
**Filtres pour transmissions hydrauliques —
Évaluation des performances par la
méthode de filtration en circuit fermé**

*Hydraulic fluid power filters — Multi-pass method for evaluating filtration
performance of a filter element*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16889:1999

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-
29d3beff6e59/iso-16889-1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-29d3beff6e59/iso-16889-1999)



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16889:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-29d3beff6e59/iso-16889-1999>

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 734 10 79
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

1	Domaine d'application.....	1
2	Références normatives	1
3	Termes et définitions.....	2
4	Symboles	4
5	Procédure générale	6
6	Appareillage d'essai	6
7	Exactitude des instruments de mesure et conditions d'essai.....	7
8	Procédures de validation du banc d'essai des filtres.....	8
9	Résumé des informations nécessaires préalables à l'essai	10
10	Préparatifs de l'essai	10
11	Essai d'efficacité du filtre.....	12
12	Calculs	14
13	Présentation des résultats.....	16
14	Phrase d'identification (Référence à la présente Norme internationale).....	17
	Annexe A (normative) Propriétés du fluide d'essai de base	20
	Annexe B (informative) Guide de conception du circuit d'essai.....	22
	Annexe C (informative) Exemple de rapport de calculs et graphiques	27
	Annexe D (informative) Résumé de l'essai interlaboratoire ISO relatif à l'essai en circuit fermé (ISO/CD 4572)	35

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

La Norme internationale ISO 16889 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, sous-comité SC 6, *Contrôle de la contamination et fluides hydrauliques*.

Cette première édition annule et remplace l'ISO 4572:1981 dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A constitue un élément normatif de la présente Norme internationale. Les annexes B à D sont données uniquement à titre d'information.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-29d3beff6e59/iso-16889-1999>

Introduction

Dans les systèmes à transmission hydraulique, l'une des fonctions du fluide hydraulique est de séparer et de lubrifier les pièces mobiles des composants. La présence d'une pollution particulaire solide entraîne une usure qui aboutit à une perte de rendement, à une réduction de la durée de vie des composants et par conséquent, à un manque de fiabilité.

Un filtre hydraulique sert à maintenir le nombre de particules circulant à l'intérieur du circuit, à un niveau qui soit proportionné au degré de sensibilité des composants vis-à-vis des polluants et au niveau de fiabilité exigé par les utilisateurs.

Il convient de disposer de procédures d'essai pour permettre la comparaison des performances relatives des filtres, de façon à pouvoir sélectionner le filtre le plus approprié. Les caractéristiques de rendement d'un filtre sont fonction de l'élément filtrant (forme et milieu filtrant) et du corps du filtre (forme générale et mode d'étanchéité).

Dans la pratique, le filtre est soumis à un écoulement continu de polluants dans le fluide hydraulique, jusqu'à ce que la pression différentielle finale déterminée (pression d'ouverture du limiteur de pression ou réglage de l'indicateur de pression différentielle) soit atteinte.

Le temps de fonctionnement (avant d'atteindre la pression finale) et le niveau de pollution en un point donné du système sont tous deux fonction du flux de pollution (flux d'entrée et de génération) et des caractéristiques de rendement du filtre.

Aussi, un essai réaliste de laboratoire qui détermine les performances relatives d'un filtre assure-t-il normalement une alimentation continue du filtre essayé en polluant et permet la vérification périodique des caractéristiques de rendement de ce filtre.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-29d3be8f5e59/iso-16889-1999>

Il y a lieu que l'essai assure également un niveau acceptable de répétabilité et de reproductibilité et mette en œuvre un polluant d'essai normalisé [poudre d'essai moyenne ISO (ISO 12103-A3) conformément à l'ISO 12103-1]. Il a été montré que ce polluant avait une distribution granulométrique constante des particules. De plus, il est disponible dans le monde entier. L'efficacité du filtre est déterminée par le comptage en ligne de particules en aval et en amont, à l'aide de compteurs automatiques validés selon les normes ISO.

