MANUEL D'INFORMATION SUR LA PROPRETÉ DES FLUIDES

Guide d'analyses et comparaisons de membranes

MPFILTRI®

SOMMAIRE

Introduction 2

Informations générales 4
Mesure de la taille des particules 4
Différence entre les normes NAS 1638 et AS4059E 4
Comptage des particules les plus petites 4
Comptage des particules les plus grandes et fibres 4
Détermination d'un résultat selon la norme AS4059E, utilisant le comptage différentiel 4
Détermination d'un résultat selon la norme AS4059E, utilisant le cumulatif comptage 5
Attribution d'une classe sur chacun des canaux de mesure 5
Détermination d'un résultat selon la norme AS4059F, utilisant le comptage différentiel 5
Détermination d'un résultat selon la norme AS4059F, utilisant le cumulatif comptage 5

Méthodes de prélèvement 6

Normes de présentation des résultats 8
Classes de propreté selon NAS 1638 8
ISO 4405 Analyse gravimetrique 8
Classes de propreté selon ISO 4406 9
SAE AS4059E Classes de pollution pour les fluides hydrauliques (SAE Norme Aérospatiale) 10
SAE AS4059F Classes de pollution pour les fluides hydrauliques (SAE Norme Aérospatiale) 11

Tailles des particules 12
ISO 4407 Comptage cumulatif des particules 12

Photographies comparatives 13

Classes de propreté recommandées 16

Objectifs de classe de propreté dans les systèmes hydrauliques 17
Comparaison des classes de proprete 17

Rapport Beta des éléments filtrants 18

Nombre de Reynolds 19
Information technique 19
Informations concernant le rinçage de tuyauteries ayant différents diamètres 19

Echelle de viscosité 20

L'eau dans les fluides hydraulique et de lubrification 21
Teneur en eau 21
Niveaux de saturation 21
Absorbeur d'eau 22

Évaluation de la pression différentielle en fonction du débit 23
Dimensionnement d'un filtre 24

Laboratoire R&D 25

UNE GAMME COMPLETE DE FILTRES HYDRAULIQUES ET D'ACCESSOIRES

Contamination Monitoring Products

...because contamination costs!

70% à 80% des pannes sur les systèmes hydrauliques et plus de 45% des ruptures de roulements, sont directement liés à la présence de polluants dans le fluide hydraulique

Dans les systèmes hydraulique, la puissance est transmise et contrôlée par un fluide sous pression dans un circuit fermé. Le fluide est à la fois un lubrifiant et un moyen de transmission d'énergie.

La présence de particules solides interfère avec la capacité de lubrification du fluide hydraulique et provoque l'usure des composants. La pollution solide dans le fluide a une incidence directe sur le les performances et la fiabilité du système. **Il est donc nécessaire de maintenir le nombre de particules solides à un niveaux jugé approprié pour le système concerné.**

Une détermination quantitative de la contamination particulaire nécessite d'appliquer une certaine rigueur dans l'obtention de l'échantillon et dans la manière d'effectuer la mesure.
Les **Compteurs Automatiques de Particules (CAP) - MP Filtri**, fonctionnent suivant le principe d'extinction d'un champ lumineux, méthode reconnue pour déterminer le niveau de propreté d'un fluide. La précision des mesures sera liée aux méthodes et procédés utilisés pour obtenir ces données.

La norme NAS 1638 a été développée pour quantifier le nombre de particules, selon leurs tailles, pour des analyses effectuées à l'aide de microscopes optiques. Les particules étaient alors comptées et classées suivant leur dimension la plus longue, selon la méthode ARP598. Avec l'apparition des Compteurs Automatiques de Particules (CAP), la méthode d'analyse est devenue beaucoup plus rapide. Les CAP ne mesurent pas la longueur des particules, mais leur surface projetée. Une méthode d'étalonnage des CAP a été définie, afin d'obtenir des résultats semblables, sur un échantillon identique, en comparaison avec la méthode ARP598. De nos jours, l'utilisation des CAP est devenue la méthode principale pour quantifier la pollution solide dans un fluide. Les dimensions des particules comptées, sont directement liées aux surfaces projetées correspondantes. Toutefois, les résultats obtenus à l'aide d'un microscope optique peuvent légèrement varier des résultats donnés par un CAP, du fait d'une méthode d'analyse différente. **Depuis, la norme NAS 1638 a été révisée, spécifiant qu'elle n'est plus valable pour les nouvelles générations de matériel et que celle-ci ne s'applique pas avec l'utilisation des CAP.**

MESURE DE LA TAILLE DES PARTICULES

Il existe différentes méthodes et appareils, basés sur des principes de fonctionnement différents, pour déterminer la distribution des tailles de particules dans un échantillon de fluide. Le nombre de particules comptées, suivant des tailles définies de particules, déterminent cette distribution. De ce fait, une même particule analysée aura des diamètres projetés différents suivant la méthode de comptage utilisée.

La figure 1 montre une particule analysée suivant la méthode au microscope, en comparaison avec la méthode utilisant un Compteur Automatique de Particules, étalonné suivant la norme ISO 11171.

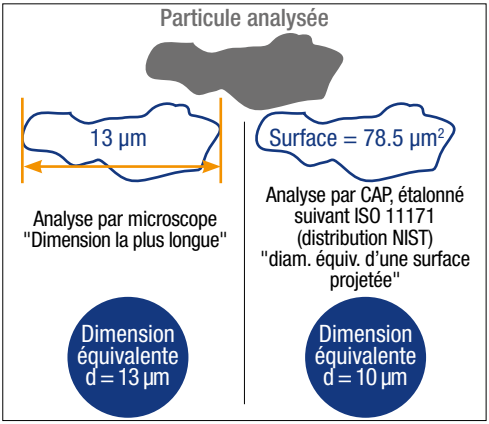


Figure 1

DIFFÉRENCE ENTRE LES NORMES NAS 1638 ET AS4059E

La norme AS4059-E a été développée pour succéder à la NAS 1638. La table 1 remplace directement la NAS 1638, avec un comptage différentiel et suivant la distribution de tailles de particules ISO. La table 2, qui remplace la précédente version AS4059-D, est basée sur un comptage cumulatif, également suivant la distribution de tailles de particules ISO.

COMPTAGE DES PARTICULES LES PLUS PETITES

La norme AS4059-E permet le comptage et l'analyse de particules plus petites que le permettait la norme NAS 1638.

COMPTAGE DES PARTICULES LES PLUS GRANDES ET FIBRES

Dans certains prélèvements, il a été constaté que beaucoup de particules d'une taille supérieure à 100 µm, sont en fait des fibres. Les CAP, se basant sur la méthode de comptage suivant une surface projetée (et non la dimension la plus longue), ne font pas la différence entre les fibres et les particules. De ce fait, une fibre sera comptée avec une taille beaucoup plus faible que sa longueur réelle. Les fibres ne sont normalement pas présente dans un échantillon d'huile (le système hydraulique ne génère pas ce type de polluant). Ces fibres proviennent alors surement de l'environnement extérieur, selon la rigueur appliquée par l'opérateur lors de prise de l'échantillon et la manipulation de celuici.

DÉTERMINATION D'UN RÉSULTAT SELON LA NORME AS4059E, UTILISANT LE COMPTAGE DIFFÉRENTIEL

Cette méthode s'applique pour ceux qui utilisaient la norme NAS 1638 et qui souhaitent conserver un résultat avec un format identique. La table 1 (page 10) est basée sur un comptage différentiel et propose un résultat allant de la classe 00 à 12. Lors de l'analyse, une classe est attribuée pour chaque canal de mesure (plage de tailles de particules). Le résultat définitif correspondra à la classe la plus élevée identifiée sur l'un des canaux de mesure.

NOTE Les classes et nombres de particules qui définissent les limites de la norme AS4059-E Table 1 sont identiques à la norme NAS 1638. Le comptage peut être effectué à l'aide d'une CAP, étalonné suivant la méthode ISO 11171 ou ISO 4402: 1991). Il est également possible d'utiliser un microscope optique ou à balayage électronique. Les résultats obtenus seront alors à rapporter suivant la distribution des tailles de particules présentés sur la Table 1.

DÉTERMINATION D'UN RÉSULTAT SELON LA NORME AS4059E, UTILISANT LE CUMULATIF COMPTAGE

Cette méthode s'applique pour ceux qui utilisaient la précédente révision de la norme AS4059 et/ou une méthode de comptage cumulative. Dans ce cas, la Table 2 (page 11) doit être utilisée. Le résultat obtenu peut être interprété selon les façons suivantes:
a. Baser le résultat suivant la classe la plus élevée identifiée sur l'un des canaux de mesure.
b. Nombre total de particules supérieures à une taille définie.
c. Attribuer une classe sur chacun des canaux de mesure.

ATTRIBUTION D'UNE CLASSE SUR CHACUN DES CANAUX DE MESURE

Les CAP peuvent compter le nombre de particules suivant différents canaux de mesure. Dans la plupart des cas, une classe précise est souvent souhaitée pour chaque canal de mesure (plage de tailles de particules). On aura donc une classe attribuée sur chaque canal, de A à F (*). Voici un exemple:
7B/6C/5D Le code ci-dessus est une représentation alphanumérique des données suivantes:
- Les nombres représentent les classes de pollution.
- Les lettres représentent les canaux de mesure.

