

CHAPITRE I

L'ÉNERGIE ET LES VARIABLES ÉNERGÉTIQUES

I.1. Introduction

Le mot « énergie » vient du grec « energeia », qui signifie « travail ou force en action ». L'énergie, c'est la capacité d'un système à produire des actions : générer un mouvement, de la lumière ou de la chaleur ; changer la température ou transformer la matière.

L'énergie est la grandeur qui permet de caractériser un changement d'état dans un système:

- Modification de la température (énergie thermique) ;
- Modification de la vitesse (énergie cinétique) ;
- Modification de la composition chimique (énergie chimique, combustion) ;
- Modification de la composition atomique (énergie nucléaire).

Dans un système clos, l'énergie se conserve en quantité. On ne peut donc pas « produire » de l'énergie, mais juste la transformer. (L'énergie après transformation est égale à celle avant transformation).

I.2 Les Différents Types D'énergies

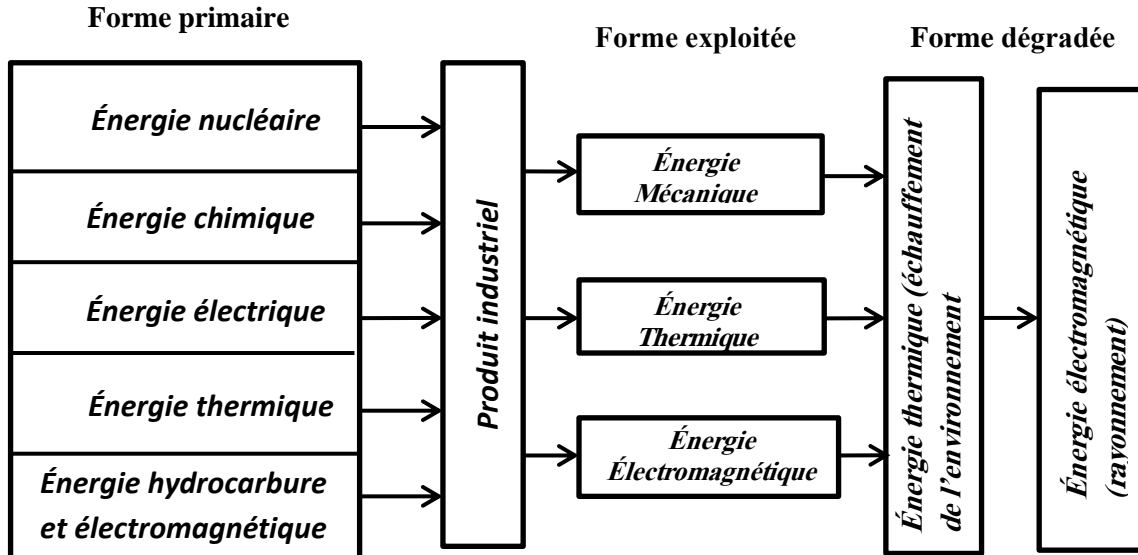
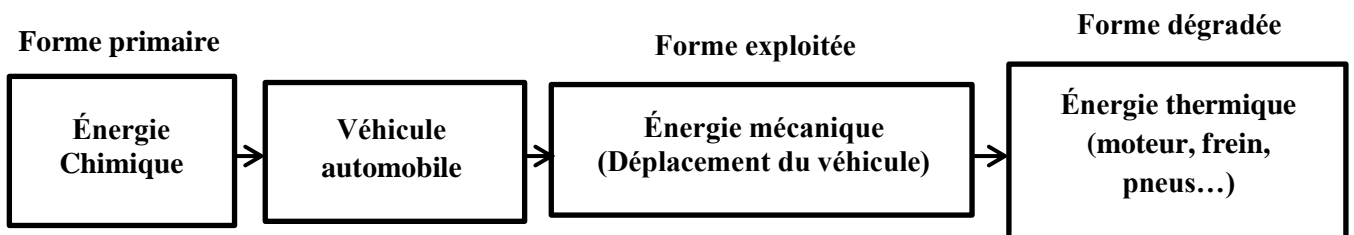


Figure.I.1. l'énergie dans tous ses états

Exemple



Les différentes sources d'énergie peuvent être classées en deux groupes :

I.2.1 Les énergies fossiles (non renouvelables)

L'homme dans sa vie quotidienne a besoin : pour se chauffer, pour stocker la nourriture, pour s'éclairer et pour manger. Cependant, même si la nature a stocké les combustibles fossiles pendant des centaines de millions d'années, ces derniers ne sont pas renouvelables et polluent notre monde. Depuis la révolution industrielle, nous avons utilisé une grande quantité d'énergies fossiles pour assurer notre développement économique. Au rythme où nous les consommons actuellement, il est pertinent de se demander combien de temps dureront ces réserves.

