

# Systèmes Hydrauliques et Pneumatiques

Semestre : x

Unité d'enseignement : UED xx

Matière : Systèmes Hydrauliques et Pneumatiques

VHS : 22h30 (cours 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

## Objectifs de l'enseignement:

L'objectif du programme est de faire apprendre aux étudiants un ensemble de connaissances indispensables et nécessaires pour la compréhension physique des systèmes hydrauliques et pneumatiques. Ceci débute par la description des différents organes (vérins, distributeurs, clapets,...), jusqu'à l'établissement des schémas hydrauliques ou pneumatiques

## Connaissances préalables recommandées :

Connaissances en mécanique des fluides, en organes de machines et sur lois de la physique.

## Contenu de la matière :

### **Chapitre 3 : Autres organes utilisés dans les Circuits hydrauliques et pneumatiques (3 semaines)**

- Les distributeurs : Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).
- Les limiteurs de pression : Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).
- Les limiteurs de débit: Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).
- Les accumulateurs et les réservoirs: Types, calcul et choix.
- Les canalisations : Matériaux, dimensions.
- Les capteurs : de force, de vitesse, de position, de température,...

## Mode d'évaluation:

Examen :100%.

## Références bibliographiques:

1. Jacques Faisandier, *Mécanismes hydrauliques et pneumatiques*, Collection :Technique et Ingénierie, Dunod/L'Usine Nouvelle, 2013.
2. José RoldanViloria, *Aide-mémoire : Hydraulique Industrielle*, L'Usine Nouvelle - Dunod.
3. R.-C. Weber, *Sécurité des systèmes pneumatiques*, Édition Festo, 2012.
4. Simon Moreno, Edmond Peulot, *Pneumatique dans les systèmes automatisés de production*, Editeur(s) : Casteilla, 2001.

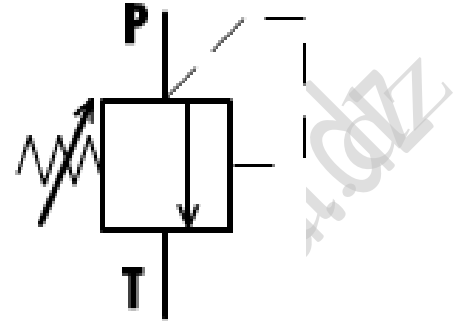
**Chapitre 3 : Autres organes utilisés dans les  
Circuits hydrauliques et pneumatiques  
(3 semaines)**

## I. Les limiteurs de pression : Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).

### Limiteurs de pression :

Dans un système hydraulique/pneumatique, si le flux de la pompe ne peut plus librement circuler dans :

- un vérin en fin de course ou bloqué
- un moteur hydraulique calé
- une arrivée d'huile fermée



La pression dans l'installation va brusquement augmenter jusqu'à atteindre la limite de résistance de l'organe le plus fragile et le détruire. On intercale dans le circuit un limiteur de pression dont le réglage permettra d'éviter toute surpression accidentelle.

Si la valeur de la pression atteint la valeur de réglage, le limiteur de pression s'ouvre pour laisser passer le débit d'huile excédentaire par rapport au débit nécessaire dans le circuit.

La pression est définie comme une résistance à l'écoulement.

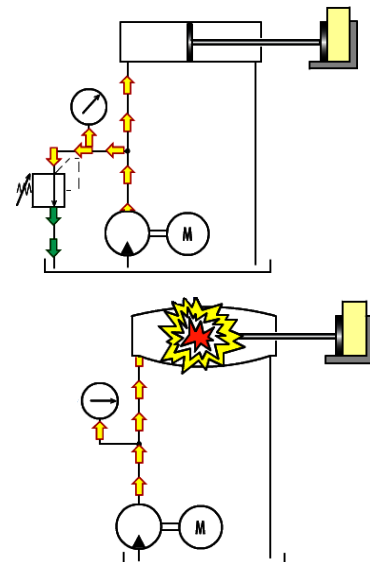
### Fonctions des limiteurs de pression :

a) Limiter la pression de fonctionnement dans l'ensemble d'un système hydraulique/pneumatique pour protéger la pompe, les appareils et les tuyauteries contre toutes surpressions dangereuses. **C'est le premier appareil du circuit après la pompe hydraulique.**

b) Limiter aussi la pression dans une branche du système pouvant se trouver isolée. **Un circuit peut nécessiter plusieurs de ces appareils.**

