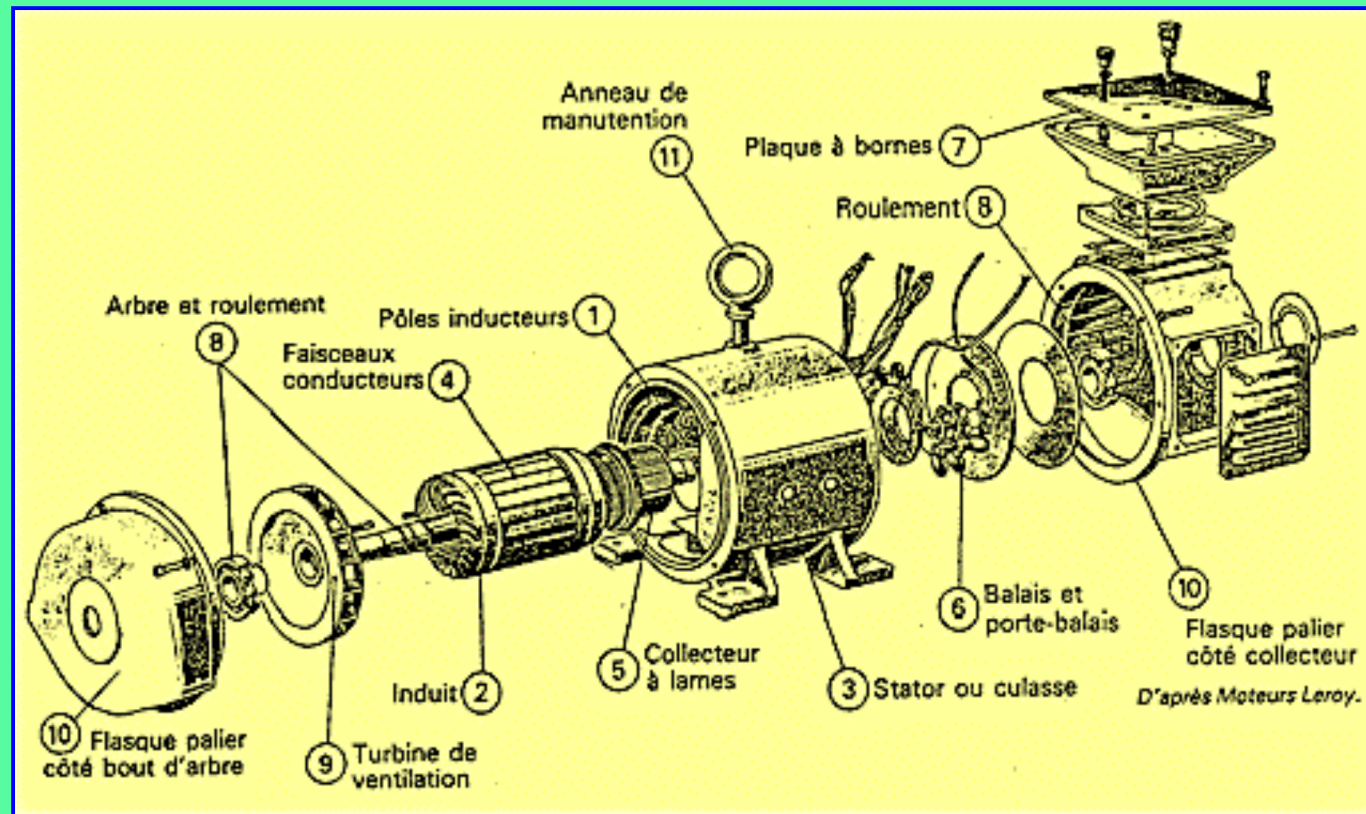


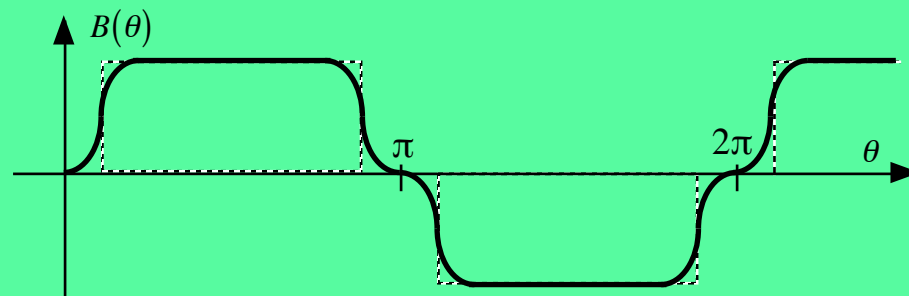
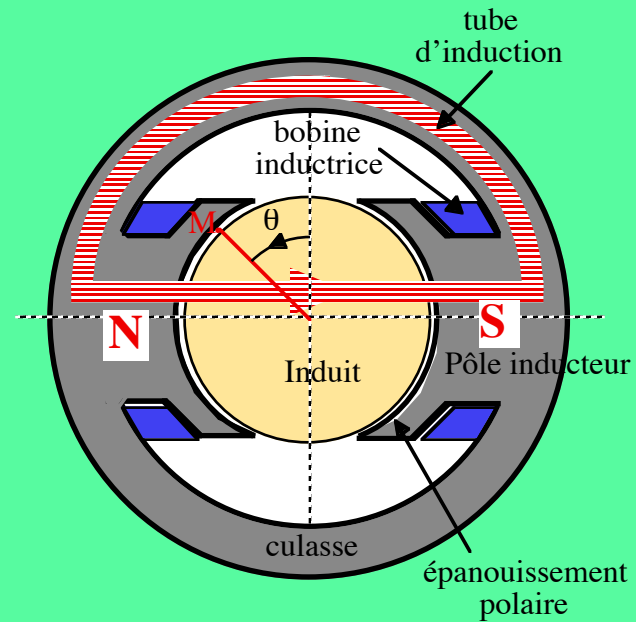
Ch 3 : Machines à courant continu

