

L'AIR COMPRIMÉ

1.1 Qu'est-ce que l'air comprimé?

L'air comprimé peut être considéré comme une portion d'atmosphère dont on a réduit le volume. C'est un support pour l'énergie sous forme calorifique et qui offre la possibilité de transporter de l'énergie thermique sur une certaine distance afin de l'utiliser sous forme de travail lors de l'expansion. L'air atmosphérique est du point de vue physique un mélange gazeux. Les éléments principaux de ce mélange sont de l'azote pour 78 % en volume, de l'oxygène pour 21 % en volume, s'y ajoutent l'argon pour 1 % en volume et des traces d'oxyde de carbone et d'autres gaz dit rares.

Comme tous les autres corps l'air atmosphérique se compose de molécules qui sont reliés les unes aux autres par les forces moléculaires. Les molécules sont constamment en mouvement. A l'état gazeux les molécules sont fort distants les unes des autres et les forces moléculaires sont relativement faibles. C'est aussi la raison pour laquelle un gaz occupe la totalité de l'espace disponible et se mélange avec les autres gaz se trouvant dans cet espace. Le volume total des molécules contenues dans une quantité déterminée de gaz est relativement faible par rapport au volume de gaz. Une quantité de gaz donnée peut être comprimée en un volume ne représentant qu'une très faible partie de son volume initial, c'est ce que l'on appelle la compression.

Si l'on enferme un gaz dans une enceinte, le mouvement des molécules occasionnera au permanence des chocs contre la paroi du réservoir et celle-ci doit pouvoir absorber les chocs. La pression est une force rapporté à l'unité de surface. Elle est mesurée en bar. Pour une pression de 1 bar et une température de 0°C on peut compter environ 3×10^{23} chocs moléculaires par centimètre carré et par seconde.

Le mouvement de la molécule croît avec la température du gaz enfermé, d'où un accroissement du nombre des chocs produisant une augmentation de la pression sur les parois.

Il existe une relation entre la pression, la température et le volume du gaz selon la loi de Mariotte et Gay Lussac:

$$pV = rT$$

p = la pression

V = le volume

r = une constante dépendant de la nature du gaz

T = la température absolue

Ce qui signifie:

Si l'on augmente la température à volume constant, la pression croît. Si l'on diminue le volume à température constante, la pression croît.

Cette loi est utilisée dans la technique de l'air comprimé:

Le compresseur à piston utilise un travail mécanique, et par réduction du volume de l'air contenu dans le cylindre augmente la pression au-dessus de la pression atmosphérique.

Les machines pneumatiques fournissent du travail grâce à l'expansion de l'air comprimé.

1.2 Unités et symboles utilisés dans la technique de l'air comprimé

Dans le passé on a utilisé divers systèmes d'unités de mesure pour exprimer des grandeurs dans la technique de l'air comprimé, tels le dyne pour la force, la calorie pour la quantité de chaleur. Depuis quelques décennies le système international d'unités a développé un système universel qui est seul applicable depuis le 1 janvier 1978. Ce système international universel ramène tous les grandeurs élémentaires à partir desquels on définit des grandeurs secondaires produits ou quotients des précédents.

Avant de passer à la section suivante il importe de définir quelques unes des unités nouvelles grandeurs physiques que nous allons utiliser.

L'objectif est d'établir une unicité de langage précis et défini qui sera utilisé dans la technique de l'air comprimé.

Les unités élémentaires sont:

- | | | | |
|----|--------------|-----|---------------------|
| m | = mètre | K | = Kelvin |
| kg | = kilogramme | mol | = masse moléculaire |
| s | = seconde | cd | = Candela |
| A | = ampère | | |

Les unités déduites des unités élémentaires que nous utilisons par la suite sont:

- | | | | |
|-----|----------|----|---------------------|
| N | = Newton | W | = Watt |
| Pa | = Pascal | V | = Volt |
| bar | = Bar | °C | = degrés Centigrade |
| Ω | = Ohm | t | = tonne |
| J | = Joule | | |

Pour l'utilisateur d'air comprimé il sera souvent question de la nouvelle unité "bar" qui est très voisine de l'ancien "at" = atmosphère (1 at = 0,981 bar). Les unités recommandées se retrouvent sur un tableau qui peut être obtenu auprès de l'AFNOR.