De ce fait, ceci indique que le nombre de particules comptées, dans les canaux de mesure respectifs, n'excèdent pas les valeurs suivantes:
Taille « B » (>6 µm): 38.924 particules (maximum) pour 100ml.
Taille « C » (>14 µm): 3.462 particules (maximum) pour 100ml.
Taille « D » (>21 µm): 306 particules (maximum) pour 100ml.

(*) Pour plus de détails, se référer à la Table 2 complète

DÉTERMINATION D'UN RÉSULTAT SELON LA NORME AS4059F, UTILISANT LE COMPTAGE DIFFÉRENTIEL

Cette méthode s'applique pour ceux qui utilisaient la norme NAS 1638 et qui souhaitent conserver un résultat avec un format identique. La table 1 (page 12) est basée sur un comptage différentiel et propose un résultat allant de la classe 00 à 12. Lors de l'analyse, une classe est attribuée pour chaque canal de mesure (plage de tailles de particules). Le résultat définitif correspondra à la classe la plus élevée identifiée sur l'un des canaux de mesure.

NOTE Les classes et nombres de particules qui définissent les limites de la norme AS4059-E Table 1 sont identiques à la norme NAS 1638. Le comptage peut être effectué à l'aide d'une CAP, étalonné suivant la méthode ISO 11171 ou ISO 4402: 1991). Il est également possible d'utiliser un microscope optique ou à balayage électronique. Les résultats obtenus seront alors à rapporter suivant la distribution des tailles de particules présentés sur la Table 1.

DÉTERMINATION D'UN RÉSULTAT SELON LA NORME AS4059F, UTILISANT LE CUMULATIF COMPTAGE

Cette méthode s'applique pour ceux qui utilisaient la précédente révision de la norme AS4059 et/ou une méthode de comptage cumulative. Dans ce cas, la Table 2 (page 13) doit être utilisée. Le résultat obtenu peut être interprété selon les façons suivantes:
a. Baser le résultat suivant la classe la plus élevée identifiée sur l'un des canaux de mesure.
b. Nombre total de particules supérieures à une taille définie.
c. Attribuer une classe sur chacun des canaux de mesure.

Les méthodes de prélèvement d'échantillons sont définies selon la norme ISO 4021. Prélèvement des échantillons de fluide dans les circuits en fonctionnement. Les flacons de prélèvement doivent être dépollués selon la norme DIN 1505884. La vérification de la propreté du flacon utilisé doit être faite suivant la norme ISO 3722.

PRIVILÉGIER MÉTHODES

MÉTHODE 1

Utilisation d'une valve de prélèvement avec siège PTFE

- Installer la valve sur une ligne pression ou retour (en circuit fermé) sur un point approprié du circuit, avec débit et turbulences constants
- Faire fonctionner la machine au moins 30 minutes avant d'effectuer le prélèvement
- Nettoyer l'extérieur de la valve
- Ouvrir la valve jusqu'à obtenir un débit suffisant et laisser au moins 1 litre de fluide s'écouler afin d'effectuer le rinçage de la valve. **Ne pas fermer la valve après le rinçage**

MÉTHODE 2

Utilisation d'une valve sans spécification particulière

- Installer la valve sur une ligne retour ou sur un point approprié du circuit, avec débit constant et une pression n'excédant pas 14 bar
- Faire fonctionner la machine au moins 30 minutes avant d'effectuer le prélèvement
- Rincer la valve en laissant passer 45 litres de fluide s'écoulant en retour vers le réservoir
- Débrancher la ligne de retour vers le réservoir en laissant la valve ouverte et le fluide s'écouler

- Retirer le couvercle du flacon de prélèvement certifié propre. Le conserver dans la main, partie intérieure vers le bas
- Placer le flacon sous la valve. Remplir jusqu'au goulot. Remettre le couvercle et essuyer l'extérieur du flacon si nécessaire
- Fermer la valve de prélèvement
- Identifier l'échantillon avec une étiquette, Noter les informations utiles. (Ex: Type d'huile, heures de fonctionnement, etc…)

MÉTHODE DE PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS SUR LES SYSTÈMES HYDRAULIQUES, À L'AIDE DE FLACONS PRÉVUS À CET EFFET

RÉSERVOIR AVEC POMPE À VIDE

MÉTHODE 3

A utiliser si les méthodes 1 et 2 ne sont pas réalisables

- Faire fonctionner la machine au moins 1 heure avant d'effectuer le prélèvement
- Nettoyer le réservoir dans les environs du point d'entrée de prélèvement
- Visser un flacon sur le dispositif de prélèvement (pompe à vide)
- Avec précautions, insérer le flexible de prélèvement dans le réservoir, au milieu du niveau. Prendre garde à ne pas entrer en contact avec les parois du réservoir.
- Extraire du fluide à l'aide de la pompe à vide, jusqu'à remplir le flacon à 75%
- Retirer le flacon de la pompe à vide et rebuter le fluide
- **Répéter les 3 dernières opérations, 3 fois de suite pour effectuer le rinçage**
- Prendre un flacon certifié propre et le visser sur la pompe. Prendre l'échantillon
- Identifier l'échantillon avec une étiquette, Noter les informations utiles

FLACON IMMERGÉ

MÉTHODE 4

Méthode la plus défavorable Risque de contamination externe

- Faire fonctionner la machine au moins 1 heure avant d'effectuer le prélèvement.
- Nettoyer le réservoir dans les environs du point par lequel le flacon sera immergé dans le fluide.
- Nettoyer l'extérieur d'un flacon de prélèvement certifié propre, à l'aide d'un solvant approprié.
- Retirer le couvercle. Plonger le flacon dans le réservoir. Remettre le couvercle et essuyer l'extérieur du flacon.
- Refermer le point d'entrée du réservoir ayant servi pour le prélèvement.
- Identifier l'échantillon avec une étiquette, Noter les informations utiles.
  Ex: Type d'huile, heures de fonctionnement, etc…

ASSUREZ-VOUS QUE TOUS LES DANGERS SONT ÉVALUÉS ET QUE LES PRÉCAUTIONS NÉCESSAIRES SONT PRISES PENDANT LE PROCESSUS D'ÉCHANTILLONNAGE.

L'ÉLIMINATION DES ÉCHANTILLONS DE FLUIDE DOIT ÊTRE FAITE CONFORMÉMENT A LA LÉGISLATION EN VIGUEUR (COSHH).

ATTENTION

NORME NAS 1638
CLASSES DE PROPRETÉ

La norme NAS 1638 a été développée en 1964 afin de définir le taux de pollution contenue dans les composants aéronautiques. L'utilisation de cette norme s'est étendue aux systèmes hydrauliques industriels, pour la simple raison qu'il n'existait alors aucune autre norme à cette époque.
Cette norme définie le nombre maximal de particules, contenues dans 100 ml de fluide, selon différentes tailles de mesure. Il s'agit alors d'un comptage différentiel, en opposition avec la norme ISO 4406 qui est basée sur un comptage cumulatif.
La norme ne définit pas précisément comment évaluer le taux global de pollution suivant toutes les tailles de particules. De ce fait, il est établi que le code final correspondra au plus élevé mesuré sur l'un des canaux de mesure. Cette convention est appliquée sur l'ensemble de la gamme des compteurs MP FILTRI.
Classes selon la norme NAS 1638 (Janvier 1964) :
Les classes sont échelonnées du code 00 au code 12. Ces classes indiquent un nombre maximal de particules contenues dans 100 ml de fluide, basées sur un comptage différentiel et selon différentes plages de mesure.

Canaux de mesure (en microns)

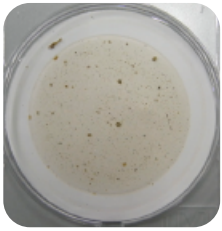
Nombre maximum de particules pour 100 ml de fluide					
Classes	5 - 15	15 - 25	25 - 50	50 - 100	>100
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1 000	178	32	6	1
3	2 000	356	63	11	2
4	4 000	712	126	22	4
5	8 000	1 425	253	45	8
6	16 000	2 850	506	90	16
7	32 000	5 700	1 012	180	32
8	64 000	11 400	2 025	360	64
9	128 000	22 800	4 050	720	128
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024

5 - 15 µm	= 42 000 particules
15 - 25 µm	= 2 200 particules
25 - 50 µm	= 150 particules
50 - 100 µm	= 18 particules
> 100 µm	= 3 particules
Classes NAS 8	

ISO 4405
ANALYSE GRAVIMETRIQUE

Le niveau de contamination peut être défini en vérifiant le poids des particules collectées à l'aide d'une membrane de laboratoire. Cette membrane doit être nettoyée puis séchée avec un fluide en respectant les conditions définies par les normes en vigueur.
Le volume de fluide est filtré à travers la membrane en utilisant un système d'aspiration adapté. La masse des polluants est déterminée grâce à la vérification de la masse de la membrane avant et après la filtration du fluide.

