

---

---

**Transmissions hydrauliques — Étalonnage des  
compteurs automatiques de particules en  
suspension dans les liquides — Méthode  
utilisant une fine poussière d'essai (ACFTD)**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Hydraulic fluid power — Calibration of automatic-count instruments for  
particles suspended in liquids — Method using classified AC Fine Test  
Dust contaminant*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/17ab2d93-c8a1-43cb-b010-54f6e1901d52/iso-4402-1991>



## 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 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.

La Norme internationale ISO 4402 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 131, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques*, sous-comité SC 8, *Essais des produits et contrôle de la contamination*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4402:1977), dont le tableau 3 a fait l'objet d'une révision technique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/17ab2d93-c8a1-43cb-b010-346e19018286/iso-4402-1991>

© ISO 1991

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

## Introduction

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

Les compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides sont des moyens reconnus de détermination de la nature et de l'étendue de la pollution. La précision de ces appareils est déterminée par étalonnage.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 4402:1991](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/17ab2d93-c8a1-43cb-b010-54f6e1901d52/iso-4402-1991)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/17ab2d93-c8a1-43cb-b010-54f6e1901d52/iso-4402-1991>

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

ISO 4402:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/17ab2d93-c8a1-43cb-b010-54f6e1901d52/iso-4402-1991>

# Transmissions hydrauliques — Étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides — Méthode utilisant une fine poussière d'essai (ACFTD)

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode d'étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides utilisés pour l'analyse granulométrique des polluants dans les systèmes de transmissions hydrauliques.

Elle établit également une base uniforme et rationnelle de détermination de la distribution granulométrique et de comptage.

NOTE 1 Il est admis que les utilisateurs de cette méthode connaissent le fonctionnement de leur compteur automatique de particules et qu'ils emploieront des techniques appropriées de manipulation des échantillons tout au long de l'opération. Une manipulation des échantillons provoquant le dépôt des particules ou introduisant des erreurs dans la détermination de la concentration de la suspension peut fausser l'étalonnage.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la

1) ACFTD: Air Cleaner Fine Test Dust.

Pour obtenir de la fine poussière d'essai, écrire à

AC Spark Plug, General Motors Corporation, 1300 North Dort Highway, Flint, MI 48556, USA

ou

AC Spark Plug, Sales Department, Milton Keynes, Bucks., UK

CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

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

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

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions données dans l'ISO 5598:1985 s'appliquent.

## 4 Appareillage

Les matériaux et les matériels suivants doivent être utilisés.

**4.1 Fine poussière d'essai pour épurateur d'air (ACFTD)<sup>1)</sup>**, traitée et vérifiée par comptage.

**4.2 Membrane filtrante**, de diamètre moyen de pore inférieur à 1 µm et compatible avec le fluide de suspension (4.3).

**4.3 Fluide de suspension**, compatible avec le compteur automatique de particules (4.8) et filtré préalablement sur la membrane (4.2).

**4.4 Éprouvette graduée.****4.5 Balance analytique**, de précision  $\pm 0,1$  mg.

**4.6 Flacon de prélèvements**, à couvercle vissé avec, si nécessaire, une fine pellicule de plastique, d'un niveau de propreté correspondant au maximum à cinq particules supérieures à  $5 \mu\text{m}$  par millilitre de volume, conformément à l'ISO 3722.

**4.7 Agitateur**, n'altérant pas la distribution granulométrique initiale de la poussière pendant l'étalement.

**4.8 Compteur automatique de particules** (en suspension dans les liquides).

**5 Détermination de la concentration de saturation**

**5.1** Procéder à la détermination suivante dans une atmosphère stable afin de prévenir toute contamination extérieure significative de l'échantillon.

**5.2** Verser dans un flacon de prélèvement (4.6), une certaine quantité (par exemple 100 mg) de fine poussière d'essai (4.1) séchée, pesée avec précision ( $\pm 0,1$  mg). Y ajouter un certain volume (par exemple 1 litre) de fluide de suspension filtré (4.3), mesuré avec précision ( $\pm 1\%$ ). Replacer la pellicule de matière plastique propre (en cas d'utilisation) entre l'ouverture du flacon et son couvercle.

**5.3** Disperser la poussière et réaliser une suspension étalon (par exemple 100 mg/l) en l'agitant violemment (en faisant alterner, par exemple, 5 min d'agitation avec un secoueur à peinture, 30 s dans un bain à ultrasons et 15 min avec le secoueur à peinture).

**5.4** Préparer, à partir de la suspension étalon de 5.3, au moins six échantillons de concentrations différentes, par exemple 3 mg/l, 6 mg/l, 9 mg/l, 12 mg/l, 15 mg/l et 18 mg/l, en procédant comme suit:

- Verser la quantité exacte requise de suspension étalon concentrée dans un flacon de prélèvement propre.
- Ajouter dans le flacon la quantité exacte requise de liquide filtré.
- Replacer la pellicule de matière plastique propre (en cas d'utilisation) sur l'ouverture du flacon.

d) Boucher le flacon et le secouer pour obtenir une suspension uniforme des particules.

