Machine à courant continu

1 - Magnétisme

1-1 aimant permanent

Un *aimant permanent* est un corps qui a la propriété d'attirer le fer. On distingue

- Les aimants naturels tels la magnétite qui sont intrinsèquement aimantés; ces corps sont connus depuis l'antiquité et sont utilisés depuis le XI^{ième} siècle dans les boussoles.
- Les aimants artificiels qui ne prennent leurs propriétés magnétiques qu'après un traitement préalable.

Lignes de force de 2 aimants droits qui s'attirent.

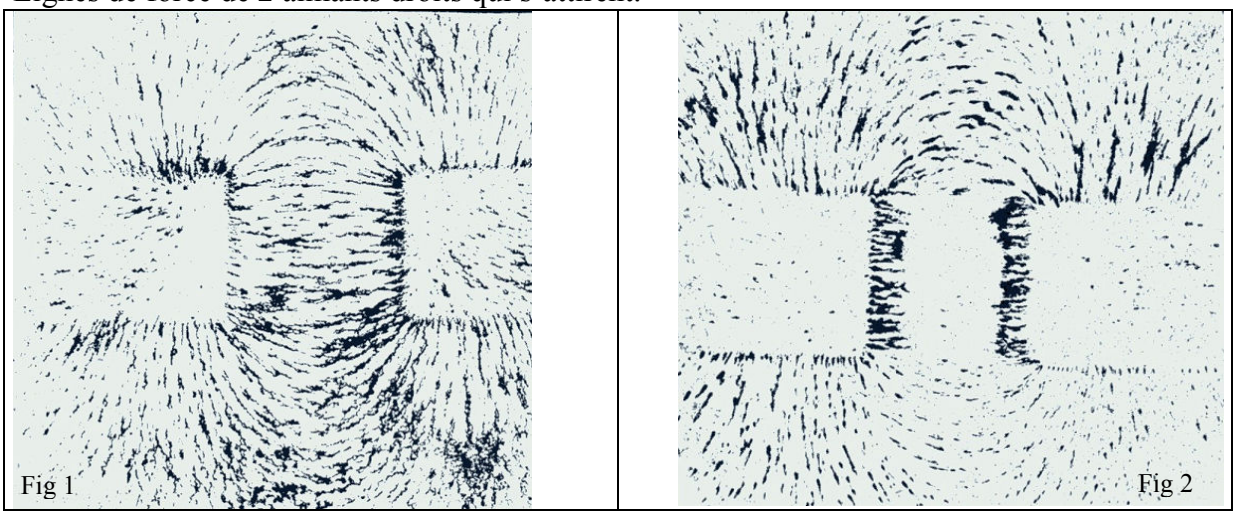


Fig 2 : Un petit morceau de fer est placé entre les aimants, les lignes de champ convergent et sont guidées.