**L'exemple** en bas permet d'illustrer le rôle essentiel joué par un limiteur de pression dans une installation hydraulique/pneumatique. La pompe restant en fonctionnement, le liquide continu d'être envoyée vers le vérin mais la tige est maintenant bloquée

Le limiteur de pression change d'état (Ouverture du clapet) quand la pression dépasse la valeur de tarage. Le surplus de débit est évacué vers le réservoir la pression est maintenue dans le vérin, mais pas dépassée.



La pression va encore augmenter jusqu'à dépasser la limite de résistance de l'élément le plus fragile.

## II. Les limiteurs de débit: Types, construction, choix et commande. (directe, indirecte).

### Régulateurs de débit :

Le régulateur de débit est un composant chargé de limiter le débit de circulation de l'huile dans un sens Voir Figure.a, et de laisser la circulation au débit maximum dans l'autre sens Voir Figure.b.

Ce composant est constitué d'un limiteur de débit (étranglement réglable) et d'un clapet de non retour.

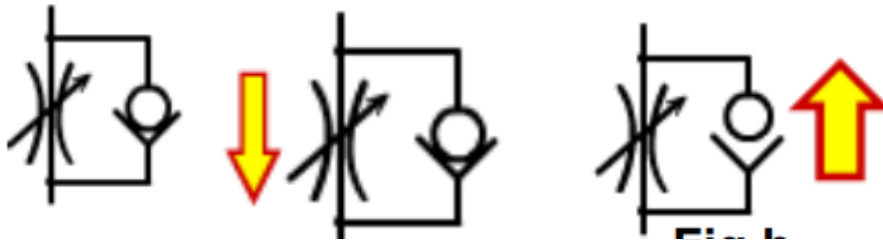
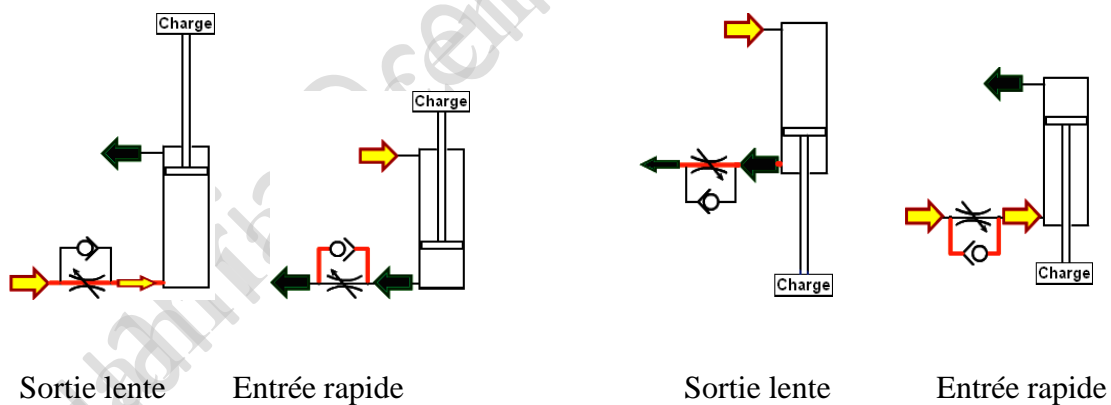


Figure.a

Figure.b

Il existe également des limiteurs de débits unidirectionnels **doubles**. Des régulateurs de débit peuvent être montés pour réduire le débit d'alimentation ou le débit de refoulement. Chaque montage correspond à un usage particulier et dépend principalement de la nature de la charge à entraîner.