Parce qu'il est difficile de spécifier, d'obtenir et de vérifier une exigence de débit variable qui soit à la fois réaliste et cohérente avec les variations de débit qui se produisent dans les systèmes réels, le compromis de conditions stationnaires a été choisi dans cet essai pour améliorer la répétabilité et la reproductibilité des résultats.

iTeh STANDARD PREVIEW **(standards.iteh.ai)**

ISO 16889:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-29d3beff6e59/iso-16889-1999>

Filtres pour transmissions hydrauliques — Évaluation des performances par la méthode de filtration en circuit fermé

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale spécifie:

- a) une méthode pour vérifier, en circuit fermé, les caractéristiques séparatives des éléments filtrants pour transmissions hydrauliques, avec injection continue de polluants;
- b) une procédure pour déterminer l'efficacité de filtration, la capacité de rétention et la pression différentielle;
- c) un essai couramment applicable aux éléments filtrants pour transmissions hydrauliques possédant un rapport de filtration moyen supérieur ou égal à 75 pour les tailles de particules inférieures ou égales à 25 μm (c) et une concentration finale dans le réservoir inférieur à 200 mg/l;

NOTE L'étendue des débits et la plus petite dimension des particules qui peuvent être utilisées dans les installations d'essai seront déterminées par validation.

- d) un essai utilisant la poudre d'essai moyenne ISO (ISO MTD) et un fluide d'essai conforme à l'annexe A.

1.2 La présente Norme internationale est destinée à proposer une méthode d'essai donnant des résultats reproductibles permettant l'évaluation du rendement de filtration d'un élément filtrant pour transmissions hydrauliques, sans influence de la charge électrostatique.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 1219-1:1991, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Symboles graphiques et schémas de circuit — Partie 1: Symboles graphiques.*

ISO 2942:1994, *Transmissions hydrauliques — Éléments filtrants — Vérification de la conformité de fabrication et détermination du point de première bulle.*

ISO 3722:1976, *Transmissions hydrauliques — Flacons de prélèvement — Homologation et contrôle des méthodes de nettoyage.*

ISO 3968:1981, *Transmissions hydrauliques — Filtres — Évaluation de la perte de charge en fonction du débit.*

ISO 4021:1992, *Transmissions hydrauliques — Analyse de la pollution par particules — Prélèvement des échantillons de fluide dans les circuits en fonctionnement.*

ISO 4405:1991, *Transmissions hydrauliques — Pollution des fluides — Détermination de la pollution particulaire par la méthode gravimétrique.*

ISO 5598:1985, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire.*

ISO 11171:1999, *Transmissions hydrauliques — Étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides.*

ISO 11943:1999, *Transmissions hydrauliques — Systèmes de comptage automatique en ligne de particules en suspension dans les liquides — Méthodes d'étalonnage et de validation.*

ISO 12103-1:1997, *Véhicules routiers — Poussière pour l'essai des filtres — Partie 1: Poussière d'essai d'Arizona.*

ASTM D 4308:1995, *Test method for electrical conductivity of liquid hydrocarbons by precision meter.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5598 et les suivants s'appliquent.

3.1

masse de polluant injectée

masse de polluant particulaire spécifique injectée dans le circuit d'essai pour obtenir la pression différentielle finale Δp

3.2

pression différentielle

Δp

différence entre les pressions d'entrée et de sortie de l'élément en essai, mesurée dans des conditions déterminées

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-29d3beff6e59/iso-16889-1999>

Voir Figure 1.

3.2.1

pression différentielle de l'ensemble propre

différence entre les pressions d'entrée et de sortie de l'élément en essai, mesurée avec un corps de filtre propre contenant un élément filtrant propre

Voir Figure 1.

3.2.2

pression différentielle de l'élément filtrant propre

pression différentielle de l'élément propre calculée comme la différence entre la pression différentielle de l'ensemble propre et la pression différentielle du corps de filtre

Voir Figure 1.

3.2.3

pression différentielle finale de l'ensemble

pression différentielle de l'ensemble à la fin de l'essai égale à la somme des pressions différentielles du corps de filtre et de l'élément final

Voir Figure 1.

3.2.4

pression différentielle du corps de filtre

pression différentielle du corps de filtre sans élément

Voir Figure 1.