Même expérience avec un aimant en fer à cheval et une pièce en forme d'anneau

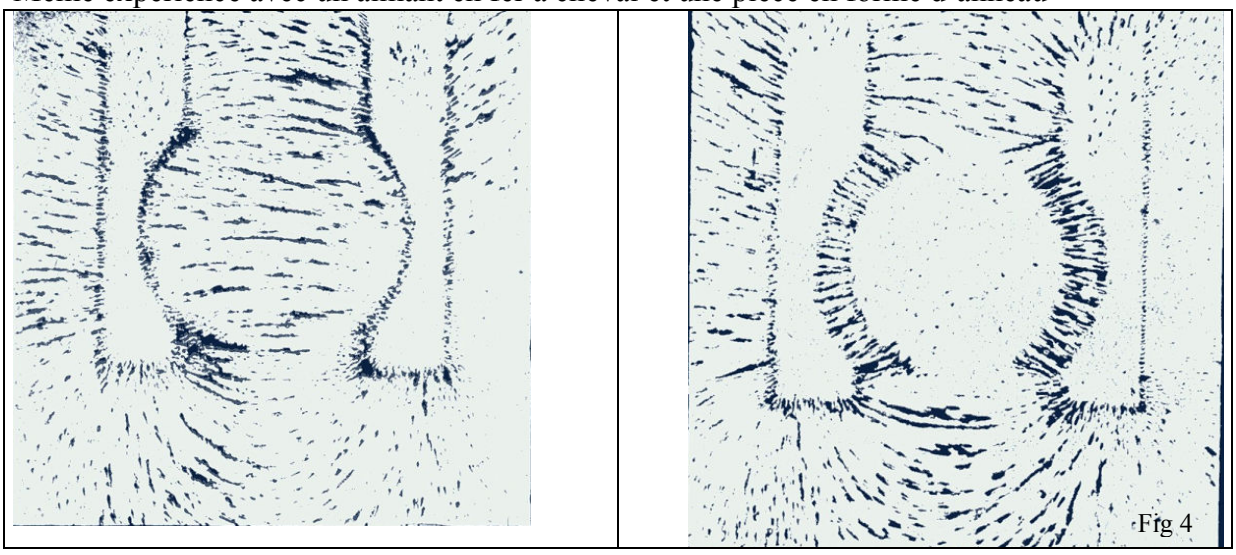
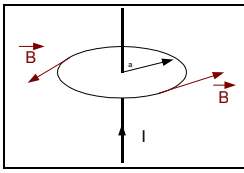
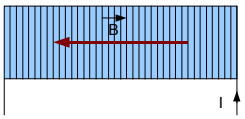
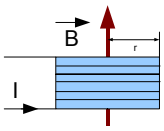


Fig 4 : les lignes de forces sont radiales, leur nombre donc l'intensité a augmenté

1-2 Production d'un champ d'induction magnétique : $\vec{B}$

On admet par convention que les lignes de force sortent du pôle Nord et rentrent par le pôle Sud. L'ensemble des lignes de forces qui entourent l'aimant et le caractérisent est appelé champ magnétique. Il s'exprime en Tesla.

	$B = \frac{\mu_0 \times I}{2\pi \times a}$ μ_0 :perméabilité du vide $4\pi \times 10^{-7}$
	$B = \mu_0 \times N \times I$ N nombre de spires
	$B = \frac{\mu_0 \times N \times I}{2 \times r}$

1 – 3 Production d'une excitation magnétique : $\vec{H}$

Si on place un matériau dans la bobine, le champ magnétique augmente. On définie une excitation magnétique dépendante du matériau.

$B = \mu_0 \times \mu_R \times H$; μ_R : perméabilité relative du matériau

1 – 4 Production d'un flux magnétique : Φ

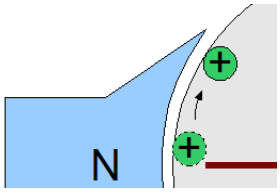
Si un champ magnétique traverse une surface d'un matériau, il a création d'un flux magnétique que l'on exprime en Weber.

$\Phi = B \times S$

1 – 5 Création d'une force électromotrice

Si un conducteur placé dans un flux magnétique se déplace, il voit une variation du flux. Une tension induite apparaît à entre ses extrémités.

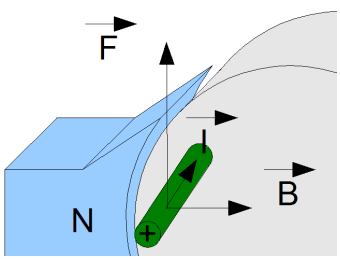
$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$



1 – 6 Création d'une force

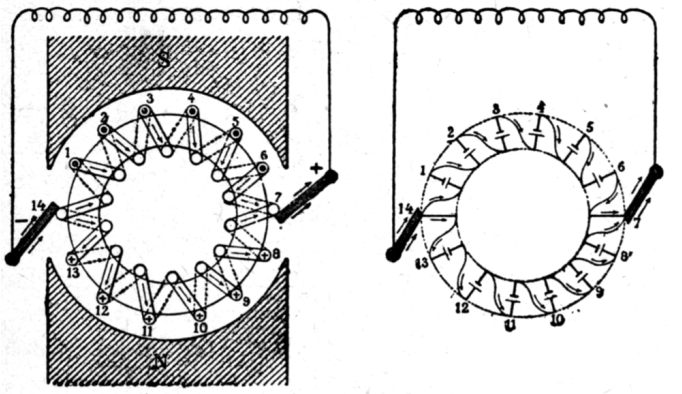
Si ce conducteur est parcouru par un courant, en présence du flux inducteur, une force agit sur les conducteurs et fait tourner l'induit.

