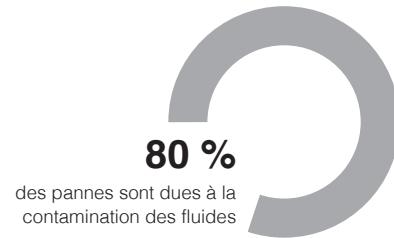


Lignes directrices en matière de filtration

La propreté du fluide hydraulique est un aspect prioritaire dans la conception de tous les systèmes hydrauliques, car environ 80 % des pannes sont dues à la présence de contaminants solides.

La contamination solide ne peut pas être complètement éliminée, mais elle peut être réduite et contrôlée de manière cohérente à l'aide de filtres hydrauliques (en ligne et en retour, voir section 2) de sorte que la quantité et les dimensions des particules présentes dans le fluide (classe de contamination) soient acceptables pour le type spécifique de système.

L'objectif de ce document est de fournir des informations sur les différents types de filtres et des suggestions pour leur utilisation correcte. Grâce à un système de filtration optimisé, il est possible d'obtenir une propreté appropriée du fluide et de réduire ainsi les dommages causés par la contamination, en prolongeant la durée de vie des machines et en évitant les arrêts de production.



1 CLASSES DE CONTAMINATION RECOMMANDÉES

La **classe de contamination du fluide recommandée** est le niveau maximal de contamination acceptable pour un système hydraulique donné et dépend de l'architecture du système de filtration.

La classe de contamination du fluide doit être évaluée en tenant compte de plusieurs paramètres, notamment :

- le type de composants hydrauliques installés dans le système : le niveau de propreté requis doit être déterminé en fonction du composant le plus sensible, par exemple la présence de valves servoproportionnelles
- le type d'application et le milieu environnant : les environnements particulièrement poussiéreux, par exemple les presses à céramique, nécessitent des circuits et des méthodes de filtration spécifiques pour éviter que la contamination solide ne pénètre dans le réservoir du système (réservoir pressurisé)
- le cycle d'utilisation : les tâches lourdes et les valeurs de pression élevées nécessitent de meilleures classes de contamination
- la durée de vie prévue du système
- les températures typiques de fonctionnement et de démarrage

Le niveau de contamination du fluide d'un système hydraulique spécifique correspond au niveau de contaminant mesuré dans le réservoir.

Le tableau suivant indique les classes de contamination suggérées, en fonction des composants hydrauliques et de leur durée de vie prévue.

La classe de contamination doit être sélectionnée en fonction du composant le plus sensible installé dans le système.

Standard	Classes de contamination types							
ISO 4406	15/13/10	16/14/11	17/15/12	18/16/13	19/17/14	20/18/15	21/19/16	
NAS 1638	4	5	6	7	8	9	10	
SAE 5049	5A/4B/4C	6A/5B/5C	7A/6B/6C	8A/7B/7C	9A/8B/8C	10A/9B/9C	11A/10B/10C	
Élément filtrant recommandé	F03 F06	F03 F06	F06	F06 F10	F10 F20	F20 F25		
Composant								
Valves proportionnelles		durée de vie plus longue	fonctionnement normal					
Valves à solénoïdes et conventionnelles					durée de vie plus longue	fonctionnement normal		
Pompes à cylindrée variable				durée de vie plus longue	fonctionnement normal			
Pompes à cylindrée fixe					durée de vie plus longue	fonctionnement normal		
Vérins					durée de vie plus longue	fonctionnement normal		

2 TYPE DE FILTRES HYDRAULIQUES

L'architecture d'un système de filtration implique l'utilisation de différents types de filtres hydrauliques présentant des caractéristiques spécifiques ; il s'agit généralement de filtres « en ligne » et de filtres de « ligne de retour ».

Le type de fluide utilisé dans le système hydraulique influence le choix du filtre.

Il est toujours recommandé de vérifier la compatibilité des caractéristiques du fluide avec le filtre sélectionné.

2.1 Filtres en ligne

Les filtres en ligne sont normalement installés sur la ligne principale du système, immédiatement après la pompe ou avant le collecteur de la valve, afin de protéger tous les composants en aval de la contamination.

