



Jeter ? Pas question !

Les moteurs électriques

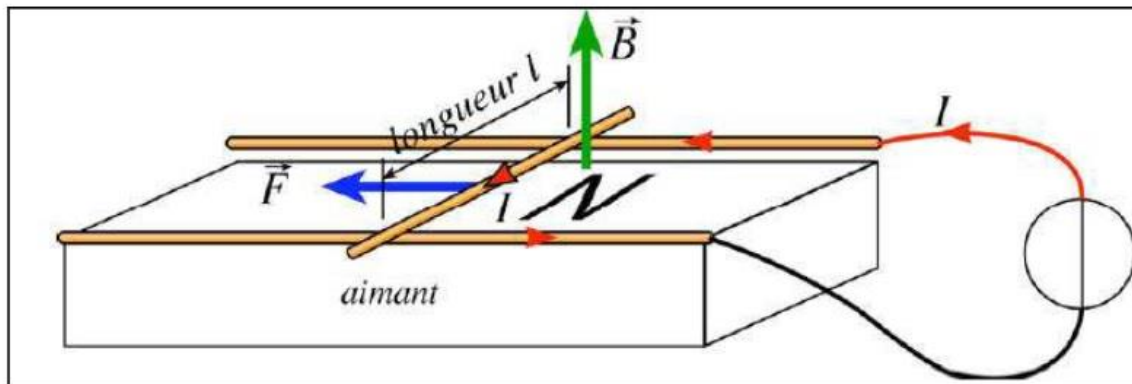
Les moteurs électriques

Sommaire

- Principe d'un moteur électrique
- Moteur à courant continu
- Moteur asynchrone
- Moteur universel
- Moteur synchrone faible puissance

Principe d'un moteur électrique

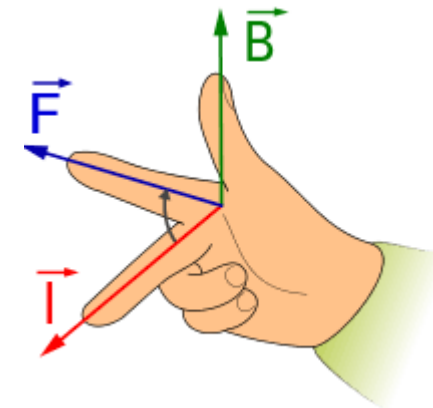
- Tout conducteur parcouru par un courant génère un champ magnétique
- Expérience d'Oersted:



- Règle des trois doigts: Si le conducteur est orienté vers le majeur, le champ magnétique vers le pouce alors la force s'exerce dans la direction de l'index

Une barre métallique est placée sur deux fils conducteurs parallèles. Un aimant placé sous la barre génère un champ magnétique perpendiculaire au plan des deux fils.

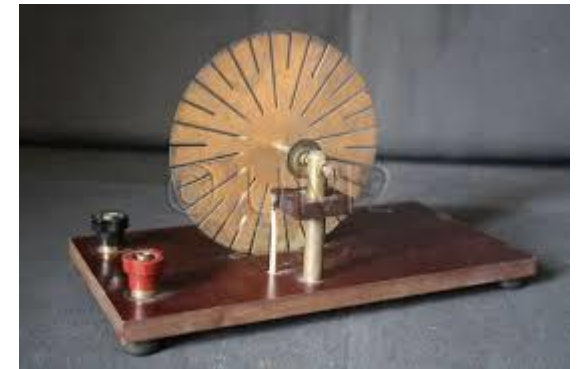
Lorsqu'un courant électrique passe dans la barre, une force F fait déplacer la barre perpendiculairement aux deux fils.



Principe d'un moteur électrique

- Le premier moteur rotatif a été inventé par Barlow
- Un disque équipé de dents plonge dans sa partie inférieure dans un liquide conducteur (mercure)
- Une pile est raccordée entre l'axe du disque et le bain de mercure.
 - Le rayon de la roue entre l'axe et le bain est parcouru par un courant
- Un aimant permanent en fer à cheval entoure le disque sur son rayon descendant.
 - Champ magnétique parallèle à l'axe du disque
- Le rayon de la roue est soumis à une force vers l'avant qui fait tourner la roue, la seconde dent du disque est alors parcourue par un courant et ainsi de suite....

