
**Transmissions hydrauliques —
Étalonnage des compteurs
automatiques de particules en
suspension dans les liquides**

*Hydraulic fluid power — Calibration of automatic particle counters
for liquids*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11171:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a541-48cf-b757-6626be4f2d12/iso-11171-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a541-48cf-b757-6626be4f2d12/iso-11171-2020>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11171:2020
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a541-48cf-b757-6626be4f2d12/iso-11171-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Matériaux et équipement	3
5 Succession des opérations d'étalonnage des CAP	5
6 Mode opératoire d'étalonnage dimensionnel	8
7 Présentation des données	18
8 Phrase d'identification	19
Annexe A (normative) Contrôle préliminaire du CAP	20
Annexe B (normative) Mode opératoire de détermination de l'erreur de coïncidence	24
Annexe C (normative) Détermination des débits limites	28
Annexe D (normative) Détermination de la résolution	33
Annexe E (normative) Vérification de la précision du comptage de particules	39
Annexe F (normative) Préparation et vérification des flacons de suspensions d'étalonnage secondaire	42
Annexe G (normative) Dilution d'échantillons de suspension d'étalonnage	46
Annexe H (informative) Vérification de la distribution granulométrique des suspensions d'étalonnage	49
Bibliographie	51

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).

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).

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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a341-48cf-b757-66266c412d12/iso-11171-2020).

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

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 11171:2016), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- [Article 1](#) et [4.4](#): la suspension de référence SRM 2806b ne est pas utilisée pour l'étalonnage dimensionnel conformément au présent document;
- [3.1](#): la définition d'un compteur automatique de particules (CAP) a été clarifiée;
- [3.8](#) (Note 1 à l'article): la distribution en taille et en nombre des échantillons de suspension d'étalonnage primaire est indiquée dans le [Tableau 3](#) du certificat d'analyse de la suspension SRM 2806x;
- [4.6](#): la poudre d'essai moyenne ISO (MTD) ou toute autre poudre d'essai conforme à l'ISO 12103-1 est admise comme suspension d'étalonnage secondaire;
- [4.8](#): le CAP dispose d'au minimum 8 canaux de réglage au lieu de 6;
- [6.1](#): des billes de latex sont requises pour l'étalonnage primaire pour des tailles de particules supérieures à 30 µm(c);
- [6.1](#): des suspensions d'étalonnage secondaire peuvent servir pour l'étalonnage secondaire pour des tailles de particules supérieures à 30 µm(c);

- [6.2](#): à la fois les seuils de référence et les nombres certifiés de distribution granulométrique de la suspension SRM 2806x sont utilisés pour l'étalonnage dimensionnel primaire;
- [6.2](#): les données d'au moins 16 tailles de particules différentes issues de la distribution granulométrique certifiée sont utilisées pour créer la courbe d'étalonnage du CAP;
- [6.3](#): les données obtenues à partir d'au moins 12 réglages différents de la tension de seuil du CAP sont utilisées pour relier les concentrations en particules aux valeurs de seuil;
- [6.6](#): les critères d'acceptation des valeurs sont basés sur le nombre moyen de particules comptées plutôt que sur la concentration en particules;
- [6.6](#): la dilution des suspensions d'étalonnage est admise pour permettre l'étalonnage des CAP pour des tailles qui seraient autrement à l'origine d'une erreur de coïncidence pour les suspensions d'étalonnage;
- [6.9](#): la méthode d'interpolation basée sur les courbes de Bézier est spécifiée et un outil permettant de l'utiliser pour relier le réglage de la tension de seuil à la taille des particules est fourni;
- [6.9](#): l'incertitude type de la concentration en particules à chaque réglage du seuil est calculée et consignée dans le rapport;
- [6.11](#) – [6.14](#): la méthode modifiée de demi-comptage différentiel pour relier la taille des particules au réglage du seuil en utilisant des billes de latex est spécifiée pour l'étalonnage primaire des tailles de particules supérieures à 30 $\mu\text{m(c)}$;
- [6.15](#): la méthode d'interpolation basée sur les courbes de Bézier est spécifiée pour relier le réglage de la tension du seuil à la taille des particules et un outil permettant de l'utiliser pour relier le réglage de la tension de seuil à la taille des particules et pour tracer une courbe d'étalonnage du CAP est fourni;
- [Article 7](#): la seule façon acceptable de consigner la taille des particules à l'aide du présent document est d'utiliser l'unité de mesure $\mu\text{m(c)}$;
- [Tableau A.1](#): la concentration moyenne en particules et les limites inférieure et supérieure acceptables ont été actualisées sur la base des résultats d'un essai interlaboratoires réalisé à l'aide de poudre d'essai RM 8632a et calculées à l'aide d'une interpolation logarithmique des comptages de particules observées et avec un niveau de confiance de 98 %;
- [Tableau C.2](#): les valeurs acceptables de D_Q sont basées sur le nombre moyen de particules comptées plutôt que la concentration en particules;
- [E.2](#): l'utilisation du NIST RM 8631x, de l'ISO MTD ou de toute autre poudre d'essai conforme à l'ISO 12103-1 est admise comme suspension d'étalonnage secondaire et la concentration maximale admissible pour les suspensions secondaires est augmentée de 75 % à 100 fois la limite d'erreur de coïncidence du capteur;
- [E.4](#) et [E.7](#): les données sont issues d'au moins 16 tailles de particules différentes et être consignées dans le certificat d'analyse pour les suspensions d'étalonnage secondaire résultantes;
- [Annexe G](#): cette nouvelle annexe spécifie la méthode de dilution pour les échantillons de suspension d'étalonnage à utiliser en [6.6](#) pour les échantillons dont la concentration serait à l'origine d'une erreur de coïncidence ;
- [Annexe H](#), Exemples de calculs, tirée de l'ISO 11171:2016: supprimée et remplacée par l'[Annexe H](#), Vérification de la distribution granulométrique des suspensions d'étalonnage.

