

Chapitre 1

Généralités

1.1 Introduction

L'histoire de l'homme a été substantiellement marquée par les énergies libres auxquelles il pouvait avoir accès. Aujourd'hui, l'énergie est un facteur systématique est incontournable des activités humaines. L'énergie est un secteur de première importance pour l'économie. Il comprend la production, le transport, la transformation, la distribution et la commercialisation des diverses sources d'énergie. La production d'énergie primaire est suivie par sa transformation éventuelle en énergie secondaire.

L'accroissement de la population de la planète, l'augmentation du niveau de vie des habitants des pays émergents, le caractère fini et donc limité des réserves d'énergies fossiles contribueront à augmenter et tendre les besoins d'énergie libre. D'autre part, la prise de conscience des effets du réchauffement climatique a conduit à un débat mondial sur la maîtrise de gaz à effet de serre et à des actions pour leur réduction. Cela conduit à envisager des transformations des modes de production et de consommation énergétique (transition énergétique), non seulement en raison des contraintes liées à l'épuisement de ressources, mais aussi à cause des problèmes posés par les déchets, les pollutions causées par l'extraction et la consommation des énergies fossiles, ou certains scénarios géopolitiques. Face à cela, les réponses devront être trouvées dans une utilisation plus efficace de l'énergie, dans un surcroît d'utilisation des énergies renouvelables et nucléaires. La vitesse respective d'évolution de ces facteurs antagonistes créera les conditions d'un développement harmonieux de l'économie mondiale ou au contraire une crise d'approvisionnement mondiale aux conséquences potentiellement tragiques.

1.2 Énergie

Énergie est un terme de base en physique et en engineering, d'origine grec *ενεργεια* qui signifie activité. L'énergie est un concept très difficile à définir puisqu'il demeure d'abord et avant tout quelque chose d'abstrait. L'énergie ne peut pas être vue, ni même mesurée directement. Son existence n'est révélée que par sa transformation et son transfert. Sa manifestation dans les phénomènes naturels est donc bien réelle.

L'énergie est une grandeur caractérisant un système et exprimant sa capacité à modifier l'état d'autres systèmes avec lesquels il entre en interaction. Elle mesure donc la capacité d'un système à modifier l'état d'un autre système, à produire sur lui un travail mécanique, à y entraîner l'apparition d'un mouvement, d'un rayonnement électromagnétique ou de la chaleur.

L'énergie est une grandeur physique qui caractérise l'état d'un système et qui est, d'une manière générale, conservée au cours des conversions.

Dans un système clos, l'énergie se conserve. On ne peut pas produire de l'énergie, mais juste la transformer. L'énergie ne s'anéantit jamais, même si elle se répand dans le cosmos. C'est la loi de la conservation de l'énergie. Mais il y a une dégradation progressive ou brutale vers la chaleur.

L'énergie est la capacité d'un système physique à produire un changement d'état ou un travail. En physique, si un objet peut faire du travail, on dit qu'il a de l'énergie ou il a la capacité de faire du travail. Un travail est un transfert d'énergie d'un système vers son environnement, de sorte à produire un mouvement, de la chaleur ou de la lumière.

En soulevant un poids, par exemple en remontant de l'eau de puis la base jusqu'au sommet d'un barrage, on lui fournit un travail, qui lui permet d'acquérir une énergie potentielle plus élevée. Le travail fourni à une pompe qui comprime un gaz accroît l'énergie élastique de celui-ci et contribue à l'échauffer. L'énergie est un concept dynamique. Les formes différentes du mouvement de la matière correspondent aux différentes formes de l'énergie, et l'énergie peut être convertie d'une forme à une autre.

L'histoire de l'homme a été substantiellement marquée par l'évolution des sources d'énergie libre qu'il a su ou pu utiliser. Jusqu'à il y a environ 500 000 ans, la seule énergie libre à la disposition de l'homme était sa propre énergie, l'énergie de soleil et l'énergie de la terre. L'évolution des civilisation dépend de l'accumulation des connaissances et l'expertise dans la maîtrise de l'énergie. En maîtrisant le feu pour chauffer, cuire, éclairer ou travailler les métaux, il a franchi la première marche de son apprentissage énergétique. Ensuite, sont venues l'utilisation de l'énergie animale domestiquée, éolienne, hydraulique, thermique à cycles, chimique, électrique, nucléaire, etc. Chacune de ces étapes a été l'occasion d'une évolution le plus souvent majeure des structure de la société humaine.