Ils doivent être dimensionnés en fonction de la pression et du débit maximum du système.

Les filtres en ligne Atos **FPS** (orifices filetés) et **FPH** (orifices à bride SAE 6000) sont adaptés à une pression de fonctionnement maximale de 420 bar.

Les filtres en ligne sont fournis avec ou sans valve de dérivation :

- les filtres avec valve de dérivation sont utilisés pour permettre le passage du flux en cas de colmatage de l'élément filtrant. Il s'agit d'une condition extrême qui doit toujours être évitée par un entretien correct
- les filtres sans valve de dérivation sont utilisés pour protéger les composants critiques tels que les valves servoproportionnelles ; dans ce cas, l'élément filtrant peut supporter une pression différentielle plus élevée (pression d'effondrement).

Les filtres en ligne peuvent être équipés d'un indicateur de colmatage, qui signale l'état de l'élément filtrant et permet son remplacement avant l'ouverture du by-pass du filtre (s'il existe), voir section 6.



FPS



FPH



FRS



FSS

2.2 Filtres de ligne de retour

Ils assurent la **filtration du fluide retourant du circuit hydraulique au réservoir**, en veillant à ce que tous les contaminants générés par l'usure des composants ne pénètrent pas dans le réservoir et ne soient pas recirculés dans le système.

Ils doivent être dimensionnés en tenant compte du débit maximum sur la ligne de retour pendant tout le cycle de la machine ; en particulier, dans le cas de vérins différentiels, le débit de retour peut être supérieur au débit de la pompe.

Les filtres de ligne de retour peuvent être installés en ligne ou sur le dessus du réservoir hydraulique et doivent être sélectionnés en fonction de la pression de retour.

Les filtres de ligne de retour Atos type **FRS** sont conçus pour être montés sur le dessus du réservoir et pour supporter une pression de fonctionnement maximale de 8 bar.

Les filtres de ligne de retour sont équipés d'une valve de dérivation pour éviter toute contre-pression dangereuse dans la ligne de retour causée par l'élément filtrant colmaté.

La sortie du filtre doit toujours être située en dessous du niveau du fluide, dans toutes les conditions de fonctionnement, afin d'éviter la formation éventuelle de mousse sur le fluide dans le réservoir.

2.3 Filtres d'aspiration

Ces filtres sont utilisés pour **protéger la pompe contre l'ingestion de contaminants grossiers**. Les filtres d'aspiration Atos de type **FSS** sont conçus pour être montés directement sur la ligne d'aspiration de la pompe.

Pour éviter le risque de cavitation de la pompe, les filtres d'aspiration sont généralement dimensionnés, avec des capacités de filtration élevées et des pressions différentielles faibles.

Les filtres d'aspiration doivent être dimensionnés en tenant compte des opérations de démarrage à froid, car les basses températures de l'huile peuvent accentuer le phénomène de cavitation.

Pour des raisons de cavitation, ils sont normalement évités pour les pompes à piston à cylindrée variable.



FSS

2.4 Éléments filtrants

Les éléments filtrants Atos **Filtration Plus** offrent d'excellentes performances en termes d'efficacité (rapport β eta > 1000) et de stabilité par rapport à l'augmentation de la perte de charge.

Grâce à leur construction spéciale basée sur des médias en microfibres, ces éléments se caractérisent par une capacité de rétention de la saleté (DHC) très élevée (voir section 4), jusqu'à 30 % supérieure à celle des autres médias.

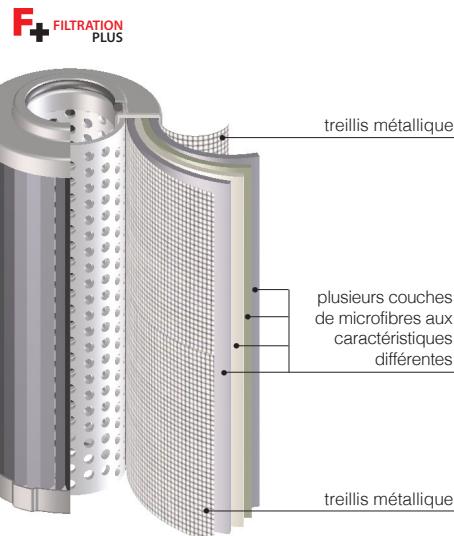
La DHC élevée, combinée à une perte de charge plus faible, contribue à augmenter de manière significative la durée de vie de l'élément filtrant, et donc à réduire les coûts de maintenance.

