

Ch.II:

Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques

I) L'énergie pneumatique

- L'énergie pneumatique est utilisée dans la partie opérative d'un système automatisé ;
- La source de cette énergie est l'air comprimé.
- La production de l'énergie pneumatique (air comprimé) se résume en 3 phases principales :
 - La compression,
 - Stockage.
 - Distribution de l'air comprimé.

1.1) Constitution d'une installation pneumatique

Une installation pneumatique (Fig.1) est composée de :

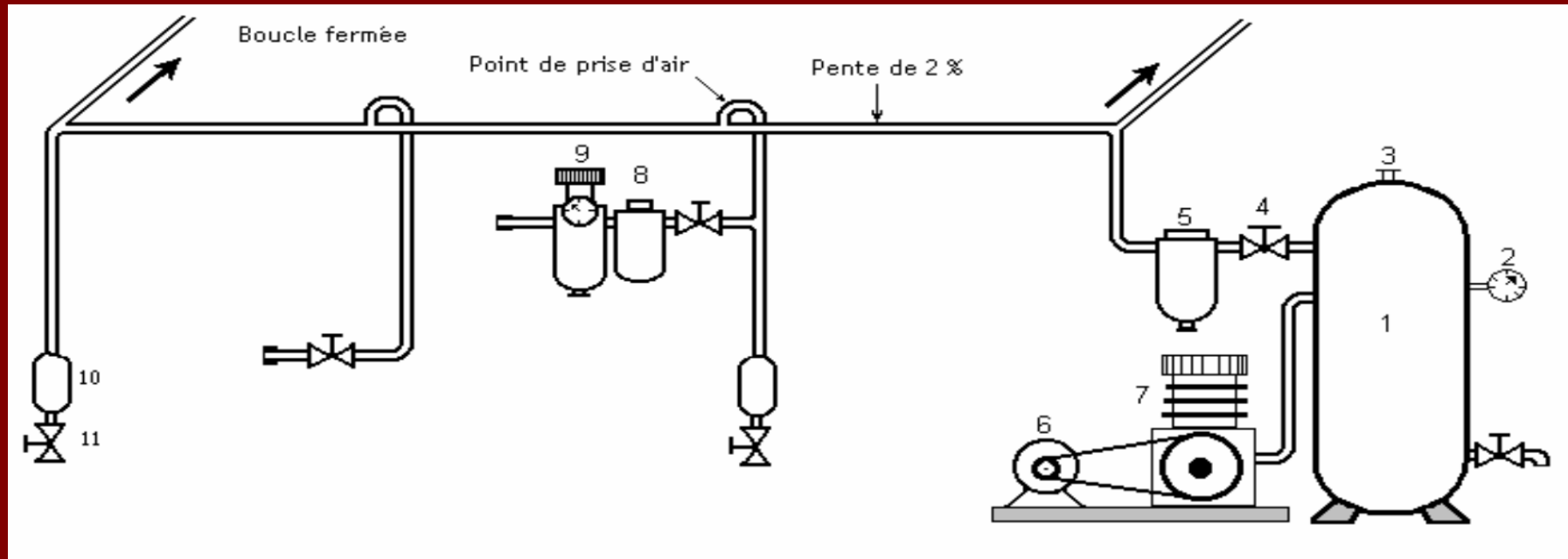


Fig.1

- 1 : Accumulateur
- 2 : Manomètre
- 3 : Soupape de sécurité
- 4 : Vanne d'isolement
- 5 : Filtre principal
- 6 : Moteur
- 7 : Compresseur
- 8 : Lubrificateur
- 9 : Filtre – régulateur
- 10 : Pot de condensation
- 11 : Purge

- Un générateur d'air comprimé (compresseur)
- Un réservoir de capacité proportionnelle au débit de l'installation
- Un réseau de canalisations
- Des appareils auxiliaires assurant diverses fonctions :
 - Réglage des caractéristiques de l'air : détendeur, régulateur de pression, etc.
 - Conditionnement de l'air : filtre, lubrificateur, etc.
 - Contrôle et sécurité : manomètre, soupape, etc.