Sortie lente

Entrée rapide

Sortie lente

Entrée rapide

### III. Les accumulateurs et les réservoirs: Types, calcul et choix.

#### a- Accumulateurs hydropneumatiques.

##### Définition :

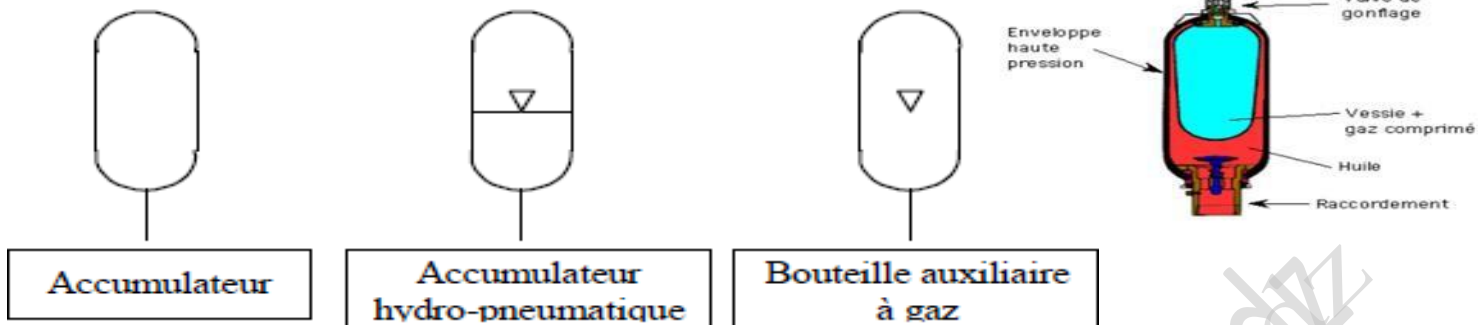
C'est un appareil qui accumule l'énergie pneumatique sous forme de pression et qui le restitue au moment opportun en cas de besoin. Un accumulateur hydropneumatique est un appareil capable d'emmagasiner sur les circuits hydrauliques une grande quantité d'énergie sous un faible volume. Un principe simple Si la très faible compressibilité des fluides rend difficile le stockage de leur énergie dans des volumes restreints, elle leur permet en revanche de transmettre des efforts importants. A l'inverse, le taux de compressibilité élevé des gaz permet de stocker une énergie considérable sous un faible volume. L'accumulateur hydropneumatique réalise l'association de ces deux propriétés.

Les principales fonctions et caractéristiques des accumulateurs sont :

- \* Un réservoir d'énergie
- \* Anti-bélier
- \* Dilatation thermique
- \* Amortissement de chocs – Suspension
- \* Récupération et restitution d'énergie
- \* Compensation de fuites
- \* Amortissement de pulsations
- \* Transfert \* Réserve d'énergie



## 8. ACCUMULATEURS



### b- Réservoirs de fluides liquides.

#### Définition :

Les réservoirs de liquide assurent le stockage et la compensation des variations de volume des fluides liquides servant à alimenter des installations industrielles.

- Ces variations de volume sont dues aux fluctuations générées par les différentes consommations par les équipements et aux séquences d'ouverture et de fermeture des vannes et robinets.
- Les réservoirs de liquide permettent également de stocker tout le fluide frigorigène de l'installation, pour des opérations d'entretien ou de dépannage.

### Réservoirs de fluides liquides



## 16. LES RESERVOIRS



Réservoir



Retour au réservoir d'un drain



Retour au réservoir d'une canalisation principale



Réservoir en charge

### IV. Les canalisations : Matériaux, dimensions.

#### 1. Les canalisations: Ce sont :

- des tubes rigides métalliques à structure homogène ;
- des tuyaux flexibles en élastomère à structure hétérogène multicouche.

Une tuyauterie équipée est une conduite prête à l'emploi munie de ses raccords ou embouts de raccordement pour réaliser les liaisons entre les appareils ou ensembles hydrauliques. En fonction du système étudié le fluide devra circuler à l'intérieur des conduites avec le minimum de perte de puissance et les épaisseurs seront calculées pour que le tube ne subisse pas de déformations en pression de service.

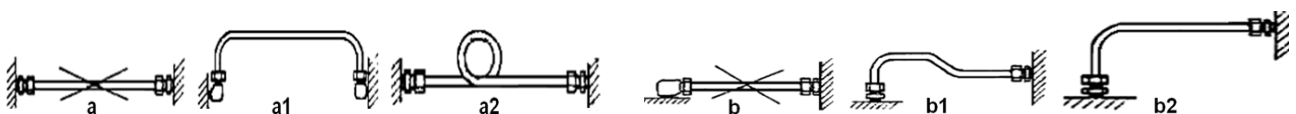
#### ♦ **Détermination** : Deux paramètres interviennent :

- Le débit  $q_v$  permet de calculer le diamètre intérieur ; vitesses d'écoulement recommandées (aspiration 0,4 à 1,5 m/s; alimentation 2 à 10 m/s retour 2 à 4 m/s).
- La pression d'utilisation fixe l'épaisseur.

