

Les actionneurs

Actionneurs

=

Convertisseurs électromécaniques conçus pour mettre en mouvement des systèmes mécaniques à partir de commandes électriques.

Les actionneurs

Le mouvement d'un système mécanique est fonction des forces ou des couples qu'on applique



2 critères de base de conception d'un actionneur :

- ➔ facilité et précision avec laquelle on peut commander électriquement la force ou le couple
- ➔ rapport existant entre la taille de l'actionneur et la force ou le couple qu'il peut développer : plus le couple développé est élevé pour une taille donnée, meilleur est l'actionneur.

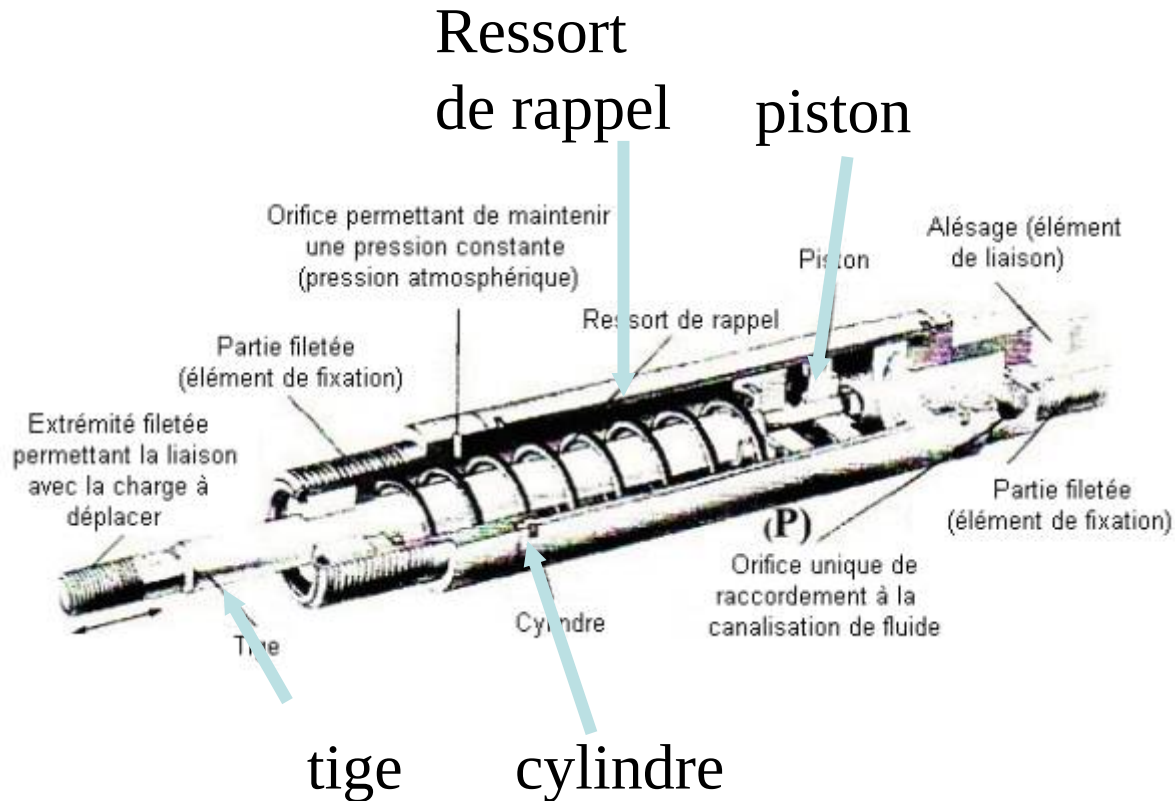
Les actionneurs

Un actionneur électromécanique n'est jamais relié directement à un générateur d'énergie électrique.

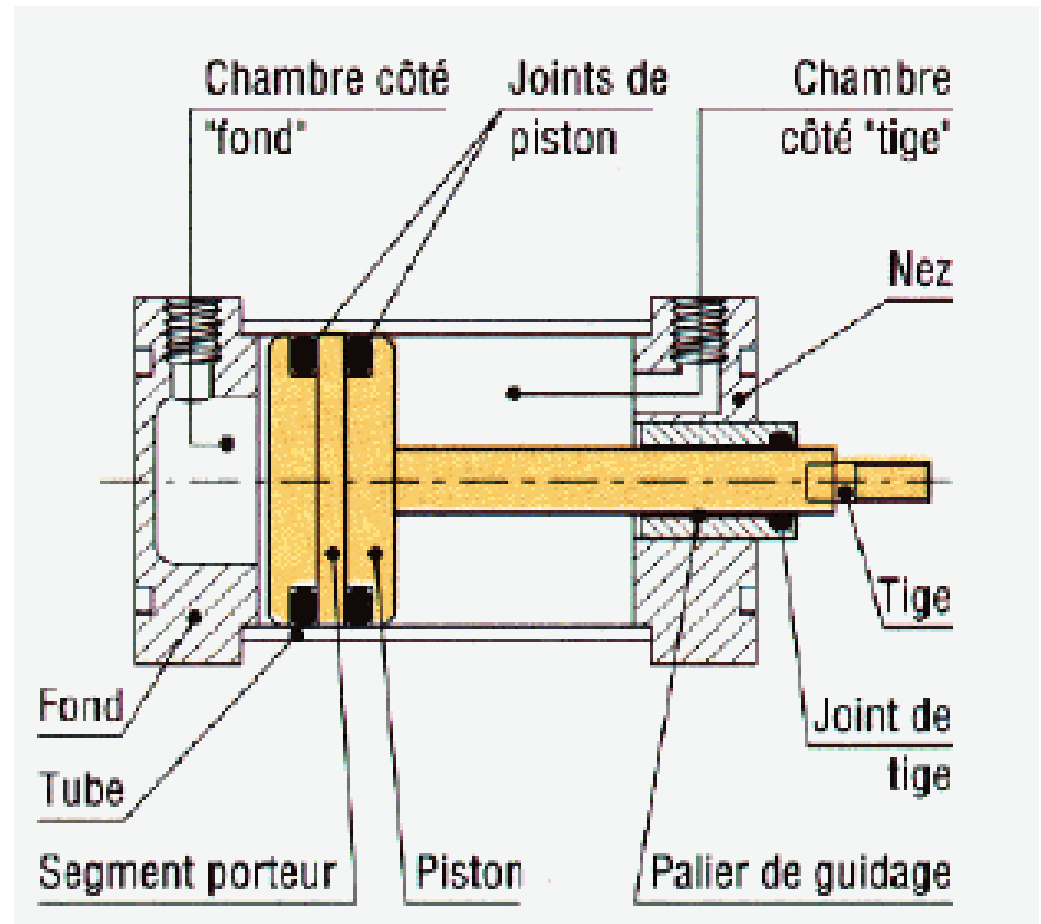
Son alimentation s'opère à travers un système de conditionnement de l'énergie électrique

convertisseur ou hacheur électronique de puissance

Les actionneurs



Les vérins



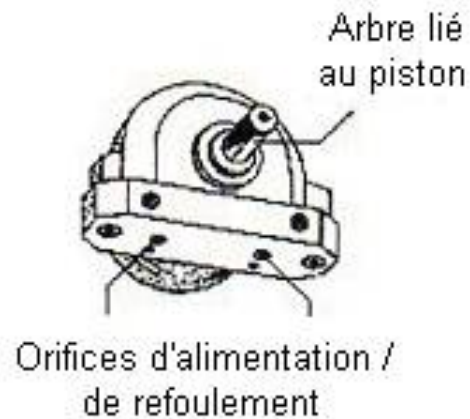
Les vérins

Certains vérins disposent d'amortisseurs afin d'obtenir un ralentissement en fin de mouvement de façon à éviter un choc du piston sur le nez ou le fond du vérin.

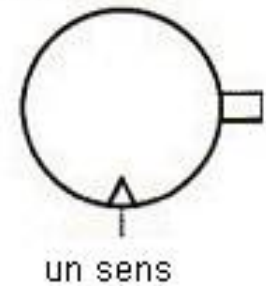
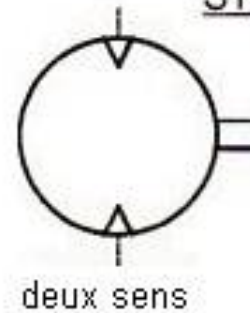
D'autres vérins peuvent être équipés de dispositifs de contrôle de mouvement tels que régulateurs de vitesse et capteurs de position magnétique.

Les vérins

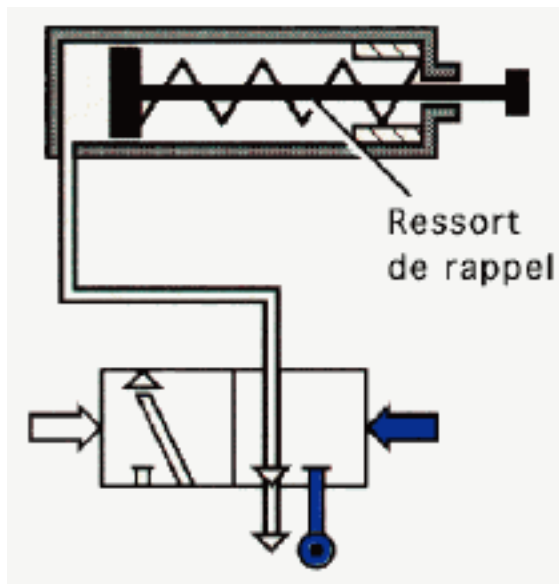
Vérins rotatifs:



SYMBOLES:



Les vérins



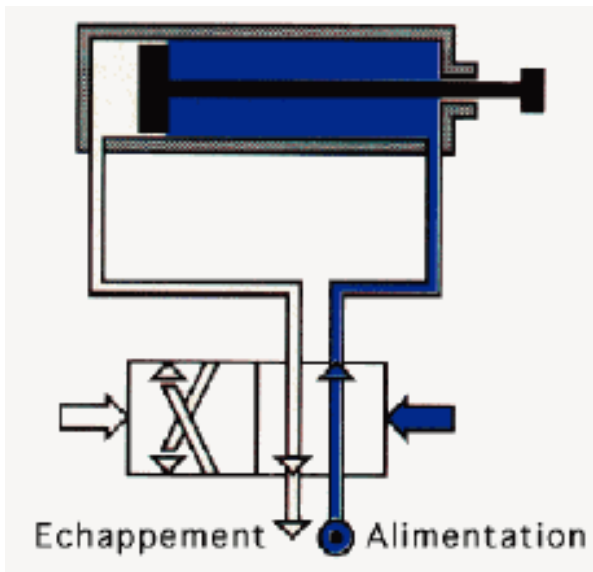
vérin simple effet :

travaille que dans un sens :
L'arrivée de la pression se fait sur un seul orifice d'alimentation, ce qui entraîne le piston dans un sens, le retour s'effectuant sous l'action d'un ressort de rappel.

Les vérins

vérin double effet :

comporte deux orifices d'alimentation. La pression est appliquée alternativement de chaque côté du piston ce qui entraîne son déplacement dans un sens puis dans l'autre.