3.2.5**pression différentielle finale de l'élément**

pression différentielle maximale à travers l'élément filtrant, comme indiqué par le fabricant pour limiter le rendement utile

Voir Figure 1.

3.3**conductivité résiduelle**

conductivité électrique à l'instant initial de la mesure de courant, après impression d'une tension continue entre les électrodes

NOTE Elle est égale à la réciproque de la résistance de fluide non chargé en l'absence de déplétion ou de dépolarisation ionique

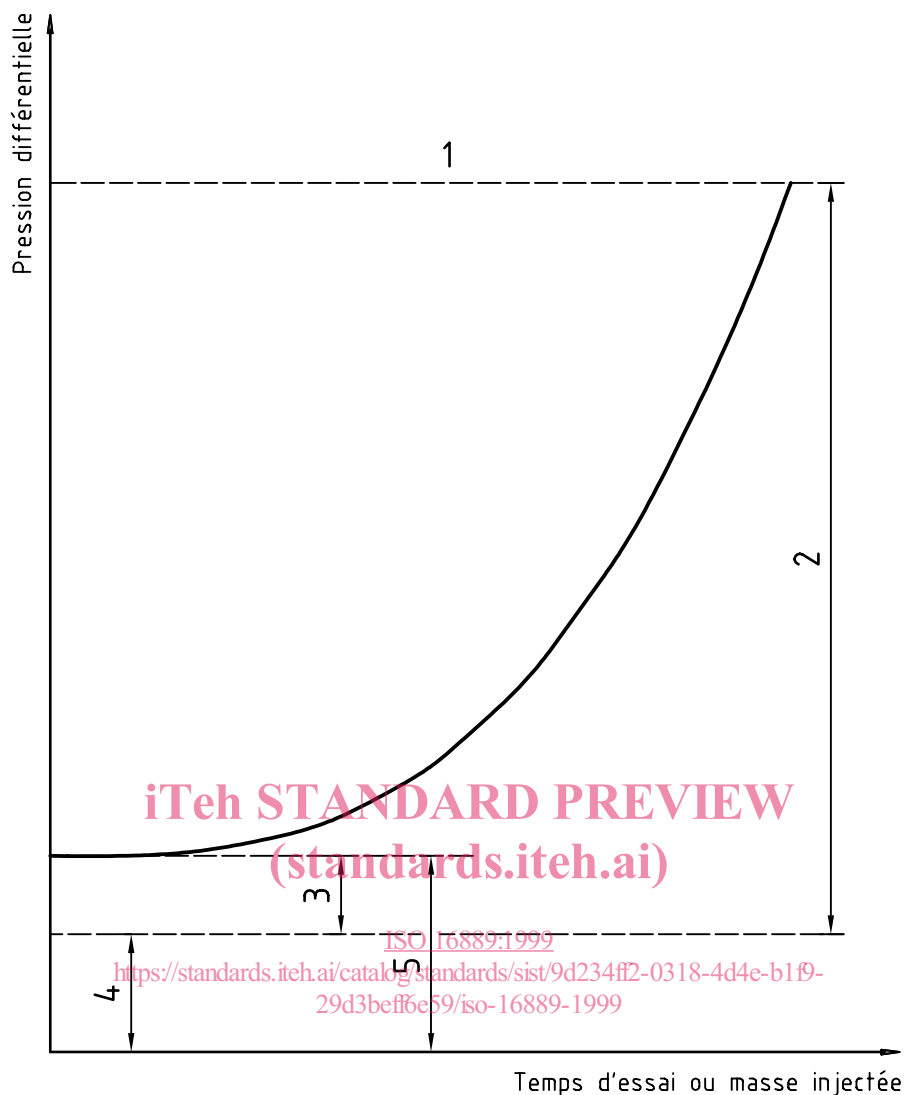
3.4**capacité de rétention**

masse de polluant particulaire spécifique effectivement retenue par l'élément filtrant lorsque la pression différentielle finale Δp est atteinte

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16889:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9d234ff2-0318-4d4e-b1f9-29d3beff6e59/iso-16889-1999>



Légende

- | | |
|---|--|
| 1 Pression différentielle finale de l'ensemble (fin de l'essai) | 4 Pression différentielle du corps du filtre |
| 2 Pression différentielle finale de l'élément | 5 Pression différentielle de l'ensemble propre |
| 3 Pression différentielle de l'élément filtrant propre | |

Figure 1 — Conventions en matière de pression différentielle pour l'essai de filtration en circuit fermé

4 Symboles

4.1 Symboles graphiques

Les symboles graphiques utilisés sont conformes à l'ISO 1219-1.

