
**Appareils volumétriques à piston —
Partie 7:
Modes opératoires de mesure
alternatifs pour la détermination de
volumes**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Piston-operated volumetric apparatus —

*Part 7: Alternative measurement procedures for the determination of
volume*

[ISO 8655-7:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e517bf66d/iso-8655-7-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e517bf66d/iso-8655-7-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8655-7:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e5f7bf66d/iso-8655-7-2022>



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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Exigences générales	2
4.1 Confirmation métrologique	2
4.2 Incertitude de mesure	2
4.3 Qualification de l'opérateur	3
5 Exigences de performance	3
5.1 Tolérances de performance	3
5.2 Impact de l'opérateur	3
6 Conditions d'essai	3
6.1 Généralités	3
6.2 Équipement d'essai	3
6.3 Laboratoire d'essai et conditions environnementales	4
6.4 Volumes d'essai	4
6.4.1 AVAP à volume fixe	4
6.4.2 AVAP à volume variable	4
6.5 Nombre de mesurages par volume d'essai	5
6.6 Liquides d'essai	5
7 Évaluation	6
7.1 Volume moyen	6
7.2 Erreur systématique de mesure	6
7.3 Erreur de mesurage aléatoire	6
8 Méthodes d'essais	7
8.1 Généralités	7
8.2 Méthode gravimétrique	7
8.3 Méthode photométrique ratiométrique à deux colorants	8
8.4 Méthode photométrique à un seul colorant	8
8.5 Méthode hybride photométrique/gravimétrique pour les AVAP multicanaux	8
8.6 Méthode par titrage	8
8.7 Contrôle par lots	8
9 Modes opératoires de distribution	9
9.1 Généralités	9
9.2 Préparation	9
9.3 Pipettes monocanal à déplacement d'air (conformément à l'ISO 8655-2)	9
9.3.1 Généralités	9
9.3.2 Cycle d'essai	10
9.4 Pipettes multicanaux (conformément à l'ISO 8655-2)	11
9.5 Pipettes à déplacement positif (conformément à l'ISO 8655-2)	12
9.6 Burettes (conformément à l'ISO 8655-3)	12
9.7 Diluteurs (conformément à l'ISO 8655-4)	12
9.7.1 Généralités	12
9.7.2 Cycle d'essai	13
9.8 Distributeurs (conformément à l'ISO 8655-5)	13
9.9 Seringues (conformément à l'ISO 8655-9)	14
9.9.1 Généralités	14
9.9.2 Cycle d'essai	14
10 Consignation des résultats	14

Annexe A (normative) Mode opératoire gravimétrique	16
Annexe B (normative) Mode opératoire photométrique ratiométrique à deux colorants	21
Annexe C (normative) Mode opératoire photométrique à un seul colorant	29
Annexe D (normative) Mode opératoire hybride photométrique/gravimétrique	34
Annexe E (normative) Mode opératoire titrimétrique	43
Annexe F (normative) Conversion de la masse de liquide en volume	47
Bibliographie	50

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8655-7:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e5f7bf66d/iso-8655-7-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e5f7bf66d/iso-8655-7-2022>

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.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 48, *Équipement de laboratoire*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 332, *Équipement de laboratoire*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

La présente deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 8655-7:2005), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle intègre également le Rectificatif technique ISO 8655-7:2005/Cor.1:2008.

Les principales modifications sont les suivantes:

- une méthode d'essai gravimétrique a été ajoutée (voir [8.2](#));
- une méthode d'essai hybride photométrique/gravimétrique a été ajoutée (voir [8.5](#));
- une méthode d'essai par lots a été ajoutée (voir [8.7](#));
- les modes opératoires de mesure pour toutes les méthodes sont fournis dans les [Annexes A à E](#) normatives;
- les modes opératoires de distribution normalisés pour les AVAP décrits dans l'ISO 8655-2, l'ISO 8655-3, l'ISO 8655-4, l'ISO 8655-5 et dans l'ISO 8655-9 ont été ajoutés (voir l'[Article 9](#));
- les exigences relatives à la qualification des opérateurs ont été ajoutées (voir [4.3](#));
- les exigences relatives aux essais d'AVAP multicanaux sont décrites en détail et accompagnées de modes opératoires spécifiques pour ces appareils (voir [8.5](#) et l'[Annexe D](#));
- les [Annexes A, B et C](#) de la première édition ont été supprimées et remplacées.