Les vérins

- Caractéristiques communes

Un vérin est déterminé par sa course et par son diamètre :

- La longueur du déplacement à assurer, dépend de sa course
- L'effort à développer dépend de son diamètre et de la pression du fluide.

Les vérins

- Caractéristiques communes

Poussée théorique d'un vérin :

$$F = P \cdot S$$

avec :

F force développée en daN,

P la pression en bar, fixé par le réseau de commande

S la surface du piston en cm²)

Les vérins

- Caractéristiques communes

En réalité, l'effort développé par le vérin doit être supérieur à la poussée théorique pour tenir compte des frottements. On adopte un coefficient de majoration appelé taux de charge T_c . (en pratique $T_c = 60\%$)

L'effort développé par le vérin est donné par :

$$F = M.g/T_c$$

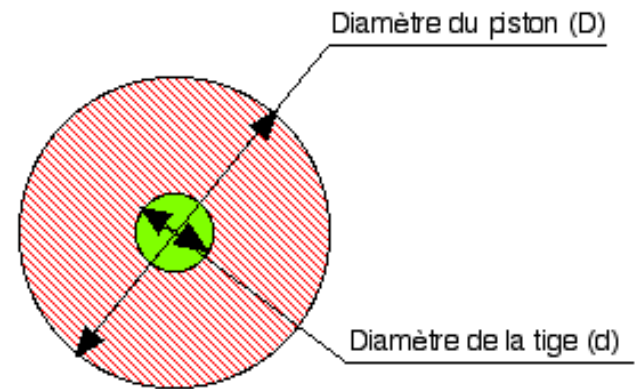
(avec M masse à déplacer en kg et g , la gravité = $9,81 \text{ m/s}^2$)

Les vérins

- Caractéristiques communes

Attention : Un vérin ne développe pas le même effort en sortie ou en rentrée de tige :

A pression constante, la poussée est plus importante en sortie qu'en rentrée de tige, car dans le premier cas la surface utile est celle d'un piston entier et dans l'autre la surface du piston diminuée de celle de la tige.



Les vérins

- Commande par distributeur

Le distributeur est un pré-actionneur associé à un vérin pneumatique (ou hydraulique).

Il commande la circulation de l'énergie entre la source et l'actionneur.

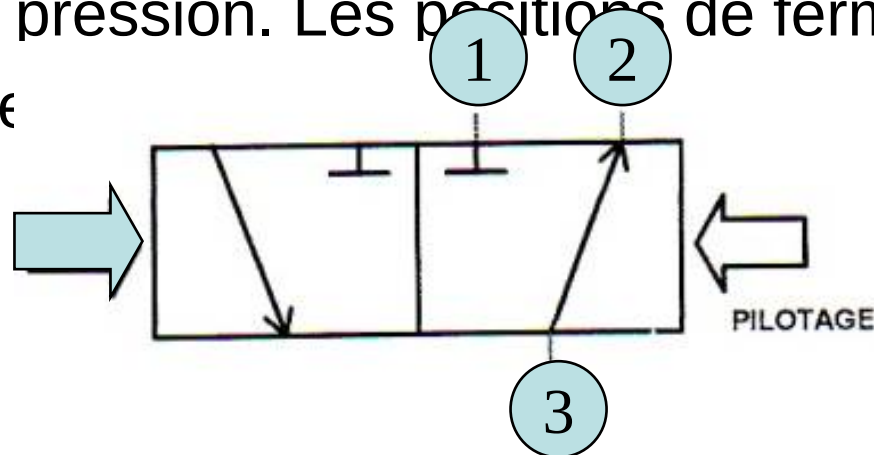
Les vérins

- distributeur

représentation symbolique : rectangles juxtaposés = positions

possibles. Les flèches indiquent le sens d'écoulement du

fluide sous pression. Les positions de fermeture sont représentées par des barres horizontales. Les positions de fermeture sont représentées par des barres horizontales.



Les vérins

- Convention distributeur

Un distributeur est repéré par 2 chiffres “ i / j ”

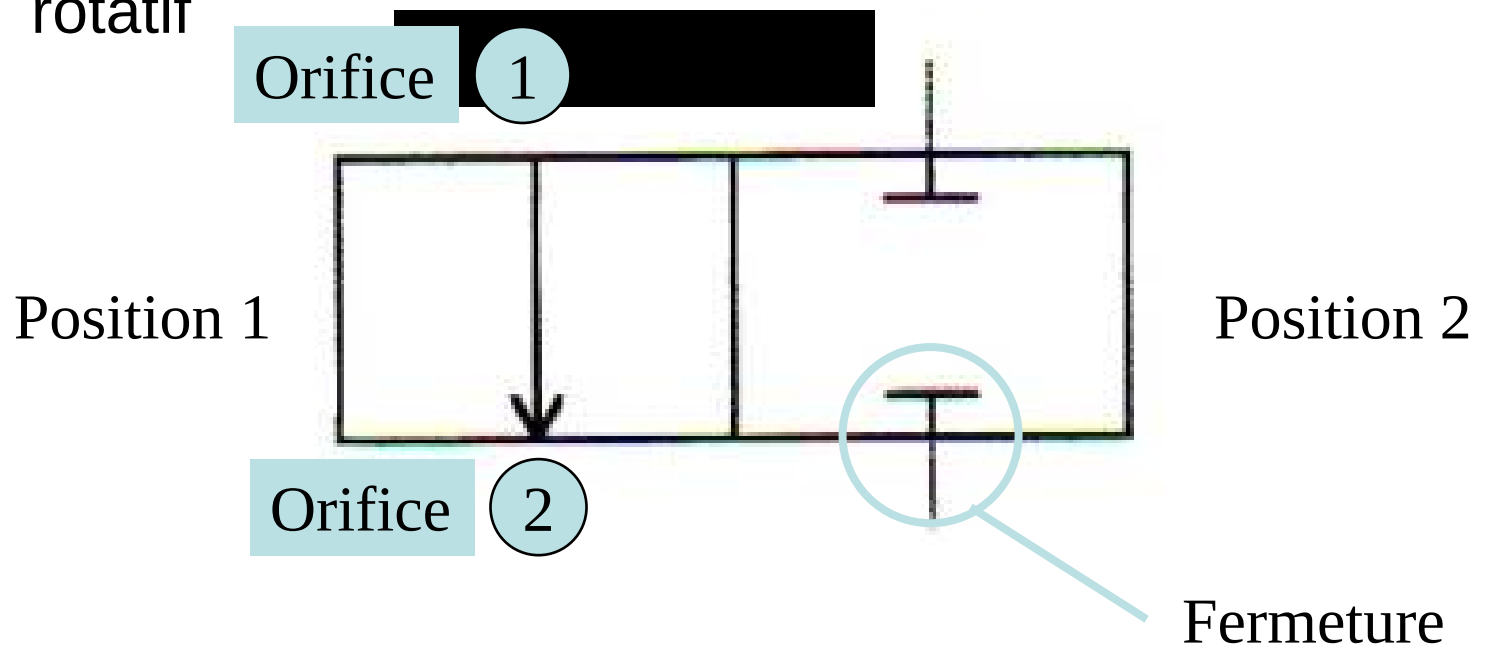
i = nombre d'orifices actifs qui correspond aux liaisons possibles avec l'environnement (hormis les éventuels orifices de pilotage)

j = nombre de positions distinctes (= nombre de cas d'interconnexions qu'il peut assurer).

Les vérins

- Convention distributeur

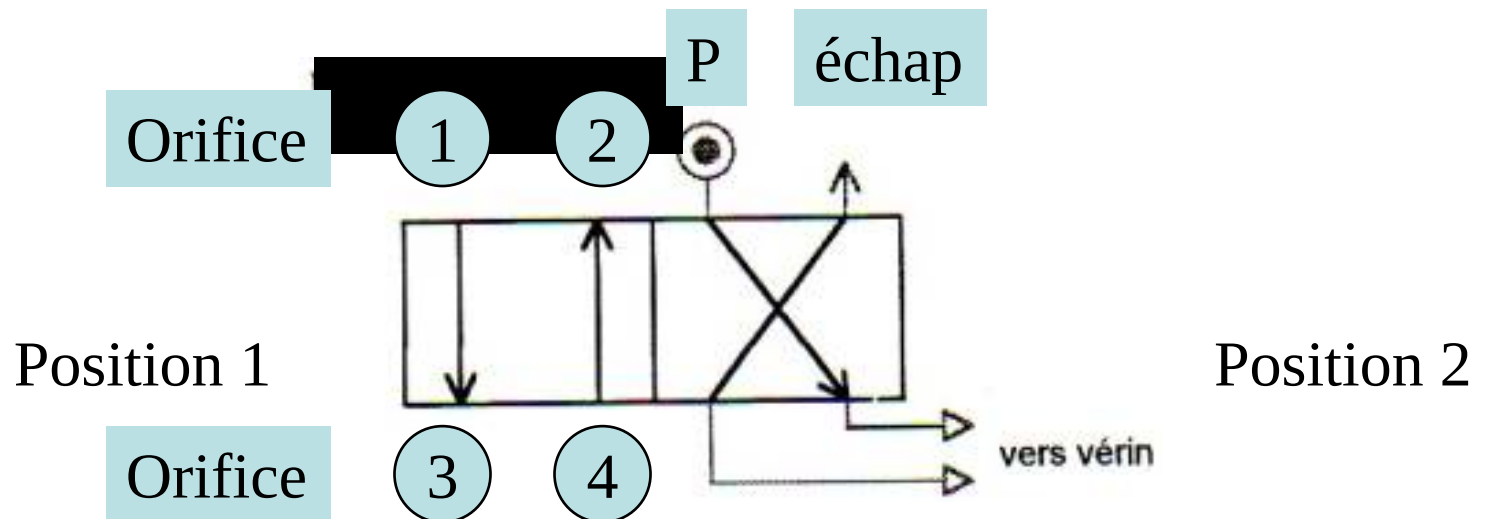
exemple : distributeur 2/2 pour simple effet ou vérin rotatif



