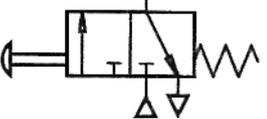
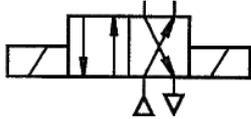
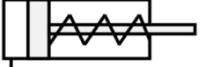
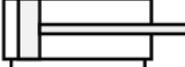


4.2- ALIMENTATION PNEUMATIQUE /HYDRAULIQUE :

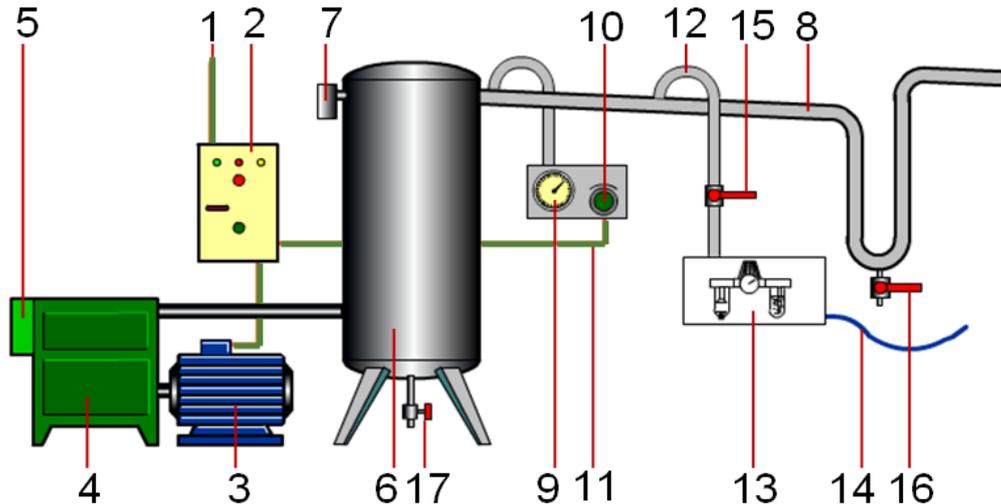
ACCESSOIRES DE LA TRANSMISSION PNEUMATIQUE / HYDRAULIQUE :

Conduite d'alimentation, de travail et de retour		_____
Conduite de pilotage		-----
Conduite d'évacuation des fuites	
Encadrement de plusieurs appareils réunis dans un seul bloc		-----
Liaison mécanique		=====
(1) Croisement des conduites (2) Raccordement des conduites		
	Sources de pression (1) pneumatique (2) hydraulique (3) Ancien symbole	 (1) Limiteur de pression (<i>soupape de sécurité</i>) (2) Régulateur de pression réglable (<i>détendeur</i>)
	Clapet de non-retour (1) non taré (2) taré	 (1) Clapet de non-retour piloté pour ouvrir (2) Clapet de non-retour piloté pour fermer
	Limiteur de débit (<i>étranglement</i>) (1) non réglable (2) réglable	 (1) Réducteur de débit non réglable (2) Réducteur de débit réglable
	Orifices d'évacuation (1) non connectable (2) connectable	 (1) Accumulateurs hydro-pneumatique (2) Accumulateurs à ressort à poids
	Branchement rapide (1) sans clapet (2) avec clapet	 (1) Prises bouchées (2) Prises avec conduite branchée
	Purgeur (1) à commande manuelle (2) automatique	 (1) Refroidisseur (2) Réchauffeur
	Sécheur (<i>Déshydrateur</i>)	 Lubrificateur
	Réservoir sous pression	 Robinet
	Silencieux	 (1) Conduite d'aspiration (2) Conduite de refoulement
	(1) Manomètre (2) Débitmètre	 (1) Moteur électrique (2) Moteur thermique
	Groupe de conditionnement	 Contact électrique à pression
	Compresseur (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux	 Moteur pneumatique à deux sens de flux
	Pompes hydrauliques (1) à un sens de flux (2) à deux sens de flux et à cylindrée variable	 Pompe moteur à un sens de flux
	Diviseur de débit	 (1) Sélecteur de circuit (Fonction OU) (2) Sélecteur à 2 entrées (Fonction ET)
	Filtere	 (1) Filtre avec séparateur de condensats à vidange manuelle (2) Filtre avec séparateur de condensats à vidange automatique

	Distributeur 3/2 monostable Commande par bouton poussoir, Rappel par ressort		Distributeur 4/2 bistable Commande et rappel électromagnétique
	Vérin simple effet		Vérin double effet

4.21- Alimentation pneumatique :

La production de l'air comprimé nécessite l'installation d'une centrale chargée de comprimer l'air mais aussi de le stocker et de le maintenir disponible et de bonne qualité pour les équipements.



La production de l'air comprimé (l'énergie pneumatique) s'effectue par aspiration et compression de l'air extérieur. L'actionneur réalisant cette valeur ajoutée est le compresseur.

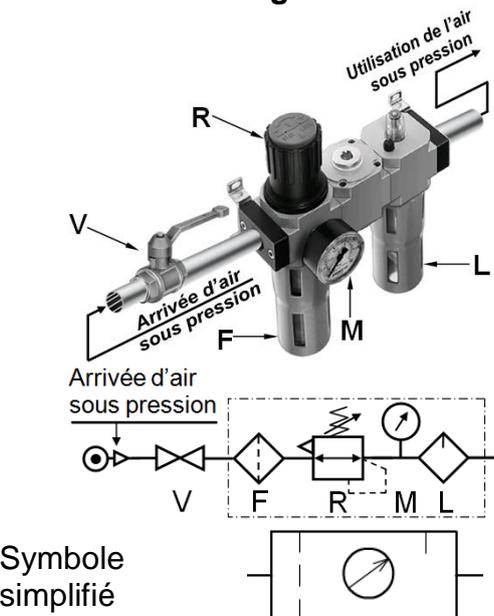
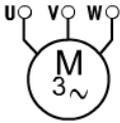
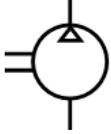
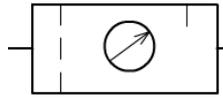
Afin d'éviter de faire fonctionner le moteur en continu, un réservoir, calibré en volume en fonction de la consommation de l'installation, y est installé. Le pressostat est le capteur qui permet d'enclencher ou de déclencher le contacteur moteur en fonction des seuils mini. et maxi. de pression désirés. La distribution est réalisée par des canalisations et différents piquages servant de point d'accès à ce réseau pneumatique. Un groupe de conditionnement y est installé afin de filtrer et de lubrifier cet air comprimé. La pression de l'installation est souvent comprise entre 0,6 et 1 MPa (6 à 10 bars).

L'énergie pneumatique peut aussi s'avérer être l'unique source d'alimentation dans certains milieux où l'électricité représenterait un danger, tels que les salles de production de matières explosives.

