

Formation en automatisme

MODULE 1

Les fondamentaux de l'automatisme et de l'instrumentation

Actionneurs

Points abordés

- Présentation du moteur
- Présentation du vérin
- Présentation de la résistance



Objectifs

- Connaître les actionneurs les plus utilisés

Pour rappel



Les **actionneurs** convertissent l'énergie d'entrée (électrique, pneumatique, hydraulique) en une énergie utilisable sous une autre forme.

Exemples:



Moteur

- Conversion d'une énergie **électrique** en énergie **mécanique** destinée à provoquer une rotation.
- Conversion d'une énergie **hydraulique** ou **pneumatique** en énergie **mécanique** généralement destinée à provoquer une translation.
- Conversion d'une énergie **électrique** en une énergie **thermique** destinée à chauffer.



Vérin



Resistance

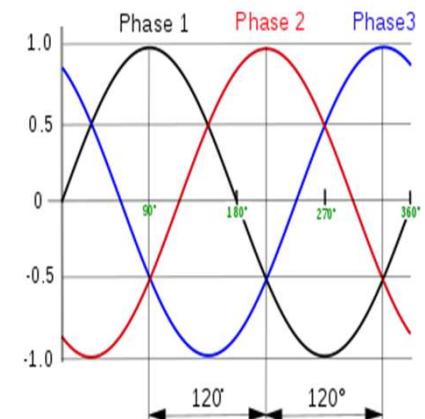
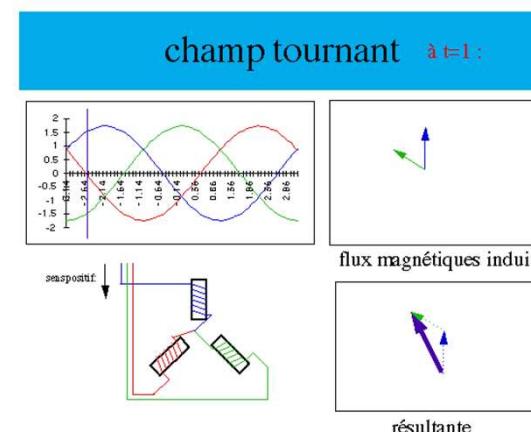
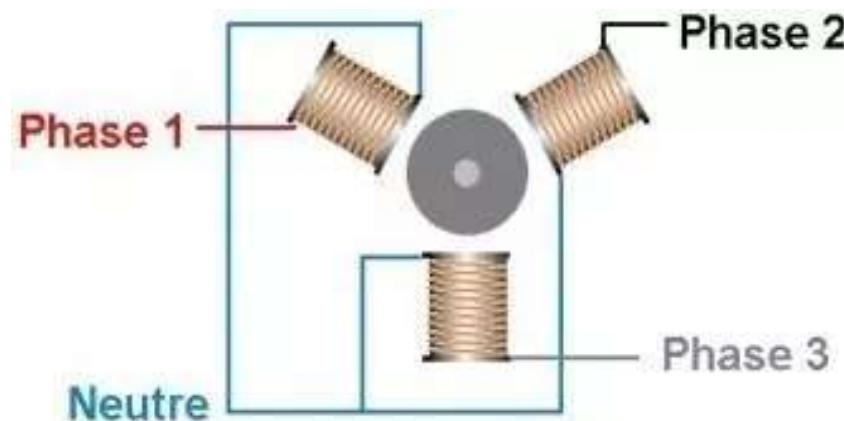
Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Description



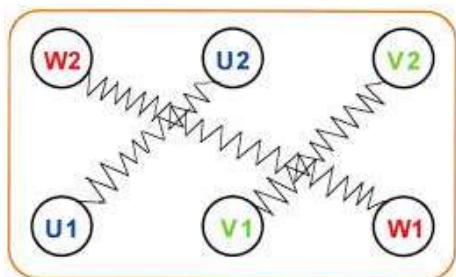
- Le moteur asynchrone est très largement utilisé dans l'industrie car il est simple à mettre en œuvre et peu cher à fabriquer.
- Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone repose sur la création d'un courant induit dans un conducteur lorsque celui-ci coupe les lignes de forces d'un champ magnétique.



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Raccordement



- Le branchement des bobines sur le réseau se fait au niveau de la plaque à borne située sur le dessus du moteur.
- On dispose ainsi de 6 connexions, repérées par une lettre et un chiffre, une pour chacune des extrémités des trois bobines.