$F = \vec{B} \Lambda \vec{I} \times l = B \times I \cdot l \times \sin\alpha = B \times I \times l$ si Il et B perpendiculaire



2 – Principe Machine à Courant Continu

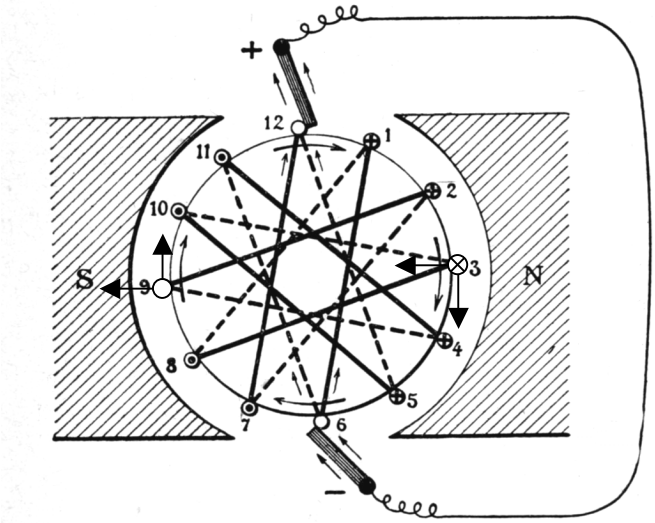
Anneau de Gramme : Un anneau de fer doux entouré d'un fil entre un aimant en fer à cheval



Faisons tourner l'anneau et les spires qu'il supportent. Chaque section de fil dans l'entrefer coupera les lignes de forces qu'elle rencontrera .

Cela suffit pour qu'elle se comporte comme une pile.

Enroulement en tambour

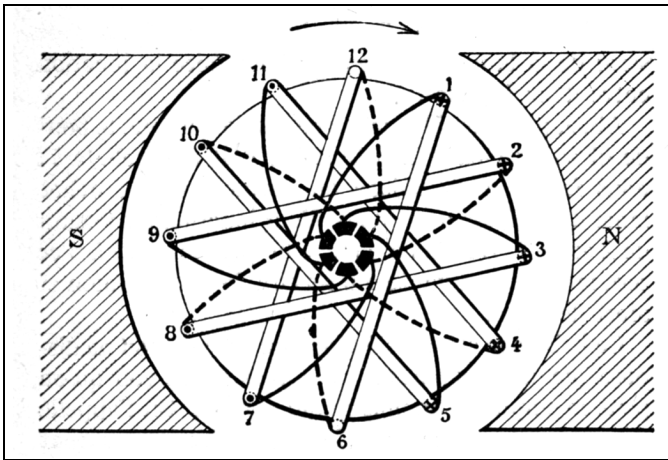


Ici la spire de fil est remplacée par des barres isolées.

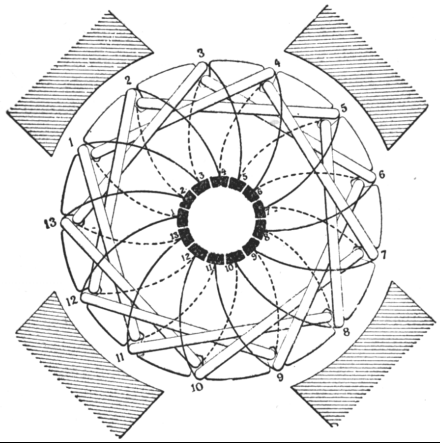
Il existe deux zones neutres où il n'y a pas de champ,

De part et d'autre la polarité s'inverse.