RAPPEL : Poids spécifique de l'AIR (Δ UNITÉS!

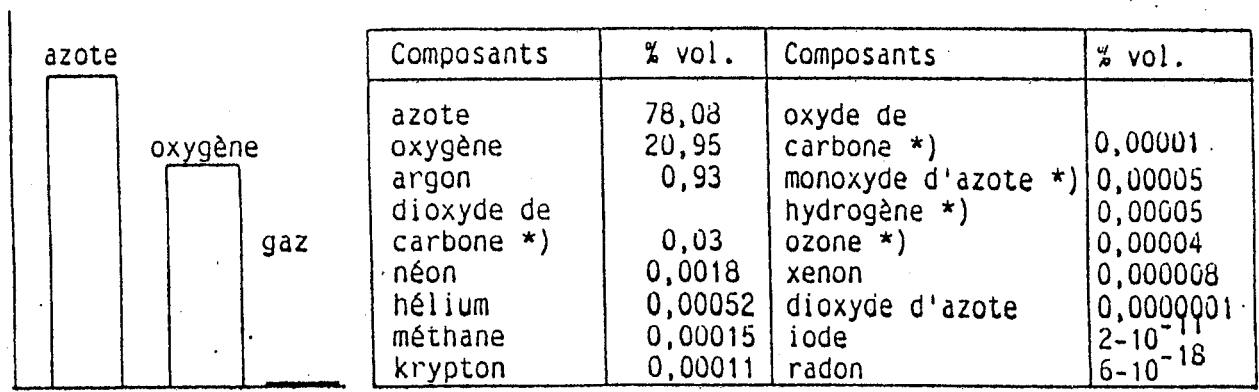
$C_s = 1,293$ à $0^\circ C$ et Pression Atmosphérique
1,013 bars.

Autre poids spécifique à autre T° et $P_{Absolue}$

$$C_s = 1,293 \times \frac{P_{Abs}}{1,013} \times \frac{273}{273 + t}$$

1.3 Bases physiques

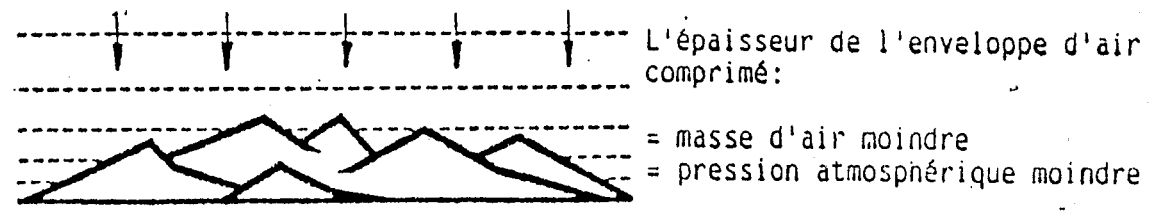
Composition de l'air: (sec)



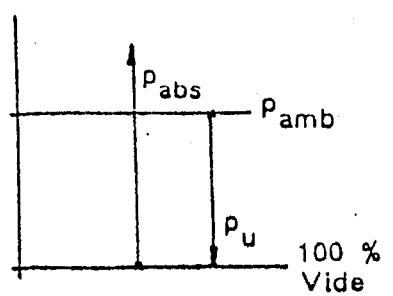
Les éléments gazeux marqués d'une astérisque peuvent varier en pourcentage.

Pression atmosphérique:

Elle est due à la densité de l'enveloppe d'air entourant la terre. Toutes conditions étant constantes, la pression atmosphérique diminue quand l'altitude du lieu de mesure augmente..



Pression:

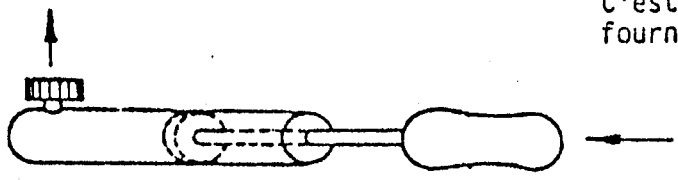


Quelles sont les différentes pressions:

- 1. pression ambiante = P_{amb}
- 2. de-pression = P_u
- 3. pression absolue = P_{abs}
- 4. pression nulle = vide 100 %

Air comprimé:

L'air comprimé est de l'air atmosphérique dont on a réduit le volume.
 C'est de l'énergie emmagasinée, pouvant fournir de travail lors de la détente.



