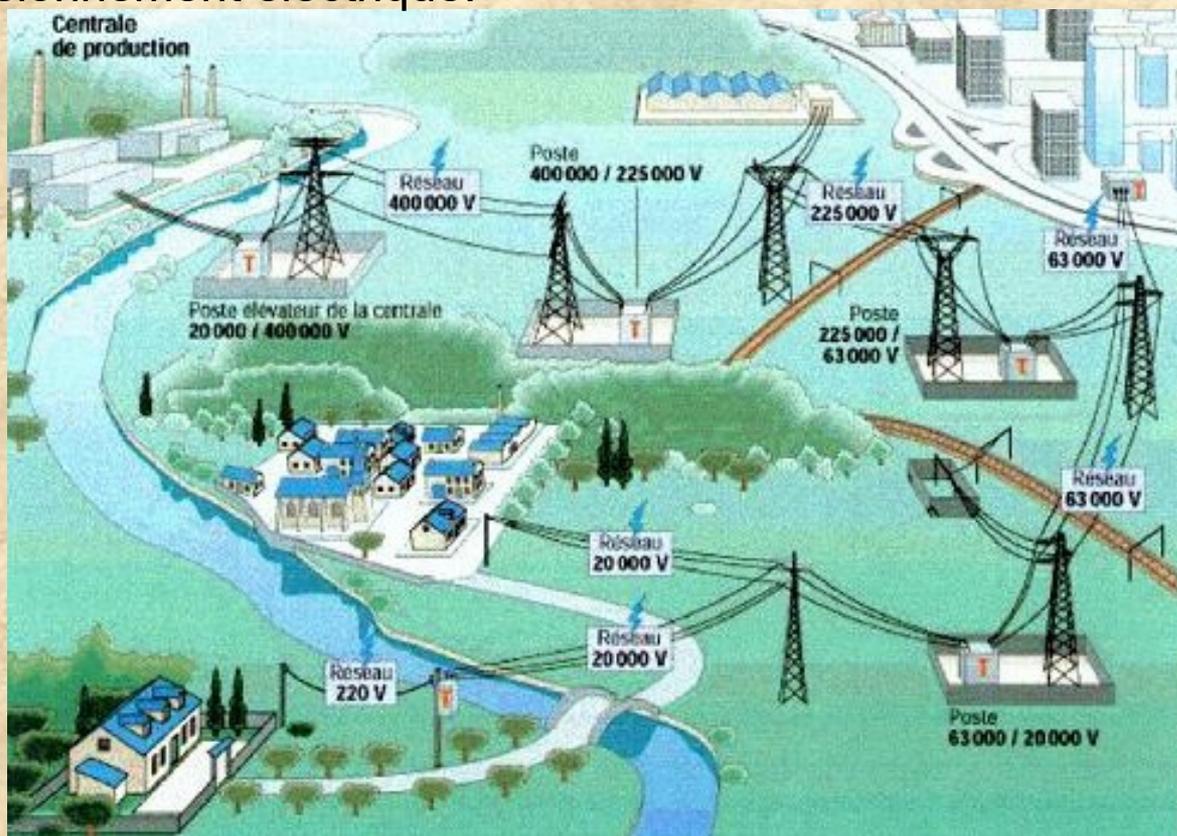


CH1-2 Le système de distribution électrique

Le réseau de distribution électrique.

Un réseau de distribution électrique est une nécessité pour transporter l'énergie des lieux de production aux lieux de consommation. L'interconnexion des réseaux au niveau national et international est le gage d'une sécurité de l'approvisionnement électrique.

Il a donc une nécessité d'uniformiser et de normaliser la distribution de l'énergie électrique.



CH1-2 Le système de distribution électrique

La Production électrique.