MEMBRANE PROPRE


MEMBRANE POLLUÉE

NORME ISO 4406 VCLASSES DE PROPRETÉ

La norme internationale ISO 4406 est la méthode privilégiée pour quantifier le nombre de particules solides dans un échantillon de fluide. Le niveau de contamination est défini en comptant le nombre de particules de certaines dimensions par unité de volume de fluide. Cette mesure est effectuée par des compteurs automatiques de particules (CAP Compteur Automatique de Particules - CAPL Compteur Automatique de Particules en Ligne).

Le résultat est basé sur une combinaison de 3 codes, issus du tableau ci-contre.

Le premier code représente le nombre de particules contenues dans 1 ml de fluide ayant une taille supérieure à 4 $\mu m_{(c)}$.

Le second code représente le nombre de particules contenues dans 1 ml de fluide ayant une taille supérieure à 6 $\mu m_{(c)}$.

Le troisième code représente le nombre de particules contenues dans 1 ml de fluide ayant une taille supérieure à 14 $\mu m_{(c)}$.

Tableau 5 Codification selon ISO 4406

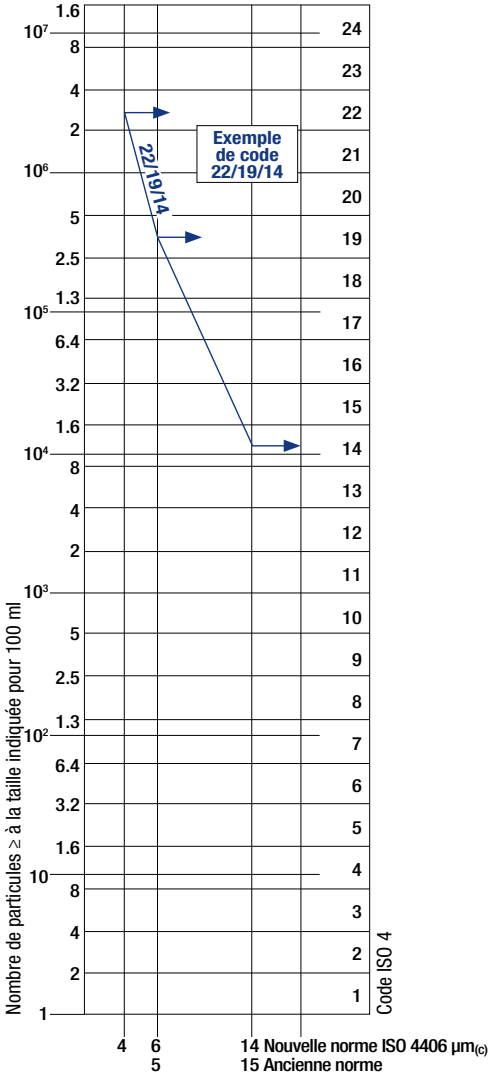
Classes	Nombre de particules par ml	
	Au-delà de	Jusqu'à
28	1 300 000	2 500 000
27	640 000	1 300 000
26	320 000	640 000
25	160 000	320 000
24	80 000	160 000
23	40 000	80 000
22	20 000	40 000
21	10 000	20 000
20	5 000	10 000
19	2 500	5 000
18	1 300	2 500
17	640	1 300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	5
8	1.3	2.5
7	0.64	1.3
6	0.32	0.64
5	0.16	0.32
4	0.08	0.16
3	0.04	0.08
2	0.02	0.04
1	0.01	0.02
0	0	0.01

≥ 4 $\mu m_{(c)}$ =350 particules
≥ 6 $\mu m_{(c)}$ =100 particules
≥ 14 $\mu m_{(c)}$ = 25 particules

> 16 / 14 / 12

Les microscopes électroniques analysent les particules de façon différente en comparaison de celles effectuées par les CAP. Ils donneront ainsi un résultat suivant deux canaux de mesure seulement, 5 µm et 15 µm. Ceci correspond aux canaux 6 $\mu m_{(c)}$ et 14 $\mu m_{(c)}$ donnés par les CAP.

Tableau des classes de propreté
pour un échantillon de 100 ml



NORME SAE AS4059 REV.E

CLASSES DE POLLUTION POUR LES FLUIDES HYDRAULIQUES (SAE NORME AÉROSPATIALE).

La norme Aérospatiale (AS) SAE définie le niveau de pollution solide contenue dans les fluides hydrauliques et inclus un tableau de référence permettant de définir la classe de pollution mesurée. Les tableaux 1 et 2 offrent respectivement un comptage différentiel et cumulatif, obtenus à partir d'un compteur automatique de particules, comme le LPA3.

Classes de pollution suivant un comptage différentiel. Tableau 1

Classes	Dimension des particules Limite maximale de particules pour 100 ml				
	6÷14 µm(c)	14÷21 µm(c)	21÷38 µm(c)	38÷70 µm(c)	>70 µm(c)
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1 000	178	32	6	1
3	2 000	356	63	11	2
4	4 000	712	126	22	4
5	8 000	1 425	253	45	8
6	16 000	2 850	506	90	16
7	32 000	5 700	1 012	180	32
8	64 000	11 400	2 025	360	64
9	128 000	22 800	4 050	720	128
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024

6÷14 µm(c) =15 000 particules
14÷21 µm(c) = 2 200 particules
21÷38 µm(c) = 200 particules
38÷70 µm(c) = 35 particules
> 70 µm(c) = 3 particules
SAE AS4059 REV E Classes 6

Classes de pollution suivant un comptage cumulatif Tableau 2

Classes	Dimension des particules Limite maximale de particules pour 100 ml					
	>4 µm(c)	>6 µm(c)	>14 µm(c)	>21 µm(c)	>38 µm(c)	>70 µm(c)
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1 560	609	109	20	4	1
2	3 120	1 217	217	39	7	1
3	6 250	2 432	432	76	13	2
4	12 500	4 864	864	152	26	4
5	25 000	9 731	1 731	306	53	8
6	50 000	19 462	3 462	612	106	16
7	100 000	38 924	6 924	1 224	212	32
8	200 000	77 849	13 849	2 449	424	64
9	400 000	155 698	27 698	4 898	848	128
10	800 000	311 396	55 396	9 796	1 696	256
11	1 600 000	622 792	110 792	19 592	3 392	512
12	3 200 000	1 245 584	221 584	39 184	6 784	1 024

> 4 µm(c) = 45 000 particules
> 6 µm(c) = 15 000 particules
> 14 µm(c) = 1 500 particules
> 21 µm(c) = 250 particules
> 38 µm(c) = 15 particules
> 70 µm(c) = 3 particules
SAE AS4059 REV F - Classes 6

Les informations présentes sur cette page et la suivant ne sont que des extraits de la norme SAE AS4059 REV.E, révisée en mai 2005. Pour plus de détails, se référer à la norme complète.

NORME SAE AS4059 REV.F

CLASSES DE POLLUTION POUR LES FLUIDES HYDRAULIQUES (SAE NORME AÉROSPATIALE).

Classes de pollution suivant un comptage différentiel. Tableau 1

Classes	Dimension des particules Limite maximale de particules pour 100 ml (3)				
	5-15 µm	15-25 µm	25-50 µm	50-100 µm	>100 µm (1)
	6-14 $\mu m_{(c)}$	14-21 $\mu m_{(c)}$	21-38 $\mu m_{(c)}$	38-70 $\mu m_{(c)}$	>70 $\mu m_{(c)}$ (2)
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1 000	178	32	6	1
3	2 000	356	63	11	2
4	4 000	712	126	22	4
5	8 000	1 425	253	45	8
6	16 000	2 850	506	90	16
7	32 000	5 700	1 012	180	32
8	64 000	11 400	2 025	360	64
9	128 000	22 800	4 050	720	128
10	256 000	45 600	8 100	1 440	256
11	512 000	91 200	16 200	2 880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5 760	1 024

6 - 14 $\mu m_{(c)}$ = 15 000 particules
14 - 21 $\mu m_{(c)}$ = 2 200 particules
21 - 38 $\mu m_{(c)}$ = 200 particules
38 - 70 $\mu m_{(c)}$ = 35 particules
> 70 $\mu m_{(c)}$ = 3 particules

SAE AS4059 REV F - Classes 6

(1) Tailles des particules, comptage au microscope basé sur la dimension la plus longue selon AS598 ou ISO 4407.
(2) Tailles des particules, comptage avec compteur étalonné ISO 11171 ou microscope à balayage électronique basé sur le diamètre équivalent à la surface projetée.
(3) Les classes de propreté et les nombres limites de particules sont identiques à la NAS 1638.

