

Les alternateurs

I Phénomènes physiques qui en sont à l'origine

Expérience 1 :

a) Matériel employé :

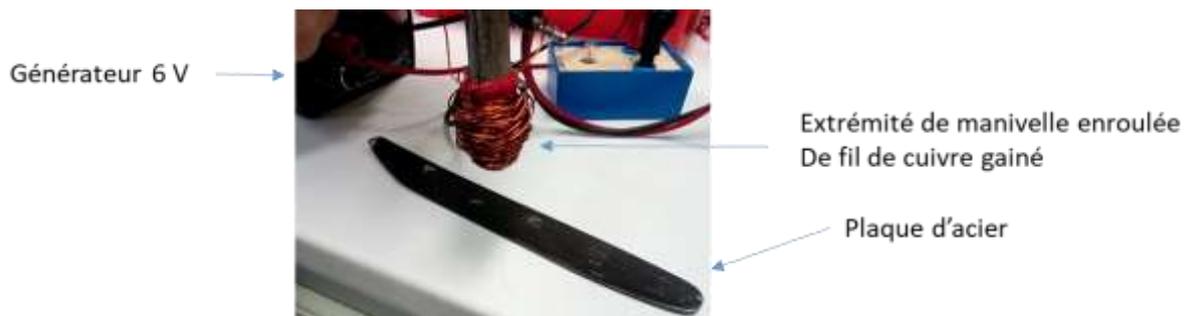
- Une manivelle
- Du fil de cuivre gainé avec un isolant.
- Un générateur de tension continue 6 à 12 V avec interrupteur intégré
- Un aimant
- Un multimètre
- Un objet en fer ou en acier (pas trop lourd, exemple : une petite plaque)

b) Préparation de l'expérience :

- Enrouler le fil gainé autour d'une des extrémités de la manivelle jusqu'à obtenir plusieurs centaines de tours
- Gratter avec un cutter les deux extrémités du fil de cuivre afin de les rendre conductrice puis les relier au générateur via deux câbles conducteurs

c) Expérimentations :

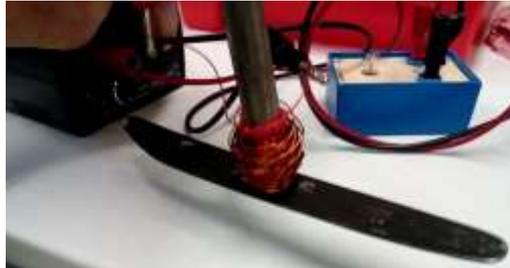
- Fermer l'interrupteur du générateur et approcher la face de l'extrémité de la manivelle entourée du fil de cuivre à travers lequel passe un courant de la plaque d'acier



- Noter l'intensité du courant
- Placer un aimant permanent devant la face précédente, le côté sud (en bleu sur l'aimant étant présenté à cette face) puis changer la position de l'aimant en présentant le côté nord (en rouge sur l'aimant)

d) Observations :

- On constate que lorsque l'interrupteur est fermé, l'ampèremètre affiche une valeur de deux Ampères et l'extrémité de la manivelle attire la plaque d'acier donc se comporte comme un aimant.



- En revanche, lorsque l'interrupteur est ouvert, l'ampèremètre affiche zéro et l'extrémité de manivelle cesse d'attirer la plaque d'acier.
- Si un aimant est placé avec son pôle sud devant la face alors il est attiré par cette dernière, sinon, si on présente la face nord, celle-ci est repoussée, l'aimant pivote d'un demi-tour pour présenter son pôle sud et se colle à la face.