**5.5** Régler le compteur automatique de particules (4.8) à son niveau le plus sensible compatible avec une mesure correcte et régler chacun des autres canaux arbitrairement sur des niveaux de plus en plus élevés. Seul le canal le plus sensible sert pour la détermination de la saturation.

**5.6** Régler le débit dans la gamme recommandée par le fabricant du compteur de particules. Utiliser le même débit pour tous les comptages, sauf si l'instrument est réétalonné à un autre débit.

**5.7** Effectuer successivement, sur le canal le plus sensible, cinq comptages cumulatifs pour chaque échantillon de concentration.

**5.8** Reporter les résultats de ces comptages (voir 5.7) dans un tableau tel que le tableau 1 pour chaque échantillon.

NOTE 2 Il convient que la colonne 1 du tableau soit réservée à l'échantillon de plus faible concentration.

**5.9** Faire la moyenne des cinq comptages et la reporter à la septième ligne du tableau 1.

**5.10** Diviser la moyenne (voir 5.9) par la concentration correspondante,  $\rho$ , en milligrammes par litre, et reporter le résultat à la huitième ligne du tableau 1.

**5.11** Calculer les moyennes générales ( $\bar{Z}$ ) des valeurs ( $\bar{Y}$ ) reportées à la huitième ligne du tableau 1, à l'aide de l'équation suivante:

$$\bar{Z}_n = \frac{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \dots + \bar{Y}_n}{n}$$

où

$\bar{Z}_n$  est la moyenne générale (voir tableau 1, neuvième ligne);

$\bar{Y}$  est le taux moyen de comptage par milligramme par litre =  $\bar{X}/\rho$ ;

$\bar{X}$  est la moyenne arithmétique des comptages cumulatifs (voir tableau 1, septième ligne);

$n$  est le nombre d'échantillons.

**5.12** Calculer les erreurs en soustrayant la valeur de  $\bar{Z}$  de  $\bar{Y}$  pour chaque échantillon et reporter ces valeurs à la dixième ligne du tableau 1.

**5.13** Calculer les dispersions correspondantes en soustrayant le nombre le plus faible du nombre le plus élevé pour un même échantillon et reporter ces valeurs à la onzième ligne du tableau 1.

**5.14** Calculer la moyenne de toutes les dispersions en divisant la somme des dispersions par le nombre d'échantillons.

**5.15** Reporter cette moyenne à la douzième ligne dans la dernière colonne du tableau 1.

**5.16** À l'aide du coefficient  $D$  figurant immédiatement en dessous de la valeur enregistrée de la dispersion moyenne (voir tableau 1), calculer la limite supérieure de la dispersion, ainsi que la tolérance de réglage, en se servant des formules indiquées dans le tableau 1. L'examen des erreurs (dixième ligne) dans l'ordre croissant des valeurs de concentration des échantillons montre un point où tous les échantillons de concentration élevée présentent une erreur supérieure à la tolérance de réglage. Ce point représente la limite de saturation du compteur au réglage correspondant du canal considéré.

Tableau 1 — Feuille de comptage des particules

Ligne n°	Échantillon n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Concentration, mg/l										
2	Comptage 1										
3	Comptage 2										
4	Comptage 3										
5	Comptage 4										
6	Comptage 5										
7	Moyenne $\bar{X}$										
8	$\bar{Y} = \bar{X}/\rho$ 1)										
9	$\bar{Z}$ = moyenne générale										
10	Erreur 8 – 9										
11	Dispersion <sup>2)</sup>										
12	Dispersion moyenne <sup>3)</sup>	→									
(Coefficient pour $n > 10 = 2,12$ )		Coefficient $D$ →					1,88	1,89	1,90	1,91	1,92
		Limite supérieure de dispersion = dispersion moyenne x coefficient $D$ →									
		Tolérance de réglage = $\pm$ dispersion moyenne x 0,55 →									
1) Comptage moyen par milligramme par litre. 2) Différence entre le comptage le plus élevé et le plus faible. 3) Moyenne de toutes les dispersions enregistrées à la onzième ligne.											

**5.17** Si, pour un comptage quelconque, en dessous de la limite de saturation, la gamme figurant à la onzième ligne dépasse la limite supérieure, recommencer le comptage à la concentration considérée et réexaminer le tableau à la lumière de ces nouvelles valeurs.

**5.18** Si plus d'un échantillon dépasse la limite supérieure de la dispersion, ou si un échantillon présente une erreur supérieure à la tolérance de réglage en dessous du niveau de saturation, c'est la technique de comptage qui est à revoir.

## 6 Méthode d'étalonnage pour l'analyse granulométrique

**6.1** Préparer un mélange pour étalonnage en diluant une partie de la suspension étalon (5.3) dans le fluide de suspension filtré (4.3) de manière à obtenir une certaine concentration inférieure au niveau de saturation (voir 5.16) du compteur.

**6.2** Remplir, avec la suspension étalon (6.1) un minimum de trois flacons de prélèvement du mélange.

**6.3** Régler le ou les canaux du compteur sur une ou des valeur(s) choisie(s) arbitrairement (par exemple la ou les valeur(s) de réglage suggérée(s) par le fabricant du compteur) à l'intérieur du champ de distribution granulométrique désiré.