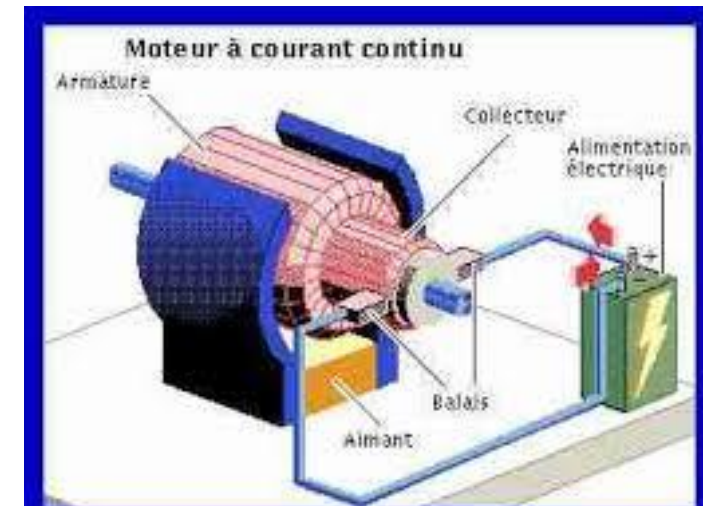
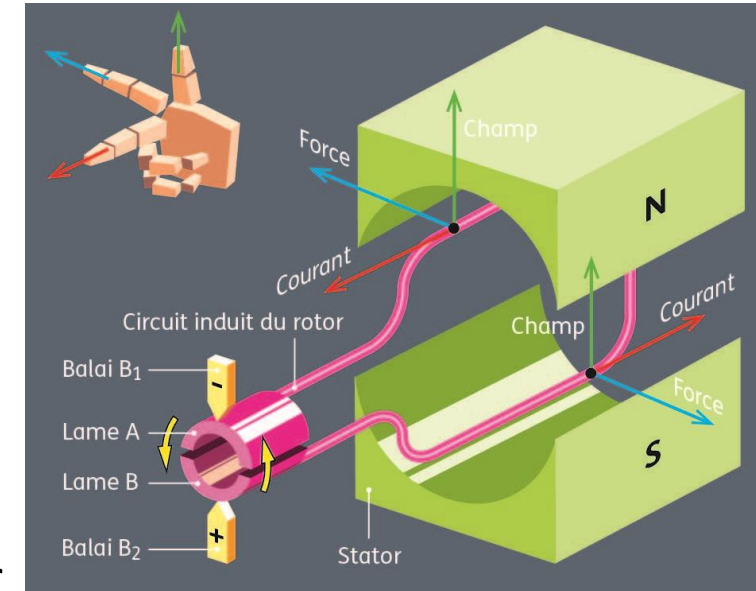
Roue de Barlow



Principe d'un moteur électrique

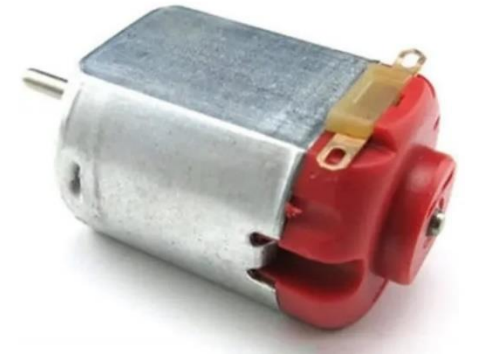
Moteur à courant continu

- Une version améliorée de la roue de Barlow consiste à utiliser des balais en charbon frottant sur des bagues de cuivre au niveau de l'axe du moteur (Remplace le bain de mercure), la roue dentée est remplacée par un bobinage relié aux deux bagues de cuivre
- Dans la pratique on utilise des bobinages avec plusieurs spires pour maximiser le champ magnétique induit.
- Par ailleurs au lieu de deux bagues on va utiliser plusieurs couples de bagues.
- Ce type de moteur peut se comporter en génératrice de courant continu en faisant tourner l'arbre et en recueillant le courant délivré sur les balais
- Les moteurs à courant continu sont utilisés pour les petites puissances
- Inconvénients:
 - Usure des balais (Charbons)
 - Perturbations électromagnétiques induites par la commutation des balais