#### ♦ **Canalisations rigides** : Généralement en acier étiré à froid, sans soudure.

##### **a- Règles à observer :**

- a.1- Réduire le nombre de coude au maximum.
- a.2- Réaliser les cintrages avec un rayon minimum égal à trois fois le diamètre extérieur du tuyau  $r > 3d_{ext}$ .
- a.3- Éviter les cintrages dans les zones de raccordement.
- a.4- Éviter les branchements rectilignes surtout pour les tuyauteries courtes. (Penser aux variations de température ou de pression provoquant dilatation ou contractions)



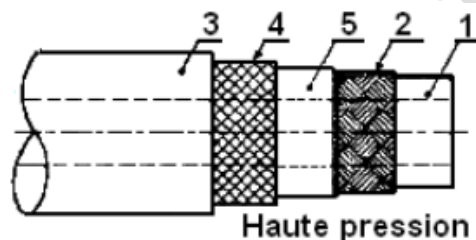
♦ **Canalisations souples flexibles** : Permettent de relier des composants en mouvement relatif et d'absorber les vibrations

### **b- Règles de montage :**

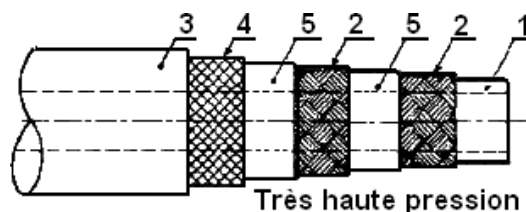
- b.1- Prévoir des rayons de courbure suffisant (10 à 15 fois le diamètre extérieur).
- b.2- Relier les coudes par des parties droites (longueur minimal 3 fois le diamètre extérieur).
- b.3- Tenir compte de la diminution de longueur (5% environ) sous l'effet de la pression.
- b.4- Éviter la torsion axiale.
- b.5- Éviter les longueurs trop importantes.

### **c- Composition :**

- c.1- Un tube intérieur 1 en caoutchouc synthétique (neutre au fluide).
- c.2- Une armature métallique, en fil d'acier haute résistance. Appelée tresse 2. Suivant les pressions utilisées (moyennes, hautes) on trouvera une ou deux tresses. Pour très hautes pressions on trouve jusqu'à quatre nappes de tresses.



- c.3- Une gaine extérieure en caoutchouc noir 3 résistant aux huiles et à l'abrasion, comportant une ligne de contrôle de non **vrillage** (Vrillage : (TEXTILE) Défaut des fils dû à une mauvaise torsion). Armature. Tubes intérieurs ou extérieurs sont isolés par des tresses textiles 4 ou des robes intercalaires antifriction, en caoutchouc synthétique 5. Elles assurent aussi la liaison entre les différentes couches.
- c.4- Il existe une nouvelle fabrication de tuyaux flexibles dite thermoplastique. Le tube intérieur. Les tresses de renforcement 2 et la robe extérieure sont en matériaux thermoplastiques (résine et fibre polyester). Avantages : légèreté, tube intérieur plus lisse et diamètre extérieur plus réduit. Certains sont recommandés lorsque la non conductivité électrique est requise.



## **2. Les raccords :**

♦ **Permettent :**

- La jonction des tuyauteries rigides ou flexibles aux différents appareils d'une installation ou liaison



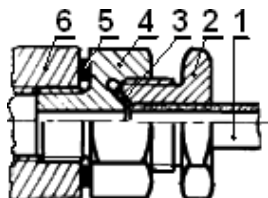
entre plusieurs tuyauteries. L'étanchéité absolue est impérative.

