

---

---

**Transmissions hydrauliques —  
Détermination du niveau de pollution  
particulaire d'un échantillon liquide  
par comptage automatique des  
particules par absorption de lumière**

*Hydraulic fluid power — Determination of the particulate  
contamination level of a liquid sample by automatic particle counting  
using the light-extinction principle*

iTeh STA (standards.iteh.ai)

[ISO 11500:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2b5fd07b-8a6f-4b6f-b64b-517207d306bb/iso-11500-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2b5fd07b-8a6f-4b6f-b64b-517207d306bb/iso-11500-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 11500:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2b5fd07b-8a6f-4b6f-b64b-517207d306bb/iso-11500-2022>



**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         |
| <b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> <b>Références normatives</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>4</b> <b>Matériaux et équipement</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>5</b> <b>Fluide de dilution</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>6</b> <b>Exigences préalables à l'essai et modes opératoires</b> .....  | <b>4</b>  |
| 6.1    Précautions .....   | 4         |
| 6.1.1    Produits chimiques .....  | 4         |
| 6.1.2    Interférence électrique .....   | 4         |
| 6.1.3    Utilisation d'un agitateur magnétique .....   | 4         |
| 6.1.4    Humidité relative .....   | 5         |
| 6.1.5    Stockage des échantillons .....   | 5         |
| 6.2    Mode opératoire de dépollution de la verrerie .....   | 5         |
| 6.3    Mode opératoire d'étalonnage du CAP .....   | 5         |
| 6.4    Mise en œuvre du CAP .....  | 5         |
| 6.5    Inspection et préparation des échantillons avant le comptage .....  | 6         |
| 6.5.1    Résumé .....  | 6         |
| 6.5.2    Préparation et inspection initiales .....   | 6         |
| 6.5.3    Préparation d'un échantillon de volume excessif .....   | 7         |
| 6.5.4    Détermination de la présence d'eau .....  | 7         |
| 6.6    Détermination des besoins de dilution de l'échantillon .....  | 8         |
| <b>7</b> <b>Mode opératoire de détermination du niveau de pollution particulaire par comptage automatique</b> .....  | <b>8</b>  |
| 7.1    Résumé .....  | 8         |
| 7.2    Dilution de l'échantillon .....   | 9         |
| 7.2.1    Utilisation de la dilution de l'échantillon .....   | 9         |
| 7.2.2    Précautions .....   | 10        |
| 7.2.3    Méthode de dilution volumétrique .....  | 10        |
| 7.2.4    Méthode de dilution massique .....  | 11        |
| 7.3    Mode opératoire d'analyse .....   | 11        |
| <b>8</b> <b>Rapport d'essai</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>9</b> <b>Phrase d'identification (référence au présent document)</b> .....  | <b>14</b> |
| <b>Annexe A (normative) Mode opératoire permettant de procéder au contrôle statistique d'un compteur automatique de particules</b> .....   | <b>15</b> |
| <b>Annexe B (informative) Fluides de dilution acceptables</b> .....  | <b>16</b> |
| <b>Annexe C (informative) Méthode de dépollution préalable du fluide de dilution et d'incorporation d'additifs pour éliminer l'influence de l'électricité statique sur les comptages de particules</b> ..... | <b>17</b> |
| <b>Annexe D (informative) Consignation du niveau de pollution particulaire d'un échantillon de fluide hydraulique déterminé par comptage automatique</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>Bibliographie</b> .....   | <b>21</b> |

## 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 troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 11500:2008), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- les exigences de propreté des flacons de prélèvement ont été mises à jour en fonction de l'ISO 11171;
- les instructions concernant les solutions de rinçage et de dilution avec du propan-2-ol (2-propanol) et de l'eau déminéralisée ont été supprimées;
- l'Annexe E a été supprimée.

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 l'intermédiaire d'un fluide sous pression en circuit fermé. Ce liquide sert à la fois de lubrifiant et de fluide de transmission de l'énergie.

La présence de particules solides dans le liquide affecte les qualités lubrifiantes du fluide hydraulique et entraîne une usure des composants. La quantité de la pollution du fluide a une incidence directe sur le fonctionnement et la fiabilité du système hydraulique, et il est indispensable de la maintenir à des niveaux jugés appropriés pour le système concerné.

