

---

---

**Transmissions hydrauliques —  
Pollution des fluides — Détermination  
de la pollution particulaire par la  
méthode gravimétrique**

*Hydraulic fluid power — Fluid contamination — Determination of  
particulate contamination by the gravimetric method*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4405:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/127cd3f7-0eba-4e9e-9c2e-456d86a4bab5/iso-4405-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4405:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/127cd3f7-0eba-4e9e-9c2e-456d86a4bab5/iso-4405-2022>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

|  |    |
|--|----|
| Avant-propos .....   | iv |
| Introduction .....   | v  |
| 1 <b>Domaine d'application</b> .....   | 1  |
| 2 <b>Références normatives</b> .....   | 1  |
| 3 <b>Termes et définitions</b> .....   | 1  |
| 4 <b>Principe</b> .....  | 2  |
| 5 <b>Appareillage d'essai</b> .....  | 2  |
| 5.1 <b>Matériel</b> .....  | 2  |
| 5.2 <b>Membrane filtrante</b> .....  | 3  |
| 6 <b>Produits chimiques de rinçage et de nettoyage (solvant)</b> .....   | 3  |
| 7 <b>Mode opératoire de nettoyage de la verrerie [détermination de la propreté initiale de l'entonnoir en verre et de l'éprouvette graduée (valeur à blanc)]</b> ..... | 3  |
| 8 <b>Échantillonnage</b> .....   | 4  |
| 9 <b>Conditionnement et pesée de la membrane d'analyse</b> .....   | 4  |
| 10 <b>Essai à blanc</b> .....  | 5  |
| 11 <b>Analyse de l'échantillon</b> .....   | 5  |
| 12 <b>Résultats d'essai</b> .....  | 6  |
| 13 <b>Répétabilité de l'essai</b> .....  | 6  |
| 14 <b>Phrase d'identification (référence au présent document)</b> .....  | 6  |
| <b>Annexe A (normative) Utilisation d'un solvant différent</b> .....   | 7  |
| <b>Annexe B (normative) Enregistrement des données</b> .....   | 8  |
| <b>Annexe C (informative) Photographies de l'équipement d'essai</b> .....  | 9  |
| <b>Bibliographie</b> .....   | 13 |

## 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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, sous-comité SC 6, *Contrôle de la contamination*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4405:1991) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes :

- les parties sur l'étalonnage et l'équipement d'essai ont été mises à jour et réduites à l'essentiel ;
- les étapes du mode opératoire d'étalonnage et d'essai ont été mises à jour et adaptées d'obtenir les résultats d'essai les plus fiables et les plus vérifiables ;
- la méthode à double membrane a été éliminée car elle produisait des résultats d'essai qui ne se sont pas révélés aussi fiables que ceux obtenus via la méthode à une seule membrane.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Dans les systèmes de transmissions hydrauliques, l'énergie est transmise et commandée par un liquide sous pression circulant en circuit fermé. Le liquide sert à la fois de lubrifiant et de moyen de transmission de l'énergie.

La fiabilité de fonctionnement du système exige un contrôle du fluide. Pour déterminer quantitativement et qualitativement la pollution particulaire du fluide, il est nécessaire de garantir la fidélité du prélèvement de l'échantillon et de la détermination de la nature et de l'ampleur de la pollution.

La méthode gravimétrique de détermination de la pollution du fluide procède par pesage des solides en suspension par unité de volume de fluide. Cette méthode utilise à cet effet des filtres à membrane qui conservent au fluide sa propreté en éliminant les polluants insolubles.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 4405:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/127cd3f7-0eba-4e9e-9c2e-456d86a4bab5/iso-4405-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/127cd3f7-0eba-4e9e-9c2e-456d86a4bab5/iso-4405-2022>



# Transmissions hydrauliques — Pollution des fluides — Détermination de la pollution particulaire par la méthode gravimétrique

## 1 Domaine d'application

Le présent document définit une méthode gravimétrique de détermination du taux de pollution des fluides utilisés dans les systèmes de transmissions hydrauliques.