Les vérins

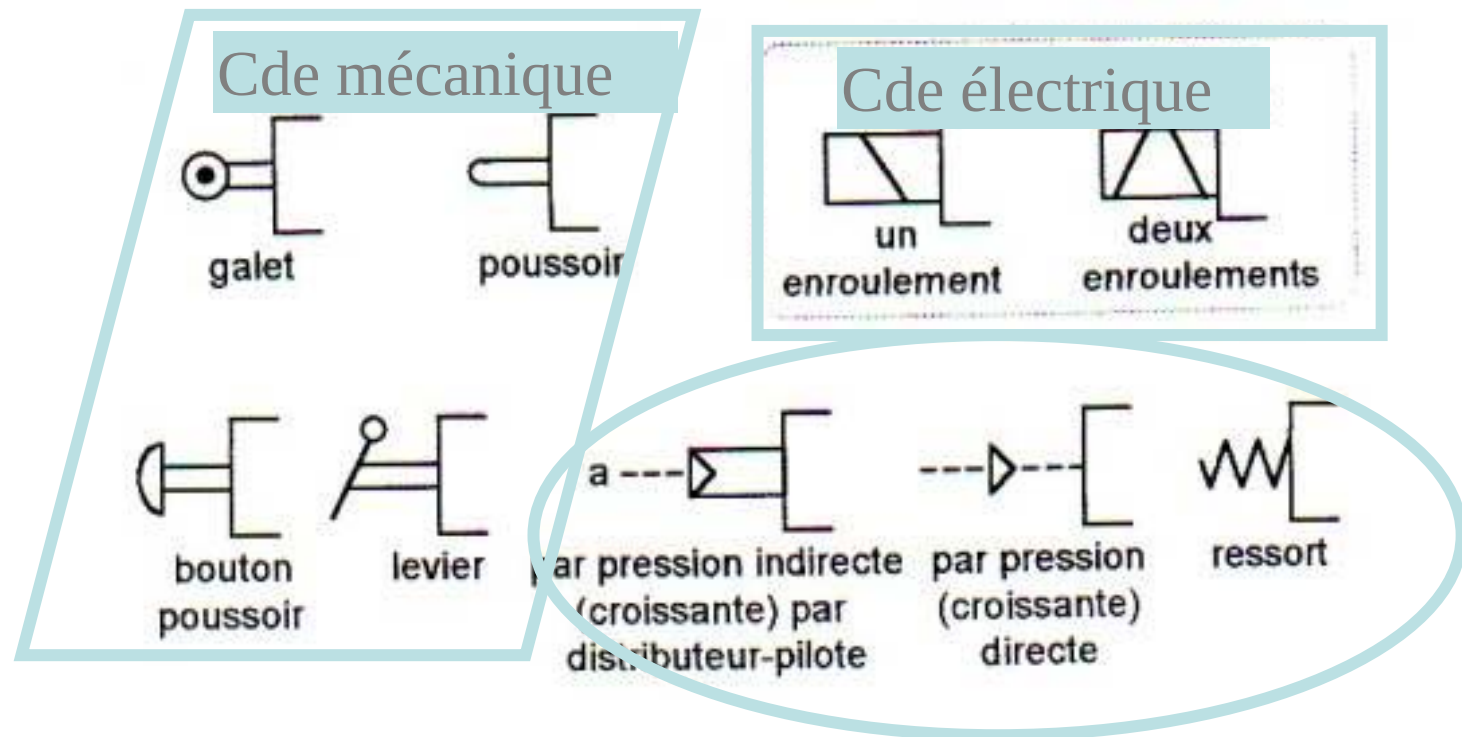
- Convention distributeur

autre exemple : distributeur 4/2 pour double effet



Les vérins

- Pilotage des distributeurs

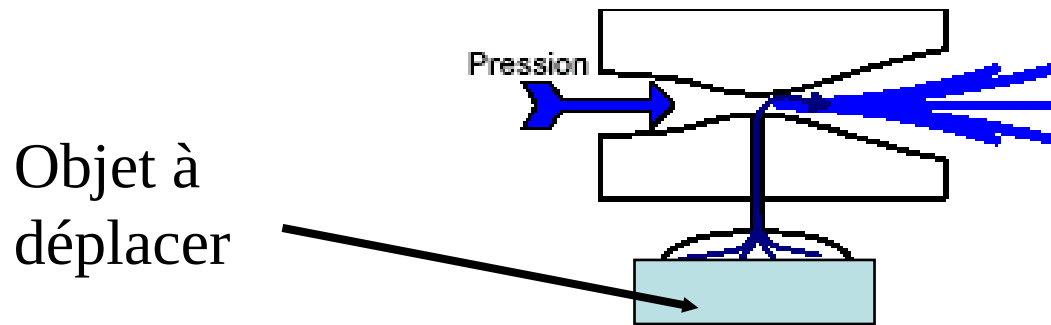


Un mot sur les ventouses

- La ventouse est un actionneur qui agit en utilisant la dépression.
- Le « vacuum » est créé par un éjecteur à buse ou Venturi.



Un mot sur les ventouses



La pression d'air appliquée à l'entrée de l'éjecteur crée une chute de pression dans l'endroit où le passage est le plus étroit, car la vitesse du jet d'air est maximale à cet endroit. Si la ventouse est appuyée sur un objet, le vacuum créé par l'éjecteur diminue la pression d'air dans l'espace fermé entre la ventouse et l'objet.

Un mot sur les ventouses

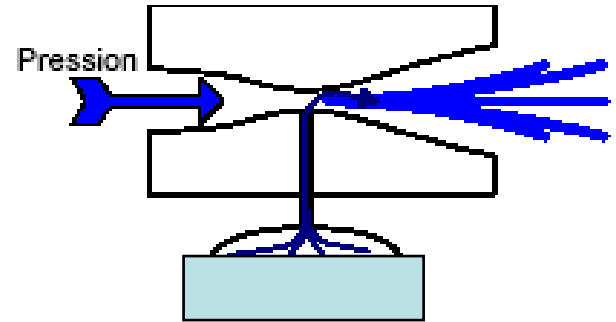
La force de préhension de la ventouse est calculée comme suit :

$$F = P_{atmosphère} - P_{vacuum} \times S$$

S : surface circulaire de la ventouse

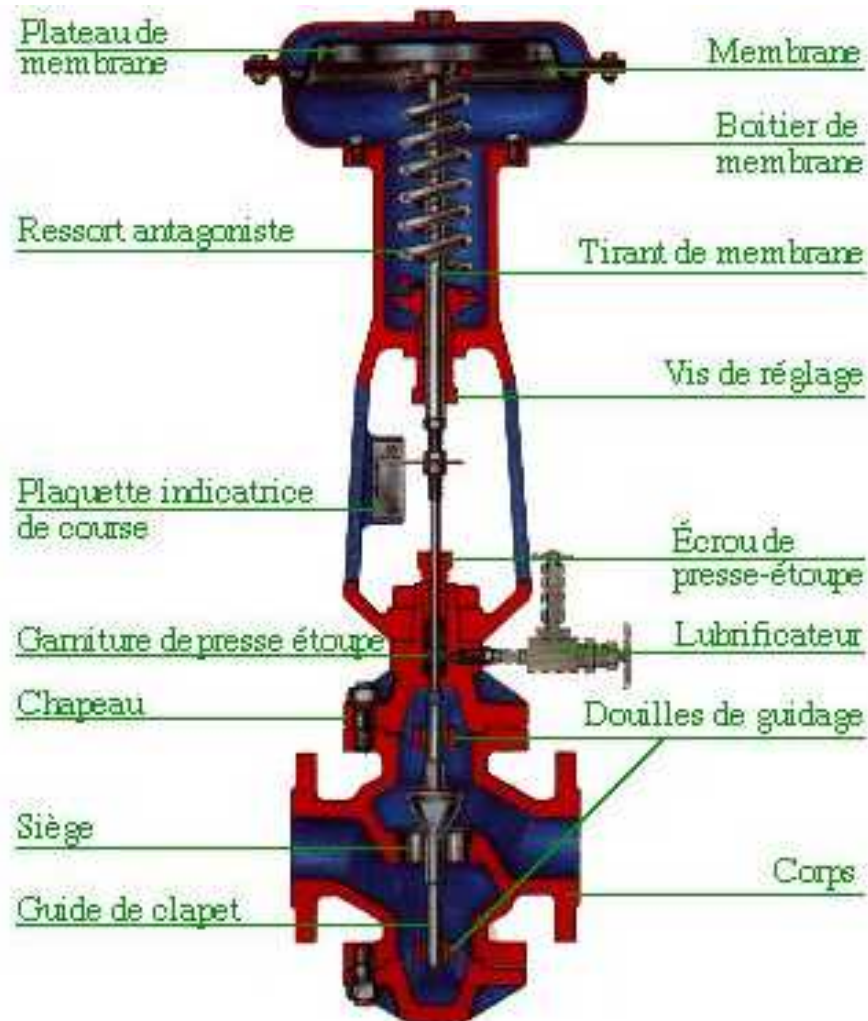
$P_{atmosphère}$: pression atmosphérique

P_{vacuum} : pression de vacuum.



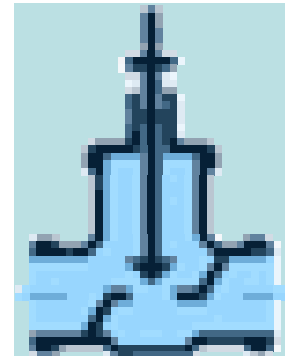
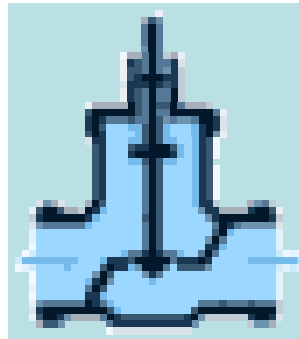
Ex : une ventouse d'un diamètre de 50 mm et dont la pression de vacuum est 20% de la pression atmosphérique peut développer une force de préhension de 40 Newton.

Les Vannes et électrovannes



Les Vannes

Fermée / ouverte



Les Vannes

- Circuit électromagnétique :

à noyau plongeur :

bobine de l'électro-aimant montée autour d'un tube étanche dans lequel se déplace le noyau magnétique mobile solidaire du clapet.

à électro-aimant feuilleté :

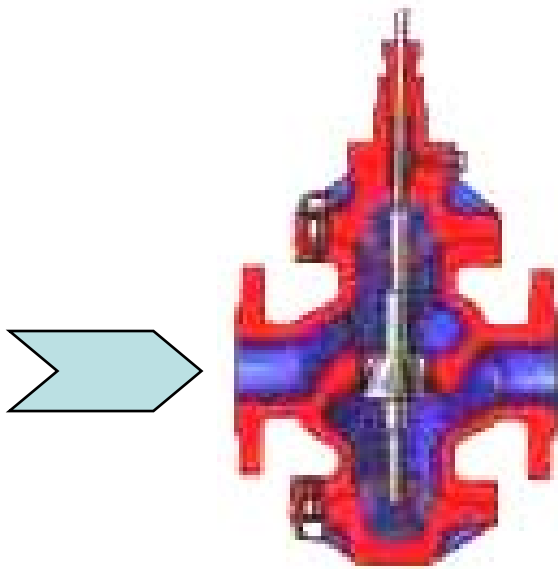
bobinage intégré au sein d'une structure fixe de tôles feuilletées. Lors de sa mise sous tension, il attire une masse magnétique mobile de même structure, solidaire du clapet.

