

# Chapitre 1 : Dispositifs de production d'énergie électrique

Systemes énergétiques autonomes

01

# Table des matières

Objectifs	3
Introduction	3
I - 1-1 historique	4
II - 1-2 Notions sur les transformations d'énergie (mécanique ; thermique ; hydraulique,..	5
III - 1-3 Transformations des formes d'énergie libre	6
IV - I.3-1. Conversion d'énergie mécanique en énergie électrique: Fonctionnement d'un Alternateur	8
V - I.4. Modes de production de l'énergie électrique	10
1. Les sources d'énergies non renouvelables.....	10
2. Les sources d'énergies renouvelables. ....	11

# Objectifs

Notions sur les transformations d'énergie (mécanique ; thermique ; hydraulique, ...), Historique (Volta, Oersted, Faraday, etc.), l'alternateur, la dynamo, les modes de production de l'énergie électrique (centrale électrique hydraulique, les centrales thermiques). Les sources d'énergies non renouvelables (fossiles et nucléaires). Les sources d'énergies renouvelables.

## Introduction

La demande mondiale d'électricité devrait augmenter d'environ 4 % en 2024, contre 2,5 % en 2023, selon la mise à jour semestrielle de l'AIE sur l'électricité. Il s'agirait du taux de croissance annuel le plus élevé depuis 2007. Le rapport prévoit que cette forte augmentation de la consommation mondiale d'électricité se poursuivra jusqu'en 2025, avec une nouvelle croissance de l'ordre de 4 %.

une part considérable de cette consommation mondiale repose sur les combustibles fossiles ou les sources "non renouvelables" (pétrole, gaz naturel, charbon). Ces énergies sont perçues comme des ressources finies. Il est donc impératif de rechercher d'autres sources alternatives pour produire l'énergie dont nous voulons devenir entièrement indépendants, en plus de leur caractère épuisable.

# 1-1 historique

## I

En l'honneur des découvertes d'Alessandro Volta, l'unité de tension électrique a été désignée par le nom de volt. À partir de 1792, Alessandro Volta se penche sur le fonctionnement des muscles de la grenouille et prouve que c'est bien les métaux qui génèrent l'électricité, et non la matière vivante. En observant la puissance électrique des raies torpilles, dont le dos présente des motifs répétitifs, il réalise qu'en superposant des couples de disques de zinc et de cuivre, séparés par un tissu imbibé d'eau salée, il avait mis au point une invention essentielle. En 1800, après avoir poursuivi ses recherches, il dévoile la première pile électrique, produisant pour la première fois un courant continu. La pile voltaïque est ainsi apparue. Cependant, elle ne permet pas de stocker de grandes quantités d'électricité.

Volta. Le physicien italien Alessandro Volta est déjà connu pour ses travaux sur l'électricité lorsqu'il met au point la première pile voltaïque à l'âge de 50 ans.

En 1799, il réalise une expérience qui montre que le contact entre deux matériaux différents, reliés par un conducteur, permet de fabriquer de l'électricité. Volta conçoit ainsi une colonne ("*pila*" en latin) constituée de plusieurs couples de disques de zinc et de cuivre, séparés par un tissu imbibé d'eau salée ou d'acide sulfurique. La première pile comporte environ 600 disques et mesure presque 1,50 m. Un fil métallique relie les deux extrémités : le zinc se charge de fluide positif et le cuivre de tension négative, créant un fort courant électrique.

en 1820 : Oersted (Danois) remarque qu'une aiguille aimantée placée à côté d'un fil conducteur traversé par le courant est déviée. L'expérience d'Oersted établit pour la première fois un lien entre électricité et magnétisme.

Michael Faraday en 1830. En reliant les bornes d'une bobine à un galvanomètre (sorte d'ampèremètre), il observe le passage d'un courant dans la bobine, lorsqu'il introduit ou retire un aimant de cette bobine.

# 1-2 Notions sur les transformations d'énergie (mécanique ; thermique ; hydraulique, ..

## II

### Formes d'énergies

Deux formes d'énergie sont possibles : Energie libre et énergie stockée.