Description



Répartition du champ le long de l'entrefer

$$B(\theta) = \mu_0 \frac{N_f I_f}{2e} = C^{te}$$



Force électromotrice (f.e.m.) d'une machine bipolaire

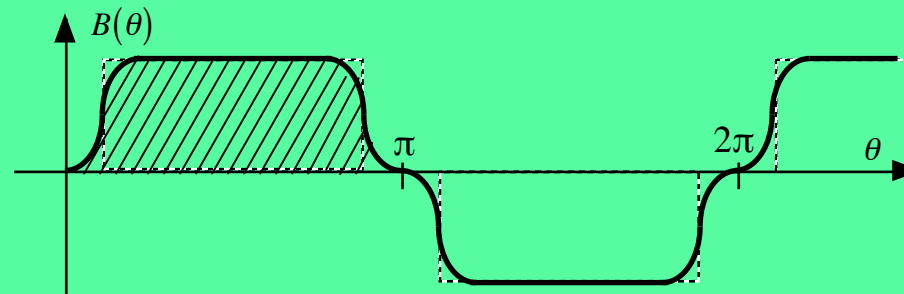
Elle s'écrit : $E = n N \Phi$ où n est le nombre de conducteurs actifs de l'induit, N est la vitesse de rotation en tr/s, Φ le flux utile par pôle en Weber (Wb).

A flux constant, on constate la proportionnalité : $E = k N$

Le flux utile par pôle se calcule par :

$$\Phi = \int_0^{\pi} B(\theta).dS = \int_0^{\pi} B(\theta)l R d\theta = l R \int_0^{\pi} B(\theta)d\theta$$

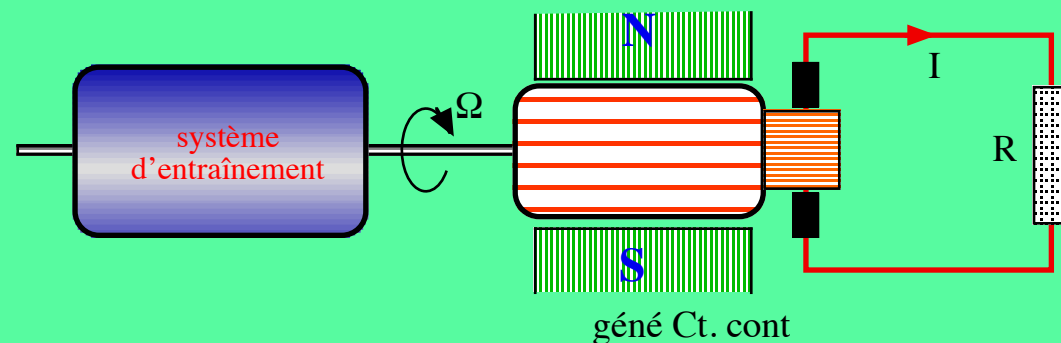
Il correspond au flux émis par un pôle Nord qui se referme sur un (ou des) pôles sud à travers l'induit. On constate qu'il est représenté par l'aire comprise entre la courbe $B(\theta)$ et l'axe des θ .



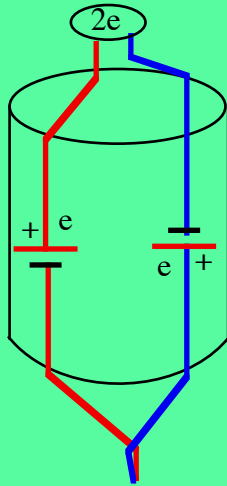
Couple électromagnétique

La puissance électromagnétique est la puissance électrique $P_{elec} = E.I$ résultat de la conversion de la puissance mécanique fournie par le système d'entraînement mécanique. On définit alors le couple électromagnétique par :

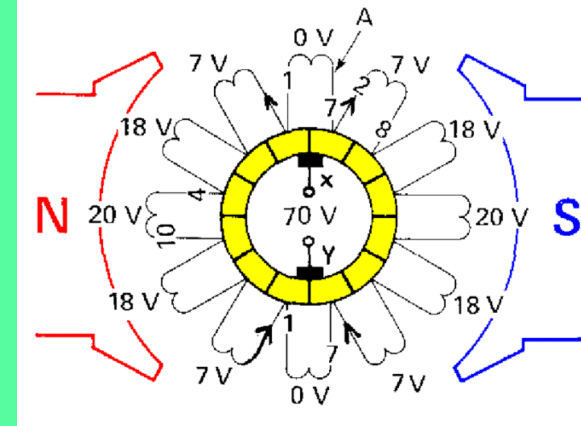
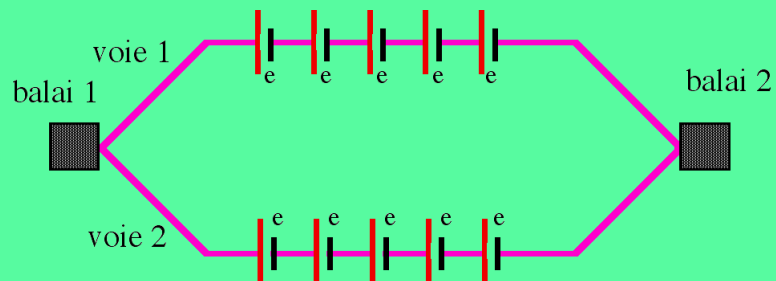
$$C_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega} = \frac{EI}{2\pi N} = \frac{nN\Phi I}{2\pi N} = \frac{n}{2\pi} \Phi I = \frac{k}{2\pi} I \quad \text{k est la constante déjà vue : } k = \frac{E}{N}$$