Il y a une controverse sur la classification de l'énergie, mais l'énergie peut être divisée

en énergie des radiations, énergie mécanique, énergie chimique, énergie électrique, énergie thermique et énergie nucléaire. Avec le développement des science et de la technologie, d'autres formes de l'énergie peuvent être identifiés, et la classification de l'énergie peut changer.

L'énergie des radiation des radiations est la première forme d'énergie utilisé par l'homme et les radiations solaires sont les plus connues de l'énergie de radiations.

1.3 Les formes d'énergie

En pratique, on distingue souvent différentes formes d'énergie. Toutefois, il faut noter que l'énergie sert à mesurer l'intensité d'un phénomène. Cette division n'est qu'une manière de faire correspondre l'énergie au phénomène qu'elle mesure.

Les formes d'énergie conventionnellement considérés sont:

1.3.1 L'énergie mécanique

L'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle que contient un corps. Il s'agit d'un regroupement de deux types d'énergie différents. Si ces deux formes d'énergie sont regroupées sous un même nom, c'est parce que leur somme est constante en l'absence de forces extérieures et de frottements:

$$E_m = E_c + E_p \quad (1.1)$$

E_m est l'énergie mécanique, E_c est l'énergie cinétique et E_p est l'énergie potentielle.

Il est fréquent de parler d'énergie hydraulique, liée au mouvement de l'eau, comme un type d'énergie. En réalité, puisqu'elle traite du mouvement d'un corps, celui de l'eau, il s'agit d'une manifestation de l'énergie mécanique.

Énergie cinétique

L'énergie cinétique est associée au mouvement d'un corps ou d'une particule. Tout corps en mouvement possède une énergie cinétique directement proportionnelle à sa masse et au carré de sa vitesse(à condition que cette vitesse soit faible devant celle de la lumière, 300 000 km/s), un corps lourd et rapide est plus difficile à immobiliser qu'un corps léger et lent:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1.2)$$

m est la masse et v la vitesse.

On peut considérer également comme énergie cinétique l'énergie électromagnétique transportée par les photons(lumière, ondes radio, rayons X et γ ...) ou l'énergie électrique transportée par des particules chargées.

Énergie potentielle

L'énergie potentielle est l'énergie emmagasinée dans un corps. Cette énergie n'a aucun effet visible, mais est susceptible de libérer cette énergie sous une autre forme. Elle peut être accumulée sous différentes formes très variées, telles que l'énergie gravitationnelle, l'énergie élastique et l'énergie potentielle électrique:

- L'énergie gravitationnelle est associée à la position d'un corps par rapport au sol:

$$E_p = mgh \quad (1.3)$$

où g est la force d'attraction entre deux corps. (ex: attraction)

- L'énergie élastique est l'énergie emmagasinée par un objet élastique lorsqu'il est déformé, par exemple la tension d'un ressort ou la compression d'un gaz.
- L'énergie potentielle électrique: les particules chargées exercent des forces électriques les unes sur les autres. De même qu'une énergie potentielle de gravitation est associée aux forces de gravitation ou de pesanteur, une énergie potentielle électrique est associée aux forces électriques entre particules chargées. Le déplacements de celles-ci s'accompagne de transferts plus ou moins rapides d'énergie, mesurée par la puissance électrique.

1.3.2 Énergie chimique

L'énergie chimique est liée aux liaisons interatomiques. Lorsque les électrons en périphéries des atomes se lient à d'autres, l'énergie chimique des atomes impliqués diminue, en libérant sous une autre forme (thermique ou rayonnante).

1.3.3 Énergie nucléaire

L'énergie nucléaire est liée aux liaisons des nucléons (protons et neutrons). L'énergie entre ces particules subatomiques est beaucoup plus grande que l'énergie des liaisons interatomiques. Lorsque le noyau d'un atome se brise pour former des éléments plus légers, il s'agit d'une fission nucléaire. Ce type de réaction est utilisé dans les centrales nucléaires pour la production de l'énergie. Lorsque les noyaux de plusieurs atomes se lient pour former un élément plus lourd, il s'agit d'une fusion nucléaire. Ce type de réaction est la source d'énergie des étoiles. Dans le soleil, la fusion des atomes d'hydrogène en hélium libère des quantités phénoménales d'énergie.

