

**HYDAC**

**FILTERTECHNIK**

**Technique de mesure  
de particules  
dans la pratique.  
De la théorie  
à l'application.**

Page 3	<b>1 Introduction au comptage optique de particules</b>	Page 18	2.4.1.2 Circuit pression
Page 3	1.1 Principes physiques	Page 18	2.4.1.3 Surveillance du débit de fuite
Page 3	1.1.1 Occultation du faisceau lumineux	Page 18	2.4.1.4 Surveillance d'huile de lubrification
Page 4	1.1.2 Procédé par blocage de tamis	Page 19	2.4.2 Recommandations générales de montage
Page 4	1.1.3 Limites du procédé	Page 20	2.5 Appareils de laboratoire
Page 5	1.2 Poussières de test		
Page 5	1.2.1 ACFTD / ISO MTD	Page 21	<b>3 Mention d'impression</b>
Page 5	1.2.2 Tailles des particules		
Page 5	1.2.3 Norme de calibrage ISO 11171:1999		
Page 6	1.2.4 Norme de calibrage ISO 11943:1999		
Page 7	1.3 Classification des contaminations		
Page 7	1.3.1 ISO 4406		
Page 8	1.3.2 SAE AS 4059		
Page 10	1.3.3 NAS 1638		
Page 11	<b>2 Le bon appareil pour chaque application</b>		
Page 11	2.1 Vue d'ensemble des appareils et domaines d'applications		
Page 13	2.2 Mesure temporaire et prestations de service		
Page 14	2.3 Analyse en ligne permanente sur des bancs d'essais pour la détermination de la propreté hydraulique		
Page 15	2.4 Mesure en ligne permanente dans des systèmes hydrauliques et de lubrification pour la surveillance de l'état du fluide		
Page 17	2.4.1 Exemples d'installations typiques		
Page 17	2.4.1.1 Circuit de filtration-refroidissement/chauffage		



# 1 Introduction au comptage des particules

## 1.1 Principes physiques

### 1.1.1 Occultation du faisceau lumineux

Dans le cas des capteurs de contamination optiques, un faisceau lumineux est émis perpendiculairement au flux d'huile. Du côté réception, le faisceau lumineux est interrompu en cas de présence de particules.

Fig. 1 Pas d'occultation du faisceau lumineux

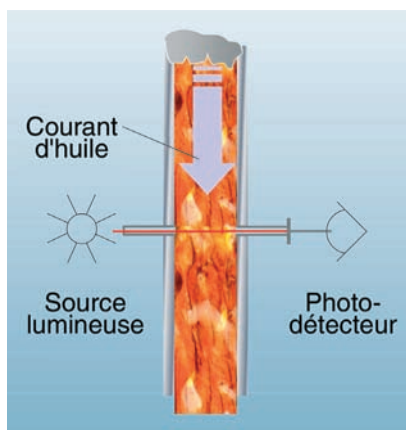
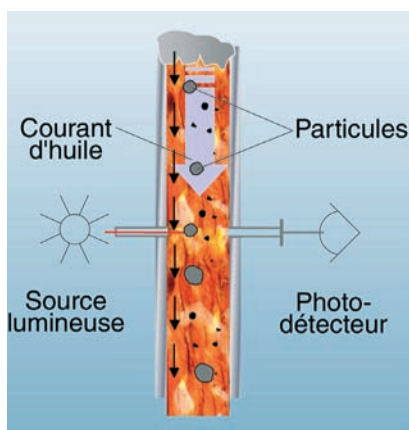
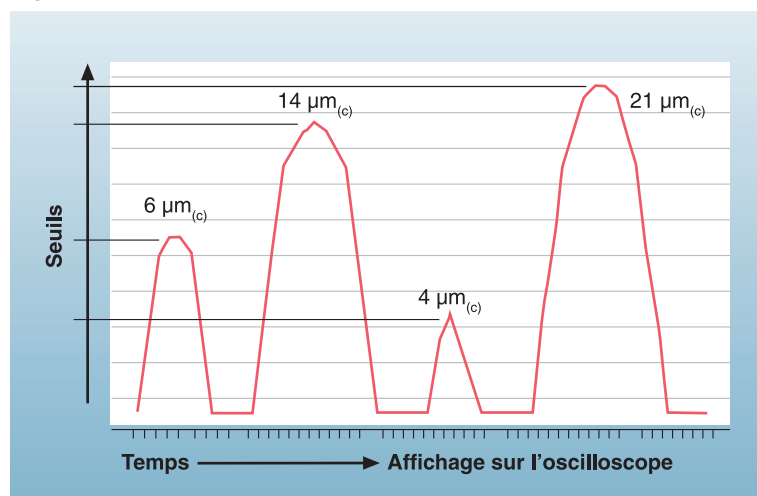


Fig. 2 Occultation du faisceau lumineux par des particules



L'allure du signal de réception observé sur un oscilloscope est la suivante :

Fig. 3 Signal de réception



Analyse du signal :

- Chaque „pic" correspond à une interruption du faisceau par une particule
- L'amplitude du signal (hauteur) reflète la taille de la particule
- Des valeurs de seuils permettent de définir une répartition par tailles de 2, 5, 15, 25 μm ou 4, 6, 14, 21 μm(c)

Les capteurs présentés au chapitre 2 utilisent le principe de la mesure de particules par occultation du faisceau lumineux.

### 1.1.2 Procédé par blocage de tamis

Le flux de fluide est dirigé à travers un ou plusieurs tamis.

Les particules qui se trouvent dans le fluide sont retenues par le tamis et génèrent une pression différentielle ( $\Delta p$ ) à l'entrée et à la sortie du support de tamis.

L'élévation de la  $\Delta p$  en fonction du temps (t) permet de tirer des conclusions sur la charge de particules dans le fluide.

Fig. 4 MeshBlockage Sensor MBS 1000



#### Avantages:

Procédé par blocage de tamis utilisable

- pour des émulsions
- pour des charges en particules élevées
- pour des fluides opaques

#### Inconvénients:

- Permet juste une surveillance de tendance
- Pas de quantification du nombre de particules
- Pas de mesure de la répartition des particules
- Pas de référence à une norme d'étalonnage

### 1.1.3 Limites du procédé

Lors de la mesure de la contamination particulaire à l'aide des capteurs présentés au chapitre 2, la propreté de l'huile ne doit pas dépasser certaines limites supérieures et inférieures.

Pour une huile „trop propre“, il n'est plus possible de détecter de particules. La limite inférieure se situe environ à ISO 9/8/7.

Un encrassement trop important entraîne une coïncidence (= superposition temporelle de deux ou plusieurs signaux du fait de la succession des particules), et il n'est alors plus possible de procéder à une mesure des particules. Le problème se rencontre pour des classes de propreté supérieures à ISO 25/24/23.