Machine industrielle



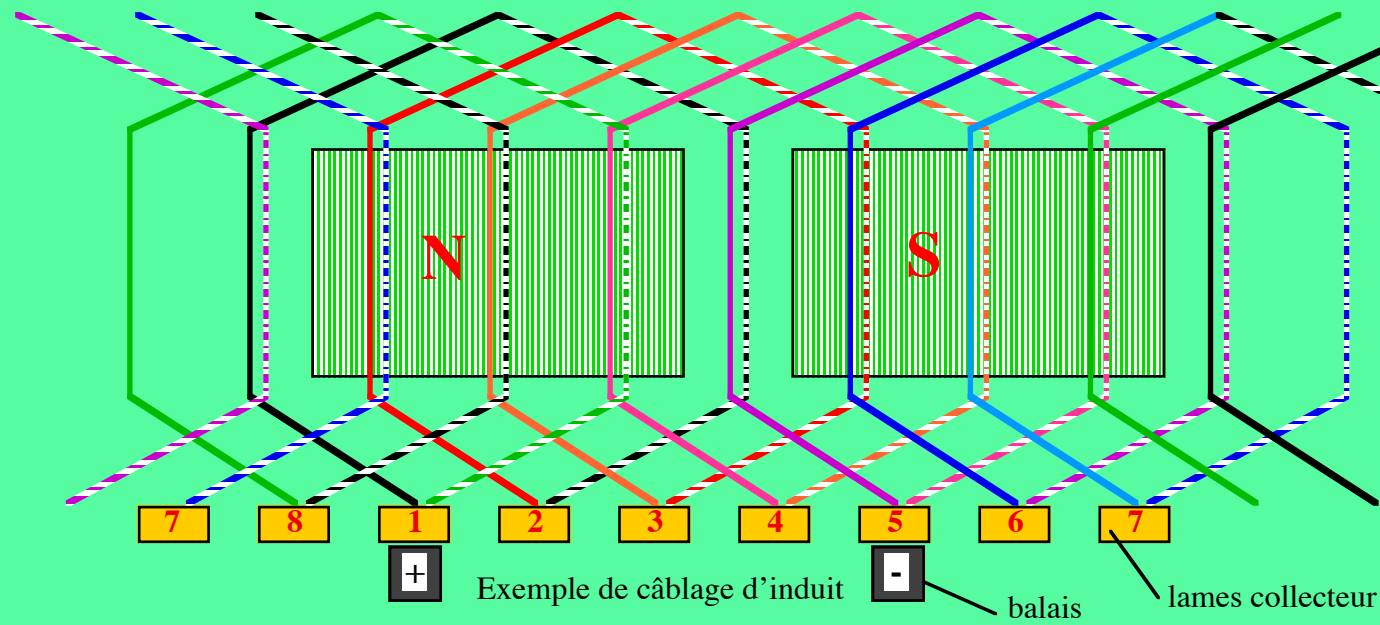
Le bobinage de l'induit est réalisé selon le principe de l'enroulement en **"tambour"** : Deux conducteurs reliés en série sont le siège de f.e.m. de signe opposé qui peuvent ainsi s'ajouter. Pour cela, ils doivent se situer dans 2 encoches diamétralement opposées.



La somme des fem élémentaires dans chaque voie d'enroulement doit être rigoureusement la même.

Machine industrielle

Exemple de câblage d'un induit en développé.



Machines multipolaires

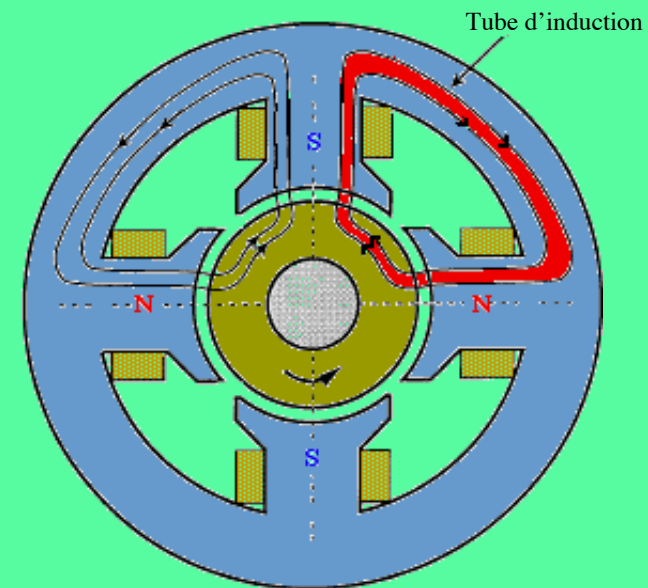
On note **p** le nombre de paires de pôles et **a** le nombre de paires de voies d'enroulement. Les expressions de la f.e.m. et du couple sont alors modifiées comme suit :