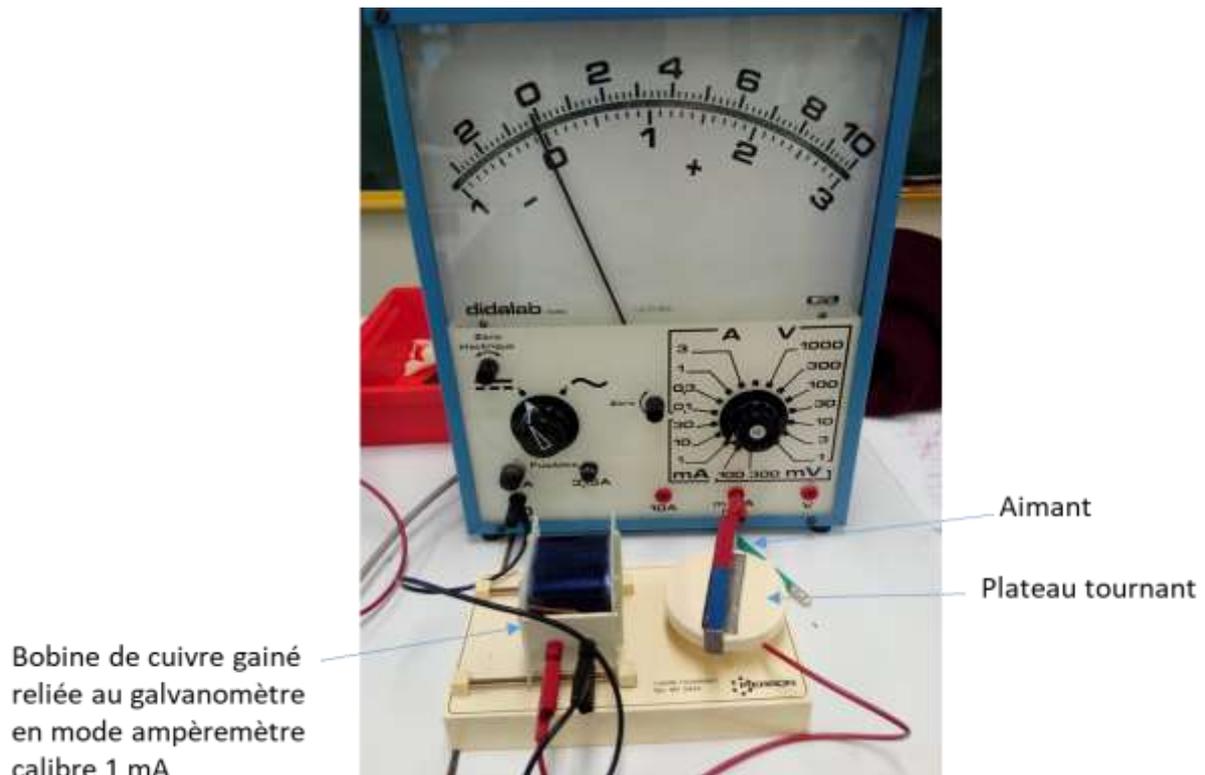
e) Interprétation

Un morceau de fer ou d'acier (généralement cylindrique) entouré de fil de cuivre gainé d'un isolant et parcouru par un courant se comporte comme un aimant droit.

Expérience 2 :

a) Matériel employé :

- Une bobine de cuivre gainé enroulé autour d'un support creux
- Un galvanomètre à cadre mobile
- Deux fils de connexion
- Deux aimants
- Un plateau tournant avec support pour aimant
- La manivelle entourée de fil gainé alimenté par un générateur de l'expérience 1



b) Expérimentations :

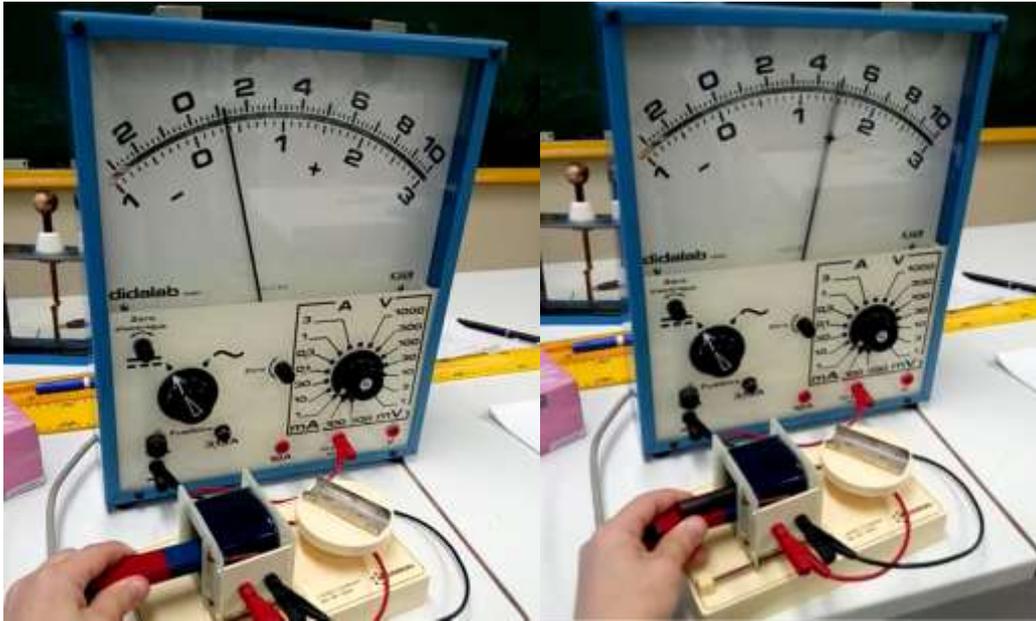
- Relier les deux pôles de la bobine de cuivre aux bornes du galvanomètre utilisé en mode ampèremètre sur la plus grande sensibilité (1 mA)
- Placer un aimant face à la bobine, puis approcher l'aimant, de façon lente, puis de façon brusque. De même, après avoir placé l'aimant dans la bobine, le retirer lentement, puis brusquement. Enfin, effectuer un mouvement de va et vient de l'aimant devant la bobine, puis en entrant dans la bobine.
- Recommencer les expériences en inversant les pôles de l'aimant
- Que se passe-t-il si on ajoute un aimant supplémentaire accolé au premier et orienté de la même façon ?
- Que se passe-t-il en remplaçant l'aimant permanent par la bobine créée autour de la manivelle de l'expérience 1 et alimentée par un courant ?
- Placer un aimant sur le plateau tournant comme dans la figure ci-dessus et mettre en rotation le plateau tournant