Le procédé optique ne permet pas le comptage de particules dans des émulsions. Le principe de mesure par occultation du faisceau lumineux est limité à des particules de taille supérieure à 1  $\mu\text{m}$ .

Un comparatif direct entre une mesure en ligne et un prélèvement d'huile n'est pas toujours possible dès lors qu'une classe de propreté inférieure à ISO 14/12/10 est mesurée. Les sources d'erreurs supplémentaires générées lors d'un prélèvement d'huile sont :

- Pollution environnante
- Conditions de flux variables au niveau du point de prélèvement
- Concentrations de pollution différentes selon les points de prélèvement (réservoir, ligne pression, circuit de balayage)
- Procédures de prélèvement (par ex. propreté de la prise de prélèvement, volume de rinçage, cycles machines)

## 1.2 Poussière de test

### 1.2.1 ACFTD / ISO MTD

Jusqu'en 1992, la poussière de test utilisée était l'ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust).

Depuis 1997, la norme ISO 12103-A3 prévoit une nouvelle poussière de test ISO MTD (Medium Test Dust). Cette poussière ISO MTD constitue la base du matériau de référence standard SRM 2806 (Standard Reference Material) développé par le NIST (National Institute of Standards and Technology, USA).

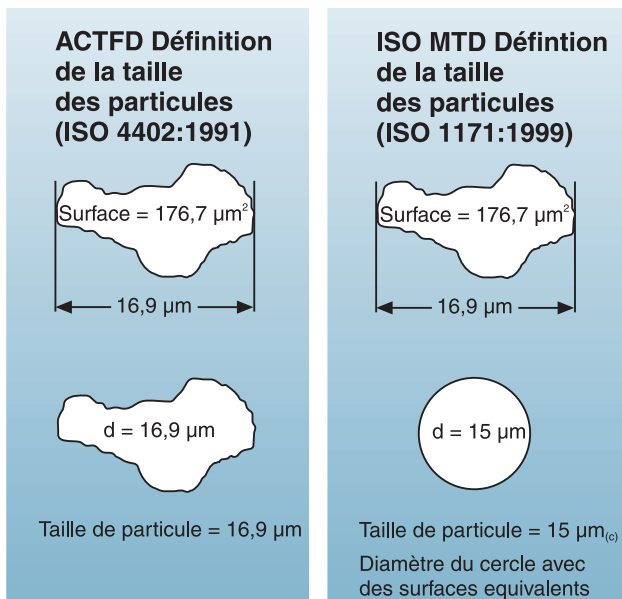
La poussière de test ISO MTD est utilisée pour l'étalonnage de compteurs de particules automatiques dans la cadre des normes de l'étalonnage ISO 11171:1999 et ISO 11943:1999.

### 1.2.2 Tailles des particules

Dans le cas de la poussière ACFTD, la grandeur utilisée pour définir la taille est la longueur la plus importante des particules.

L'introduction de la nouvelle norme ISO 11171:1999 prévoit aussi une nouvelle définition de la taille des particules. La norme définit comme taille de particules le diamètre d'une particule de poussière ISO MTD de surface identique. Les indications de taille des particules selon la nouvelle norme de calibration ISO 11171:1999 arborent l'indice <sub>(c)</sub>, p. ex.  $4 \mu\text{m}_{(c)}$ , identifiant le matériau de calibration certifié et faisant référence à une norme nationale utilisée lors de l'étalonnage. Cette convention d'écriture sera également utilisée dans le cadre de la version remaniée de la norme ISO 4406:1999 et de la nouvelle norme ISO 11943:1999.

Fig. 5  
Définition de la taille des particules



### 1.2.3 Norme de calibration ISO 11171:1999

La norme de calibration ISO 11171 définit l'étalonnage des compteurs de particules automatiques dans des fluides. Cette norme est utilisée pour l'étalonnage de compteurs de particules utilisés en laboratoire. Le calibration s'effectue avec une suspension de particules ISO MTD.

Les compteurs de particules de référence utilisés par Hydac ainsi que l'ALPC (Automated Laboratory Particle Counter) sont étalonnés sur la base de la norme ISO 11171:1999.

Fig. 6  
ALPC (Automated Laboratory Particle Counter)



## 1.2.4 Norme de calibrage ISO 11943:1999

La norme d'étalonnage ISO 11943 régit l'étalonnage de contrôleurs de pollution en ligne dans des fluides. Cette norme est utilisée pour l'étalonnage secondaire de contrôleurs de pollution en ligne.

Fig. 7  
FluidControl Unit FCU 2000



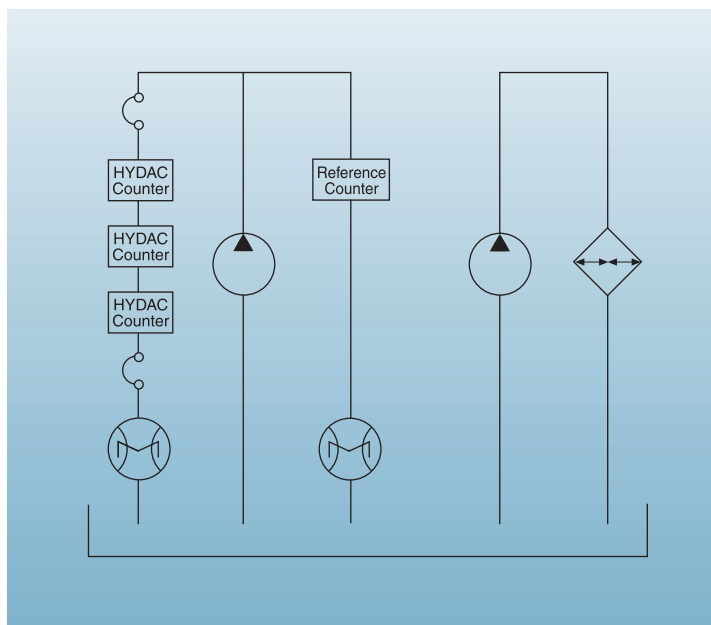
Fig. 8  
ContaminationSensor CS 1000 et CS 2000



L'étalonnage s'effectue avec la même poussière de test ISO MTD que dans le cas de la norme ISO 11171:1999.

La norme ISO 11943 prescrit que les contrôleurs de pollution en ligne doivent être montés dans un circuit hydraulique avec les compteurs de particules de référence calibrés selon la norme ISO 11171:1999.

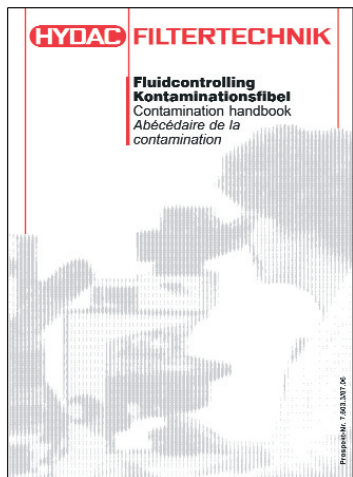
Fig. 9  
Schéma du banc d'étalonnage





## 1.3 Classification des contaminations

Vous trouverez un condensé des informations correspondantes avec des photos comparatives dans l'abécédaire de la contamination (réf. 349339).