1.3.4 Énergie thermique

L'énergie thermique est liée au mouvement désordonné des particules. La température est la manifestation de l'énergie thermique d'un corps. Les particules constituant la

matière effectuent des mouvements de translation, de rotation ou de vibration. Plus un corps est chaud, plus le mouvement des particules est important. Si l'on ne prend qu'une seule particule, son énergie thermique est également son énergie cinétique. Par contre, lorsqu'il y a un grand nombre de particules, il faut considérer l'énergie cinétique comme étant le mouvement ordonné de toutes les particules (toutes les particules contribuent au mouvement du corps), alors que l'énergie thermique est un mouvement désordonné des particules (les déplacements des différentes particules s'annulent les uns les autres, ne permettant pas de générer un mouvement à l'échelle de corps).

1.3.5 Énergie électrique

L'énergie électrique est liée aux charges électriques en mouvement (électricité dynamique). L'électricité statique est plutôt considérée comme une forme d'énergie potentielle, car le corps possède alors une énergie emmagasinée qui ne se manifesterait qu'au moment de transfert de cette énergie sous une autre forme. Par exemple, la formation d'un éclair est une accumulation d'énergie potentielle électrostatique dans l'atmosphère. L'éclair en soi est de l'énergie électrique, puisqu'il s'agit d'un déplacement des charges accumulées dans l'atmosphère vers le sol.

1.3.6 Énergie des rayonnements

L'énergie des rayonnements est celle liée à l'émission d'ondes électromagnétiques, telles que la lumière, les micro-ondes et les rayons X. Les ondes électromagnétiques sont capables de voyager dans l'espace. Le rayonnement solaire, chauffant la terre, est un exemple d'ondes électromagnétiques.

1.4 Unités de mesure de l'énergie

L'échange d'énergie entre corps et champs d'énergie est mesuré en utilisant la quantité d'énergie. Dans le système international (SI), l'unité de l'énergie est le Joule ($1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$) et ses dérivées. Le joule est défini comme le travail d'une force d'un Newton dont le point d'application se déplace d'un mètre dans la direction de la force. Il représente une quantité d'énergie perçue comme petite dans l'activité courante d'un être humain, ce qui handicape son usage dans certaines circonstances. Aussi est-il parfois utilisé au travers de ses multiples en milliers: kilojoule ($1 \text{ kJ} = 10^3 \text{ J}$), mégajoule ($1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$), gigajoule ($1 \text{ GJ} = 10^9 \text{ J}$), terajoule ($1 \text{ TJ} = 10^{12} \text{ J}$), etc.

La matière dans l'univers, y compris, nos corps, contient une quantité très importante d'énergie. Dans une bombe nucléaire, une quantité très faible de la matière est convertie

en une quantité énorme de chaleur et de radiation. Cette énergie est donnée par $E = mc^2$.

Le joule se définit en référence à d'autres unités de masse, de longueur et du temps du Système International(SI), il est une unité dite dérivée (kg.m.s). Dans la pratique, contrairement à la plupart des autres unités du Système International, l'énergie est fréquemment mesurée en utilisant d'autres unités que le joule.

Celles-ci ont généralement un usage adapté à un domaine d'activité et/ou bénéficient d'un long historique d'utilisation: électron-volt(eV), erg(erg), calorie(cal), British Thermal Unit(BTU), Kilowatt-heure(kWh), tonne d'équivalent pétrole(tep),etc.

- **électron-volt(eV)**: énergie cinétique gagnée par un électron accéléré par une différence de potentiel d'un volt, utilisée principalement dans le monde scientifique des physiciens car elle correspond à l'ordre de grandeur de l'énergie d'un électron au sein d'un atome, $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- **erg(erg)**: unité d'énergie constitutive d'un système différent du Système International, appelé CGS(dont les unités de base sont le centimètre, le gramme et la seconde), $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$.
- **calorie(cal)**: unité historique de mesure de l'énergie définie initialement par Nicolas Clément en 1824 comme étant la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré Celsius la température d'un kg d'eau. Cette définition imprécise a été par la suite spécifiée et déflatée d'un coefficient 1000 en indiquant qu'il s'agissait de la quantité de chaleur nécessaire pour élever un gramme d'eau dégazée de $14,5^\circ \text{ C}$ à $15,5^\circ \text{ C}$ sous un bar de pression atmosphérique, ($1 \text{ cal} = 4,1855 \text{ J}$).
- **British Thermal Unit(BTU)**: unité d'énergie anglo-saxonne définie comme étant la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré Fahrenheit une livre anglaise d'eau dans une atmosphère d'un bar, ($1 \text{ BTU} = 1055 \text{ J}$).
- **kilowatt-heure(kWh)**: Energie consommée par un appareil de 1000 watts pendant une durée d'une heure. Cette unité est particulièrement utilisée dans les industries-électriques. Il est fait usage également de watt-heure (Wh) et des multiples par milliers du kWh que sont le mégawatt-heure(MWh) et le gigawatt-heure(GWh), $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