**6.4** Procéder à cinq comptages successifs aux réglages spécifiés en 6.3 pour chacun des flacons de prélèvements spécifiés en 6.2.

**6.5** Répéter l'opération 6.3 pour au moins quatre réglages différents de chacun des canaux du compteur à l'intérieur du champ de distribution granulométrique désiré.

**6.6** Calculer la moyenne des cinq comptages obtenus pour chaque flacon de prélèvement.

**6.7** Calculer le comptage moyen de tous les flacons de prélèvement pour chaque réglage des canaux.

**6.8** Calculer, pour chaque réglage des canaux, le nombre moyen de particules par millilitre et par milligramme par litre de concentration ( $\bar{A}$ ) en divisant le comptage moyen de tous les flacons de prélèvement spécifié en 6.6 par le produit du volume de l'échantillon, en millilitres, par le niveau gravimétrique de la suspension étalon, en milligrammes par litre.

**6.9** Reporter les moyennes ( $\bar{A}$ ) de 6.8, en fonction des réglages correspondants des canaux, sur un papier graphique log-log.

**6.10** Choisir la dimension des particules à compter par chaque canal du compteur automatique. Ayant choisi pour chaque canal une dimension désirée, déterminer, grâce au tableau 2, le nombre de particules par millilitre de dimensions supérieures à la dimension désirée.

**6.11** Choisir les réglages correspondant aux comptages appropriés, en utilisant le graphique donnant  $\bar{A}$  en fonction du réglage (voir 6.9).

**6.12** Régler le ou les canaux du compteur sur les valeurs choisies en 6.11.

**6.13** Vérifier ces valeurs pour les dimensions appropriées de particules, en effectuant des comptages avec la suspension étalon obtenue selon 6.1.

**6.14** Procéder aux corrections mineures de réglage pour la suspension, nécessaires si le comptage moyen sur cinq déterminations successives s'écarte de la valeur correcte obtenue avec la poussière d'essai.

**6.15** Pour en terminer avec les réglages des canaux (voir 6.13), préparer, dans des flacons de prélèvement, à l'aide de la suspension étalon (6.1), un minimum de six échantillons.

**6.16** À partir de chacun des réglages des canaux réalisés en 6.13, effectuer cinq comptages consécutifs sur chacun des flacons de prélèvement de 6.15. Pour les compteurs à canaux multiples, il est possible de vérifier simultanément plusieurs réglages.

**6.17** Préparer pour chaque réglage des canaux un tableau similaire au tableau 1.

**6.18** Reporter aux emplacements appropriés de ce tableau, les cinq comptages cumulatifs successifs obtenus en 6.16 pour chaque échantillon.

**6.19** Reporter à la septième ligne de chaque tableau la moyenne arithmétique des comptages correspondant à chaque flacon de prélèvement.

**6.20** Calculer les dispersions en soustrayant la valeur la plus faible de la valeur du comptage la plus élevée pour un même échantillon.

**6.21** Reporter ces valeurs (voir 6.20) à la onzième ligne de chaque tableau.

**6.22** Calculer la moyenne de toutes les dispersions en divisant la somme des dispersions par le nombre d'échantillons.



Tableau 2 — Comptage optique des particules pour 1 mg/l de fine poussière d'essai

Diamètre µm	Nombre de particules par millilitre > diamètre	Diamètre µm	Nombre de particules par millilitre > diamètre
1	$1,8 \times 10^3$	51	1,2
2	$1,4 \times 10^3$	52	1,1
3	$0,99 \times 10^3$	53	1,0
4	$0,71 \times 10^3$	54	0,97
5	$0,52 \times 10^3$	55	0,90
6	$0,39 \times 10^3$	56	0,84
7	$0,29 \times 10^3$	57	0,79
8	$0,23 \times 10^3$	58	0,74
9	$0,18 \times 10^3$	59	0,69
10	$0,14 \times 10^3$	60	0,65
11	$0,12 \times 10^3$	61	0,61
12	95	62	0,57
13	79	63	0,54
14	66	64	0,50
15	55	65	0,47
16	47	66	0,45
17	40	67	0,42
18	34	68	0,40
19	29	69	0,37
20	25	70	0,35
21	22	71	0,33
22	19	72	0,32
23	17	73	0,30
24	15	74	0,28
25	13	75	0,27
26	12	76	0,25
27	10	77	0,24
28	9,3	78	0,23
29	8,4	79	0,22
30	7,5	80	0,21
31	6,8	81	0,20
32	6,1	82	0,19
33	5,5	83	0,18
34	5,0	84	0,17
35	4,5	85	0,16
36	4,1	86	0,15
37	3,8	87	0,14
38	3,4	88	0,14
39	3,1	89	0,13
40	2,9	90	0,13
41	2,6	91	0,12
42	2,4	92	0,11
43	2,2	93	0,11
44	2,1	94	0,10
45	1,9	95	0,10
46	1,7	96	0,10
47	1,6	97	0,09
48	1,5	98	0,09
49	1,4	99	0,08
50	1,3	100	0,08