### 1.3.1 ISO 4406

Dans la norme ISO 4406, les nombres de particules sont déterminés de manière cumulative, à savoir  $> 4 \mu\text{m}_{(c)}$ ,  $> 6 \mu\text{m}_{(c)}$  et  $> 14 \mu\text{m}_{(c)}$  (manuellement par filtration du fluide à travers une membrane d'analyse ou de manière automatique au moyen de compteurs de particules) et affectés à des chiffres de référence. Cette affectation du nombre de particules à des chiffres de référence vise à simplifier l'évaluation de la propreté des fluides. En 1999, "l'ancienne" norme ISO 4406:1987 a été remaniée, et les plages de taille des particules à analyser ont été redéfinies.

De plus, le procédé de comptage et l'étalonnage ont été modifiés. Pour l'utilisateur dans la pratique, le point important est le suivant : Même si les plages de taille des particules à analyser ont changé, le code de propreté ne changera que dans des cas isolés. Lors de l'élaboration de la "nouvelle" norme ISO 4406, ses concepteurs ont veillé à ce qu'il ne soit pas nécessaire de modifier toutes les prescriptions de propreté existantes pour des systèmes (biblio : ©HYDAC, „Technique de filtration de fluides, nouvelle poussière de test, nouveau calibrage, nouvelles méthodes de test de filtration – (Répercussions dans la pratique“).

Récapitulatif des modifications :

	„ancienne“ ISO 4406:1987	„nouvelle“ ISO 4406:1999	
Plages de taille	$> 5 \mu\text{m}$ $> 15 \mu\text{m}$	$> 4 \mu\text{m}_{(c)}$ $> 6 \mu\text{m}_{(c)}$ $> 14 \mu\text{m}_{(c)}$	
Dimension déterminée	Longueur la plus importante de la particule	Diamètre du cercle de surface identique ISO 11171:1999	
Poussières de calibrage	Poussière ACFTD	1-10 $\mu\text{m}$	ISO 12103-1A1
		Fraction ultrafine	
		SAE Fine, AC-Fine	ISO 12103-1A2
		SAE 5-80 $\mu\text{m}$ ISO MTD Poussière de calibrage pour compteurs de particules	ISO 12103-1A3
		SAE Corse Fraction grossière	ISO 12103-1A4
Plages de tailles comparables	ancien calibrage ACFTD	Poussières ACFTD comparables	Nouveau calibrage NIST
		$< 1 \mu\text{m}$ 4,3 $\mu\text{m}$ 15,5 $\mu\text{m}$	4 $\mu\text{m}_{(c)}$ 6 $\mu\text{m}_{(c)}$ 14 $\mu\text{m}_{(c)}$



Correspondances entre les quantités de particules et les classes de propreté :

Nombre de particules par ml		classe de propreté
plus de	jusqu'à	
2.500.000		> 28
1.300.000	2.500.000	28
640.000	1.300.000	27
320.000	640.000	26
160.000	320.000	25
80.000	160.000	24
40.000	80.000	23
20.000	40.000	22
10.000	20.000	21
5.000	10.000	20
2.500	5.000	19
<b>1.300</b>	<b>2.500</b>	<b>18</b>
640	1.300	17
320	640	16
<b>160</b>	<b>320</b>	<b>15</b>
80	160	14
40	80	13
20	40	12
<b>10</b>	<b>20</b>	<b>11</b>
5	10	10
2,5	5	9
1,3	2,5	8

La reproductibilité des résultats inférieurs à la classe de pureté 8 dépend de la concentration de particules dans l'échantillon analysé. Si le nombre de particules comptées dans l'échantillon est inférieur à 20, le résultat doit présenter le symbole  $\geq$ .

Exemple : 14/12/ $\geq$ 8

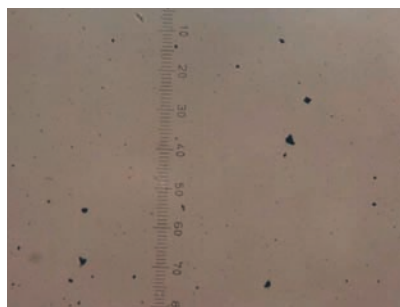
On notera qu'une augmentation de 1 du chiffre de référence correspond à un doublement du nombre de particules.

Exemple : la classe ISO 18 / 15 / 11 signifie que l'échantillon analysé contient :

1.300 - 2.500 particules > 4  $\mu\text{m}_{(c)}$   
 160 - 320 particules > 6  $\mu\text{m}_{(c)}$   
 10 - 20 particules > 14  $\mu\text{m}_{(c)}$

dans 1 ml de fluide.

Fig. 10  
 Observation microscopique d'un échantillon d'huile (100 ml), grossissement 100 fois (ISO 18/15/11)



## 1.3.2 SAE AS 4059

A l'instar de la norme ISO 4406, la norme SAE AS 4059 décrit les concentrations de particules dans des fluides.

Les procédés d'analyse peuvent être utilisés par analogie à l'ISO 4406:1999 et NAS 1638.

Les classes de propreté SAE se basent sur la taille, sur le nombre des particules ainsi que sur la répartition de la taille des particules. Etant donné que la taille des particules déterminée dépend du procédé de mesure et d'étalonnage, les tailles des particules sont identifiées par des lettres (A - F).

Le tableau suivant indique les classes de propreté en fonction de la concentration en particules déterminée.

		Concentration maximale en particules [particules/100 ml]					
Taille ISO 4402 Etalonnage ou comptage optique*		> 1 µm	> 5 µm	> 15 µm	> 25 µm	> 50 µm	> 100 µm
Taille ISO 11171, Etalonnage ou microscope électronique**		> 4 µm <sup>(c)</sup>	> 6 µm <sup>(c)</sup>	> 14 µm <sup>(c)</sup>	> 21 µm <sup>(c)</sup>	> 38 µm <sup>(c)</sup>	> 70 µm <sup>(c)</sup>
Codage des tailles		A	B	C	D	E	F
Classes	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	1.220	217	39	7	1
	3	6.250	2.430	432	76	13	2
	4	12.500	4.860	864	152	26	4
	5	25.000	9.730	1.730	306	53	8
	<b>6</b>	<b>50.000</b>	<b>19.500</b>	<b>3.460</b>	<b>612</b>	<b>106</b>	<b>16</b>
	7	100.000	38.900	6.920	1.220	212	32
	8	200.000	77.900	13.900	2.450	424	64
	9	400.000	156.000	27.700	4.900	848	128
	10	800.000	311.000	55.400	9.800	1.700	256
11	1.600.000	623.000	111.000	19.600	3.390	1.020	
12	3.200.000	1.250.000	222.000	39.200	6.780		

\* Tailles des particules déterminées sur la base de la longueur la plus importante

\*\* Tailles des particules déterminées sur la base du diamètre du cercle projeté de surface identique

Les classes de propreté selon SAE peuvent être représentées comme suit :

### 1. Nombre absolu de particules de taille supérieure à une taille de particule définie

Exemple :

Classe de propreté selon AS 4059:6

Le nombre maximal admissible de particules dans les différentes plages de tailles est représenté en gras dans le tableau précédent.