Le kWh est défini en référence à une unité de puissance, le watt qui fait partie du système International d'unités (SI). Il arrive fréquemment qu'il y ait confusion dans le langage courant entre énergie et puissance Or, la puissance d'une machine est l'énergie qu'elle fournit pendant une unité de temps: un watt est la puissance d'une machine qui fournit un joule toutes les secondes. A l'inverse un Wh est l'énergie fournie en une heure par une machine de un watt.

- **tonne d'équivalent pétrole(tep)**: énergie calorifique d'une tonne de pétrole moyen. cette unité est particulièrement utilisée par les économistes de l'énergie qui font fré-

quemment référence à certains de ses multiples par milliers: ktep(10^3 tep), Mtep(10^6 tep), $1 \text{ tep} = 4,186 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

- Dans le même esprit que la tonne d'équivalent pétrole, il est fait parfois référence à une unité d'énergie équivalente à un baril de pétrole. La valeur est fixée d'une manière conventionnelle, $1 \text{ tep} = 7,33$ barils de pétrole.
- Avant la référence au pétrole, pour définir une unité énergétique d'un point de vue économique et industriel, il était fait référence à la tonne d'équivalent charbon(tec). Par ailleurs, suivant les circonstances industrielles, sont également utilisées les tonnes d'autres produits énergétiques: essence, fioul lourd, gaz, lignite, etc, $1 \text{ tec} = 2,930 \cdot 10^{10} \text{ J}$.
- **tonne de TNT**: énergie libérée lors de l'explosion d'une tonne d'un explosif appelé TNT. Sa valeur est susceptible de varier suivant les conditions de l'explosion. Elle a cependant été normalisée. L'usage de la tonne de TNT est dans la pratique essentiellement réservée au monde militaire.

1.5 Les Transformations de l'énergie

L'énergie se présente sous diverses formes, et passe d'une forme à l'autre par différentes transformations. L'énergie ne se produit pas, elle est transformée. Cette transformation s'accompagne d'un dégagement de chaleur. Ainsi dans une ampoule, l'énergie électrique est transformée en lumière et chaleur. En général, l'énergie ne peut pas être transformée intégralement d'une forme à une autre.

1.5.1 Notion de rendement

La conversion d'énergie d'une forme à une autre n'est en général pas complète: une partie de l'énergie présente au départ est dégradée sous forme d'énergie cinétique désordonnée(on dit parfois qu'elle est transformée en chaleur).On appelle rendement le quotient de l'énergie obtenue sous la forme désirée par celle fournie à l'entrée du convertisseur.

1.6 Énergie primaire

Une source d'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être utilisable et transportable facilement. Dans l'industrie de l'énergie, on distingue la production d'énergie primaire, de son stockage et son transport sous la forme d'énergie secondaire, et de la consommation d'énergie finale.

