

Chaque méthode utilisant comme média de test de l'air, qui, au-delà de la fuite se retrouvera dans l'air, est classée comme méthode air dans air.

## 4.1 Variation de pression

### 4.1.1 Mesure de la variation de pression (ou de vide)

Le fait de travailler en vide ou en pression change surtout le sens de la fuite. Dans le cas d'un test sous vide, l'air entrera dans la pièce. Tout ce qui suit sur la variation de pression s'applique donc aussi bien pour le vide dans la pièce que pour des pressions de test supérieures à la pression atmosphérique.

Le principe de base.

Une pression  $P$  est appliquée à la pièce à tester. Si la pièce n'est pas étanche, la pression va baisser (augmenter si test sous vide). Plus la fuite est grande, plus la pression va chuter rapidement. Cela fonctionne de manière identique si on tire la pièce au vide.

Si on se place dans des conditions où ni la température ni le volume ne varient, la relation entre le débit de fuite et la variation peut se résumer ainsi :

$$Q = \frac{\Delta P \times V}{\Delta t} \text{ à } T^\circ \text{ constante (Formule n}^\circ \text{ 13)}$$

Avec :

$Q$	valeur de la fuite
$\Delta P$	variation de pression
$V$	volume
$\Delta t$	temps écoulé pour la mesure de $t$

**Figure 1 : Contrôle d'étanchéité d'un moteur par variation de la pression****Exemple**

Comment calculer la fuite correspondant à une chute de pression de 300 Pa (3 millibar) en 60 secondes pour un volume de 0,01 m<sup>3</sup> (10 litres) ?

$$Q = \frac{300 \times 0,01}{60} = 0,05 \text{ Pa m}^3/\text{s} \text{ (0,5 millibar.litre/seconde)}$$

Pour être plus complet, considérons la loi des gaz parfaits :

$$P \times V = n \times R \times T \text{ (Formule n° 14)}$$

On voit que d'autres facteurs peuvent venir perturber la mesure.

Quand on mesure la variation de pression sur une durée fixe, c'est-à-dire

le terme  $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ , on récupère dans la mesure la totalité des influences sur ce terme :

$$\Delta P = \frac{\Delta n \times R \times \Delta T}{\Delta V} \text{ (Formule n° 15)}$$

La valeur de  $\frac{\Delta P}{\Delta t}$  est donc la résultante de plusieurs phénomènes :

- $\Delta n$  = variation du nombre de molécules, autrement dit la perte massique subie par le système mesuré, c'est-à-dire l'impact d'une ou plusieurs fuites
- $\Delta V$  = variation du volume contrôlé
- $\Delta T$  = variation de la température : chaque degré d'écart engendre une variation de 1/273 de la pression c'est-à-dire  $\approx 0,4 \%$

Dans le contrôle d'étanchéité, on aura donc toujours à cœur de créer des systèmes dans lesquels les variations de volume et de température sont rendues négligeables pendant le temps de mesure.

Pour passer d'une expression de variation de pression à un terme de débit plus représentatif des fuites, il faut intégrer le fait que la variation de pression se mesure pendant un temps fini.

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{\Delta n \times R \times \Delta T}{\Delta V \times \Delta t}$$

D'où l'on extrait cette relation si pratique à utiliser sur le terrain :

Débit =  $\frac{\Delta P \times V}{\Delta t}$  valable uniquement quand on considère que la température et le volume testé n'ont pas varié pendant la mesure. Cela repose sur un savoir-faire sans lequel ce type de contrôle perd beaucoup de sa précision.

$\Delta t$  = temps écoulé entre le début et la fin de la mesure.

Quel est l'impact d'une variation de volume ?

Si le volume varie pendant la mesure (recul d'un outillage, compression d'un joint, etc.), le résultat en sera affecté. Une valeur de chute ou de remontée de pression apparaîtra alors à l'affichage, mais ne sera pas liée à une fuite.

On peut estimer l'impact d'une variation de volume donnée sur la mesure de la manière suivante :

Considérons que la température ne varie pas et qu'il n'y a pas de fuite. On peut alors énoncer que  $PV = \text{constante}$  ; la pression variant de manière inversement proportionnelle au volume.

Indice 1 = données au début du temps de test

Indice 2 = données à la fin du temps de test

On peut dire :  $P_1 V_1 = P_2 V_2$

On cherche  $P_2$ , la pression finale  $\Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$

#### Exemple

Volume testé = 130 cm<sup>3</sup>

Pression de test = 100 mbar

Variation de volume = 10 mm<sup>3</sup>

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{10\,000 \times 13\,000}{130\,010} = 9\,999,2 \text{ Pa}$$