La production électrique est très largement centralisée dans des pôles qui fournissent des quantités importantes d'énergie électrique: les centrales électriques (thermonucléaires, thermiques (gaz, charbon, fuel-oil), hydroélectrique)

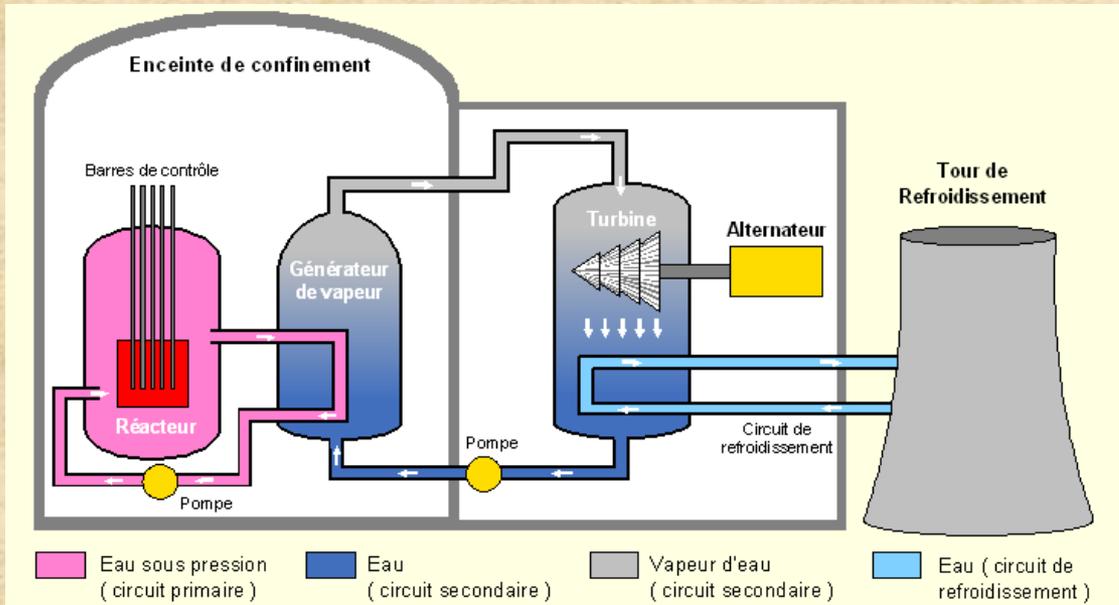


Schéma de principe d'une centrale nucléaire



Quel que soit le type de centrale **l'élément qui assure le transfert d'énergie mécanique en énergie électrique est un alternateur.**

CH1-2 Le système de distribution électrique

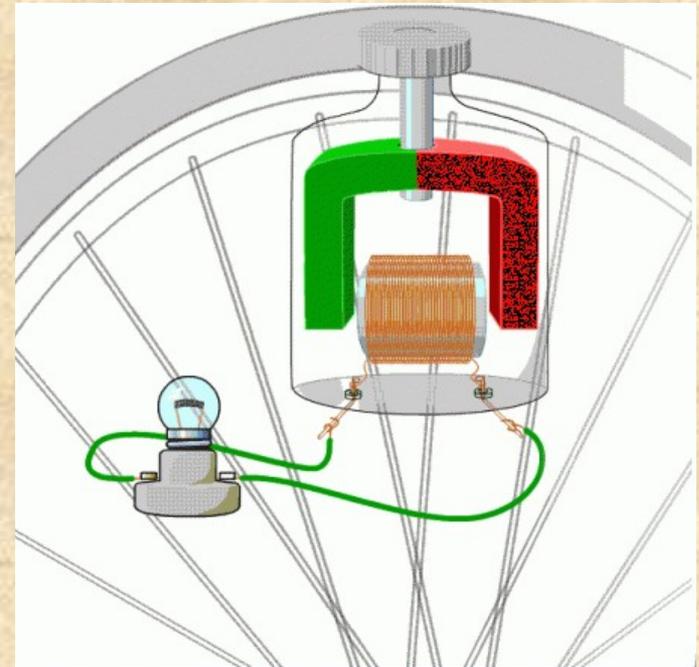
L'alternateur.

Le principe de l'alternateur consiste à tirer partie de l'énergie mécanique de la rotation d'un axe pour créer grâce à l'induction électromagnétique un courant alternatif sinusoïdal.