I.2.1.1 Qu'est-ce que les énergies fossiles

Les énergies fossiles, qui comprennent le charbon, le pétrole et le gaz sont issues de la matière vivante, végétale ou animale. Ces énergies contiennent du carbone dont la combustion fournit de l'énergie et génère du gaz carbonique. Elles sont présentes en quantité limitée et non renouvelable. Il existe de nombreuses énergies fossiles, voici quelques exemples:



Pétrole



Charbon



Soleil

I.2.1.2 Le pétrole

Le pétrole (L. petroleum, du mot grec petra, roche, et du latin oleum, huile) est une roche liquide carbonée, une huile minérale composée d'hydrocarbures plus ou moins légers et de divers composés organiques piégés dans des formations géologiques particulières. L'exploitation de cette énergie fossile est l'un des piliers de l'économie industrielle contemporaine, car le pétrole fournit la quasi-totalité des carburants liquides — fioul, gazole, kérosène, essence, GPL — tandis que le naphta produit par le raffinage est à la base de la pétrochimie, dont sont issus un très grand nombre de matériaux usuels — plastiques, textiles synthétiques, caoutchoucs synthétiques (élastomères), détergents, adhésifs, engrais, cosmétiques, etc. — et que les fractions les plus lourdes conduisent aux bitumes, paraffines et lubrifiants. Sa formation est un processus complexe et au rendement très faible. Il est formé du plancton qui s'est déposé au fond des mers

I.2.1.3 Le gaz

Tout comme le pétrole, est issu d'un processus complexe. L'utilisation de celui-ci est assez récente et est actuellement en plein développement; La consommation mondiale du gaz en 2000 a été 24,7% de la consommation mondiale d'énergie. Le gaz naturel est l'une des énergies fossiles qui rejette le moins de CO₂ dans l'atmosphère. De plus, on remarque même, que si sa combustion était parfaite et totale, il n'y aurait que des rejets d'eau et de dioxyde de carbone.

I.2.1.4 Le charbon

Comme le pétrole et le gaz naturel, le charbon est une énergie fossile. Sa formation a débuté il y a plus de 350 millions d'années, par la transformation profonde de matière organique végétale.

I.2.2 Les Énergies Renouvelables

C'est une source d'énergie primaire inépuisable à très long terme, car c'est une source d'énergie issue directement, ou non, de l'énergie du Soleil, de la Terre ou de la gravitation.

Différentes énergies renouvelables sont : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, énergie hydroélectrique, la géothermie, la biomasse.

I.2.2.1 Énergie solaire

- C'est une énergie renouvelable apportée par le rayonnement solaire, et exploitée pour produire de l'électricité ou de la chaleur.
- L'énergie solaire, est une énergie propre et inépuisable qui est exploitée de plusieurs façons : éclairage et chauffage "passif" des logements par le soleil.
- **Conversion thermodynamique de l'énergie solaire en électricité:** En concentrant les rayons du soleil par un disque parabolique, un capteur cylindre-parabolique ou un système de miroirs, il est possible d'atteindre une température suffisamment élevée pour générer de l'électricité via une turbine et un alternateur. Le prix de revient du kWh électrique devient intéressant (environ deux fois moindre que celui du photovoltaïque) pour de grandes installations, ce système est difficilement applicable pour de petites installations et son intégration dans le bâti n'est pas évidente.
- **Conversion photovoltaïque de l'énergie solaire:** L'effet photovoltaïque permet de convertir directement l'énergie lumineuse du soleil en électricité grâce à des semi-conducteurs. Bien que cette filière énergétique soit largement minoritaire dans les bilans énergétiques mondial, européen et français, son taux de croissance (30 à 60% par an) et la chute des coûts de production qui accompagne son développement depuis quelques années présage un potentiel de développement très élevé pour l'avenir.



Figure I.2. Panneaux solaire

I.2.2.2 Énergie éolienne

C'est l'énergie du vent et plus spécifiquement, l'énergie tirée du vent au moyen d'un dispositif aérogénérateur comme une éolienne ou un moulin à vent.

L'énergie éolienne peut être utilisée de deux manières :

- Conservation de l'énergie mécanique: le vent est utilisé pour faire avancer un véhicule, pour pomper de l'eau ou pour faire tourner la meule d'un moulin.
- Transformation en énergie électrique : l'éolienne est couplée à un générateur électrique pour fabriquer du courant continu ou alternatif. Le générateur est relié à un réseau électrique ou bien fonctionne de manière autonome avec un générateur d'appoint et/ou un parc de batteries ou un autre dispositif de stockage d'énergie.

L'énergie éolienne joue un rôle essentiel pour éviter les émissions de gaz à effet de serre et combattre le changement climatique. La capacité installée totale dans le monde atteint aujourd'hui 94 000 MW et permet d'éviter le rejet d'environ 122 millions de tonnes de CO₂ dans l'atmosphère, équivalent au fonctionnement de 20 centrales à charbon.



Figure I.3. Schéma de principe de l'énergie éolienne

I.2.2.2 Énergie hydroélectrique

Les barrages hydroélectriques créent et fournissent l'énergie électrique. Ils sont faits de ciment et d'acier. La plupart ont plus de 30 mètres de haut, et certains atteignent même jusqu'à 150 mètres de haut.

Une centrale hydraulique utilise l'énergie fournie par une masse d'eau en mouvement pour produire de l'énergie électrique. Un barrage retient une grande quantité d'eau sous la forme d'un lac de retenue. Pour produire de l'électricité, les vannes du barrage sont ouvertes, de l'eau s'y engouffre dans une conduite forcée dans le barrage, sa vitesse augmente. À la sortie de cette conduite, l'eau fait tourner une turbine qui entraîne elle-même un alternateur qui produit une tension alternative sinusoïdale. L'eau est ensuite libérée au pied du barrage et reprend le cours normal de la rivière. Plusieurs variantes des centrales hydrauliques existent. Certaines fonctionnent en exploitant l'énergie fournie par les marées ou par les vagues. Leur nombre reste toutefois très limité. Les centrales hydrauliques ont une puissance qui peut aller de quelques milliers de watts pour une centrale individuelle (destinée à alimenter une seule habitation) à 500 MW (mégawatts) pour un barrage d'importance.