Classes de pollution suivant un comptage cumulatif Tableau 2

Classes	Dimension des particules Limite maximale de particules pour 100 ml					
	>1 µm	>5 µm	>15 µm	>25 µm	>50 µm	>100 µm (1)
	>4 $\mu m_{(c)}$	>6 $\mu m_{(c)}$	>14 $\mu m_{(c)}$	>21 $\mu m_{(c)}$	>38 $\mu m_{(c)}$	>70 $\mu m_{(c)}$ (2)
000	195	76	14	3	1	0
00	390	152	27	5	1	0
0	780	304	54	10	2	0
1	1 560	609	109	20	4	1
2	3 120	1 217	217	39	7	1
3	6 250	2 432	432	76	13	2
4	12 500	4 864	864	152	26	4
5	25 000	9 731	1 731	306	53	8
6	50 000	19 462	3 462	612	106	16
7	100 000	38 924	6 924	1 224	212	32
8	200 000	77 849	13 849	2 449	424	64
9	400 000	155 698	27 698	4 898	848	128
10	800 000	311 396	55 396	9 796	1 696	256
11	1 600 000	622 792	110 792	19 592	3 392	512
12	3 200 000	1 245 584	221 584	39 184	6 784	1 024

> 4 $\mu m_{(c)}$ = 45 000 particules
> 6 $\mu m_{(c)}$ = 15 000 particules
> 14 $\mu m_{(c)}$ = 1 500 particules
> 21 $\mu m_{(c)}$ = 250 particules
> 38 $\mu m_{(c)}$ = 15 particules
> 70 $\mu m_{(c)}$ = 3 particules

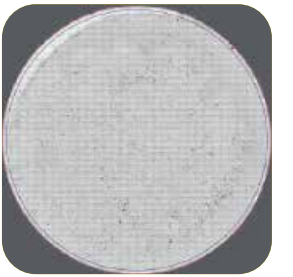
SAE AS4059 REV F
cpc* Classes 6 6/6/5/5/4/2

(1) Tailles des particules, comptage au microscope basé sur la dimension la plus longue selon AS598 ou ISO 4407.
(2) Tailles des particules, comptage avec compteur étalonné ISO 11171 ou microscope à balayage électronique basé sur le diamètre équivalent à la surface projetée.

* comptage cumulatif des particules

ISO 4407
COMPTAGE CUMULATIF DES PARTICULES

Le niveau de propreté est défini en comptant le nombre de particules collectées sur une membrane de laboratoire par unité de volume de fluide. La mesure est faite à l'aide d'un microscope. La membrane doit être nettoyée puis séchée en utilisant un fluide adapté et en respectant les conditions définies par la norme.
L'échantillon de fluide est ensuite filtré à travers la membrane en utilisant un système d'aspiration adapté.
Le niveau de propreté est déterminé en divisant la membrane selon des zones prédéfinies puis en comptant les particules grâce à un microscope de laboratoire.



CONTRÔLE ET MESURE
AU MICROSCOPE

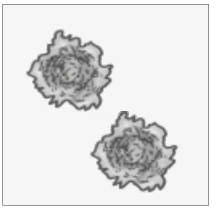
Matière	Taille en microns	
	De	à
SABLE	100	2.000
CALCAIRE	10	1.000
NOIR DE CARBONE	5	500
CHEVEU HUMAIN	40	150
POUSSIÈRE DE CARBONE	1	100
POUSSIÈRE DE CIMENT	3	100
TALC	5	60
BACTÉRIE	3	30
PIGMENT	0.1	7
FUMÉE DE TABAC	0.01	1

1 Micron* = 0.001 mm

25.4 Micron* = 0.001 inch

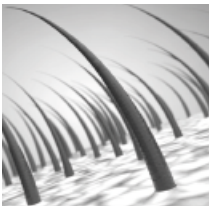
Dans la liste ci-dessus, les particules inférieures ou égales à 1 micron sont en constante suspension dans l'air.

100 µm



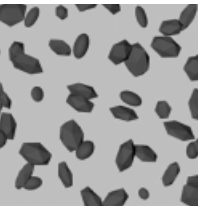
PARTICULE DE POUSSIÈRE
(Peau morte)

75 µm



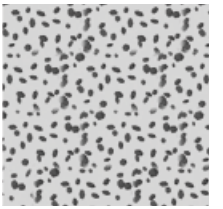
CHEVEU HUMAIN

40 µm



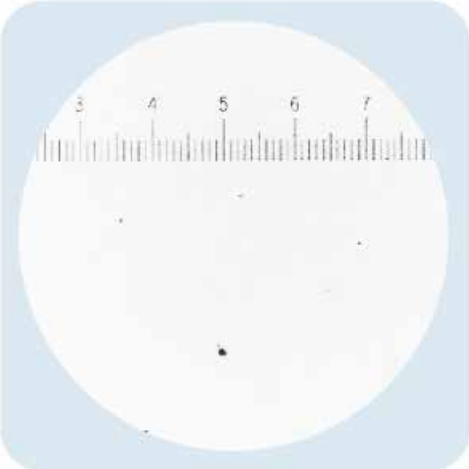
PLUS PETITE TAILLE DE PARTICULE
VISIBLE PAR L' ŒIL HUMAIN

4 - 14 µm

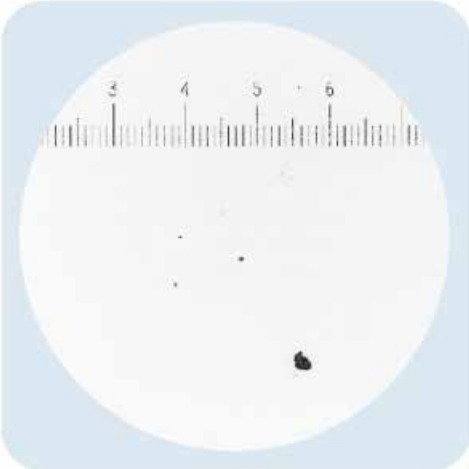


TAILLES TYPIQUES DES PARTICULES DANS UN SYSTEME HYDRAULIQUE

* Unité exacte = Micromètre

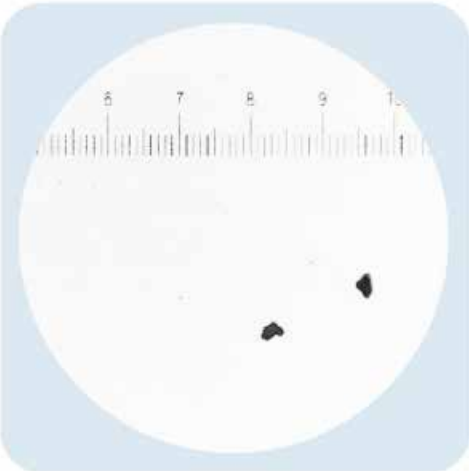


ISO 4406:2017	Classe 14/12/9
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 3
NAS 1638	Classe 3
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 4A/3B/3C

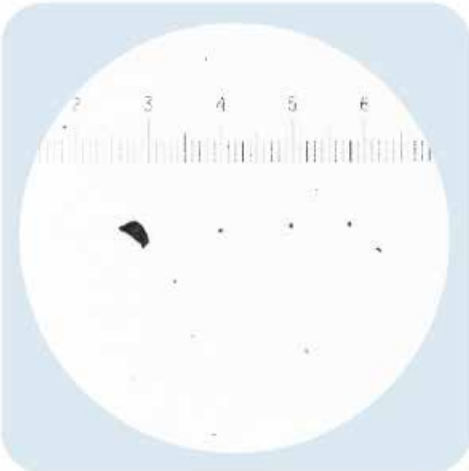


ISO 4406:2017	Classe 15/13/10
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 4
NAS 1638	Classe 4
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 5A/4B/4C

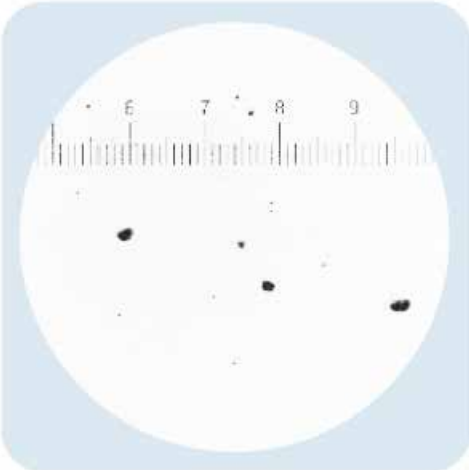
1 graduation = 10 µm



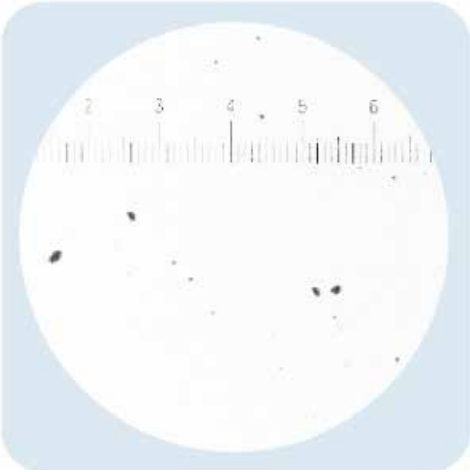
ISO 4406:2017	Classe 16/14/11
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 5
NAS 1638	Classe 5
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 6A/5B/5C



ISO 4406:2017	Classe 17/15/12
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 6
NAS 1638	Classe 6
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 7A/6B/6C