Les instructions de travail fournies dans ce document servent à la détermination gravimétrique de la teneur en particules des fluides sous pression à partir d'huile minérale complétée d'additifs utilisés dans les systèmes hydrauliques à entraînement hydrostatique.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire*

ISO 11158, *Lubrifiants, huiles industrielles et produits connexes (classe L) — Famille H (systèmes hydrauliques) — Spécifications des catégories HH, HL, HM, HV et HG*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 5598 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes :

— ISO Online browsing platform : disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia : disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### **huile hydraulique HH**

huile minérale non inhibée

### 3.2

#### **huile hydraulique HL**

huile de type HH aux propriétés antirouille et anti-oxydation améliorées

### 3.3

#### **huile hydraulique HM**

huile de type HL aux propriétés anti-usure et de filtrabilité améliorées

### 3.4

#### huile hydraulique HV

huile de type HM aux propriétés de viscosité/température améliorées

### 3.5

#### huile hydraulique HG

huile de type HM aux propriétés antidérapantes améliorées

## 4 Principe

L'ampleur de la pollution gravimétrique doit être déterminée en filtrant un volume défini de fluide sous vide à travers une membrane filtrante. L'augmentation de masse de la membrane après la filtration correspond à la teneur en impuretés solides. Cette méthode d'analyse est appropriée pour les concentrations en particules de 3 mg/l ou plus, et pour les huiles hydrauliques de catégories HH, HL, HM, HV et HG, conformément à l'ISO 11158. Il convient que les conditions ambiantes soient une température comprise entre 20 °C et 30 °C et une humidité relative (HR) comprise entre 30 % et 65 %.

## 5 Appareillage d'essai

### 5.1 Matériel

- 1) Fiole à vide en verre.
- 2) Distributeur de solvant, rincé et rempli de solvant filtré à 0,2 µm (voir [Figure C.1](#)).
- 3) Joint en PTFE (blanc) pour support membrane grillagé en acier inoxydable ou verre fritté (voir [Figure C.2](#)).
- 4) Entonnoir porte-membrane en verre pour le support membrane grillagé en acier inoxydable (voir [Figure C.3](#)).
- 5) Support membrane grillagé en acier inoxydable ou verre fritté (voir [Figure C.4](#) ou [Figure C.5](#)).
- 6) Entonnoir en verre.
- 7) Pince métallique à ressort et mise à la terre électrique et entonnoir en verre (voir [Figure C.6](#)).
- 8) Boîte de Petri en verre avec son couvercle (voir [Figure C.7](#)).
- 9) Verre de montre en verre, d'un diamètre d'environ 60 mm (voir [Figure C.8](#)).
- 10) Dessiccateur à agent déshydratant en gel de silice (avec indicateur coloré), pour utilisation sans vide (voir [Figure C.9](#)).
- 11) Éprouvette graduée de 250 ml pour les échantillons d'huile (voir [Figure C.10](#)).
- 12) Pompe à vide à dépression réglable.
- 13) Étuve de séchage non ventilée pouvant chauffer jusqu'à 100 °C.
- 14) Pinces à filtres, en acier inoxydable et à bouts lisses.
- 15) Gants non poudrés et résistants au solvant.
- 16) Balance analytique (d'une exactitude de ±0,02 mg et avec un affichage à 5 chiffres) dont la conductivité électrostatique entre son plateau et la mise à la terre de son cordon d'alimentation doit être donnée.
- 17) Horloge exacte à la seconde.

Des photos et des descriptions de l'appareillage d'essai sont données à l'[Annexe C](#).

## 5.2 Membrane filtrante

Des membranes filtrantes de 47 mm de diamètre, blanches non quadrillées, de 0,8 µm de porosité, et compatibles avec le fluide à analyser et les produits chimiques de rinçage peuvent être utilisées. Les membranes de référence ont une porosité de 0,8 µm. Leur matériau constitutif doit être de l'acétate de cellulose, par exemple : la membrane en ester de cellulose de 0,8 µm de porosité de Millipore (Type AAWP04700), la membrane Pall (Type GN4-08 µm Metrical MCE) ou la membrane Sartorius (nom commercial : Zelluloseacetat-Filter 0,8 µm), et la membrane AAWP04700 de Millipore pour la détermination gravimétrique<sup>1)</sup>.

## 6 Produits chimiques de rinçage et de nettoyage (solvant)

Le solvant à employer est du pétrole désaromatisé 40/65, de l'éther de pétrole 40/65 ou 40/60 filtré par une membrane filtrante de 0,2 µm de porosité. Aucun autre solvant qui ne soit qualifié selon l'Annexe A n'est acceptable.

NOTE Il est prudent d'utiliser du solvant sans hexane, qui est nocif pour la santé.