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.

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 fluide est à la fois un lubrifiant et un milieu de transmission de l'énergie. La fiabilité de fonctionnement d'un système exige un contrôle des contaminants présents dans le fluide. La quantification et la qualification des contaminants particuliers d'un échantillon de fluide requièrent que son prélèvement et la mesure de la distribution granulométrique et de la concentration des contaminants soient réalisés avec soin et précision. Les compteurs automatiques de particules (CAP) en suspension dans les liquides sont des moyens reconnus de détermination de la concentration et de la distribution granulométrique des contaminants particuliers. La précision de chaque CAP est établie par étalonnage.

Le présent document est un mode opératoire d'étalonnage normalisé pour les CAP utilisés pour déterminer la taille et les comptages de particules. L'étalonnage dimensionnel primaire est réalisé avec des suspensions NIST SRM 2806x ayant une distribution granulométrique certifiée par le National Institute of Standards and Technology (NIST) des États-Unis pour les tailles de particules inférieures ou égales à 30 μm (c), et au moyen de billes de latex (polystyrène expansé) pour les tailles supérieures.

Une méthode d'étalonnage secondaire utilise des suspensions de NIST RM 8631x, d'ISO MTD ou toute autre poudre d'essai conforme à l'ISO 12103-1, qui sont soumises à une analyse séparée au moyen d'un CAP étalonné selon la méthode primaire. Les spécifications minimales des performances sont établies pour le coefficient de variation du CAP (CV) du volume de la suspension, le CV du débit, la résolution et la précision du comptage de particules. Les limites de fonctionnement d'un CAP, y compris son niveau de bruit de fond, sa limite d'erreur de coïncidence et ses débits limites sont déterminés.

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11171:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a541-48cf-b757-6626be4f2d12/iso-11171-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a541-48cf-b757-6626be4f2d12/iso-11171-2020>

Transmissions hydrauliques — Étalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des modes opératoires portant sur les aspects suivants :

- a) l'étalonnage dimensionnel primaire pour des tailles de particules supérieures ou égales à 1 µm(c), la résolution du capteur et les performances de comptage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides capables d'analyser des échantillons en flacon ;
- b) l'étalonnage dimensionnel secondaire avec des suspensions vérifiées au moyen d'un CAP ayant fait l'objet d'un étalonnage primaire ;
- c) l'établissement de limites acceptables de fonctionnement et de performances ;
- d) la vérification des performances du compteur de particules en utilisant de la poudre d'essai ;
- e) la détermination des limites de coïncidence et de débit (de comptage).