Utilisation des moteurs électriques à courant continu à balais

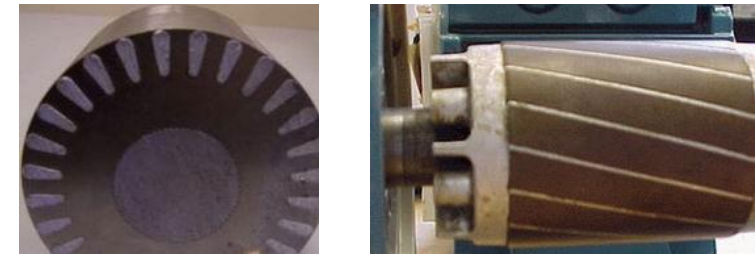
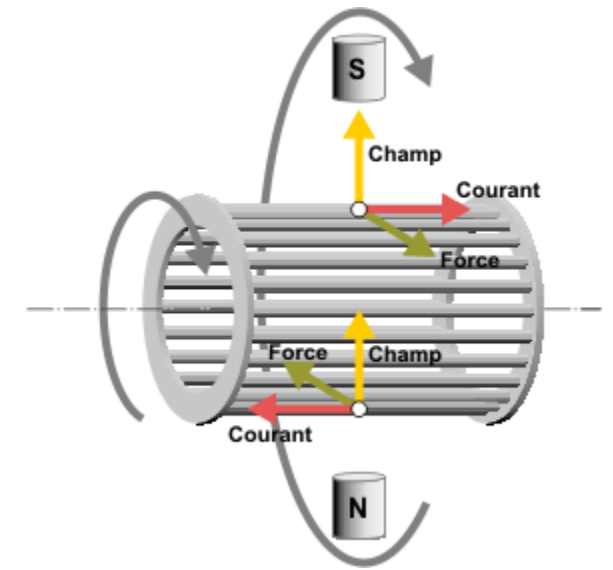
- Moteurs de jouets (Train électriques, voitures,..)
- Moteurs de petits ventilateurs



Moteur asynchrone

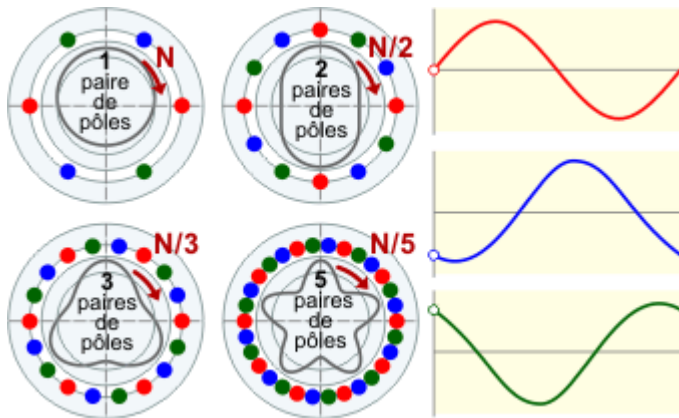
Triphasé

- Le moteur asynchrone est constitué:
 - d'un rotor en cage d'écureuil constitué de barres conductrices perpendiculaires au champ magnétique créé par des bobinages du stator
 - D'un stator comprenant trois bobinages décalés de 120° pour un moteur comprenant 1 paire de pôles



Rotor en cage d'écureuil

La vitesse de rotation est inversement proportionnelle au nombre de paires de pôles



Paires de pôles	1	2	3	4	6
Nombre de pôles	2	4	6	8	12
n_0 [tr/min]	3 000	1 500	1 000	750	500