1.2) Production de l'énergie pneumatique

1.2.1. Compression de l'air

- Un compresseur (Fig.2) entraîné par un moteur aspire et comprime l'air ambiant et l'accumule dans un réservoir (accumulateur).



Fig.2

1.2.2. Stockage

- L'accumulateur stocke l'air comprimé issu du compresseur et évite ainsi de faire fonctionner le moteur tout le temps.
- Il permet en plus de compenser les variations de pression.
- Pour des raisons de sécurité, l'accumulateur comporte :
 - Une vanne d'isolement (Fig.3.a)
 - Un robinet de purge (Fig.3.b)
 - Un manomètre (Fig.3.c)



Fig.3.a



Fig.3.b



Fig.3.c

1.2.3. Distribution

- La distribution de l'air comprimé s'effectue par un réseau de canalisations et différents piquages servant de point d'accès à ce réseau pneumatique.
- Un groupe de conditionnement (Fig.4) y est installé afin de filtrer et de lubrifier l'air comprimé:
 - Un filtre : pour assécher l'air et filtrer les poussières.
 - Un mano-régulateur : pour régler et réguler la pression de l'air.
 - Un lubrificateur : pour éviter la corrosion et à améliorer le glissement.



Fig.4

1.3) Principes physiques

- La force mécanique produite par l'énergie pneumatique est liée à la pression par la relation :

$$F = p \cdot S$$

- F est la force résultante en Newton
- p est la pression en Pascals (Pa)
- S est la surface en m^2
- Comme le pascal étant trop petit pour les pressions utilisées dans l'industrie, on utilise souvent le bar :
- Dans une installation pneumatique, on se limite à une pression de 6 à 10 bar.
1 bar = 10⁵ Pa.
1 bar = 100000 N/ m^2

II) Les pré-actionneurs pneumatiques

2.1. Fonction

- Les pré-actionneurs pneumatiques distribuent l'air sous pression aux différents orifices des actionneurs pneumatiques.
- Comme le contacteur est associé à un moteur électrique, le distributeur (Fig.5) est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique.



Fig.5

2.2. Constituants d'un distributeur

- On peut comparer un distributeur à un robinet que l'on ouvre et on ferme non pas à la main, mais par des ordres donnés par la PC.
- Il est formé d'une partie fixe (le corps) et d'une partie mobile (le tiroir) qui peut se déplacer à l'intérieur de la partie fixe selon un ordre direct (manuel) ou indirecte (provenant de la PC).
- Le tiroir est doté de conduites permettant le passage de l'air entre les différents orifices de la partie fixe.
- Le distributeur pneumatique est un élément de la chaîne d'énergie.
- Il distribue de l'air comprimé aux actionneurs pneumatiques (chambres des vérins, moteurs...) à partir d'un signal de commande.

2.3. Les principaux distributeurs pneumatiques

- Un distributeur est caractérisé :
 - Par son nombre d'orifices, c'est à dire le nombre de liaisons qu'il peut avoir avec son environnement (arrivée, sortie(s) et échappement de la pression) ;
 - Par son nombre de positions que peut occuper le tiroir.
- Le nom et la représentation d'un distributeur découlent de ces deux caractéristiques.
- Chaque position est symbolisée par un carré dans lequel figurent les voies de passage de l'air comprimé.

2.4. Les dispositifs de commande

- La commande du distributeur a pour fonction de positionner le tiroir dans une position ou dans l'autre.
- Elle peut être électromagnétique, pneumatique, électropneumatique ou manuelle. On parle :
 - D'un distributeur monostable si le retour du tiroir à sa position initiale est assuré par un ressort de rappel ;
 - D'un distributeur bistable si le tiroir reste dans l'état que lui a imposé le dernier ordre envoyé par la PC
- La commande du distributeur (Fig.6) est représentée par un rectangle accolé à la case qu'elle commute et complétée par un ou plusieurs symboles schématisant la technologie utilisée.