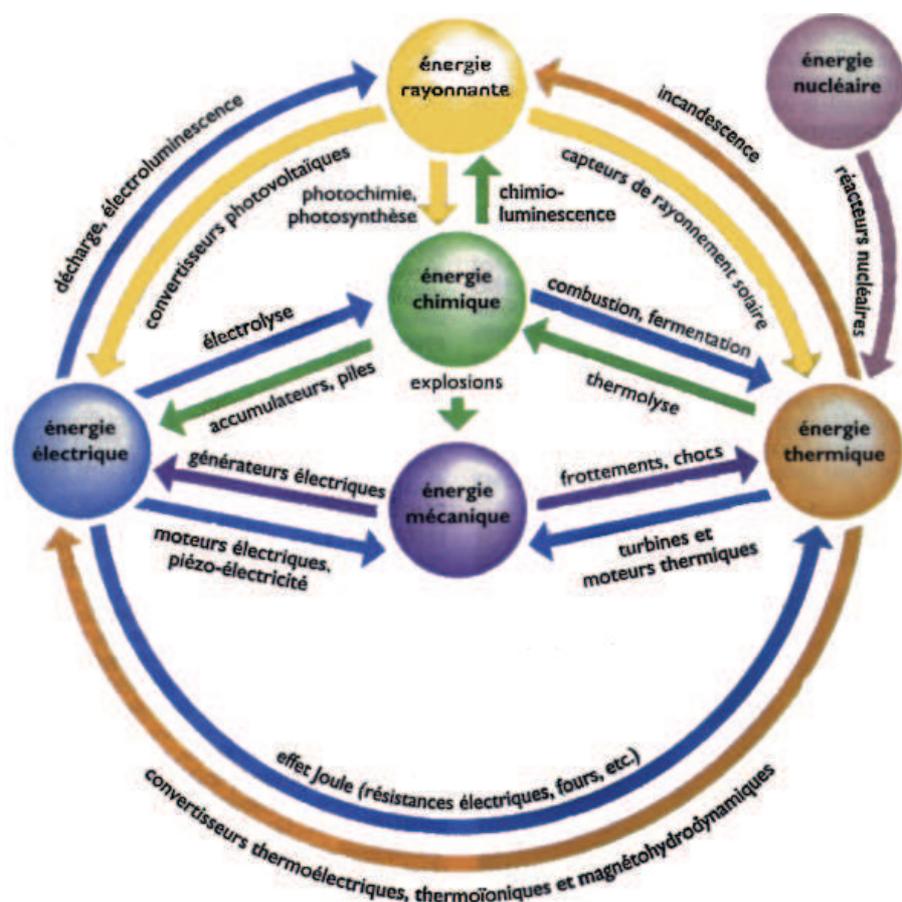


FIGURE 1.1 – Conversion d'énergie d'une forme à une autre)

L'énergie primaire permet de produire de l'énergie secondaire qui est elle-même transformée en énergie finale au stade de l'utilisation. Ainsi l'énergie mécanique d'une chute d'eau, transformée en énergie électrique, puis transportée sous cette forme peut produire chez l'utilisateur: froid, lumière, énergie mécanique, chauffage,... Vu de l'utilisateur, les formes d'énergie primaires sont souvent substituables tant qu'elles lui permettent d'utiliser l'énergie finale de son choix.

Cette série de transformations forme une chaîne énergétique, par exemple la chaîne pétrolière: extraction, transport, raffinage, distribution, utilisation. Les transformations sont caractérisées par un rendement, toujours inférieur à 1, par suite des pertes inévitables au cours de la production et du transport.

Dans les statistiques de comparaison de la production et de l'utilisation de l'énergie, on a l'habitude de considérer comme énergie primaire, l'énergie qui résulte de la première transformation (ainsi la chaleur nucléaire, l'électricité éolienne ou l'électricité hydraulique sont-elles considérées comme électricité primaire) et comme énergie finale la forme

sous laquelle elle arrive chez l'utilisateur final (ainsi l'électricité mesurée au compteur de l'abonné quelle qu'en soit l'utilisation finale: éclairage, chauffage, machines...), parce que ce sont celles pour lesquelles on dispose de données chiffrées.

Pour permettre les comparaisons, toutes les formes d'énergie sont exprimées à l'aide d'une unité commune permettant de mesurer la quantité d'énergie contenue, émise ou transférée; elle peut être, selon le sujet principal, le gigajoule (GJ), le mégawattheure (MWh), ou la tonne équivalent-pétrole ou tep. Comme les diverses sources de pétrole ou de houille peuvent avoir des caractéristiques énergétiques légèrement différentes, on s'appuie sur des conventions pour passer facilement d'une unité à l'autre. Par convention : 1 Wh=3600 J, 1 baril(159 l ou 140 kg)=1700 kWh, 1 BTU(British Thermal Unit)=1050 kWh, 1 tep(tonne équivalent pétrole) = 11600 kWh=41.855 GJ, (parfois arrondi à 42 GJ) = 11.628 MWh = 1 000 m³ de gaz = 7.33 barils de pétrole.