Pour la connexion deux options sont possibles :

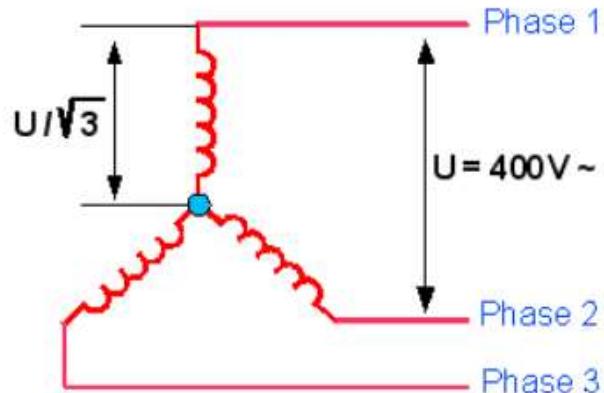
- Branchement en triangle
- Branchement en étoile



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Couplage étoile



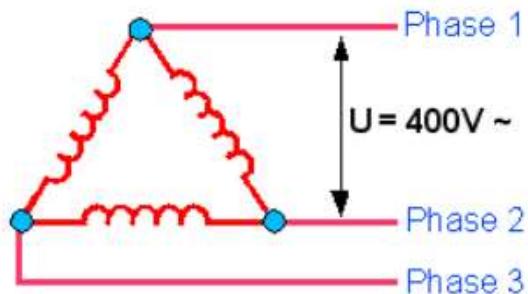
- Il s'utilise si la tension du réseau d'alimentation est égale à la tension du moteur.
- Si le moteur affiche une tension nominale 230/400 V et que celle de l'alimentation est 230/400V.



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Couplage triangle



- Chaque enroulement reçoit la tension appliquée, on l'utilise donc si la plus grande tension du réseau est égale à la plus petite tension du moteur.



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Détermination couplage réseau

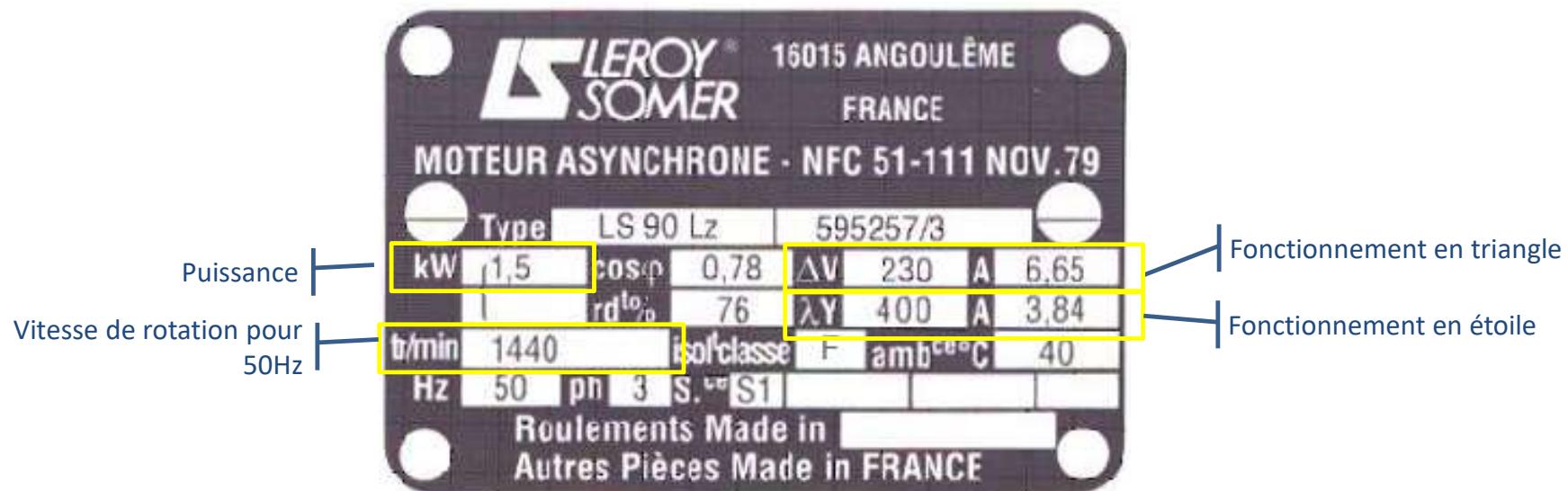
RESEAU MOTEUR	127/230 V	230/400 V	400/700 V	700/1200 V
127/230 V	Y			
230/400 V	Δ	Y		
400/700 V		Δ	Y	
700/1200 V			Δ	Y



