

Chapitre 3 : Production et transport de l'énergie électrique.

Stockage et transport de l'énergie

- Les énergies renouvelables dépendent des conditions climatiques (la plupart du temps) et leur production est intermittente. Alors que le fonctionnement des centrales nucléaires est permanent. Pour stocker de l'énergie chimique, on utilise des accumulateurs ou de l'énergie potentielle grâce au barrage hydroélectrique.
- Le transport de l'énergie est réalisé par des lignes électriques, dans lesquelles existent *une dissipation de l'énergie par effet Joule*

La loi d'Ohm et effet Joule

- La tension U_{AB} aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R , traversé de A vers B par un courant d'intensité I , est donnée par la loi d'Ohm :

$$U_{AB} = R \cdot I$$

R en Ohm (Ω)
I en Ampère (A)
 U_{AB} en Volt (V)

- L'énergie E , dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique pendant une durée Δt est :

$$E_j = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

- La puissance liée à l'effet Joule est :

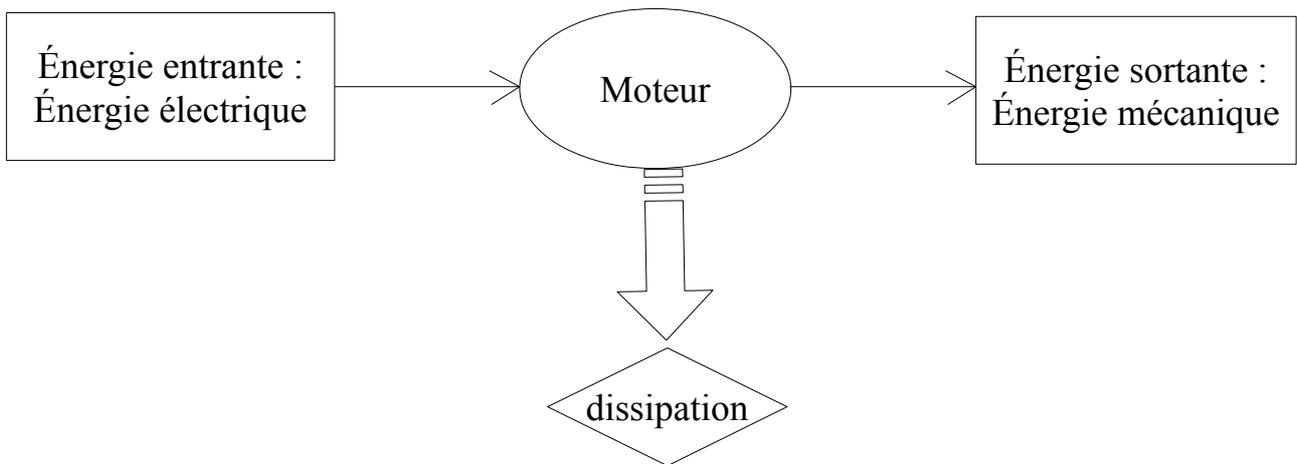
$$P_j : \frac{E_j}{\Delta t} = R \cdot I^2$$

Remarque : A très basse température, la résistance de certains matériaux s'annule : c'est la supraconductivité.