La vitesse de rotation est donnée par le champ tournant: pour tension alternative 50Hz= $50t/s=50 \times 60t/mn=3000t/mn$

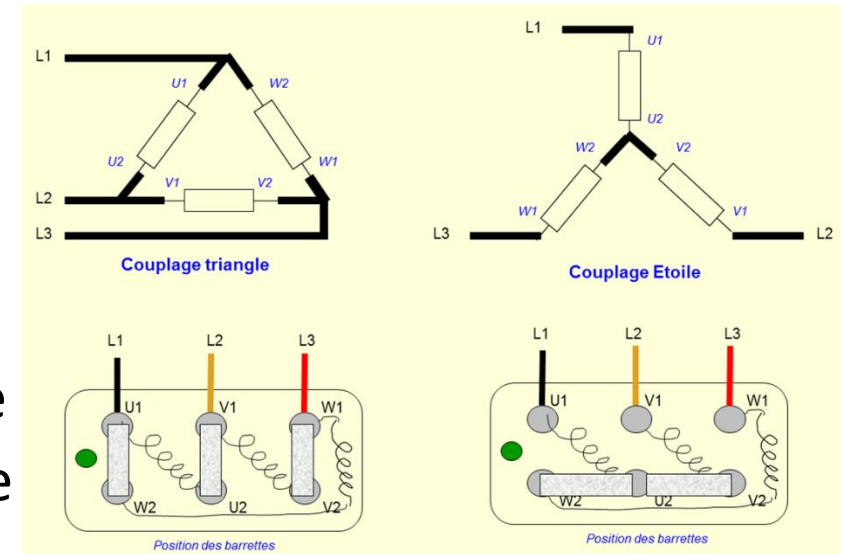


Stator bobiné

Moteur asynchrone

Triphasé

- Le moteur asynchrone est alimenté par une tension triphasée 380V ou 230V.
- Câblage étoile-triangle:
 - Le couplage en étoile est utilisé pour du 380V, si on alimente ce moteur en 230V il aura moins de couple
 - Le couplage en triangle pour du 230V, si on alimente ce moteur en 380V il aura un couple important
 - Dans l'industrie on utilise des systèmes de commutation automatique pour démarrer le moteur en triangle au démarrage (Fort couple) puis repasser en étoile pour assurer la rotation à vitesse constante

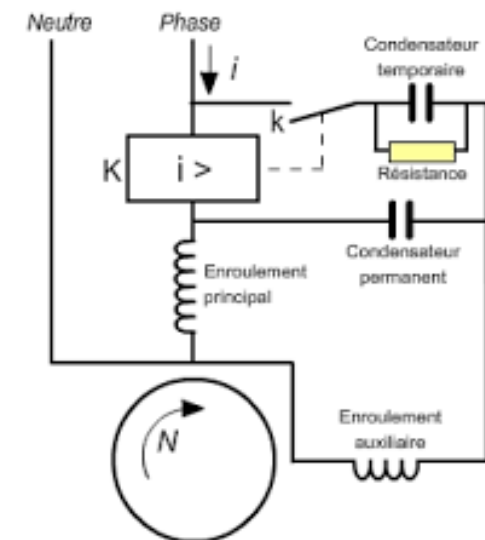
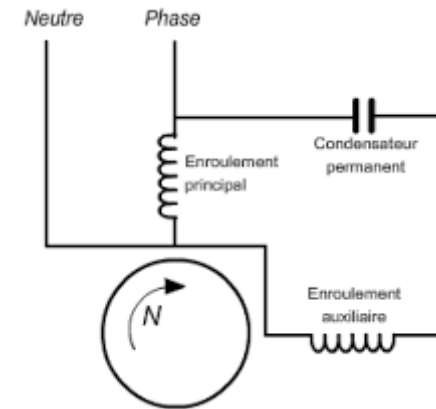


Les moteurs asynchrone triphasé sont très fiables d'un point de vue électrique: absence de balais, pas de bobinages sur le rotor.