- Des changements de direction
- Des démontages et remontages rapides

♦ **Classification :**

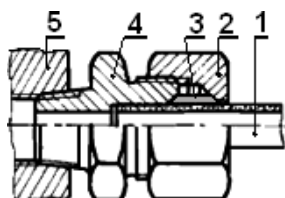
**- Raccord rigides tube cuivre ; acier ; alliage d'aluminium**

**a- À portée conique**



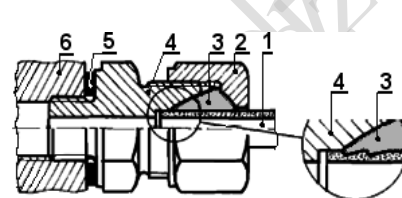
L'étanchéité est assurée par  
Mamelon cylindrique

**b- À bague**



L'étanchéité est assurée par  
un ruban. Mamelon conique

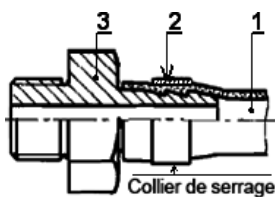
**c- À pénétration**



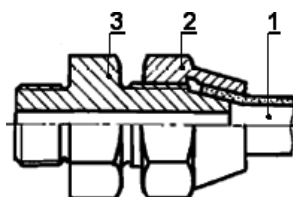
Le serrage de l'écrou provoque un joint.  
l'incrustation\* de la bague dans le tube

**- Raccord souple (tube caoutchouc armé)**

**d- À canule**



**e- À portée conique**



**f- Autre type de raccords**

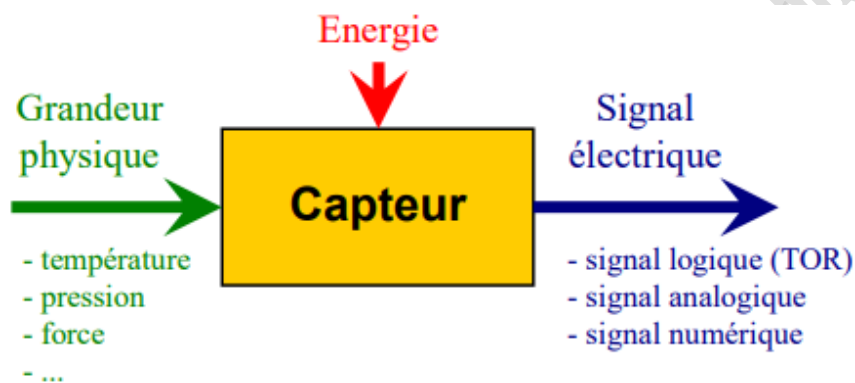
plastique et Cuivre		plastique et acier		cuivre- acier	
mamelon double	raccord de réduction	réduction mâle - femelle hexagonale	bouchon mâle sans bourrelet	Conduite Mâle-femelle	coude
culotte	té	coude de renvoi	coude à 45°	siphon	coude à 180°

## V. Les capteurs : de force, de vitesse, de position, de température,...

### GÉNÉRALITÉS

Dans de nombreux domaines (industrie, recherche scientifique, services, loisirs ...), on a besoin de contrôler de nombreux paramètres physiques (température, force, position, vitesse, luminosité, ...). Le capteur est l'élément indispensable à la mesure de ces grandeurs physiques.

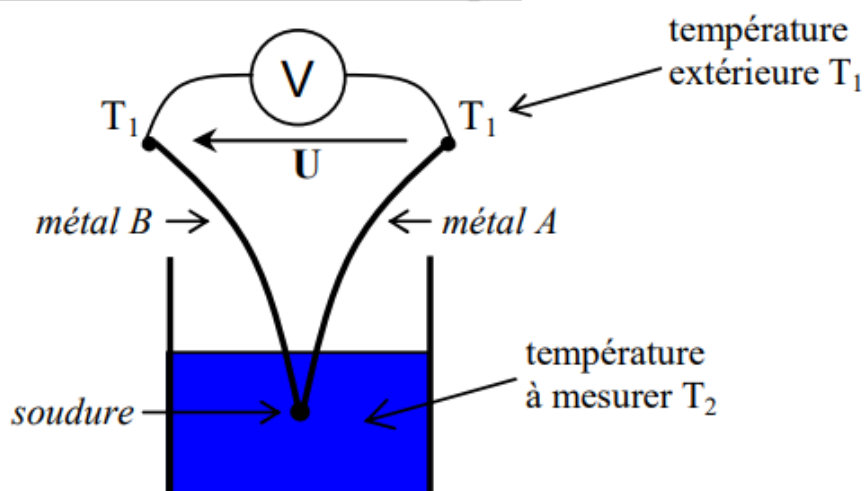
**Définitions Capteur :** Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.