4.2 Lettres symboles

Référence	Symbole	Unités	Description ou explication
4.2.1	$\bar{A}_{u,x}$	part./ml	Comptage global moyen à l'amont > taille, x
4.2.2	$\bar{A}_{d,x}$	part./ml	Comptage global moyen à l'aval > taille, x
4.2.3 ^a	$\beta_{x(c)}$	aucun	Rapport de filtration à la taille de particule, x (étalonnage ISO 11171)
4.2.4	$\beta_{x,t}$	aucun	Rapport de filtration à la taille de particule, x , et intervalle de temps, t
4.2.5 ^a	$\bar{\beta}_{x(c)}$	aucun	Rapport de filtration moyen à la taille de particule, x (étalonnage ISO 11171)
4.2.6	C_R	g	Capacité de rétention
4.2.7	G_D	mg/l	Concentration théorique moyenne à l'amont
4.2.8	G_D'	mg/l	Concentration théorique voulue à l'amont
4.2.9	G_i	mg/l	Concentration moyenne d'injection
4.2.10	G_i'	mg/l	Concentration voulue d'injection
4.2.11	G_{80}	mg/l	Concentration du réservoir d'essai à 80 % de la Δp de l'ensemble
4.2.12	M	g	Masse de polluant nécessaire à l'injection
4.2.13	M_e	g	Capacité estimée de l'élément filtrant (masse injectée)
4.2.14	M_i	g	Masse de polluant injectée
4.2.15	M_p	g	Masse de polluant injectée à la pression différentielle de l'élément filtrant, Δp
4.2.16	n	sans	Nombre de particules comptées sur un intervalle de temps donné
4.2.17	$N_{u,x,i}$	part./ml	Nombre de particules à l'amont > taille, x , au comptage, i
4.2.18	$N_{d,x,i}$	part./ml	Nombre de particules à l'aval > taille, x , au comptage, i
4.2.19	$\bar{N}_{u,x,t}$	part./ml	Comptage moyen à l'amont > taille, x , à l'intervalle de temps, t
4.2.20	$\bar{N}_{d,x,t}$	part./ml	Comptage moyen à l'aval > taille, x , à l'intervalle de temps, t
4.2.21	p	Pa, kPa ou bar	Pression
4.2.22	Δp	Pa, kPa ou bar	Pression différentielle
4.2.23	q	l/min	Débit d'essai
4.2.24	q_d	l/min	Débit d'échantillonnage recueilli à l'aval
4.2.25	q_i	l/min	Débit d'injection moyen
4.2.26	q_i'	l/min	Débit d'injection voulu
4.2.27	q_u	l/min	Débit d'échantillonnage recueilli à l'amont
4.2.28	t	min	Temps d'essai
4.2.29	t'	min	Temps d'essai prévu
4.2.30	t_f	min	Temps de fin d'essai
4.2.31	t_p	min	Temps d'essai à la pression différentielle de l'élément filtrant, Δp
4.2.32	V_{if}	l	Volume d'injection final mesuré du circuit
4.2.33	V_{ii}	l	Volume d'injection initial mesuré du circuit
4.2.34	V_{min}	l	Volume d'injection minimal requis en fonctionnement
4.2.35	V_{tf}	l	Volume du circuit d'essai de filtre mesuré en fin d'essai
4.2.36	V_v	l	Volume minimal validé du circuit d'injection

^a L'indice (c) signifie que le rapport de filtration, $\beta_{x(c)}$, et le rapport de filtration moyen, $\bar{\beta}_{x(c)}$, ont été établis par une méthode d'essai normalisée (ISO 16889) à l'aide de compteurs de particules étalonnés conformément à l'ISO 11171.