Classe de propreté selon AS 4059:6 B

Le nombre de particules de taille B ne doit pas dépasser le maximum indiqué dans la classe 6.

6 B = max. 19.500 particules de taille 5 µm ou 6 µm<sup>(c)</sup>

### 2. Définition d'une classe de propreté pour chaque taille de particules

Exemple :

Classe de propreté selon AS 4059:  
7 B / 6 C / 5 D

Taille B (5 µm ou 6 µm<sup>(c)</sup>):  
38.900 particules / 100 ml

Taille C (15 µm ou 14 µm<sup>(c)</sup>):  
3.460 particules / 100 ml

Taille D (25 µm ou 21 µm<sup>(c)</sup>):  
306 particules / 100 ml

### 3. Indication de la classe de propreté maximale mesurée

Exemple :

Classe de propreté selon AS 4059:6 B - F

L'indication 6 B – F nécessite un comptage des particules dans les plages de tailles B – F. Dans toutes ces plages, la concentration respective en particules ne doit pas dépasser la classe de propreté 6.

### 1.3.3 NAS 1638

A l'instar des normes ISO 4406 et SAE AS 4059, la norme NAS 1638 décrit les concentrations de particules dans des fluides.

Ce standard n'a plus cours en tant que norme. Toutefois, il reste très usité dans la pratique en raison de sa simplicité d'utilisation (seulement un seul chiffre).

Les procédés d'analyses peuvent être utilisés comme pour l'ISO 4406:1999.

Contrairement à la norme ISO 4406, la norme NAS 1638 impose le comptage de certaines plages de tailles de particules et leur affectation à des chiffres de référence

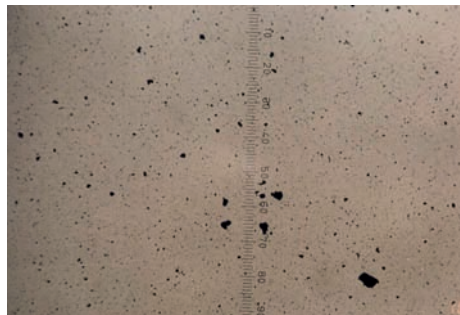
Le tableau suivant présente les classes de propreté en fonction de la concentration en particules déterminée.

	Taille des particules [µm]					
	5-15	15-25	25-50	50-100	>100	
	Nombre de particules dans 100 ml d'échantillon					
Classe de pureté	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	1.850	506	90	16
	7	32.000	5.700	1.012	180	32
	8	64.000	11.600	2.025	360	64
	9	128.000	22.800	4.050	720	128
	<b>10</b>	<b>256.000</b>	<b>45.600</b>	<b>8.100</b>	<b>1.440</b>	<b>256</b>
	11	512.000	91.200	16.200	2.880	512
12	1.024. 000	182.400	32.400	5.760	1.024	

D'une classe à la suivante, le nombre de particules double en moyenne.

Les nombres maxi de particules de la classe 10 sont indiqués en gras dans le tableau ci-dessus.

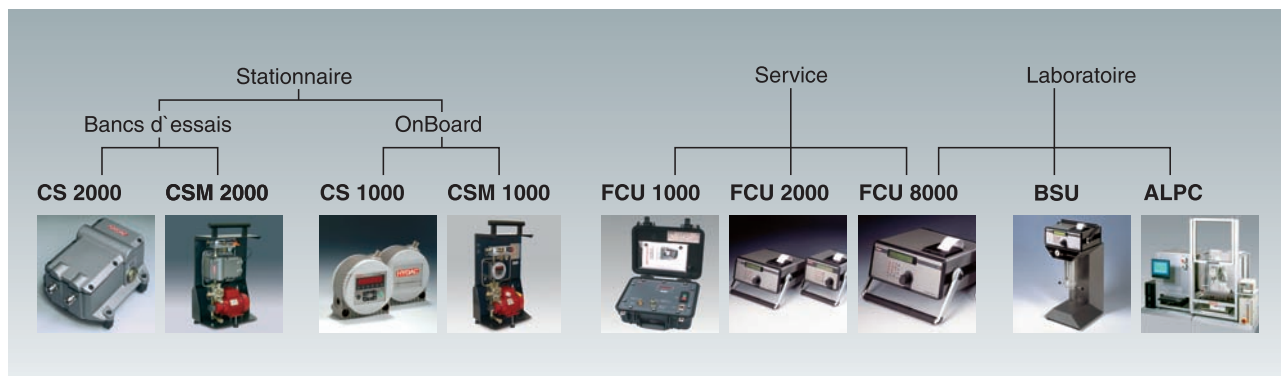
Fig. 11  
Observation microscopique d'un échantillon d'huile (100 ml), grossissement 100 fois (NAS 10)



## 2 Le bon appareil pour chaque application

### 2.1 Vue d'ensemble des appareils et domaines d'applications

Fig. 12  
Vue d'ensemble des produits



Des appareils de type FCU (FluidControl Unit) sont proposés pour la mesure temporaire, pour le SAV et lors de prestations de services.

Les capteurs de contamination (CS) sont prévus pour une utilisation stationnaire dans des systèmes hydrauliques et de lubrification et sur des bancs d'essais.

Ces capteurs sont également disponibles sous forme de sous-ensembles avec groupe moto-pompe, système breveté pour "l'écrasement" des bulles d'air et

possibilité optionnelle de montage pour AquaSensor AS 1000 et HYDACLab.