#### 1. 2.Energie libre

- Le rayonnement, visible (lumière) ou invisible (ondes de radio, rayons X, etc.)
- La chaleur: un apport de chaleur conduit à une augmentation de température (par exemple, un radiateur) et inversement (réfrigérateur).
- L'énergie cinétique, associée au mouvement
- l'électricité. Pour des raisons pratiques, cette forme a vu un développement industriel considérable. Ce n'est pas, à proprement parler, une énergie « visible » mais comme on sait qu'il s'agit du déplacement d'un « courant électrique » (en fait des électrons) dans des conducteurs, on peut qualifier de « libre » cette forme d'énergie.

#### .Energies stockés

Il est possible de stocker l'énergie sous forme de :

- Chaleur : l'énergie géothermique, constituée de la chaleur emmagasinée au sein de la terre dégagée par la radioactivité naturelle (Emmagasiner la chaleur dans des briques la nuit et les utiliser le jour pour diminuer la facture de l'électricité).
- Cinétique : le volant d'inertie d'un moteur représente un exemple de stockage d'énergie sous cette forme.
- Potentielle : Dans l'élastique de la fronde : on accumule de l'énergie potentielle en faisant travailler une force.
- L'énergie gravitationnelle (la force de la pesanteur)

Exemple : Le barrage hydroélectrique, dont le lac constitue une réserve disponible pour compléter, si nécessaire, d'autres sources de production d'électricité.

- L'énergie chimique utilise les forces, de nature électromagnétique, reliant les atomes au sein des molécules : en réarrangeant les atomes pour former de nouvelles molécules à partir des molécules initiales, on fait travailler, dans un sens ou dans l'autre, les forces de liaison entre les atomes, et on libère ou on stocke de l'énergie.
- L'énergie nucléaire utilise les forces agissant entre les nucléons (protons et neutrons) des noyaux atomiques. Là aussi, en réarrangeant différemment ces nucléons, on peut espérer faire travailler ces forces, changer ainsi l'énergie interne et stocker ou libérer de l'énergie.

# 1-3 Transformations des formes d'énergie libre

## III

les quatre formes d'énergie libre sont l'énergie rayonnante, l'énergie thermique (ou chaleur), l'énergie mécanique (ou cinétique) et l'énergie électrique. Cela fait douze transformations susceptibles d'être réalisées : toutes sauf deux ont des applications dans la vie courante ou dans l'industrie (figure 4.1).

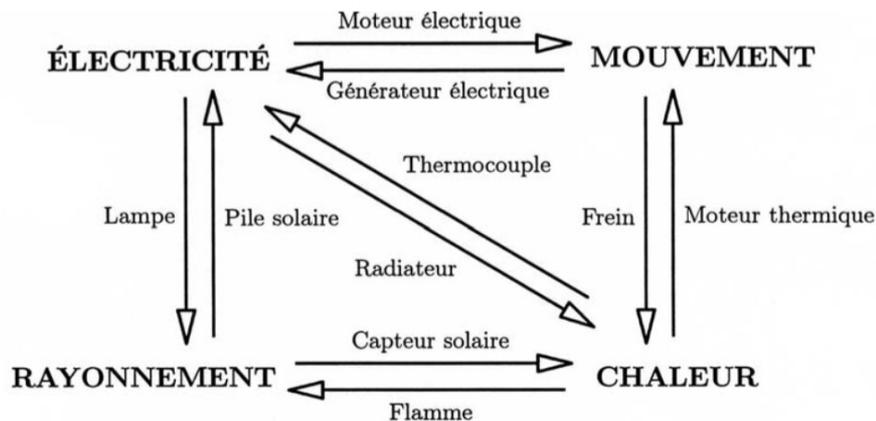


Figure 4.1. Les principales transformations des formes d'énergie libre.

1 Transformation de l'énergie rayonnante en énergie thermique : elle est réalisée, par exemple, par les capteurs de rayonnement solaire fournissant l'eau sanitaire pour une habitation ou pour échauffer un fluide en vue d'une production d'électricité.