1.6.1 Les formes d'énergies primaires

Énergie humaine et animale

énergie mécanique de traction animale

Énergie mécanique des éléments naturels

- Énergie hydraulique (cours d'eau et chutes d'eau) transformée en énergie mécanique (moulins à eau) ou électrique (centrale hydroélectrique).
- Énergie marémotrice (marées) transformée en énergie électrique dans des centrales marémotrices.
- Énergie éolienne (vent) transformée en énergie mécanique (moulins à vent, voiliers, char à voile) ou électrique (génératrice éolienne).

Énergie chimique

Transformée en chaleur (énergie thermique) par combustion, puis en électricité.

Les combustibles

Les combustibles peuvent être classés par état en combustibles solides, combustibles liquides et combustibles gazeux. À chaque état correspond certains type de stockage et de transport.

Les combustibles (charbon, pétrole et gaz naturel) ont aussi une utilisation non énergétique comme matière première dans l'industrie chimique: carbochimie, pétrochimie, engrais, le bâtiment ou les travaux publics (bitume).

Les Combustibles minéraux

- Combustibles minéraux solides: charbon, lignite, à base de carbone plus ou moins pur.
- Hydrocarbures : gaz naturel, pétrole (molécules formées de carbone et d'hydrogène).
- Explosifs : énergie non contrôlée.

Les combustibles organiques

La Biomasse : bois, produits et déchets végétaux, formés de matière organique (essentiellement carbone, hydrogène et oxygène), transformés en combustibles divers: bois et dérivés, diester, méthane (biogaz), méthanol, éthanol...

Énergie nucléaire

obtenue par

- Fission : la radioactivité de l'uranium, du thorium et du plutonium transformée en chaleur, puis en électricité; une partie de la chaleur est perdue et rejetée dans l'air et dans l'eau. C'est la chaleur directement générée par la fission des atomes qui est considérée comme énergie primaire, ce qui explique que l'énergie électrique issue du nucléaire montre généralement un rendement de 33 % dès la production.
- Fusion : encore au stade expérimental.

Énergie solaire

Rayonnement solaire, transformé en chaleur (chauffe-eau solaire, pompe à chaleur) ou en électricité (cellules photovoltaïques).

Énergie thermique terrestre

Exploitée en Géothermie: exploitation de la chaleur naturelle des couches profondes de l'écorce terrestre.

1.7 Énergie finale

On utilise le terme d'énergie finale lorsque l'on considère l'énergie au stade final de la chaîne de transformations de l'énergie, c'est-à-dire au stade de son utilisation par le consommateur final. L'énergie utilisée concrètement par l'utilisateur final est le produit d'une chaîne de transformation d'énergies primaires. Par exemple, une voiture à hydrogène utilise l'hydrogène comme énergie finale, mais cet hydrogène est le plus souvent produit

à l'aide d'électricité, elle-même produite à partir de chaleur issue de différents types de combustibles (charbon, gaz naturel, pétrole, uranium enrichi...). Dans ce cas, l'hydrogène est la source d'énergie finale pour le véhicule, et le charbon ou le pétrole l'énergie primaire. Dans le cas où l'hydrogène sert à produire de l'électricité (par exemple dans une pile à combustible), il devient un vecteur énergétique servant de phase intermédiaire (et éventuellement de stockage) entre l'énergie primaire ayant servi à sa production et l'énergie finale (électricité) issue de la pile à combustible.

La transformation des énergies primaires en énergie finale produit elle aussi de la pollution. Par exemple, produire de l'électricité à partir de charbon est une forte source de gaz à effet de serre. Ainsi, une voiture à hydrogène utilisant du carburant transformé à partir d'électricité hydraulique ou nucléaire est effectivement peu polluante en termes de gaz à effet de serre, alors que dans l'écrasante majorité des cas où l'électricité est produite à partir de charbon, un tel véhicule émet plus de gaz à effet de serre, et ce du fait de la transformation des énergies primaires

Les formes d'énergie finale sont variées :

- Énergie mécanique : utilisée pour l'industrie, l'agriculture, les transports, divers usages domestiques,
- Énergie électrique : utilisée pour l'industrie (informatique), l'éclairage, la réfrigération, divers équipements domestiques...
- Énergie thermique : utilisée dans l'industrie, l'agriculture, pour le chauffage, la réfrigération, la climatisation...