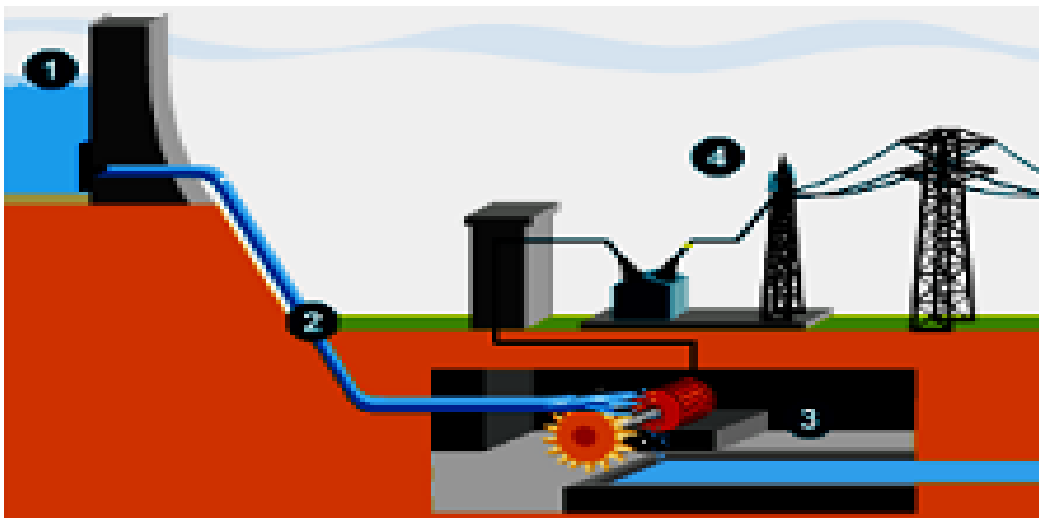


Figure I.4 Schéma de fonctionnement d'une centrale hydraulique

L'eau accumulée derrière un barrage est dirigée vers les turbines par des tuyaux appelés conduites forcées.

I.2.2.3 Énergie Biomasse

Définition : Ce terme désigne tous les matériaux organiques créés directement ou indirectement par photosynthèse, soit l'ensemble du monde vivant: végétaux, animaux et micro-organismes. C'est une forme d'énergie solaire.

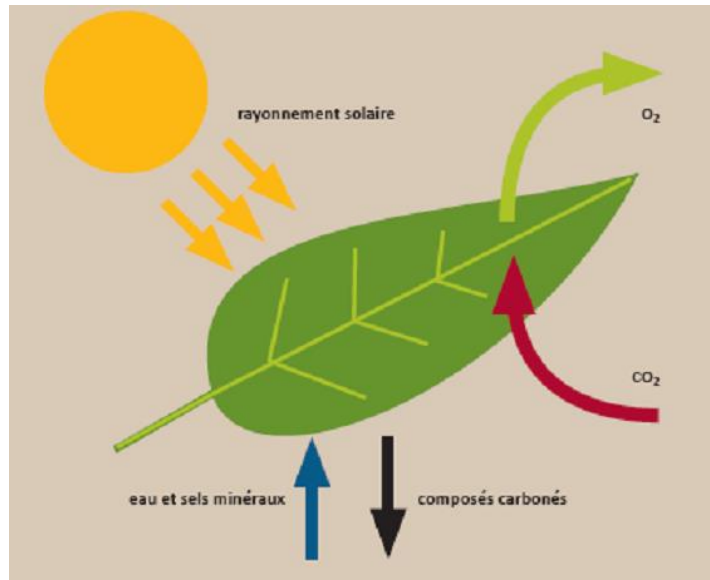


Figure I.5 Principe de la photosynthèse

Une centrale biomasse produit de l'électricité grâce à la vapeur d'eau dégagée par la combustion de matières végétales ou animales, qui met en mouvement une turbine reliée à un alternateur. La biomasse est brûlée dans une chambre de combustion. En brûlant, la biomasse dégage de la chaleur qui va chauffer de l'eau dans une chaudière. L'eau se transforme en vapeur, envoyée sous pression vers des turbines. Une partie de la vapeur est aussi récupérée pour être utilisée pour le chauffage. C'est ce que l'on appelle la cogénération. La vapeur fait tourner une turbine qui fait à son tour fonctionné un alternateur. Grâce à l'énergie fournie par la turbine, l'alternateur produit un courant électrique alternatif. Un transformateur élève la tension du courant électrique produit par l'alternateur pour qu'il puisse être plus facilement transporté dans les lignes à moyenne et haute tension. À la sortie de la turbine, la vapeur est à nouveau transformée en eau grâce à un condenseur dans lequel circule de l'eau froide en provenance de la mer ou d'un fleuve. L'eau ainsi obtenue est récupérée et ré-circule dans la chaudière pour recommencer un autre cycle. Les fumées de combustion sont dépoussiérées grâce à des filtres et sont évacuées par des cheminées.