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

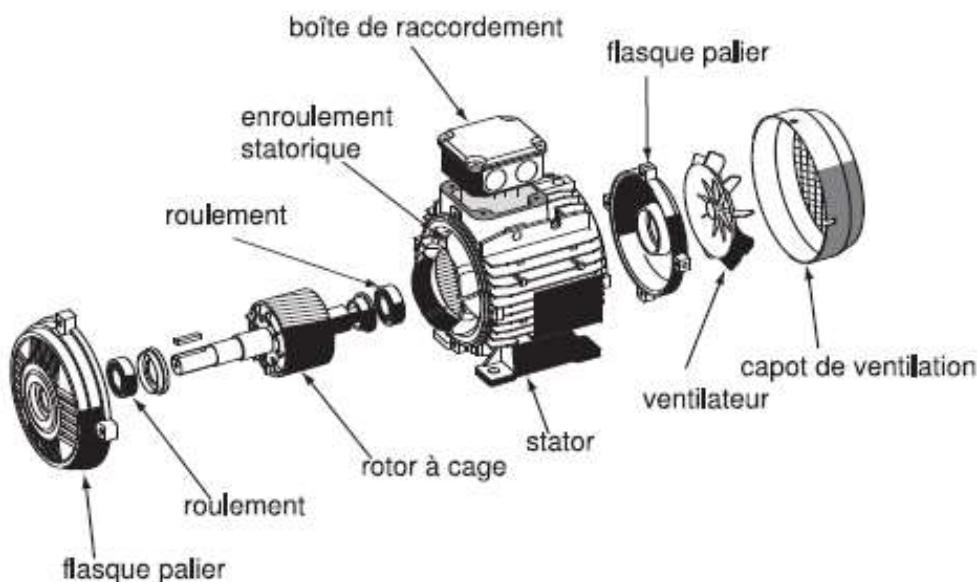
- Lecture d'une plaque signalétique d'un moteur triphasé asynchrone



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé – A cage

- Le moteur asynchrone triphasé à cage comporte 2 parties principales :
 - Stator (partie fixe du moteur comportant 3 enroulements)
 - Rotor (partie mobile du moteur)



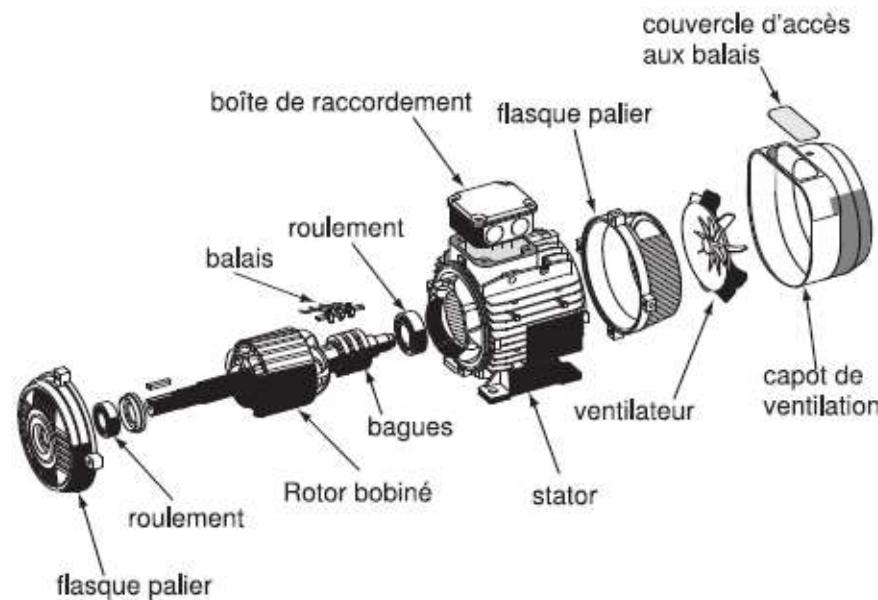
- Ici le rotor est constitué d'un empilage de tôles minces isolées entre elles formant un cylindre claveté sur l'arbre du moteur.



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé – A rotor bobiné

- Dans des encoches pratiquées à la périphérie du rotor sont logés des enroulements identiques à ceux du stator.
- Généralement le rotor est triphasé.
- A l'extrémité de chacun des enroulements est reliée à un point commun (couplage étoile).
- Les extrémités libres peuvent être raccordées sur un coupleur centrifuge ou sur 3 bagues en cuivre, isolés et solidaires du rotor.