Rep	Désignation	Fonction
1	Alimentation électrique	Alimenter le moteur (220 V ou 380 V).
2	Armoire électrique de commande	Chargée de commander le moteur en fonction des consignes de l'utilisateur et des informations fournies par le pressostat.
3	Moteur électrique Fig.1	Chargé d'entraîner le compresseur.
4	Compresseur Fig.2	Augmenter la pression de l'air lorsqu'il est entraîné par le moteur.
5	Filtre d'aspiration	Chargé d'empêcher l'aspiration des poussières et particules en suspension lorsque le compresseur fonctionne.
6	Réservoir	Permet de stocker l'air comprimé par le compresseur pour ménager des temps d'arrêt et uniformiser le débit d'air en aval de l'installation.
7	Soupape de sûreté	Doit s'ouvrir lorsque la pression dans le réservoir dépasse la pression admissible.
8	Canalisation principale	Permet d'alimenter les piquages de l'installation. Elle suit une légère pente (1 à 3%) afin que la condensation s'écoule vers un coude qui comporte un réservoir et une purge.
9	Manomètre Fig.3	Permet de mesurer la pression relative à l'intérieur du réservoir.

10	Pressostat	Permet de définir la pression souhaitée dans le réservoir et de commander la mise en marche ou à l'arrêt du moteur.
11	Information du pressostat	Consigne électrique de mise en marche ou à l'arrêt du moteur.
12	Piquage	Permet d'alimenter les unités pneumatiques. Il est situé au dessus de la canalisation pour éviter la condensation.
13	Groupe de conditionnement Fig.4	Chaque unité pneumatique (machine, système..) relié au réseau de distribution possède son propre groupe de conditionnement de l'aire chargé de le Filtrer, Lubrifier et de Régler la pression.
14	Tuyau d'alimentation	L'unité pneumatique située en amont est alimenté en air comprimé délivré par le groupe de conditionnement. Le diamètre du tuyau dépend du débit attendu.
15	Vanne d'isolement Fig.5	Permet d'isoler l'installation de la distribution générale d'énergie pneumatique.
16	Purge	Chaque point bas de l'installation est équipé d'un réservoir pour récolter la condensation et d'une purge.
17	Purge du réservoir	L'air comprimé contient de la vapeur d'eau qui finit par se condenser dans le réservoir. Il convient de le purger régulièrement.

Photo et Schéma des figures

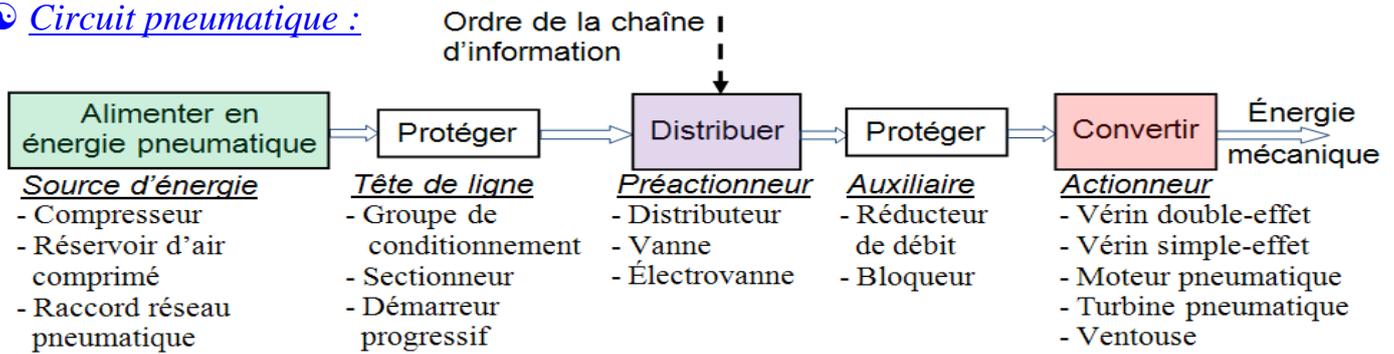
Fig.1	Fig.2	Fig.3	Fig.4	Fig.5
				
			<p>Symbole simplifié</p> 	

Remarque :

Le groupe de conditionnement (**Fig.4**) contient 4 éléments essentiels, un :

- ♦ **Filtre (F)** qui retient les plus fines particules contenues dans l'air ;
 - ♦ **Régulateur (R)** qui abaisse et maintient la pression à la valeur préréglée ;
 - ♦ **Manomètre (M)** qui indique la valeur de pression disponible ;
 - ♦ **Lubrificateur (L)** qui diffuse de fines particules d'huile pour améliorer la longévité des actionneurs.
- Avant ce groupe, il y a un organe de séparation : la vanne (**V**) de sectionnement (isolement) ;

🕒 Circuit pneumatique :



Remarque :

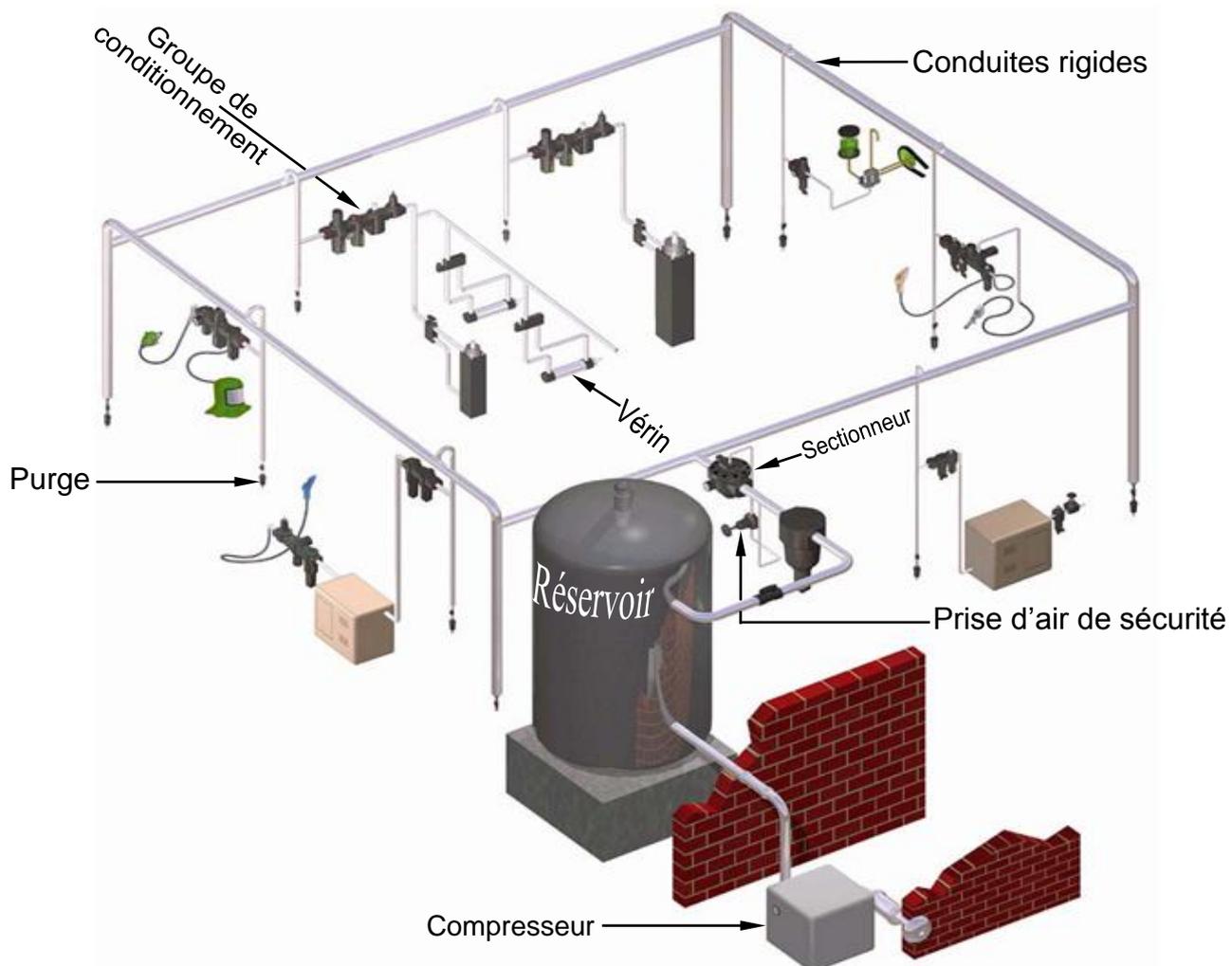
- Les grandeurs physiques qui caractérisent le flux d'énergie pneumatique (ou hydraulique) jusqu'au actionneur sont :
 - le débit volumique q_v en mètre cube par seconde (m^3/s) ;
 - la pression P en Pascal (Pa).