Fig.6: Distributeur à commande électrique

III. Les actionneurs pneumatiques

- Un actionneur pneumatique (Fig.7) est un dispositif qui transforme l'énergie de l'air comprimé en travail mécanique.
- Parmi les actionneurs pneumatiques les plus utilisés dans les systèmes automatisés on trouve :
 - Le vérin pneumatique ;
 - Le générateur de vide Venturi.



Fig.7: Presse pneumatique

3.1. Le vérin

- Un vérin (Fig.8) est un actionneur qui réalise des mouvements généralement linéaires à l'endroit même où on a besoin d'une force.
Ex: Perceuse, porte autobus, etc.



Fig.8a : Modèle fonctionnel d'un vérin



Fig. 8b: Vérin standard

3.1.1. Constitution et principe de fonctionnement

- Un vérin (Fig.9) est constitué d'un cylindre, fermé aux deux extrémités, à l'intérieur duquel se déplace librement un piston muni d'une tige, sous l'effet des forces dues à la pression de l'air comprimé.
- Pour faire sortir la tige, on applique la pression sur la face arrière du piston et pour la faire rentrer, on applique la pression sur la face avant.

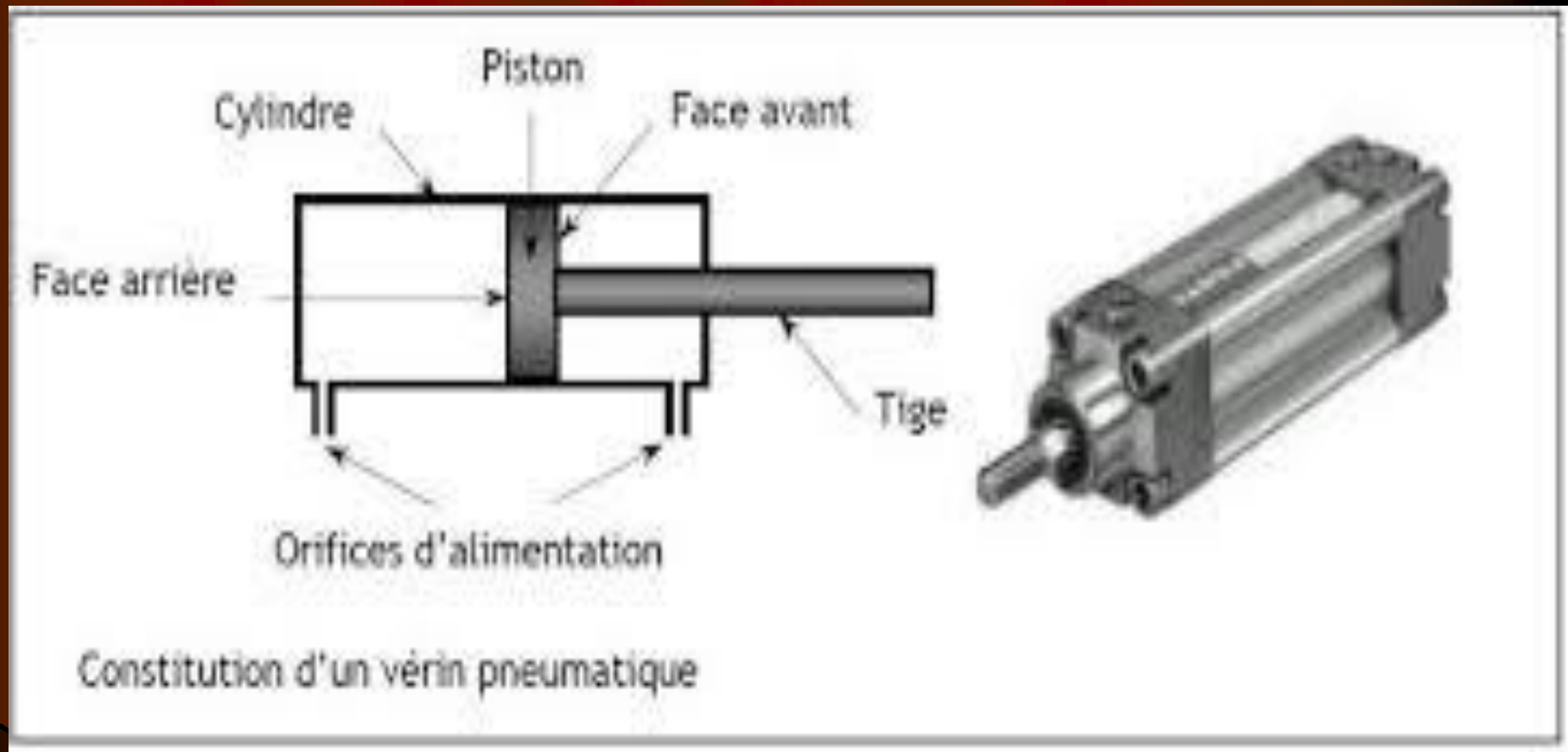


Fig.9: Vérin pneumatique

3.1.2. Les différents types de vérins pneumatiques

a) Vérin simple effet

- Ce vérin ne travaille que dans un sens.
- L'arrivée de la pression ne se fait que sur un seul orifice d'alimentation ce qui entraîne le piston dans un seul sens.
- Le retour à la position initiale s'effectue en général par un ressort.