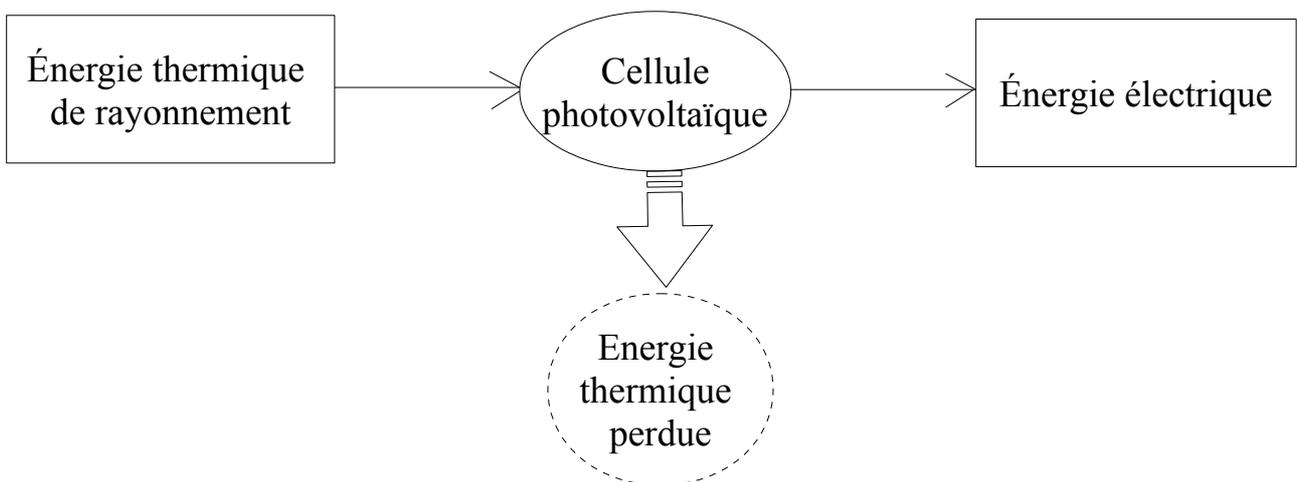
Bilan des transferts d'énergie

Schéma d'une chaîne énergétique

Exemple 1 :



Exemple 2 :



Une chaîne énergétique illustre le principe de conversion de l'énergie. La Somme des énergies qui « entrent dans le système est égale à la somme De celles qui en « sortent

Exercice QCM

Le long d'une chaîne énergétique :	L'énergie ne se conserve pas Vrai - faux	Il y a transfert d'énergie Vrai - faux	L'énergie est détruite Vrai - faux
La dégradation d'énergie :	Des pertes d'énergie entre l'entrée et la sortie de la chaîne Vrai - faux	Des pertes dues à des frottements Vrai - faux	Un vieillissement de l'énergie Vrai - faux
Dans un circuit électrique, le générateur :	Reçoit de l'énergie de la part du circuit Vrai - faux	Fournit de l'énergie au reste du circuit Vrai - faux	N'échange pas de l'énergie avec le reste du circuit Vrai - faux

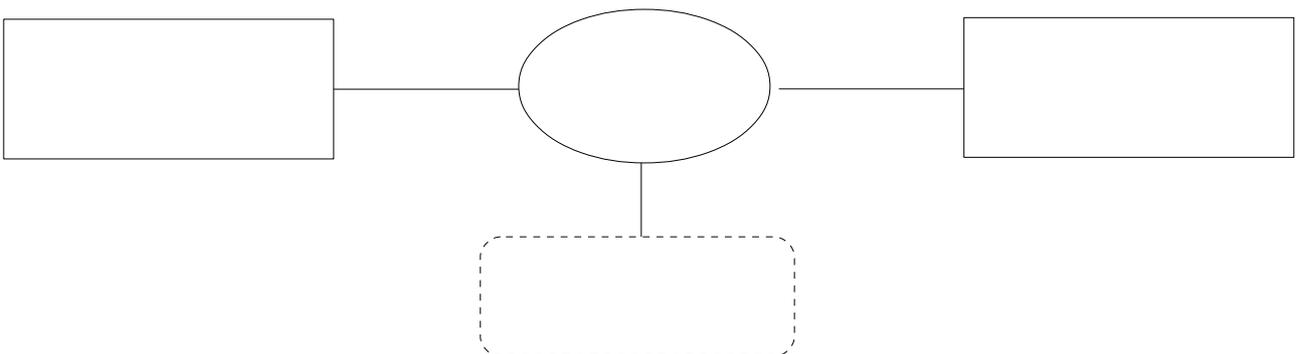
Rendement de conversion

Formule :

$$\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{reçue}}} \text{ avec } 0 \leq \eta < 1$$

Application

- 1) Recopier et compléter la chaîne énergétique avec « énergie thermique », « énergie électrique », « centrale thermique », « énergie chimique ».