On définit alors la puissance pneumatique \mathcal{P}_{pne} en watt par : $\mathcal{P}_{pne} = q_v \cdot P$

- Un réglage du débit aura un effet sur la vitesse (linéaire ou angulaire) ;
- Un réglage de la pression permet de augmenter ou abaisser l'effort (force ou couple) en sortie.

🕒 Distribution énergie pneumatique

- Distribution décentralisée par conduites rigides ;
- Purge au point bas de chaque raccordement ;
- Prise d'air de sécurité ;
- Groupe de conditionnement de l'air **FLR** avant chaque utilisation.

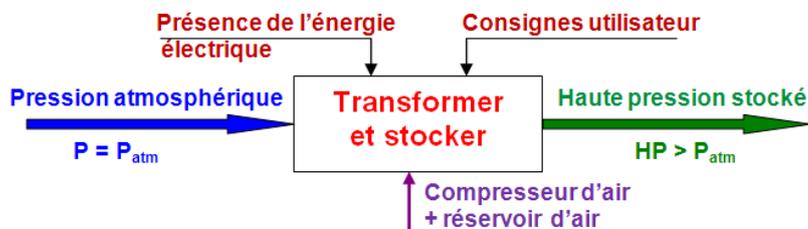


2- Fonction Alimenter

2 SM-B-; 1 STM; (Doc : élève)

2.2- Étude d'un compresseur :

Le compresseur permet de comprimer de l'air et le refouler dans un réservoir.



Deux principes différents sont utilisés :

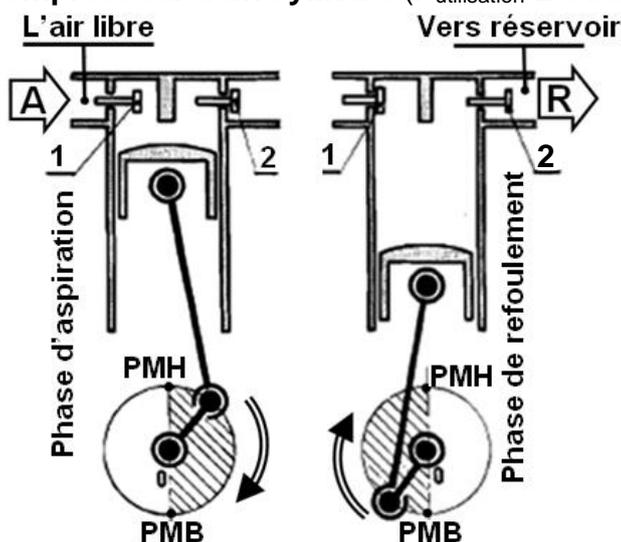
Compresseurs volumétriques (Très utilisé)	Compresseurs turbocompresseurs
Une quantité d'air est enfermée dans une enceinte dont le volume est diminué pour augmenter la pression. On distingue les compresseurs alternatifs et rotatifs . Ces compresseurs ont un débit moyen.	L'air est accéléré jusqu'à une très grande vitesse avant d'être dirigé au point d'utilisation où l'énergie due à la vitesse se transforme en pression. D'une technologie plus complexe, ces compresseurs permettent d'obtenir des débits très élevés. (Voire plus loin).

a- Compresseurs volumétriques alternatifs :

C'est le type de compresseur le plus répandu. Un moteur entraîne un système **bielle-manivelle** (de transformation de) qui actionne un piston.

Il est caractérisé par : - **écoulement discontinu de l'air comprimé** (un temps sur deux).
- permettent d'obtenir de fortes pressions.

Compresseur à un cylindre ($P_{\text{utilisation}} \leq 8$ bars)



♦ Aspiration :

Le piston descend; il se crée une dépression dans le cylindre, le clapet 1 s'ouvre. La pression dans le réservoir ferme le clapet 2. L'air pénètre dans le cylindre.

♦ Compression + Refoulement :

Le piston remonte; le clapet (1) se ferme. L'air enferme dans le cylindre est comprimé et refoule vers le réservoir par le clapet (2) qui s'ouvre tant que la pression dans le cylindre est supérieure à celle du réservoir.

PMH : Point Mort Haut ;
PMB : Point Mort Bas

b- Compresseurs volumétriques rotatifs :

Caractéristique : **écoulement continu de l'air comprimé**.

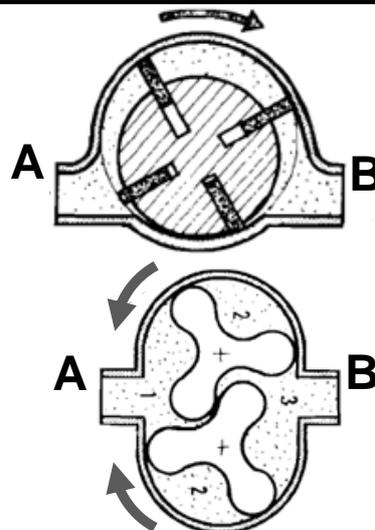
♦ Compresseur à palettes

(Débit élevé pression d'utilisation faible) ($P_{\text{utilisation}} \leq 4$ bars)
Fonctionnement analogue à celui d'une pompe à palettes.