Les éléments filtrants **F+ Filtration Plus** sont disponibles avec un degré de filtration standard :

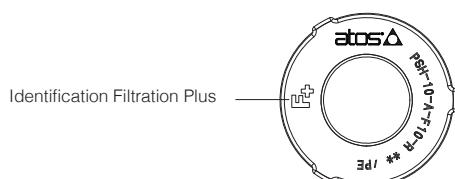
5 µm, 7 µm, 12 µm, 22 µm pour les filtres en ligne type FPS et FPH

7 µm, 12 µm, 27 µm pour les filtres de ligne de retour FRS

Le degré de filtration 4 µm(c) est disponible sur demande pour les filtres FPS et FPH pour les applications nécessitant une très grande propreté du fluide.



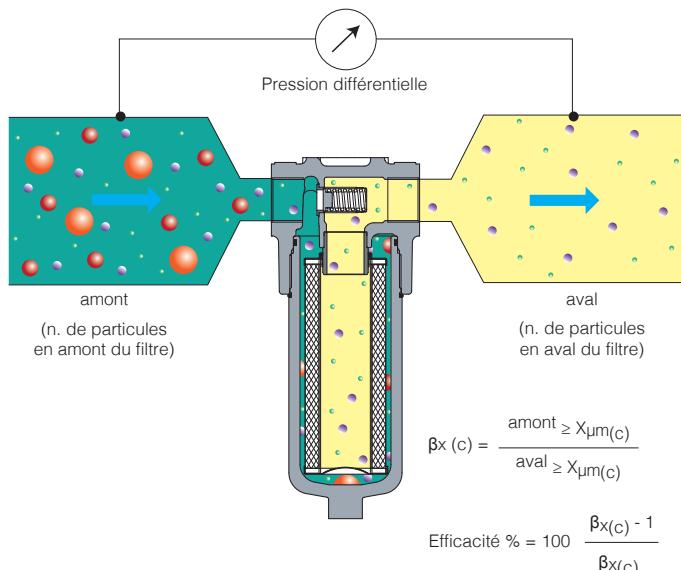
Élément filtrant PSH



3 EFFICACITÉ DU FILTRE ET RAPPORT BÊTA

L'efficacité du filtre est la capacité du filtre à bloquer une certaine quantité de particules égales ou supérieures à une dimension définie. L'évaluation la plus couramment utilisée dans l'industrie est le **rapport Bêta β_x (c)**, défini comme le nombre de particules d'une taille donnée en amont du filtre, divisé par le nombre de particules de la même taille comptées en aval du filtre. Plus le rapport Bêta est élevé, plus l'efficacité du filtre est importante.

n. de particules en amont du filtre	n. de particules en aval du filtre	Rapport Bêta $\beta_x(c)$	Efficacité %
1000000	500,000	2	50
	100,000	10	90
	50,000	20	95
	13,000	75	98,7
	5,000	200	99,5
	1,000	1,000	99,9



3.1 Normes pour la détermination du rapport Bêta

Depuis 1999, la norme **ISO16889** a été introduite en tant que norme internationale pour réglementer l'exécution de tests multi-passages afin d'évaluer la valeur Bêta d'un élément filtrant, en remplacement de l'ancienne norme ISO 4578.

La norme ISO16889 considère que l'efficacité du filtre est de 99,9 % (rapport $\beta > 1000$), alors que l'ancienne norme ISO4572 considérait que l'efficacité était plus faible = 99,5 % (rapport $\beta > 200$).

Pour éviter tout malentendu, les particules mesurées selon la norme ISO16889 sont identifiées en **$\mu\text{m}(c)$**

Le tableau ci-dessous présente les valeurs Bêta des éléments filtrants Atos, selon la norme considérée.