### 1- CAPTEURS DE TEMPÉRATURE

#### a- Thermomètre à thermocouple

#### Thermomètre à thermocouple



On constate que si la température  $T_2$  est différente de  $T_1$  alors il apparaît une tension  $U$  aux bornes des deux fils soumis à la température  $T_1$ . Le phénomène inverse est aussi vrai : si on applique une tension, alors il y aura un échauffement ou un refroidissement au point de liaison des deux conducteurs

(modules à effet Peltier).

**Application :** Mesure des hautes températures (900 → 1300°C).

### b- Thermistance

Une thermistance est un composant dont la résistance varie en fonction de la température. En première approximation, la relation entre résistance et température est la suivante :

$$R_{\theta} = R_0 (1 + a.\theta)$$

Avec :

$R_{\theta}$  est la résistance à la température  $\theta$

$R_0$  est la résistance à la température 0°C

$a$  est le coefficient de température.

**Remarque :** si  $a > 0$  alors on a une thermistance CTP ( $R \uparrow$  quand  $\theta \uparrow$ )

si  $a < 0$  alors on a une thermistance CTN ( $R \downarrow$  quand  $\theta \uparrow$ ).

**Utilisation :** On insère la thermistance dans un pont de jauge. On obtient ainsi une tension  $V$  en sortie du pont  $V = k (\theta - \theta_0)$ .

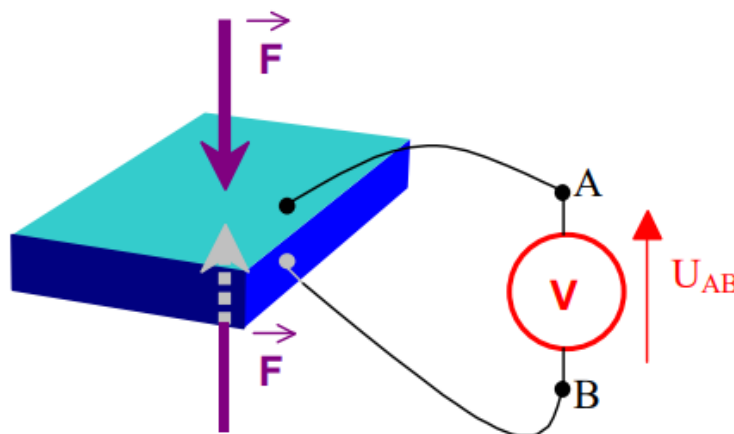
Si on prend  $\theta_0 = 0^\circ\text{C}$ , on obtient  $V = k.\theta$ .

On peut aussi alimenter la thermistance avec un générateur de courant. La tension à ses bornes sera donc proportionnelle à la résistance.