ü Transformation de l'énergie rayonnante en énergie mécanique: cette transformation est à l'origine de la poussée de radiation qui fait que la queue des

comètes est toujours à l'opposé du Soleil. La force de cette poussée est faible et elle n'a pas trouvé d'application industrielle (peut-être sera-t-elle un jour utilisée en astronautique).

ü Transformation de l'énergie rayonnante en énergie électrique: cela est réalisé dans les convertisseurs photovoltaïques, par exemple les panneaux solaires d'un satellite artificiel ou à usage domestique.

ü Transformation de l'énergie thermique en énergie rayonnante: c'est l'incandescence, c'est-à-dire l'émission spontanée de rayonnement par les corps à une température non nulle et cela d'autant plus que la température est élevée ; exemple: le rayonnement du Soleil, dont la surface est à environ 6 000 °C.

ü Transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique: c'est que ce réalisent la machine à vapeur et, plus généralement, les turbines et moteurs thermiques, tels ceux des voitures automobiles.

ü Transformation de l'énergie thermique en énergie électrique: cette conversion directe est réalisée dans les convertisseurs thermoélectriques (par exemple, les thermocouples utilisés pour des mesures de température) et thermoioniques. (Industriellement, on passe plus souvent par l'intermédiaire de l'énergie mécanique, par exemple dans les centrales électriques classiques ou nucléaires).

ü Transformation de l'énergie mécanique en énergie rayonnante : elle est observée dans le bremsstrahlung (rayonnement de freinage ou rayonnement synchrotron) utilisé dans des accélérateurs de particules pour créer un rayonnement intense de photons, tel Soleil à Saint-Aubin (Essonne) ; mais cette transformation n'a pas d'autre application industrielle.

ü Transformation de l'énergie mécanique en énergie thermique: cette transformation est inévitable dans des frottements et des chocs ; elle est, par exemple, observée dans les freins qui chauffent.

ü Transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique : ce sont les générateurs électriques (dynamos, alternateurs) qui réalisent cette transformation.

ü Transformation de l'énergie électrique en énergie rayonnante : cela se produit dans les décharges (étincelles, éclairs) et l'électroluminescence (par exemple, les tubes à néon) ; on remarquera que dans les lampes les plus usuelles (à incandescence), il y a un passage intermédiaire par la chaleur.

ü Transformation de l'énergie électrique en énergie thermique : c'est «l'effet Joule », c'est-à-dire le dégagement de chaleur dans tout conducteur parcouru par un courant électrique; cet effet correspond souvent à une perte, mais il peut aussi être recherché (radiateur électrique).

ü Transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique : c'est ce que réalisent les moteurs électriques ; citons aussi la piézo-électricité qui est l'apparition de charges électriques à la surface de certains cristaux mis sous contrainte et, inversement, leur déformation sous l'action d'un champ électrique: ce dernier effet est utilisé dans les montres à quartz.

On remarquera que les transformations de l'électricité en d'autres formes d'énergie libre sont aisées : c'est, avec la facilité du transport par câbles, la raison de l'utilisation intensive de cette forme d'énergie dans les sociétés industrielles.

# I.3-1. Conversion d'énergie mécanique en énergie électrique: Fonctionnement d'un Alternateur

## IV

La dynamo est une sorte de moteur à courant continu, fonctionnant à l'envers et, qui, en absorbant de l'énergie mécanique, produit un courant pulsé que l'on peut considérer, en pratique, comme continu et dont la tension dépend de la vitesse de rotation. L'installation électrique des véhicules automobiles fonctionnant sur une tension de 6, 12 ou 24 volts, la tension de la dynamo devra être maintenue constante au moyen d'un régulateur.

Ce fonctionnement de dynamo est basé sur la production de courant par une bobine ( rotor ) tournant dans le champ magnétique uniforme de l'aimant fixé dans le stator.