Le présent document s'applique à l'utilisation de fluides hydrauliques, de carburants pour l'aéronautique et des gazoles, d'huile pour moteurs et autres fluides d'origine pétrolière. Le présent document ne s'applique pas à l'étalonnage dimensionnel avec des suspensions d'étalonnage primaire NIST SRM 2806b.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a541-48cf-b757-6626be4f2d12/iso-11171-2020>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ebdd223-a541-48cf-b757-6626be4f2d12/iso-11171-2020>

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

ISO 4787, *Verrerie de laboratoire — Instruments volumétriques — Méthodes de vérification de la capacité et d'utilisation*

ISO 5598, *Transmissions hydrauliques et pneumatiques — Vocabulaire*

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

ISO 16889, *Transmissions hydrauliques — Filtres — Évaluation des performances par la méthode de filtration en circuit fermé*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans 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 <http://www.electropedia.org/>.

3.1 compteur automatique de particules CAP

instrument qui réalise automatiquement les tâches suivantes :

- a) 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 ;
- b) mesure la taille des particules ;
- c) trie ou rassemble les particules par plages de dimensions ;
- d) compte les particules dans chaque plage de dimensions ;
- e) indique le nombre de particules dans chaque plage de dimensions par unité de volume ; et
- f) facilite l'étalonnage des instruments conformément au présent document.

Note 1 à l'article: Un CAP utilisé pour déterminer la *taille des particules* (3.7) avec des fluides hydrauliques, des carburants pour l'aéronautique et des gazoles, de l'huile pour moteurs et d'autres fluides d'origine pétrolière doit être étalonné conformément à l'Article 5 du présent document.

3.2 niveau de bruit de fond

réglage minimum de la tension d'un CAP (3.1) pour lequel la fréquence observée de comptage des impulsions ne dépasse pas 60 comptages/min du fait de parasites en l'absence de débit dans le *volume de détection* (3.3)

Note 1 à l'article: Le mouvement brownien de toute particule détectable dans la zone de détection pendant la réalisation de l'étape en A.2 peut entraîner des résultats erratiques.

3.3 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

3.4 résolution

mesure de l'aptitude d'un CAP (3.1) à différencier des particules de tailles similaires, mais différentes, déterminée conformément à l'Annexe D du présent document

3.5 limite d'erreur de coïncidence

concentration maximale en NIST RM 8632x qu'un *compteur automatique de particules* (3.1) peut compter avec moins de 5 % d'erreur due à la présence simultanée de plusieurs particules dans le *volume de détection* (3.3)

3.6 débit d'utilisation

débit traversant le capteur pendant l'analyse des échantillons

3.7**taille des particules**

diamètre des particules de surface projetée équivalente tel que déterminé par le NIST par microscopie électronique à balayage traçables aux unités SI à l'aide d'un étalon de longueur du NIST, ou tel que déterminé avec un compteur optique de particules en suspension dans les liquides (3.1) étalonné conformément au présent document

Note 1 à l'article: Le NIST utilise la microscopie électronique à balayage pour déterminer le diamètre des particules de surface projetée équivalente dans le matériau de référence normalisé NIST 2806x, où x est la lettre utilisée par le NIST pour désigner le numéro de lot de la suspension d'étalonnage primaire (3.9) certifiée.

3.8**distribution granulométrique**

concentration cumulée en nombre de particules supérieures à une taille spécifiée, exprimée en fonction de la *taille des particules* (3.7)

Note 1 à l'article: Une distribution granulométrique certifiée est fournie par un producteur de suspensions d'étalonnage primaire (3.9) ou secondaire (3.10) et certifie que la distribution granulométrique indiquée pour les suspensions a été déterminée par le NIST ou déterminée conformément à l'Annexe F du présent document. La distribution granulométrique de la suspension SRM 2806x utilisée pour les étalonnages primaires (3.9) doit être composée du diamètre [$\mu\text{m(c)}$] et du nombre correspondant de particules > diamètre (parties/mL) indiqués dans les colonnes 1 et 3 du Tableau 3 du Certificat d'analyse du matériau de référence normalisé @ 2806x^[5].

Note 2 à l'article: La vérification de la distribution granulométrique des suspensions d'étalonnage est détaillée dans l'Annexe H du présent document.

3.9**étalonnage primaire**

étalonnage dimensionnel réalisé conformément au mode opératoire d'étalonnage dimensionnel spécifié à l'Article 6 du présent document en utilisant le matériau de référence normalisé NIST 2806x pour des tailles de particules (3.7) inférieures ou égales à 30 $\mu\text{m(c)}$ et des billes de latex (polystyrène expansé) pour les tailles supérieures

Note 1 à l'article: Des détails sur le matériau de référence normalisé NIST 2806x sont donnés en 4.4.