2) Calculer un rendement

La turbine d'une centrale thermique reçoit en une heure une énergie de 270 GJ et un alternateur fournit au réseau électrique une énergie de 208 GJ

- *Calculer la puissance reçue par la turbine et la puissance transmise au réseau par l'alternateur*

Exercice synthèse

Une centrale hydraulique utilise l'énergie cinétique d'une chute d'eau pour faire tourner une turbine. Un alternateur utilise l'énergie mécanique fournie par la turbine pour produire de l'énergie électrique. L'énergie produite est alors acheminée vers les consommateurs.

1. a- Schématiser la chaîne énergétique au niveau de la turbine
b- Exprimer le rendement de conversion de la turbine

2. a- Schématiser la chaîne énergétique au niveau de l'alternateur
b- Exprimer le rendement de conversion de l'alternateur

3. Le rendement de la turbine est de 60%, celui de l'alternateur de 80%. Calculer le rendement global de conversion de la centrale hydraulique

Production de courant électrique

Les courants induits

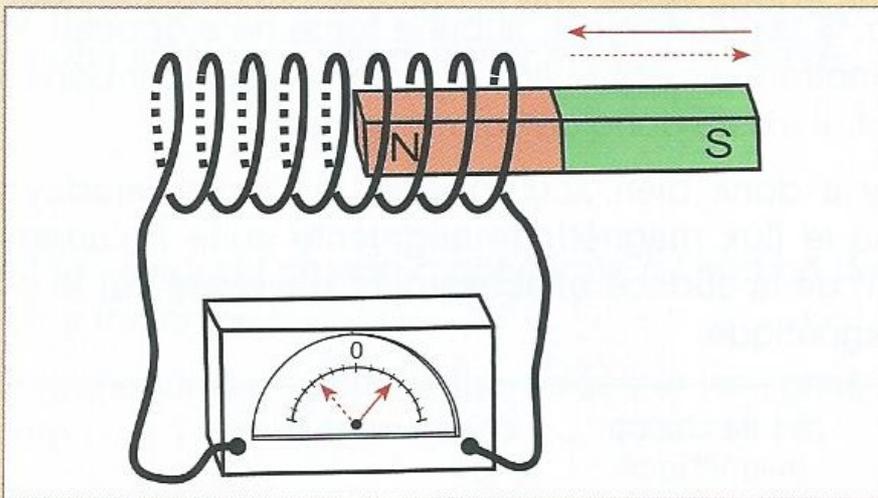
Il faut maintenant comprendre comment on peut transformer l'énergie mécanique en énergie électrique

Production de courants induits

Expérience

a) Déplaçons l'aimant plus rapidement. La variation de flux Φ est donc plus rapide.

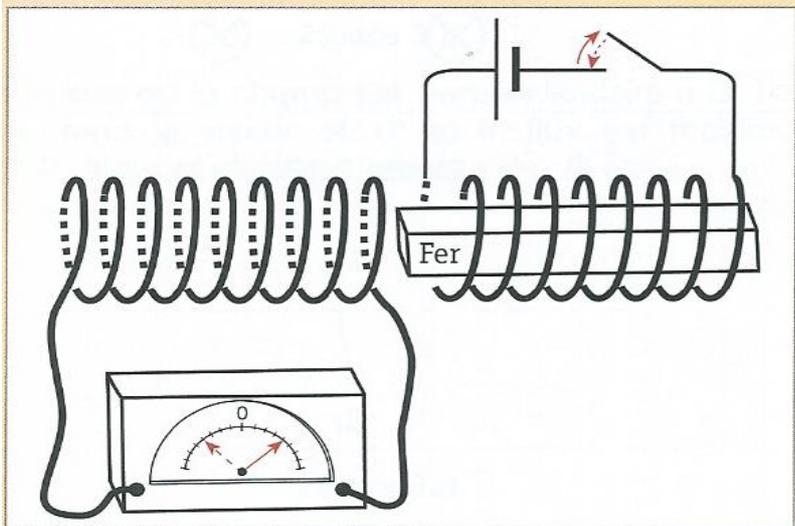
Nous constatons une intensité plus grande du courant induit.