Ici le rotor est bobiné



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Vitesse de synchronisme

- La vitesse de rotation de ce champ magnétique s'appelle vitesse de synchronisme.
- Sur les moteurs asynchrones, la vitesse de synchronisme dépend de la fréquence d'alimentation et du nombre de paires de pôles (p)

$$N_s = f/P$$

Ns: Vitesse de synchronisme (tr/s)

f: Fréquence (Hz)

P: Nombre de paires de pôles

Nombre de pôles	Vitesse de rotation en tr/mn		
	50 Hz	60 Hz	100 Hz
2	3000	3600	6000
4	1500	1800	3000
6	1000	1200	2000
8	750	900	1500
10	600	720	1200
12	500	600	1000
16	375	540	750

Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Glissement

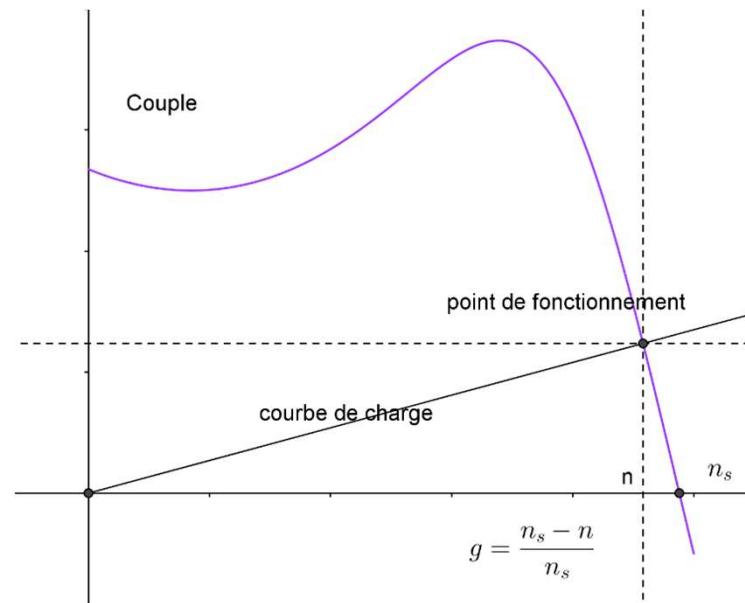
- Il existe une différence de vitesses de rotation entre le champ magnétique tournant généré par le stator et le rotor.
- Cette différence s'appelle le glissement.
- Le glissement en régime établi est variable suivant la charge du moteur et selon le niveau de tension d'alimentation qui lui est appliquée.
- Il est d'autant plus faible que le moteur est chargé et il augmente si le moteur est alimenté en dessous de la tension nominale correspondant à la fréquence d'alimentation (Rapport U/f),

$$g = [(N_s - N) / N_s] \times 100$$

N_s : Vitesse de synchronisme (tr/min)

N : Vitesse de la spire (tr/min)

g : Glissement (%)

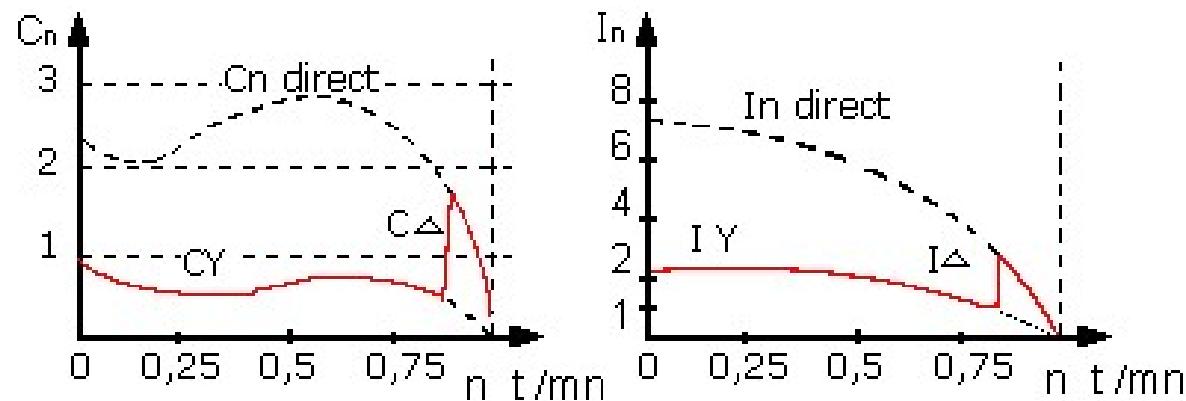


Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Démarrage étoile triangle

- Le démarrage du moteur doit se faire en deux temps.
- Premier temps : couplage des enroulements en étoile et mise sous tension.
- Deuxième temps : suppression du couplage étoile, immédiatement suivie du couplage triangle.