$$\text{f.e.m. : } E = \frac{p}{a} n N \Phi$$

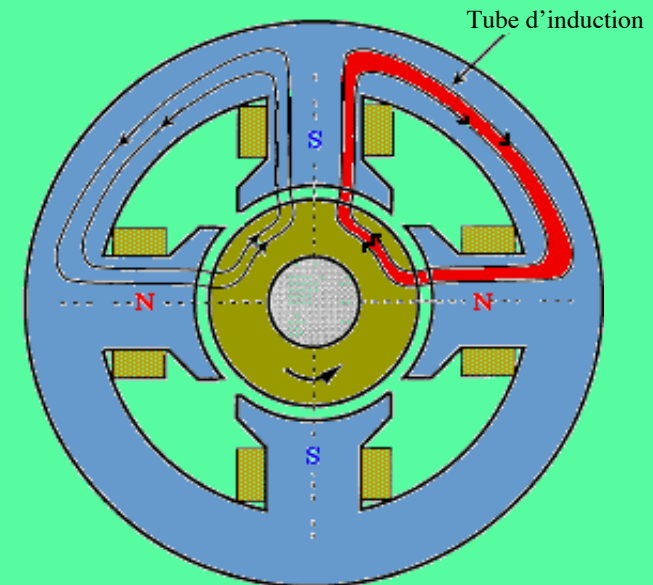
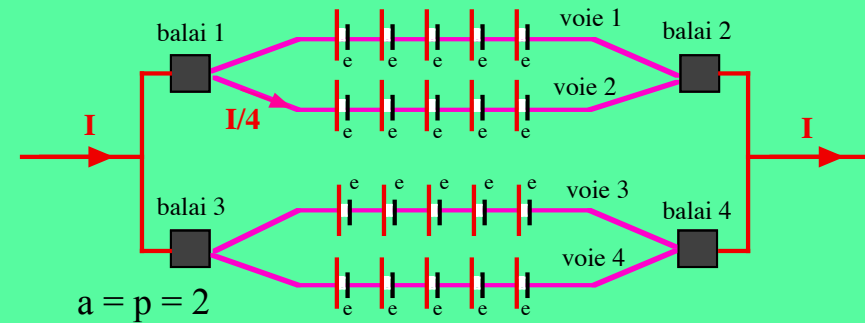
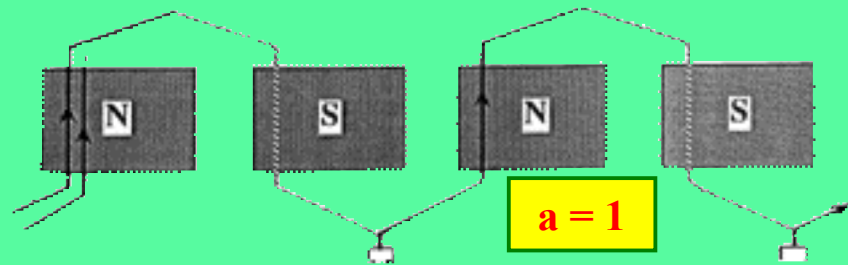
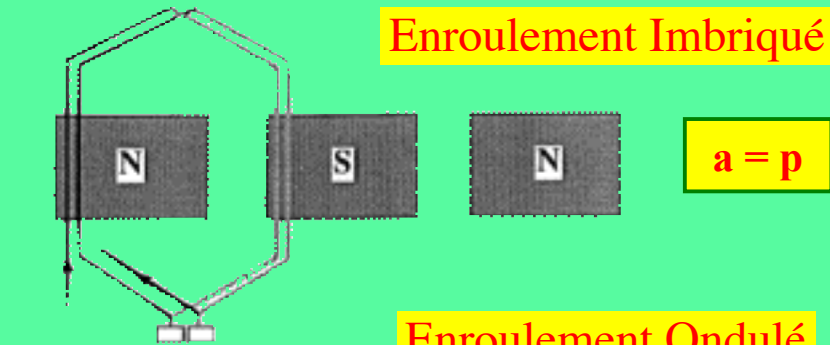
$$\text{Couple électromagnétique : } C_{em} = \frac{p}{a} \frac{n}{2\pi} \Phi I$$

Flux utile par pôle :

$$\Phi = l R \int_0^{\frac{\pi}{p}} B(\theta_m) d\theta_m = l R \int_0^{\pi} B(\theta_e) \frac{d\theta_e}{p} = \frac{\Phi_e}{p}$$