3.10**étalonnage secondaire**

étalonnage dimensionnel réalisé en utilisant des suspensions d'étalonnage secondaire

Note 1 à l'article: Le mode opératoire d'étalonnage dimensionnel est spécifié à l'Article 6 et la préparation des suspensions d'étalonnage secondaire est indiquée à l'Annexe F.

3.11**analyseur multicanal****AMC**

dispositif électronique capable de trier les impulsions électriques en entrée en fonction de leur amplitude

4 Matériaux et équipement**4.1 Billes de latex (polystyrène expansé) qui :**

- a) sont en suspension aqueuse ;
- b) ont un diamètre nominal de :
 - 1) 10 μm si utilisées pour la détermination de la résolution conformément à l'Annexe D ;

ISO 11171:2020(F)

- 2) supérieur à 30 µm pour l'étalonnage de la taille des particules conformément à l'[Article 6](#) pour les tailles de particules supérieures à 30 µm ;
- c) ont un coefficient de variation inférieur à 5 %, ce dernier étant le rapport de l'écart-type du diamètre des particules de latex dans la suspension sur le diamètre moyen de ces particules ;
- d) ont un certificat d'analyse qui indique que le diamètre moyen des particules et le coefficient de variation des billes de latex ont été déterminés en utilisant des techniques raccordées à des étalons nationaux.

Après ouverture, les suspensions de billes de latex (polystyrène expansé) doivent être utilisées dans un délai de trois mois, à moins que la distribution granulométrique et la propreté de la suspension aient été vérifiées.

NOTE 1 La distribution granulométrique des billes de latex (polystyrène expansé) peut être vérifiée en appliquant la méthode décrite en [D.14](#).

NOTE 2 La durée de conservation des billes de latex (polystyrène expansé) en suspension aqueuse est limitée. Elle dépend d'un certain nombre de facteurs, notamment la température et la contamination microbienne de la suspension.

4.2 Diluant propre, se composant du fluide d'essai utilisé dans l'ISO 16889 et contenant :

- a) un additif antistatique à une concentration telle que la conductivité résultante du diluant propre est de $(2\,500 \pm 1\,000)$ pS/m à température ambiante ; et
- b) moins de 0,5 % de la concentration en nombre de particules de taille égale ou supérieure à la plus petite taille d'intérêt que l'on s'attend à trouver dans les échantillons.

4.3 Diluant propre aérosol OT, destiné à être utilisé pour l'étalonnage pour des tailles de particules supérieures à 30 µm(c) et pour déterminer la résolution du capteur à l'[Annexe D](#) (le diluant propre spécifié en [4.2](#) étant utilisé pour toutes les autres opérations du présent document) :

- a) il est préparé à partir d'une solution concentrée obtenue en ajoutant 120 g d'aérosol OT à chaque litre de diluant propre ([4.2](#)), qui est :
 - 1) chauffée à environ 60 °C et remuée jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'aérosol OT non dissous visible à l'œil nu ; et
 - 2) diluée avec le diluant propre ([4.2](#)) pour obtenir une concentration finale de 12 g d'aérosol OT par litre ; et
- b) il répond aux mêmes niveaux de propreté que le diluant spécifié en [4.2](#).

L'aérosol OT (dioctylsulfosuccinate, sel de sodium) est une substance solide paraffineuse hygroscopique. S'il est humide ou a absorbé de l'eau avant utilisation, le sécher d'abord pendant au moins 18 h à environ 150 °C.

NOTE En [4.3](#) a) 1), il est essentiel que la totalité de l'aérosol OT soit dissoute avant de passer à [4.3](#) a) 2). Selon les conditions locales, la dissolution complète peut exiger plus de 6 h de chauffage et d'agitation comme décrit.

AVERTISSEMENT — Prendre les précautions de sécurité de manipulation et d'utilisation décrites sur la fiche de sécurité (disponible auprès du fournisseur d'aérosol OT).

4.4 Suspension d'étalonnage primaire de matériau de référence normalisé NIST 2806x (SRM 2806x), où x est la lettre utilisée par le NIST pour désigner le numéro de lot de la suspension d'étalonnage primaire certifiée, disponible auprès du NIST, à utiliser pour les étalonnages primaires. La suspension SRM 2806b ne doit pas être utilisée pour les étalonnages conformément au présent document.