♦ Compresseur à engrenages

(Débit élevé pression d'utilisation très faible) ($P_{\text{utilisation}} \leq 2$ bars)
Fonctionnement analogue à celui d'une pompe à engrenages.

Indique l'orifice d'aspiration et ce lui de refoulement des deux compresseurs ci-contre



c- Refroidissement :

La compression de l'air provoque un échauffement important. Le refroidissement du corps du compresseur est obtenu par :

- **Par air** : Avec des ailettes autour des cylindres. (Cas en général, pour les petits compresseurs)
- **Par eau** : En établissant un circuit de refroidissement autour des cylindres.

c- Exemples de Schémas :

1- PNEUMATIQUE :

➤ Exemple 1 : Fonctionnement :

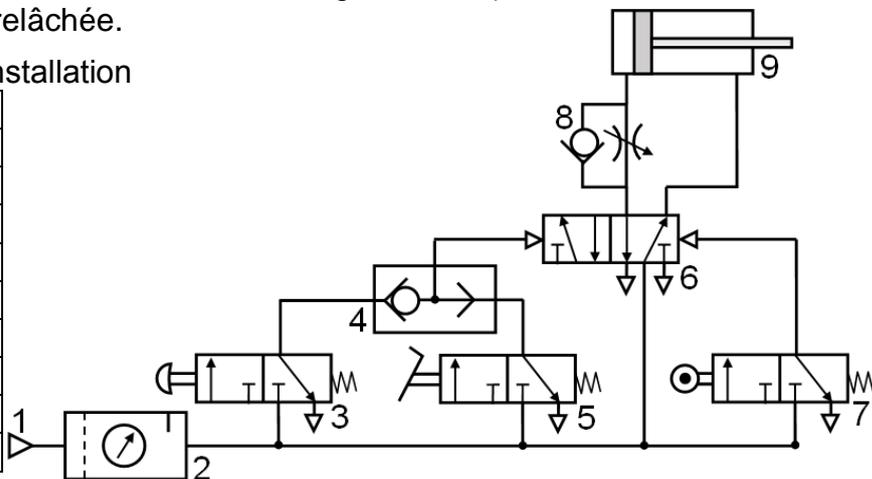
La tige de piston d'un vérin à double effet doit sortir sous l'action manuelle :
D'un bouton poussoir OU d'une pédale.

Après avoir atteint la position de fin de course, la tige du vérin revient à sa position initiale avec réduction à l'échappement (contrôle la vitesse d'entrée de la tige du vérin) si :

Le bouton poussoir OU la pédale est relâchée.

Identifier les éléments constituant l'installation

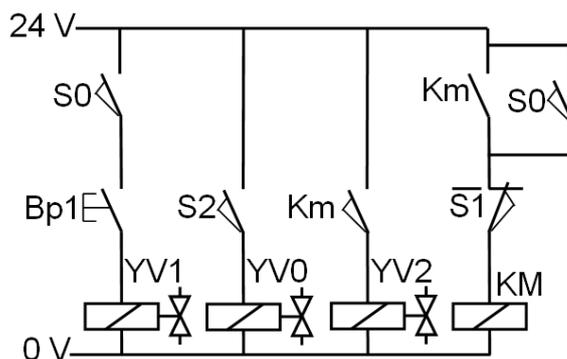
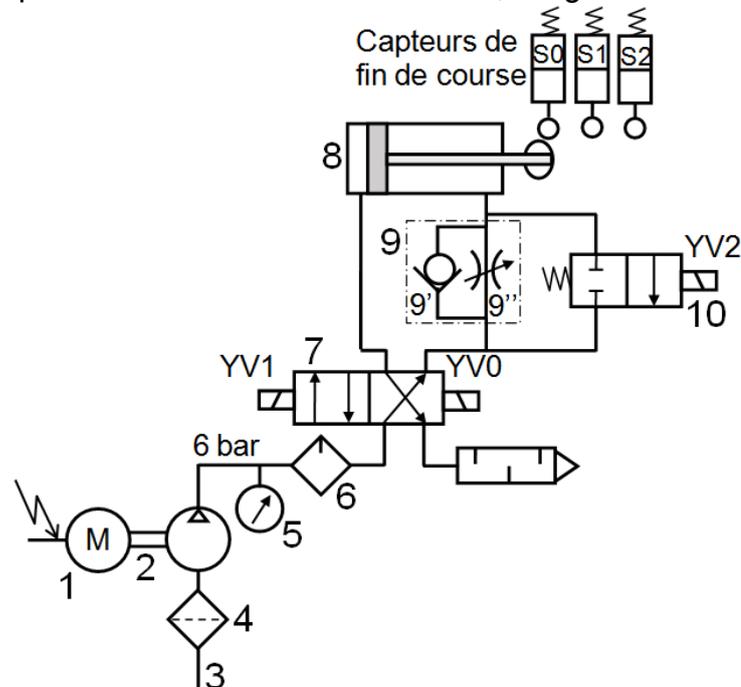
Rep	Nom
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	



➤ Exemple 2 : Fonctionnement :

La tige complètement rentrée S0 = 1, action sur le bouton poussoir Bp1 provoque la commande du distributeur 4/2 coté YV1 par suite la tige du vérin sort à vitesse rapide puisque l'électrovanne YV2 est commandée par le contact Km

Lorsque la tige arrive à la position détectée par S1 la bobine du relais KM n'est plus alimentée et le distributeur 2/2 en position bloquée, la tige du vérin se déplace à vitesse lente jusqu'à S2 qui commande l'électrovanne YV0, la tige rentre à vitesse rapide jusqu'à S0



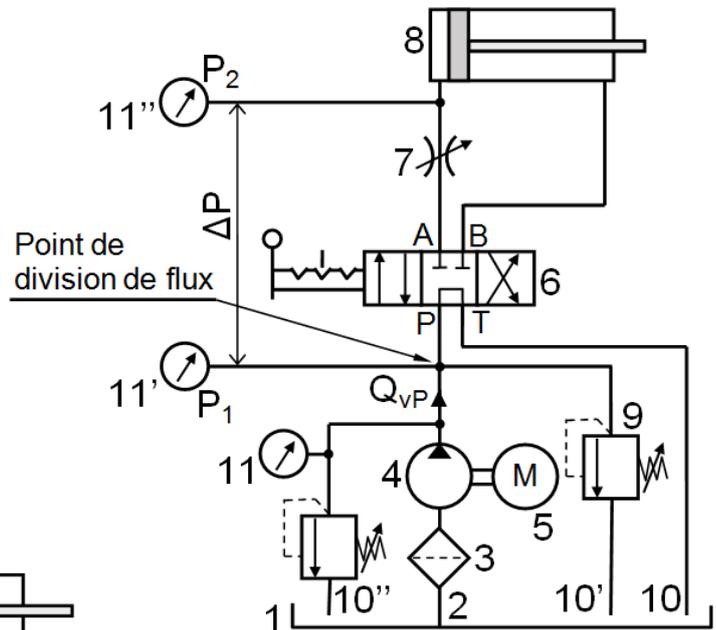
2- HYDRAULIQUE :

Exemple 1 : L'élément 7 permet de réduire la vitesse d'un vérin ou celle de rotation d'un moteur hydraulique. Or les pompes à débit constant délivrent un débit volumique constant Q_{VP} .