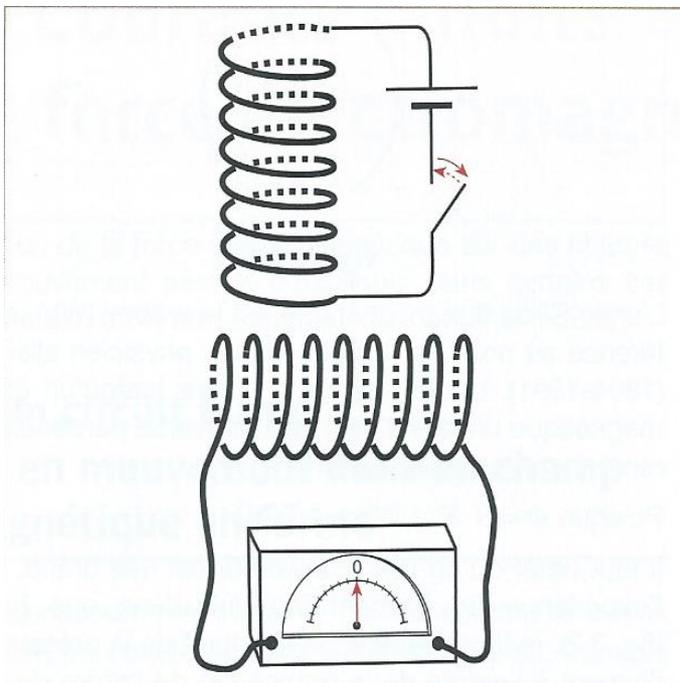
--> Lorsque l'aimant est introduit dans la bobine, l'ampèremètre affiche un courant. Si l'aimant est immobile, on ne mesure plus aucun courant. Par contre, si il rentre par le pôle nord, il sera positif et en sortant négatif. L'inverse avec le pôle sud.

b-

Recommençons ensuite l'expérience décrite à la figure 3.3, celle des deux bobines alignées. Mais cette fois plaçons un barreau de fer dans la bobine raccordée au générateur (fig. 3.14).

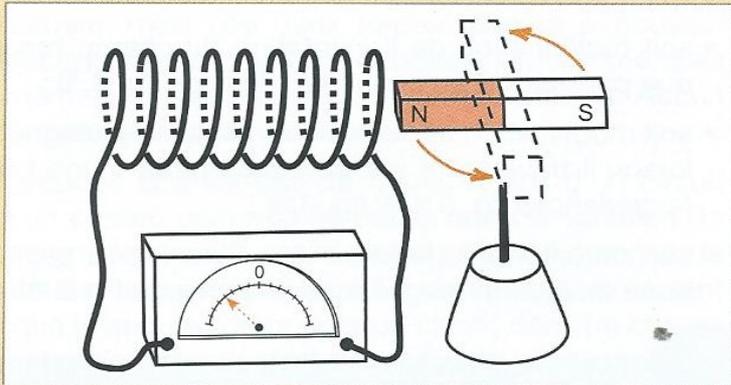


- > Lorsqu'on ferme le circuit, on observe une déviation de l'aiguille de l'ampèremètre dans un sens. Lorsque le circuit est fermé, on ne mesure plus aucun courant



- > On constate que si les bobines sont perpendiculaires, il n'y a aucune production de courant car le champ électromagnétique n'arrive pas à rentrer dans le solénoïde