4.5 Poudre de référence NIST 8631x (RM 8631x), où x est la lettre utilisée par le NIST pour désigner le numéro de lot du matériau de référence, disponible auprès du NIST, préparée par séchage pendant au moins 18 h à une température comprise entre 110 °C et 150 °C, nécessaire si un étalonnage secondaire est à réaliser (voir [6.1](#)).

4.6 Solution concentrée de poudre d'essai moyenne ISO (MTD) ou autre poudre d'essai conforme à l'ISO 12103-1, séchée pendant au moins 18 h à une température comprise entre 110 °C et 150 °C avant emploi, à utiliser si un étalonnage secondaire est à réaliser (voir [6.1](#)).

4.7 Poudre de référence NIST 8632x (RM 8632x), où x est la lettre utilisée par le NIST pour désigner le numéro de lot du matériau de référence, préparée par séchage pendant au moins 18 h à une température comprise entre 110 °C et 150 °C, avant emploi, requise pour la détermination de la limite d'erreur de coïncidence et aux [Annexes A, B, C](#) et [E](#).

NOTE Les matériaux de référence spécifiés en [4.4](#), [4.5](#), [4.6](#) et [4.7](#) peuvent être modifiés pendant la production de nouveaux lots. Ce changement n'affecte pas l'étalonnage dimensionnel ([Article 6](#)), mais la capacité d'un CAP à satisfaire aux exigences de précision de comptage en [E.9](#) peut être affectée si le lot de RM 8632x utilisé pour préparer les échantillons diffère du lot utilisé pour créer le [Tableau A.1](#).

4.8 Compteur automatique de particules en suspension dans les liquides, avec passeur d'échantillon en flacon et au moins 8 canaux qui peuvent être réglés à différents seuils.

4.9 Flacons de prélèvement propres, qui ferment (bouchons de flacon appropriés, par exemple) et **verrerie volumétrique** au moins de classe de précision B telle que définie dans l'ISO 4787, avec des niveaux de propreté inférieurs à 0,5 % de la concentration en nombre de particules (supérieures à la plus petite taille d'intérêt) que l'on s'attend à trouver dans les échantillons, confirmés conformément à l'ISO 3722.

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

4.11 Bain à ultrasons, ayant une puissance volumique comprise entre 3 000 W/m² et 10 000 W/m² de surface de fond.

4.12 Papier graphique arithmétique ou logiciel informatique de tracé graphique.

4.13 Papier graphique logarithmique ou logiciel informatique de tracé graphique.

4.14 Balance d'analyse ou électronique répondant au minimum aux spécifications suivantes :

- a) lisibilité: 0,01 mg ;
- b) précision (concordance avec la masse réelle): ± 0,05 mg ;
- c) fidélité (répétabilité): 0,05 mg ;
- d) portes avant et latérales et couvercle pour éliminer l'effet des courants d'air.

4.15 Suspension d'étalonnage secondaire, préparée conformément à l'[Annexe F](#) utilisée pour les étalonnages secondaires. Les suspensions d'étalonnage secondaire ne doivent pas être utilisées pour les étalonnages primaires.

5 Succession des opérations d'étalonnage des CAP

5.1 Appliquer les modes opératoires du présent article à réception d'un nouveau CAP ou à la suite de la réparation ou d'un nouveau réglage d'un CAP ou d'un capteur comme indiqué dans le [Tableau 1](#). La

Figure 1 donne la séquence recommandée d'étapes à suivre pour effectuer l'étalonnage complet d'un nouveau CAP. Les Annexes A et B doivent être exécutées avant de passer à l'Article 6. Passer à l'Article 6 si aucune réparation ou aucun nouveau réglage du CAP ou du capteur n'ont été effectués, si aucune modification perceptible des caractéristiques de fonctionnement ne s'est produite depuis le dernier étalonnage dimensionnel et si les modes opératoires des Annexes A, B, C, D et E ont déjà été réalisés sur le CAP et que les résultats ont été documentés. L'ordre précis des annexes et articles donné à la Figure 1 et dans le Tableau 1 est une recommandation. L'opérateur peut suivre un ordre différent, tant que toutes les étapes requises sont réalisées.