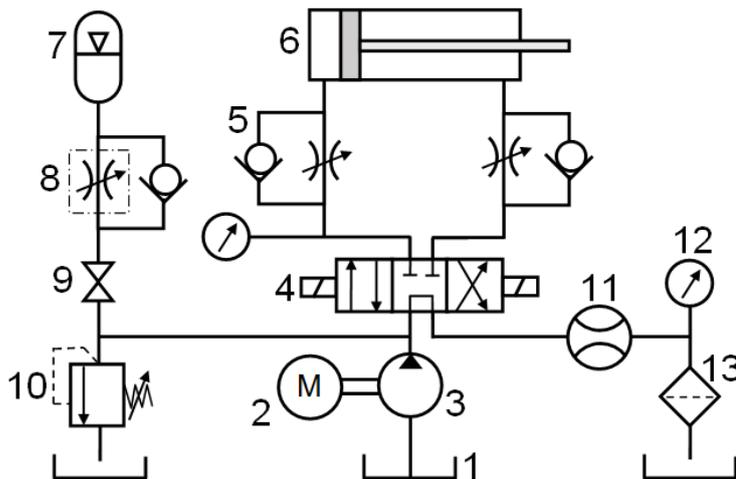
La réduction de débit délivré au vérin 8 se fait selon le principe suivant :

En réduisant la section de passage du fluide en agissant sur 7, on fait monter la pression à l'entrée de cet élément. Cet excédent de pression fait intervenir le limiteur de pression 9 qui divise le débit volumique.

Rep	Nom
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
10'	
11	

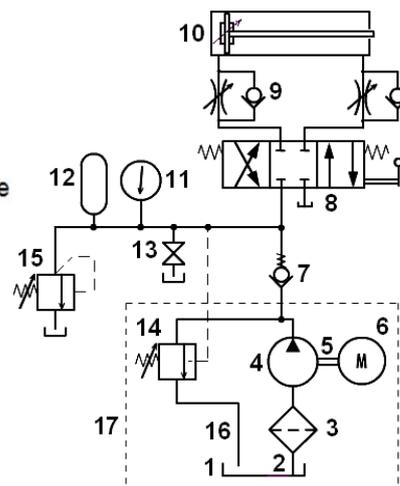
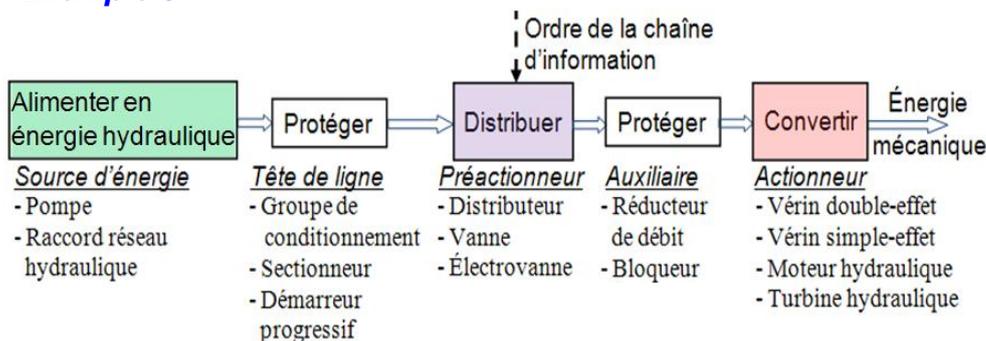


Exemple 2 :



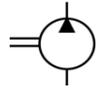
Rep	Nom	Fonction
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
10'		
11		
12		
13		

Exemple 3 :



Rep	Désignation	Fonction
1	Réservoir	<ul style="list-style-type: none"> - Contenir la quantité de fluide nécessaire à l'alimentation du circuit ; - Permettre aux impuretés de se déposer au fond ; - Faciliter la dissipation de chaleur ; - Informer l'opérateur du niveau et de l'état de l'huile ; - Assurer la séparation de l'air emprisonné dans le fluide avant que celui-ci n'arrive à l'entrée de la pompe (dégazage) dans les circuits fermés. 
2	Conduite d'alimentation	Permet d'alimenter le groupe hydraulique.
3	Filtre	<ul style="list-style-type: none"> - Empêcher les impuretés de s'infiltrer dans les organes sensibles. - Garder la qualité du fluide qui transmet l'énergie.
4	Pompe à un sens de flux	<ul style="list-style-type: none"> - Générer la puissance hydraulique - Transforme l'énergie mécanique en énergie hydraulique.
5	Liaison mécanique	Permet d'accoupler l'arbre moteur à l'arbre récepteur.
6	Moteur électrique	<ul style="list-style-type: none"> - Produire l'énergie mécanique. - Transforme l'énergie électrique en énergie mécanique.
7	Clapet de non retour taré	Permet le passage du fluide dans un seul sens.
8	Distributeur 4/3	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer l'ouverture ou la fermeture d'une ou plusieurs voies de passage au fluide. - Distribuer la puissance hydraulique au vérin.
9	Régulateur de débit	Permet de réduire (réglable) le débit dans un sens et de laisser le débit maximum dans l'autre sens.
10	Vérin double effet	Transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique.
11	Manomètre	Permet de mesurer la pression relative à la sortie de la pompe
12	Accumulateur	Permet de restituer de l'énergie dans le circuit en cas de besoin ou pour compenser des pertes dues à des fuites.
13	Vanne	Permet de couper complètement (ou de laisser) le passage du fluide dans les deux sens. Ici, ce robinet permet le décharge de l'accumulateur et de décharger le circuit de toute pression.
14	Limiteur de pression	<p>Limiter la pression de fonctionnement dans l'ensemble d'un système hydraulique pour protéger la pompe, les appareils et les tuyauteries contre toutes surpressions dangereuses.</p> <p>C'est le premier appareil du circuit après la pompe hydraulique.</p>
15	Limiteur de pression	Protection les organes du circuit en cas de surpression.
16	Conduite d'évacuation	Permet le retour du fluide en cas du circuit fermer.
17	Groupe hydraulique	Permet de fournir à l'installation l'énergie hydraulique nécessaire.