Élément filtrant en microfibre	$\beta_x(c) > 1000$ (ISO16889)	$\beta_x > 200$ (ISO4572)
F03	5 $\mu\text{m}(c)$	3 μm
F06	7 $\mu\text{m}(c)$	6 μm
F10	12 $\mu\text{m}(c)$	10 μm
F20	22 $\mu\text{m}(c)$	20 μm
F25	27 $\mu\text{m}(c)$	25 μm

Élément filtrant en cellulose	$\beta_x(c) > 2$ (ISO16889)	$\beta_x > 2$ (ISO4572)
C10	10 $\mu\text{m}(c)$	10 μm
C25	25 $\mu\text{m}(c)$	25 μm

Les classes de contamination et les valeurs de perte de charge restent inchangées entre les normes ISO4572 et ISO16889.

4 CAPACITÉ DE RÉTENTION DE LA SALETÉ

Le rapport Bêta ne donne aucune indication sur la quantité totale de contaminants qui peut être piégée par le filtre pendant sa durée de vie.

Ce paramètre est défini comme la **CAPACITÉ DE RETENUE DE LA SALETÉ (DHC)** et définit la quantité de contaminants que l'élément filtrant peut piéger et retenir avant que la contre-pression maximale admissible ou le niveau delta P ne soit atteint.

En général, un élément filtrant ayant une plus grande surface de filtration effective a une plus grande capacité de rétention de la saleté et donc une durée de vie plus longue.

5 CIRCUIT DE FILTRATION

La contamination solide causée par l'usure normale des composants est la principale source de contamination du fluide.

Pour éviter les dysfonctionnements et la détérioration progressive des composants installés dans le système hydraulique, un circuit de filtration approprié doit être conçu.

Les recommandations suivantes aident l'utilisateur à concevoir un circuit de filtration optimisé.

Le tableau ci-dessous suggère la sélection d'un circuit de filtration en fonction de la classe de contamination visée, voir section 1 pour les classes de contamination recommandées.

Circuit de filtration	D							
	C							
	B							
	A							
		21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10

Classes de contamination

FILTRATION PLUS ÉLEVÉE

Règles générales à suivre pour garantir des conditions de fonctionnement optimales pour les systèmes hydrauliques :

- le réservoir hydraulique doit être correctement conçu pour limiter la pénétration de la contamination externe
- les opérations de maintenance doivent être effectuées de manière à éviter la pénétration de la contamination.

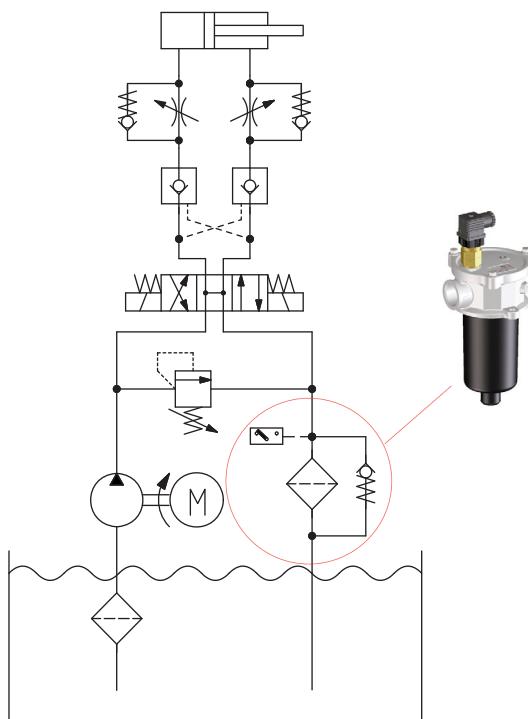
Consulter le service technique d'Atos pour obtenir une aide supplémentaire afin de concevoir correctement les circuits de filtration.

CIRCUIT A

Le **filtre de ligne de retour** garantit que tous les contaminants générés pendant les opérations du système sont correctement filtrés avant d'entrer dans le réservoir.

Il s'agit d'une solution économique principalement utilisée dans les systèmes dotés de valves on/off.

Cette configuration ne peut pas garantir la protection des composants hydrauliques contre l'usure générée par la pompe.