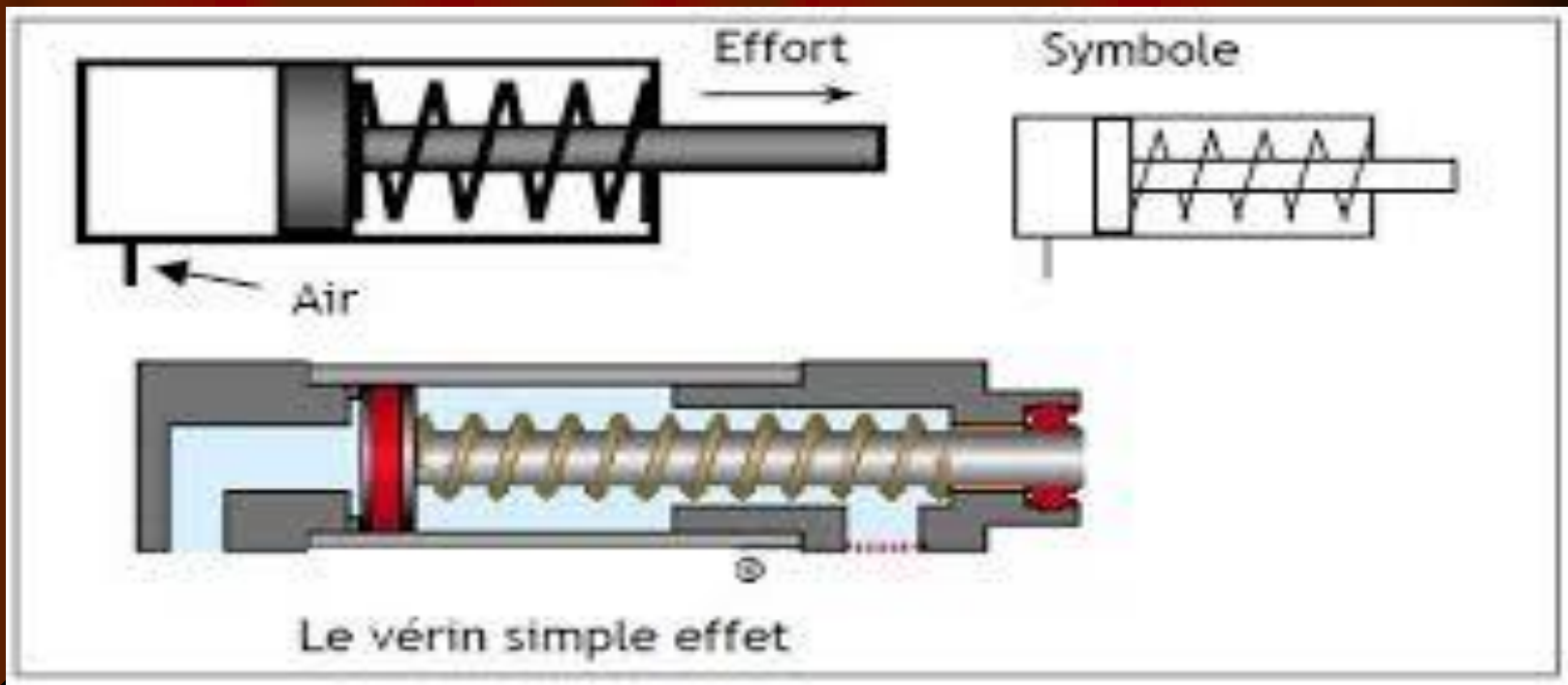


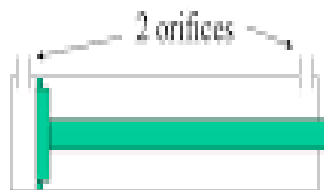
Fig.10:

b) Vérin double effet

- Un vérin double effet (Fig.11) a deux directions de travail.
- Il comporte deux orifices d'alimentation et la pression est appliquée alternativement de chaque côté du piston entraînant son déplacement dans un sens puis dans l'autre.

Vérin double effet:

Possède de la force en
poussée et en traction.



Verins double effet

Classique



Symbole



Amorti
réglable



Symbole



- Diamètre piston
- Course
- Reste en position en cas de coupure pneumatique
- Effort

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \frac{P}{10} \text{ Newtons}$$

$$F = \frac{\pi (D^2 - d^2) P}{4 \cdot 10} \text{ Newtons}$$

D = Ø alésage en millimètres

d = Ø tige piston en millimètres

P = Pressure en bar

F = Force en Newtons

Fig.11

3.2) Le générateur de vide ou venturi

- C'est un actionneur pneumatique (Fig.12) qui transforme l'énergie pneumatique en surpression en une énergie pneumatique en dépression.
- Il est composé d'un éjecteur muni d'une conduite d'air plus étroite du côté de l'entrée et d'un orifice, perpendiculaire à la conduite, servant à connecter la ventouse.
- Le passage de l'air comprimé dans le conduit provoque une dépression et entraîne avec lui l'air présent dans l'orifice perpendiculaire.
- Par conséquent, une aspiration se produit au niveau de la ventouse.



IV. Les actionneurs hydrauliques

- Les convertisseurs hydrauliques transforment l'énergie hydraulique en énergie mécanique.
- Il existe:
 - Les récepteurs pour mouvement de translation: les vérins.
 - Les récepteurs pour mouvement de rotation: les moteurs hydrauliques.

4.1. Principaux types de vérin

4.1.1. Vérin simple effet

- Dans ce type de vérin (Fig.13), l'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression.
- Le retour est effectué par un ressort ou charge.
- Avantages : économique et consommation de fluide réduite.
- Inconvénients : encombrant, course limitée.
- Utilisation : travaux simples (serrage, éjection, levage...)

