

Volume de compression : ΔV

Pour que la pression atteigne 200 bar, alors que la tige est en butée, il faudra encore introduire du liquide dans le vérin. Ce sont les molécules de liquides introduites qui, de plus en plus pressées les unes contre les autres, feront monter la pression jusqu'à 200 bar.

La relation $\Delta V = -V_i (\Delta P / \beta)$ permet de déterminer le volume de liquide, pris à la pression atmosphérique et qui sera introduit dans le vérin.

$$V_i = 45 \text{ l} ; \Delta P = -200 \text{ bar} ; \beta = 15000 \text{ bar}$$

$$\Delta V = -45(-200/15000) = 0,6 \text{ l}$$

$$\Delta V = 0,6 \text{ l}$$

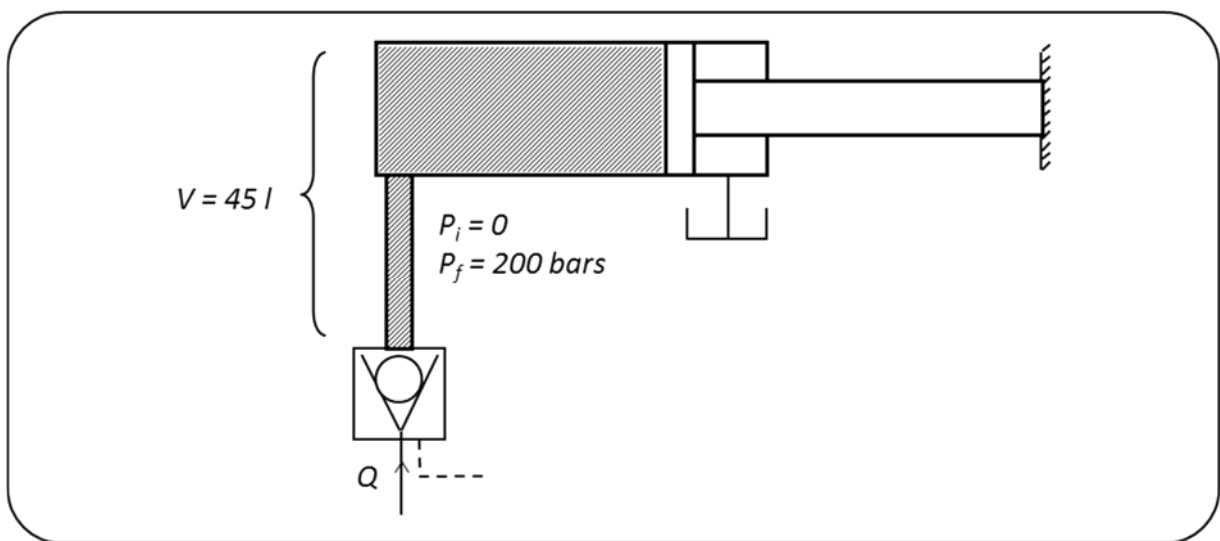


Figure 7-7 (B.K)

Temps de pour atteindre 200 bar : t_{200}

Partant d'une pompe dont le débit est de 12 l/mn

Temps d'introduction de 0,6 litre dans le vérin

$$t_{200} = (60/12) 0,6 = 3 \text{ s}$$

$$t_{200} = 3 \text{ s}$$

Dispositif de décompression

Avec un système en pression nous sommes en présence non seulement du liquide comprimé mais également de déformations auxquelles sont soumises les structures mécaniques.

Toute manœuvre devra généralement être précédée d'une décompression afin d'éviter des chocs préjudiciables à la tenue de l'installation. Ces phénomènes sont généralement nommés par l'expression : coups de bélier.

COEFFICIENT DE DILATATION

Dilatation et ses conséquences

Selon que le liquide est à l'air libre ou bloqué dans une enceinte une élévation de température se traduit par une augmentation de volume ou une augmentation de pression.

Augmentation de volume due à l'élévation de température

À titre d'exemple, un réservoir contenant 200 litres de liquide subit une augmentation de volume de l'ordre de 8 litres lorsque la température s'élève de 50 °C

Augmentation de pression due à l'élévation de température

$$\Delta P \approx 9 \Delta \theta \text{ (bar, } ^\circ\text{C)}$$

Un liquide bloqué dans une enceinte quasi indéformable subirait une élévation de pression d'environ 450 bars lorsque la température s'élève de 50 °C

Autres caractéristiques

La masse volumique

La tension de vapeur

La couleur, etc.