## 2. CAPTEURS À EFFET PIÉZOÉLECTRIQUE

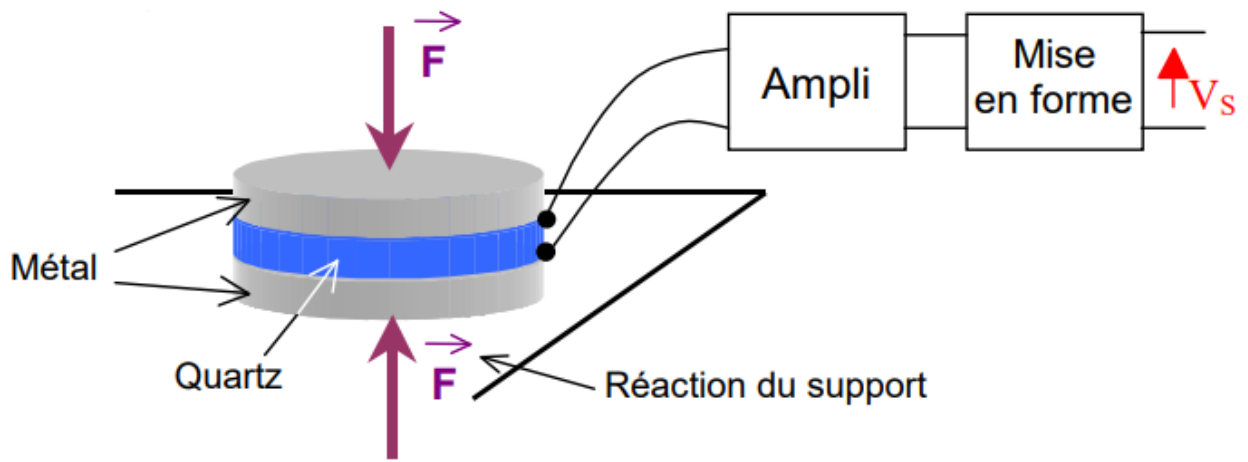
### Effet piézoélectrique

Une force appliquée à une lame de quartz induit une déformation qui donne naissance à une tension électrique.



#### a. Capteur de force.

La tension  $V_S$  de sortie sera proportionnelle à la force  $F$  :



$$V_S = k \cdot (F+F) = 2k \cdot F$$

Avec : **k** constante.

### b. Capteur de pression

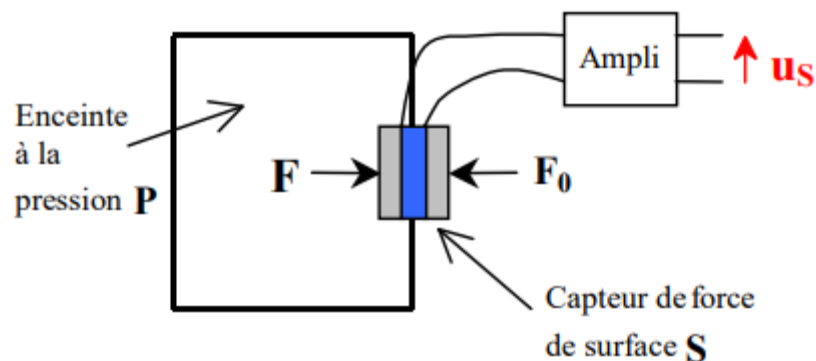
**Définition :**

Lorsqu'un corps (gaz, liquide ou solide) exerce une force **F** sur une paroi **S** (surface); on peut définir la pression **P** exercée par ce corps avec la relation ci dessous :

$$S = F / P$$

Avec l'unité : **Pascal**

Le capteur de force est inséré dans la paroi d'une enceinte où règne une pression **P**. Une face du capteur est soumise à la force **F** (pression **P**) et l'autre face est soumise à la force **F<sub>0</sub>** (pression extérieure **P<sub>0</sub>**).



On a  $F = P \cdot S$  ;  $F_0 = P_0 \cdot S$  et  $u_S = k \cdot (F+F_0)$  ( capteur de force,  $k =$  constante ).

Donc :  $U_S = k \cdot S ( P + P_0 ) = k' ( P + P_0 ) \Rightarrow U_S = k' ( P + P_0 )$  .

Il s'agit ici d'un capteur de pression qui mesure la somme de la pression extérieure **P<sub>0</sub>** et de la pression de l'enceinte **P**.

### 3. CAPTEURS DE POSITION

#### Présentation

Les capteurs de positions sont souvent utilisés avec un corps d'épreuve pour former d'autre type de capteur. Les capteurs de niveau à flotteur utilisent un capteur de position pour déterminer la position du flotteur. Pour mesurer une position linéaire, on utilise soit un capteur linéaire, soit un capteur rotatif associé à une liaison poulie.

### 4. CAPTEURS ANALOGIQUES

#### Présentation

Ce sont des capteurs généralement basés sur la variation d'impédance d'un dipôle passifs. La variation de la grandeur physique à mesurer peut-être liée a :

- la variation de résistance (R en Ohm) d'un résistor ;
- la variation de capacité (C en F) d'un condensateur ;
- la variation d'inductance (L en H) d'une self

Ils existent aussi des capteurs basés sur la variation d'une mutuel inductance (M enH) de deux selfs.