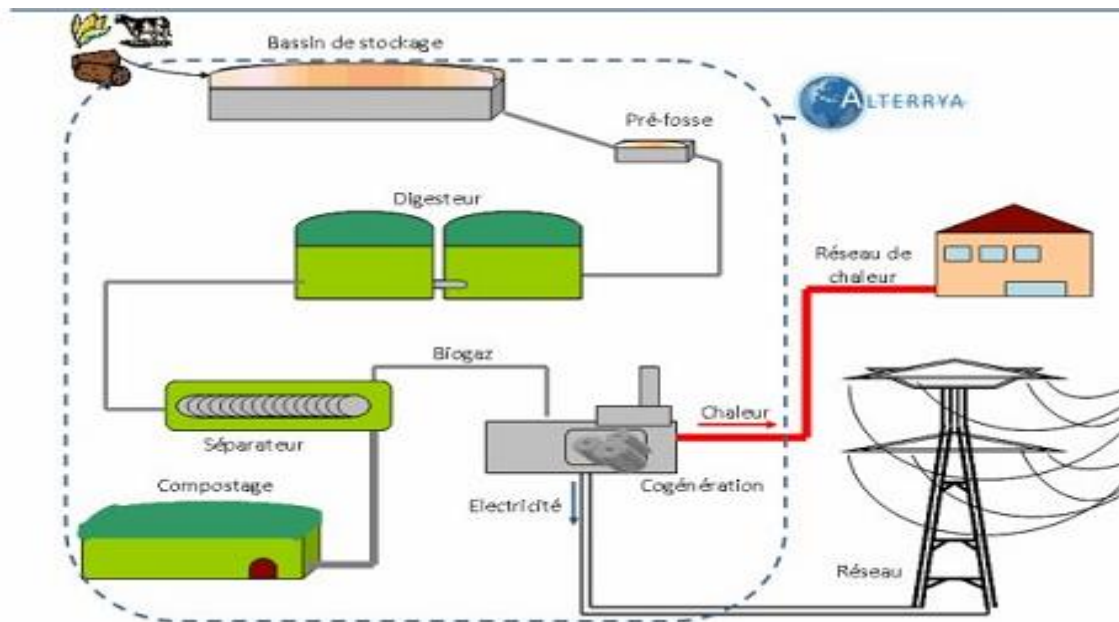
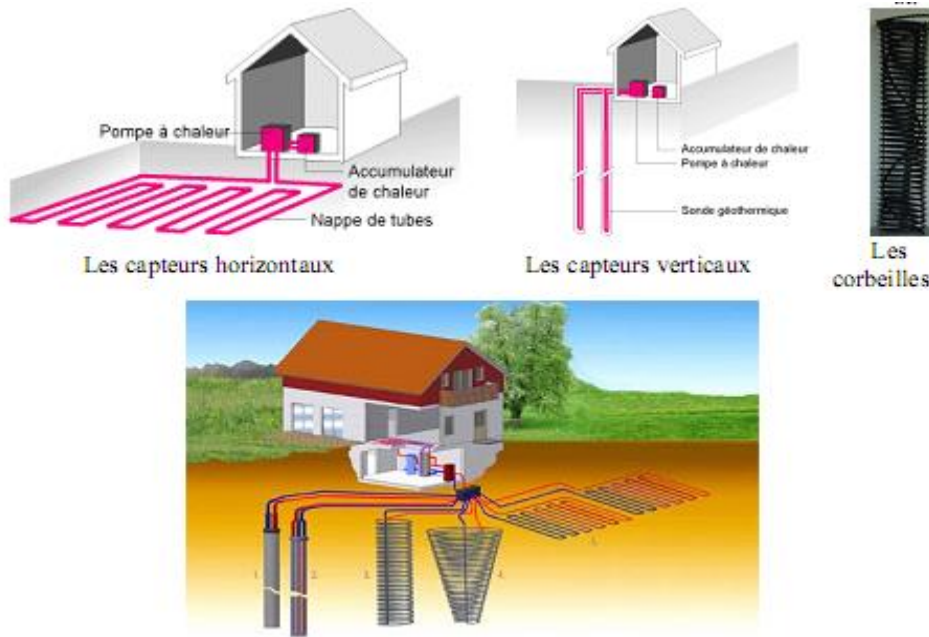


Figure I.6 Schéma de principe d'une usine biomasse

I.2.2.4 Énergie Géothermie

La Terre est un réservoir à fort potentiel énergétique. On observe sur la totalité du globe une élévation de la température au fur et à mesure que l'on fore vers le noyau terrestre, c'est le gradient géothermique. En moyenne il est de l'ordre de 30° par kilomètres de profondeur et le flux géothermique associé (quantité de chaleur transmise par conduction puis dissipée par unité de surface) est de 60 mW/m^2 . Ces valeurs moyennes varient en fonction de la nature du sol et de la proximité d'une zone instable telle qu'une faille géologique, zone volcanique etc....

L'extraction de l'énergie géothermique peut être divisée en quatre catégories organisées en niveaux de température : la haute température, la moyenne température, la basse température et la très basse température. Seuls les sites à hautes et moyennes températures sont susceptibles de permettre la production d'électricité tandis que les sites aux basses températures qui utilisent des nappes d'eau chaude du sous-sol profond et aux très basses températures qui utilisent des pompes à chaleur permettent la production de chaleur.



(1) Capteurs verticaux (tube en U), (2) Capteurs verticaux (tube en double U), (3,4) corbeilles, (5) capteurs horizontaux.