Moteur asynchrone

Monophasé

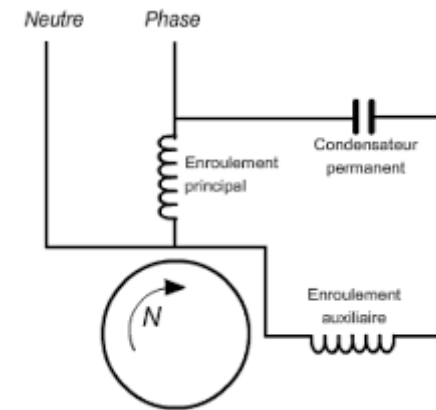
- Le moteur asynchrone monophasé comprend 2 bobinages au stator :
 - Un bobinage (enroulement) principal
 - Un bobinage secondaire décalé de 90° et alimenté par un condensateur pour réaliser un déphasage (seconde phase)
- Le couple de démarrage dépend du courant parcouru par l'enroulement auxiliaire
 - Dans le cas d'utilisation où un fort couple de démarrage est nécessaire on rajoute un deuxième condensateur de forte valeur en parallèle avec le premier pendant la période de démarrage, ce condensateur étant mis hors circuit lorsque le moteur atteint sa vitesse nominale



Moteur asynchrone

Monophasé

- Le moteur asynchrone monophasé présente un élément d'usure: **le(s) condensateur(s)**
- Lorsque le condensateur vieillit sa capacité (μF) baisse et sa résistance série augmente, ayant pour conséquence une baisse du courant dans l'enroulement secondaire donc baisse du couple.
- C'est la principale cause de panne de ces moteurs
- Il peut y avoir rupture d'un fusible thermique inséré dans le bobinage (Test à l'ohmmètre)



Moteur asynchrone

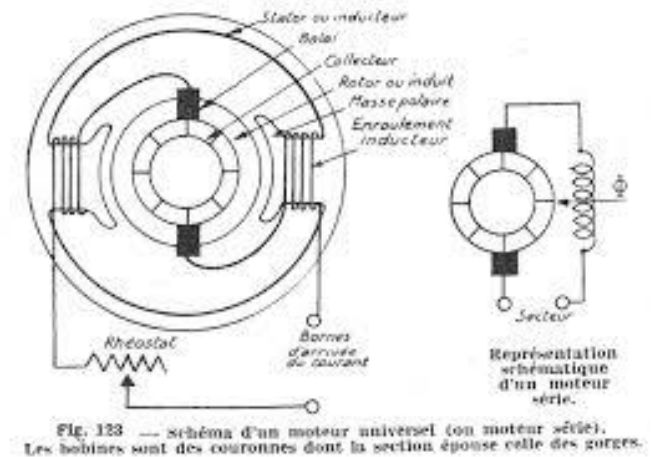
Monophasé

- Les moteurs asynchrone monophasé sont utilisés sur tous les appareils ne nécessitant pas une grande vitesse de rotation:
 - Ventilateur
 - Pompe à eau
 - Pompe à vide
 - Robot ménager
 - ...



Moteur universel (Ou moteur série)

- Ce type de moteur est identique au moteur à courant continu avec excitation série
- le rotor est connecté en série avec l'enroulement inducteur, ce qui permet que les courants du rotor et du stator soient toujours dans le même sens. Le couple de cette machine est indépendant du sens de circulation du courant et est proportionnel au carré de son intensité.
- il peut aussi bien fonctionner en tension alternative qu'en continue.



Moteur universel (Ou moteur série)

- Ce type de moteur est très économique à fabriquer
- Le rotor est alimenté par des balais (charbons)
- Ces moteurs permettent des vitesses de rotation élevées, mais des couples limités, il faut des réducteurs pour augmenter le couple
- La vitesse peut être ajustée avec un gradateur à triac
- Utilisation:
 - Outillage électroportatif
 - Aspirateurs
 - Broyeurs machine à grain café
 - Machine lave linge