2.2- Étude des pompes :

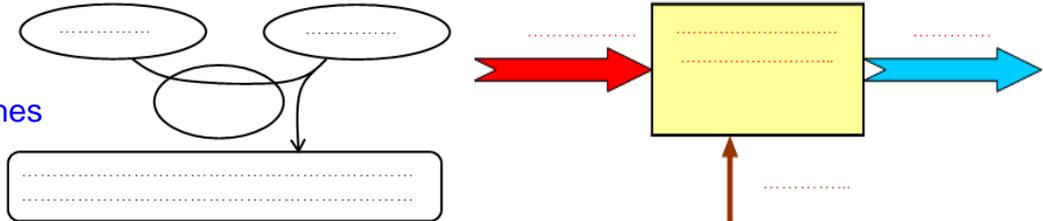


a- Fonction d'une pompe :

Appareil destiné à transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique en fournissant un débit. En pratique, il s'agit souvent d'augmenter la pression du fluide.

Cette transformation s'effectue en deux temps : - Aspiration (eau, huile... dans un réservoir);
- Refoulement.

"Compléter les deux outils de l'analyse fonctionnelle bête à cornes et SADT"

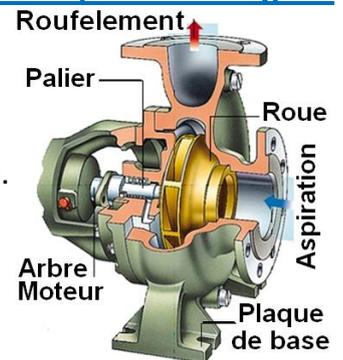


b- Classification :

□ b.1- Pompes volumétriques :

- ◆ Pompes alternatives :
 - Pompes à piston ;
 - Pompes à pistons en ligne ;
 - Pompes à membrane.
- ◆ Pompes rotatives :
 - Pompes à engrenages ;
 - Pompes à palettes ;
 - Pompes à vis ;
 - Pompes à pistons (axiaux ou radiaux).

□ b.2- Pompes centrifuges :



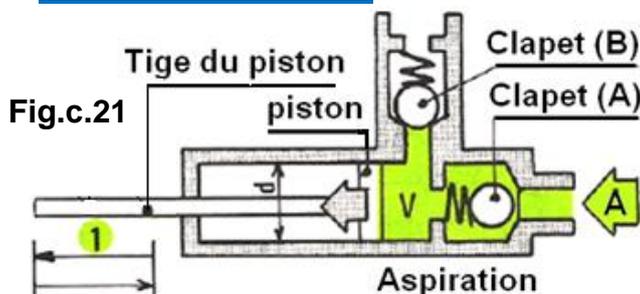
c- Pompes alternative :

Caractéristique : l'écoulement du fluide est discontinu (un temps sur deux).

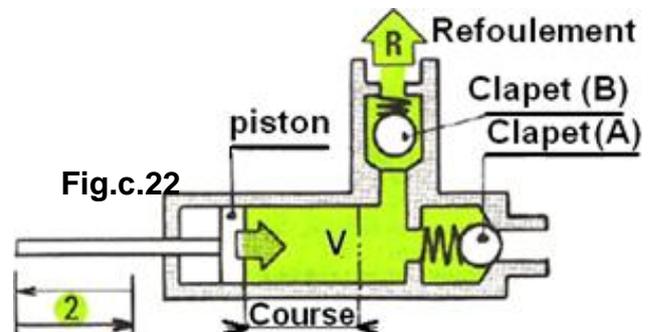
□ c.1- Pompe à piston :

Les pistons sont animés d'un mouvement rectiligne alternatif ; ce mouvement est communiqué par un système de transformation de mouvement (bielle-manivelle ; excentrique ; came ;...).

□ c.2- Fonctionnement :



Phase d'aspiration : Le piston se déplace dans le sens (1). Le volume (v) augmente, il se produit une dépression ; le clapet (A) s'ouvre ; le clapet (B) se ferme.



Phase de refoulement : Le piston se déplace dans le sens (2). Le volume (v) diminue. Le fluide est comprimé ; le clapet (A) se ferme ; le clapet (B) s'ouvre.

◆ Quelle est la cylindrée par tour de cette pompe ?

$$\text{Cylindrée} = \text{volume} = \text{Course} \cdot \text{Section}$$

$$\left(\frac{\text{m}^3}{\text{tr}}\right) \qquad \qquad \qquad (\text{m}) \qquad \qquad \qquad (\text{m}^2)$$

◆ Sachant que la pompe effectue "N" cycles par min, la pompe à un **Débit = Cylindrée. $\frac{N_{\text{cycles}}}{60}$**

$$\left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right) \qquad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{tr}}\right) \qquad \left(\frac{\text{cy}}{\text{min}}\right)$$

□ c.3- Pompes à pistons en ligne :

En cours de rotation, un arbre à cames enfonce successivement plusieurs pistons qui reviennent ensuite à leur position initiale au moyen de ressorts. L'effet de pompage est obtenu grâce à des clapets d'aspiration et de refoulement placés sur chaque cylindre.

L'ajustage des pistons dans chaque cylindre doit être extrêmement soigné.

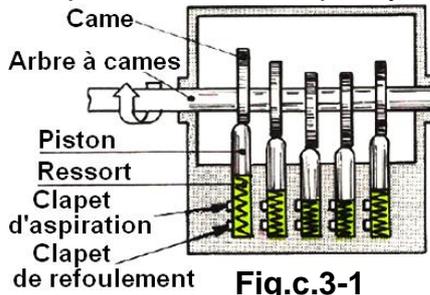


Fig.c.3-1

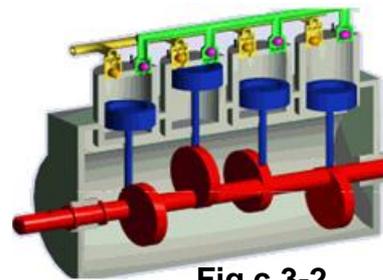


Fig.c.3-2

□ c.4- Pompes à membrane :

Caractéristique : débit faible, mais régulier. La variation du volume est obtenue par déformation d'une membrane élastique. (Exemple : pompe à essence)

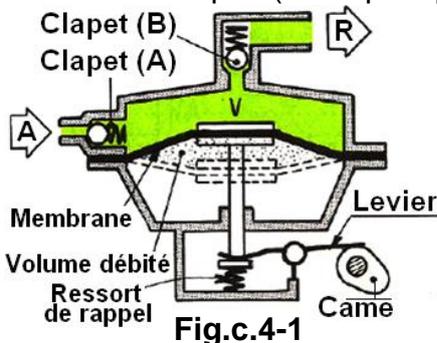


Fig.c.4-1

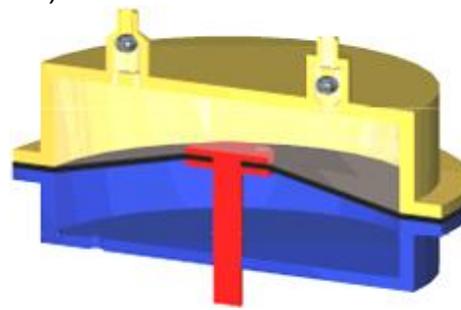


Fig.c.4-2

d- Pompes rotative :

La variation du volume est obtenue par la rotation d'un rotor dans le corps de pompe, le mouvement est circulaire continu. Caractéristique : l'écoulement du fluide est continu.