Figure I.7 Quelques échangeurs thermiques utilisés pour la géothermie à très

I.3 Unités D'énergie et Puissance

L'énergie se note W ou E . Elle s'exprime en Joule (J).

Dans certains cas, on utilise d'autres unités :

- l'électronvolt : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- la calorie : $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$
- la thermie : $1 \text{ Th} = 1000000 \text{ cal}$
- la tonne équivalente pétrole : $1 \text{ TEP} = 42 \text{ GJ}$
- le wattheure : $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$

La variation d'énergie (ΔE) d'un système est égale à la chaleur produite (Q) et au travail changé avec le milieu extérieur (W)

$$\Delta E = Q + W$$

I.3.1 Énergie mécanique

Le joule correspond au travail (W) d'une force de 1 newton se déplaçant (ΔX) de 1 mètre dans la direction de la force (F). L'énergie est donc le produit d'une force par un déplacement.

$$W = F \cdot \Delta X$$

W : énergie en joules (J)

F : force en newtons (N)

ΔX : longueur du déplacement en mètres (m)

La force est égale à la masse (**m**) par l'accélération (**a**) (**F = m. a**) ou à la masse (**m**) par la gravité ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$), si on soulève un objet à vitesse constante (**F = m. g**).

I.3.2 Énergie électrique

L'énergie électrique est l'énergie fournie sous forme de courant électrique à un système électrotechnique ou électronique. L'électricité est directement utilisable pour effectuer un travail : déplacer une charge, fournir de la lumière, chauffer,...etc.

I.3.3 Relation entre puissance et énergie électrique

Prenons une seringue, remplissons-la d'eau et appuyons sur le piston pour faire sortir l'eau. Plus on veut faire sortir d'eau en une seconde, plus il faudra appuyer fort sur le piston. Si l'eau représente la quantité d'énergie, la force que l'on va mettre sur le piston est l'image de la puissance. La puissance (**P**) est donc égale à l'énergie dépensée (**E**) (produite, absorbée ou transformée) par rapport au temps écoulé (**t**).

$$P = E/\Delta t$$

P : puissance en watts (W)

E : énergie en joules (J)

Δt : temps en secondes (s)

Une ampoule de 60 W signifie qu'elle transforme 60 joules d'énergie électrique en énergie lumineuse et en chaleur chaque seconde.

I.3.4 Loi d'Ohm

En électricité, 1 joule est aussi le travail (**W**) fourni par un circuit électrique pour faire circuler un courant (**I**) de 1 ampère à travers une résistance de 1 ohm (**R**) pendant 1 seconde.

$$E = R. I^2.t$$

E : énergie en joules (J)

R : résistance en ohms

I : courant en ampères (A)

t : temps en secondes (s)

Un joule est aussi égal au travail (**W**) fourni par un courant (**I**) de 1 ampère traversant un circuit dont la différence de potentiel (**U**) est de 1 volt aux bornes du circuit, pendant 1 seconde.

$$E = \Delta U. I. t$$

E : énergie en joule (J)

ΔU : différence de potentiel en volt (V)

I : courant en ampère (A)

t : temps en seconde (s)

I.4 Magnétostatique

Définition : la magnétostatique est l'étude des phénomènes magnétiques statiques, générés par des courants constants uniquement (courant continu) est des aimants.

Soit un circuit magnétique entouré par un circuit électrique (voir figure 1.5). Le circuit est alimenté par le courant $i(t)$ et la tension à ses bornes est $v(t)$. Dans l'hypothèse d'un matériau magnétique linéaire (en absence de saturation), le flux ϕ coupé par les spires est proportionnel au courant : $\phi(t) = Li(t)$ ou L est le coefficient d'auto-inductance (ou simplement inductance). En absence de perte, la tension aux bornes du circuit est donnée par la loi de Lenz : $v(t) = \frac{d\phi}{dt} = L \frac{di(t)}{dt}$. L'énergie magnétique stockée est W_m . On peut l'écrire comme une fonction du courant : $W_m(i) = \frac{1}{2} Li^2(t)$; ou comme une fonction du flux :

$W_m(\phi) = \frac{\phi^2(t)}{(2L)}$. Ces deux fonctions $W_m(i)$ et $W_m(\phi)$ représentent la même grandeur physique mais différent du point de vue mathématique.

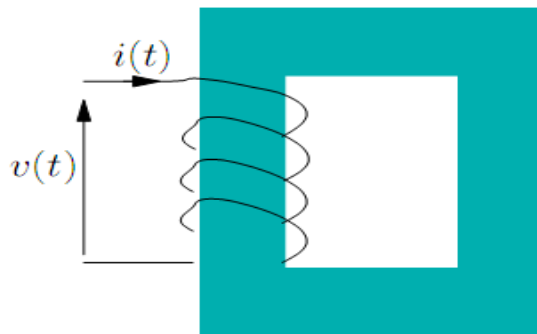


Figure I.8 Bobine d'inductance

I.4.1 Production de couple et de force

I.4.1.1 Production de couple

Soit un système électromécanique comportant un degré de liberté en rotation et comportant un circuit électrique. Le circuit électrique est soumis à la tension $u(t)$ et est traversé par le courant $i(t)$ en convention récepteur. On note ϕ le flux total le traversant. La partie en rotation est à la position angulaire θ et applique un couple C à une charge mécanique. Le système reçoit de la puissance électrique, fournit de la puissance mécanique et peut stocker de l'énergie magnétique W_m . Le bilan de d'énergie pendant un intervalle de durée dt donne :

$$dW_m = u(t)i(t)dt - C\Omega dt$$

Ou $\Omega = \frac{d\theta}{dt}$. Avec $u = \frac{d\phi}{dt}$, on obtient : $dW_m = i(t)d\phi - Cd\theta$