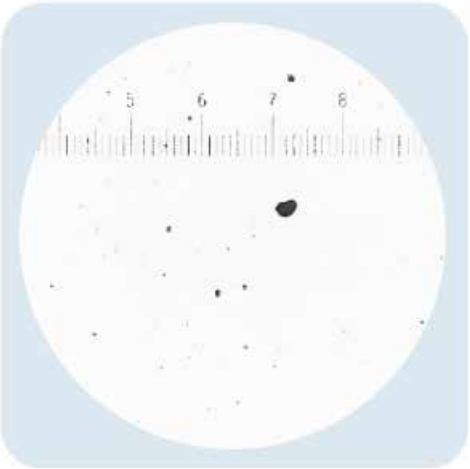


ISO 4406:2017	Classe 18/16/13
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 7
NAS 1638	Classe 7
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 8A/7B/7C

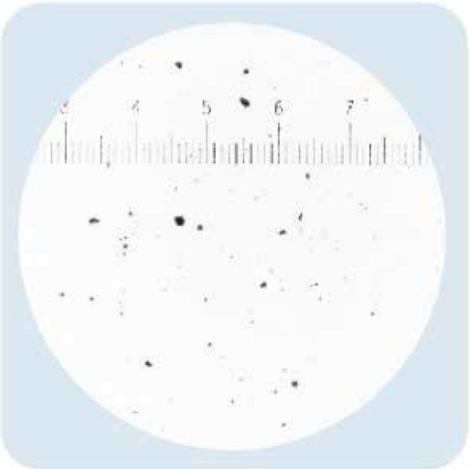


ISO 4406:2017	Classe 19/17/14
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 8
NAS 1638	Classe 8
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 9A/8B/8C

1 graduation = 10 µm



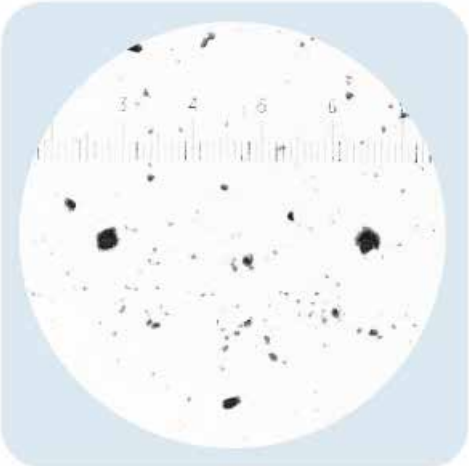
ISO 4406:2017	Classe 20/18/15
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 9
NAS 1638	Classe 9
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 10A/9B/9C



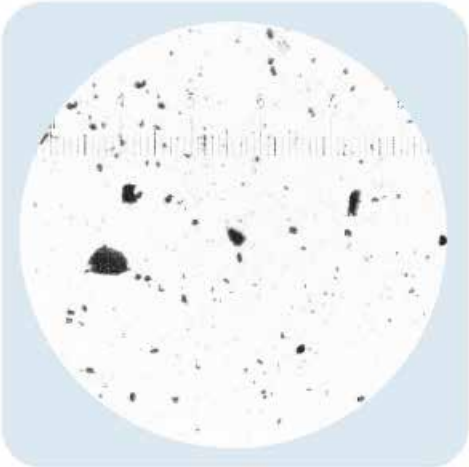
ISO 4406:2017	Classe 21/19/16
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 10
NAS 1638	Classe 10
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 11A/10B/10C

PHOTOGRAPHIES COMPARATIVES

DE CLASSES DE POLLUTION



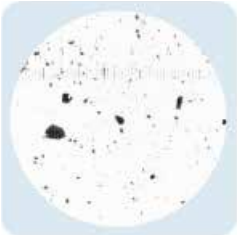
ISO 4406:2017	Classe 22/20/17
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 11
NAS 1638	Classe 11
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 12A/11B/11C



ISO 4406:2017	Classe 23/21/18
SAE AS4059E Tableau 1	Classe 12
NAS 1638	Classe 12
SAE AS4059E Tableau 2	Classe 13A/12B/12C

1 graduation = 10 µm

DE CLASSES DE POLLUTION



NAS 12
ISO 23/21/18

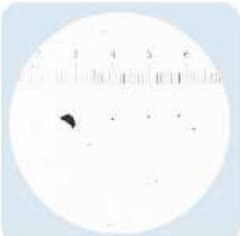
Classe de pollution typique pour une huile neuve, livrée en barils neufs certifiés de 250 litres.

NAS 7
ISO 18/15/13

Classe de pollution typique pour une huile neuve, livrée en mini futs neufs certifiés.

NAS 9
ISO 21/18/15

Classe de pollution typique pour une huile neuve, livrée en camion-citerne.



NAS 6
ISO 17/15/12

Classe de pollution requise pour la plupart des systèmes hydrauliques modernes.

CLASSES DE PROPRETÉ RECOMMANDÉES

RECOMMANDATIONS DES FABRICANTS DE COMPOSANTS HYDRAULIQUES

La plupart des fabricants de composants connaissent les effets liés à l'augmentation de la pollution sur les performances du matériel. Ils donnent ainsi un niveau maximal de pollution admissible pour assurer le bon fonctionnement du composant. Il est établi que la durée de vie du composant sera d'autant plus élevée que le taux de pollution sera faible.

Les systèmes hydrauliques sont tous différents, en termes de pression, cycles de fonctionnement, environnement, lubrification, type de polluant, etc. De ce fait, il est presque impossible de prédire précisément la durée de vie des composants au-delà de ce qui peut être raisonnablement prévu.

En outre, sans bénéficier de matériel de recherche important et sans l'existence de tests de sensibilité aux polluants standards, **les fabricants qui publient des niveaux de pollution plus faibles que les concurrents peuvent être considérés comme ayant un produit plus sensible.**

Par conséquent, il peut y avoir des informations contradictoires lorsque l'on compare des niveaux de propreté recommandés provenant de différentes sources.

Le tableau ci-contre donne une sélection de niveaux de pollution maximum, typiquement donnés par les fabricants de composants. Ceux-ci se réfèrent à l'utilisation d'un fluide minéral ayant une viscosité adaptée. Un niveau encore plus propre peut être nécessaire si les conditions de travail sont difficiles, telles que de grandes fluctuations de fréquence en charge, températures élevées ou risques de pannes élevés.

Exemples des niveaux de propreté requis pour des pressions inférieures à 140 bar

Pompes à pistons à débit fixe	•					
Pompes à pistons à débit variable			•			
Pompes à palettes à débit fixe		•				
Pompe à palettes à débit variable			•			
Moteurs	•					
Vérins hydrauliques	•					
Servo-vérins					•	
Bancs d'essais						•
Valves à clapet	•					
Distributeurs	•					
Valves de régulation de débit	•					
Valves proportionnelles				•		
Servo-valves					•	
Roulements à rouleaux			•			
Roulements à billes				•		
ISO 4406 CODE	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10
Filtration recommandée $\beta_{x(c)} \geq 1.000$	$\beta_{20(c)}$ >1000	$\beta_{15(c)}$ >1000	$\beta_{10(c)}$ >1000	$\beta_{7(c)}$ >1000	$\beta_{7(c)}$ >1000	$\beta_{5(c)}$ >1000
Codification du média filtrant MP Filtri	A25	A16	A10	A06	A06	A03

OBJECTIFS DE CLASSE DE PROPRETÉ DANS LES SYSTÈMES HYDRAULIQUES

Lorsqu'un utilisateur a pu mesurer le niveau de propreté d'un système hydraulique, sur une période donnée, l'acceptabilité (ou non) de ces résultats peut donc être vérifiée. Ainsi, si aucune défaillance n'est survenue, le niveau moyen mesuré peut être considéré comme point de repère. Cependant, ce niveau pourrait être modifié si les conditions d'utilisation du système changent, ou si d'autres composants sensibles sont ajoutés. Le souhait d'obtenir une fiabilité encore plus importante, peut également nécessiter l'amélioration du niveau de propreté.

Le niveau de propreté acceptable dépend principalement des trois facteurs suivants:
- La sensibilité des composants (jeux de fonctionnement).
- Les conditions d'utilisation du système (pression, débit, température, etc…)
- La fiabilité et l'espérance de vie requises.

Classe de propreté ISO 4406			Classe correspondante NAS 1638	Finesse de filtration recommandée	Applications
> 4 µm(c)	> 6 µm(c)	14 µm(c)		$\beta_{x(c)} \geq 1.000$	
14	12	9	3	3	Laboratoire / servo-systèmes de très haute précision
17	15	11	6	3 - 6	Robotique et servo-systèmes
18	16	13	7	10 - 12	Systèmes très sensibles Très grande fiabilité
20	18	14	9	12 - 15	Systèmes sensibles grande fiabilité
21	19	16	10	15 - 25	Systèmes standard Fiabilité modérée
23	21	18	12	25 - 40	Systèmes basse pression Fonctionnement occasionnel

COMPARAISON DES CLASSES DE PROPRETE

Bien que la norme ISO 4406 soit largement utilisée dans l'industrie hydraulique, d'autres normes peuvent être occasionnellement requises. Une comparaison peut alors être demandée. Le tableau ci-dessous donne une comparaison très générale mais il convient de noter que bien souvent, une comparaison directe n'est pas envisageable en raison des différentes classes et tailles concernées.