Les opérations en Annexes A, B, C, D et E peuvent être réalisées par un laboratoire individuel ou par le fabricant du CAP avant livraison. Si celles-ci sont réalisées avant la livraison, il n'est pas toujours nécessaire de les répéter à la réception du CAP, cela dépend des recommandations du fabricant.

NOTE Pour les besoins du présent paragraphe, la réparation et le nouveau réglage d'un CAP font référence aux opérations d'entretien courant ou de réparation affectant l'aptitude du CAP à dimensionner et compter les particules avec précision.

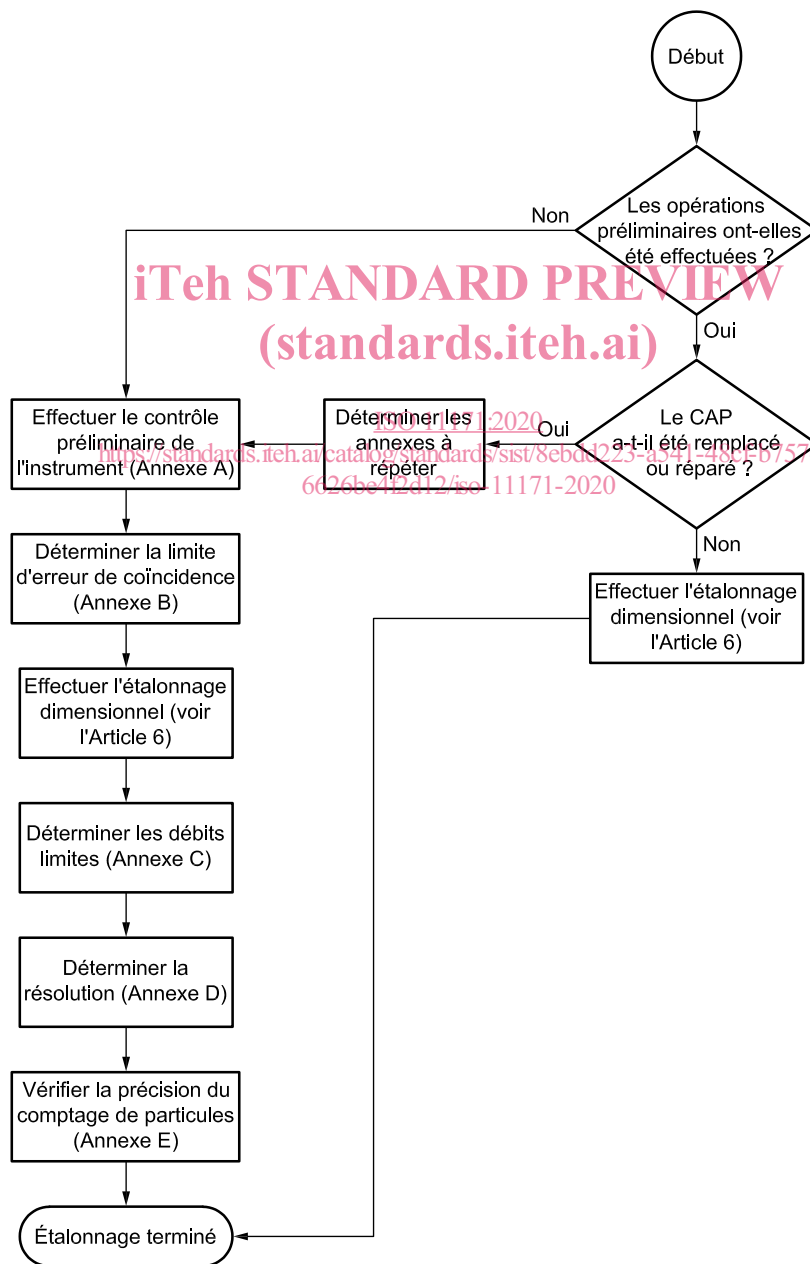


Figure 1 — Succession recommandée des opérations d'étalonnage des CAP

Une modification des caractéristiques de fonctionnement du CAP peut être détectée par plusieurs méthodes distinctes, notamment (liste non exhaustive) :