c) Observations :

Pour le branchement effectué, on observe les faits suivants :

- Si on approche le pôle sud d'un aimant (en bleu sur l'aimant) de la bobine, alors l'aiguille du galvanomètre dévie vers la droite et si on éloigne l'aimant, l'aiguille dévie vers la gauche
- Si la manœuvre est effectuée d'un coup sec, la déviation est plus importante que si elle est effectuée lentement
- Si la manœuvre est faite en entrant dans la bobine, la déviation est plus importante également

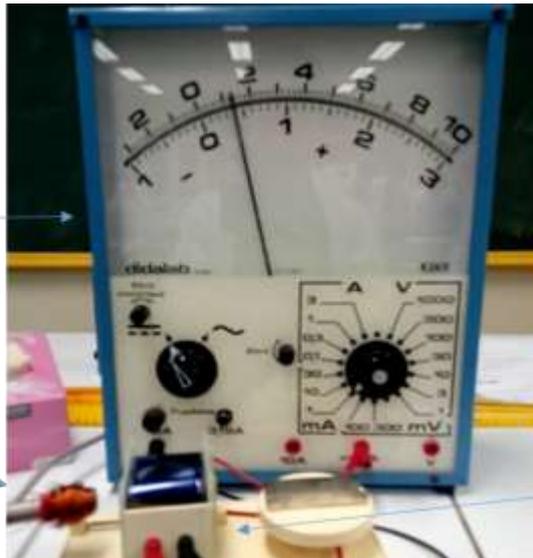
- Si on fait aller et venir l'aimant devant la bobine ou en y pénétrant, l'aiguille du galvanomètre oscille à la même période que le mouvement que l'on produit, C'est-à-dire que si on fait trois allers et retours en une seconde avec l'aimant, l'aiguille produit trois oscillations.
- Si on ajoute un second aimant accolé au premier et orienté de la même façon alors l'amplitude de déviation de l'aiguille est plus importante comme on le voit sur les photos ci-dessous où l'aimant arrive en bout de course dans les deux cas dans un mouvement de va-et-vient.



- Si on remplace l'aimant par la bobine de la manivelle de l'expérience 1 alimentée par un courant, alors les mêmes phénomènes se produisent mais si on cesse d'alimenter la bobine, l'aiguille du galvanomètre reste immobile (quasiment, car une aimantation résiduelle de la manivelle persistant, on voit un très léger mouvement de l'aiguille)