1.8 Les Sources d'énergie Non renouvelable

Les sources d'énergie non renouvelables sont les matières premières que l'on épuise sans que les réserves ne se reconstituent pas à l'échelle d'une vie humaine.

Les ressources d'énergie non renouvelable comprennent, outre les ressources fossiles, le minerai d'uranium et du thorium.

Les combustibles fossiles, qui résultent de la méthanisation d'être vivants morts et enfouis dans des couches géologiques depuis plusieurs millions d'années, regroupent principalement le gaz naturel, le pétrole et le charbon. Ces sources d'énergie ne sont pas renouvelables car elles demandent des millions d'années pour se constituer.

1.9 Les sources d'énergie renouvelable

Les sources d'énergie renouvelables sont des sources d'énergies qui se renouvellent assez rapidement. Elles sont considérées comme inépuisables à l'échelle de l'homme. Ces énergies

ont leurs sources dans des phénomènes naturels réguliers. Les réserves des sources d'énergie renouvelable peuvent se renouveler en quelques années ou quelques dizaines d'années. C'est le cas de l'énergie solaire, de l'énergie éolienne, de l'énergie hydraulique, dont le flux ne varie qu'en fonction de facteurs climatiques, indépendamment de la consommation qui en est faite. Les énergies issues du bois et plus généralement de la biomasse ne sont pas inépuisables mais sont considérées comme renouvelables si leur usage ne dépasse pas la quantité de biomasse générée chaque année.

1.10 La transition énergétique

La transition énergétique désigne une modification structurelle profonde des modes de production et de consommation de l'énergie. C'est l'un des volets de la transition écologique. Elle résulte des évolutions techniques, des prix et de la disponibilité des ressources énergétiques, mais aussi d'une volonté politique des gouvernements et des populations, entreprises, etc. qui souhaitent réduire les effets négatifs de ce secteur sur l'environnement.

Diverses institutions gouvernementales et ONG ont proposé des définitions et scénarios de transition énergétique. Les scénarios envisagés consistent souvent à passer du système énergétique actuel, reposant sur l'utilisation de ressources non renouvelables vers un mix énergétique basé principalement sur des ressources renouvelables. Cela implique des alternatives aux combustibles fossiles, ressources limitées et non renouvelables (aux échelles humaines de temps). En Europe occidentale, la majorité des scénarios prévoient aussi de réduire progressivement le recours aux combustibles fissiles (matières radioactives telles que l'uranium et le plutonium), et de les remplacer par des sources d'énergies renouvelables pour la quasi-totalité des activités humaines (transport, industrie, éclairage, chauffage, etc.).

Une autre version de cette transition, majoritaire dans le reste du monde, encourage des énergies moins émettrices de gaz à effet de serre sans renoncer à l'énergie nucléaire, considérant que le changement climatique sur lequel alerte le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) est une priorité .

- réduire les émissions de gaz à effet de serre responsables du réchauffement climatique;
 - passer à un système énergétique plus sûr en termes de risque industriel et nucléaire;
 - évoluer vers un système énergétique moins centralisé (passant par un abandon progressif de l'énergie nucléaire) et à des différentes échelles spatiales d'aménagement: architecturale, urbaine et paysagère;
 - évoluer vers une moindre consommation d'énergie (efficacité, efficience énergétique), ce qui devrait aussi
 - diminuer les tensions géopolitiques induites par les inégalités d'accès à l'énergie
-

et par une moindre disponibilité des énergies par personne en tendant vers une indépendance énergétique pour tous;

- protéger la santé publique;
- assurer des emplois plus locaux, mieux répartis et moins délocalisables.

Il s'agit donc notamment de passer d'énergies dites *carbonées* (pétrole, gaz naturel, charbon), dangereuses (nucléaire) ou polluantes (incinération) à des énergies propres et sûres, telles que l'énergie solaire (thermique ou photovoltaïque), éolienne, hydraulique, géothermique et marémotrice; la biomasse est souvent aussi intégrée au mix énergétique proposé pour réaliser la transition énergétique, en dépit de ses inconvénients en matière de pollution de l'air . Certains acteurs privilégient par ailleurs les modes de production et de distribution décentralisables.

La transition énergétique inclut aussi une réduction de la demande d'énergie obtenue notamment au moyen d'une amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et des technologies, et par un changement des modes de vie. C'est donc aussi une transition comportementale et sociotechnique, qui implique une modification radicale de la politique énegrétique.