- Le démarrage étoile-triangle est de moins en moins utilisé. Il est surtout utilisé pour le démarrage d'élément avec un fort couple au démarrage (ventilation, broyeur, ...).
- Maintenant, on va préférer l'utilisation d'un démarreur ou un variateur fréquence.



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé

Avantages & inconvénients

Avantages	Inconvénients
Simple à construire → coût	Courant d'appel
Robustesse	Glissement (perte de vitesse)
Entretien facile	



Le moteur

Moteur asynchrone triphasé – Quelques exemples d'utilisation

Pompage



Ventilation / Extraction



Convoyage



Levage



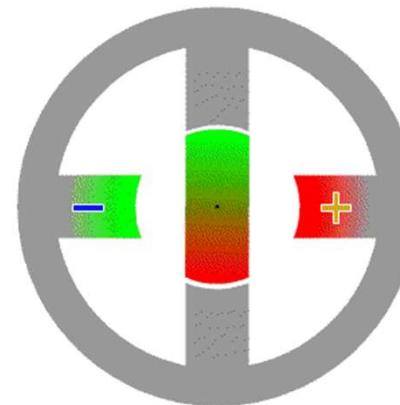
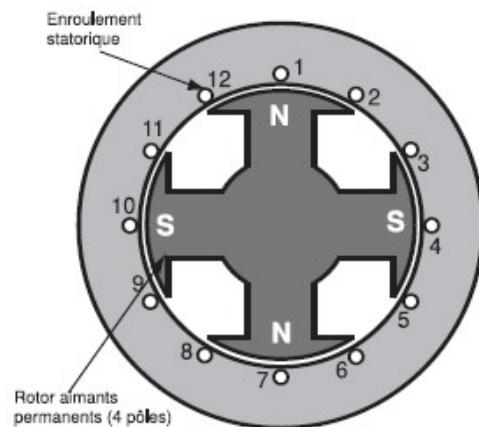
Agitation



Le moteur

Moteur synchrone

- Le moteur synchrone se compose, comme le moteur asynchrone, d'un stator et d'un rotor séparés par l'entrefer.
- Il s'en différencie par le fait que le flux dans l'entrefer n'est pas dû à une composante du courant statorique.
- Il est créé par des aimants ou par le courant inducteur, fourni par une source à courant continu extérieure, qui alimente un enroulement placé dans le rotor.



Le moteur

Moteur synchrone

Autres types de moteurs synchrones

- Moteurs linéaires
- Les moteurs pas à pas

Avantages	Inconvénients
Pas de perte de vitesse en rotation	Décrochage si dépassement du couple maximum
Bon rendement	Démarrage direct impossible. Demande un démarrage progressif.



Le moteur

Moteur synchrone / Brushless

- Quelques exemples d'utilisation

Robotique



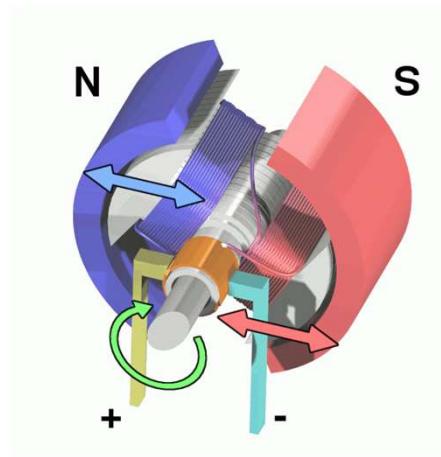
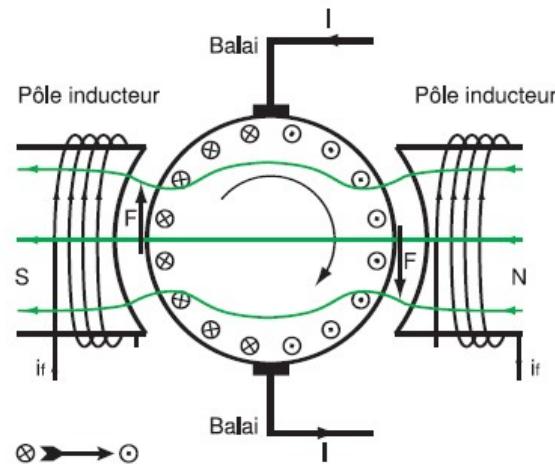
Cobotique



Le moteur

Moteur à courant continu

- Ce moteur est alimenté avec une tension continue.
- Il est utilisé dans les systèmes embarqués en fonctionnant sur batteries ou dans les domaines du levage/traction et positionnement pour de fortes puissances ($>250\text{KW}$).