□ d.1- Pompe à engrenages :

Deux roues s'engrènent à l'intérieur d'un stator. L'une des roues est engrenée par un moteur. Le fluide transporté dans les creux des dents, est transféré de l'admission à la pression P_{adm} au refoulement à la pression P_{ref} (avec $P_{adm} < P_{ref}$).

Les engrenages peuvent être intérieurs ou extérieurs.

Indiquer les orifices d'aspiration et les orifices de refoulement sur les Figures d1 et e1.

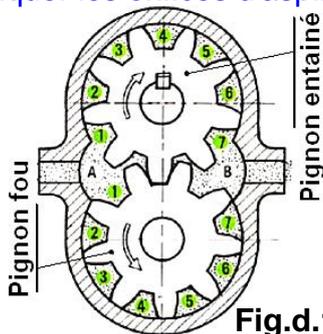


Fig.d.1-1

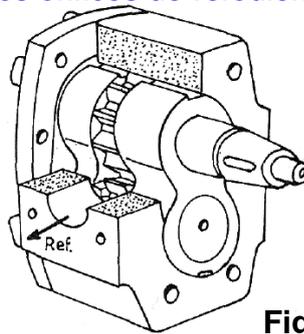


Fig.d.1-2

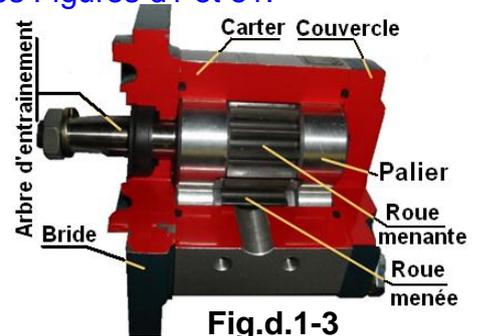


Fig.d.1-3

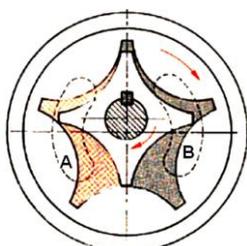


Fig.d.1-4



Fig.d.1-5



Fig.d.1-6

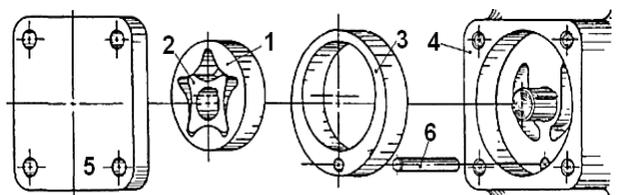


Fig.d.1-7

□ d.2- Pompes à palettes :

La rotation du rotor détermine la variation du volume compris entre deux palettes, le rotor et le corps ; d'où l'aspiration d'un coté et refoulement de l'autre. On peut faire varier la cylindrée en modifiant l'excentration e .

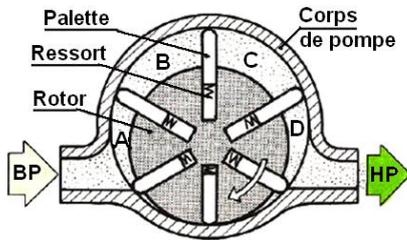


Fig.d.2-1



Fig.d.2-2

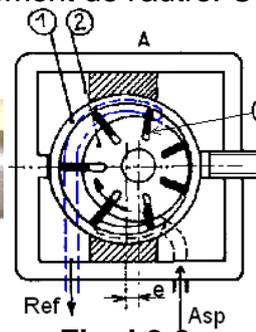


Fig.d.2-3

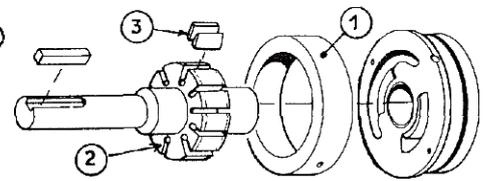


Fig.d.2-4

□ d.3- Pompes à vis :

Le liquide enfermé dans le creux des filets est véhiculé parallèlement aux axes des vis. A chaque tour des vis, le déplacement est de un pas. Le fonctionnement est analogue à celui d'une vis d'Archimède.

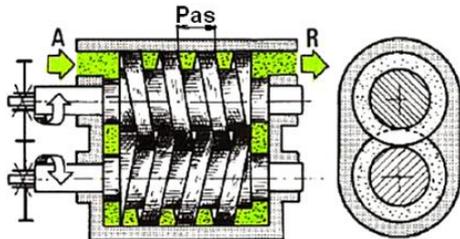


Fig.d.3-1

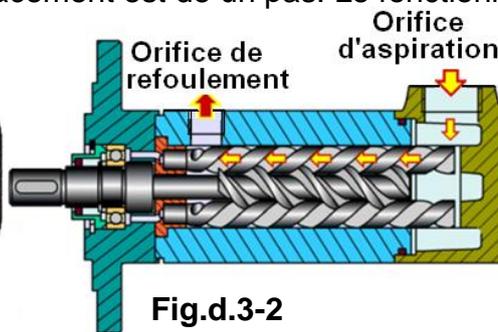


Fig.d.3-2



Fig.d.3-3

□ d.4- Pompe à Pistons :

♦ d.41- Pompe radiale à pistons :

La force centrifuge applique les pistons contre la couronne extérieure fixe excentrée par rapport au moyeu et à l'élément central fixe. En tournant, le moyeu imprime aux pistons un mouvement de va et vient.

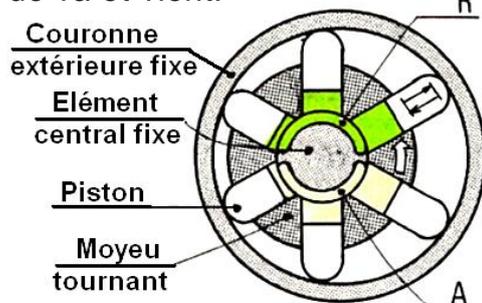
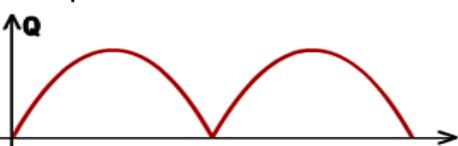


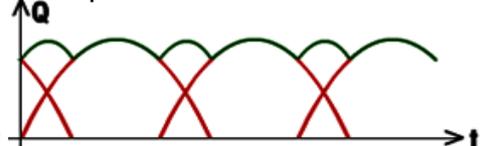
Fig.d.4-1

Pulsation d'une pompe radiale

♦ À piston à 2 éléments



♦ À piston à 3 éléments



A : L'orifice d'aspiration ; R : L'orifice de refoulement.