CHAPITRE 8 POLLUTION

- **POLLUANTS (Origines. Conséquences. Prévention)**
 - Les particules*
 - L'eau*
 - L'air*
 - Les micro-organismes*
- **LA POLLUTION PAR LES PARTICULES**
 - Repères dimensionnels. Définition de la taille d'une particule. Compteurs de particules. Niveaux de pollution*

La dégradation des performances d'une installation est accélérée par les polluants véhiculés par le liquide du circuit.

POLLUANTS

Les polluants se présentent sous diverses formes : les particules, l'eau, l'air, les bactéries et les micro-organismes.

Remarque préliminaire

Le liquide neuf, contenu dans les fûts du fournisseur ou livré dans la citerne de l'utilisateur, n'est généralement pas apte à être introduit directement dans un système hydraulique.

LES PARTICULES

Origines

Les particules ont deux origines : celles qui pénètrent dans le système hydraulique et celles qui sont générées par le système.

- **Les composants**

Les particules qui préexistent dans les composants sont naturellement introduites dans l'installation pendant sa construction.

- **Le liquide neuf**

Lors du remplissage les particules contenues dans le liquide neuf sont aussi introduites dans l'installation.

- **L'air**

L'air contient des particules.

Leur introduction dans le système hydraulique s'effectue par les reniflards, les films de liquide qui recouvrent les tiges des vérins et par les arbres des pompes et des moteurs hydrauliques.

- **L'usure**

- **Les interventions de maintenance**

Conséquences

-Usure des composants -Colmatage d'orifices -Mauvais rappel par ressort des tiroirs des distributeurs -Détérioration des bobines des électroaimants -Augmentation, en l'absence capteur de position, de l'hystérésis des composants à commande électrique, à effet proportionnel.

Prévention

-Obturer les orifices lors du montage ou lors des interventions de maintenance - Rincer les circuits avant la mise en route -Filtrer le liquide neuf avant le remplissage du réservoir -Utiliser des reniflards efficaces.

L'EAU

Indice de la présence d'eau

Le liquide prend généralement une coloration laiteuse.

Origines

-Joints racleurs des vérins -Condensation dans le réservoir -Fuite d'un échangeur de chaleur à eau -Fûts d'huile mal stockés.

Conséquences

-Dégradation de certains additifs -Formation de rouille -Diminution de la durée de vie des roulements -Modification de la viscosité.

Prévention

-Purge périodique de l'eau en suspension -Utilisation de filtres à absorption
-Usage de la centrifugation -Déshydratation sous vide.

L'AIR

Origines

-Fuites dans le système -Prise d'air par la pompe -Turbulences excessives dans le réservoir.

Conséquences

-Fluctuations de la pression -Réduction du module de compressibilité
-Diminution du rendement -Augmentation de la température -Dégradation de certaines caractéristiques du liquide.

Prévention

-Purger

LES MICRO-ORGANISMES

Ce sont des bactéries, des champignons, des virus, etc. Ils sont présents dans l'air, dans l'eau, sur la peau, dans le corps humain, etc.

Dimensions : 1 à 10 μm pour les bactéries ; une centaine de μm pour les champignons.

Origines

Les micro-organismes peuvent passer de l'environnement au circuit hydraulique. Avec la nourriture apportée par les hydrocarbures, la température et l'hygrométrie favorables, le développement des micro-organismes peut être extrêmement rapide.

Conséquences

Formation de biofilms superposés qui favorisent la multiplication des bactéries. Les champignons en s'agglomérant colmatent les filtres et les orifices.

Prévention

Usage de biocides. Leur mise en œuvre est délicate.

LA POLLUTION PAR LES PARTICULES

Constituée de particules de diverses natures, cette pollution est responsable d'un fort pourcentage d'anomalies de fonctionnement. Elle ne provoque généralement pas une panne immédiate mais ce sont les performances du système qui se dégradent progressivement.

REPÈRES DIMENSIONNELS

Figures 8-1 et 8-2. La prise en compte de quelques dimensions relevées sur des composants hydrauliques et sur d'autres objets plus familiers, rend attentif à la nécessité de mettre en œuvre un liquide propre. La limite de visibilité de l'œil se situant aux environs de 40 μm , la filtration dont il va être question s'exerce dans le domaine de l'invisible !