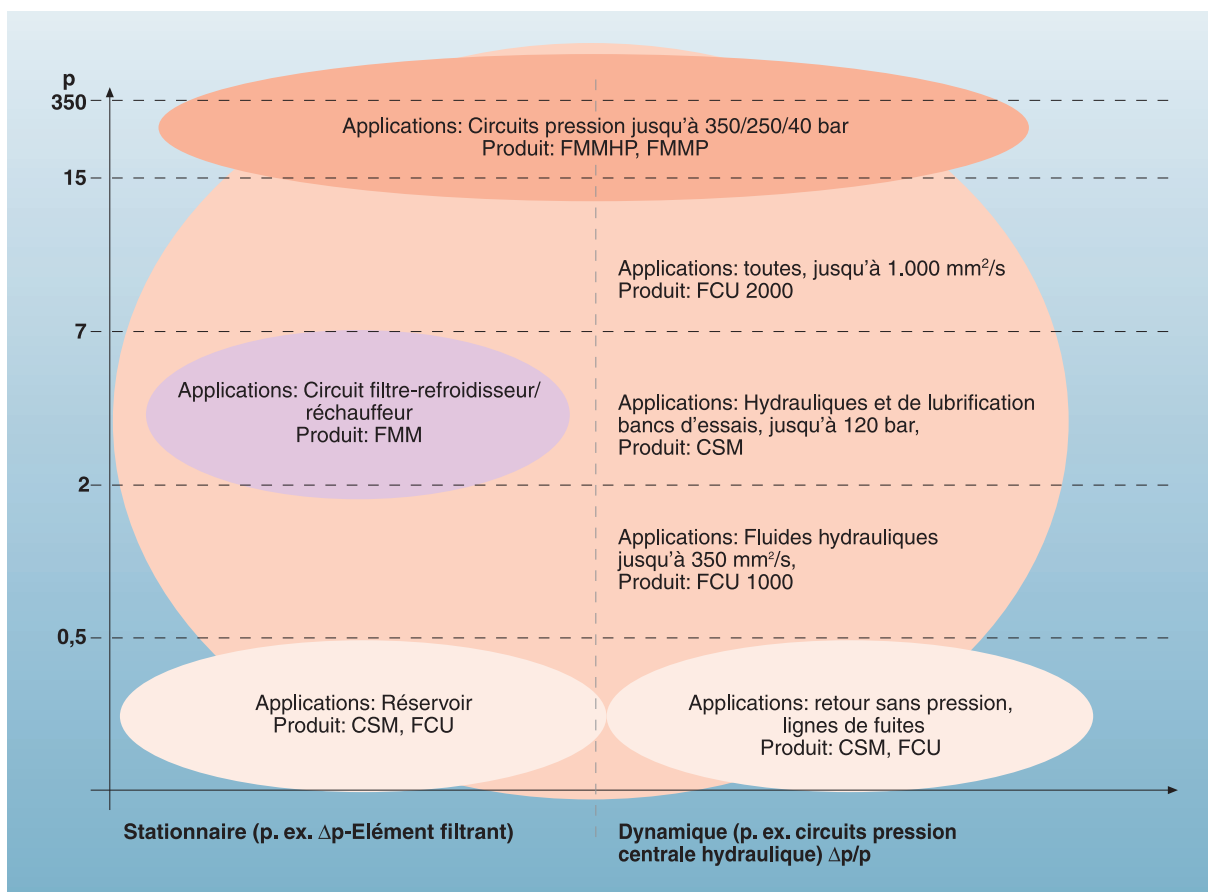
Pour l'examen d'échantillons d'huile, on utilise l'unité BSU (BottleSampling Unit) en liaison avec le FCU 8000.

Une analyse d'huile simplifiée peut également être réalisée à l'aide des FCU 2000 et FCU 1000. L'ALPC (Automated Laboratory Particle Counter) permet d'examiner jusqu'à 500 échantillons par jour.

Le tableau suivant récapitule les principales différences entre les appareils de mesure :

	FCU 2000	FCU 8000	CS 2000	CS 1000	CSM 2000 / CSM 1000
<b>Cellule de mesure optique</b>	Fibre de verre	Plaques de verre Système à lentilles	Fibre de verre	Bloc de verre → meilleure stabilité à la pression	selon le capteur
<b>LED</b>	Infrarouge	Laser	Infrarouge	Infrarouge	selon le capteur
<b>Détermination du débit par</b>	Capteur de débit intégré	Capteur de débit intégré	Signal de particules	Signal de particules	selon le capteur
<b>Régulation du débit par</b>	Bouton rotatif en face avant pour le réglage de la valve de régulation de débit	Bouton rotatif en face avant pour le réglage de la valve de régulation de débit	- Conditionnement hydraulique interne sélectionnable dans le code de commande - Modules externes	Modules externes	Groupe motopompe

Fig. 13  
 Domaines d'applications  
 typiques avec produits  
 (et modules) correspondants



Les domaines d'applications seront subdivisés en différentes catégories dans la suite du texte :

- Mesure temporaire et SAV
- Analyse en ligne permanente sur des bancs d'essais pour la détermination de la propreté hydraulique
- Mesure en ligne permanente dans des systèmes hydrauliques et de lubrification pour la surveillance de l'état
- Appareils de laboratoire

## 2.2 Mesure temporaire et prestations de service



La mesure temporaire sur des systèmes hydrauliques s'effectue au moyen d'appareils portatifs FCU (FluidControl Unit), et notamment ceux de la série 2000.

Les FCU sont proposés avec différents étalonnages et en différentes versions. Toutes les variantes disposent d'un afficheur avec clavier de commande, d'un bouton rotatif pour le réglage du débit et d'une petite imprimante matricielle intégrée. Il existe également des variantes avec ou sans pompe interne pour l'aspiration autonome

du fluide dans des échantillons d'huile ou dans le réservoir.

Les unités FCU se distinguent par leur facilité d'utilisation, garante de la sécurité des résultats de mesure.

Le tableau suivant présente un comparatif des différentes variantes :

	FCU 2000	FCU 8000
		
<b>Description succincte</b>	- Contrôleur de pollution portatif	- Appareil de mesure de particules laser
<b>Critères distinctifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 canaux de mesure</li> <li>- Classes de propreté selon ISO 4406, SAE 4059 et NAS 1638</li> <li>- Exécution avec pompe intégrée disponible</li> <li>- Imprimante graphique intégrée</li> <li>- Edition de données sur l'afficheur ou connexion à un PC</li> <li>- Interface RS232 ou RS485</li> <li>- Mesure en ligne continue</li> <li>- Construction robuste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 canaux de mesure</li> <li>- Classes de propreté selon ISO 4406, SAE 4059 et NAS 1638</li> <li>- Imprimante graphique intégrée</li> <li>- Affichage des données à l'écran ou raccordement à un PC</li> <li>- Analyse et enregistrement des données de mesure</li> <li>- Interface RS232 pour la sortie des données</li> <li>- Capteur de particules laser</li> <li>- Plage de mesure étendue pour des huiles jusqu'à NAS 0</li> </ul>
<b>Avantages par rapport à la concurrence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technique de mesure avec fibre optique infrarouge brevetée.</li> <li>- Détermination, analyse et enregistrement de données de mesure</li> <li>- Possibilité d'analyse via logiciel spécifique Hydac CoCoS (CoCoS light disponible comme freeware)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisable comme appareil de laboratoire ou comme moyen de terrain</li> <li>- Possibilité d'analyse via logiciel spécifique Hydac CoCoS (CoCoS light disponible comme freeware)</li> </ul>
<b>Domaines d'application</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systèmes hydrauliques et de lubrification</li> <li>- Maintenance</li> <li>- Bancs d'essais</li> <li>- Analyses de flacons d'huile</li> <li>- Analyses dans réservoir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation dans des laboratoires et des centres d'assistance</li> <li>- Utilisation sur le terrain</li> <li>- Analyses de flacons d'huile</li> </ul>