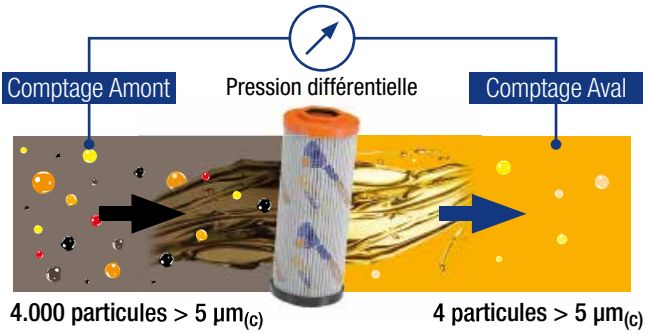
ISO 4406	SAE AS4059 Tableau 2	SAE AS4059 Tableau 1	NAS 1638
> 4 µm(c) > 6 µm(c) 14 µm(c)	> 4 µm(c) > 6 µm(c) 14 µm(c)	4-6 6-14 14-21 21-38 38-70 >70	5-15 15-25 25-50 50-100 >100
23 / 21 / 18	13A / 12B / 12C	12	12
22 / 20 / 17	12A / 11B / 11C	11	11
21 / 19 / 16	11A / 10B / 10C	10	10
20 / 18 / 15	10A / 9B / 9C	9	9
19 / 17 / 14	9A / 8B / 8C	8	8
18 / 16 / 13	8A / 7B / 7C	7	7
17 / 15 / 12	7A / 6B / 6C	6	6
16 / 14 / 11	6A / 5B / 5C	5	5
15 / 13 / 10	5A / 4B / 4C	4	4
14 / 12 / 9	4A / 3B / 3C	3	3

RAPPORT BETA DES ÉLÉMENTS FILTRANTS

RAPPORT BETA

Le rapport Beta d'un élément filtrant correspond au nombre de particules d'une taille donnée, comptées en amont du filtre, que l'on divise par le nombre de particules de cette même taille (ou plus grande), comptées en aval du filtre. D'une manière générale, plus la valeur du rapport Beta est importante, plus le filtre est efficace en terme de rétention.

Rapport Beta



valeur $\beta_{5(c)}$ $\frac{4.000}{4} = 1.000$

RAPPORT BETA

valeur $\beta_{5(c)}$ > 1.000 filtration absolue

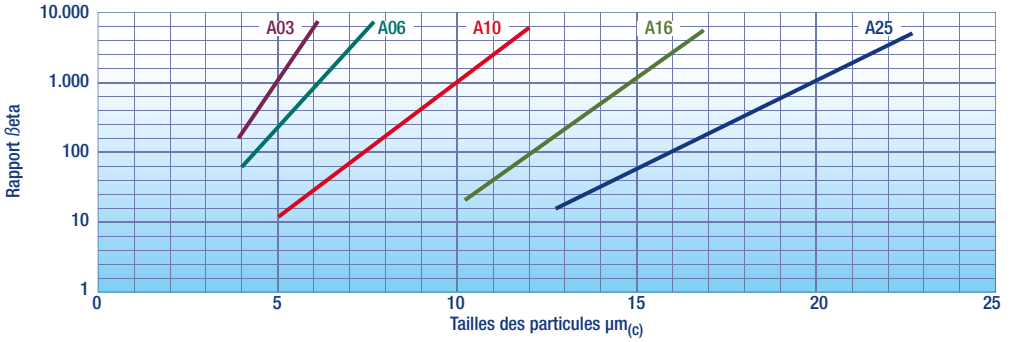
Efficacité de filtration - Rapport Beta

Beta	2	10	50	75	100	200	1000	2000
%	50	90	98	98.7	99	99.5	99.9	99.95

Comparatif finesses de filtration selon normes ISO

MÉDIA FILTRANT MP FILTRI	ISO 4572	ISO 16889
	$\beta_{x(c)} > 200$	$\beta_{x(c)} > 1000$
A03	3 µm	5 µm(c)
A06	6 µm	7 µm(c)
A10	10 µm	10 µm(c)
A16	18 µm	15 µm(c)
A25	25 µm	21 µm(c)

Finesses de filtration - Rapport Beta



INFORMATION TECHNIQUE

Le déplacement d'un fluide (laminaire ou turbulent) est déterminé par l'évaluation du nombre de Reynolds du débit. Le nombre de Reynolds, relatif aux études d'Orsborn Reynolds, est une mesure basée sur les caractéristiques physiques du flux.

A des fins pratiques, si le nombre de Reynolds est inférieur à 2000, on dit que le flux est laminaire. S'il est supérieur à 3500, le flux est alors turbulent. Un flux ayant un nombre de Reynolds compris entre 2000 et 3500 est considéré comme transitoire.

En pratique, pour les systèmes hydraulique et de lubrification, un écoulement turbulent est obtenu lorsque le nombre de Reynolds est supérieur à 4000 (Re > 4000).

Le nombre de Reynolds est donné par (Re) = 21220 x $\frac{Q}{di \times V}$

Où:
Q = Débit volumétrique (litres / min.)
di = Diamètre intérieur de tuyauterie ou diamètre équivalent à la plus grande dimension d'une section de passage donnée (mm)
v = Viscosité du fluide (Cst)

INFORMATIONS CONCERNANT LE RINÇAGE DE TUYAUTERIES AYANT DIFFÉRENTS DIAMÈTRES

Une action de rinçage peut être effective uniquement si un flux turbulent est atteint.
Le tableau suivant est basé sur un fluide ayant une densité de 0.86 Kg / litre (huile minérale standard) et une viscosité de 30 cSt.

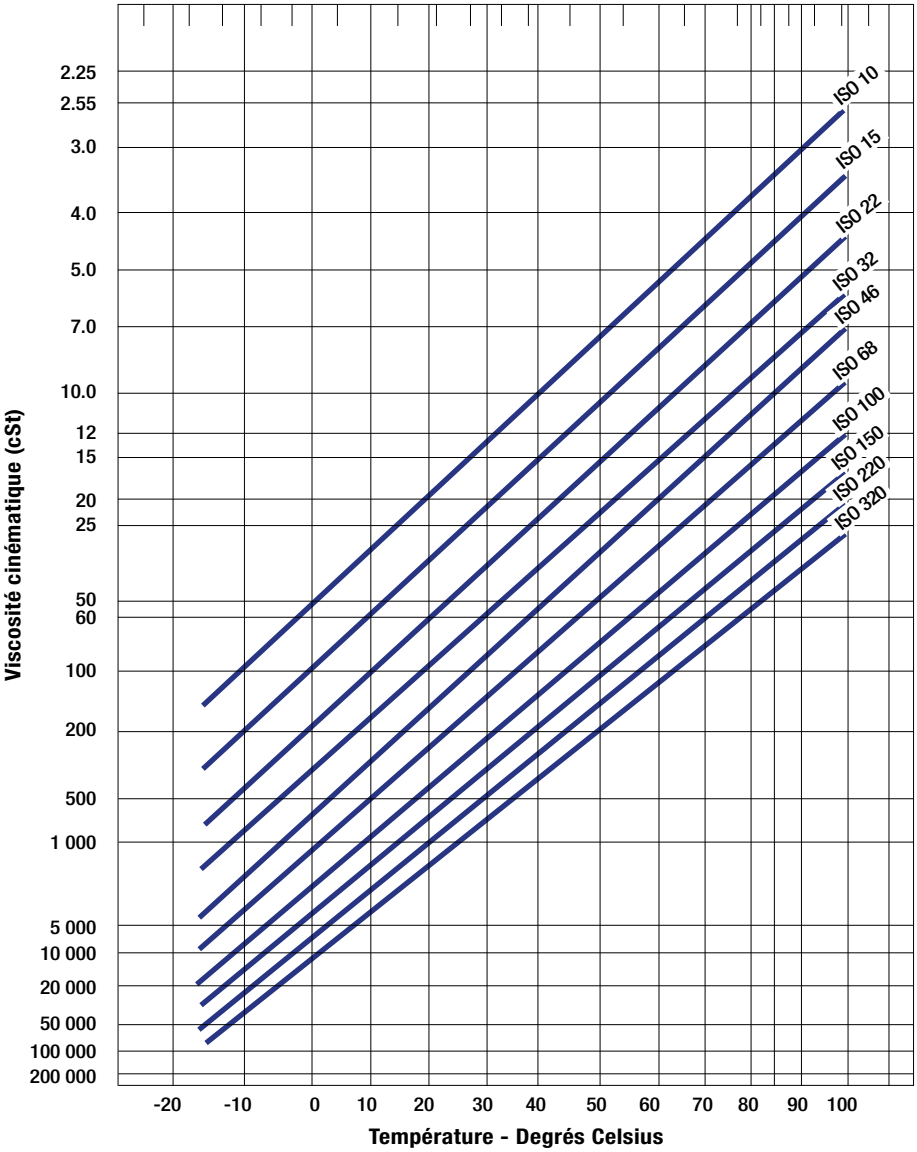
Tuyauterie	Intérieur		Débit pour Re = 4000
	[pouces]	[mm]	[l/min]
1/4"	0.451	11.5	65
1/2"	0.734	18.6	105
1"	1.193	30.3	171
1 1/4"	1.534	39.0	220
1 1/2"	1.766	44.9	254
2"	2.231	56.7	320