Supposons que l'énergie magnétique puisse s'exprimer comme une fonction de ϕ et θ :

$W_m(\phi, \theta)$; cela revient à prendre ϕ et θ comme variables d'état et à poser que W_m est une fonction d'état. La dernière équation implique alors :

$$\frac{\partial W_m(\phi, \theta)}{\partial \phi} = i(t) \text{ et } \frac{\partial W_m(\phi, \theta)}{\partial \theta} = -C$$

La première de ces deux équations signifie que l'énergie magnétique est l'intégrale de $d\phi$ à θ constant. La seconde montre qu'un couple est produit par le système, correspondant à une variation à flux constant de l'énergie magnétique : $C = -\frac{\partial W_m(\phi, \theta)}{\partial \theta}$

Dans le cas du régime linéaire (absence de saturation magnétique), le flux est proportionnel au courant et on peut donc écrire $\phi = L(\theta)i(t)$ ou l'inductance L dépend ici de la position du rotor. L'énergie magnétique s'écrit $W_m = \frac{1}{2}L(\theta)i^2 = \frac{\phi^2}{2L(\theta)}$. Pour calculer le couple, c'est la seconde expression qu'il faut considérer, c'est-à-dire $W_m(\phi, \theta) = \frac{\phi^2}{2L(\theta)}$. On obtient alors :

$$C = \frac{\phi^2}{2L^2(\theta)} \frac{dL(\theta)}{d\theta} = \frac{i^2}{2} \frac{dL(\theta)}{d\theta}$$

I.4.1.2 Production de Force

I.4.1.2.1 Loi de Lorentz

Une particule de charge q et de vitesse \mathbf{V} se déplaçant dans une région où règne un champ magnétique \mathbf{B} est soumise à une force dite de Lorentz telle que :

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B})$$

$$\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{v} \wedge \vec{B}) = \vec{F}_e + \vec{F}_m$$

Avec :

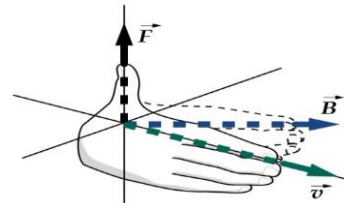
$$\vec{F}_e = q\vec{E} \text{ est force électrique}$$

Si $q=0 \Rightarrow \vec{F}_e = 0$ La force électrique s'annule si la charge est nulle.

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \wedge \vec{B}), \text{ est la force magnétique}$$

La force magnétique s'annule si la charge est nulle ou immobile.

L'induction magnétique n'exerce de force que sur une particule chargée en mouvement (ou un courant) et La force magnétique n'agit que sur une charge en mouvement, ou un conducteur traversé par un courant.

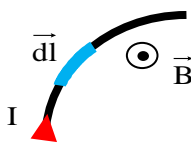


I.4.1.2.2 Loi de Laplace

Un élément de longueur dl orienté dans le sens du courant qui le traverse placé dans le champ B . Soit dQ la charge totale des électrons libres contenus dans dl

La force magnétique totale s'exerçant sur l'ensemble des électrons dans dl

$$\left. \begin{aligned} \vec{dF} &= dQ \cdot \vec{v} \wedge \vec{B} \\ I &= \frac{dQ}{dt} \end{aligned} \right\} \vec{dF} = I \cdot dt \cdot \vec{v} \wedge \vec{B} \rightarrow \vec{v} = \frac{d\vec{l}}{dt}$$

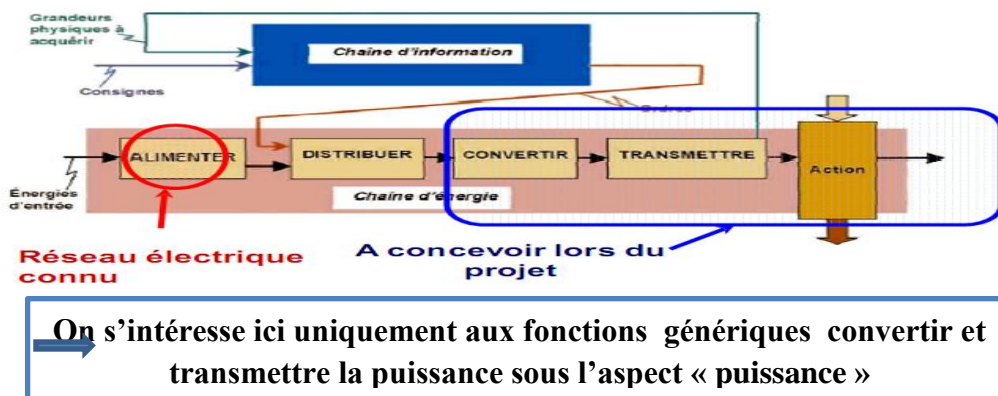
$$\vec{dF} = I \cdot dt \cdot \frac{d\vec{l}}{dt} \wedge \vec{B}$$


Force de Laplace s'exerçant sur l'élément de courant $d\vec{l}$ est : $\vec{dF} = I \cdot d\vec{l} \wedge \vec{B}$

La force de Laplace est la résultante des forces magnétiques de Lorentz qui s'appliquent aux électrons de conduction qui forment le courant électrique d'intensité I.