L'utilisation des FCU impose de tenir compte des données techniques listées dans le tableau ci-dessous :

<b>Plage de pression</b>	1 ... 350 bar (selon la viscosité)
<b>Plage de viscosité admissible (service continu)</b>	5 ... 1.000 mm <sup>2</sup> /s (raccord de pression) 5 ... 150 mm <sup>2</sup> /s (raccord d'aspiration, seulement FCU 2000-4)
<b>Raccordement d'ENTREE (pression)</b>	FCU 2000: Raccord Minimesse type type 1604 (y compr. flexible d'entrée haute pression DN 4 (type 1604 - type 1620, 2m de long)) FCU 8000: Raccord Minimesse type 1620 (y compr. flexible d'entrée haute pression DN 2 (type 1620 - type 1620, 2m de long))
<b>Raccordement d'ENTREE (aspiration)</b>	Raccord débrochable DN 6,4 avec verrouillage
<b>Raccordement SORTIE</b>	Raccord débrochable DN 7 (flexible de sortie basse pression DN 7 (2m de long))



## 2.3 Analyse en ligne permanente sur des bancs d'essais pour la détermination de la propreté hydraulique

L'utilisation de compteurs de particules en ligne pour le contrôle de la propreté du composant à contrôler est décrite de manière détaillée dans la norme ISO 18413. L'huile est contrôlée en aval du composant à contrôler.

Les bancs d'essais se distinguent par plusieurs facteurs compliquant l'analyse en ligne permanente :

- Cycles de mesure courts
- Débits variables
- Bulles d'air
- Mélanges d'huiles
- Graisses
- Produits auxiliaires de montage

Pour garantir des conditions de mesure stables et donc pour une analyse en ligne permanente, nous proposons des groupes stationnaires, les modules CSM (Contamination Sensor Module). Les appareils CSM 2000 et CSM 1000 diffèrent par le choix du capteur utilisé.

Le CSM est un appareil autonome avec groupe moto-pompe et capteur de contamination. Le fluide peut ainsi être aspiré dans des conduites ou des réservoirs à la pression atmosphérique et dirigé vers le capteur pour la mesure.

Le module dispose en outre d'un système breveté "d'écrasement" des bulles d'air. L'application d'une pression permet de mettre en solution l'air présent dans l'huile, supprimant ainsi les bulles d'air qui seraient sinon comptabilisées comme autant de particules par les systèmes utilisant un capteur de contamination optique.

En option, il est possible d'intégrer dans le flux d'huile un capteur d'humidité de type AS 1000 ou un capteur d'état de l'huile HYDACLab.

L'HYDACLab est un capteur multifonctions qui enregistre :

- Température
- Humidité
- Modifications de la viscosité
- Modifications de la constante diélectrique

Fig. 14  
CSM 1000



Fig. 16  
CSM 1000 monté sur un banc d'essai



Fig. 15  
CSM 2000



Afin de faciliter l'intégration sur le banc d'essai, le CSM aspire de l'huile à proximité de la conduite de retour et l'amène au compteur de particules.

Pour des applications hydrauliques standard, on utilise le CSM 1000. Pour des fluides dans lesquels le comptage est difficile (huiles de boîtes de vitesses, mélanges d'huiles, concentration de graisses et produits auxiliaires de montage), nous proposons le CSM 2000 équipé en plus d'un débitmètre CM-FS.

L'utilisation des CSM impose de tenir compte des données techniques listées dans le tableau ci-dessous :

<b>Plage de pression en ENTRÉE</b>	-0,4 ... 0,5 bar (pompe standard) ou -0,4 ... 120 bar (pompe, pression d'alimentation stabilisée, avec conduite de fuite)
<b>Pression en SORTIE</b>	5 bar
<b>Plage de viscosité admissible</b>	10 - 3.000 mm <sup>2</sup> /s
<b>Plage de viscosité admissible en mode mesure</b>	10 - 1.000 mm <sup>2</sup> /s
<b>Raccordement d'ENTRÉE (pression)</b>	Filetage G 1/4, ISO 228
<b>Raccordement de SORTIE</b>	Filetage G 1/4, ISO 228

Le CSM comprend un tamis de protection de 400 µm (CM-S).





## 2.4

### Mesure en ligne permanente dans des systèmes hydrauliques et de lubrification pour la surveillance de l'état du fluide

Pour la mesure en ligne permanente dans des systèmes hydrauliques et de lubrification, nous proposons les capteurs de contamination (CS) des séries 2000 et 1000 qui peuvent être intégrés de manière stationnaire dans le système.

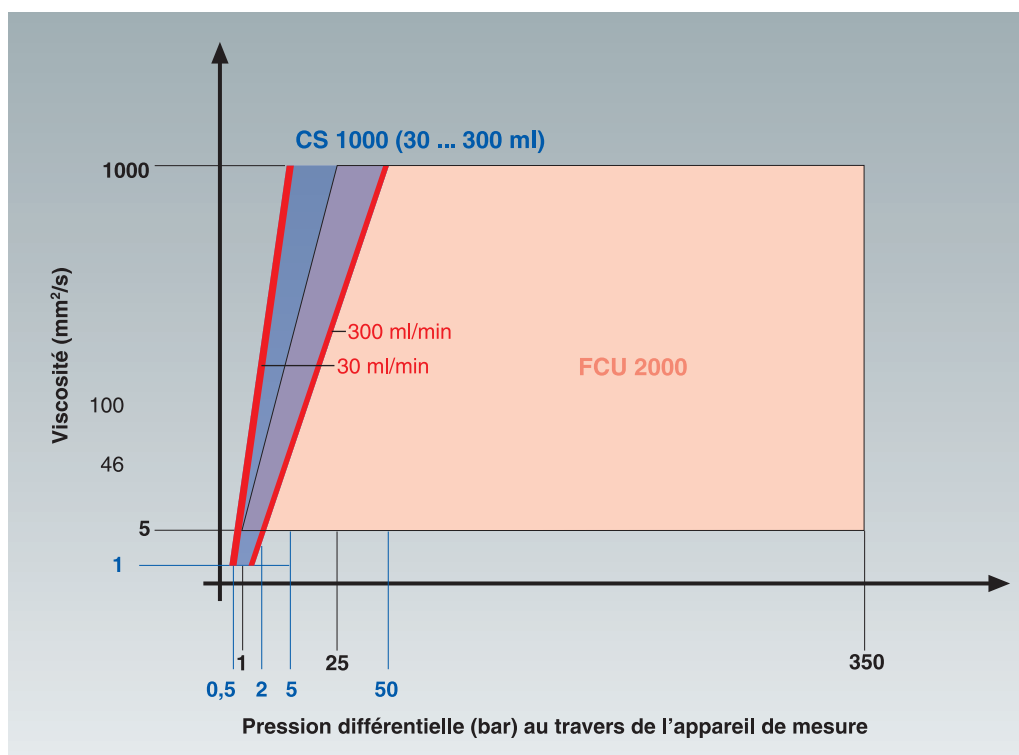
Le débit doit alors être réglé dans la plage de mesure considérée de l'appareil de mesure.

