
**Transmissions hydrauliques — Pollution
des fluides — Détermination de la pollution
particulaire par comptage au microscope
optique**

*Hydraulic fluid power — Fluid contamination — Determination of particulate
contamination by the counting method using an optical microscope*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4407:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002>



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 4407:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002>

© ISO 2002

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 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Principe de comptage	4
5 Appareillage	4
6 Réactif et produits chimiques	6
6.1 Réactif et produits chimiques de rinçage et de nettoyage	6
6.2 Liquides de transparisation de la membrane filtrante (méthode en lumière transmise)	6
7 Mode opératoire de nettoyage de la verrerie	7
8 Méthodes d'étalonnage	7
8.1 Étalonnage du microscope	7
8.2 Détermination de la surface utile de filtration (SUF)	7
9 Préparation de la membrane filtrante	8
9.1 Préparation de l'échantillon	8
9.2 Analyse à blanc	8
9.3 Séparation des polluants par filtration sous vide	9
9.4 Évaluation de l'aptitude au comptage	10
9.5 Montage des membranes pour observation en lumière transmise	10
10 Classification des particules et méthode de comptage	11
10.1 Classification des particules	11
10.2 Choix du grossissement nominal	11
10.3 Méthode de comptage statistique	11
10.4 Calcul du nombre total	12
10.5 Vérification des résultats	13
11 Expression des résultats	14
12 Phrase d'identification (Référence à la présente Norme internationale)	14
Bibliographie	15

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.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'ISO 4407 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 deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4407:1991), dont elle constitue une révision technique.

[ISO 4407:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002>

Introduction

Dans les systèmes de transmissions hydrauliques, l'énergie est transmise et commandée par l'intermédiaire d'un liquide sous pression circulant en circuit fermé. Ce liquide fait office à la fois de lubrifiant et de milieu de transmission de l'énergie.

La présence d'une pollution particulaire dans le liquide entrave son aptitude à la lubrification et entraîne une usure des composants. Il convient de maintenir le niveau de pollution dans le liquide à un degré approprié au système considéré car il a un impact direct sur les performances et la fiabilité dudit système.

La détermination quantitative de la pollution particulaire nécessite de garantir la fidélité du prélèvement d'un échantillon représentatif du liquide et de la détermination du niveau de pollution. La méthode de comptage des particules avec un microscope optique est un moyen reconnu qui permet de déterminer le niveau de la pollution. L'exactitude de la détermination quantitative des résultats du comptage des particules peut être influencée par les techniques utilisées.

La présente Norme internationale détaille des procédures de séparation des particules dans les échantillons liquides par filtration sous vide, puis d'analyse des particules déposées sur une membrane filtrante pour analyses par des techniques microscopiques. Ces techniques utilisent un comptage à la lumière transmise ou incidente, effectué à la fois manuellement et par le biais de techniques d'analyse d'images. La présente Norme internationale définit des méthodes qui garantissent l'obtention de résultats exacts et cohérents.

ITIH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4407:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4407:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002>

Transmissions hydrauliques — Pollution des fluides — Détermination de la pollution particulaire par comptage au microscope optique

AVERTISSEMENT — L'utilisation de la présente Norme internationale peut impliquer l'utilisation de produits et la mise en œuvre de modes opératoires et d'appareillages à caractère dangereux. La présente Norme internationale n'a pas pour but d'aborder tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur de la présente Norme internationale d'établir avant utilisation des pratiques appropriées d'hygiène et de sécurité et de déterminer l'applicabilité des restrictions réglementaires.

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit des méthodes permettant de déterminer le niveau de pollution particulaire des liquides utilisés dans les systèmes hydrauliques, par comptage au microscope optique du nombre de particules déposées à la surface d'une membrane filtrante. Elle traite du comptage des particules par deux méthodes manuelle et par analyse d'image, en utilisant soit une lumière transmise, soit une lumière incidente.

Ces méthodes permettent de classer et de dénombrer des particules de taille $\geq 2 \mu\text{m}$, mais la résolution et l'exactitude des résultats dépend du système optique utilisé et des aptitudes de l'opérateur.

Tous les liquides hydrauliques qui présentent un large éventail de niveaux de pollution sont analysables selon la présente Norme internationale. Cependant, l'incertitude de comptage aux plus grandes tailles de particules augmente si le volume filtré est réduit pour permettre le dénombrement des particules de plus petites tailles, lorsqu'on observe un léger précipité ou que la concentration des particules est élevée.