Le moteur

Moteur à courant continu

Avantages	Inconvénients
Faible coût	Durée de vie mécanique (balais)
Variation de vitesse simple	Parasites dans le circuit d'alimentation



Le moteur

Moteur à courant continu

- Exemple d'utilisation

Extrusion



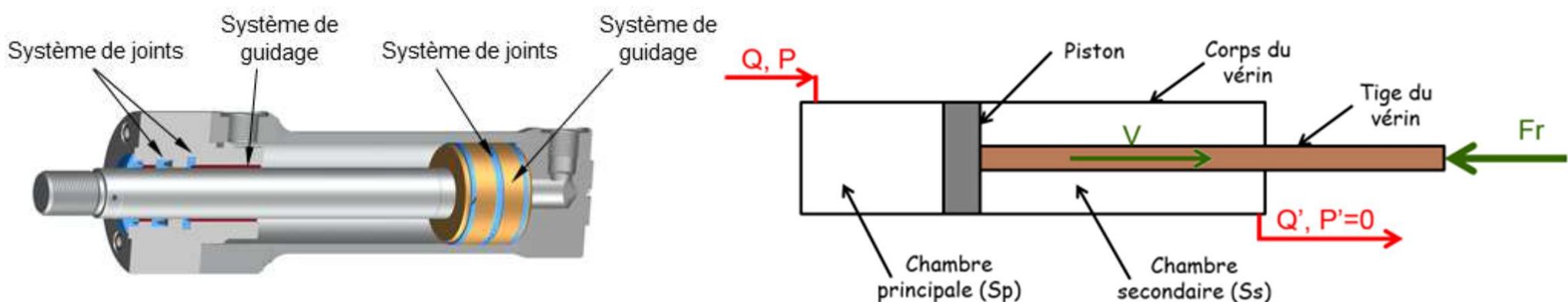
Enroulage



Le vérin

Définition

- Les vérins servent à créer un mouvement mécanique linéaire. Ils sont pilotés par un distributeur qui permet de gérer l'envoi de fluide dans les chambres du vérin.
- Il transforme une puissance hydraulique ($Q \times P$) en puissance mécanique au travers du déplacement linéaire d'une tige ($Fr \times V$). On obtient donc directement un mouvement de translation.

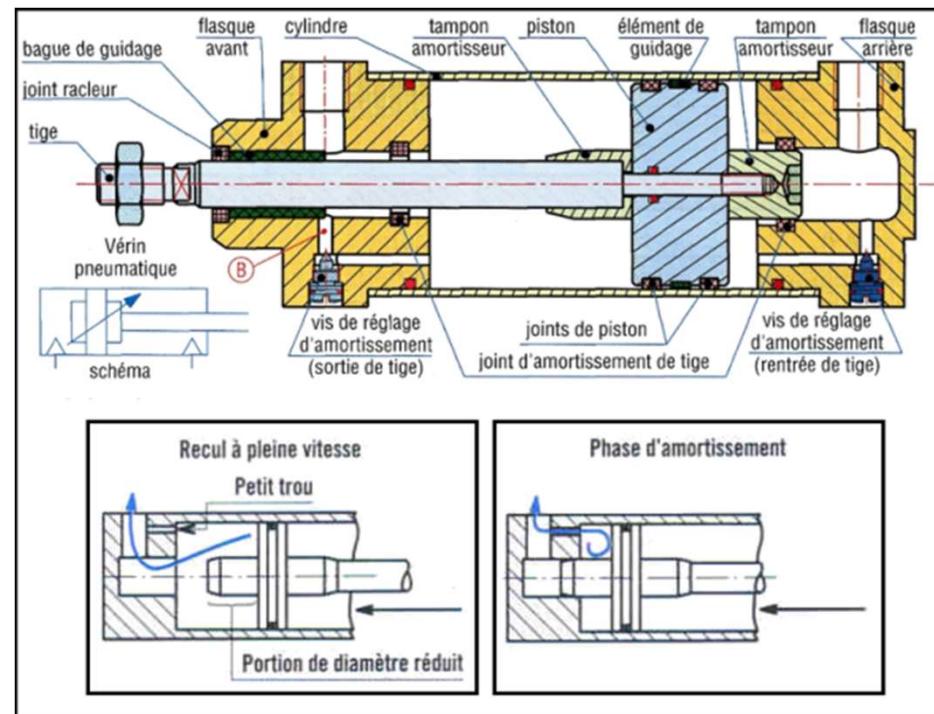


[Pression, force et surface \(toutcalculer.com\)](http://toutcalculer.com)