- a) étude des résultats de comptage de particules sur des échantillons de contrôle prélevés dans le temps et d'une carte de contrôle de processus statistique, par exemple une carte de plage de mouvements d'individus (IMR), pour détecter les modifications significatives de l'étalonnage ;
- b) comparaison des courbes d'étalonnage indiquant la taille des particules en unités de $\mu\text{m}(c)$ dans le temps pour détecter une modification significative de l'étalonnage ;
- c) retour du CAP au fabricant pour évaluation et analyse de la modification de l'étalonnage ;
- d) analyse d'une suspension d'étalonnage primaire ou secondaire conformément à [6.5](#) à [6.7](#), puis comparaison des données de concentration en particules ainsi obtenues à la distribution granulométrique correspondante de l'échantillon :
 - 1) si les résultats concordent avec les limites de D_{90} maximale admissible ([6.6](#)) données dans le [Tableau C.2](#), l'aptitude du CAP à dimensionner et compter les particules n'a pas été affectée de manière significative ;
 - 2) en cas de non-concordance des résultats, une modification significative s'est produite, procéder alors comme indiqué dans le [Tableau 1](#) ;
- e) détermination du niveau de bruit de fond du CAP conformément à [A.2](#), puis comparaison du niveau de bruit obtenu aux résultats obtenus précédemment. Une augmentation éventuelle de plus de 30 % du niveau de bruit de fond depuis la dernière détermination peut être une indication d'un changement d'étalonnage du CAP et de la nécessité de le réparer. Si le niveau de bruit de fond n'a pas changé, cela ne prouve pas que les caractéristiques de fonctionnement du CAP n'ont pas changé.

En cas de réglage, réparation ou remplacement de la source lumineuse ou d'une partie du système optique, répéter les modes opératoires de l'[Article 6](#) et des [Annexes A, B, D](#) et [E](#).

En cas de réglage, réparation ou remplacement du capteur ou de l'électronique de comptage, répéter les modes opératoires de l'[Article 6](#) et des [Annexes A, B, C, D](#) et [E](#).

En cas de réparation, remplacement ou nouveau réglage du système de mesure du volume, les modes opératoires de [A.3](#) à [A.9](#) et de l'[Annexe C](#) doivent être réalisés.

Il est inutile de répéter ces modes opératoires à la suite d'un nettoyage normal, de la fixation de câbles ou d'un équipement périphérique, du remplacement de tuyauteries ou de raccords ou de toute autre opération n'entraînant pas le démontage du CAP, du capteur ou du système de mesure de volume.

5.2 Effectuer le contrôle préliminaire du CAP, y compris la précision du volume, conformément à l'[Annexe A](#).

5.3 Déterminer les limites d'erreur de coïncidence du CAP conformément à l'[Annexe B](#).

5.4 Effectuer l'étalonnage dimensionnel conformément à l'[Article 6](#).

5.5 Déterminer les débits limites du CAP conformément à l'[Annexe C](#).

5.6 Déterminer la résolution du CAP conformément à l'[Annexe D](#).

5.7 Vérifier la précision du comptage de particules conformément à l'[Annexe E](#).

5.8 Afin de satisfaire aux exigences du présent document, le CAP doit :

- a) être étalonné conformément à [5.4](#) ;

- b) être conforme aux spécifications de précision de volume, de résolution et de performances du capteur déterminées en 5.2, 5.6 et 5.7 ;
- c) fonctionner en utilisant la courbe d'étalonnage déterminée conformément à 5.4 dans les limites d'erreurs de coïncidence et de débit déterminées conformément à 5.3 et 5.5.