Quelle est la direction de ce courant ?
Appliquons la règle des 3 doigts. Disposons notre main droite devant la figure, tournons le pouce dans le sens du mouvement, indiquons avec l'index le sens de lignes de forces, le doigt suivant indique le sens du courant

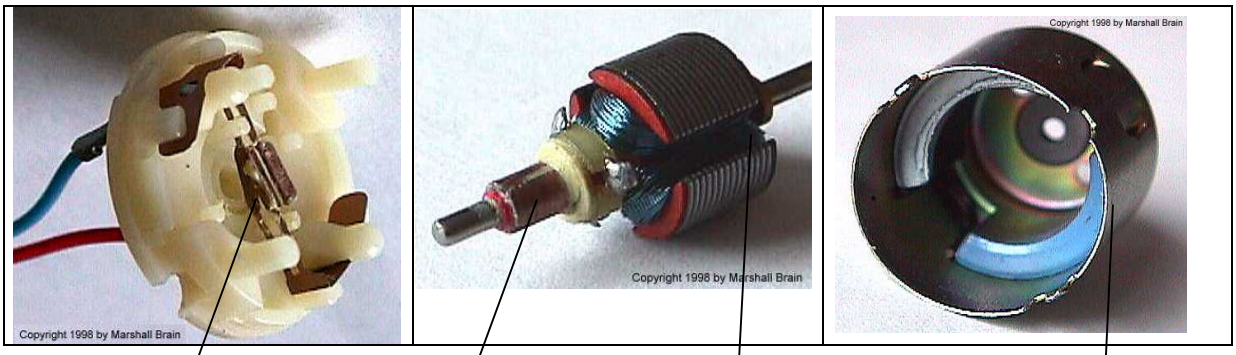


Pour augmenter les tensions induites, on remplace les barres par des bobines

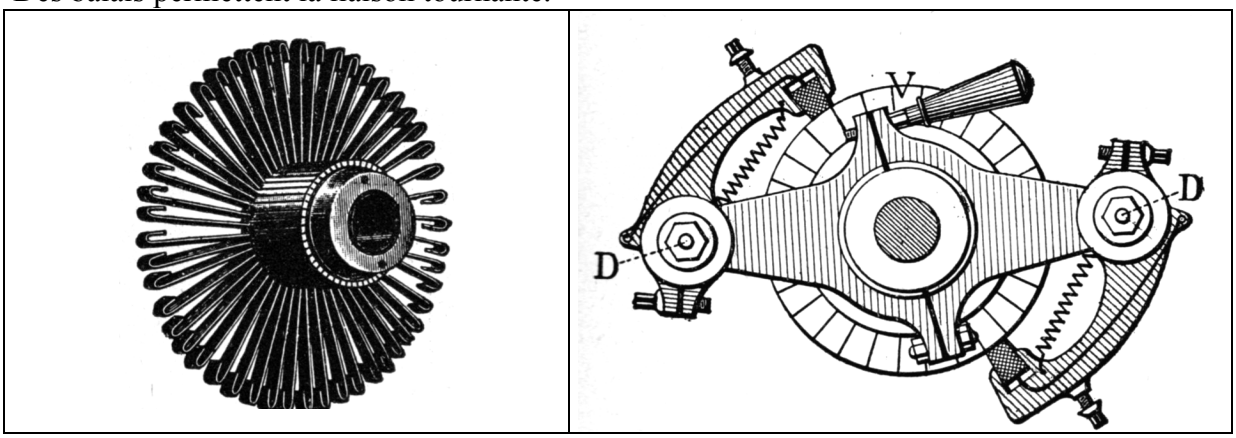


Pour maintenir solidement les bobines, on les place dans des encoches.