Alimentation : CA : 12, 24, 48, 110, 230, 380 V/50 Hz

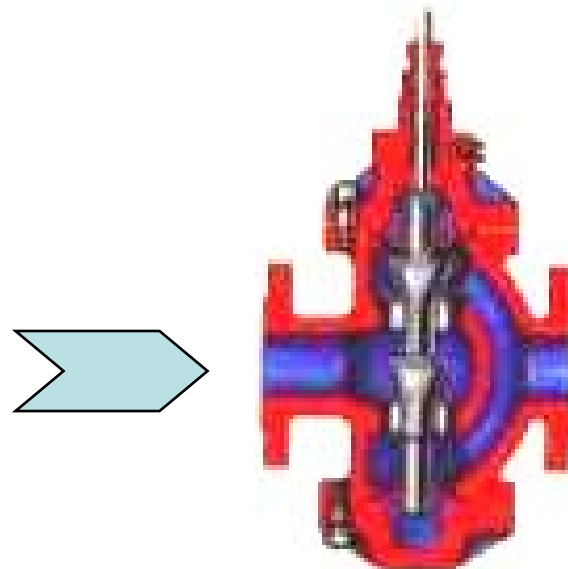
CC : 12, 24, 48, 72, 110, 125, 220 V

Les Vannes

- Différent types de vannes



Simple siège



Double siège

Les Vannes

- Différent types de vannes



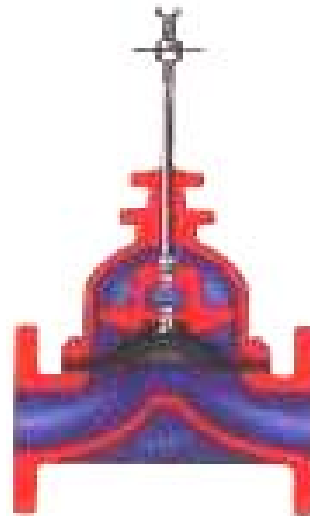
A cage



Papillon

Les Vannes

- Différent types de vannes



A membrane

Les moteurs pas à pas

Un moteur pas à pas transforme une impulsion électrique en une énergie mécanique permettant le déplacement angulaire du rotor appelé “ pas ”.



On doit alimenter leurs bobines dans un ordre bien précis, faisant appel à une logique de commande déterminée.

Utilisation : robotique, les lecteurs disquettes, disques durs ou encore imprimantes.

Les moteurs pas à pas

Trois types de moteurs pas à pas :

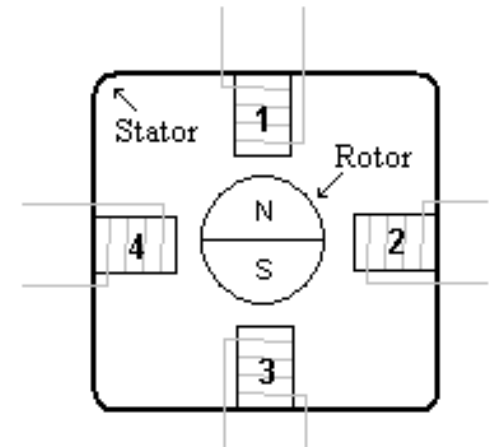
- à aimants permanents,
- à réluctance variable
- moteurs hybrides.

Parmi les moteurs à aimants permanents et hybrides, on distingue les moteurs unipolaires et bipolaires

Les moteurs pas à pas

moteurs pas à pas à aimants permanents :

Le rotor est formé d'un aimant bipolaire (un pôle Nord et un pôle Sud)
Le stator supporte les bobinages.
Ceux-ci peuvent être raccordés de façon à former des moteurs unipolaires ou bipolaires.



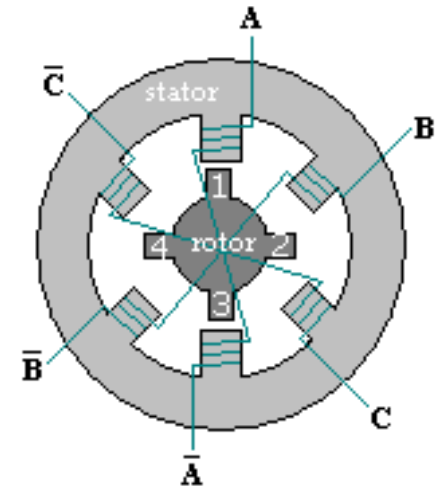
Les moteurs pas à pas

moteurs pas à pas à réluctance variable :

Rotor fabriqué en acier doux non magnétique dans lequel sont taillées des dents.

Le stator supporte des bobinages opposés par paires.

Les dents du noyau de fer doux se positionnent dans l'axe du flux créé par les enroulements diamétralement opposés. Le sens du courant n'a donc pas d'importance ici.



Les moteurs pas à pas

moteurs pas à pas hybride :

Superposition du principe des moteurs à aimants permanents et du principe des moteurs à réluctance variable, combinant les avantages des deux.

Le rotor est aimanté : entre deux disques dentés décalés mécaniquement est inséré un aimant permanent dont les dents Nord Sud viennent se placer face aux bobines activées par le passage d'un courant.

Les moteurs pas à pas

<i>Type de moteurs :</i>	<i>Aimant permanent</i>	<i>Reluctance variable</i>	<i>Hybride</i>
Nombre de pas par tour	Moyen	Assez important	Elevé
Couple moteur	Elevé	Faible	Elevé
Sens de rotation	Dépend du sens du courant et de l'ordre d'alimentation des bobines	Dépend seulement de l'ordre d'alimentation des bobines	Dépend du sens du courant et de l'ordre d'alimentation des bobines
Vitesse de rotation	Faible	Grande	Grande

Les moteurs pas à pas

Caractéristiques des moteurs pas à pas :

Nombre de pas par tour : plus il est élevé, plus la précision obtenue sera grande :

ex. moteur de 200 pas/tour, à chaque pas, le moteur tournera de $360^\circ/200=1,8^\circ$. Généralement, les moteurs pas à pas ont des pas variant de 15° (24 pas par tour) à $0,9^\circ$ (400 pas par tour).

Tension d'alimentation : trois volts à qqes dizaines de volts. Suivant la résistance ohmique des bobinages, la consommation des moteurs pas à pas peut atteindre plusieurs ampères.

Les moteurs pas à pas

Caractéristiques des moteurs pas à pas :(suite)

Couples du moteur :

- couple dynamique : c'est le couple disponible sur l'arbre lorsque le moteur est en marche
- couple de détente : c'est le couple obtenu lorsque le moteur à aimant permanent ou hybride est hors tension
- couple de maintien : couple auquel peut résister un moteur à l'arrêt, ses enroulements correspondants restant alimentés de façon permanente.

Les moteurs pas à pas

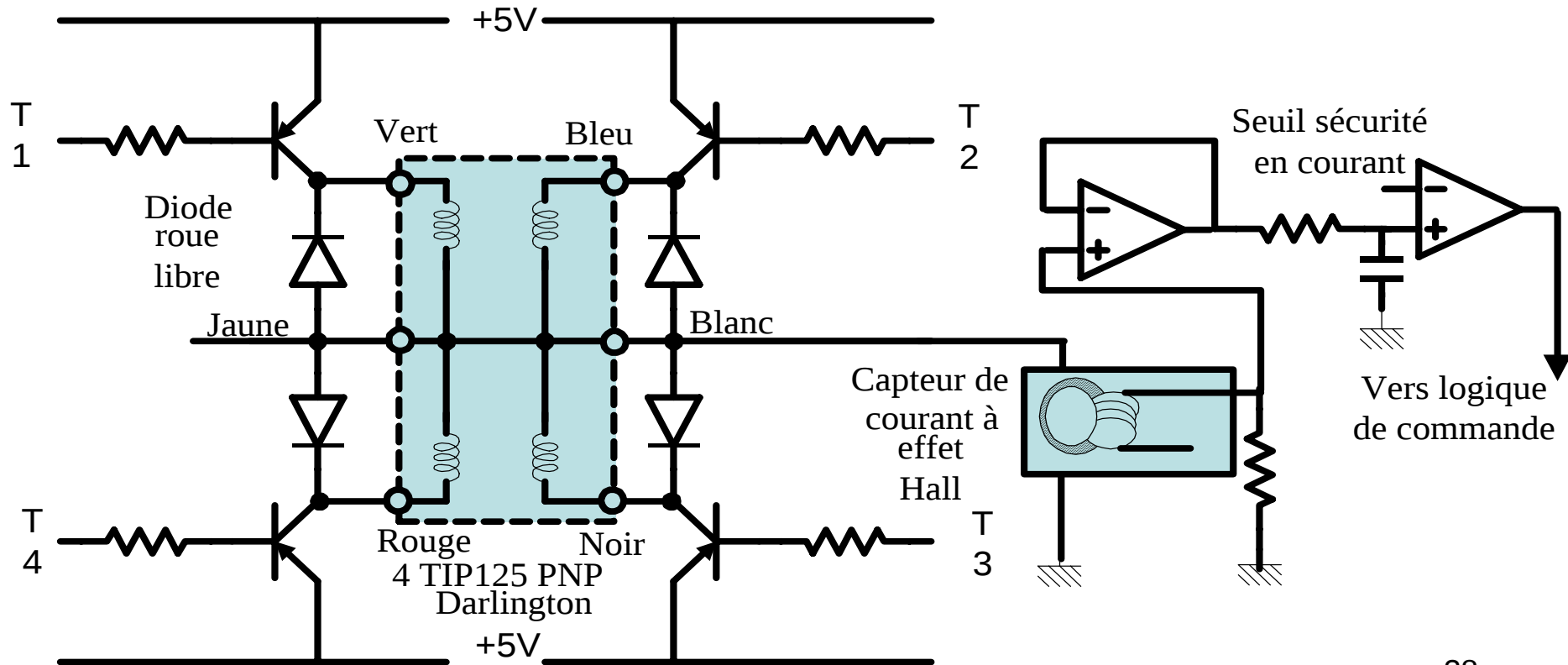
Caractéristiques des moteurs pas à pas :(suite)

Fréquence maximale de pas au démarrage au dessus de laquelle le rotor ne peut plus entrer en rotation,

Fréquence maximum des pas après démarrage au delà de laquelle le rotor se bloque.

Les moteurs pas à pas

Commandes des moteurs pas à pas :



Les moteurs pas à pas

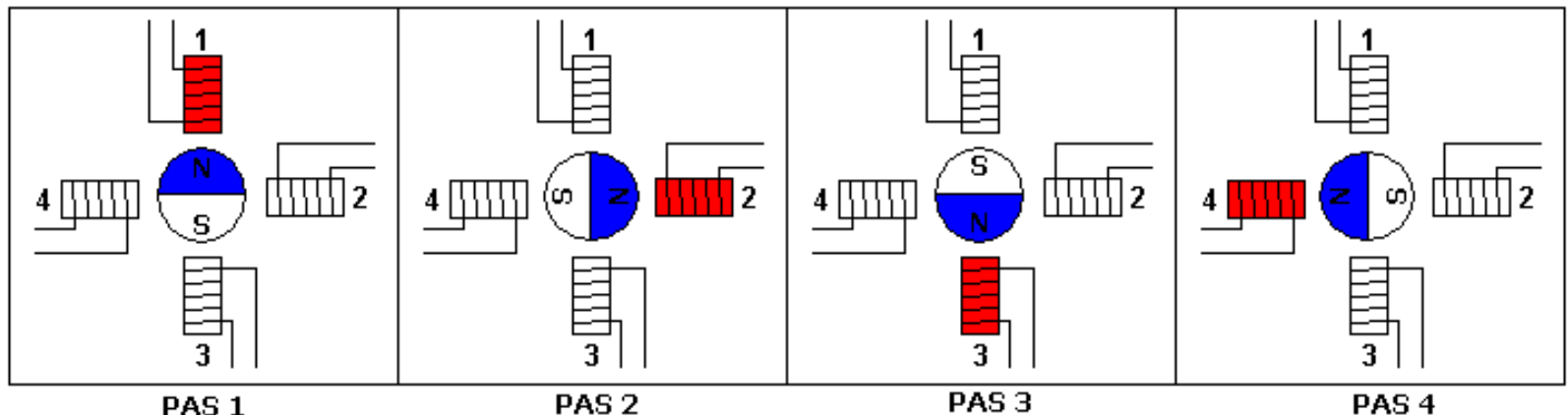
Commandes des moteurs pas à pas :