I.5 Chaîne De Puissance

On peut décrire un système par ses fonctions génériques, parmi lesquelles se retrouvent « convertir et transmettre la puissance » au cœur de la chaîne de puissance (ou chaîne d'énergie).



Voici une description détaillée d'une chaîne de puissance sans la partie « Action ».

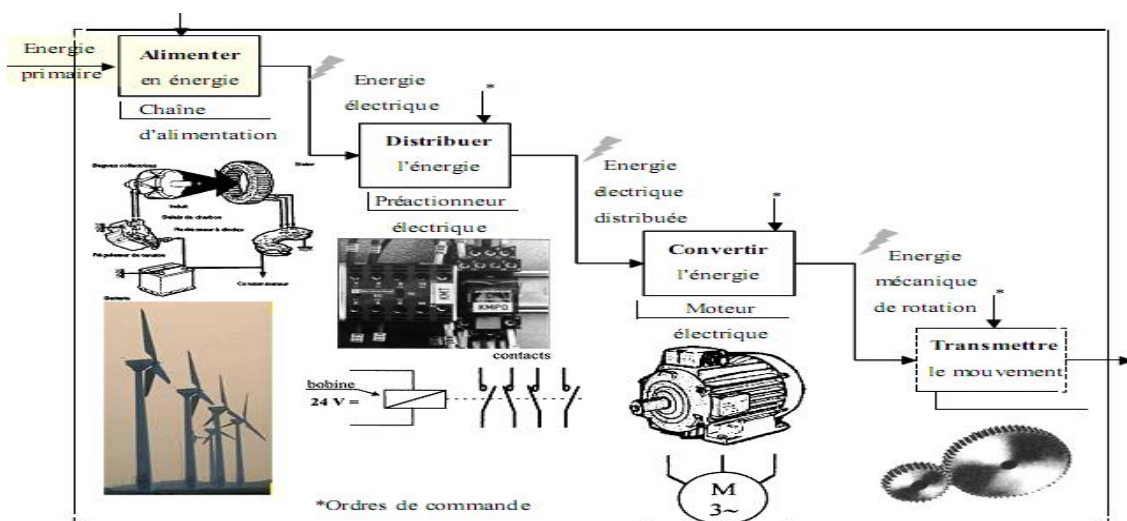


Figure I.9 description détaillée d'une chaîne de puissance

Le plan de puissance est un outil descriptif de la puissance émise, transmise ou reçue par un système électromécanique. Il se présente sous la forme d'un graphique (Action Vitesse) où l'Action est un effort (N) ou un couple (N.m) et la Vitesse est linéaire (m/s) ou de rotation (rad/s). On peut remarquer que le produit (Action x Vitesse) est homogène à une puissance : **Puissance = Action x Vitesse**

La figure ci-dessous représente un schéma bloc d'un système.

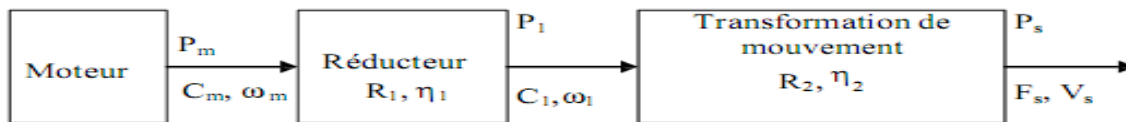


Figure I.10 Exemple d'un schéma bloc d'un système

I.6 Puissances En Régime Sinusoïdale

I.6.1 Régime monophasé

A/ Puissance instantanée

C'est le produit de la tension instantanée aux bornes du dipôle, $u(t)$ et de l'intensité instantanée qui le traverse, $i(t)$:

$$p(t) = u(t).i(t)$$

Comme $u(t)$ et $i(t)$ dépendent du temps, la puissance instantanée est aussi fluctuante, sa valeur à une instante donnée importante peu, seule sa valeur moyenne à un intérêt.

B/ Puissance active

La puissance active se note **P**. Il s'agit de la valeur moyenne de la puissance instantanée :

$P = p(t) = u(t).i(t)$, Où **u** est la tension aux bornes du dipôle considéré et **i** l'intensité du courant qui le traverse.

Si **u** et **i** sont sinusoïdaux tel que :

$$\begin{cases} i(t) = I. \sqrt{2} \sin \omega t \\ u(t) = U. \sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

Alors la puissance active peut s'écrire sous la forme $P = U. I. \cos \varphi$ avec **P** en Watt (W).

Où **U** est la valeur efficace de la tension aux bornes du dipôle, **I** la valeur efficace de l'intensité traversant le dipôle et φ le déphasage courant tension du dipôle.

La puissance active est la puissance qui sera transformé sous une autre forme dans l'appareil considéré. C'est elle qui « transporte » l'énergie. C'est elle qui apparaît dans les bilans de puissances.

C/ Puissance apparente

La puissance apparente se note **S**.

$$\boxed{S = U \cdot I} \quad \text{où} \quad S \text{ s'exprime en Volt-Ampère (VA)}$$

La puissance apparente sert au dimensionnement des appareils électriques tels les transformateurs ou les alternateurs, elle n'intervient pas dans le transfert de puissance.