Au niveau hydraulique, les capteurs de contamination agissent comme des gicleurs.

	CS 1000	CS 2000
		
<b>Description succincte</b>	- Capteur de contamination pour la mesure de la contamination par des particules solides dans des fluides hydrauliques et de lubrification	- Capteur de contamination pour la mesure de la contamination par des particules solides dans des fluides hydrauliques et de lubrification
<b>Critères distinctifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jusqu'à 300 bar</li> <li>- pas d'entrée de données</li> <li>- Sortie de commutation</li> <li>- Sortie analogique : 4 ... 20 mA ou 0 ... 10 V</li> <li>- Interface RS485</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- max. 40 bar</li> <li>- 2 entrées 4 ... 20 mA p. ex. pour AquaSensor (AS) ou autres capteurs</li> <li>- 3 sorties fixes et 3 sorties optionnelles</li> <li>- RS232 pour afficheur code ISO</li> <li>- 2 relais pour sorties d'alarmes</li> <li>- Sortie API universelle</li> <li>- au choix 4 ... 20 mA, RS232, RS485 ou Ethernet</li> <li>- Utilisable avec capteur de débit externe</li> </ul>
<b>Avantages par rapport à la concurrence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité de réétalonnage</li> <li>- IP 67</li> <li>- Résistant aux chocs et aux vibrations</li> <li>- Construction compacte</li> <li>- Afficheur 3 digits</li> <li>- Interfaces de données intégrées dans l'appareil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilité de réétalonnage</li> <li>- Grand nombre de sorties de données</li> <li>- Grand nombre de modules de conditionnement disponibles</li> <li>- Entrées électriques</li> </ul>
<b>Domaines d'application</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydraulique mobile</li> <li>- Installations industrielles, p. ex. machines-outils, presses d'injection pour plastiques, presses, ...</li> <li>- Filter Carts</li> <li>- Planification de maintenance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bancs d'essais</li> </ul>

A la différence du FCU utilisé pour les prestations de services, la régulation du débit ne s'effectue pas de manière manuelle sur les capteurs de contamination montés de manière stationnaire. La plage de débit limitée est corrélée avec une plage de travail restreinte en termes de pression et de viscosité. Le graphique suivant présente les plages de travail respectives des appareils FCU et CS 1000.

Fig. 17  
Plages de travail CS 1000  
et FCU 2000

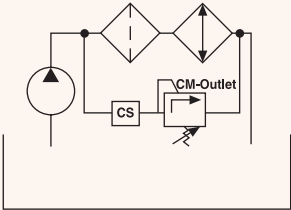
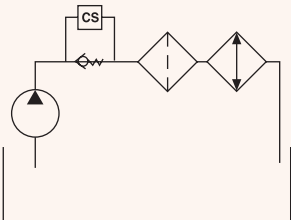
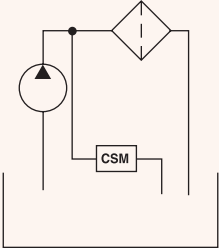


Pour la régulation du débit dans la plage admissible, nous proposons différents ConditioningModules (CM). Ces modules permettent d'adapter la plage de travail des capteurs CS 1000 et CS 2000 aux conditions hydrauliques existantes. Ces dernières sont décrites dans le cadre des exemples d'installations typiques.

## 2.4.1 Exemples d'installations typiques

### 2.4.1.1 Circuit de filtration-refroidissement/chauffage

Dans un circuit hydraulique avec filtre et système de refroidissement/chauffage, le CS peut être intégré dans la dérivation.

Modules utilisés	Schéma	Fonction	Signification pour le point de travail
CS + CM-O FMM		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La pression en amont du filtre-radiateur/chauffage est suffisante pour l'établissement d'une pression différentielle <math>\Delta p</math></li> <li>- Retour dans le réservoir ou en aval du radiateur/chauffage selon la pression différentielle <math>\Delta p</math></li> <li>- Etranglement du débit (éventuellement) trop élevé par le CM-O</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Élément filtrant propre : réglage du point de travail dans la zone inférieure de la plage de débit admissible</li> <li>- Contamination croissante de l'élément filtrant <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Augmentation de la pression différentielle <math>\Delta p</math></li> <li>→ Décalage du point de travail vers le haut = augmentation du débit via le CS</li> </ul> </li> <li>- Élément filtrant encrassé : si le débit se situe encore dans la plage admissible, le réglage statique du point de travail suffit pour la régulation du débit du capteur</li> </ul>
Clapet anti-retour CS + CM-O FMM		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clapet anti-retour spécifique de l'installation (2-3 bar) pour la génération d'une <math>\Delta p</math> suffisante via le capteur</li> <li>- Raccordement du capteur via Minimes DN 4 (longueur de conduite d'entrée min. 630 mm, max. 4 m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglage d'une <math>\Delta p</math> constante <ul style="list-style-type: none"> <li>→ La plage de travail du capteur ne dépend plus que de la viscosité</li> </ul> </li> </ul>
CSM 2000 CSM 1000		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La pression en amont de l'élément filtrant propre ne suffit pas pour l'établissement d'une pression différentielle <math>\Delta p</math></li> <li>- Utilisation d'un CSM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calage automatique du point de travail par spécification d'un débit dans la plage assignée du CS</li> </ul>

Branches / Applications :

- Presses d'injection pour matières plastiques (OEM et MRO)
- Automobile / Presses hydrauliques (OEM et MRO)
- Sidérurgie / Papeterie / Production d'énergie

## 2.4.1.2

### Circuit pression

L'intégration s'effectue au moyen d'un régulateur de débit avec compensation de pression pour des applications moyenne pression ainsi que pour des niveaux de propreté d'huile corrects.

Pour des applications haute pression, il est recommandé d'utiliser un filtre pour la protection du régulateur de débit.

Modules utilisés	Schéma
<b>FMMP</b> <b>FMMHP</b> <b>CM-S + CM-I</b> <b>+ CS + CM-O</b>	

Branches / Applications:

- Presses d'injection pour matières plastiques (OEM)
- Machines mobiles / engins agricoles et forestiers, chariots élévateurs et engins de levage, machines de manutention, engins miniers, machines de construction (OEM)

## 2.4.1.3

### Surveillance du débit de fuite

Dans des circuits hydrauliques intégrant de grosses pompes coûteuses, il est important de mesurer l'usure de ces pompes. Le point optimal pour la mesure de la contamination est le drain de fuite, car c'est là que les particules se concentrent le plus rapidement.