Machines multipolaires

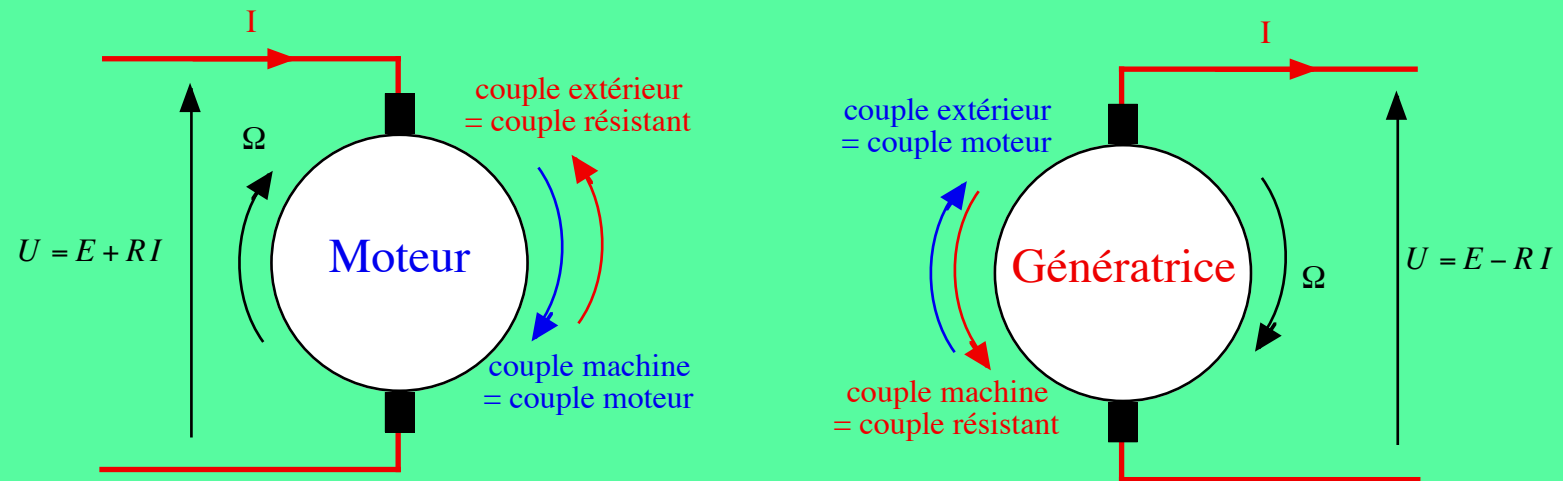


Le multipolaire présente des avantages au

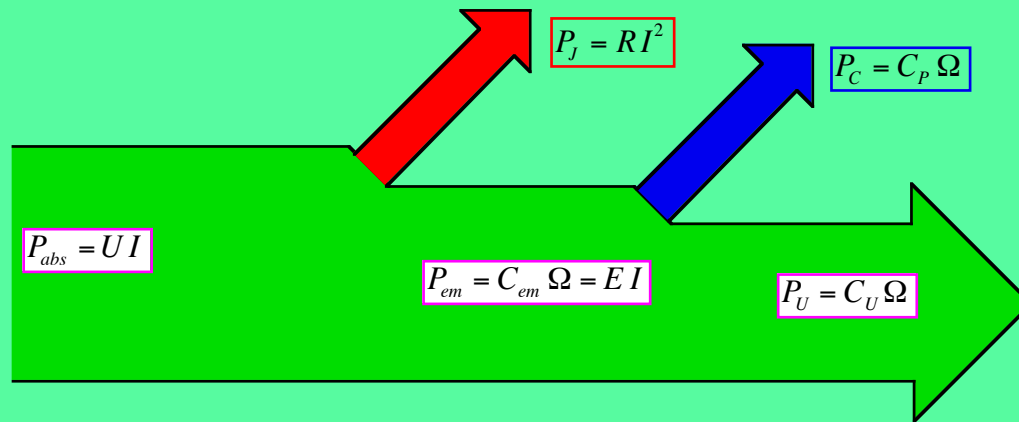
niveau du dimensionnement :

- Arcs polaires plus faibles
- Pôles plus courts
- Culasse plus étroite
- Le flux ne traverse plus le centre