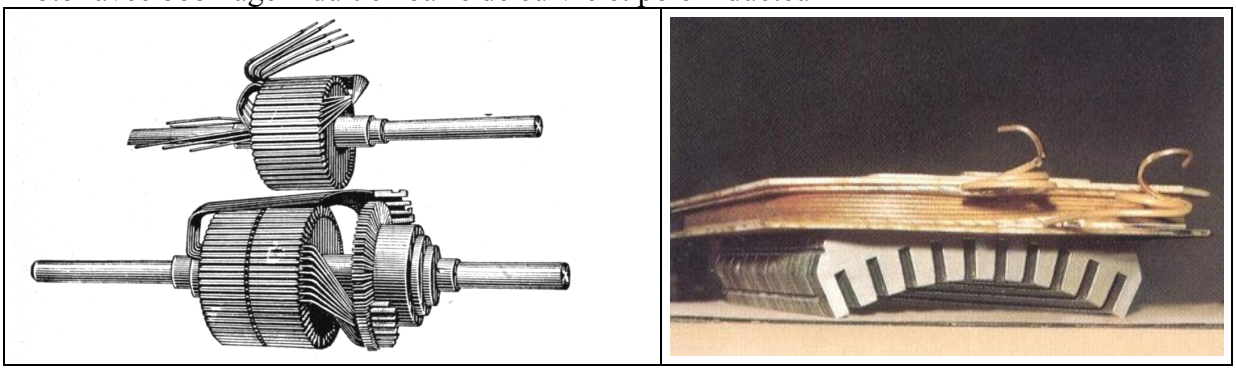
3 – Technologie



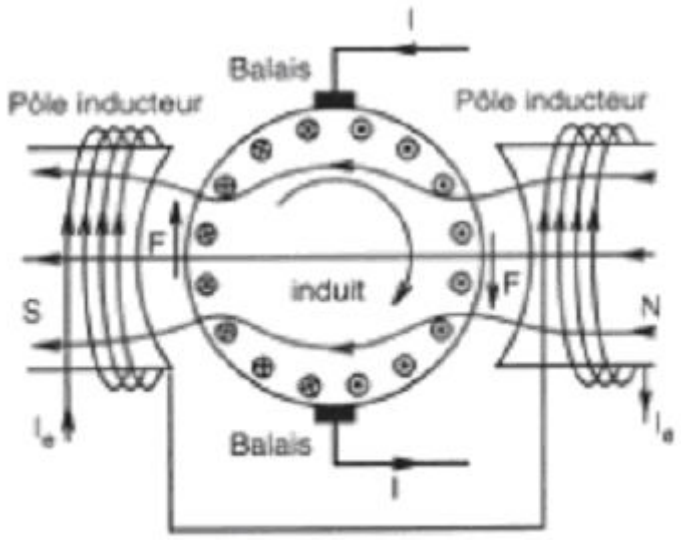
Pour alimenter en courant continu les bobines montées sur le rotor, on se sert d'un collecteur. Des balais permettent la liaison tournante.



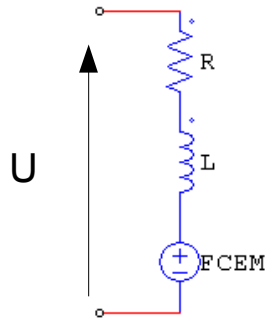
Rotor avec bobinage induit en barre de cuivre et pôle inducteur



4 - Principe



4 – 1 Modèle équivalent



$$U = R \times I + L\underbrace{\frac{dI}{dt}} + E$$

ce terme est valable qu'en régime transitoire sinon $\boxed{U = R \times I + E}$

la FCEM « E » est égale à $\boxed{E = \frac{p}{a} \times N \times n \times \Phi}$

la puissance électrognétique est égale à $\boxed{P = E \times I}$

p : nombre de paires de pôle
a : nombre de voies d'enroulements
N : nombre de conducteurs dans les enroulements
n : fréquence de rotation en tr/s
ϕ : flux magnétique