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 3722, *Transmissions hydrauliques — Flacons de prélèvement — Homologation et contrôle des méthodes de nettoyage*

ISO 4406:1999, *Transmissions hydrauliques — Fluides — Méthode de codification du niveau de pollution particulaire solide*

ISO 4788, *Verrerie de laboratoire — Éprouvettes graduées cylindriques*

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire*

ISO 14644-1:1999, *Salles propres et environnements maîtrisés apparentés — Partie 1: Classification de la propreté de l'air*

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

comptage à blanc

comptage résultant de l'introduction de polluants par d'autres sources telles que les réactifs, le nettoyage de la verrerie et la préparation de la membrane filtrante (voir 9.2)

3.2

facteur de calcul

rapport de la surface utile de filtration à la surface totale de comptage

3.3

surface utile de filtration

SUF

surface circulaire de la membrane filtrante exposée au débit du fluide pendant la filtration

NOTE En 8.2, on détermine à la fois la surface utile de filtration (SUF) et le diamètre utile de filtration (DUF).

3.4

fibre

particule de longueur supérieure à 100 µm dont le rapport longueur sur largeur est supérieur ou égal à 10:1

3.5

fixatif

liquide qui, sous l'effet d'un séchage en température, fait adhérer la membrane filtrante à une lame de verre, donnant un résidu opaque

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.6

carré de quadrillage

carré de 3,1 mm de côté (valeur nominale) imprimé sur les membranes filtrantes

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54876c8d41b6/iso-4407-2002>

NOTE Les membranes filtrantes quadrillées peuvent ne pas convenir lorsque le comptage utilise des techniques d'analyse d'images.

3.7

analyseur d'images

instrument permettant de classer et compter automatiquement les particules qui se sont déposées sur une membrane filtrante

NOTE Une image vidéo de la particule est recrée numériquement à partir de la différence de contraste en niveaux de gris entre la particule et l'arrière plan, et la taille est calculée automatiquement par l'ordinateur. La mesure de la taille de la particule peut également se faire sur l'écran vidéo.

3.8

liquide de transparation

liquide qui, une fois chauffé, rend transparente une membrane filtrante, ayant été préalablement traitée au fixatif, et qui la fait adhérer à la lamelle protectrice (voir 5.7)

3.9

taille de particule

taille d'une particule telle que définie par la plus grande dimension de la particule considérée

3.10

solvant

liquide physiquement et chimiquement compatible avec l'échantillon liquide et dans lequel il est miscible

NOTE Un solvant est utilisé pour diluer l'échantillon liquide et peut servir pour nettoyer et rincer l'appareillage. Il convient que le solvant soit chimiquement compatible avec l'appareillage, notamment la membrane, et qu'il ne dissolve pas les particules.

3.11

comptage statistique

comptage et classification des particules en utilisant une proportion de la surface de la membrane filtrante où au moins 150 particules sont comptées sur un total d'au moins 10 emplacements distincts (champs)

NOTE 1 Le comptage statistique nécessite une répartition régulière des particules sur la totalité de la surface, et il convient de rejeter les membranes filtrantes pour comptage si ce n'est pas le cas.