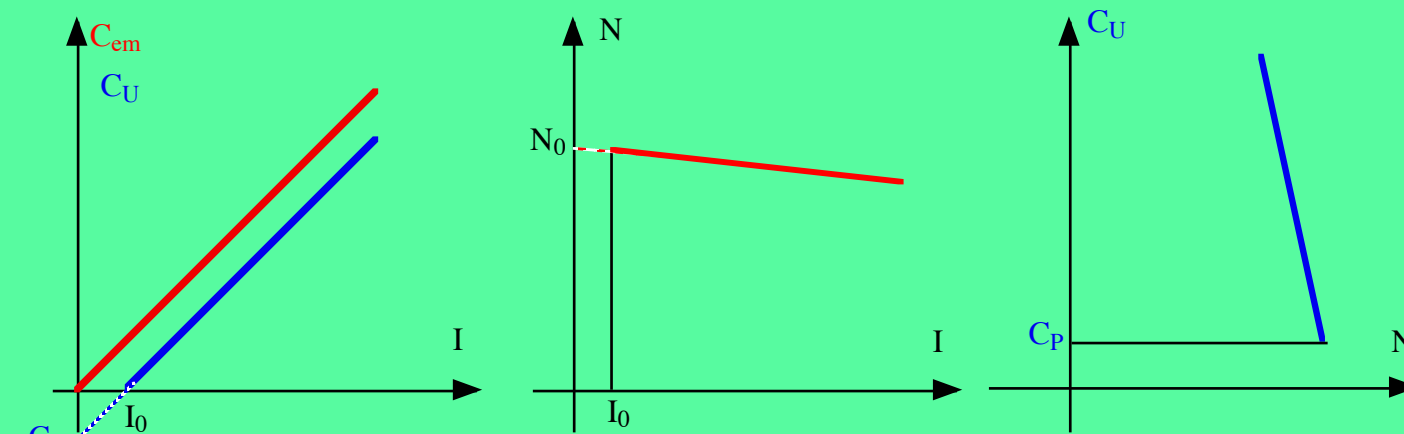
Fonctionnement Moteur et générateur



Bilan de puissances



Caractéristiques mécanique et électromécaniques



$$C_{em} = \frac{k}{2\pi} I$$

$$C_U = C_{em} - C_P$$

$$I_0 = \frac{2\pi}{k} C_P$$

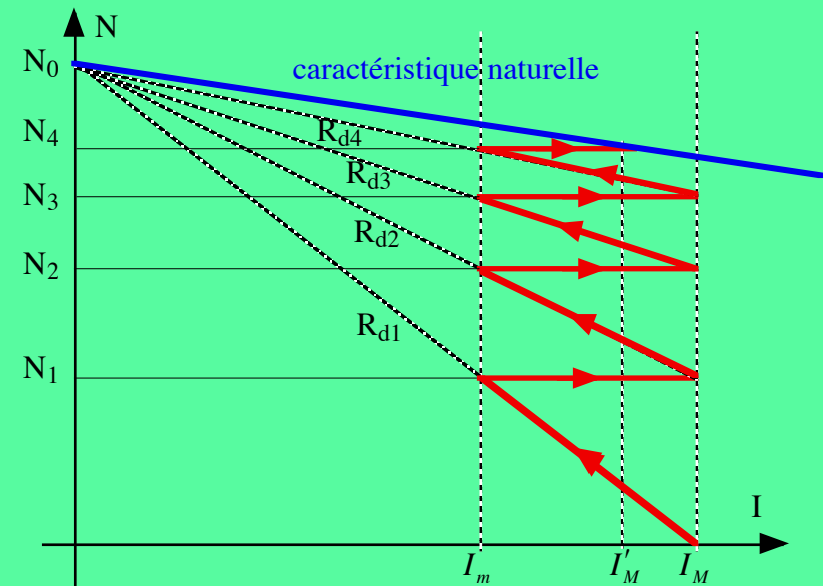
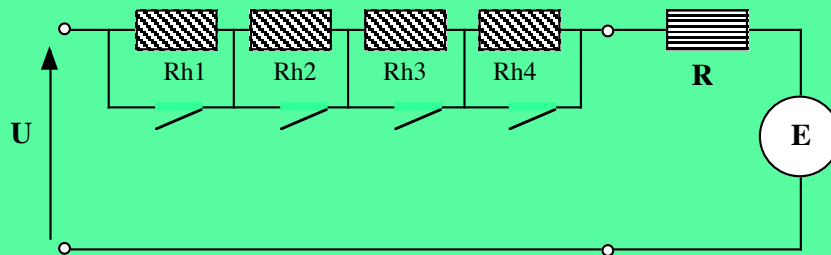
= Courant moteur à vide : Fourniture des pertes constantes

$$N = \frac{E}{k} = \frac{U}{k} - \frac{R}{k} I$$

$$C_{em} = \frac{k}{2\pi} I = \frac{k}{2\pi} \frac{U - E}{R} = \frac{k}{2\pi} \frac{U}{R} - \frac{k^2}{2\pi R} N$$

Démarrage rhéostatique

Il est nécessaire de réduire la pointe de courant au démarrage ($E = 0$). Cela se fait progressivement en suivant la montée en vitesse, le courant restant fixé entre deux limites.



Freinage

Le couple étant proportionnel au flux et au courant, on peut :

- soit inverser le flux, peu utilisé si ce n'est au moyen d'un équipement électronique de puissance,
- soit inverser le courant avec 2 possibilités de montages électromécaniques ou un **variateur de vitesse électronique** qui maintiendra une tension d'alimentation $U < E$ avec un écart constant donc avec un courant constant.