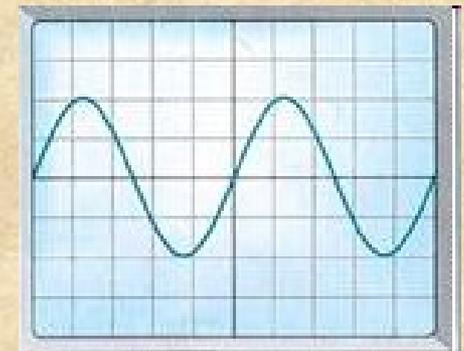
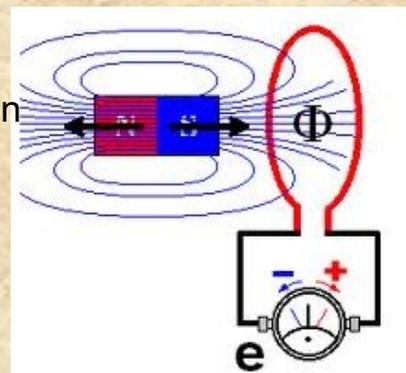
L'induction électromagnétique.

Quand on fait varier un champ magnétique au voisinage d'un circuit électrique, il fait apparaître un courant dans le circuit. Ce phénomène est nommé induction électromagnétique et est presque uniquement à l'origine des courants industriels

Si le mouvement est un mouvement de rotation uniforme, le courant obtenu est sinusoïdal.