Le vérin

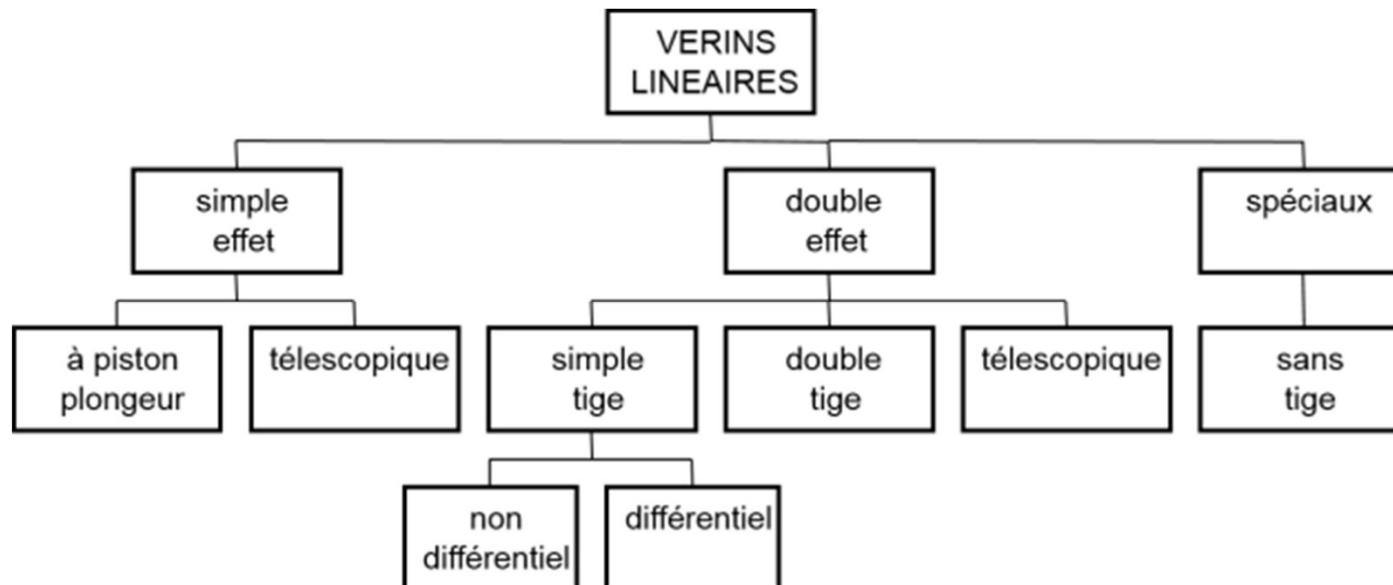
Vitesse de la tige

- Pour ralentir la vitesse de la tige en fin de course, on équipe la tige de tampons amortisseurs qui pénètrent dans les alésages des extrémités.
- L'évacuation du volume de fluide de la chambre principale est alors ralentie par des limiteurs de débit réglables.



Le vérin

Les différents types de vérin

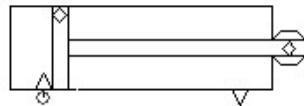


- Simple effet (engin élévation, cric)
- Double effet (pilotage de trappe)
- Tige télescopique (benne de camion)
- Vérin souple (coussin gonflable)

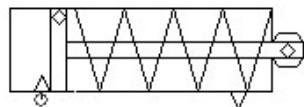


Le vérin

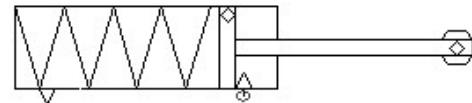
Simple effet



Vérin simple effet

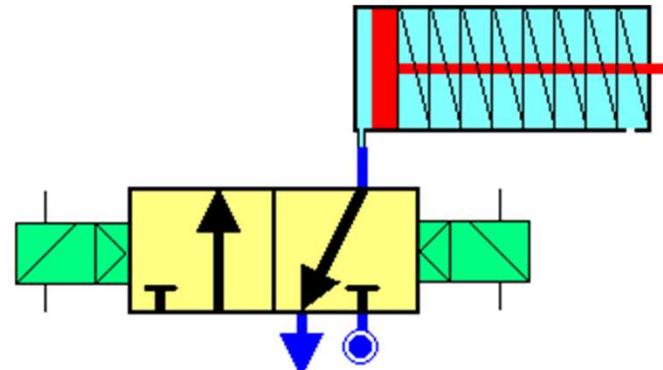


Vérin simple effet avec retour par ressort



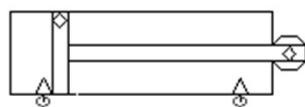
Vérin simple effet avec sortie par ressort

- Pour ces vérins, une seule chambre admet du fluide. Seule la sortie de tige est actionnée hydrauliquement.
- La rentrée de la tige est obtenue grâce à la charge extérieure ou à un ressort.