$$I_F = \frac{E - U}{R}$$

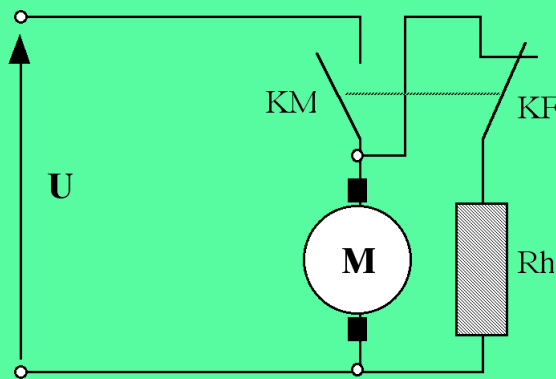


Schéma de principe

Freinage rhéostatique

$$I_F = \frac{E}{R + Rh}$$

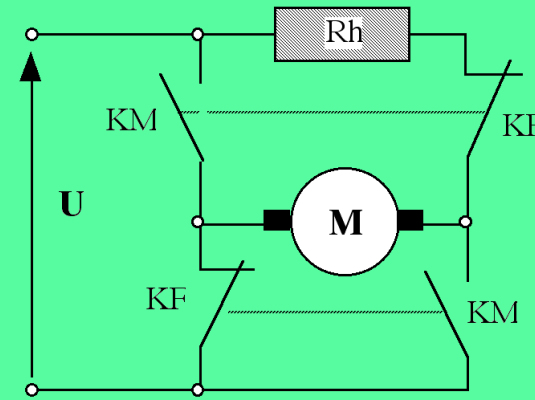


Schéma de principe

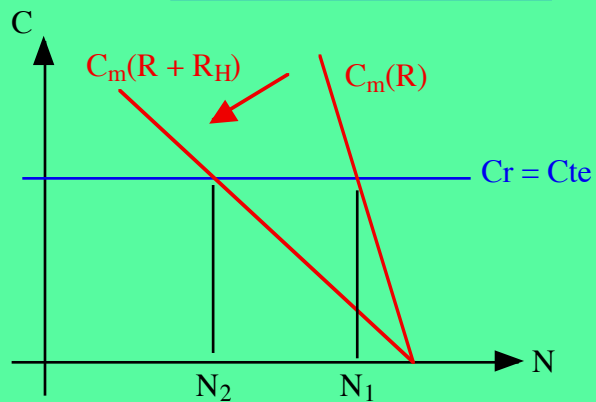
Freinage à contre-courant

$$I_F = \frac{U + E}{R + Rh}$$

Variation de vitesse

La vitesse s'écrit : $N = \frac{U - R_l I}{A \Phi}$ On peut donc agir sur la résistance R_l du circuit d'induit, sur le flux Φ ou sur la tension d'alimentation U .

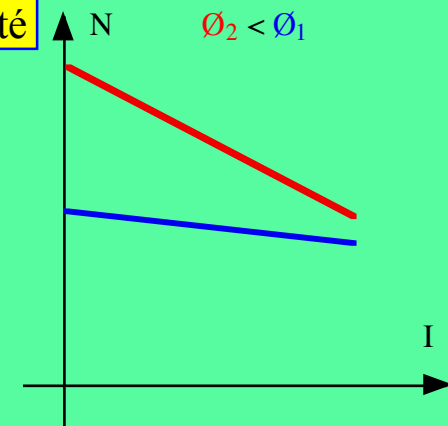
Réglage rhéostatique



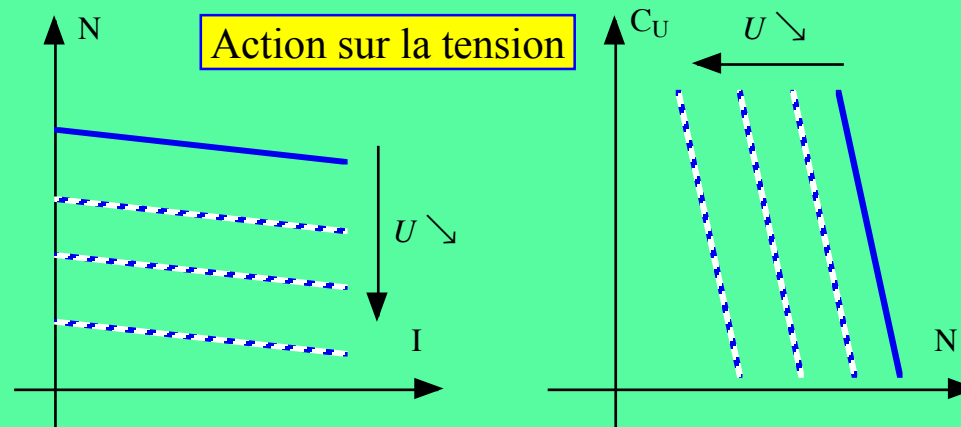
Action sur le flux, marche en déexcité

$$E = U - R I \equiv N \cdot \Phi$$

A tension et courant constant, E ne varie pas et si le flux diminue, N augmente. Le couple et la vitesse variant à peu près dans les mêmes proportions et en sens inverse, on parle de fonctionnement à puissance constante.