♦ d.42- Pompe axiale à pistons (à barillet) :

□ Cylindrée constante : Angle α constant

Le mouvement de va-et-vient des pistons est obtenu par la rotation d'un plateau à axe brisé. Dans chaque cylindre des clapets communiquent, soit avec l'orifice d'aspiration, soit avec l'orifice de refoulement.

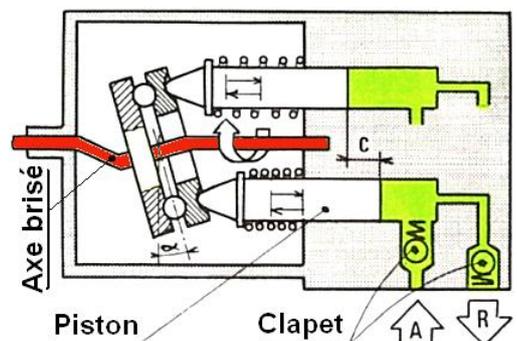


Fig.d.42-1

□ **Cylindrée variable** : Angle α est variable

◆ Débit important : \propto Maxi

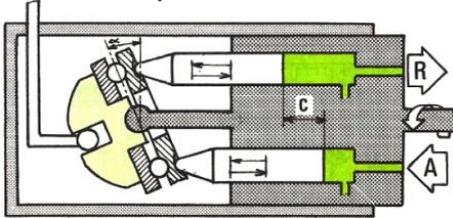


Fig.d.42-2

◆ Débit moyen : \propto intermédiaire

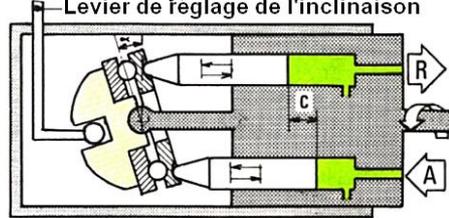


Fig.d.42-3

◆ Débit nul : \propto = 0

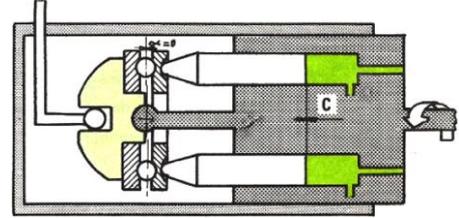
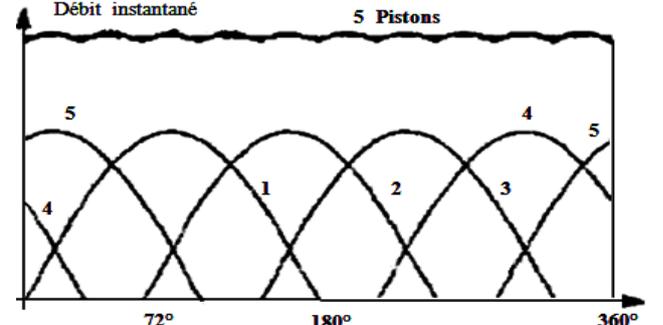
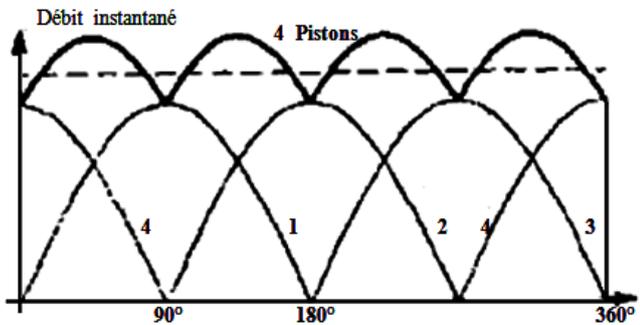
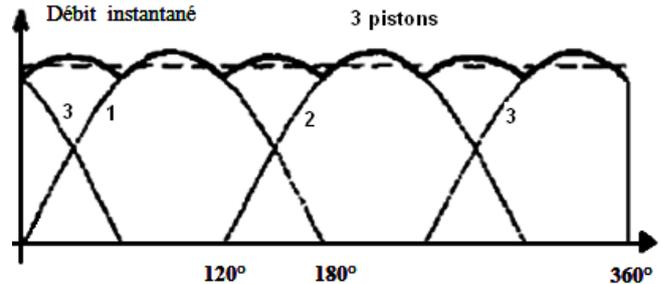
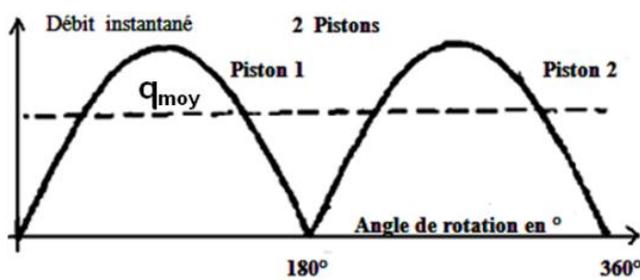


Fig.d.42-4

La régularité du débit instantané d'une pompe à pistons s'améliore avec un nombre élevé et impair de pistons.



e- Cylindrée, débit, puissance et rendement :

□ **e.1- Cylindrée** : V_{cy} (m³/tr)

La cylindrée par tour est le volume qu'elle refoule à chaque tour : $V_{cy} = c \cdot S \cdot n_p \cdot n_{cy}$

c : la course du piston ; S : la section du cylindre ;

n_p : le nombre de pistons ; n_{cy} : le nombre de cycle effectué par le piston par tour.

□ **e.2- Débit volumique** : Q_v (m³ / s)

Le débit volumique est le volume qu'elle refoule par unité de temps : $Q_v = V_{cy} \cdot N / 60$

N : la fréquence de rotation (tr / min).

□ **e.3- Puissance théorique (nette)** :

La puissance théorique (nette) \mathcal{P}_n (W) : $\mathcal{P}_n = \Delta P \cdot Q_v$ avec : $\Delta P = \dots\dots\dots$

P_{adm} : la pression d'admission et P_{ref} : la pression de refoulement

□ **e.4- Rendements** : $\eta_g \parallel \eta_g = \frac{\mathcal{P}_n}{\mathcal{P}_m} =$

\mathcal{P}_m : La puissance mécanique fournie.
 η_v : Le rendement volumétrique, le rendement dû aux fuites.
 η_m : Le rendement mécanique, le rendement dû aux frottements

ou $\eta_g = \eta_v \cdot \eta_m$

f- Pompes centrifuges :

La rotation de la roue-entraîne la rotation du fluide ; celui-ci est alors expulsé vers l'extérieur sous l'action de la force d'inertie centrifuge.

Il se crée une dépression au centre de la roue qui provoque une aspiration du fluide.

Exemples : - Pompe de vidange dans une machine à laver.

- Pompe à eau de voiture.