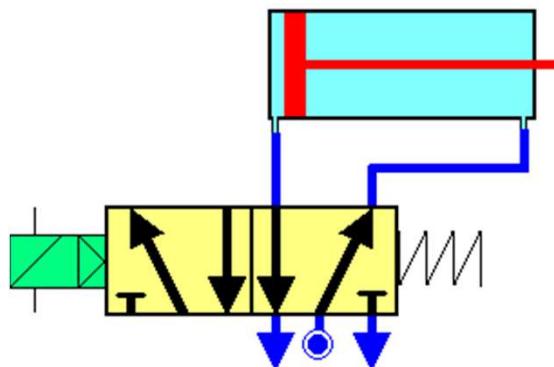
Le vérin

Double effet



Vérin double effet

- Les deux chambres admettent de l'huile.
- La sortie et la rentrée de la tige sont donc actionnées hydrauliquement.
- Les vérins à double effet à sections actives différentes sont également appelés vérins différentiels.
- Ils développent des forces dans les 2 sens.
- Les sections actives sont différentes à cause de la tige de vérin.



Le vérin

Comparaison hydraulique/pneumatique

Pneumatique	Hydraulique
Air comprimé (2 à 10 bars)	Huile comprimé (350 bars)
Simple à mettre en service	Plus coûteux mais plus puissant



Le vérin

Exemple d'utilisation

Ouverture trappe



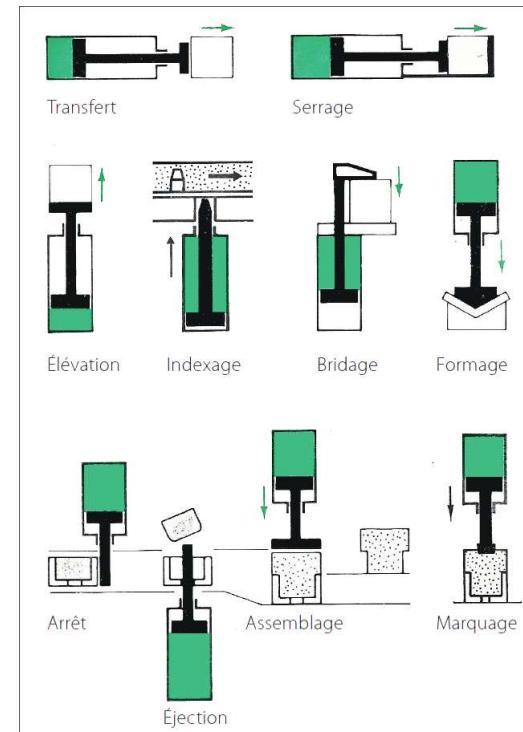
Pneumatique

Découpage emboutissage



Hydraulique

Autres utilisations



La résistance thermique



Resistance

- La résistance permet de transformer l'énergie électrique en énergie thermique (Effet Joule)

$$W_{\text{joule}} = R \cdot I_{\text{eff}}^2 \cdot t$$

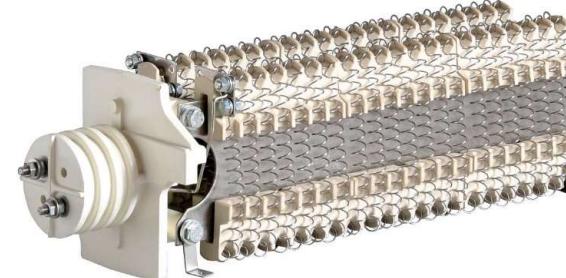
chaleur
énergie dissipée par effet Joule (joule)

à résistance constante et pour un courant périodique ou continu

résistance (ohm)
intensité efficace (ampère)
durée (seconde)

$$P_{\text{joule}} =$$

puissance dissipée par effet Joule (watt = joule/s)



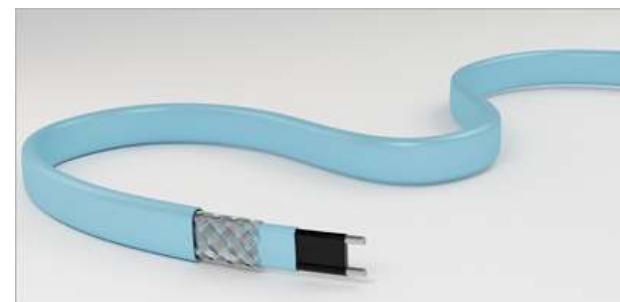
La résistance thermique

Exemple d'utilisation

Cuisson



Maintien en température



Traçant