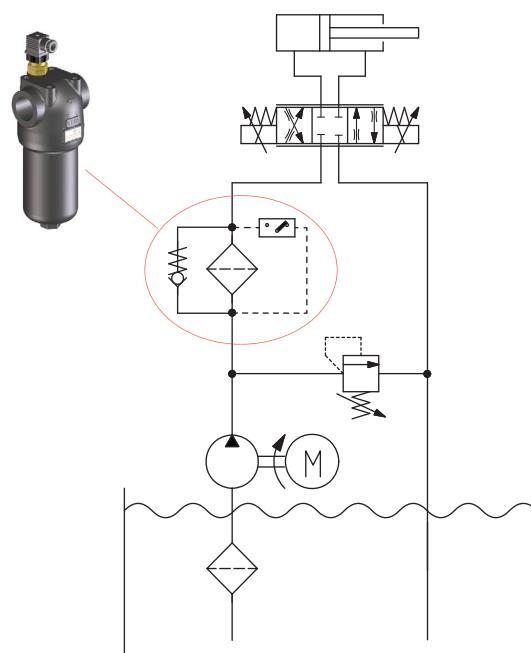


CIRCUIT B

Le **filtre en ligne** est normalement installé immédiatement après la pompe, pour garantir une filtration correcte du fluide avant qu'il n'atteigne les composants hydrauliques.

C'est une solution particulièrement utilisée pour protéger les valves proportionnelles et servoproportionnelles.

Cette configuration ne permet pas d'assurer la protection des composants hydrauliques contre les contaminants générés en aval et de la pompe contre les impuretés renvoyées dans le réservoir.



CIRCUIT C

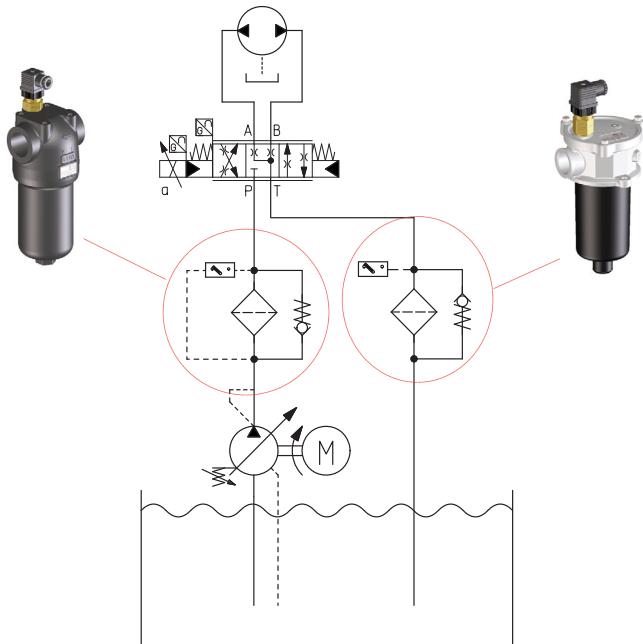
Cet exemple montre un circuit avec **des filtres en ligne et de ligne de retour**.
Il s'agit d'une solution idéale pour améliorer l'efficacité de l'ensemble du système.

Cette configuration du système assure :

- une protection correcte des composants contre l'usure générée par la pompe
- une filtration correcte du fluide retournant au réservoir, en éliminant toutes les contaminations introduites dans le système à la suite de l'usure des composants.

Un contrôle efficace de la contamination est garanti si la totalité du débit de la pompe passe à travers les filtres.

Par conséquent, cette configuration de système n'est pas indiquée pour les circuits avec des pompes à cylindrée variable fonctionnant pendant une longue période en débit nul.



CIRCUIT D

Cet exemple est similaire au circuit C, mais il est mis en œuvre avec un **système de filtration hors ligne supplémentaire**.