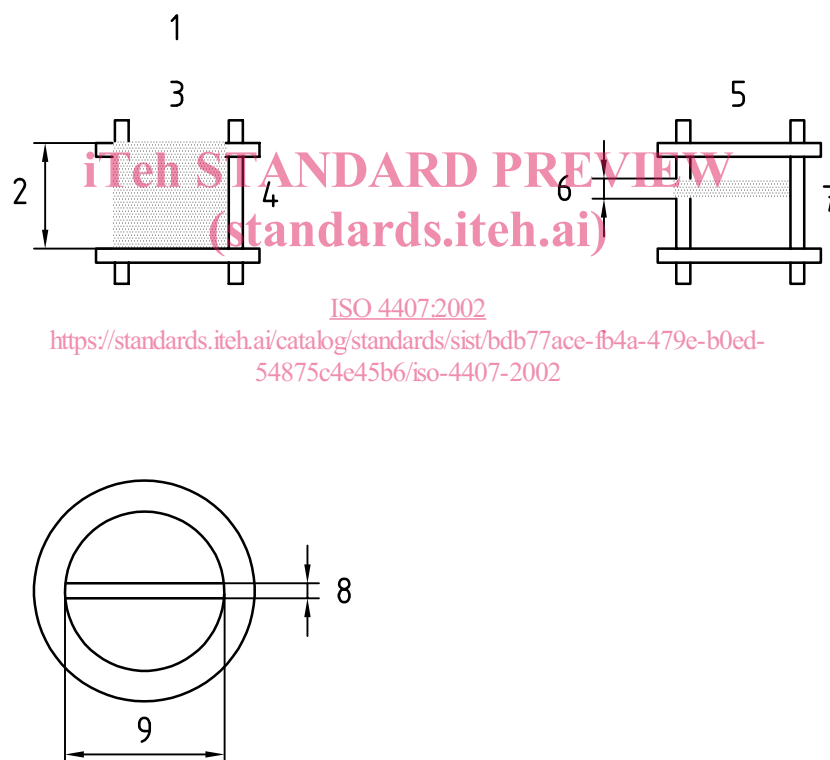
NOTE 2 Le comptage de 150 particules donne une incertitude de comptage de 8 %. L'incertitude de comptage sera réduite si l'on compte un plus grand nombre de particules.

3.12

surface unitaire

proportion de la membrane filtrante comptée à des fins statistiques

NOTE Pour le comptage manuel, la surface unitaire se définit comme la surface de la membrane délimitée dans le plan horizontal par deux lignes verticales adjacentes du quadrillage de la membrane et dans le plan vertical par deux lignes parallèles soit sur l'oculaire du micromètre oculaire, soit tracées sur un écran de projection. Des exemples sont donnés à la Figure 1. En ce qui concerne l'analyse d'images, il s'agit d'un champ de vision fixe défini par les systèmes optiques et électroniques.



ISO 4407:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bdb77ace-fb4a-479e-b0ed-54875c4e45b6/iso-4407-2002>

Légende

- 1 Carré de quadrillage
- 2 Largeur du carré de quadrillage (mm)
- 3 Longueur du carré de quadrillage (mm)
- 4 Quadrillage complet
- 5 Surface unitaire sur une membrane quadrillée
- 6 Hauteur du graticule utilisée pour définir la surface unitaire (μm)
- 7 Surface unitaire
- 8 Surface unitaire diamétrale sur une membrane non quadrillée
- 9 Diamètre utile de filtration de la membrane

Figure 1 — Exemples de surfaces unitaires

4 Principe de comptage

Un volume connu de liquide hydraulique est filtré sous vide à travers une membrane filtrante pour séparer les polluants du liquide après avoir transpiré la membrane. Les particules sont examinées au microscope en utilisant soit une lumière incidente, soit une lumière transmise, pour les classer et les compter selon leur dimension la plus grande.

5 Appareillage

5.1 Étuve, permettant de réguler la température jusqu'à (70 ± 2) °C.

5.2 Lampe extérieure, d'intensité variable, lorsqu'un éclairage oblique de la platine portant l'éprouvette est requis.

5.3 Support de filtre, comprenant

- un entonnoir, de 300 mL de capacité ayant des graduations volumétriques étalonnées appropriées [par exemple (25 ± 2) mL];
- un couvercle adapté à l'entonnoir (par exemple une boîte de Petri);
- un dispositif de fixation;
- une base convenable pour supporter la membrane filtrante;
- un dispositif d'élimination de l'électricité statique éventuellement générée pendant la filtration.

5.4 Éprouvettes graduées, pour le mesurage du volume de liquide d'essai. Soit l'exactitude est en conformité avec l'ISO 4788, soit on utilise un flacon d'échantillonnage étalonné avec des graduations volumétriques appropriées. Il convient que l'exactitude des graduations soit de ± 2 %.

5.5 Équipement d'analyse d'image, comprenant une base de microscope avec plusieurs objectifs et une tête trinoculaire permettant la fixation d'une caméra vidéo raccordée à un écran de contrôle approprié. Le signal émis par la caméra est entré dans un ordinateur qui recrée une image vidéo numérique de la vue, où les particules sont comptées et classées à l'aide d'un logiciel spécialement mis au point.