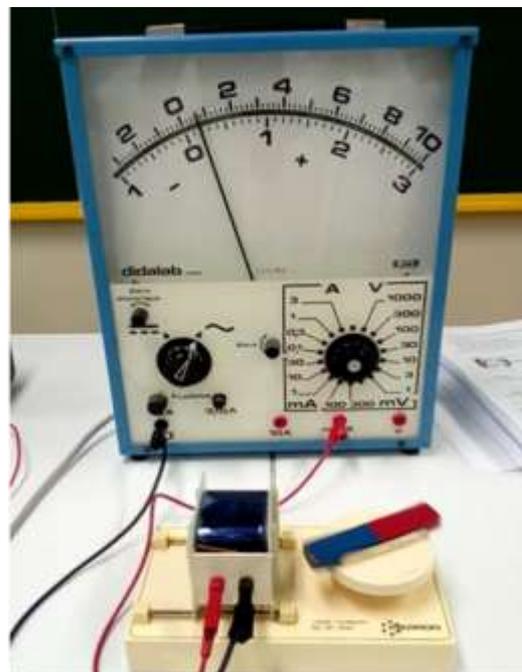
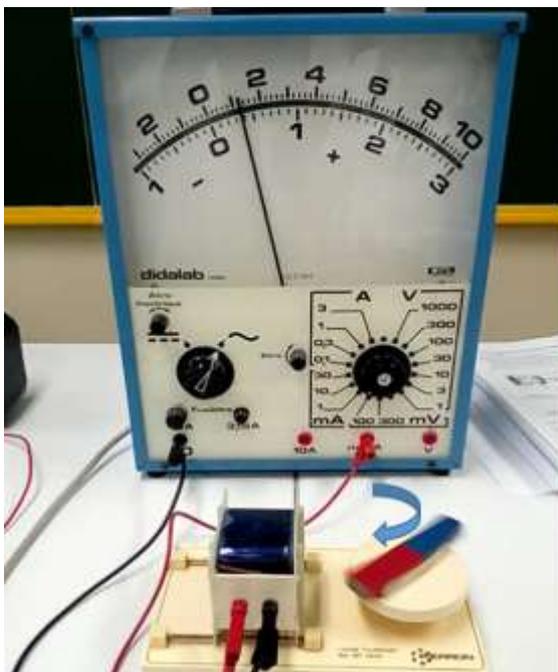
Galvanomètre à cadre mobile en mode ampèremètre

Extrémité de manivelle enroulée de fil de cuivre gainé parcouru par un courant



Bobine de cuivre mise aux bornes du galvanomètre

- La mise en rotation du plateau tournant portant un aimant produit une oscillation de l'aiguille du galvanomètre à la même fréquence que celle du plateau, c'est-à-dire que si l'aimant effectue trois tours par seconde, alors l'aiguille effectue trois oscillations par seconde (de faible amplitude par rapport aux expériences précédentes)



d) Interprétation

Quand on met en mouvement un aimant droit ou une bobine alimentée par un courant devant ou au sein d'une bobine creuse reliée à un circuit fermé, il apparaît un courant dans cette dernière qui s'inverse quand on inverse le sens du mouvement. Ce courant est dit **induit** et, un aimant générant

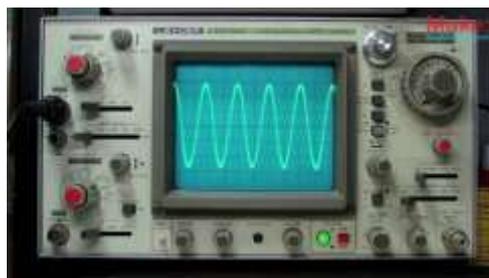
dans l'espace qui l'entoure une propriété appelée magnétisme, le phénomène est qualifié **d'induction magnétique**.

II Les alternateurs

Définition :

Un alternateur est un générateur électrique qui produit un courant alternatif le plus souvent sinusoïdal.

Un **courant alternatif** est un courant électrique dont l'intensité lue dans un sens donné (par un ampèremètre) prend des valeurs alternativement positive et négative. Si on visualise sur un graphique l'intensité en ordonnée et le temps en abscisse comme le permettent des appareils nommés oscilloscopes (numériques ou analogiques), on obtient ce genre de courbes :



Lorsque la courbe présente comme dans ce cas, un motif qui se répète régulièrement, on dit que l'intensité est **périodique**.

Et lorsque le motif qui se répète a la forme d'une vague, on dit que l'intensité est **sinusoïdale**, ce qui est le cas de nombreux alternateurs, comme ceux des centrales nucléaires, des barrages hydroélectriques ou plus simplement des dynamos de vélos.

