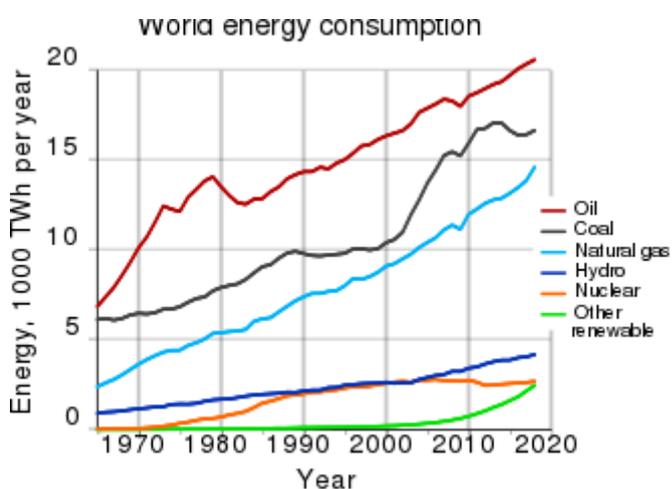


CHAPITRE I – RESSOURCES ENERGETIQUES

Les réserves mondiales prouvées d'énergie non renouvelable (combustibles fossiles et énergie nucléaire) pouvaient être estimées en 2018 à 1 120 milliards de tonnes d'équivalent pétrole (tep, pouvoir calorifique d'une tonne de pétrole, environ 42GJ), soit 91 ans de production au rythme actuel. Cette durée est très variable selon le type d'énergie : 50 ans pour le pétrole, 51 ans pour le gaz naturel, 132 ans pour le charbon, 90 ans pour l'uranium avec les techniques actuelles. La durée potentielle d'utilisation de l'énergie nucléaire pourrait se compter en siècles grâce aux filières de surgénération et en millénaires avec celle de fusion nucléaire, et le potentiel exploitable de l'énergie solaire est estimé à vingt fois la consommation mondiale annuelle.

La production mondiale d'énergie commercialisée était en 2018 de 13 865 Mtep. Elle se répartissait en 32,3 % de pétrole, 28,3 % de charbon, 24,0 % de gaz naturel, 4,4 % de nucléaire et 11,5 % d'énergies renouvelables (hydroélectricité 6,8 %, éolien 2,1 %, biomasse et géothermie 1,0 %, solaire 0,95 %, agrocarburants 0,6 %). Au total, la part des énergies renouvelables dans la production d'énergie mondiale est d'environ 20 %.

Le graphe ci-dessous représente la consommation énergétique mondiale, en térawatts-heures (TWh), de 1965 à 2018 (pétrole, charbon, gaz naturel, hydraulique, nucléaire, autres renouvelables).



Les énergies disponibles dans la nature ou énergies primaires peuvent se classer de la façon suivante :

- Énergies fossiles
 - Pétrole
 - Gaz naturel
 - Charbon
- Énergie nucléaire
 - Uranium
- Énergies renouvelables
 - Énergies renouvelables dites de haute enthalpie (haut potentiel énergétique)

- Énergie hydroélectrique
- Énergie éolienne
- Énergie solaire photovoltaïque
- Énergies renouvelables thermiques
 - Biomasse
 - Bois énergie, résidus de bois et de récoltes
 - Biogaz
 - Biocarburants
 - Déchets (peuvent contenir de la biomasse)
 - Géothermie
 - Énergie solaire thermique
 - Énergie thermique récupérée dans l'air, l'eau, le sol, etc. par pompe à chaleur

Ces formes d'énergie sont convertis directement ou indirectement en énergie électrique dans des centrales de production (Power Plants) et transportées et distribuées aux utilisateurs pour la consommation finale.

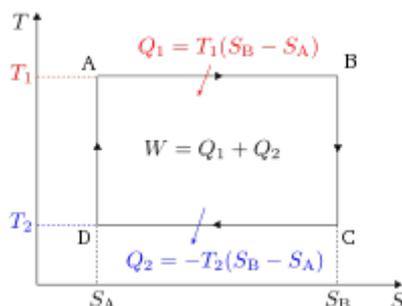
Dans ce qui suit, on étudiera les différentes méthodes de production d'électricité à partir de ces énergies primaires. Dans la majorité des cas, les transformations se font à travers la conversion Energie thermique – Energie mécanique – Energie électrique. Ces types sont basés sur les cycles thermodynamiques, dont le plus rentable est celui de Carnot, expliqué ci-dessous.

Cycle de Carnot

C'est un cycle théorique travaillant entre deux sources de chaleur de températures constantes, considérées comme des thermostats, et est constitué de quatre processus réversibles : une détente isotherme, une détente adiabatique (donc isentropique), une compression isotherme, et une compression adiabatique.

Carnot cherchait à faire un cycle avec la meilleure efficacité possible. Ainsi l'efficacité de toute machine thermodynamique peut être comparée avec l'efficacité du cycle de Carnot.

Une unité de fluide utilisé commençant dans l'état A, dans le diagramme Température – Entropie (T-S) représenté ci-dessous, subit les transformations suivantes :



Détente isotherme réversible (A→B);

Détente adiabatique réversible (B→C) ;

Compression isotherme réversible (C→D);

Compression adiabatique réversible (D→A).

Le deuxième principe de la thermodynamique permet d'établir pour une transformation réversible (car le fluide est à la température de la source) l'égalité de Clausius-Carnot :

$$Q_f / T_f + Q_c / T_c = 0$$

avec :

Q_f transfert thermique avec la source froide (compté négativement) ;

Q_c transfert thermique avec la source chaude (compté positivement) ;

T_f température de la source froide, constante (en kelvins) ;

T_c température de la source chaude, constante (en kelvins).

Le rendement est défini comme le rapport entre l'énergie utile en sortie de ce système, et l'énergie fournie par les utilisateurs en entrée de ce système. L'énergie utile produite par le cycle (en sortie) est un travail positif $-W$ correspondant à un travail algébrique négatif W fourni par le fluide, et l'énergie reçue par le cycle (en entrée) est sous forme de chaleur. Cette chaleur provient de la source chaude Q_c sous forme d'un transfert thermique de la source au fluide.

Ce rendement est donné par

$$\eta = 1 - T_f / T_c$$

On voit que le rendement ne dépend que des températures des deux sources et non du type de fluide utilisé.