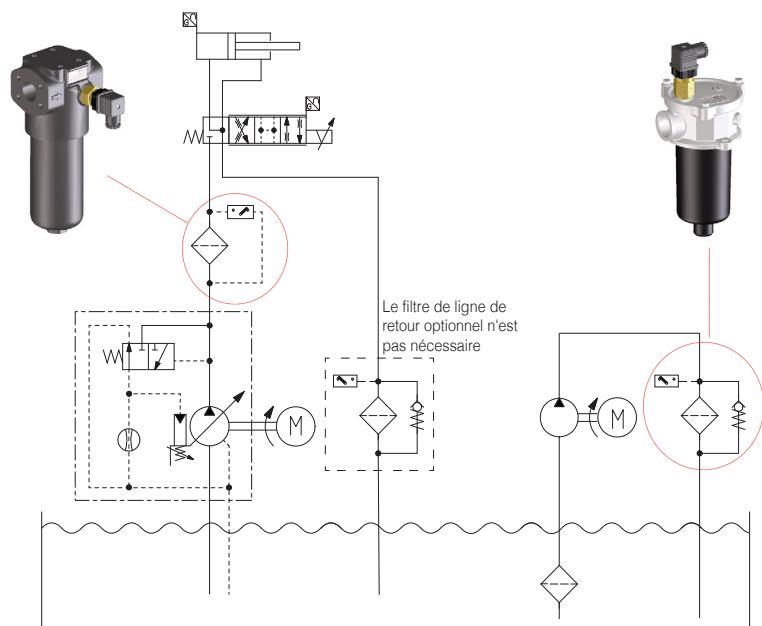
Il s'agit d'une solution idéale lorsque l'on s'attend à des variations importantes des débits du système ou pour les systèmes équipés de pompes à cylindrée variable fonctionnant pendant de longues périodes à débit nul.

Le système de filtration supplémentaire en dérivation permet de maintenir une filtration constante du fluide dans le réservoir, évitant ainsi l'accumulation de particules de contamination.

Cette configuration du système assure :

- un excellent niveau de propreté, indépendamment des cycles de fonctionnement du circuit principal
- une plus grande capacité de rétention de la saleté et une plus grande efficacité de filtration
- des opérations de maintenance plus faciles grâce à la possibilité de remplacer l'élément filtrant sans arrêter la machine.

Pour protéger les composants critiques tels que les valves servoproportionnelles, il est conseillé d'utiliser un filtre en ligne sans valves de dérivation.



6 INDICATEURS DE COLMATAGE

Ils signalent à l'opérateur que l'élément filtrant est sur le point d'être colmaté et qu'il doit alors être remplacé.

Leur utilisation est recommandée pour les filtres en ligne et de ligne de retour afin d'éviter que la haute pression causée par l'élément filtrant colmaté ne provoque l'ouverture du by-pass du filtre et la libération conséquente de contaminants dans le circuit hydraulique.

ouverture de la dérivation et libération conséquente de contaminants dans le circuit hydraulique.

Selon le type de filtre hydraulique, différents indicateurs de colmatage sont utilisés :

- **Indicateur visuel**, Atos type **CIA-V**, normalement utilisé avec les **filtres de ligne de retour**

Il s'agit d'un manomètre qui mesure la pression avant l'élément filtrant et indique l'état de colmatage au moyen de secteurs colorés :

Vert (plage de 0 à 3 bar) = élément filtrant en bon état ;

Rouge (> 3) = élément filtrant à remplacer immédiatement

Il nécessite une inspection visuelle constante par l'opérateur pour vérifier l'état du filtre.



CIA-V

- **Indicateur électrique**, Atos type **CIA-E**, normalement utilisé avec les **filtres de ligne de retour**

Il s'agit d'un pressostat qui mesure la pression avant l'élément filtrant et qui indique l'état de colmatage au moyen d'un contact de commutation (NO ou NC).

La pression de commutation est réglée en usine à 2 bar, ce qui correspond à 70 % de la pression d'ouverture de la valve de dérivation.

Le contact électrique est normalement interfacé avec la machine CNC pour la surveillance automatique de l'état du filtre.



CIA-E

- **Indicateur différentiel visuel**, Atos type **CID-V**, normalement utilisé avec les **filtres en ligne**

Il s'agit d'un pressostat qui mesure le Δp travers l'élément filtrant et qui indique l'état de colmatage au moyen de bandes colorées :

Vert = élément filtrant en bon état ;

Rouge = élément filtrant à remplacer immédiatement

La pression de commutation est réglée en usine à 5 bar, ce qui correspond à 80 % de la pression d'ouverture de la valve de dérivation.