Elaboration :

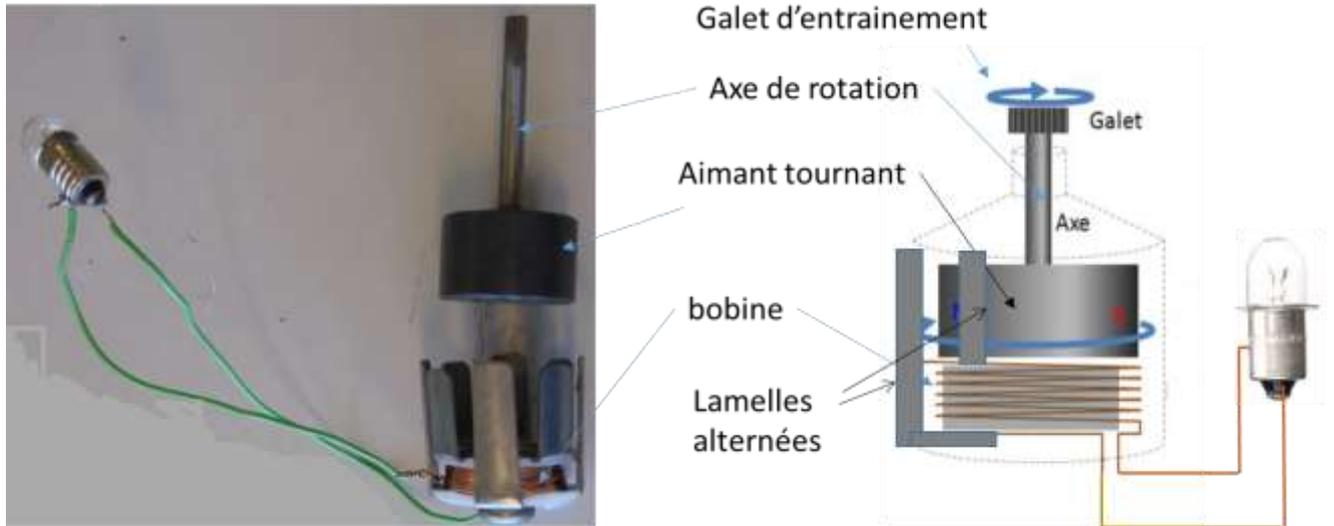
Un alternateur se conçoit à partir des phénomènes décrits par les expériences 1, 2 et 3.

Pour simplifier, il se compose :

- **D'un stator** : partie fixe munie d'un ou plusieurs enroulements de fils gainés (bobines) au sein desquels vont être générés des courants induits
- **D'un rotor** : partie tournante qui peut être formée d'un aimant permanent ou bien d'une bobine dans laquelle on fait passer un courant, laquelle en tournant fait varier le magnétisme à travers les bobines du stator, ce qui est responsable de l'apparition d'un courant induit.

Exemple 1 : La dynamo

a) Principe détaillé :



Dans une dynamo, un galet, en contact avec la roue arrière d'un vélo, est mis en rotation par cette dernière lorsque le cycliste roule.

Le galet met en rotation un aimant logé dans une pièce cylindrique.

En tournant, l'aimant induit un magnétisme (et pas un courant) dans des lamelles qui sont reliées de façon alternative à une face de la bobine et à l'autre face.

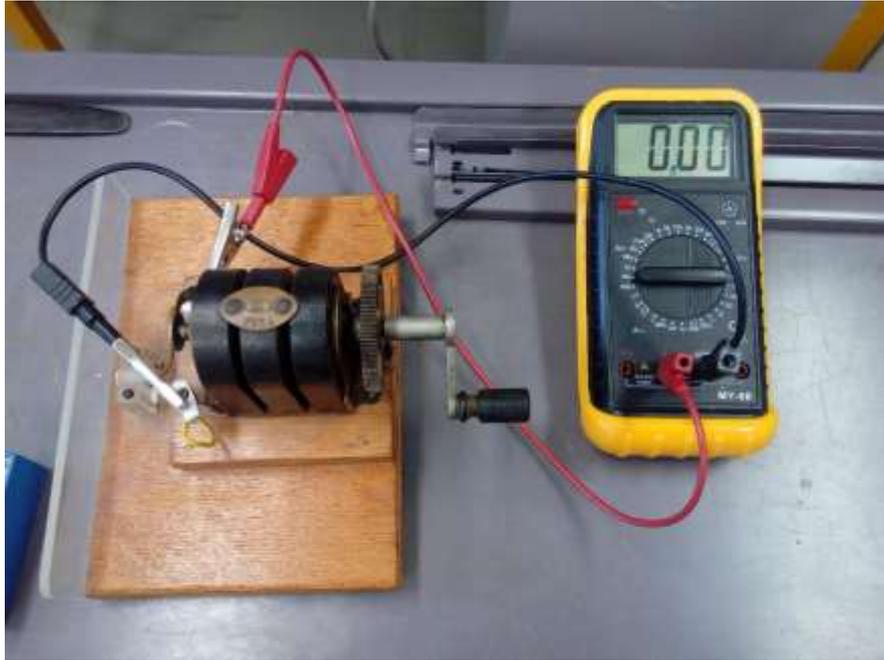
En « canalisant » c'est-à-dire en conduisant ce magnétisme jusqu'à une face de la bobine, les lamelles agissent comme des aimants que l'on approcherait puis éloignerait de façon alternative, ce qui induit un courant dans la bobine, laquelle est fermée sur une lampe.