COMPOSANTS. Tailles et jeux dynamiques en micromètres (μm)		
Composants		Jeux
Pompes à engrenage	<i>Jeu entre pignons et plaques latérales</i>	0,5 à 5
Pompes à engrenage	<i>Jeu entre extrémité des dents et corps</i>	0,5 à 5
Pompes à palettes	<i>Jeu entre extrémité de palette et stator</i>	0,5 à 1
Pompes à palettes	<i>Jeu entre les palettes et les flasques latéraux</i>	5 à 13
Pompes à pistons	<i>Jeu entre piston et alésage</i>	5 à 40
Pompes à pistons	<i>Jeu entre barillet et « plateau de distribution »</i>	0,5 à 5
Servodistributeurs	<i>Jeu entre tiroir et chemise</i>	1 à 4
Servodistributeurs	<i>Taille des orifices</i>	120 à 500
Servodistributeurs	<i>Distance entre buse et palette</i>	20 à 60

Figure 8-1

Parmi les particules, celles qui sont abrasives provoquent de l'usure créant ainsi d'autres particules. Les conséquences de cette réaction en chaîne sont multiples : diminution du rendement due à l'accroissement des fuites internes, risques de blocage ou de mauvais fonctionnements des composants.

Compte tenu des pressions de travail croissantes, la maîtrise des fuites internes implique l'usage de composants réalisés avec de faibles jeux entre les pièces mobiles.

En définitive, la capture d'un maximum de particules s'impose ; c'est le rôle de la filtration.

<i>SUBSTANCES. Dimensions en micromètres (µm)</i>	
<i>Substances</i>	<i>Dimensions</i>
<i>Grain de sel de table</i>	<i>100</i>
<i>Cheveu humain</i>	<i>70</i>
<i>Limite de visibilité de l'œil</i>	<i>40</i>
<i>Farine</i>	<i>25</i>
<i>Poudre de talc</i>	<i>10</i>
<i>Globule rouge</i>	<i>8</i>
<i>Bactéries</i>	<i>2</i>
<i>Additifs</i>	<i><1</i>

Figure 8-2

Si filtrer consiste à mettre en place un barrage à certaines particules, il est nécessaire en préalable de faire un état des lieux ; c'est le comptage.

Si, par rapport à certains critères, le résultat n'est pas satisfaisant, une filtration plus efficace devra être mise en place.

Par la suite il y faudra encore surveiller l'évolution du taux de pollution par des comptages périodiques de particules.

Les compteurs de particules les plus répandus sont basés sur l'absorption de la lumière. Leur étalonnage est réalisé avec une poudre spécifique en guise de polluant.

DÉFINITION DE LA TAILLE D'UNE PARTICULE.

Figure. 8-3. Une nouvelle définition de la taille d'une particule s'est imposée suite au remplacement de la poudre d'étalonnage ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust), par la poudre appelée MTD (Medium Test Dust).

La norme 11171 de l'ISO (International Standard Organisation) de 1999 définit la taille d'une particule par le diamètre de la sphère dont la surface projetée serait la même que celle de la particule. Auparavant c'était la plus grande dimension observée qui était prise en compte.