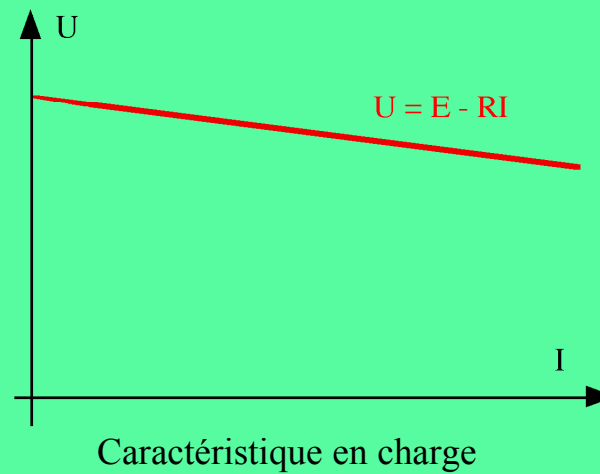
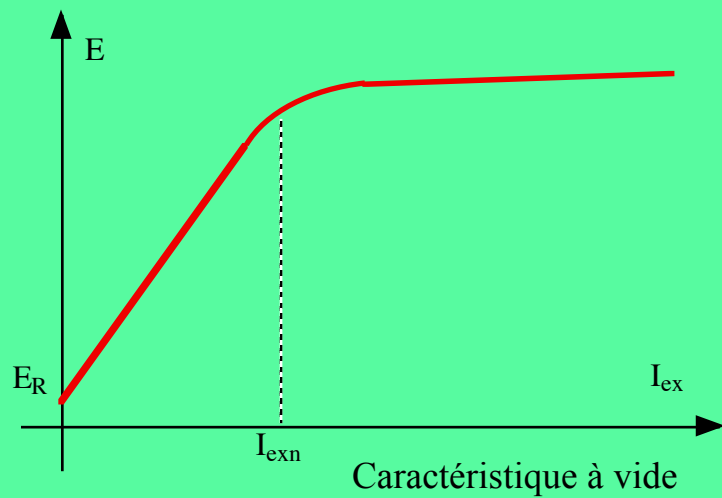
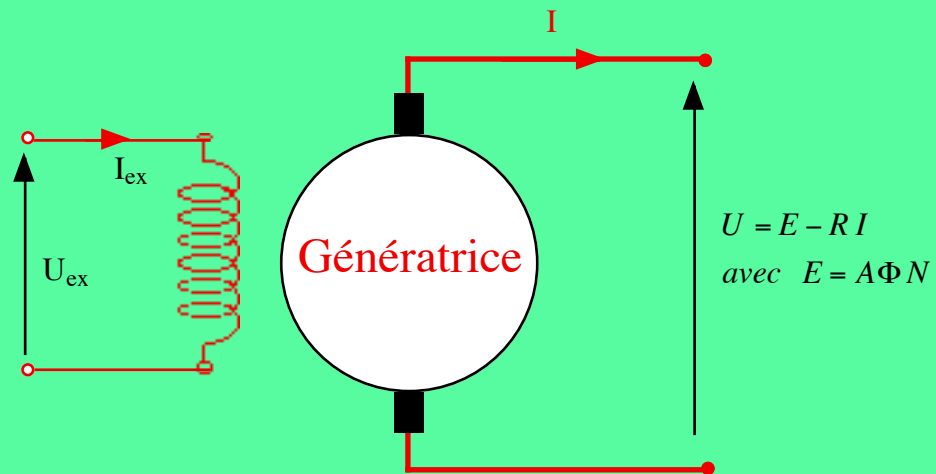


Action sur la tension



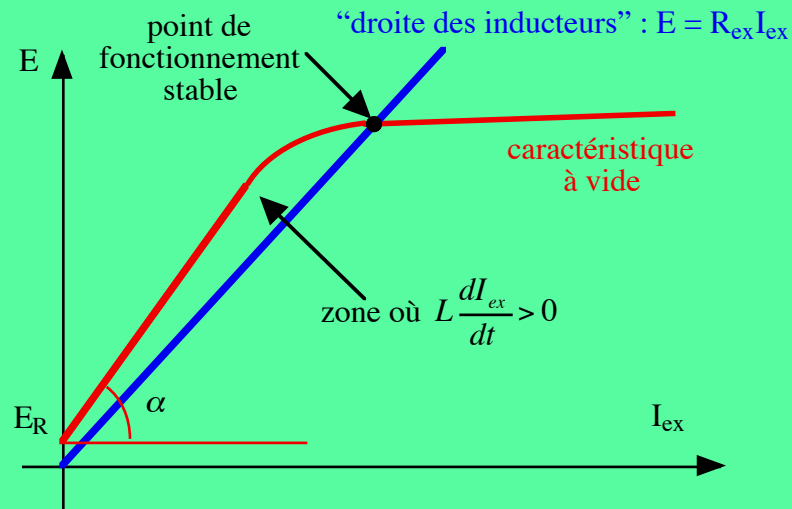
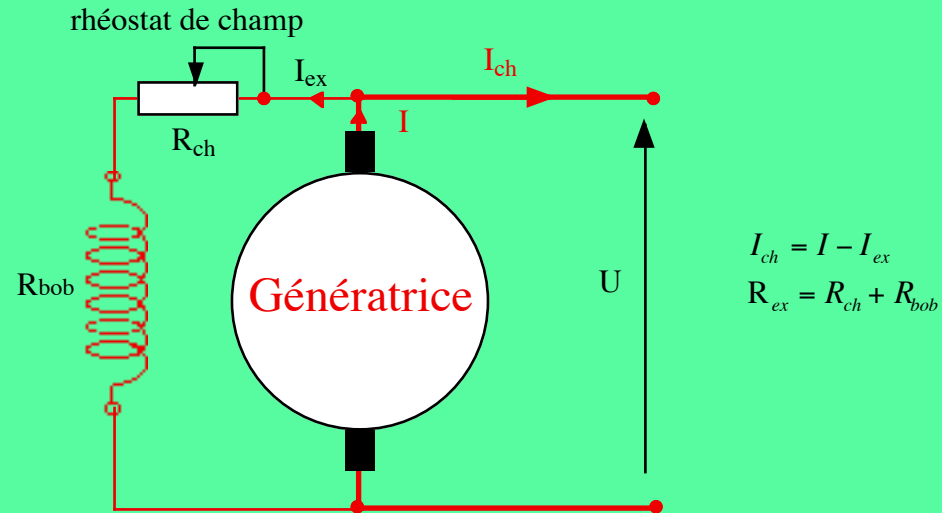
Génératrice à courant continu

Excitation indépendante



Génératrice à courant continu

Excitation shunt ou auto-excitation



Conditions de l'amorçage :

- Existence d'un **flux rémanent**,
- le sens des **connexions** doit permettre une addition du flux créé par I_{ex} et de ce flux rémanent,
- la **vitesse** de rotation doit être suffisante,
- R_{ex} , **résistance** du circuit inducteur, doit être inférieure à une résistance critique, $R_C = \tan \alpha$ pente de la partie linéaire de la caractéristique à vide.