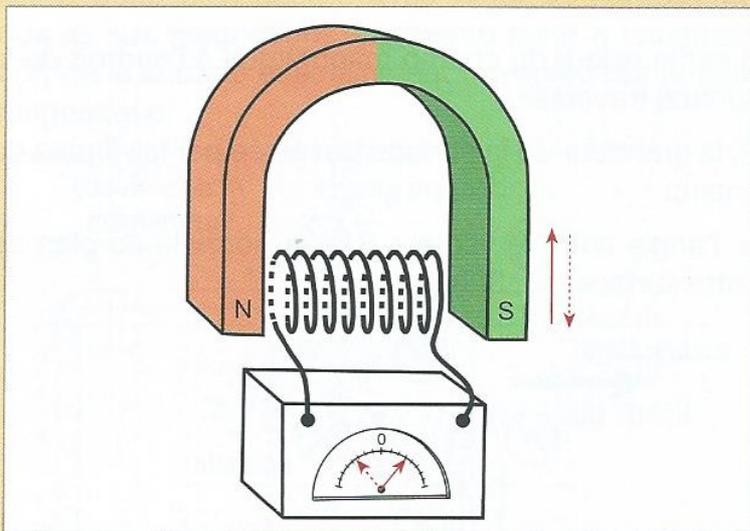
d) Au voisinage de la bobine raccordée à l'ampèremètre, plaçons cette fois un barreau droit aimanté dans le prolongement de l'axe de la bobine, et faisons-le tourner d'un quart de tour autour d'un axe vertical (fig. 3.5).



--> **En agissant ainsi, le courant est tout le temps positif et cela assure une production constante.**

e) Disposons maintenant la bobine entre les deux pôles d'un aimant en U, de telle manière que l'axe de la bobine coïncide avec la ligne passant par les deux pôles de l'aimant (fig. 3.6).

- Lorsque l'aimant est immobile, on ne mesure aucun courant.
- Lorsqu'on relève partiellement l'aimant, on constate l'apparition d'un courant dans le circuit.
- Lorsqu'on redescend à nouveau l'aimant, on mesure à l'ampèremètre un courant de sens contraire.



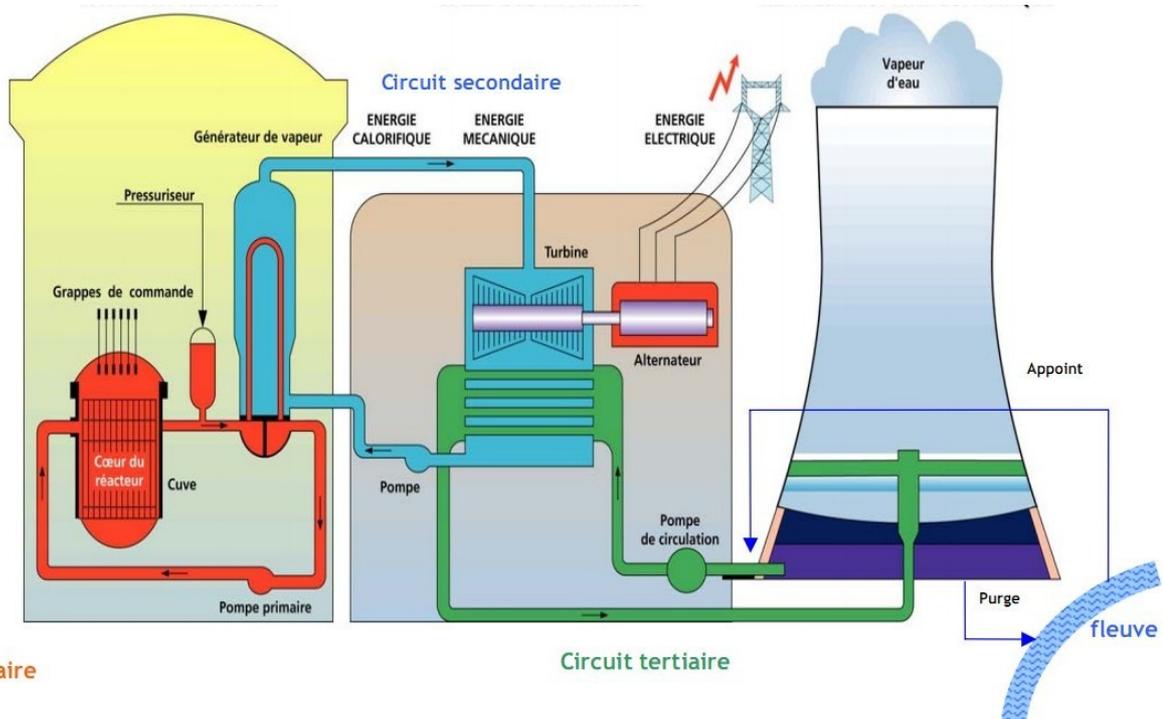
--> **En introduisant ou retirant la bobine de l'entraitant, on constate, l'apparition d'un courant dans le circuit.**