ECHELLE DE VISCOSITÉ

Grades standard en fonction de la température

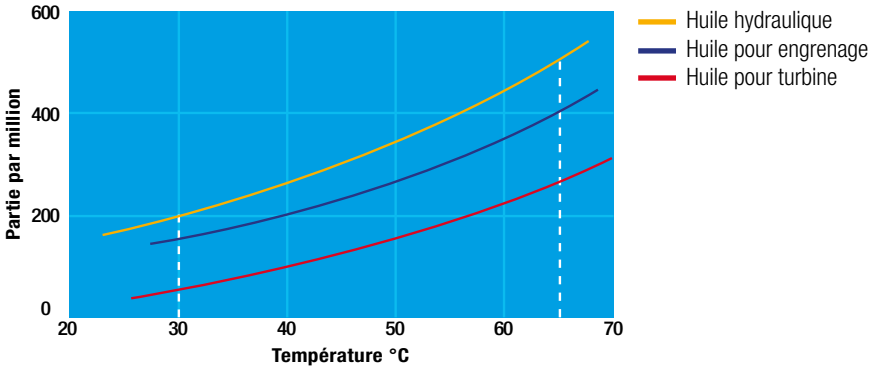
Tableau de viscosité selon la température

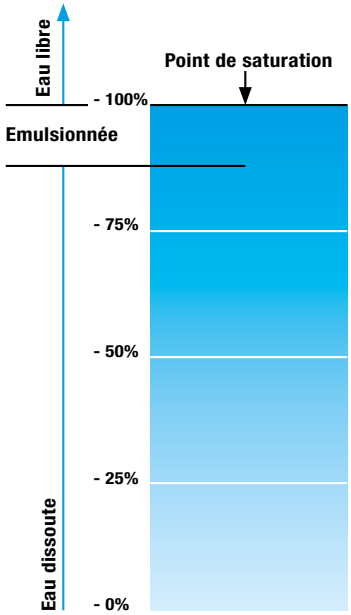
Les courbes ci-dessous représentent les huiles ISO VG avec un indice de viscosité de 100.
Les huiles avec indice de viscosité <100 auront un pente accentuée.
Les huiles avec indice de viscosité >100 auront un pente réduite.



TENEUR EN EAU

Dans les huiles minérales et les fluides non-aqueux, l'eau est indésirable. L'huile minérale à généralement une teneur en eau comprise entre 50 et 300 ppm (à 40°C), ce qui est acceptable sans conséquences dommageables.
A compter du moment ou la teneur en eau excède environ 300 ppm l'huile devient trouble. Au-delà de ce niveau il existe un danger d'accumulation d'eau libre dans le circuit à des emplacements avec un débit faible. Ceci peut amener à des situations de corrosion et d'usure accélérée. D'une manière similaire, les fluides non inflammables ont une teneur en eau qui peut être différente des huiles minérales.





Niveaux de saturation

Sachant que les effets de l'eau libre (et émulsifiée) sont d'autant plus néfastes que ceux provoqués par l'eau dissoute, il est alors important de maintenir une teneur en eau bien en dessous du point de saturation.

Cependant, même l'eau dissoute peut créer des dommages au système et il est alors important de tout mettre en place pour garder une teneur en eau aussi faible que possible.
Il n'y a pas de valeur minimale concernant la teneur en eau.
A titre indicatif, nous recommandons une teneur en eau dissoute inférieure à 50% pour tous les systèmes.

NIVEAUX DE SATURATION TYPIQUES POUR DES HUILES NEUVES
Exemples:
Huile hydraulique à 30°C = 200 ppm = saturation à 100%
Huile hydraulique à 65°C = 500 ppm = saturation à 100%

L'EAU DANS LES FLUIDES HYDRAULIQUE ET DE LUBRIFICATION

ABSORBEUR D'EAU

La présence d'eau est permanente, pendant les phases de stockage, de transfert de maintenance.

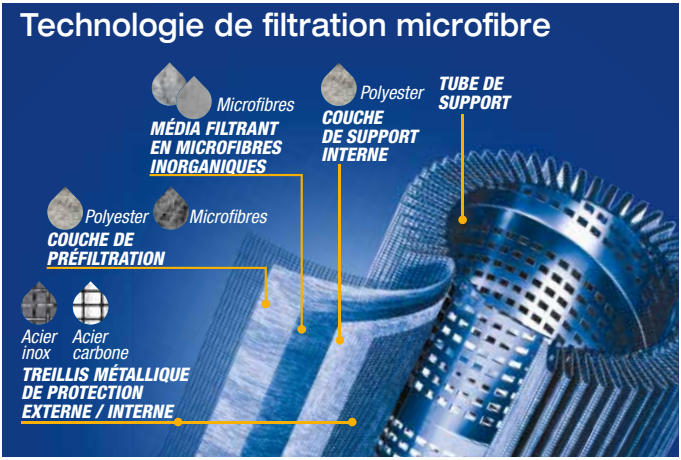
Les éléments filtrants MP Filtri sont dotés d'un matériau absorbant qui protège les systèmes hydrauliques de la contamination en particules et en eau.
La technologie du média des éléments filtrants MP Filtri est proposée avec des microfibres inorganiques d'une finesse de filtration de 25µm (identifiés par la désignation WA025, fournissant une filtration absolue en particules solides de $ß_{x(c)}$ = 1000). Le matériau absorbant est fabriqué à partir de fibres absorbantes d'eau dont la taille augmente au cours du processus d'absorption.
L'eau libre est ainsi captée par le média filtrant et de ce fait totalement retirée du système (elle ne peut plus être extraite).

MÉDIA FILTRANT

Structure qui absorbe l'eau

MÉDIA POUR RÉTENTION D'EAU

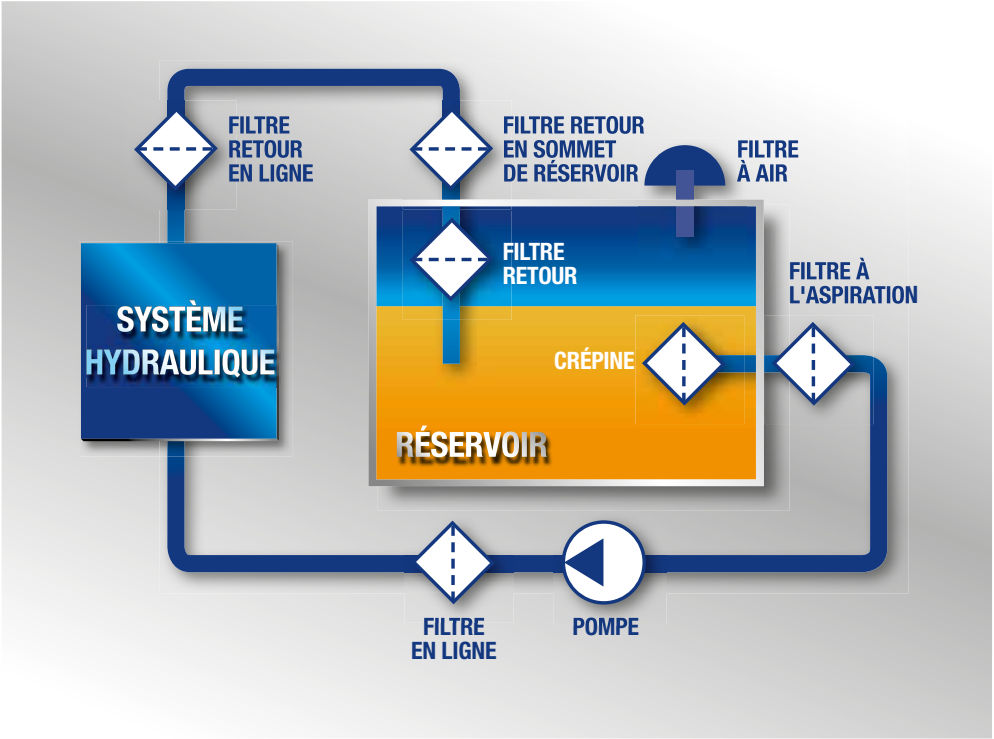
Média saturé en eau



En retirant l'eau du fluide de votre système de puissance, vous vous protégez contre les problèmes suivants :
- Corrosion (dégradation métallique)
- Perte du pouvoir lubrifiant
- Accélération de l'usure par abrasion des composants hydrauliques
- Blocage des valves
- Fatigue des roulements
- Variation de viscosité (réduction des propriétés lubrifiantes)
- Dégradation des additifs et oxydation de l'huile
- Augmentation du niveau d'acidité
- Augmentation de la conductivité électrique (perte de la résistance diélectrique)
- Capacités de réponses des systèmes de contrôle ralentis/inopérants.