Sommairement,, la poulie fixée en bout de dynamo est entraînée par une courroie reliée au moteur de la voiture.

Cet entrainement fait tourner le rotor (induit) situé à l'intérieur de la dynamo, Tournant autour du stator, ce rotor produit un courant par magnétisme dans son bobinage.

Ce courant est récupéré via les balais ( charbons ). et la régulation de ce courant est traitée, ensuite par le disjoncteur-conjoncteur appelé régulateur, qui le dirige vers la batterie

### 4. L'alternateur.

Un alternateur est un convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique qui exploite ce phénomène d'induction. L'énergie mécanique, qui est la grandeur d'entrée du convertisseur (énergie fournie, ou dépensée), est à l'origine de la mise en rotation d'une partie tournante

(pales d'une éolienne, turbine d'une centrale hydroélectrique), qui elle-même entraîne en rotation des sources de champ magnétique : aimants ou électroaimants ; cette partie en rotation est nommée rotor. Ces sources de champ magnétique sont alors en mouvement

à l'intérieur (parfois autour) d'un ou plusieurs circuits électriques fixes (le stator) dans le référentiel d'usage de l'alternateur. Ces circuits électriques sont alors le siège d'un phénomène d'induction, et peuvent être parcourus par un courant électrique lorsqu'ils sont

reliés à une charge électrique. L'énergie électrique correspondante est la grandeur de sortie du convertisseur.



Figure 1



Figure 2



Figure 3

Figure 1 : Alternateur de vélo (« dynamo »). Taille de l'ordre du cm. Puissance de l'ordre du W.

Figure 2 : Alternateur de voiture. Taille de l'ordre de la dizaine de cm. Puissance de l'ordre du kW.

Figure 3 : Alternateur de centrale nucléaire lors d'une opération de maintenance à Paluel : le rotor long de 20m et pesant 240 tonnes a été extrait du stator. Puissance de plusieurs centaines de MW.

Quels que soient les ordres de grandeur des puissances délivrées par ces alternateurs, le schéma de principe est le même. Il comporte un rotor (composé d'aimants ou d'électroaimants qui doivent donc être alimentés électriquement, symbolisés par leurs pôles nord N et sud S en rotation), lié à l'axe de rotation du système, et un stator composé d'un ou plusieurs circuits électriques dans lesquels se produisent des phénomènes d'induction, et qui se comporteront dès lors comme des sources d'énergie électrique. L'énergie mécanique est apportée par des éléments mécaniques liés à l'axe de rotation

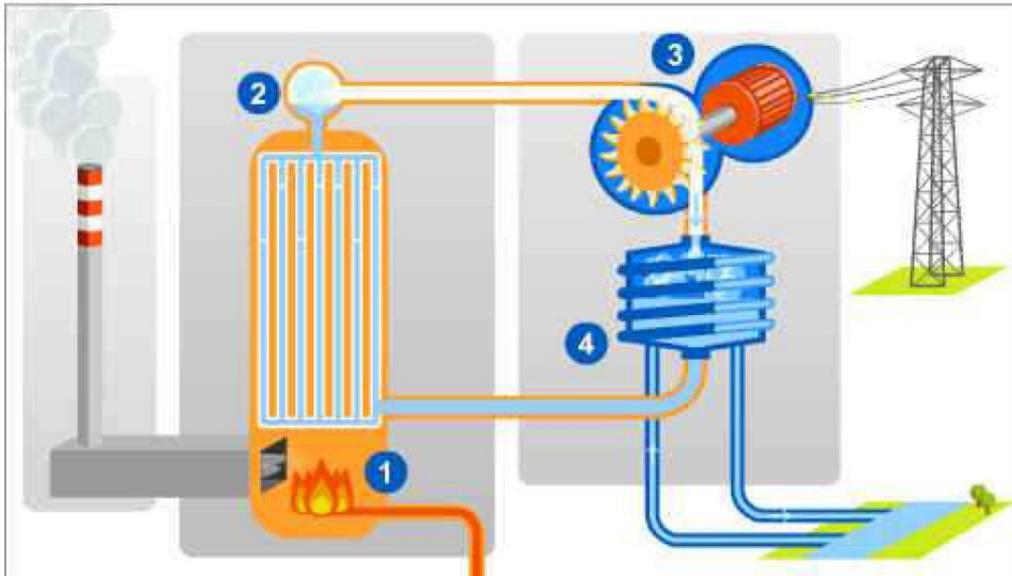
Alors qu'un alternateur est un convertisseur d'énergie mécanique en énergie électrique, les moteurs électriques sont des convertisseurs d'énergie électrique en énergie mécanique. Certaines machines sont dites réversibles en puissance : elles peuvent fonctionner autant