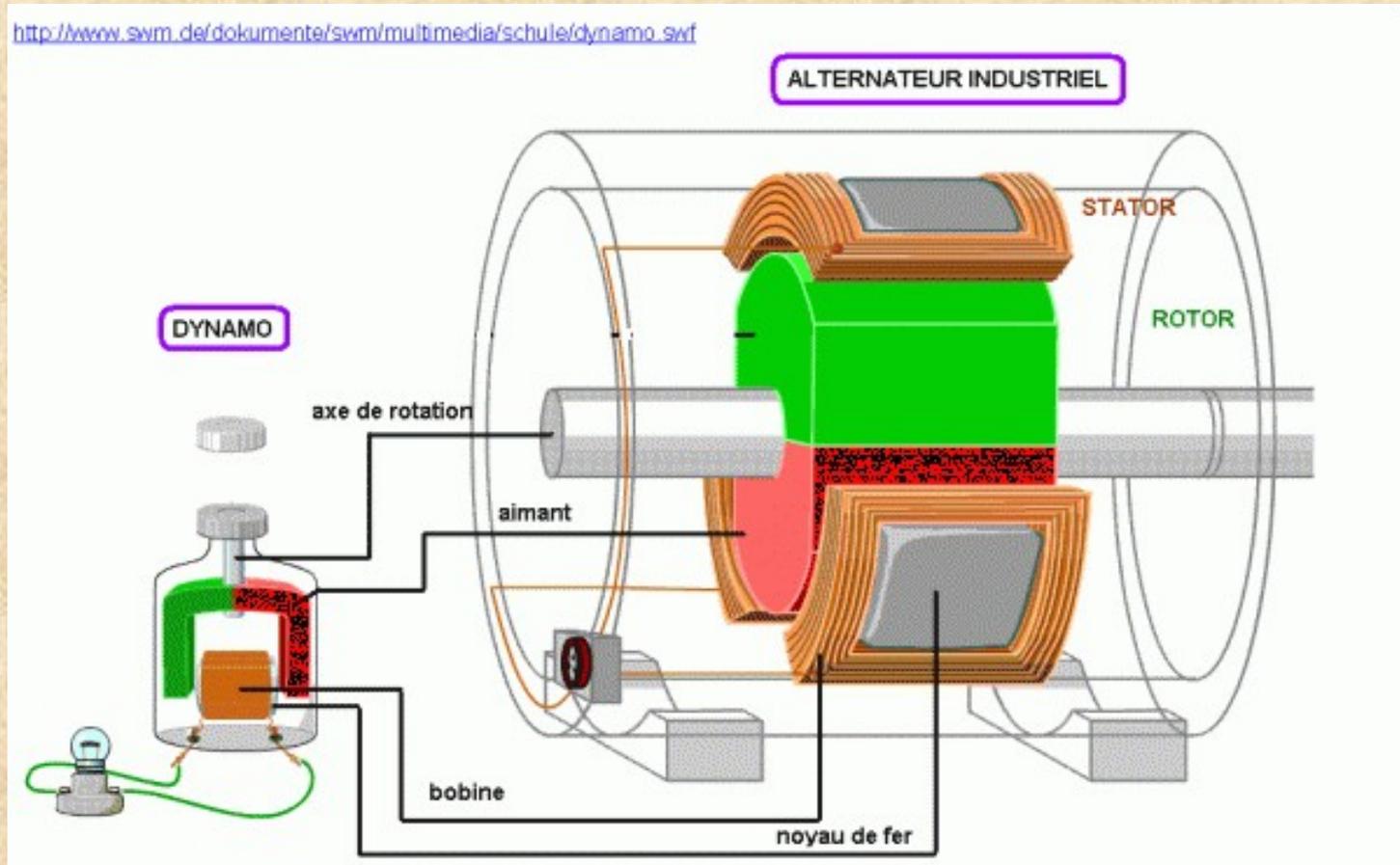


Le principe de la dynamo de bicyclette



CH1-2 Le système de distribution électrique

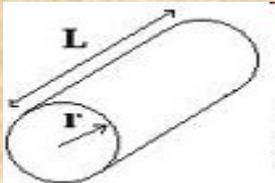
Les **alternateurs industriels** fonctionnent sur le même principe que la dynamo de bicyclette et permettent d'obtenir **des tensions de l'ordre de 20kV et de puissance de l'ordre de 16 000 MW**



CH1-2 Le système de distribution électrique

Les pertes en ligne.

Le choix d'une production électrique délocalisée par rapport au lieu d'utilisation entraîne des pertes énergétiques importantes dans le réseau de transport. Ces pertes appelées « pertes en ligne » sont principalement dues à l'effet Joule dans les conducteurs.



$$R = \rho \frac{l}{s}$$

$$P = R \cdot I^2$$



L'effet Joule.

Quand un courant électrique passe dans un conducteur, il s'échauffe entraînant des pertes thermiques.

Données industrielles.

Typiquement pour transporter l'électricité sur de longues distances, on utilise des câbles de section 500mm^2 en aluminium et acier qui permettent de limiter la résistance des câbles à $10\text{m}\Omega/\text{km}$.

Pour le réseau de transport d'électricité en France, les pertes sont estimées en moyenne à 2,5 % de la consommation globale, soit 11,5 TWh par an.

CH1-2 Le système de distribution électrique

Le transport de l'énergie électrique.

La puissance électrique est le produit d'une tension (en V) par un courant (en A).

$$P_{\text{transmise}} = U \cdot I$$

$$1\text{kW} = 1000\text{V} \cdot 1\text{A}$$

$$1\text{kW} = 100\text{V} \cdot 10\text{A}$$

$$1\text{kW} = 1\text{V} \cdot 1000\text{A}$$

$$P_{\text{ligne}} = R \cdot I^2$$

Une forte intensité implique des câbles plus gros.

D'autre part les pertes en ligne sont proportionnelles au carré du courant.

On préférera transporter l'énergie électrique sous faible courant et très grande tension. Les hautes tensions sont très dangereuses, on limite les usages domestiques à 230V, pourtant on choisit de très hautes tensions **pour le transport de l'énergie sur des longues distances.**

type de ligne	230/400 kV	130/225 kV	52/90 kV	36/63 kV	12/20 kV	230/400 V
appellation	400 kV	225 kV	90 kV	63 kV	20 kV	400 V
	THT (HTB transport national)		HT (HTB transport régional)		MT	BT

CH1-2 Le système de distribution électrique

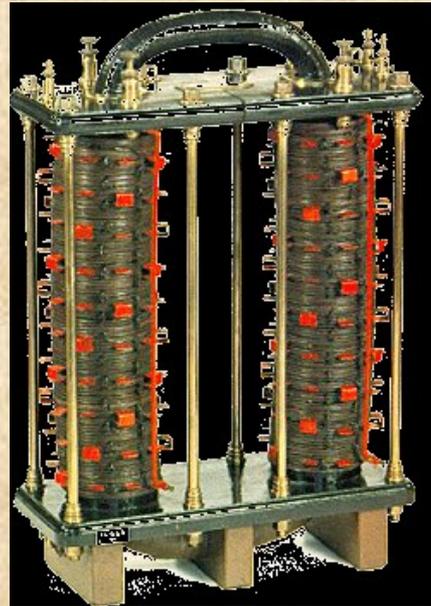
Nécessité du transformateur.