Toutes les conclusions nous amènent à un nouveau concept, celui de flux magnétique Φ à travers une surface S , qui tient compte de :

- La grandeur du vecteur \vec{B}
- L'orientation du champ par rapport à la surface des spires
- La grandeur de la surface traversée par les lignes du champ magnétique

L'alternateur

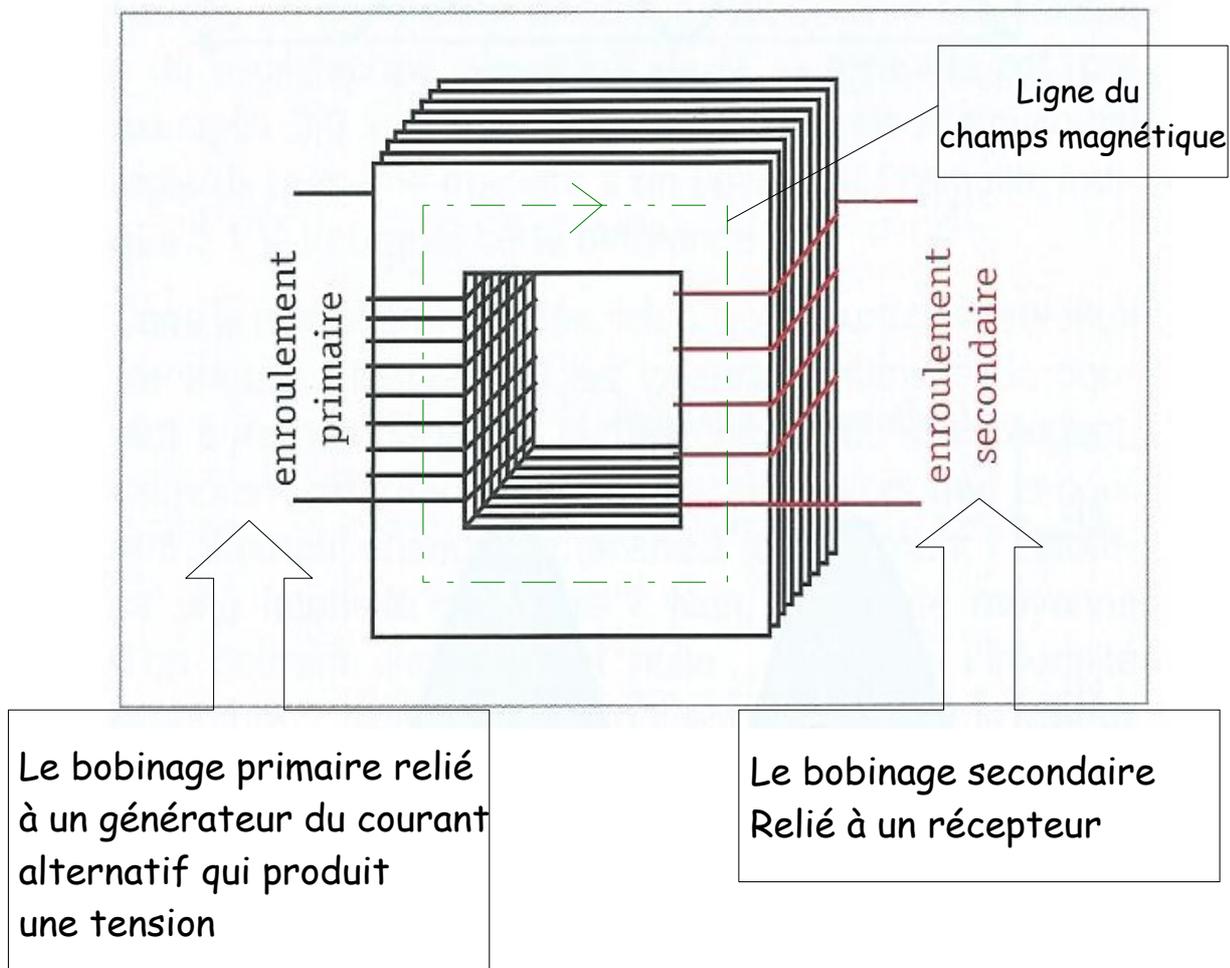
L'alternateur est lié au travail fourni par une centrale