5 Procédure générale

- 5.1 Régler et entretenir l'appareillage conformément aux articles 6 et 7.
- 5.2 Valider l'équipement conformément à l'article 8.
- 5.3 Procéder à tous les essais de la manière indiquée aux articles 9, 10 et 11.
- 5.4 Analyser les résultats des essais de la manière indiquée à l'article 12.
- 5.5 Présenter les résultats des articles 10, 11 et 12 de la manière indiquée à l'article 13.

6 Appareillage d'essai

6.1 Chronomètre convenable.

6.2 Compteur(s) automatique(s) de particules, étalonné(s) conformément à l'ISO 11171.

6.3 Poudre d'essai moyenne ISO (ISO MTD) (ISO 12103-A3), conformément à l'ISO 12103-1, étuvée de 110 °C à 150 °C pendant au moins 1 h par lot de masse inférieure à 200 g, et mélangée au fluide d'essai, agitée mécaniquement puis dispersée par des ultrasons d'une puissance de 3 000 W/m² à 10 000 W/m² avant utilisation.

NOTE Cette poudre est disponible dans le commerce. Pour obtenir des informations sur l'ISO 12103-A3, contacter le secrétariat de l'ISO ou les comités membres de l'ISO.

6.4 Système de comptage et, si nécessaire, système de dilution en ligne, validé conformément à l'ISO 11943.

6.5 Flacons de prélèvement, vérifiés selon l'ISO 3722, contenant moins de 20 particules de plus de 6 µm(c) par millilitre de volume du flacon, pour recueillir des échantillons à des fins d'analyses gravimétriques.

6.6 Fluide d'essai à base d'huile minérale, dont les propriétés sont détaillées dans l'annexe A.

NOTE 1 L'utilisation de ce fluide hydraulique soigneusement contrôlé assure une plus grande reproductibilité des résultats et s'appuie sur des pratiques courantes, sur d'autres normes d'essais de filtres acceptées et sur sa disponibilité dans le monde entier.

NOTE 2 Si un agent antistatique est ajouté à ce fluide d'essai, les résultats des essais peuvent en être affectés.

6.7 Circuit d'essai d'efficacité de filtre, composé d'un «circuit d'essai du filtre» et d'un «système d'injection du polluant».

6.7.1 Circuit d'essai du filtre, comportant:

- a) un réservoir, une pompe, un dispositif de conditionnement du fluide et des instruments capables de s'adapter à l'étendue des débits, pressions et volumes exigés par la procédure et qui puissent satisfaire aux exigences de validation de l'article 8;
- b) un filtre de dépollution capable d'assurer un niveau de pollution initial du système comme spécifié dans le Tableau 2;
- c) un dispositif qui soit relativement insensible à la concentration du polluant prévu pour l'essai;
- d) un dispositif qui ne modifie pas la distribution granulométrique du polluant d'essai pendant toute la durée prévue de l'essai;
- e) des prises de pression conformes à l'ISO 3968;
- f) des prises d'échantillon de fluide en amont et en aval du filtre d'essai, conformes à l'ISO 4021.

NOTE Pour des configurations classiques qui se sont avérées satisfaisantes, se reporter à l'annexe B.

6.7.2 Système d'injection de polluant, comportant:

- a) un réservoir, une pompe, un dispositif de conditionnement du fluide et des instruments capables de s'adapter à l'étendue des débits, pressions et volumes exigés par la procédure et qui puisse satisfaire aux exigences de validation de l'article 8;
- b) un dispositif qui soit relativement insensible à la concentration du polluant prévu pour l'essai;
- c) un dispositif qui ne modifie pas la distribution de la pollution pendant toute la durée prévue de l'essai;
- d) une prise d'échantillon du fluide conforme à l'ISO 4021.

NOTE Se reporter à l'annexe B pour connaître les configurations types de circuits d'injection qui se sont révélées satisfaisantes.