L'énergie électrique est produite par un alternateur dans les centrales sous environ 20KV. Pour optimiser le transport, on doit monter la tension à 230kV/400KV. Pour la sécurité de l'utilisateur, elle est distribuée sous 230/400V.

Il est donc nécessaire d'avoir un dispositif capable d'élever ou de diminuer la tension avec un transfert maximal de puissance. Depuis la fin du dix-neuvième siècle cet **appareil existe pour le courant alternatif, c'est le transformateur électrique.**



Transformateur HT

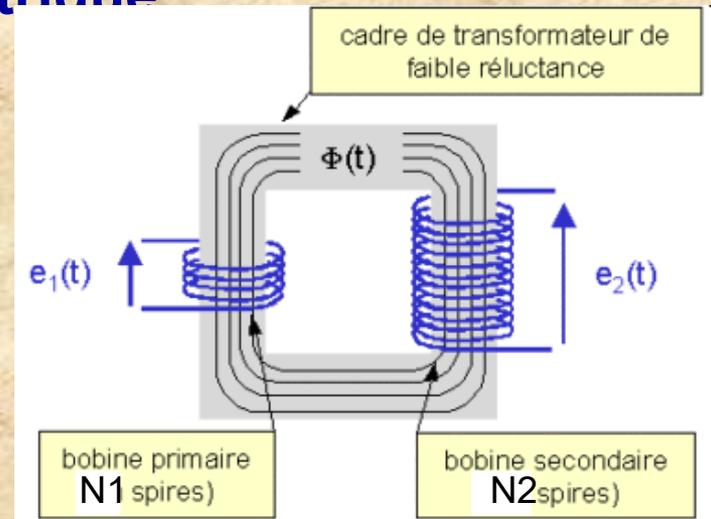
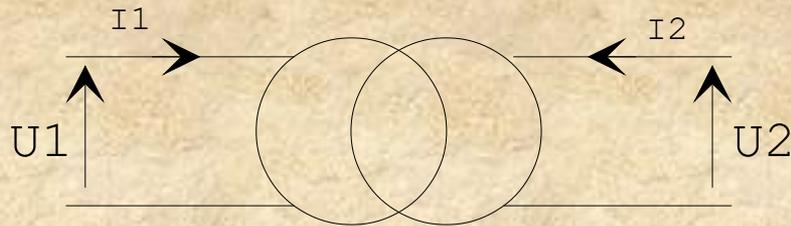


Transformateur Gaulard 1885



Transformateur 24V/12V

CH1-2 Le système de distribution électrique



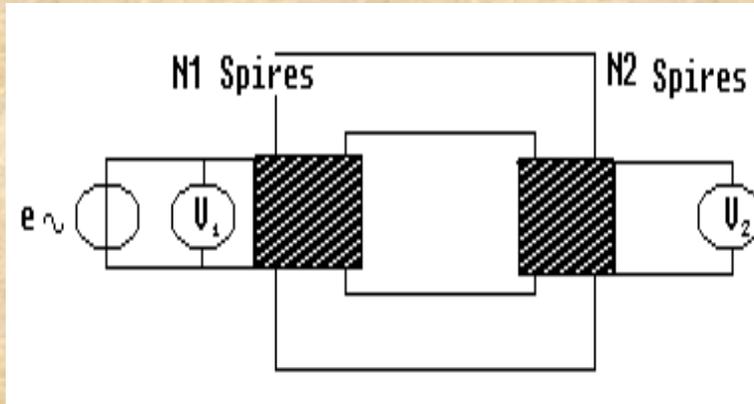
Un transformateur monophasé comporte:

- **Un circuit magnétique fermé parcouru par un flux magnétique alternatif.** Pour minimiser les pertes par courants de Foucault, il est réalisé en tôles minces (isolées entre elles par du vernis). Pour réduire les pertes par Hystérésis, ces tôles sont en acier très doux additionné de silicium.
- **Deux enroulements électriques indépendants:**
 - Le premier appelé **primaire** de **N1** spires relié à la source de tension **u1** alternative.
 - Le deuxième appelé **secondaire** de **N2** spires isolées, aux bornes de la charge.