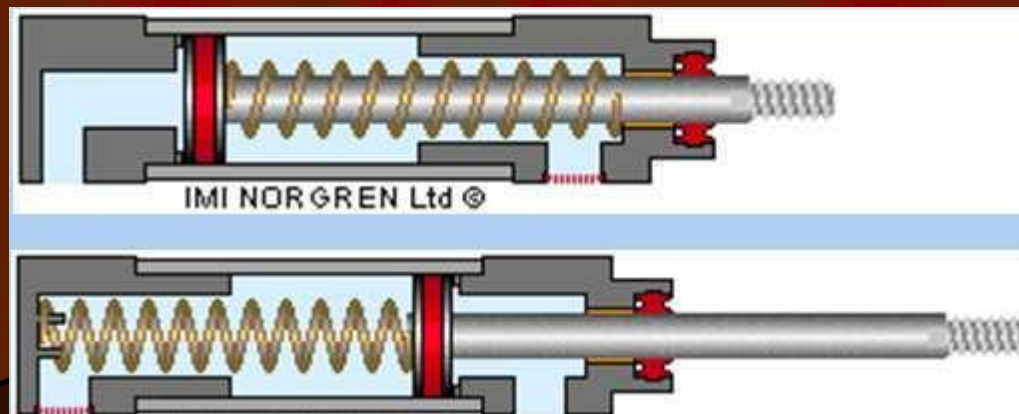


Fig.13

4.1.2. Vérin double effet

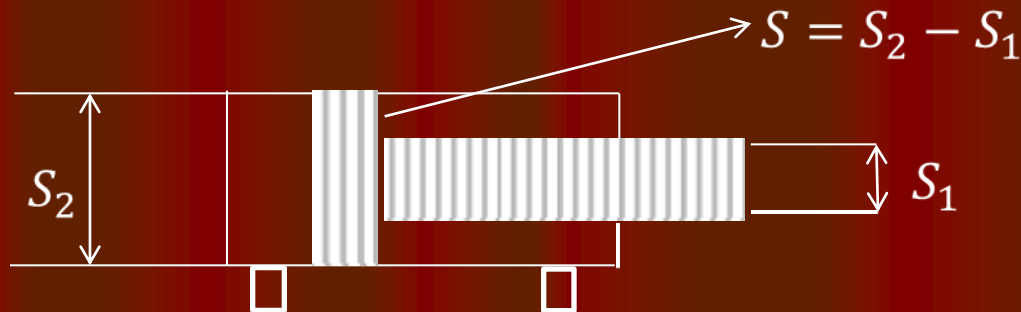
- Dans ce type de vérin (Fig.14), l'ensemble tige-piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide.
- L'effort en poussant est légèrement plus grand que l'effort en tirant.
- Avantages : plus souple, réglage plus facile de la vitesse, amortissement de fin de course réglable.
- Inconvénients : plus coûteux.
- Utilisation : grand nombre d'applications industriels



Fig.14

4.2. Dimensionnement des vérins

- Pour déterminer la pression (p) d'utilisation d'un vérin, il faut connaître :
 - La force F nécessaire à développer.
 - La section annulaire S.



- $$S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

Pour déterminer les vitesses de sortie et de rentrée du vérin :

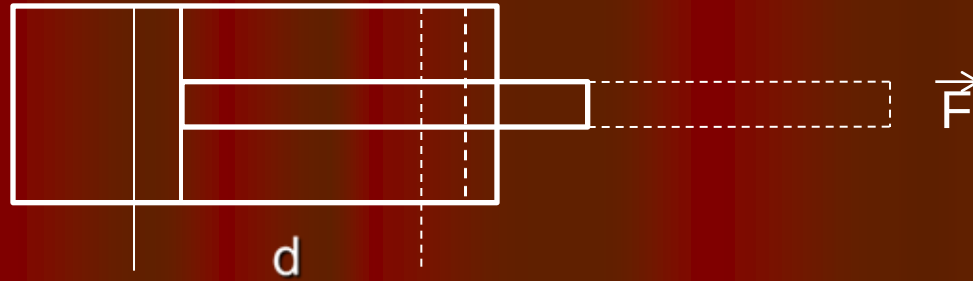
Notons :

Q : le débit du fluide dans le vérin

V : la vitesse de la tige du vérin

$V = \frac{Q}{S_2}$ en Système International avec V en m/s, Q en m^3/s et S_2 en m^2

- Puissance utile :



$$P = \frac{W}{t} \text{ où } W = F.d, \text{ donc } P = \frac{F.d}{t}$$

Comme d (la fin de course) = V.t

on aura $P = F.V$

- Puissance hydraulique absorbée:

$$P = Q.p;$$

p étant la pression

- Le rendement d'un vérin η :

$$\eta = \frac{\text{Puissance utile}}{\text{Puissance dépensée}}$$

V) Conclusion

- Les technologies hydraulique et pneumatique sont très largement utilisées pour le fonctionnement des installations industrielles, par exemple agroalimentaires; l'air comprimé et l'huile sont utilisées en qualité de vecteur d'énergie.
- Par ailleurs, le transfert de liquides (eau, solutions de nettoyage, lait, jus de fruits...) nécessitent des installations adaptées (pompe, vanne..) aux caractéristiques du fluide et aux produits fabriqués.