La quantification de la pollution particulaire implique d'accorder une attention particulière au prélèvement de l'échantillon et à la détermination de son ampleur. Le compteur automatique de particules (CAP) du liquide, qui fonctionne selon le principe de l'absorption de lumière, est devenu un moyen reconnu de détermination de l'ampleur de la pollution. La technique de comptage de particules utilisée peut avoir un impact sur l'exactitude des résultats.

Le présent document détaille les modes opératoires d'analyse des échantillons de liquide pollué à l'aide d'un compteur automatique de particules. Une utilisation correcte d'un compteur automatique de particules permet de réduire les erreurs et d'améliorer la reproductibilité des données.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 11500:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2b5fd07b-8a6f-4b6f-b64b-517207d306bb/iso-11500-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2b5fd07b-8a6f-4b6f-b64b-517207d306bb/iso-11500-2022>



# Transmissions hydrauliques — Détermination du niveau de pollution particulaire d'un échantillon liquide par comptage automatique des particules par absorption de lumière

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie un mode opératoire de comptage automatique des particules permettant de déterminer le nombre et la taille des particules présentes dans les flacons de prélèvement de liquide hydraulique monophasé, clair et homogène à l'aide d'un compteur automatique de particules (CAP) à absorption de lumière.

Le présent document s'applique à la surveillance:

- a) du niveau de propreté des fluides circulant dans les systèmes hydrauliques;
- b) de l'évolution des opérations de rinçage;
- c) du niveau de propreté des circuits de fluide d'équipements ou bancs d'essais;
- d) du niveau de propreté d'un fluide en stock.

NOTE Les mesurages peuvent être réalisés sur des particules en suspension dans le liquide d'origine ou dans un échantillon de liquide dilué avec un liquide compatible en cas de dépassement des limites d'erreur de coïncidence du CAP.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 3722, *Transmissions hydrauliques — Flacons de prélèvement — Homologation et contrôle des méthodes de nettoyage*

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

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire*

ISO 11171:2022, *Transmissions hydrauliques — Étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides*

ASTM E694-18, *Standard specification for laboratory glass volumetric apparatus*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5598, l'ISO 11171 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 facteur de dilution

état lors de la dilution de l'échantillon liquide, auquel le coefficient multiplicateur est requis pour calculer la concentration en nombre de particules dans l'échantillon liquide d'origine

### 3.2 rapport de dilution

rapport de la quantité d'échantillon liquide dilué sur la quantité de fluides de dilution ajoutée au moment de la dilution

### 3.3 limite d'erreur de coïncidence

concentration maximale en NIST RM 8632x qu'un *compteur automatique de particules* (3.7) peut compter avec moins de 5 % d'erreur due à la présence simultanée de plusieurs particules dans le *volume de détection* (3.5)

[SOURCE: ISO 11171:2022, 3.5]

### 3.4 absorption de lumière

réduction de l'intensité d'un faisceau lumineux passant par le volume de détection et provoquée par l'interaction de la lumière avec des particules isolées

Note 1 à l'article: En français, il n'y a pas de synonymes professionnels de «absorption de lumière».

### 3.5 volume de détection

partie de la zone éclairée du capteur traversée par le flux de fluide et d'où le système optique capte la lumière

[SOURCE: ISO 11171:2022, 3.3]

### 3.6 niveau de bruit de fond

réglage minimum de la tension d'un *compteur automatique de particules* (3.7) pour lequel la fréquence des impulsions ne dépasse pas 60 comptages/min du fait de parasites électriques et cela sans circulation de fluide dans le *volume de détection* (3.5)

[SOURCE: ISO 11171:2022, 3.2]

### 3.7 compteur automatique de particules CAP

instrument qui réalise automatiquement les tâches suivantes:

- détecte les particules individuelles en suspension dans un volume contrôlé de fluide en utilisant les principes de la diffusion ou de l'*absorption de la lumière* (3.4);
- mesure la taille des particules;
- trie ou rassemble les particules par domaine de taille;
- compte les particules dans chaque domaine de taille;
- indique le nombre de particules dans chaque domaine de taille par unité de volume; et

f) facilite l'étalonnage des instruments conformément au présent document

[SOURCE: ISO 11171:2022, 3.1, modifiée — Note 1 à l'article supprimée.]

## 4 Matériaux et équipement

**4.1 Compteur automatique de particules (CAP) dans les liquides**, avec passeur d'échantillon en flacon, qui fonctionne selon le principe de l'absorption de lumière avec au moins 8 canaux qui peuvent être réglés à différents seuils conformément à l'ISO 11171.