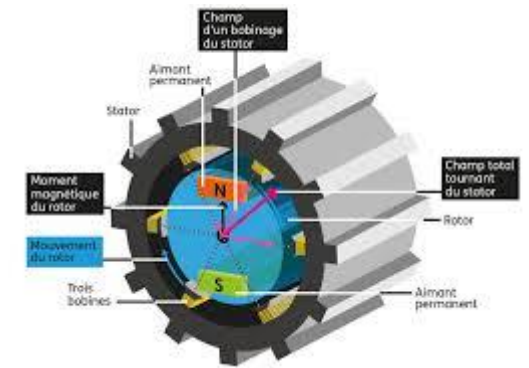
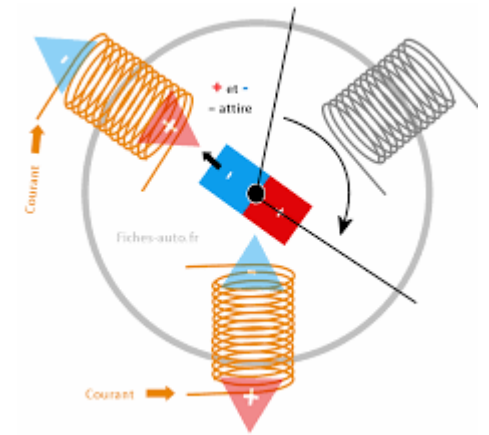
Moteur universel (Ou moteur série)

- Les points faibles:
 - Balais (Charbons)
 - Bobinage: la connexion des fils de bobinage est réalisée par pincement qui peut se détacher ou se couper



Moteur synchrone à aimants permanents

- Le moteur synchrone à aimants permanents est constitué:
 - D'un rotor équipé d'aimants permanents
 - D'un stator comprenant trois bobinages décalés de 120° comme pour moteur asynchrone
- Pour le moteur synchrone:
 - La vitesse du rotor est proportionnelle à la fréquence du courant triphasé alimentant le stator.
 - Le moteur synchrone est susceptible de se comporter, selon la tension, soit en «moteur» soit en «générateur» ou «alternateur».



Stator bobiné

Moteur synchrone à aimants permanents

- Le moteur synchrone à aimants permanents nécessite une électronique de commande pour commander l'alimentation des phases de manière synchronisée avec la position du rotor.
- On trouve des moteurs synchrones:
 - Equipés de capteurs à effet hall pour identifier la position du rotor et ainsi commander l'électronique
 - Sans capteurs: l'électronique mesure le courant induit dans le stator suivant la position du rotor «générateur» ou «alternateur».



Moteur synchrone avec variateur embarqué



Variateur de fréquence pour moteur synchrone ou asynchrone

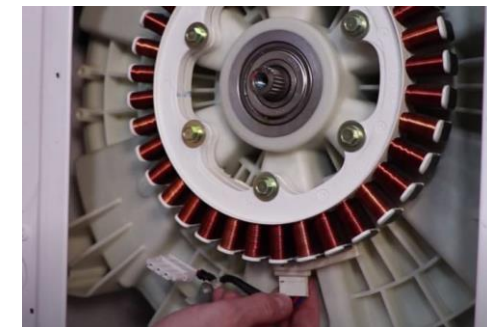


Carte variateur de fréquence pour lave linge ou lave vaisselle

Moteur synchrone à aimants permanents



- Ce type de moteur présente des rendements bien supérieurs à ceux de moteurs asynchrone.
- Grâce au variateur la vitesse peut être réglée.
- On les utilise dans:
 - Vélo électrique
 - Voitures électriques
 - Lave linge (direct drive)
 - Pompe de lave vaisselle
- Très grande fiabilité (idem moteur asynchrone)



Moteur synchrone faible puissance à aimant permanent

- Le moteur synchrone à aimant permanent est constitué:
 - D'un rotor équipé d'un aimant permanent
 - D'un stator comprenant un seul bobinage.
- Il démarre aléatoirement dans un sens ou l'autre
- Ces moteurs sont utilisés:
 - Plateau tournant micro onde
 - Presse citron
 - Minuterie électromécaniques de four
- Les pannes:
 - Rupture du fil de bobinage