- en pas entier

monophasé

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
PAS 1	1	0	0	0
PAS 2	0	1	0	0
PAS 3	0	0	1	0
PAS 4	0	0	0	1

(ex à 4 pas, 4 phases)



Les moteurs pas à pas

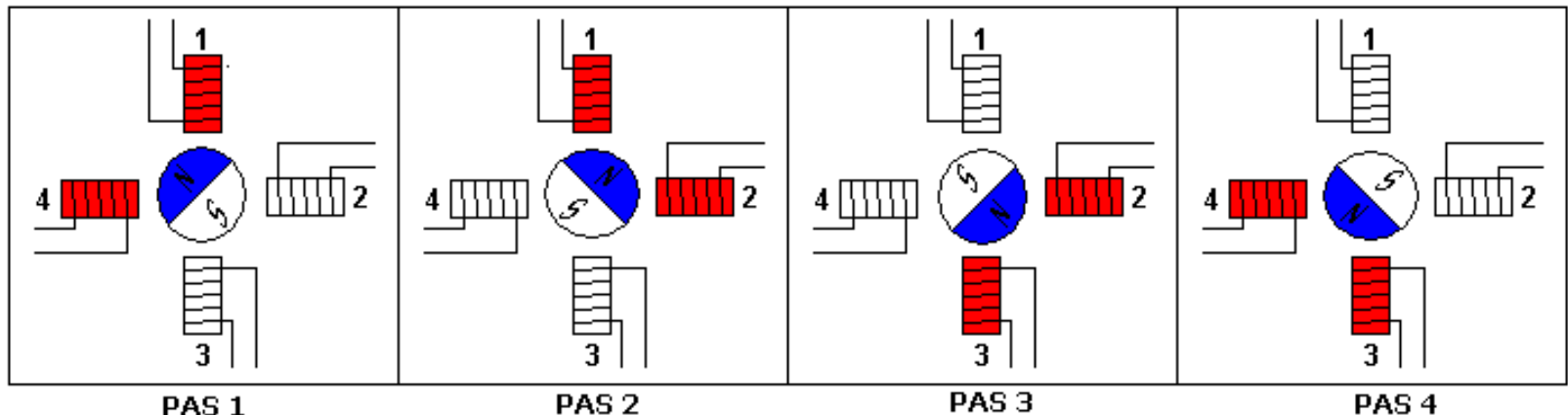
Commandes des moteurs pas à pas :

- en pas entier

biphasé

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
PAS 1	1	0	0	1
PAS 2	1	1	0	0
PAS 3	0	1	1	0
PAS 4	0	0	1	1

(ex à 4 pas, 4 phases)



Les moteurs pas à pas

Avantages /inconvénients du mode pas entier :

- précision égale au pas
- mouvement saccadé
- couple faible en monophasé, mais 2 fois plus grand en biphasé
- vitesse « élevée »

Les moteurs pas à pas

Commandes des moteurs pas à pas :

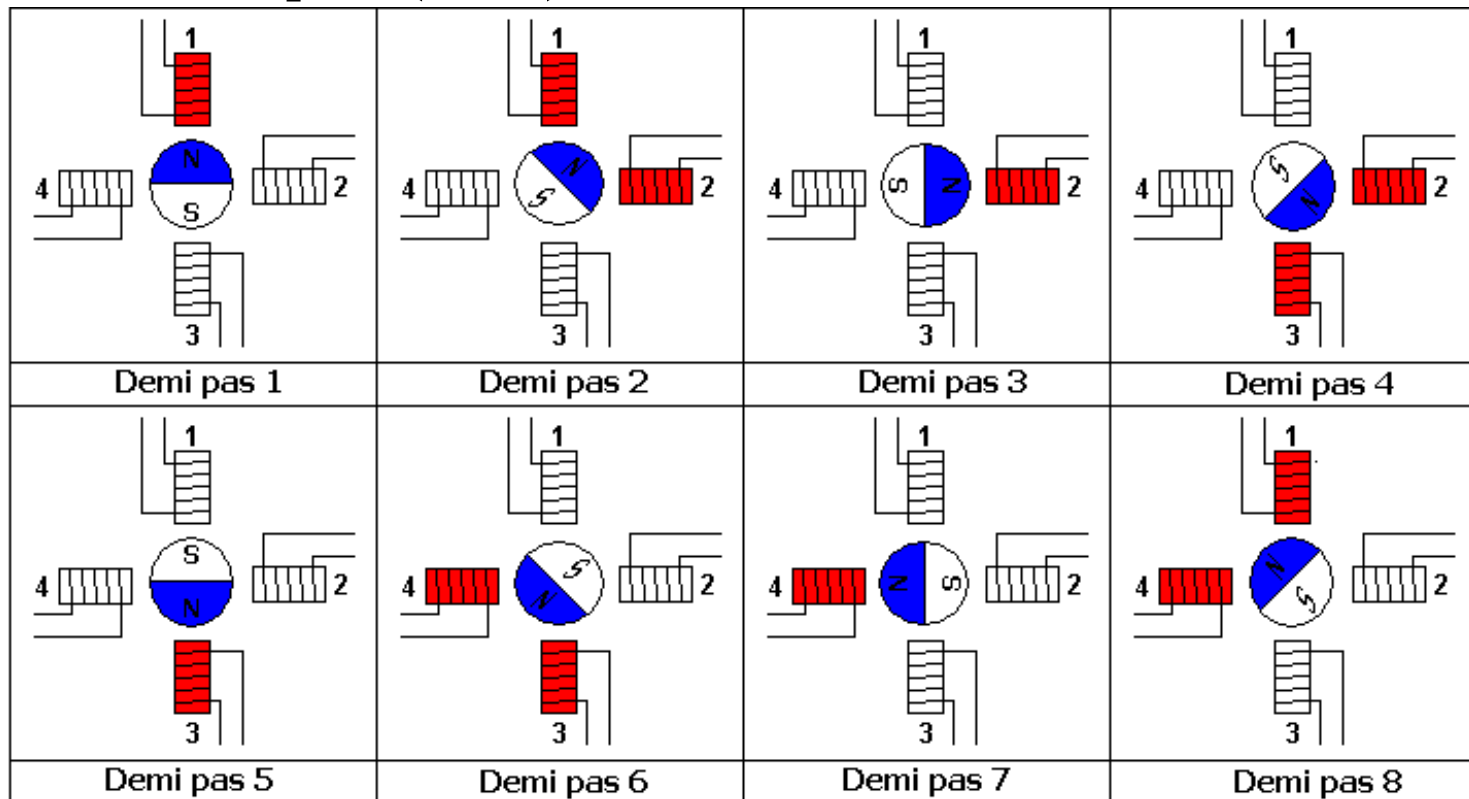
- en demi pas

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Demi pas 1	1	0	0	0
Demi pas 2	1	1	0	0
Demi pas 3	0	1	0	0
Demi pas 4	0	1	1	0
Demi pas 5	0	0	1	0
Demi pas 6	0	0	1	1
Demi pas 7	0	0	0	1
Demi pas 8	1	0	0	1

Les moteurs pas à pas

Commandes des moteurs pas à pas :

- en demi pas (suite)



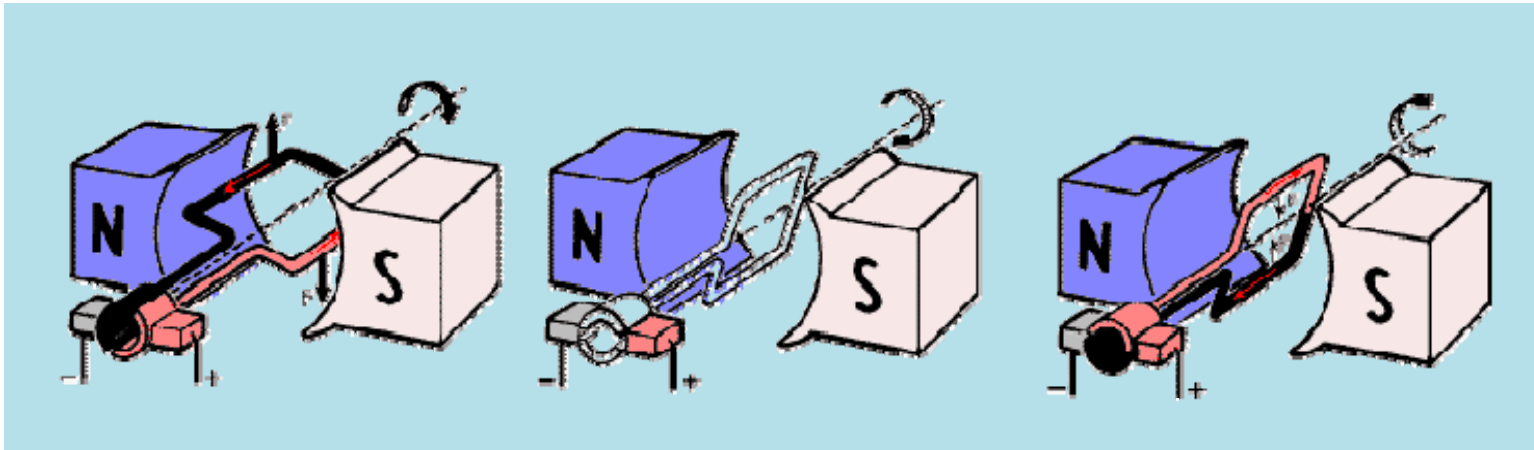
Les moteurs pas à pas

Avantages /inconvénients du mode demi pas :

- commande plus précise
- mouvement moins saccadé
- couple variable suivant la position de l'aimant sur une bobine ou entre deux enroulements,
- risque de faire sauter des pas suivant le poids supporté par le rotor.
- mode de commande est inadapté aux applications nécessitant une vitesse importante

