt n'émet pas de réserve particulière concernant le potentiel de renouvellement. Ils disent : "La surface de forêt française (17 millions d'hectares), reste pratiquement stable. L'augmentation de la production énergétique (en 2050) se fera en améliorant la collecte des résidus forestiers, en exploitant les haies bocagères, en introduisant l'agroforesterie dans les pratiques culturales, et en valorisant mieux les déchets connexes de la construction et de la déconstruction".

- **Biogaz** : effluents gazeux, méthane essentiellement, issus de la fermentation de matières organiques contenues dans les déchets verts des décharges, des stations d'épuration, etc. Le biogaz est un gaz combustible, composé en moyenne de méthane (CH₄) à 65 % et de CO₂ à 35 %. Le méthane est un puissant gaz à effet de serre et sa captation est de toute façon hautement souhaitable.

Le biogaz peut être produit dans des installations de **méthanisation**. Les matières fermentescibles produisent du biogaz dans une enceinte close appelée "digesteur". Ce gaz peut alors être utilisé comme une ressource énergétique via sa combustion pour produire de la vapeur et de l'électricité, également via son utilisation par injection dans des moteurs à explosion (permet par exemple de faire fonctionner des véhicules). NégaWatt prévoit le développement important d'un potentiel de 179 TW.h en 2050

Cogénération

Production de deux énergies différentes dans le même processus. Le cas le plus fréquent est la **production simultanée d'électricité et de chaleur**.

Ces systèmes sont à haut rendement (de 80 % à 90 % en général) et c'est bien là leur intérêt. La cogénération doit fonctionner au plus près de l'utilisateur de chaleur pour valoriser l'ensemble de sa production d'énergie. La cogénération fait partie des techniques les plus efficaces énergétiquement.

2 exemples :

- *production d'électricité par une production préalable de biogaz par méthanisation. Le biogaz produit alimente un moteur à combustion interne couplé à un alternateur produisant de l'électricité, avec récupération de la chaleur produite par le moteur pour chauffer des locaux (locaux agricoles, locaux d'habitation)*
- *turbines à gaz à cycle combiné utilisées dans de grosses installations pour la production simultanée d'électricité à un premier niveau à partir de turbines à gaz (idem turbines des hélicoptères ou avions moyen courriers), puis encore de la production électrique à un 2ème niveau dans des turbines à vapeur exploitant la température élevée des gaz d'échappement de la turbine à gaz pour produire de la vapeur, puis enfin récupération de la chaleur résiduelle à un 3ème niveau pour le chauffage des bâtiments (réseaux de chaleur).*

Géothermie. Quelques généralités.

Il n'y a pas une géothermie, il y en a trois :

- la **haute** énergie (temp. à plus de 150°C, forages jusqu'à - 10'000 m.)
- la **basse** énergie (30 à 90 °C, forage jusqu'à - 2'000 m.). Usage direct **sans** pompe à chaleur
- la **très basse** énergie (moins de 30°C, quelques mètres). Exploitable **avec** une pompe à chaleur

La France se situe au 14ème rang européen malgré des ressources géothermiques importantes : l'aquifère de Dogger permet en Ile-de-France (bassin parisien) de chauffer directement 150'000 personnes (en général via des réseaux de chaleur). Les 2 autres zones propices à la géothermie basse énergie sans recours à la pompe à chaleur sont le bassin aquitain et le fossé rhénan.

Source : [Géothermie](#) / Wikipedia

N.B. : la chaleur du sous-sol de surface (quelques mètres) provient essentiellement de l'énergie du soleil ($125 \text{ W} / \text{m}^2$) et non de celle provenant du manteau terrestre ($0,07 \text{ W} / \text{m}^2$).

La chaleur du manteau terrestre provient exclusivement des réactions nucléaires qui ont lieu dans le noyau.

Sobriété énergétique (selon la [*démarche NégaWatt*](#))

Consiste tout d'abord, "à interroger nos besoins puis agir à travers les comportements individuels et l'organisation collective sur nos différents usages de l'énergie, pour privilégier les plus utiles, restreindre les plus extravagants et supprimer les plus nuisibles".

Le principe de sobriété est analysé de la page 63 à 66 du Manifeste NégaWatt sous l'angle individuel et collectif en différentes catégories : la sobriété dimensionnelle, la sobriété coopérative, la sobriété d'usage.

Efficacité énergétique (selon NégaWatt)

Consiste ensuite "à agir, essentiellement par les choix techniques, en remontant de l'utilisation jusqu'à la production, sur la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire un service énergétique donné".

Le Manifeste NégaWatt précise la notion d'efficacité de la page 67 à 70 : isolation des logements, rendements des appareils et équipements, réduction des pertes de production, de transport et de distribution de l'énergie.

Mais qui est l'[Association NégaWatt](#) ? ("*pour une transition énergétique réaliste et soutenable*")

*Document réalisé pour l'association Chloro'Fill
Réactualisé en août 2018*