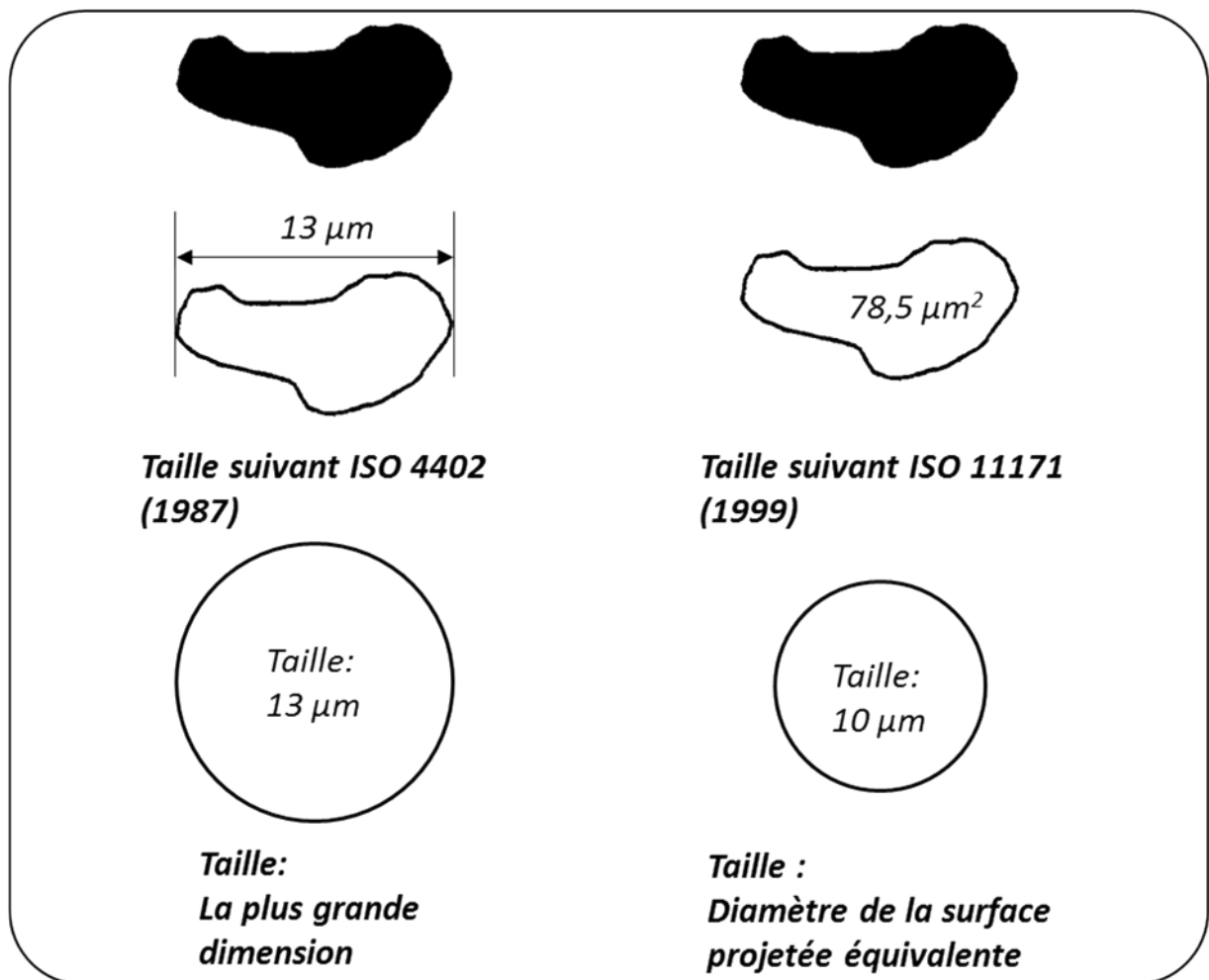


Figure 8-3

COMPTEURS DE PARTICULES

Étalonnages et correspondances

Figure 8-4. La définition de la taille d'une particule suivant la norme ISO 11171 et l'emploi de la poudre d'étalonnage MTD ont conduit à l'élaboration de nouveaux seuils de comptages.

CALIBRAGE DES COMPTEURS AUTOMATIQUES DE PARTICULES

Correspondance des « tailles » de particules suivant la poudre d'étalonnage et la définition de la dimension d'une particule

<i>« Taille » en μm. Calibrage suivant ISO 4402 avec ACFTD (1991)</i>	<i>« Taille » en $\mu\text{m}(c)$. Calibrage suivant ISO 11171 avec ISO MTD (1999)</i>
1	4,2
2	4,6→4
3	5,1
5	6,4→6
7	7,7
10	9,8
15	13,6→14
20	17,5
25	21,2→21
30	24,9
40	31,7
50	38,2→38

Figure 8-4

NIVEAUX DE POLLUTION

Des échelles de mesure permettent d'exploiter le comptage des particules. Les plus employées sont :

Les classes de pollution NAS 1638 (National Aerospace Standard). Figure 8-5.

Les codes de pollution ISO 4406 (International Standard Organisation). Figure 8-6.

Évaluation suivant la norme NAS 1638

Figure 8-5. NAS 1638 de 1964 aboutit à des classes de propreté qui prennent en compte des plages de particules de dimensions comprises entre 5 et 15 μm , entre 15 et 25 μm , entre 25 et 50 μm , entre 50 et 100 μm et supérieures à 100 μm .