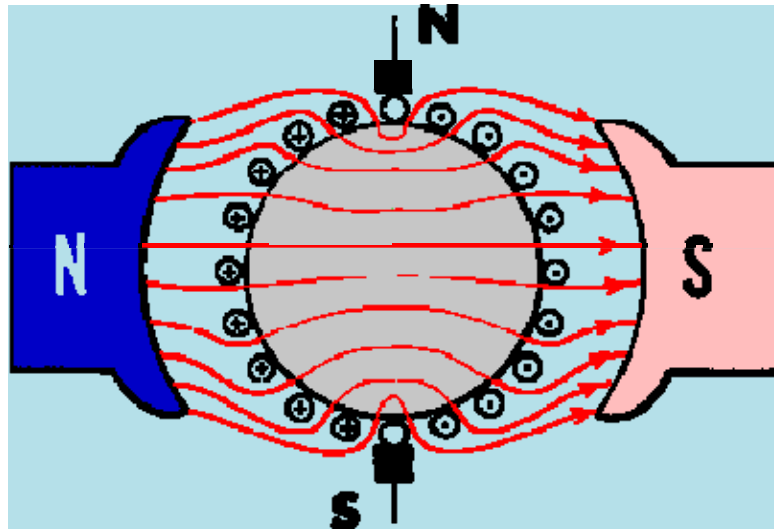
Les moteurs courant continu

- Principe moteur CC à aimant permanent



Les moteurs courant continu

- Principe moteur CC à aimant permanent



Les moteurs courant continu

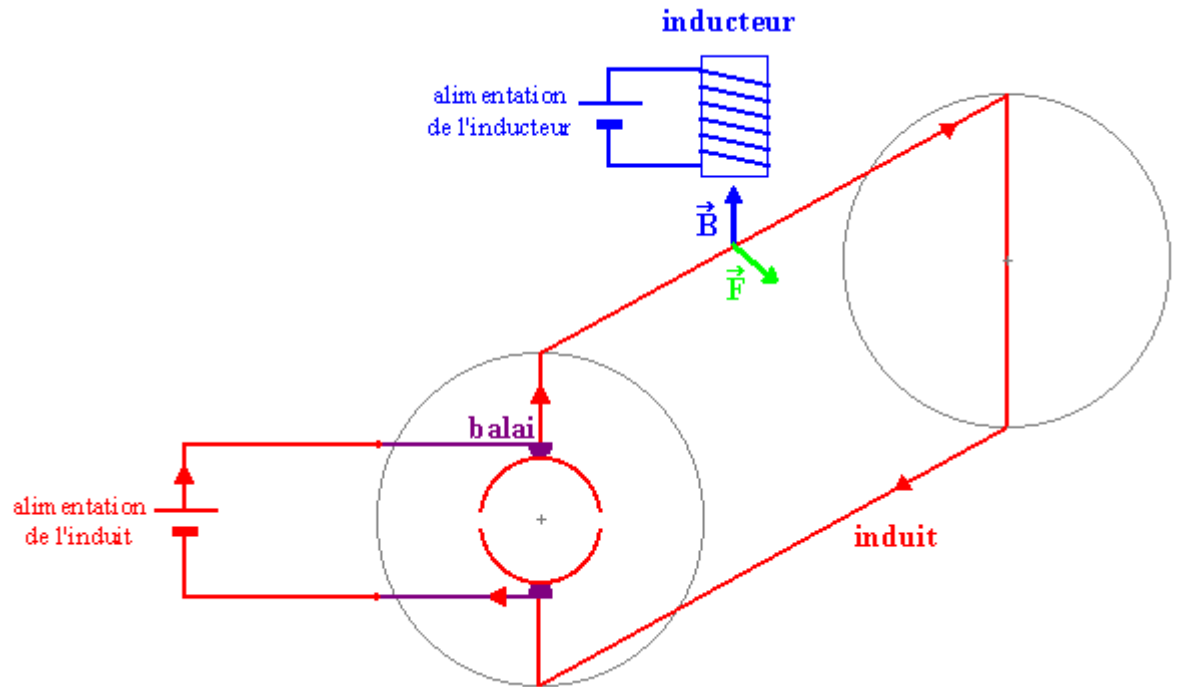
Les imperfections du moteur à courant continu :

- Pertes mécaniques par frottement secs => Couple de cédage : couple minimum pour vaincre les frottements secs.
- Pertes par frottement visqueux : fonction de la vitesse.
- Pertes Joules dans l'induit (bobinage, balais et collecteur)

Les moteurs courant continu

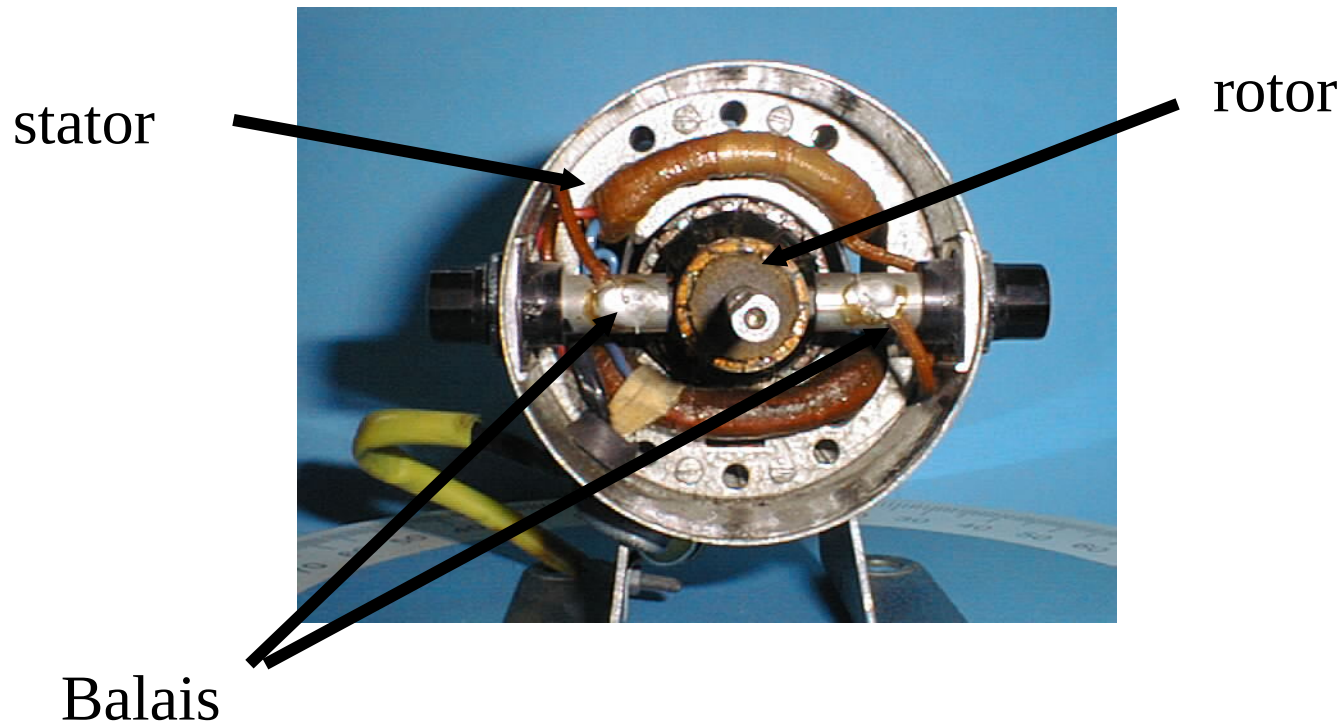
- Le moteur à courant continu et excitation séparée

L'aimant est remplacé par un enroulement sur le stator qui produit un champ constant



Les moteurs courant continu

- Le moteur à courant continu



Les moteurs courant continu

- Le moteur à courant continu et excitation séparée.

Deux enroulements indépendants :

- Le premier dit “ inducteur ” génère un champ magnétique permanent,
 - le second dit “ induit ” est bobiné sur le rotor.
- Le schéma électrique équivalent de l’induit est un réseau $R, L, E_{f_{cem}}$ série.

Les moteurs courant continu

- La force contre électromotrice est égale à :

$$E_{\text{fcem}} = K.\Phi.\Omega$$

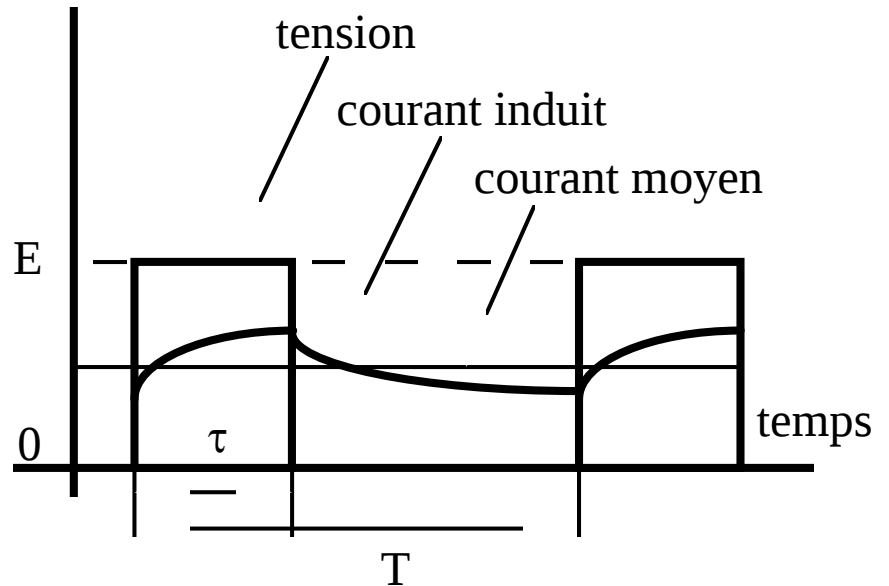
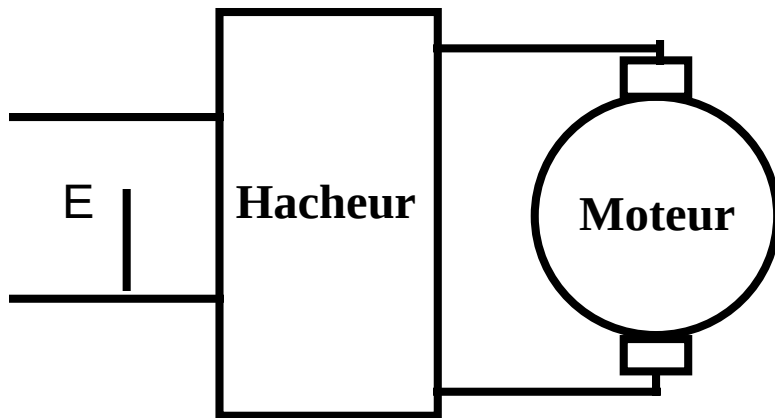
avec : Φ est le flux généré par l'excitation
 Ω la vitesse de rotation.

Si l'on asservit le courant d'induit, on pilotera le moteur à couple constant quelque soit la charge.

Si l'on mesure la vitesse de rotation de l'arbre, on pourra alors réaliser une commande en vitesse.