Définition de la pression

D'une façon générale:

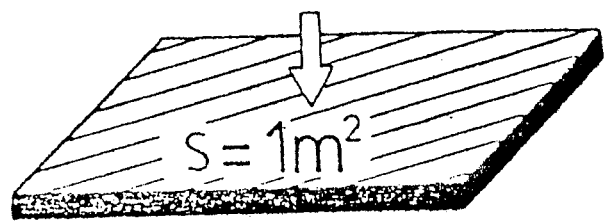
pression = $\frac{\text{force}}{\text{surface}}$

$p = \frac{F}{S}$

Dimensions:

1 Pascal = $\frac{1 \text{ Newton}}{1 \text{ m}^2}$

1 Pa = $\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$



les unités

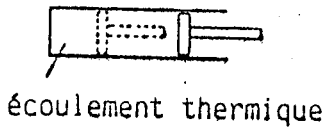
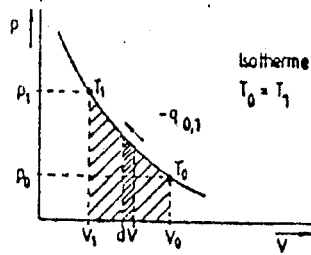
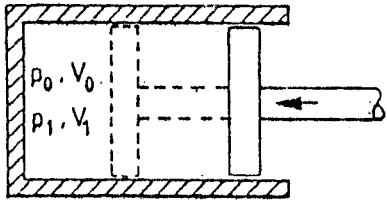
- 10⁵ Pa = 1 bar
- 1 MPa = 10 bar
- 1 bar = 14,5 psig
- 1 bar = 10197 mm colonne d'eau

1.4 Loi fondamentale

Une relation directe relie pression, volume et température, qui se traduit par l'égalité:

$$pV = rT$$

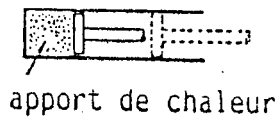
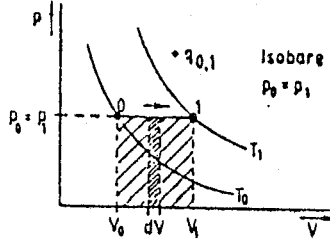
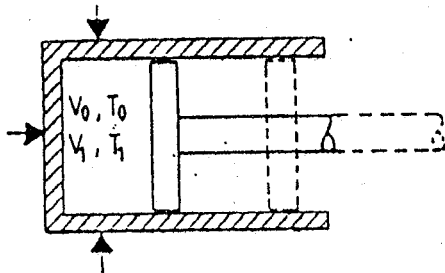
Pression et volume



Le volume réduit à température constante, augmente la pression.

$$p_0 \cdot V_0 = p_1 \cdot V_1 = \text{constant}$$

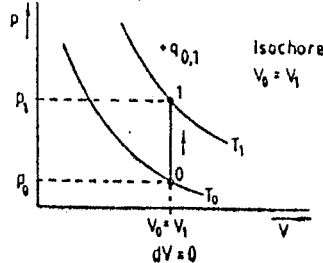
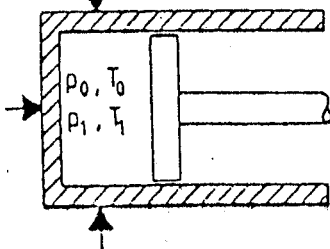
Volume et température



Si l'on fait un apport de chaleur à pression constante, on augmente le volume proportionnellement au rapport de variation de la température absolue.

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{T_0}{T_1}$$

Pression et température



L'apport de chaleur à volume constant augmente la pression proportionnellement au rapport de variation de température absolue.

$$\frac{p_0}{p_1} = \frac{T_0}{T_1}$$

loi fondamentale PV = rT et $\frac{PV}{T} = r$
Des GA 2.