Généralement le nombre de spires des enroulements est différent. L'enroulement qui délivre la plus tension (et le plus faible courant) comporte plus de spires mais en fil de plus faible diamètre.

CH1-2 Le système de distribution électrique

Le rapport de transformation



$$m_o = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

Le rapport de transformation d'un transformateur est le rapport du nombre de spires du primaire sur le nombre de spires du secondaire.

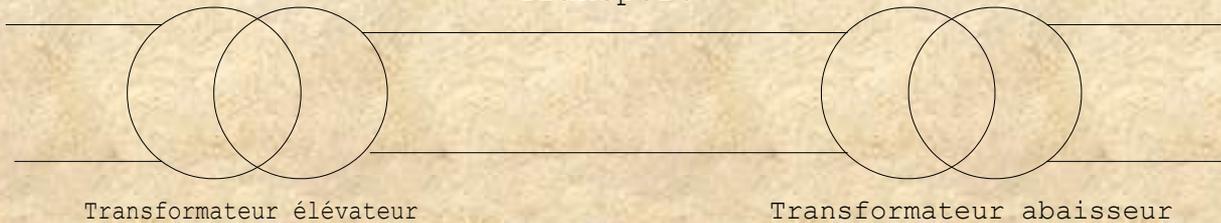
Si $m_o < 1$ Le transformateur est dit « abaisseur »

Si $m_o > 1$ Le transformateur est dit « élévateur »

Production

Transport

Utilisation



Le rôle du transformateur dans la distribution électrique

CH1-2 Le système de distribution électrique

Principe de fonctionnement du transformateur

L'enroulement du primaire est soumis à courant sinusoïdal



Il est le siège d'un champ magnétique variable, canalisé par le circuit magnétique $B(t) = k \cdot N_1 \cdot i(t)$

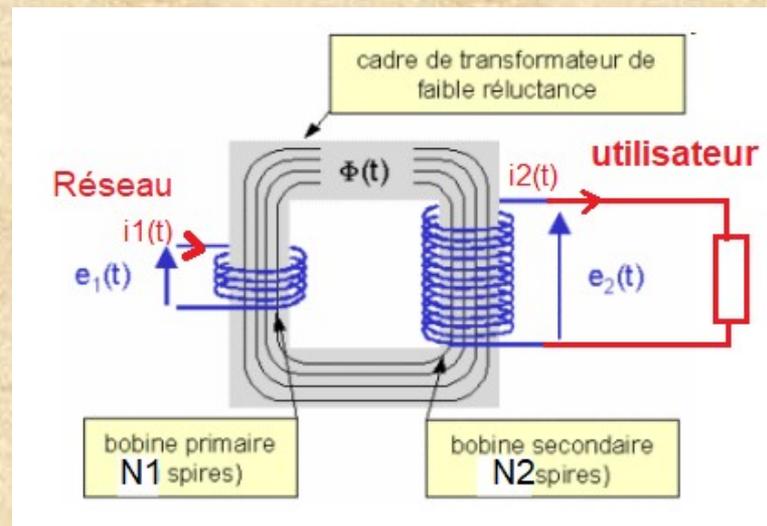


Le champ variable $B(t)$ a un flux variable $\Phi(t)$
 $\Phi(t) = B(t) \cdot S$



Le flux variable provoque un phénomène d'induction au secondaire

$$u_2(t) = N_2 \cdot \frac{d\Phi(t)}{dt}$$



Comme le transformateur fonctionne sur le phénomène d'induction, il ne peut fonctionner qu'en régime variable. C'est lui qui a permis d'imposer le courant alternatif par rapport au courant continu pour les réseaux.