Les moteurs courant continu

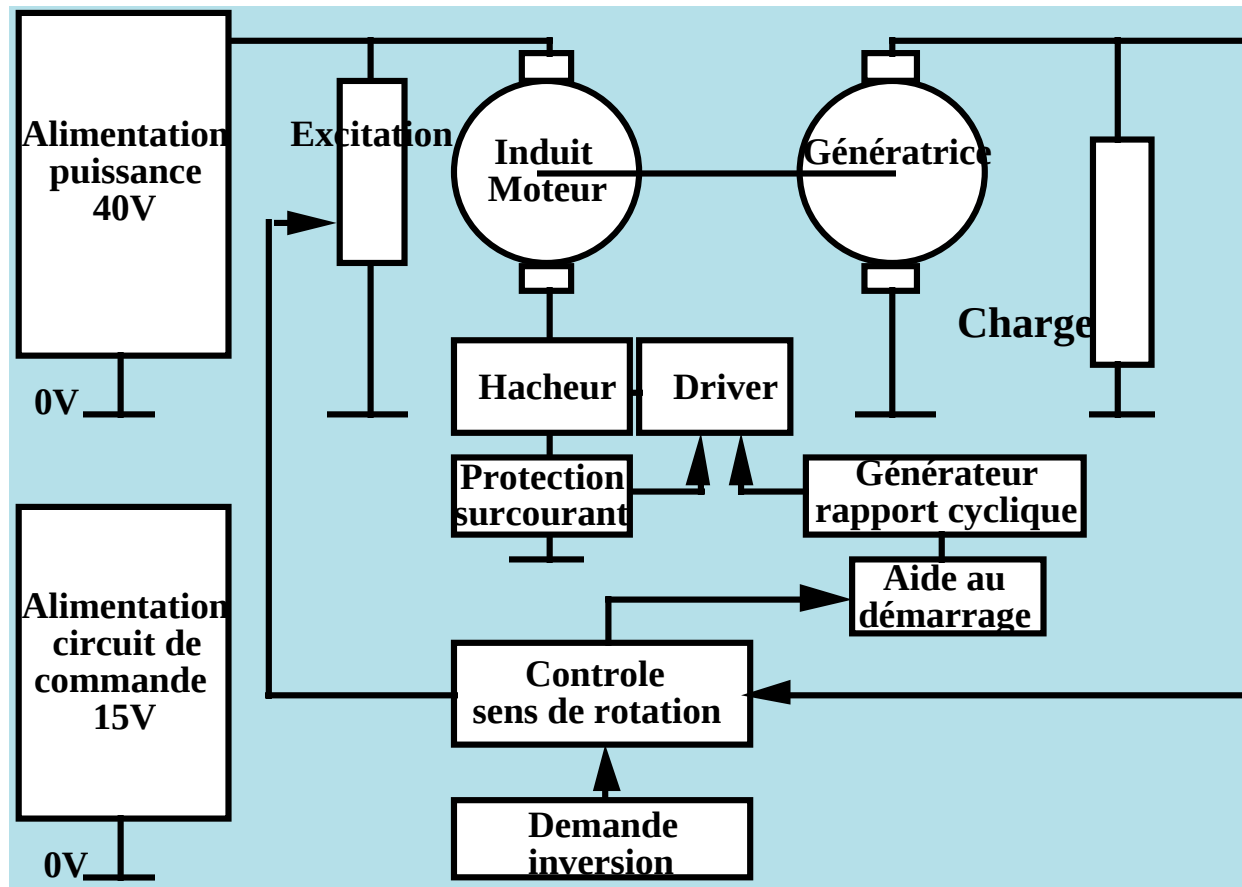
- Commande par un hacheur



$$I_{\text{moyen}} = f(\text{rapport cyclique})$$

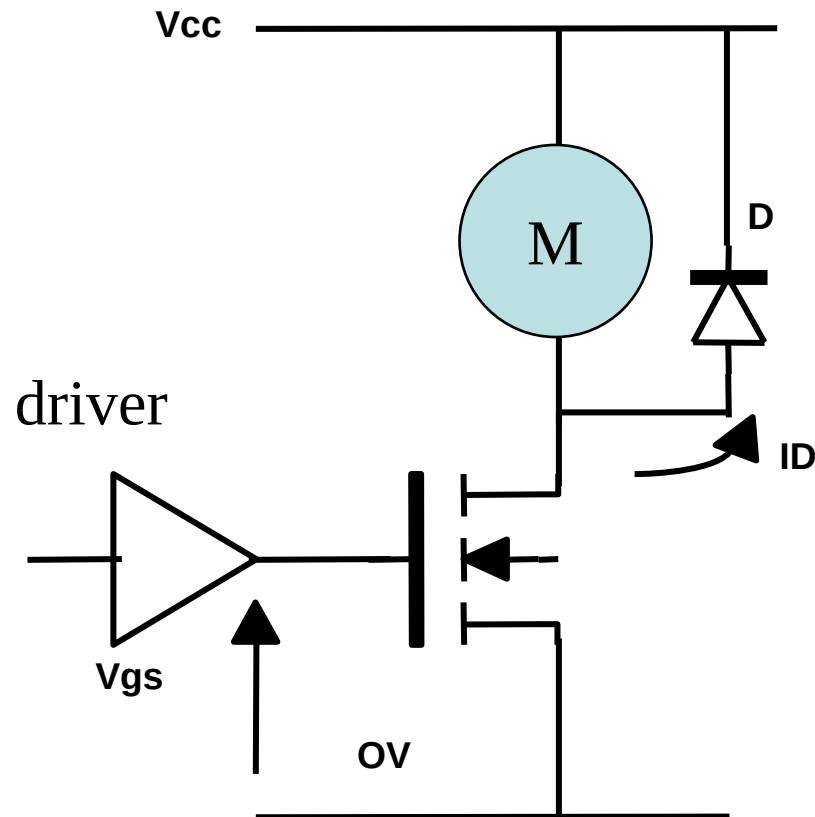
Les moteurs courant continu

- Ex de commande : synoptique général



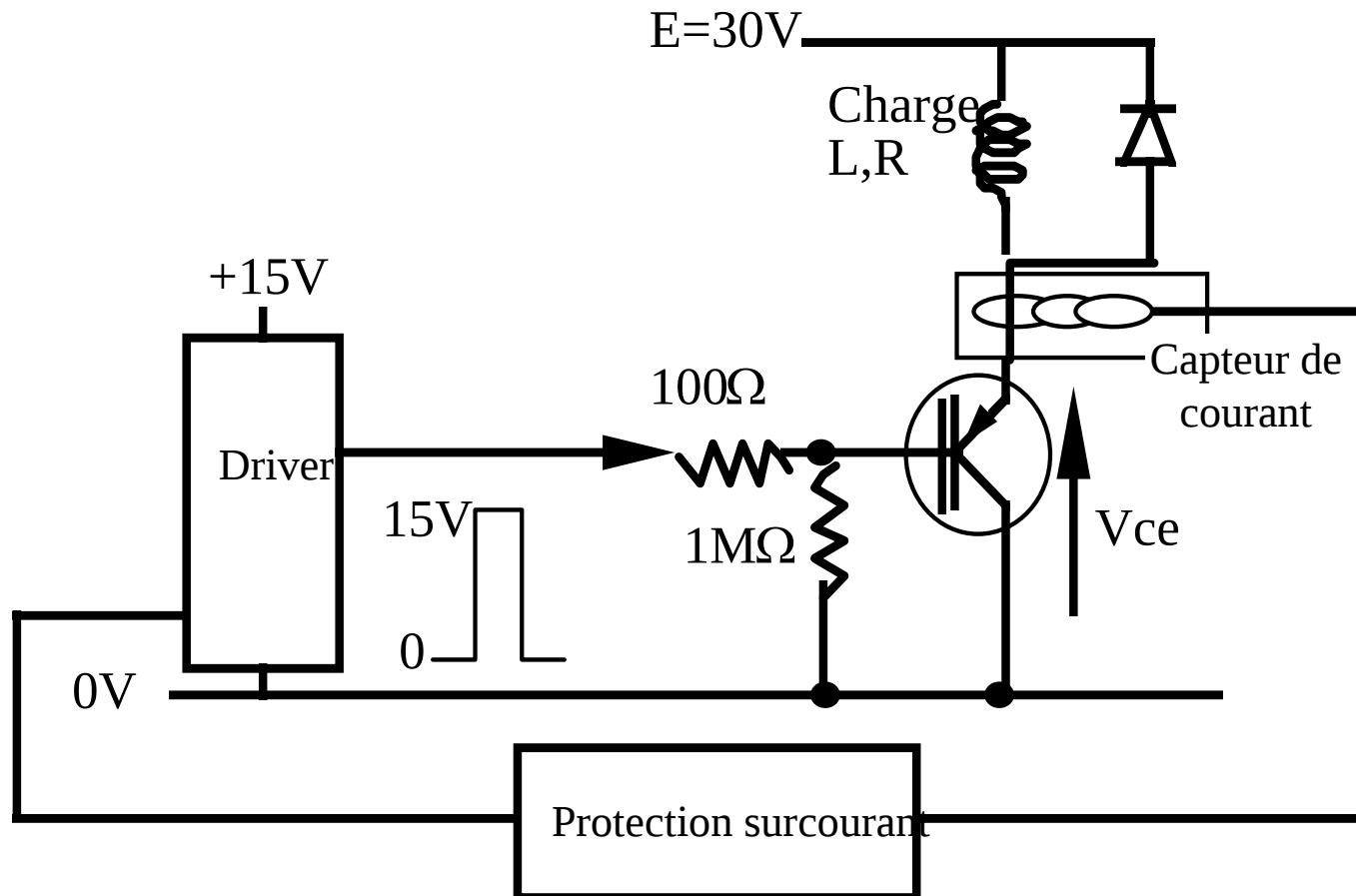
Les moteurs courant continu

- Ex de commande : driver et hacheur à MOS



Les moteurs courant continu

- Ex de commande : contrôle du courant



Actionneurs tout ou rien

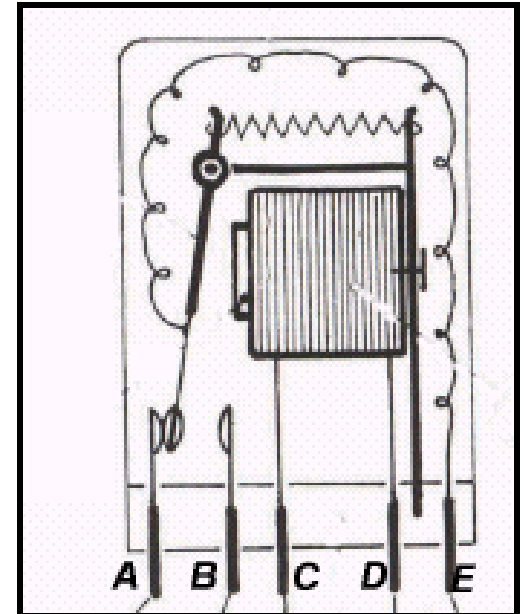
- **Le relais** : pour des charges électrique et courant $< 10A$

→ une bobine génère un champ magnétique lorsqu'elle est

traversée par un courant électrique.

→ Une lame mobile ouvre et ferme d contacts.

→ Deux bornes extérieures (C et D) permettent de connecter la bobine avec d'autres éléments électriques.