Pour les filtres sans valve de dérivation, la pression de commutation est réglée en usine à 8 bar.

Il nécessite une inspection visuelle constante par l'opérateur pour vérifier l'état du filtre.



CID-V

- **Indicateur différentiel électrique**, Atos type **CID-M**, normalement utilisé avec les **filtres en ligne**

Il s'agit d'un pressostat qui mesure le Δp travers l'élément filtrant et qui indique l'état de colmatage au moyen d'un contact de commutation (NO ou NC).

La pression de commutation est réglée en usine à 5 bar, ce qui correspond à 80 % de la pression d'ouverture de la valve de dérivation.

Pour les filtres sans valve de dérivation, la pression de commutation est réglée en usine à 8 bar.

Le contact électrique est normalement interfacé avec la machine CNC pour la surveillance automatique de l'état du filtre.

La version optionnelle, code Atos **CID-L**, est fournie avec une LED supplémentaire pour indiquer l'état de colmatage du filtre



CID-E

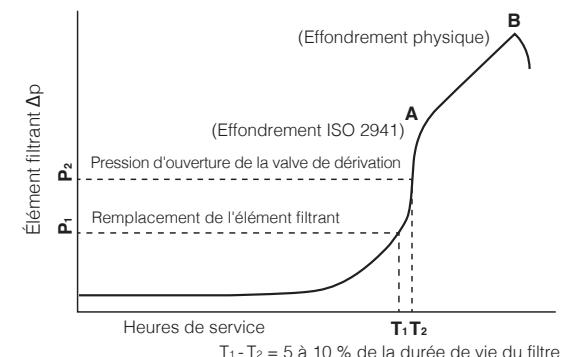
Remarques sur la fonction d'indicateur différentiel électrique

L'indicateur différentiel électrique de colmatage se déclenche à la pression P_1 , signalant la nécessité de remplacer l'élément filtrant, avant la pression d'ouverture P_2 de la valve de dérivation.

Pour protéger le système de la contamination, la valeur de consigne P_1 de l'indicateur de colmatage est toujours inférieure à la pression d'ouverture P_2 de la valve de dérivation.

Pour les filtres en ligne sans vanne de dérivation, le fonctionnement continu à un Δp plus élevé peut entraîner une dégradation des performances de filtration (point A dans le diagramme). Dans le pire des cas, l'élément filtrant peut s'effondrer et perdre son intégrité (point B dans le diagramme ci-dessous).

C'est pourquoi les filtres en ligne sans vanne de dérivation sont généralement équipés d'un élément filtrant ayant une valeur de pression d'effondrement élevée.



7 NORMES ISO

Les listes suivantes ont pour but de fournir une documentation sur les normes ISO actuelles relatives à la filtration hydraulique.

ISO 2941 Transmissions hydrauliques – Éléments filtrants – Vérification de la pression d'écrasement/éclatement

ISO 2942 Transmissions hydrauliques – Éléments filtrants – Vérification de la conformité de fabrication et détermination du point de première bulle

ISO 2943 Transmissions hydrauliques – Éléments filtrants – Vérification de la compatibilité des matériaux avec les fluides

ISO 3723 Transmissions hydrauliques – Éléments filtrants – Méthode de détermination de la résistance à la déformation axiale

ISO 3724 Transmissions hydrauliques – Éléments filtrants – Détermination de la résistance à la fatigue due au débit en utilisant un contaminant particulaire

ISO 3968 Transmissions hydrauliques – Filtres – Évaluation de la perte de charge en fonction du débit

ISO 4406 Transmissions hydrauliques – Fluides – Méthode de codification du niveau de pollution particulaire solide

ISO 16889 Transmissions hydrauliques – Filtres – Évaluation des performances par la méthode de filtration en circuit fermé

ISO 23181 Transmissions hydrauliques – Éléments filtrants – Détermination de la résistance à la fatigue due au débit en utilisant un fluide à haute viscosité

ISO 11170 Transmissions hydrauliques – Ordre des essais pour la vérification des caractéristiques de performance des éléments filtrants

ISO 10771-1 Transmissions hydrauliques – Essais de fatigue des enveloppes métalliques sous pression – Méthode d'essai