6

Dans les conditions normales les lois précédentes s'expriment par la formule suivante:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \text{constant}$$

où: p = pression (bar)
V = volume (m³)
T = température (K)

Cette formule permet d'expliquer facilement certains phénomènes pratiques, par exemple si le volume est maintenu constant et que la pression augmente, la température doit aussi augmenter ou l'augmentation de température et pression constante implique un accroissement de volume, ainsi pour des pneumatiques d'automobiles, à volume constant un échauffement provoque un accroissement de pression.

APPLICATIONS:

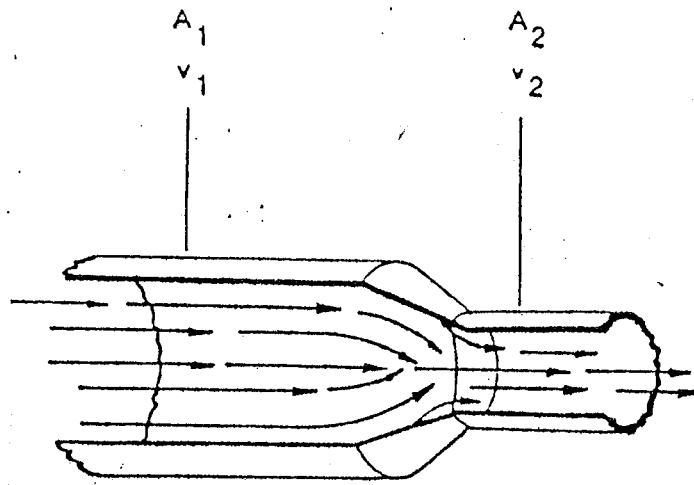
Habituellement toutes les valeurs sont rapportées à l'état normal de façon que les valeurs à comparer le soient aux mêmes conditions.

	état physique normal	état technique normal	état normal	état de fonctionnement
température	0°C = 273,15 K	20°C = 293,15 K	température ambiante	température de fonctionnement
pression normale	1,013 bar	1 bar	pression ambiante	pression de travail

Si dans la pratique on doit comparer par exemple des volumes de flux il importe de préciser l'état auquel on se réfère.

1.5 Air comprimé en mouvement est soumis à d'autres lois

Comportement de flux:



V = volume
v = vitesse
A = section

Le flux volumétrique est calculé comme suit:

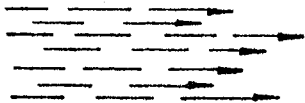
$$V = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Ce qui donne:
la vitesse de déplacement du flux est inversement proportionnel à la section du conduit.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

Type de flux:

laminaire

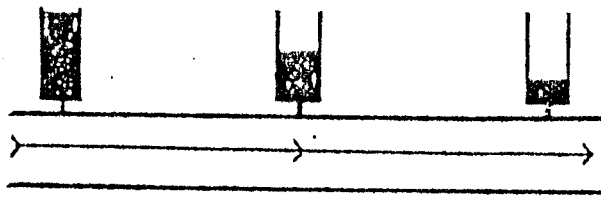


turbulence

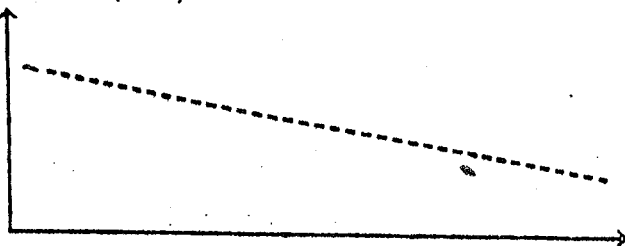


Le flux peut être laminaire, c'est-à-dire parallèle (cas idéal) ou turbulent (retour ou tourbillons).

Chute de pression:



pression (bar)



déplacement

Le conduit de tout volume d'air en déplacement, représente une certaine résistance à l'avancement pour celle-ci. Cette résistance dépend de l'état de surface interne du conduit, de sa longueur et de sa vitesse de flux.

AIR COMPRIMÉ

8

ABaque

Volume de l'air comprimé
en fonction de sa pression et de sa température