Tableau 1 — Planning des opérations d'étalonnage des CAP

État du CAP ^a	Article ou annexe pertinent(e) du présent document à utiliser					
	Article 6	Annexe A	Annexe B	Annexe C	Annexe D	Annexe E
	Mode opératoire d'étalonnage dimensionnel	Contrôle préliminaire du CAP	Limites d'erreur de coïncidence	Débits limites	Résolution	Précision
Nouveau CAP ou CAP existant non étalonné conformément au présent document	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire
Dernier étalonnage effectué il y a plus de 6 mois à 12 mois	Réaliser le mode opératoire	Pas nécessaire	Pas nécessaire	Pas nécessaire	Pas nécessaire	Pas nécessaire
Étalonnage soupçonné d'avoir changé de manière significative	Réaliser le mode opératoire	Pas nécessaire	Pas nécessaire	Pas nécessaire	Pas nécessaire	Pas nécessaire
Réparation ou nouveau réglage du système optique (y compris la source lumineuse)	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Pas nécessaire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire
Réparation ou nouveau réglage du capteur ou de l'électronique de comptage	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire	Réaliser le mode opératoire
Réparation ou nouveau réglage des organes de mesure de volume (débitmètre, burette, détecteurs de niveau, etc.)	Pas nécessaire	Réaliser le mode opératoire	Pas nécessaire	Réaliser le mode opératoire	Pas nécessaire	Pas nécessaire
Nettoyage du capteur	Aucune action nécessaire					
Fixation de câbles ou d'équipements périphériques	Aucune action nécessaire					
Remplacement de tuyauteries ou de raccords	Aucune action nécessaire					
Opération n'entraînant pas le démontage du CAP, du capteur ou du système de mesure du volume	Aucune action nécessaire					
^a La réparation ou le nouveau réglage font uniquement référence aux opérations d'entretien courant ou de réparation affectant l'aptitude du CAP à dimensionner et compter les particules avec précision. Pour vérifier l'aptitude d'un CAP à dimensionner et compter les particules avec précision, analyser une suspension d'étalonnage primaire ou secondaire conformément à 6.5 à 6.7, puis comparer les données de concentration en particules ainsi obtenues à la distribution granulométrique de l'échantillon. Si les résultats concordent avec les limites de D_0 maximale admissible du Tableau C.2, l'aptitude du CAP à dimensionner et compter les particules n'a pas été affectée de manière significative. En cas de non-concordance des résultats, procéder comme indiqué dans ce tableau.						

6 Mode opératoire d'étalonnage dimensionnel

6.1 Effectuer l'étalonnage dimensionnel comme indiqué à la Figure 2 tous les trois à six mois, à réception d'un nouveau CAP ou à la suite d'une réparation ou d'un nouveau réglage d'un CAP ou d'un

capteur. Après avoir établi un historique de l'étalonnage d'un CAP et d'un capteur, l'intervalle entre des étalonnages successifs peut être augmenté, mais il ne doit pas dépasser un an. Pour les particules dont la taille est inférieure ou égale à 30 µm(c), utiliser des suspensions d'étalonnage NIST (voir 4.4) pour les étalonnages primaires, ou des suspensions d'étalonnage secondaire (4.15) préparées conformément à l'Annexe F pour les étalonnages secondaires. Pour les particules dont la taille est supérieure à 30 µm(c), utiliser des billes de latex (polystyrène expansé) (voir 4.1) pour les étalonnages primaires, ou des suspensions d'étalonnage secondaire préparées conformément à l'Annexe F pour les étalonnages secondaires.

Effectuer toutes les phases de l'étalonnage au même débit d'utilisation. Déterminer les débits limites du CAP conformément à l'Annexe C. Éliminer toutes les valeurs obtenues à des débits se situant en dehors de ces limites et répéter la partie correspondante du mode opératoire en utilisant le débit approprié.

Effectuer l'étalonnage dimensionnel en utilisant le même volume d'échantillon qu'en 5.2. En cas d'utilisation d'un volume différent, répéter le mode opératoire de 5.2 en utilisant le nouveau volume d'échantillon afin d'éviter des erreurs de mesurage du volume.

Déterminer le niveau de bruit de fond du CAP à l'aide de la méthode indiquée en A.2 avant de passer à 6.2.

Passer à 6.2 pour les particules dont la taille est inférieure ou égale à 30 µm(c) et pour les étalonnages secondaires pour les particules dont la taille est supérieure à 30 µm(c) en utilisant des échantillons préparés en conformité avec l'ensemble de l'Annexe F. Le mode opératoire décrit de 6.2 à 6.10 ne doit pas être utilisé pour les étalonnages primaires de particules dont la taille est supérieure à 30 µm(c). Passer à 6.11 pour les étalonnages primaires de particules dont la taille est supérieure à 30 µm(c). Le mode opératoire décrit de 6.11 à 6.14 ne doit pas être utilisé pour les particules dont la taille est inférieure ou égale à 30 µm(c).

Le mode opératoire décrit de 6.2 à 6.15 suppose un étalonnage manuel d'un CAP avec au moins 8 canaux qui peuvent être réglés à différents seuils. L'étalonnage peut également être effectué en utilisant un analyseur multicanal (AMC) ou un logiciel utilisant le même mode opératoire. En cas d'utilisation d'un AMC, la relation entre la tension mesurée par l'AMC et les seuils de comptage du CAP doit être établie. D'une manière générale, les méthodes utilisant un logiciel ou un AMC tendent à être plus rapides et plus précises que les méthodes manuelles.