Actionneurs tout ou rien

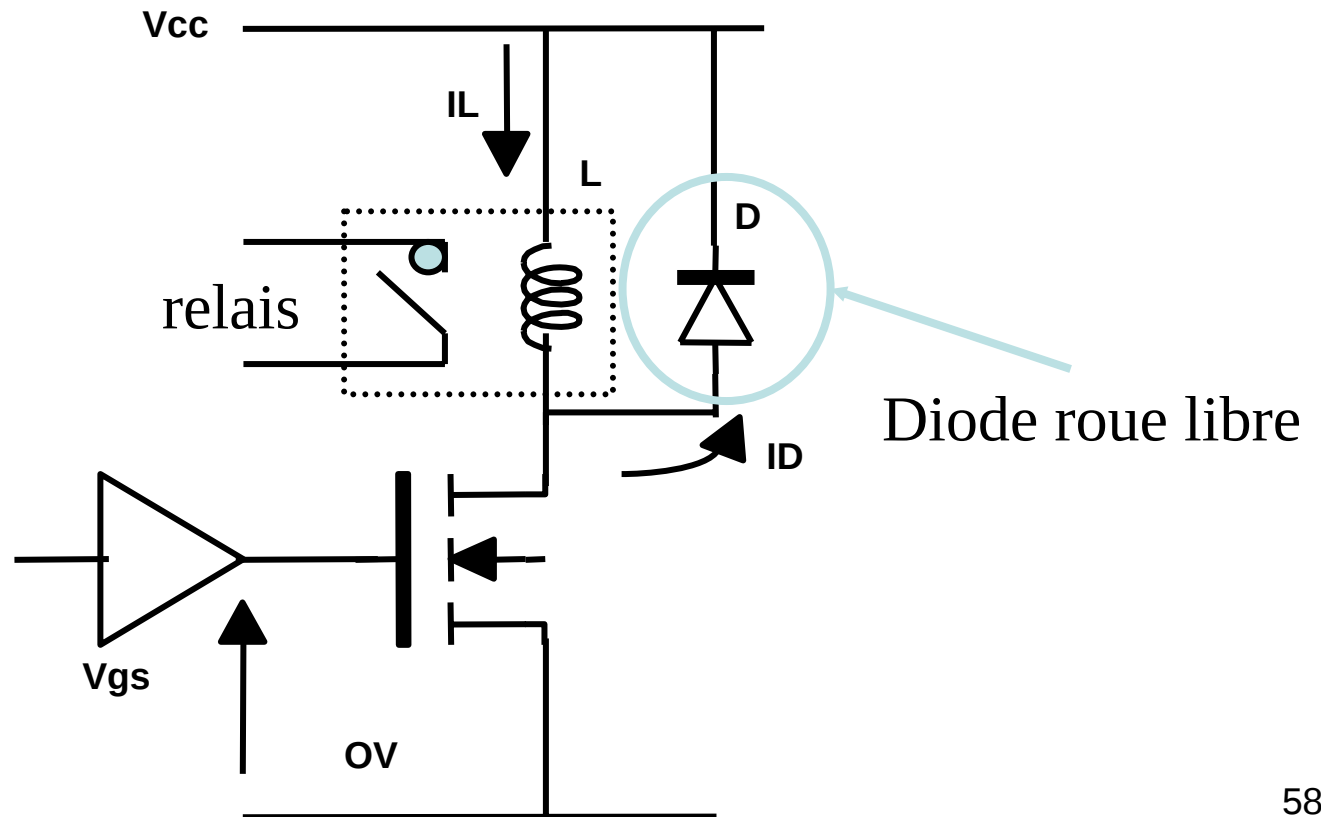
➔ Lorsqu'il n'y a pas de courant dans la bobine, la lame mobile est à sa position de repos.

➔ Lorsqu'un courant circule dans la bobine, un champ magnétique apparaît et attire la lame. Le contact s'ouvre.

Cette situation dure tant qu'un courant traverse la bobine. La coupure de ce courant entraîne le retour de la lame à sa position de repos.

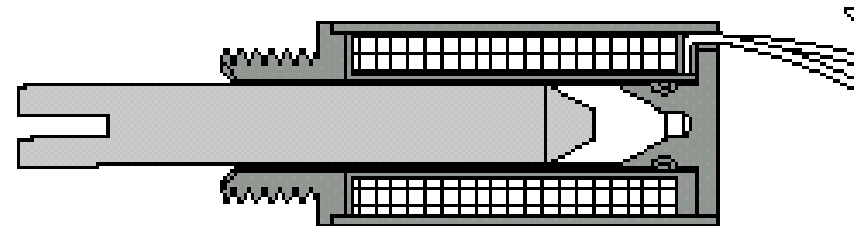
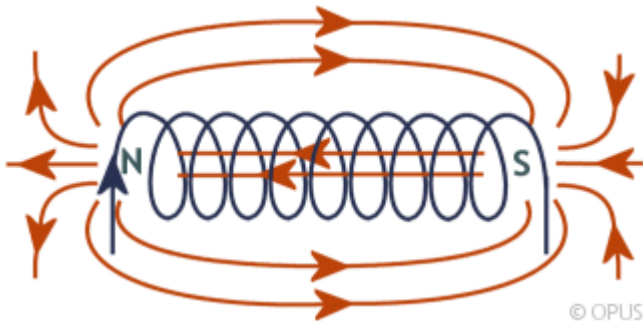
Actionneurs tout ou rien

Commande d'un relais :

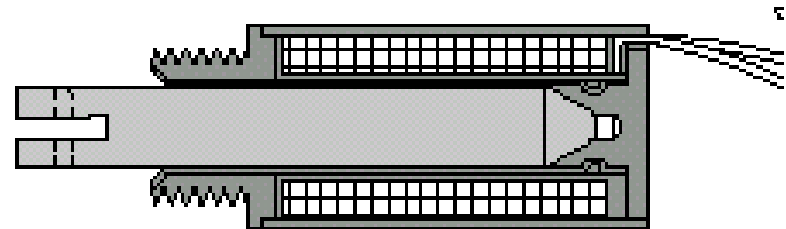


Actionneurs tout ou rien

- **Electroaimants** : constitués d'un circuit magnétique, d'une partie mobile (noyau plongeur par exemple) et d'une bobine qui lorsqu'elle est alimentée, autorise le mouvement de la partie mobile.



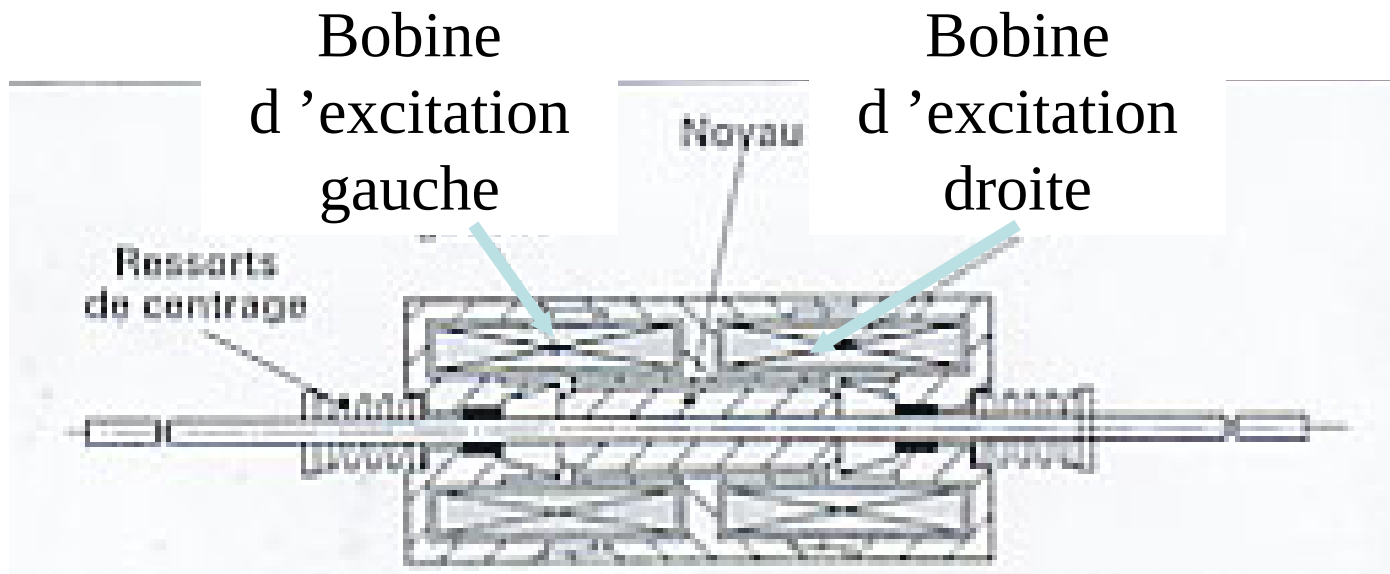
De-energized



Energized

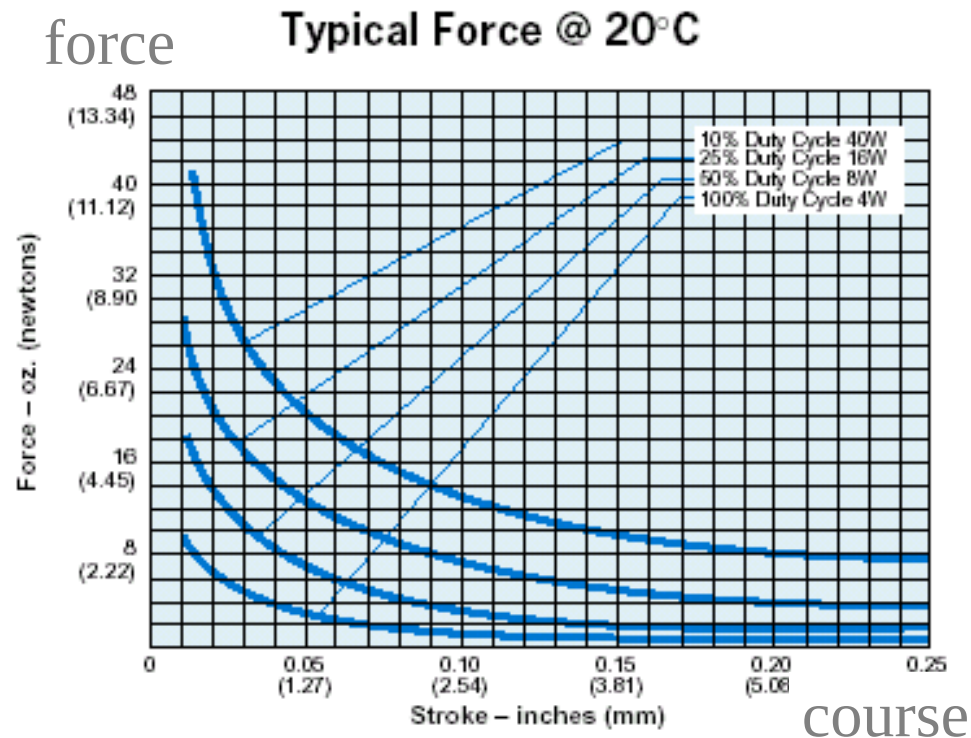
Actionneurs tout ou rien

- **Electroaimants : double effet**



Actionneurs tout ou rien

- Caractéristique statique : force = f(course)



(Source Ledex)

Actionneurs tout ou rien

- Caractéristique statique : (suite)

La forme de cette caractéristique dépend :

- de la géométrie du noyau plongeur
- de la forme l'alésage

Actionneurs tout ou rien

- ***Avantages :***
 - développer des poussées massiques très élevées sur de faibles courses
 - faible coût.
- ***Inconvénients***
 - course faible.

Utilisation : marteau piqueur, projecteur diapo, dactile...

Bibliographie

- Acquisition de données du capteur à l'ordinateur G.Ash, Ed Dunod
- Cours ESIEE Olivier Français
- Cours PDF Guy Gauthier (août 2001)
- <http://perso.wanadoo.fr/michel.hubin/capteurs/instru.htm>
- <http://www.poleira.com/lien/construc.htm> (liste fournisseurs en automatisme, capteurs,)
- Techniques de l'ingénieur S 7 852-1 Capteurs et méthodes pour la localisation des robots
- Rapport de stage ENSEIRB D. Paponneau (Etude et réalisation d'un bras robotisé commandé par microcontrôleur PIC)