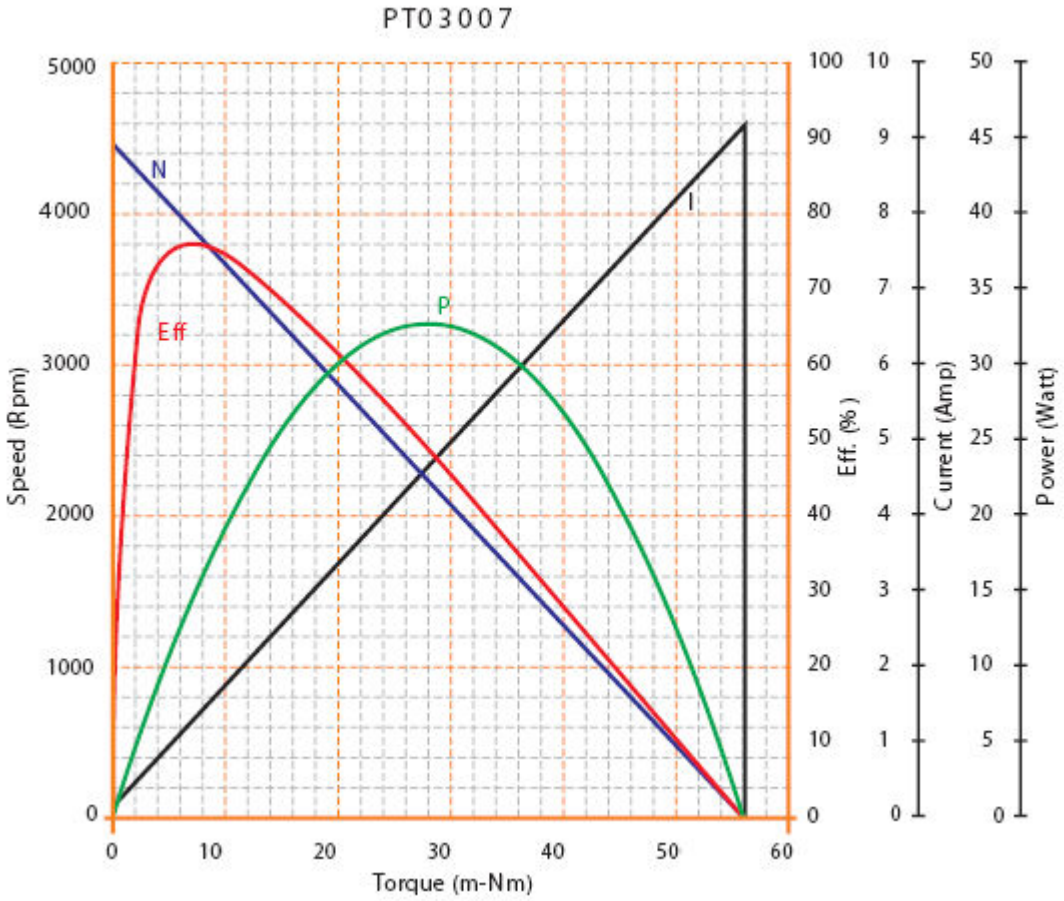
4 – 2 Cas des petits moteurs

Le flux est fixe car créé par des aimants permanents, N p et a sont également fixe.

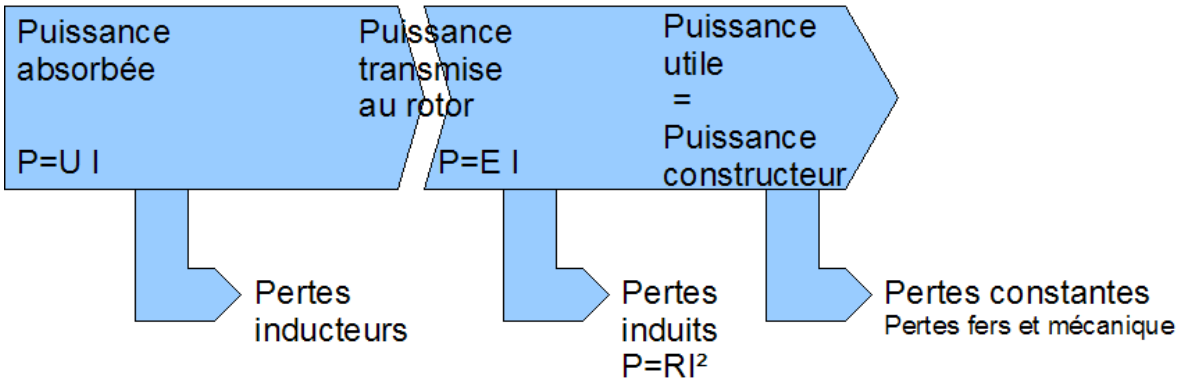
$\Rightarrow E = K_e \times n$; La fréquence de rotation est proportionnelle à la FCEM, si on néglige la résistance interne R à U.

$\Rightarrow C = \frac{P}{\Omega} = \frac{E \times I}{\Omega} = \frac{K_e \times n \times I}{2\pi \times n} = K_T \times I$; Le courant est proportionnel au courant.

Exemple de caractéristiques d'un moteur à courant continu



4 – 3 Bilan des Puissances



Rendement

$\eta = \frac{Putile}{Pabsorbée}$ s'exprime en %