**4.2 Passeur d'échantillon**, utilisé pour transférer le liquide en cours d'analyse à travers un capteur, qui peut être un composant auxiliaire ou une partie du CAP lui-même.

Si du gaz est utilisé pour forcer le liquide à traverser le capteur, il doit être filtré à 0,45 µm et ne doit comporter aucun résidu d'huile ou d'eau.

**4.3 Densimètre**, d'une exactitude de 0,001 g/cm<sup>3</sup>, si la méthode de dilution massique est utilisée.

**4.4 Balance électronique**, étalonnée, d'une résolution d'au moins 0,1 mg.

**4.5 Plaque chauffante**, capable de chauffer à 150 °C ± 2 °C.

**4.6 Agitateur mécanique**, tel qu'un agitateur à peintures ou de laboratoire, à même de disperser les suspensions.

**4.7 Flacons de prélèvement**, en principe cylindriques à fond plat, en verre ou en polyéthylène haute densité, qui se ferment (avec des bouchons appropriés, par exemple), et dont les niveaux de propreté sont inférieurs à 0,5 % du nombre de particules (de taille supérieure à la plus petite taille d'intérêt) supposées se trouver dans les échantillons, et sont confirmés conformément à l'ISO 3722.

Les dimensions du flacon dépendent du type de passeur d'échantillon destiné au flacon de prélèvement utilisé avec le CAP, mais il convient que les flacons aient une capacité minimale de 250 ml.

**4.8 Distributeur de liquide**, équipé d'un filtre à membrane de 0,45 µm placé directement sur l'embout.

**4.9 Dispositif de mesure de la température**, étalonné, d'une exactitude d'au moins ± 1 °C.

**4.10 Chronomètre**, capable de mesurer les minutes et les secondes, étalonné, d'une exactitude d'au moins 0,1 s.

**4.11 Bain à ultrasons**, réglé à une puissance de 3 000 W/m<sup>2</sup> à 11 000 W/m<sup>2</sup> de surface du flacon.

**4.12 Verrerie volumétrique**, composée d'un éventail d'éprouvettes graduées étalonnées, de seringues graduées ou de pipettes de dosage (appareil volumétrique à piston avec plusieurs marquages ou à air comprimé sans piston) conformes au moins à la classe de précision B telle que définie dans l'ASTM E694-18. La verrerie doit être nettoyée et vérifiée conformément à [6.2](#).

NOTE L'ISO 4788 et l'ISO 8655 (toutes les parties) sont des exemples de normes de verrerie volumétrique adaptées.

## 5 Fluide de dilution

**IMPORTANT — Observer les pratiques courantes de laboratoire en matière de sécurité lors de la manipulation des fluides de dilution.**

**5.1** Le fluide de dilution doit être dépollué à des niveaux de propreté inférieurs à 0,5 % de la concentration en nombre de particules (de taille supérieure à la plus petite taille d'intérêt) qui sont supposées se trouver dans les échantillons, confirmés conformément à l'ISO 3722.

NOTE Voir l'[Annexe C](#) pour obtenir des informations relatives à une méthode de dépollution préalable du fluide de dilution.

**5.2** Le fluide de dilution doit être physiquement et chimiquement compatible avec l'échantillon liquide et l'appareillage utilisé. Le fluide de dilution est considéré comme acceptable si son indice de réfraction est similaire à celui de l'échantillon de fluide hydraulique. Il s'agit de s'assurer que le fluide de dilution n'aura aucun impact sur les comptages de particules.

L'utilisation de solvants volatils peut être à l'origine de comptages erronés en raison des bulles d'air qu'ils génèrent si leur pression de vapeur est atteinte dans le capteur. Ces bulles d'air peuvent être limitées en s'assurant que la pression dans le capteur est toujours supérieure à la pression de vapeur des liquides utilisés.

Il est nécessaire de prendre des précautions lors de la dilution pour s'assurer que l'échantillon et le fluide de dilution sont miscibles et que leurs additifs respectifs sont compatibles.

NOTE Voir l'[Annexe B](#) pour obtenir des exemples.