**AVERTISSEMENT — L'utilisation de solvants dont le point d'éclair est bas requiert la plus grande prudence. Il est également recommandé de prendre les précautions appropriées pour éviter l'inhalation des vapeurs toxiques qui en émanent.**

## 7 Mode opératoire de nettoyage de la verrerie [détermination de la propreté initiale de l'entonnoir en verre et de l'éprouvette graduée (valeur à blanc)]

Toute la verrerie doit être préalablement lavée avec du solvant filtré. Afin de déterminer la propreté – c'est-à-dire la valeur à blanc de l'entonnoir en verre et de l'éprouvette graduée par analyse gravimétrique – procéder comme suit.

- 1) Placer une membrane sur l'entonnoir en verre porte-membrane avec le support membrane grillagé en acier inoxydable ou le verre fritté. Appliquer un vide et rincer avec 20 ml à 30 ml de solvant.
- 2) Retirer la membrane et la déposer sur le verre de montre. Placer le verre de montre avec la membrane dans une boîte de Petri appropriée (à demi fermée) qui est ensuite mise à sécher à l'étuve à environ 80 °C pendant au moins 10 min.
- 3) Placer ensuite le verre de montre avec la membrane dans le dessiccateur et les laisser refroidir pendant au moins 10 min.
- 4) Sortir le verre de montre avec la membrane du dessiccateur et le déposer avec la membrane dans une boîte de Petri appropriée (à demi fermée) pendant environ 10 min à température ambiante. Peser la membrane seule. Noter la masse affichée une fois la valeur stabilisée.
- 5) Placer la membrane sur l'entonnoir en verre porte-membrane avec le support membrane grillagé en acier inoxydable ou le verre fritté. Fixer l'entonnoir en verre.
- 6) Rincer l'éprouvette graduée au solvant. Transférer le volume de solvant de rinçage dans l'unité de filtration. Faire le vide et commencer la filtration. Réduire la dépression afin d'obtenir une durée de rinçage avec 50 ml à 100 ml de solvant d'au moins 4 min. Rincer trois fois avec environ 10 % du volume de l'éprouvette graduée. Cette opération assure que l'huile est dissoute hors de la membrane sans laisser de résidu.
- 7) Retirer l'entonnoir en verre. Laisser le liquide goutter sur la membrane, rincer précautionneusement les bords de la membrane filtrante avec le solvant du distributeur.

1) Il s'agit d'exemples de produits appropriés disponibles sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'ISO approuve l'emploi des produits ainsi désignés. Des produits équivalents peuvent être utilisés s'il est démontré qu'ils aboutissent aux mêmes résultats.

- 8) Placer la membrane sur un verre de montre étiqueté. Placer le verre de montre avec la membrane dans une boîte de Petri appropriée (à demi fermée) qui est ensuite mise à sécher à l'étuve à environ 80 °C pendant au moins 10 min.
- 9) Placer ensuite le verre de montre avec la membrane dans le dessiccateur et les laisser refroidir pendant au moins 10 min.
- 10) Sortir le verre de montre du dessiccateur, le laisser à température ambiante pendant environ 10 min. Puis peser la membrane sans le verre de montre. Noter la masse affichée une fois la valeur stabilisée. L'analyse de performance doit être réalisée conformément au [Tableau B.1](#).

Si la valeur à blanc dépasse le 0,1 mg autorisé, la verrerie doit être lavée et le solvant doit être filtré à nouveau, si nécessaire. La valeur à blanc doit ensuite faire l'objet d'une nouvelle détermination.

## 8 Échantillonnage

**8.1** Vérifier que les échantillons sont aussi représentatifs que possible du fluide considéré.

Vérifier que le mode opératoire d'échantillonnage établi par chaque établissement ou laboratoire assure une bonne répétabilité.

Contrôler périodiquement le mode opératoire d'échantillonnage en prélevant deux échantillons et en réalisant deux mesurages différents par échantillon.

**8.2** Extraire 500 ml de fluide d'un système de transmission hydraulique conformément à la méthode décrite dans l'ISO 4021. Ce volume peut toutefois être adapté de sorte à pouvoir mesurer des taux de pollution très différents.

Dans tous les cas, le volume d'échantillon utilisé pour le mesurage doit être indiqué avec une tolérance de  $\pm 1$  %.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/127cd3f7-0eba-4e9e-9c2e-456d86a4bab5/iso-4405-2022>

## 9 Conditionnement et pesée de la membrane d'analyse

Avant l'essai, les membranes utilisées doivent être conditionnées afin d'assurer que les résultats soient représentatifs et reproductibles. Pour ce faire, procéder comme suit.

Manipuler les membranes uniquement avec les pinces à filtre. Chaque membrane doit être déposée sur un verre de montre différent et étiqueté. Les verres de montre ne doivent être touchés qu'avec des gants.