6.8 Membranes et des matériels de laboratoire, permettant de réaliser l'essai gravimétrique conformément à l'ISO 4405.

7 Exactitude des instruments de mesure et conditions d'essai

7.1 Utiliser et maintenir l'exactitude des instruments de mesure et des conditions d'essai dans les limites indiquées dans le Tableau 1.

7.2 Maintenir les paramètres d'essai spécifiques dans les limites du Tableau 2 selon la condition retenue pour l'essai.

Tableau 1 — Exactitude des instruments de mesure et variation des conditions d'essai

Paramètre d'essai	Unité SI	Exactitude de l'instrument (en $\pm$ de la valeur lue)	Variations autorisées des conditions d'essai ($\pm$)
Conductivité	pS/m	10 %	—
Pression différentielle	Pa, kPa ou bar	5 %	—
Concentration théorique amont	mg/l	—	10 %
Débit:			
Débit d'injection	ml/min	2 %	5 %
Débit d'essai	l/min	2 %	5 %
Débit du capteur optique	l/min	1,5 %	3 % ^a
Viscosité cinématique ^b	mm ² /s	2 %	1 mm ² /s
Masse	mg	0,1 mg	—
Température	°C	1 °C	2 °C ^c
Temps	s	1 s	—
Volume:			
Circuit d'injection	l	2 %	—
Circuit d'essai	l	2 %	5 %
^a La variation du débit du capteur doit être incluse dans les 10 % autorisés entre les capteurs. ^b 1 mm ² /s = 1 cSt (centistoke). ^c Ou comme exigé pour garantir la tolérance de viscosité.			

Tableau 2 — Valeurs des conditions d'essai

Condition de l'essai de filtre	Condition 1	Condition 2	Condition 3
Niveau de pollution initial du circuit d'essai:	Moins de 1 % du niveau minimum déterminé dans le Tableau 3 mesuré au seuil de comptage minimum.		
Niveau de pollution initial du circuit d'injection:	Moins de 1 % de la concentration d'injection.		
Concentration théorique amont, mg/l ^a	3 ± 0,3	10 ± 1,0	15 ± 1,5
Seuils de comptage des particules recommandés ^b	Minimum de cinq tailles choisies pour couvrir la gamme présumée du rendement du filtre depuis $\beta = 2$ jusqu'à $\beta = 1\ 000$. Les seuils recommandés sont: (4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 20, 25 et 30) $\mu\text{m(c)}$.		
Méthode de comptage et d'échantillonnage	Comptage automatique en ligne de particules.		

^a Pour comparer les résultats d'essais de deux filtres, les concentrations théoriques amonts doivent être identiques.

^b Les tailles de particules pour lesquelles les valeurs bêta sont faibles ($\beta = 2, 10, \dots$) peuvent être impossibles à obtenir avec des filtres fins et celles pour lesquelles les valeurs bêta sont élevées ($\beta = \dots, 200, 1\ 000$) peuvent être impossibles à obtenir avec des filtres plus grossiers.

8 Procédures de validation du banc d'essai des filtres

NOTE Ces procédures démontrent l'efficacité du circuit d'essai d'efficacité des filtres à maintenir le polluant d'essai en suspension et/ou à empêcher une modification de sa granulométrie.

8.1 Validation du circuit d'essai du filtre

8.1.1 Effectuer la validation au débit minimal avec lequel le circuit d'essai doit fonctionner. Installer un tube à la place du corps du filtre pendant la validation.

8.1.2 Régler le volume total du fluide du circuit d'essai du filtre (à l'exception du circuit du filtre de dépollution) à une valeur numérique comprise entre $\frac{1}{4}$ (25 %) et $\frac{1}{2}$ (50 %) du débit-volume minimal par minute, avec un minimum de 5 l.

NOTE 1 Il est recommandé de valider le système avec un volume de fluide numériquement égal à $\frac{1}{2}$ (50 %) du débit-volume minimal par minute pour les débits inférieurs ou égaux à 60 l/min ou à $\frac{1}{4}$ (25 %) du débit-volume minimal par minute pour les débits supérieurs à 60 l/min.