## 6 Exigences préalables à l'essai et modes opératoires

### 6.1 Précautions

#### 6.1.1 Produits chimiques

Il convient d'observer de bonnes pratiques de laboratoire lors de la préparation et de l'utilisation de produits chimiques utilisés dans ces modes opératoires puisqu'il s'agit de produits nocifs, toxiques ou inflammables. Des mesures doivent être prises pour assurer la compatibilité des produits chimiques avec les matériaux utilisés. Il doit être fait référence à la fiche de données de sécurité (FDS) pour chaque produit chimique. Les précautions liées à leur manipulation et à leur utilisation sûre qui sont décrites dans la FDS doivent être respectées.

#### 6.1.2 Interférence électrique

Il convient de déterminer le niveau de bruit de fond du CAP conformément à l'ISO 11171:2022, A.2. Il convient de s'assurer que le niveau de bruit de fond est déterminé avec toutes les sources potentielles d'interférences radiofréquence (RFI) et d'interférences électromécaniques (EMI) environnantes.

La tension d'alimentation de l'instrument doit être stable et exempte de bruit électrique.

NOTE 1 D'une manière générale, un CAP est un dispositif de haute sensibilité qui peut être influencé par les RFI ou EMI.

NOTE 2 L'utilisation d'un transformateur à tension constante est considérée comme appropriée.

#### 6.1.3 Utilisation d'un agitateur magnétique

Ne pas utiliser un agitateur magnétique pour les échantillons contenant des particules ferreuses ou autres particules magnétiques. Si ce type d'agitateur est proposé comme équipement normalisé, il peut être nécessaire de supprimer ou d'éliminer l'aimant.

#### 6.1.4 Humidité relative

Il convient de maintenir l'humidité relative de la zone d'analyse dans la plage de 40 % HR à 70 % HR.

NOTE Une humidité relative située hors de la plage prescrite peut avoir un impact sur le comptage de particules.

#### 6.1.5 Stockage des échantillons

Stocker les échantillons susceptibles d'être colonisés par des bactéries dans des conditions réfrigérées (à  $5\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ) dans des flacons hermétiquement fermés. Ramener les échantillons réfrigérés à la température ambiante avant d'ouvrir les flacons afin d'éviter d'y introduire de la condensation. L'évaluation et l'analyse doivent être réalisées dans l'heure qui suit, après que les échantillons soient à température ambiante.

### 6.2 Mode opératoire de dépollution de la verrerie

**6.2.1** Nettoyer toute la verrerie en appliquant un mode opératoire de dépollution validé. Valider la propreté conformément à l'ISO 3722. Il convient que le solvant final utilisé pour le rinçage soit une essence minérale filtrée, ou équivalent, si les échantillons à analyser sont d'origine pétrolière ou sont des liquides synthétiques.

**6.2.2** Le niveau de propreté exigé (NPE) d'une verrerie doit être tel que le polluant ne puisse pas contribuer de manière significative au résultat global.

La verrerie doit être nettoyée avec des niveaux de propreté inférieurs à 0,5 % de la concentration en nombre de particules (de taille supérieure à la plus petite taille d'intérêt) qui sont supposées se trouver dans les échantillons, confirmés conformément à l'ISO 3722.

**6.2.3** Filtrer tous les liquides utilisés pour la dépollution et le rinçage sur une membrane de seuil de filtration de 1  $\mu\text{m}$  au maximum.

### 6.3 Mode opératoire d'étalonnage du CAP

L'étalonnage du CAP doit être réalisé conformément à l'ISO 11171.

### 6.4 Mise en œuvre du CAP

**6.4.1** Utiliser le CAP dans les limites de fonctionnement déterminées au préalable conformément à l'ISO 11171 (voir [6.3](#)).

**6.4.2** Vérifier que le CAP a été mis en fonction suffisamment longtemps pour permettre sa stabilisation.

**6.4.3** Dépolluer le capteur et la canalisation associée avant utilisation en les rinçant avec du solvant filtré (voir [6.2.1](#)).

NOTE La dépollution peut être réalisée en remplissant un flacon de prélèvement propre avec du solvant filtré, puis en faisant circuler le solvant à travers le capteur et la canalisation associée à un débit d'environ 50 % supérieur à celui utilisé lors de l'analyse.

Vérifier que la sonde de prélèvement est sèche avant d'analyser un échantillon. Sinon, des erreurs peuvent se produire suite à la création d'interfaces optiques entre les liquides.

**6.4.4** Si le capteur a été préalablement utilisé pour analyser un liquide qui n'est pas miscible avec le liquide à analyser, le nettoyer soigneusement selon le mode opératoire spécifié en [7.3.10](#).