- 1) Étiqueter les verres de montre.
- 2) Ne pas conditionner plus de quatre membranes à la fois.
- 3) Placer une membrane sur le support membrane grillagé en acier inoxydable ou le verre fritté, faire le vide, et rincer avec environ 50 ml de solvant.
- 4) Retirer la ou les membranes et la ou les déposer sur le verre de montre. Placer le verre de montre avec la membrane dans une boîte de Petri appropriée et la mettre (à demi fermée) à l'étuve à environ 80 °C pendant au moins 10 min.
- 5) Placer ensuite le verre de montre avec la membrane dans le dessiccateur et les laisser refroidir pendant au moins 10 min.
- 6) Sortir le verre de montre avec la membrane du dessiccateur et le déposer avec la membrane dans une boîte de Petri appropriée (à demi fermée) pendant environ 10 min à température ambiante puis peser la membrane seule. Noter la masse affichée une fois la valeur stabilisée.

## 10 Essai à blanc

Il peut être utile de réaliser un essai à blanc afin de s'assurer que le mode opératoire d'essai fonctionne bien. Procéder exactement tel que décrit à l'Article 11. Ne pas utiliser d'huile, mais uniquement du solvant. L'essai à blanc est réussi si la valeur analysée est inférieure ou égale à 0,1 mg.

## 11 Analyse de l'échantillon

- 1) Agiter l'échantillon dans tous les sens pendant 2 minutes.
- 2) Verser 200 ml à 250 ml d'échantillon dans l'éprouvette graduée. Laisser l'échantillon dégazer (inspection visuelle). Déterminer le volume de l'échantillon à l'aide de l'éprouvette graduée et le noter en utilisant le [Tableau B.2](#).

NOTE Si visiblement l'échantillon est particulièrement chargé en particules, son volume peut alors être réduit.

- 3) Placer la membrane conditionnée (voir [Article 9](#)) sur l'entonnoir en verre porte-membrane avec le filtre grillagé en acier inoxydable ou le verre fritté. Fixer l'entonnoir en verre.
- 4) Verser l'intégralité du volume d'échantillon présent dans l'éprouvette graduée dans l'entonnoir en verre ; faire le vide et commencer la filtration.
- 5) Après avoir filtré l'intégralité du volume de l'échantillon, rincer soigneusement l'éprouvette graduée au solvant. Rincer trois fois avec environ 10 % du volume de l'éprouvette.
- 6) Rincer l'intérieur de l'entonnoir en verre avec environ 50 ml de solvant. Ne pas retirer l'entonnoir en verre.
- 7) Verser 200 ml de solvant dans l'entonnoir en verre. Attention : Réduire la dépression de la pompe à vide de sorte à obtenir un temps de rinçage avec 200 ml de solvant d'au moins 4 min. (Il convient que les conditions nécessaires à l'obtention d'un temps de rinçage d'au moins 4 min pour 200 ml de solvant soient établies par le laboratoire effectuant l'analyse.)
- 8) Après la filtration des 200 ml de solvant, rincer à nouveau l'entonnoir en verre avec environ 50 ml de solvant. Retirer l'entonnoir en verre et augmenter la dépression de la pompe à vide.

Attention : Rincer aussi soigneusement le bord inférieur de l'entonnoir avec du solvant. Laisser le liquide goutter sur la membrane.

- 9) Rincer soigneusement (avec environ 20 ml de solvant ou plus) les bords de la membrane depuis l'extérieur vers l'intérieur afin d'en enlever toute l'huile. Veiller à n'enlever aucune particule de la membrane lors du rinçage.
- 10) Placer la membrane sur un verre de montre étiqueté. Placer le verre de montre avec la membrane dans une boîte de Petri appropriée (à demi fermée) qui est ensuite mise à sécher à l'étuve à environ 80 °C pendant au moins 10 min.
- 11) Placer ensuite le verre de montre avec la membrane dans le dessiccateur et les laisser refroidir au moins 10 min.
- 12) Sortir le verre de montre avec la membrane du dessiccateur et le déposer avec la membrane dans une boîte de Petri appropriée (à demi fermée) pendant environ 10 min à température ambiante puis peser la membrane seule. Noter la masse affichée une fois la valeur stabilisée. L'analyse de performance doit être réalisée conformément au [Tableau B.2](#).
- 13) Éliminer le mélange de solvant et d'huile en toute sécurité, conformément aux procédures locales relatives aux matières dangereuses.