ISO 8655-7:2022(F)

Une liste de toutes les parties de la série ISO 8655 se trouve sur le site web de l'ISO.

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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8655-7:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e5f7bf66d/iso-8655-7-2022>

Introduction

La série de normes ISO 8655 répond aux besoins des personnes suivantes:

- fabricants, en servant de base pour le contrôle de la qualité y compris, le cas échéant, la publication des déclarations du fabricant;
- laboratoires d'étalonnage, laboratoires d'essai, utilisateurs de l'équipement et autres organismes, en servant de base pour les étalonnages indépendants, les essais, les vérifications et les essais de routine.

Les essais spécifiés dans la série de normes ISO 8655 sont destinés à être réalisés par du personnel qualifié.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 8655-7:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e5f7bf66d/iso-8655-7-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e5f7bf66d/iso-8655-7-2022>

Appareils volumétriques à piston —

Partie 7:

Modes opératoires de mesure alternatifs pour la détermination de volumes

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des modes opératoires de mesure alternatifs pour la détermination du volume des appareils volumétriques à piston.

Les modes opératoires sont applicables à des systèmes complets comprenant l'appareil de base et toutes les parties sélectionnées pour être utilisées avec l'appareil, à usage unique ou réutilisables, impliqués dans le mesurage par procédé de distribution (Ex). Les méthodes décrites dans le présent document sont adaptées à différents volumes nominaux maximum d'appareils volumétriques à piston. Il en va de la responsabilité de l'utilisateur de sélectionner la méthode appropriée.

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 8655-7:2022](#)

ISO 1042, *Verrerie de laboratoire — Fioles jaugées à un trait*

ISO 2859-1, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs — Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 3696:1987, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 3951-1, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par mesures — Partie 1: Spécification pour les plans d'échantillonnage simples indexés d'après une limite de qualité acceptable (LQA) pour un contrôle lot par lot pour une caractéristique-qualité unique et une LQA unique*

ISO 8655-1, *Appareils volumétriques à piston — Partie 1: Définitions, exigences générales et recommandations pour l'utilisateur*

ISO 8655-2, *Appareils volumétriques à piston — Partie 2: Pipettes*

ISO 8655-3:2022, *Appareils volumétriques à piston — Partie 3: Burettes*

ISO 8655-4:2022, *Appareils volumétriques à piston — Partie 4: Diluteurs*

ISO 8655-5:2022, *Appareils volumétriques à piston — Partie 5: Distributeurs*

ISO 8655-6, *Appareils volumétriques à piston — Partie 6: Mode opératoire de mesure gravimétrique de référence pour la détermination de volumes*

ISO 8655-8, *Appareils volumétriques à piston — Partie 8: Mode opératoire de mesure photométrique de référence pour la détermination de volumes*

ISO 8655-9, *Appareils volumétriques à piston — Partie 9: Seringues de laboratoire haute précision pour utilisation manuelle*

Guide ISO/IEC 2, *Normalisation et activités connexes — Vocabulaire général*

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 8655-1, le Guide ISO/IEC 2, l'ISO/IEC Guide 99 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 niveau de qualité acceptable

NQA

<échantillonnage acceptable> plus faible niveau de qualité tolérable

Note 1 à l'article: Ce concept s'applique uniquement en cas d'utilisation d'un plan d'échantillonnage contenant des règles de permutation et d'interruption, comme dans l'ISO 2859-1, l'ISO 3951-1 ou dans l'ISO 3951-5.