Modules utilisés	Schéma	Fonction	Signification pour le point de travail
<b>CSM 2000</b> <b>CSM 1000</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le drain de fuite est pratiquement sans pression</li> <li>- Une génération de pression dans la conduite d'huile de fuite est pratiquement impossible du fait de risques d'endommagement de la /des pompe(s) principale(s)</li> <li>- Utilisation du CSM</li> <li>- Possibilité d'intégration d'un AS 1000 ou HYDACLab</li> <li>- Attention : respecter la plage de température du CSM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calage automatique du point de travail par spécification d'un débit dans la plage assignée du CS</li> </ul>

Branches / Applications:

- Grosses installations (OEM et MRO)

## 2.4.1.4

### Surveillance d'huile de lubrification

Le CSM (Contamination Sensor Module) convient pour la surveillance des huiles de lubrification. La pompe génère le débit nécessaire à travers le capteur.

Le CSM est doté d'un dispositif breveté "d'écrasement" des bulles d'air. Pour de l'huile de lubrification, il est recommandé de prévoir une précontrainte hydraulique de 25 bar de la pression dans le capteur.

Branches / Applications :

- Industries éoliennes / Réducteurs pour éoliennes
- Sidérurgie / Papeterie / Production d'énergie




## 2.4.2 Recommandations générales de montage

Pour la réduction des grandeurs parasites, il convient de tenir compte d'un certain nombre de critères lors du montage des capteurs.

Recommandation de montage	INCORRECT	CORRECT
<b>Choix du point de mesure</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le point de mesure doit être choisi de sorte que le volume de mesure provienne d'un environnement présentant un bon écoulement de type turbulent, par exemple au niveau d'un coude, etc.</li> </ul>
<b>Distance par rapport au point de mesure</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afin d'obtenir des résultats aussi précis que possible sous l'angle du temps, le CS doit être installé à proximité du point de mesure.</li> <li>- En cas de précontrainte avec CM-O (recommandation 20 ... 25 bar), il est conseillé de prévoir un trajet d'alimentation de 630 mm (max. 4 m) entre le point de mesure et le CS</li> </ul>
<b>Eviter les siphons</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afin d'éviter tout risque de sédimentation (dépôt de particules dans la conduite), veiller à ce que le trajet de la conduite de mesure ne présente pas de "siphon".</li> </ul>
<b>Diamètre des conduites de raccordement</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ENTREE : flexible Minimes DN 4 ou conduite de diamètre intérieur 6 mm</li> <li>- SORTIE : flexible Minimes <math>\geq</math> DN 4 ou conduite de diamètre intérieur <math>\geq</math> 6 mm</li> <li>- En cas de viscosité élevée, les sections devront être choisies avec des valeurs plus importantes en conséquence</li> </ul>
<b>Sens d'écoulement horizontal ou vertical?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le sens d'écoulement horizontal n'est pas recommandé</li> <li>- Il peut se produire une accumulation de bulles d'air, notamment lorsque le CS est monté au point haut du circuit hydraulique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il convient de privilégier le sens d'écoulement vertical, car il évite l'accumulation de bulles d'air.</li> </ul>

## 2.5 Appareils de laboratoire

Pour l'analyse d'échantillons en laboratoire, il est possible d'utiliser des appareils spécialement développés à cet effet, tels que le BSU (BottleSampling Unit) et l'ALPC (Automated Laboratory Particle Counter) ainsi que le FCU 2000. Le tableau récapitulatif suivant présente les principales caractéristiques de ces appareils :

	FCU 2000	FCU 8000	ALPC
			
<b>Description succincte</b>	- Contrôleur de pollution portatif	- Appareil de mesure de particules laser en liaison avec un dispositif de prélèvement de type BottleSampler pour le comptage dans des flacons d'huile	- Compteur automatique de particules pour l'analyse de flacons d'huile
<b>Critères distinctifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesure en ligne continue</li> <li>- Construction robuste</li> <li>- Classes de propreté selon ISO 4406, SAE 4059 et NAS 1638</li> <li>- Exécution avec pompe intégrée disponible</li> <li>- Imprimante graphique intégrée</li> <li>- Edition de données sur l'afficheur ou connexion à un PC</li> <li>- Evaluation et mémorisation des données de mesures</li> <li>- Interface RS232 ou RS485</li> <li>- Etalonnage selon ISO 11943</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 canaux de mesure</li> <li>- Classes de propreté selon ISO 4406, SAE 4059 et NAS 1638</li> <li>- Imprimante graphique intégrée</li> <li>- Affichage des données à l'écran ou raccordement à un PC</li> <li>- Analyse et enregistrement des données de mesure</li> <li>- Interface RS232 pour la sortie de données</li> <li>- Capteur de particules laser</li> <li>- Plage de mesure étendue pour des huiles jusqu'à NAS 0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation automatique et contrôlée de mesures sur des fluides hydrauliques et de lubrification</li> <li>- Analyse rapide des échantillons grâce à des temps de cycle de mesure et de rinçage ultracourts (jusqu'à 500 échantillons/jour)</li> <li>- Etalonnage selon ISO 11171 et ISO 4402, d'où la possibilité d'analyse selon NAS1638.</li> </ul>
<b>Avantages par rapport à la concurrence</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technique de mesure avec fibre optique infrarouge brevetée</li> <li>- Détermination, analyse et enregistrement de données de mesure</li> <li>- Possibilité d'analyse via logiciel spécifique Hydac CoCoS (CoCoS light disponible comme freeware)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplicité de manipulation</li> <li>- Utilisation du FCU sur le terrain comme appareil de mesure portatif</li> <li>- Utilisation en laboratoire en liaison avec l'unité BSU (Bottle Sampling Unit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se contente de petits volumes d'échantillon (env. 50 ml)</li> <li>- Alimentation automatique des échantillons par robots multiaxes (ALPC 9000-2)</li> <li>- Manipulation conviviale</li> <li>- Analyse graphique des résultats de mesure via logiciel ALPC</li> </ul>
<b>Domaines d'application</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systèmes hydrauliques et de lubrification</li> <li>- Maintenance</li> <li>- Bancs d'essais</li> <li>- Analyses de flacons d'huile</li> <li>- Analyses dans réservoir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation dans des laboratoires et des centres d'assistance</li> <li>- Utilisation sur le terrain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratoires</li> <li>- jusqu'à 500 échantillons d'huile par jour</li> </ul>

### **3** Mention d'impression

2ème édition, Août 2007

**HYDAC INTERNATIONAL**

**HYDAC Filtertechnik GmbH  
Servicetechnik / Filtersysteme**

Industriegebiet  
66280 Sulzbach / Saar  
Allemagne

Tél.: +49 6897 509-01

Fax: +49 6897 509-846

Internet: [www.hydac.com](http://www.hydac.com)

E-Mail: [filtersysteme@hydac.com](mailto:filtersysteme@hydac.com)