Toute centrale produit du courant induit par le mouvement d'une pièce mobile par rapport à une pièce fixe (le stator).

Le transformateur

Un transformateur se compose essentiellement d'une carcasse (fig. 4.13 et 4.14) constituée de tôles minces en fer pur isolées les unes des autres et de deux bobinages qui constituent deux circuits indépendants. L'enroulement **primaire** est relié à un générateur de courant alternatif et l'enroulement **secondaire** peut être relié à un récepteur.



SYNTHESE

- A vide, lorsque le circuit secondaire ne débite pas un courant :

$$\frac{U_2}{U_1} = m$$

--> m étant le rapport de transformation du transformateur

- si $m < 1$ alors $U_2 < U_1$ donc le transformateur est abaisseur de tension
- si $m > 1$ alors $U_2 > U_1$ donc le transformateur est élévateur de tension
- En charge, lorsque le circuit secondaire débite un courant dans des conditions nominales d'utilisation :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2}{I_1}$$

ROLE DU TRANSFORMATEUR

Il modifie la valeur efficace d'une tension sinusoïdale tout en conservant sa forme et sa fréquence. (U = tension en Volt)

EXERCICES

1) Les bobines du secteur primaire et secondaire d'un transformateur de laboratoire possèdent 500 et 125 spires. Les tensions efficaces mesurées sont $U_1 = 12.40V$ et $U_2 = 3.08V$

a- Calculer le rapport de transformation m du transformateur.

b- Celui-ci est-il abaisseur et élévateur de tension ?

c- Que signifie les 4 grandeurs de la relation ?

d- La bobine de 125 spires est conservée au secondaire. Calculer le nombre de spires de la bobine constituant la bobine du primaire pour obtenir un rapport de transformation de 2.0

2) La tension de sortie de l'alternateur d'une centrale électrique est élevée au moyen d'un transformateur dont la plaque signalétique porte les indicateurs : 98 MVA / 11.5 kV / 136 kV / 50 Hz

a- Que représente ces valeurs ?

- 98 MVA :
- 11.5 kV :
- 136 kV :
- 50 Hz :

b- Calculer le rapport de transformation m . Celui-ci est-il élévateur ou abaisseur de tension ? **Quel est sa fonction ?**

c- Calculer les intensités I_1 et I_2

3) Pour chaque situation, indiquer si le transformateur est élévateur ou abaisseur de tension et calculer son rapport de transformation.

a- Un poste de transformation électrique est passé de 20kV à 400 V

b- Un poste de transformation électrique est passé de 230V à 23 kV