Bien qu'il soit possible d'utiliser une mise au point et une platine X-Y manuelles, il est recommandé qu'elles soient motorisées et pilotées par un logiciel car cela permet de localiser les particules.

5.6 Membranes filtrantes, compatibles avec l'échantillon liquide et les solvants ou produits chimiques utilisés en cours de processus. Normalement, une membrane filtrante doit avoir un diamètre de 47 mm, être blanche et quadrillée (chaque carré du quadrillage mesurant $3,08 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ de côté et ayant une surface égale à $1/100^{\text{e}}$ de la surface utile de filtration), avoir une taille des pores inférieure à $1,5 \mu\text{m}$, et peut être utilisée pour le comptage manuel jusqu'à $2 \mu\text{m}$. Pour l'analyse d'images, il est recommandé d'utiliser une membrane filtrante de 47 mm de diamètre, non quadrillée et blanche, avec une taille des pores inférieure à $1,5 \mu\text{m}$. L'utilisation de membranes ayant d'autres diamètres est admise.

L'emploi de membranes ayant des diamètres nominaux de pores différents est admissible pour tenir compte de la plus petite taille de particule à compter et de l'état de l'échantillon liquide. Il convient que la membrane ait une efficacité d'élimination des particules de 99,9 % à la plus petite taille à compter.

Il faut choisir la couleur de la membrane de manière à obtenir le plus fort contraste avec la pollution particulaire à observer. Par exemple, si la plus grande partie du polluant est translucide, transparente ou blanche, il convient d'envisager l'utilisation de membranes noires.

5.7 Lames de microscope en verre et lamelles protectrices en verre, pour la méthode en lumière transmise uniquement, de dimensions supérieures au diamètre de la membrane filtrante. Il convient de choisir l'épaisseur de la lamelle protectrice de manière à garantir que les particules se situent dans le plan focal au grossissement utilisé.

5.8 Support de membrane, en plastique ou l'équivalent, avec un couvercle pour maintenir la membrane filtrante (méthode en lumière incidente, uniquement).

5.9 Microscope pour le comptage des particules, doté de plusieurs objectifs qui, avec les oculaires, permettent de distinguer des particules $\geq 2 \mu\text{m}$. Le microscope doit être équipé des éléments suivants:

- une commande approchée et fine de la mise au point;
- un éclairage à travers la lentille pour la méthode en lumière incidente et/ou une source de lumière basse pour la méthode en lumière transmise;
- une platine mécanique permettant un balayage de la surface utile de filtration de la membrane filtrante;
- un dispositif pour maintenir en toute sécurité le support de la membrane ou la lame de verre sur la platine mécanique;
- un oculaire micrométrique dont la plus petite division ne doit pas sous-tendre une distance plus grande que la plus petite particule à compter à un grossissement donné, et comportant des graduations adaptées.

Pour le comptage en lumière transmise, l'appareil le mieux adapté est un microscope avec projecteur équipé d'un écran approprié, d'un miroir sur oculaire et d'une platine tournante.

NOTE 1 Pour l'analyse d'image, il est préférable de disposer d'une source lumineuse stabilisée commandée par le logiciel d'imagerie de façon à ce que les fluctuations d'éclairage soient éliminées et que toute dérive d'intensité de la source d'éclairage soit corrigée de manière automatique.

NOTE 2 Pour obtenir une caractérisation exacte des particules en lumière incidente, une source supplémentaire d'éclairage oblique peut se révéler nécessaire (voir 5.2).

Le grossissement nominal et les combinaisons optiques pour le comptage manuel sont donnés dans le Tableau 1.

NOTE 3 En ce qui concerne le grossissement fourni par la combinaison tête trinoculaire/caméra vidéo, il convient de prendre contact avec le fabricant de l'analyseur d'image.

Tableau 1 — Grossissements nominaux et combinaisons optiques

Grossissement (nominal)	Oculaire	Objectif	Taille de particule minimale proposée μm
× 50	× 10	× 5	20
× 100	× 10	× 10	10
× 200	× 10	× 20	5
× 500	× 10	× 50	2

5.10 Film de plastique, de 0,05 mm d'épaisseur × 50 mm × 50 mm, intercalé entre le bouchon et le col du flacon d'échantillonnage si le bouchon ne comporte pas de joint intérieur. Ce film doit être compatible à la fois avec le liquide de nettoyage et avec l'échantillon.