La bobine joue donc le rôle d'un alternateur en produisant une tension alternative sinusoïdale (si le cycliste roule à vitesse constante) et la lampe s'éclaire

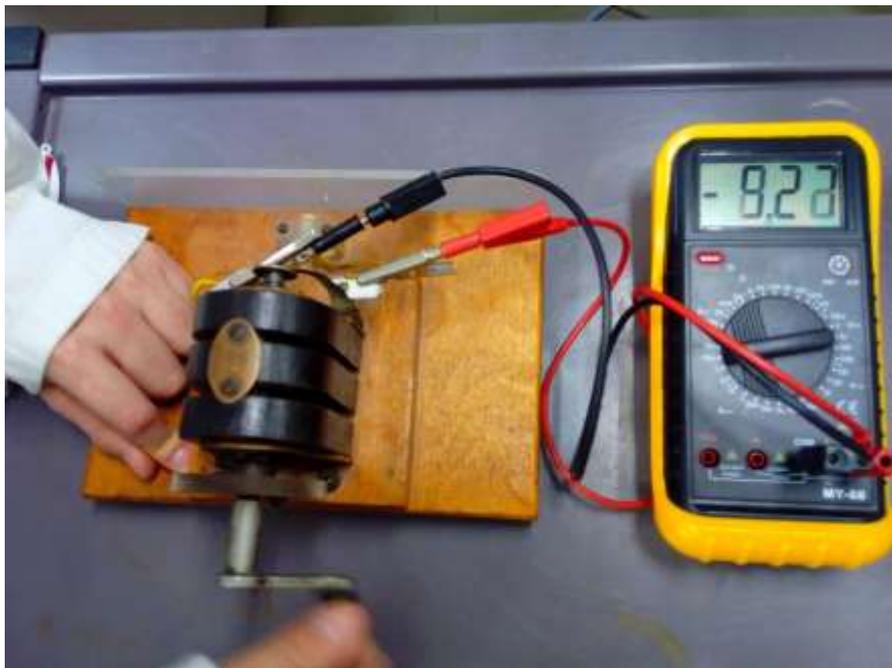
b) Mise en évidence du caractère alternatif de l'intensité :

Expérience :

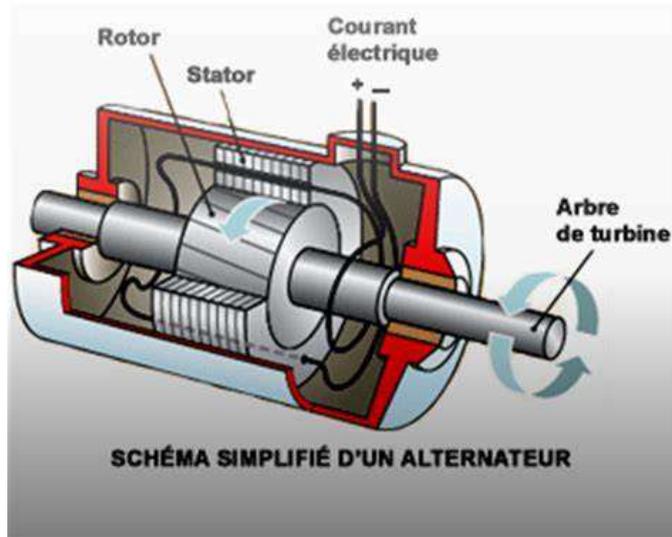
Une dynamo, que l'on actionne à l'aide d'une manivelle, est fermée sur un ampèremètre.



En tournant la manivelle, on observe que l'intensité indiquée par l'ampèremètre change de signe régulièrement.



Exemple 2 : alternateurs de centrale électrique



Pour se donner une idée de la taille d'un alternateur de centrale nucléaire, voici une photo d'un rotor en phase d'insertion dans son stator :



Un alternateur est couplé à une turbine dans une centrale hydraulique comme le montre le schéma ci-dessous