NOTE 2 Cette valeur correspond au rapport volume/débit exigé pour la procédure d'essai de filtre (voir 10.3.4).

8.1.3 Pour chaque condition d'essai (1, 2 ou 3) à utiliser, polluer le fluide à la concentration théorique amont comme précisé dans le Tableau 2, avec la poudre d'essai ISO 12103-A3.

8.1.4 Vérifier que le débit à travers chaque capteur est égal à la valeur utilisée pour son étalonnage dans les limites du Tableau 1.

8.1.5 Faire circuler le fluide dans le circuit d'essai pendant 1 h, en réalisant des comptages en ligne continus par la prise d'échantillon en amont, pendant 60 min.

Le débit d'échantillonnage de cette section ne doit pas être interrompu pendant la durée de la validation.

8.1.6 Enregistrer les comptages cumulés à des intervalles égaux ne dépassant pas 1 min pendant les 60 min de l'essai aux seuils de comptage indiqués dans le Tableau 2.

8.1.7 La validation de l'essai n'est acceptée que si:

- a) le comptage des particules d'une taille donnée à chaque intervalle d'échantillonnage ne s'écarte pas de plus de 15 % du comptage moyen sur tous les intervalles d'échantillonnage pour cette taille;
- b) la moyenne de tous les comptages de particules cumulés par millilitre se situe à l'intérieur de l'intervalle des comptages acceptables indiqué dans le Tableau 3.

8.1.8 Valider le système de comptage en ligne, et les systèmes de dilution le cas échéant, conformément à l'ISO 11943.

Tableau 3 — Comptage cumulé de particules par millilitre acceptable

Granulométrie $\mu\text{m(c)}$	Condition d'essai 1 (3 mg/l)		Condition d'essai 2 (10 mg/l)		Condition d'essai 3 (15 mg/l)	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
1	104 000	128 000	348 000	426 000	522 000	639 000
2	26 100	31 900	86 900	106 000	130 000	159 000
3	10 800	13 200	36 000	44 000	54 000	66 000
4	5 870	7 190	19 600	24 000	29 400	35 900
5	3 590	4 390	12 000	14 600	17 900	22 000
6	2 300	2 830	7 690	9 420	11 500	14 100
7	1 510	1 860	5 050	6 190	7 570	9 290
8	1 010	1 250	3 380	4 160	5 080	6 230
10	489	609	1 630	2 030	2 460	3 030
12	265	335	888	1 110	1 340	1 660
14	160	205	536	681	810	1 020
20	46	64	155	211	237	312
25	16	27	56	86	87	126
30	6	12	21	40	34	58
40	1,1	4,5	4,4	14,2	7,9	20
50	0,15	2,4	1,0	7,6	2,4	11

8.2 Validation du circuit d'injection du polluant

8.2.1 Valider le circuit d'injection du polluant à la concentration maximale, au volume maximal du circuit d'injection, au débit d'injection minimal, et pour la durée nécessaire à la vidange du volume total.

8.2.2 Préparer le circuit d'injection du polluant de façon qu'il contienne la masse de polluant et le volume de fluide adaptés au circuit.

NOTE Toutes les procédures auxiliaires utilisées dans la préparation du circuit d'injection de polluant font partie de la procédure de validation. Toute modification de ces procédures implique de revalider le circuit.

8.2.3 Ajouter la poudre et faire circuler pendant au moins 15 min.

8.2.4 Commencer l'injection à partir du circuit d'injection du polluant, en recueillant le flux à l'extérieur du circuit. Prélever un échantillon initial à ce point et mesurer le débit d'injection.

8.2.5 Maintenir le débit d'injection à $\pm 5 \%$ du débit d'injection souhaité.

8.2.6 Prélever des échantillons du flux d'injection et mesurer le débit à (30, 60, 90 et 120) min ou à au moins quatre intervalles égaux, selon la vitesse de vidange du circuit.

8.2.7 Analyser chaque échantillon prélevé selon le point 8.2.6. par gravimétrie conformément à l'ISO 4405.

8.2.8 Mesurer le volume du circuit d'injection à la fin de l'essai de validation. Cette valeur est le volume minimum validé, V_v .