D/ Puissance réactive

La puissance réactive se note **Q**.

$$\boxed{Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi} \quad \text{où} \quad Q \text{ s'exprime en Volt-Ampère-réactif (VAR).}$$

La puissance réactive rend compte de l'aspect inductif (elle est positive) ou capacitif (elle est négative) du composant considéré, elle n'intervient pas dans le bilan de puissance. En général, il est souhaitable qu'elle soit la plus faible possible.

E/ Relations entre les puissances

$$\boxed{S^2 = P^2 + Q^2} \Rightarrow \boxed{S = \sqrt{P^2 + Q^2}}$$

$$\boxed{Q = P \tan \varphi}$$

Ces relations se retrouvent dans le triangle des puissances (voir Figure I.10).

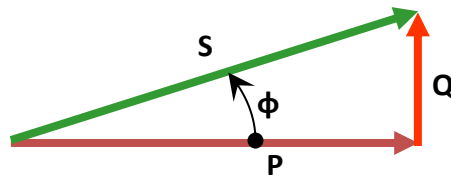


Figure I.11 Triangle des puissances

F/ Facteur de puissance

Le facteur de puissance est défini par : $\boxed{f_p = \frac{P}{S}}$ Il s'agit d'un nombre sans dimension

toujours inférieur à 1. On peut le voir comme le résultat du calcul suivant :

$$\boxed{f_p = \frac{\text{utilisation}}{\text{investissement}}} \quad \text{où } P \text{ représente la puissance active effectivement utilisée dans le}$$

transfert de puissance et **S**, la puissance apparente qui représente la tension et le courant effectivement investis pour le fonctionnement de l'appareil.

Il est donc souhaitable que le facteur de puissance soit le plus proche de 1 possible. Pour cela, on relèvera éventuellement sa valeur.

$$\text{Dans le cas particulier des régimes sinusoïdaux : } f_p = \frac{P}{S} = \frac{UI \cos \varphi}{UI} \Rightarrow \boxed{f_p = \cos \varphi}$$

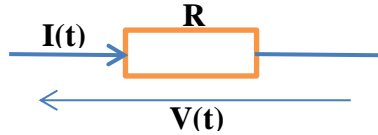
G/ Retour aux dipôles élémentaires

1. La résistance

$$\varphi = 0 \Rightarrow \boxed{\cos \varphi = 1}; \quad \sin \varphi = 0 \Rightarrow \boxed{P = U.I = S; Q = 0}$$

Un circuit résistif n'absorbe pas de puissance *réactive*, il n'absorbe que de la puissance *active*.
Son facteur de puissance est égal à **1**.

$$\boxed{P = RI^2 = U^2/R}$$

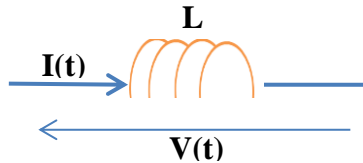


2. L'inductance

$$\varphi = \pi/2 \Rightarrow \boxed{\cos \varphi = 0}; \quad \sin \varphi = 1 \Rightarrow \boxed{P = 0; Q = U.I = S}$$

Une inductance n'absorbe pas de puissance *active*, il n'absorbe que de la puissance *réactive*.
Son facteur de puissance est égal à **0**.

$$\boxed{Q = L.\omega.I^2 = U^2/(L.\omega)}$$

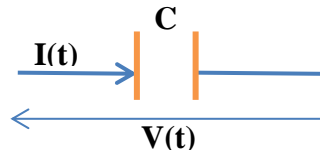


3. Le condensateur

$$\varphi = -\pi/2 \Rightarrow \boxed{\cos \varphi = 0}; \quad \sin \varphi = -1 \Rightarrow \boxed{P = 0; Q = -U.I = -S}$$

Un condensateur n'absorbe pas de puissance *active*, il fournit de la puissance *réactive*. Son facteur de puissance est égal à **0**.

$$\boxed{Q = -(1/(C.\omega)).I^2 = -C.\omega.U^2}$$



I.6.2 Régime triphasé

Le régime triphasé est caractérisé par une valeur efficace identique sur les trois phases et un déphasage de $2\pi/3$ entre chacune des phases. Par exemple, en prenant la tension $v_a(t)$ comme référence des phases, on a pour les tensions simples (entre phase et neutre) :

$$\begin{cases} v_a(t) = V\sqrt{2}\cos(\omega t) \\ v_b(t) = V\sqrt{2}\cos(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \\ v_c(t) = V\sqrt{2}\cos(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \end{cases}$$

Et pour les courants :

$$\begin{cases} i_a(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi) \\ i_b(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi - \frac{2\pi}{3}) \\ i_c(t) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi - \frac{4\pi}{3}) \end{cases}$$

Où la valeur efficace des tensions composées est : $U = \sqrt{3} V$

La puissance instantanée est constante identique à la puissance active :

$$\boxed{P = p(t) = \sqrt{3}UI\cos(\varphi)}$$

$$\text{On aussi : } \begin{cases} Q = \sqrt{3}UI\sin(\varphi) \\ S = \sqrt{3}UI \\ f_p = \cos(\varphi) \end{cases}$$

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes sources d'énergies non renouvelables et renouvelables et de leurs modes d'utilisation d'énergie, nous avons ensuite fait la magnétostatique des phénomènes magnétique statique, Ensuite nous terminons ce chapitre par la puissance en régime sinusoïdale.