ÉVALUATION DE LA PRESSION DIFFÉRENTIELLE EN FONCTION DU DÉBIT

Augmenter la pression dans un système hydraulique implique:
- Une augmentation de la compressibilité du fluide
- Une augmentation de la viscosité du fluide



Évolution de la viscosité en fonction de la pression

	Pression [bar]				
ISO VG	50	100	200	300	400
	Augmentation de la viscosité				
32	35	38	46	54	66
46	50	55	66	77	94
68	75	81	98	114	140
100	109	119	143	167	205
220	240	261	315	367	450
320	349	380	458	534	655

Perte de charge totale autorisée (Δp max) pour un filtre neuf

Application	Plage [bar]	
Filtres d'aspiration	0.08 - 0.10	
Filtres de retour	0.4 - 0.6	
Filtres de retour/ d'aspiration (*)	0.8 - 1.0	
Filtres basse et moyenne pression	0.4 - 0.6	circuit retour
	0.3 - 0.5	circuit de lubrification
	0.3 - 0.4	en parallèle sur système de puissance
	0.1 - 0.3	en parallèle sur banc d'essais
	0.4 - 0.6	circuit de gavage
Filtre haute pression	0.8 - 1.5	
Filtres haute pression en acier inoxydable	0.8 - 1.5	

(*) Le débit d'aspiration ne devrait pas dépasser 30% du débit retour.

ÉVALUATION DE LA PRESSION DIFFÉRENTIELLE EN FONCTION DU DÉBIT

DIMENSIONNEMENT D'UN FILTRE

LE DIMENSSIONNEMENT CORRECT DU FILTRE DOIT ÊTRE BASÉ SUR LA PERTE DE CHARGE TOTALE DÉFINIE PAR L'APPLICATION.
À TITRE D'EXEMPLE, LA PERTE DE CHARGE TOTALE MAXIMUM AUTORISÉE PAR UN FILTRE RETOUR NEUF DOIT ÊTRE COMPRISE ENTRE 0.4 - 0.6 bar.

Le calcul de la perte de charge est effectué en additionnant la valeur du corps de filtre avec la valeur de l'élément filtrant. La perte de charge Δpc du corps de filtre est proportionnelle à la densité du fluide (kg/dm^3). La perte de charge de l'élément filtrant Δpe est proportionnelle à la viscosité (mm^2/s), le facteur de correction Y doit être utilisé en cas de viscosité d'huile différente de 30 mm^2/s (cSt).

Données de dimensionnement pour un filtre avec un seul élément filtrant

Δpc = Perte de charge du corps [bar]
Δpe = Perte de charge de l'élément filtrant [bar]
Y = Facteur de correction Y (voir tableau correspondant), dépend du type de filtre, de la taille de l'élément filtrant, de la longueur de l'élément filtrant et du média filtrant
Q = débit (l/min)
V1 viscosité de référence de l'huile = 30 mm^2/s (cSt)
V2 = viscosité de fonctionnement mm^2/s (cSt)

Détermination de la perte de charge de l'élément filtrant avec une huile de viscosité différente de, 30 mm^2/s (cSt)

Δpe = Y : 1000 x Q x (V2:V1)
Δp Tot. = Δpc + Δpe

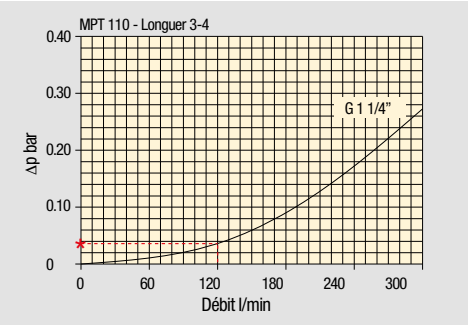
Formule de vérification

Δp Tot. ≤ Δp max autorisée

Exemple typique de détermination de filtre

Données application:
Filtre retour sommet de réservoir
Pression Pmax = 10 bar
Débit Q = 120 l/min
Viscosité V2 = 46 mm^2/s (cSt)
Densité huile = 0.86 kg/dm^3
Finesse de filtration requise = 25 µm filtration absolue
Avec valve by-pass et raccordement G 1 1/4"

Détermination:
Δpc = 0.03 bar (voir graphique ci-dessous)



Perte de charge Δp du corps de filtre. Les courbes sont tracées en utilisant une huile minérale avec une densité de 0.86 kg/dm^3 conformément à ISO 3968. La Δp varie proportionnellement avec la densité.

Δpe = (2.00 : 1000) x 120 x (46 : 30) = 0.37 bar

Élément filtrant		Filtration absolue Série H					Filtration nominale Série N		
Type		A03	A06	A10	A16	A25	P10	P25	M25 M60 M90
Filtres Retour	1	28.20	24.40	8.67	8.17	6.88	4.62	3.96	1.25
	2	17.33	12.50	6.86	5.70	4.00	3.05	2.47	1.10
MF 100	3	10.25	9.00	3.65	3.33	2.50	1.63	1.32	0.96
MFX 100	4	6.10	5.40	2.30	2.20	2.00	1.19	0.96	0.82

Δp Tot. = 0.03 + 0.37 = 0.4 bar

La détermination est correcte car la valeur totale de la perte de charge se situe dans la plage admissible des filtres retour.
Dans le cas où la perte de charge totale max. ne serait pas acceptable, il serait nécessaire de répéter la détermination en modifiant la longueur/ taille du filtre.

Aboutissement technologique de plusieurs millions d'Euros d'investissement et d'une collaboration de recherche de longue date avec des institutions scientifiques leaders en Italie, le nouveau laboratoire de Recherche et Développement dernier cri MP Filtri a été créé comme un centre technique **d'excellence et d'innovation**.
Basée à Pessano con Bornago à Milan, l'infrastructure de recherches scientifiques de 1.200 m² est principalement concentrée sur les applications pratiques dans les domaines industriels. Elle a été créée pour permettre le développement d'une gamme leader de produits reconnus comme innovants, tout en améliorant la qualité et la fiabilité des produits existants et en accompagnant la création de prototypes étudiés suivant les exigences des clients. L'engagement pour l'excellence en matière de recherche scientifique de MP Filtri s'est également construit à travers un partenariat de proximité, établi avec l'école Polytechnique de Milan et les universités de Bologne, de Modena ou de Reggio Emilia.

Bien plus qu'un centre de recherche, les installations disposent de lieux de formations spécialisées, de salles de réunions adaptées ainsi que de postes d'études; tout ceci permettant aux clients de combiner une formation théorique et des travaux pratiques en utilisant des bancs de tests à la pointe de la technologie.
Les personnes formées peuvent ainsi profiter de la parfaite opportunité d'un apprentissage à l'utilisation des équipements de mesure de pollution des fluides, tout en améliorant par délégation, leurs connaissances et leur expertise dans un environnement de travail effectif.

Les bancs de tests spécialement conçus pour valider les caractéristiques opérationnelles et les performances des éléments filtrants et des filtres en fonctionnement sont le cœur de ce centre de Recherche et Développement. Ces bancs de travail performants offrent des mesures d'une extrême précision dans le domaine de la pollution par particules solides des huiles sous pression.
Tous ces tests sont réalisés suivant les normes internationales et reproduisent les conditions exactes de fonctionnement de la pression et du débit de n'importe quel circuit hydraulique en chambre climatisée, contrôlée et filtrée.

- 16 Bancs d'essais
- 8 Équipements de laboratoire pour l'analyse de la contamination
- 15 Normes Internationales ISO et DIN
- 29 Tests différents

Par année

- Plus de 200 demandes de tests
- Plus de 1500 composants testés
- Plus de 90 tests Multi-pass

NOTES

NOTES

NOTES

Toutes les données, tous les détails et les mots contenus dans cette publication sont fournis aux fins d'information exclusivement.
MP Filtri se réserve le droit d'apporter des modifications aux modèles et aux versions des produits décrits à tout moment pour des raisons techniques et commerciales.
Les couleurs et les images des produits sont essentiellement indicatives.
Toute reproduction, partielle ou totale, du présent document est strictement interdite.
Tous droits réservés.

RÉSEAU À TRAVERS LE MONDE

SIÈGE

MP Filtri S.p.A.
Pessano con Bornago
Milano
Italy
sales@mpfiltri.com

FILIALES

ITALFILTRI LLC
Moscow
Russia
mpfiltrirussia@yahoo.com

MP Filtri Canada Inc.
Concord, Ontario
Canada
sales@mpfiltricanada.com

MP Filtri France SAS
Lyon
AURA
France
sales@mpfiltrifrance.com

MP Filtri Germany GmbH
St. Ingbert
Germany
sales@mpfiltri.de

MP Filtri India Pvt. Ltd.
Bangalore
India
sales@mpfiltri.co.in

MP Filtri Middle East FZCO
Dubai
U.A.E.
sales-me@mpfiltri.com

MP Filtri SEA PTE Ltd.
Singapore
sales-sea@mpfiltri.com

MP Filtri (Shanghai) Co., Ltd.
Shanghai
P.R. China
sales@mpfiltrishanghai.com

MP Filtri U.K. Ltd.
Vale Park
Evesham
United Kingdom
sales@mpfiltri.co.uk

MP Filtri U.S.A. Inc.
Quakertown, PA
U.S.A.
sales@mpfiltriusa.com

PASSION TO PERFORM

mpfiltri.com

CMPFR001V
FR - 01-2023