en alternateur qu'en moteur

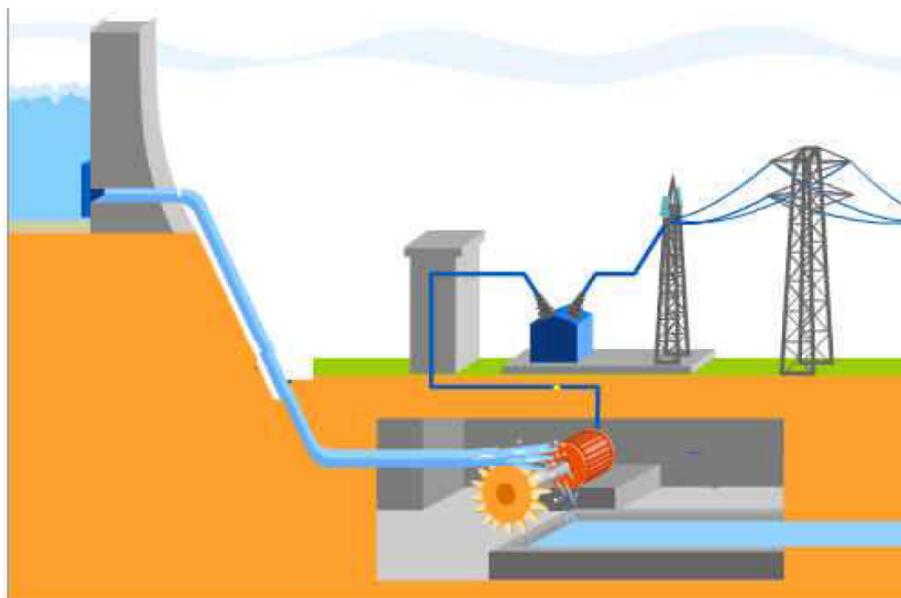
# I.4. Modes de production de l'énergie électrique



c/ Une centrale thermique classique utilise comme source primaire d'énergie, le gaz, le charbon ou le pétrole:



b/ Une centrale hydraulique utilise comme source primaire d'énergie l'eau:



## 1. Les sources d'énergies non renouvelables

Les énergies sont dites épuisables dans la mesure où elles sont incapables de se renouveler rapidement. Certaines des énergies non renouvelables sont appelées des énergies fossiles. L'énergie épuisable la plus connue est sans doute le pétrole. Ce dernier provient de la décomposition d'organismes ayant vécu il y a des millions d'années. On imagine bien qu'il faudra attendre beaucoup de temps pour que les stocks de pétrole puissent se renouveler. Il existe aussi des gisements de gaz qui sont très exploités par l'homme. Ces réserves diminuent également très vite et on peut facilement imaginer qu'un jour il n'y en aura plus. L'uranium est également épuisable. Ce dernier est à la base des réactions nucléaires dans les centrales nucléaires.

## 2. Les sources d'énergies renouvelables.

Une énergie renouvelable est une source d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable à l'échelle de l'homme. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués par les astres, principalement le Soleil (rayonnement), mais aussi la Lune (marée) et la Terre (énergie géothermique). Aujourd'hui, on assimile souvent par abus de langage les énergies renouvelables aux énergies propres.

. Energie éolienne,. Energie solaire , Energie géothermique, Energie hydraulique, Energie de la biomasse