Note 2 à l'article: Bien que la probabilité soit relativement élevée que des lots individuels ayant un niveau de qualité acceptable puissent être acceptés, la désignation d'un niveau de qualité acceptable ne saurait laisser entendre qu'il s'agit d'un niveau de qualité souhaitable. Les plans d'échantillonnage fournis dans des Normes internationales, telles que l'ISO 2859-1, l'ISO 3951-1 ou l'ISO 3951-5, qui énoncent des règles de permutation et d'interruption du contrôle de l'échantillonnage, sont conçus pour encourager les fournisseurs à maintenir une qualité moyenne de procédé supérieure au NQA.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/617fa4f0-096e-420c-8547-e97e517bf66d/iso-8655-7-2022>

4 Exigences générales

4.1 Confirmation métrologique

La confirmation métrologique de tous les AVAP doit être réalisée régulièrement afin de s'assurer que l'appareil satisfait aux exigences relatives à son usage prévu. Les exigences des méthodes et des modes opératoires décrits dans le présent document sont adaptées à la confirmation métrologique des AVAP. Dans le cadre de la confirmation métrologique, au moins dix mesurages répétés par volume sélectionné doivent être réalisés et les modes opératoires de mesure du présent document doivent être validés par comparaison à l'un des modes opératoires de mesure de référence décrits dans l'ISO 8655-6 ou dans l'ISO 8655-8.

4.2 Incertitude de mesure

Lors des étalonnages (ISO 8655-1:2022, 6.4) conformément aux modes opératoires de mesure décrits dans le présent document, l'incertitude de mesure élargie du volume distribué moyen pour chaque volume sélectionné doit être estimée et consignée dans le rapport [voir l'Article 10 (m)].

Lors des essais (ISO 8655-1:2022, 6.4) ou des essais de routine (ISO 8655-1:2022, 6.5), l'estimation et la consignation dans le rapport de l'incertitude de mesure élargie sont facultatives.

NOTE Pour plus d'informations relatives à l'incertitude des méthodes photométriques et gravimétriques, voir l'ISO/TR 16153^[1] et l'ISO/TR 20461^[2] respectivement.

4.3 Qualification de l'opérateur

Tout opérateur qui utilise un AVAP dans le cadre de transferts de volumes, procède à une confirmation métrologique ou soumet l'AVAP à des essais de routine doit être correctement formé à l'utilisation du type d'AVAP soumis à essai. Il convient de documenter la formation et les compétences des opérateurs.

NOTE 1 Des AVAP étalonnés précédemment peuvent être utilisés à des fins de qualification des opérateurs.

NOTE 2 Des exigences de formation et de qualification des opérateurs d'AVAP sont destinées à être incluses à l'ISO 8655-10.

5 Exigences de performance

5.1 Tolérances de performance

Les résultats de l'étalonnage et de l'essai de routine peuvent être consignés sans être comparés aux tolérances de performance. Si les résultats sont vérifiés par rapport aux tolérances de performance, ces tolérances doivent être indiquées dans le rapport d'essai/certificat.

Les tolérances de performance peuvent être fondées sur les tolérances du procédé de manipulation de liquides de l'utilisateur ou sur les tolérances indiquées dans la partie de l'ISO 8655 correspondant au type d'AVAP soumis à essai ou sur les tolérances spécifiées par le fabricant, sous réserve qu'elles soient adaptées à l'usage prévu.

5.2 Impact de l'opérateur

Le mesurage des performances volumétriques inclut les erreurs systématiques et aléatoires de l'AVAP, ainsi que les erreurs introduites par l'opérateur de l'appareil. Les performances d'une pipette manuelle sont indissociables des performances de son opérateur.

NOTE L'ISO 8655-10 fournit de plus amples informations concernant l'influence de l'opérateur.

6 Conditions d'essai

6.1 Généralités

L'adéquation au mode opératoire ou à la méthode d'essai sélectionnée des conditions d'essai décrites dans le présent article doit être validée. Les conditions d'essai, ainsi que l'équipement d'essai et le mode opératoire d'essai détaillé influent sur l'incertitude de mesure. Des exemples de calcul de l'incertitude élargie du volume moyen et de l'incertitude lors de l'utilisation d'un seul volume distribué sont fournis dans l'ISO/TR 16153^[1] et dans l'ISO/TR 20461^[2].

6.2 Équipement d'essai

L'ensemble de l'équipement utilisé dans le cadre des essais des AVAP, y compris lors de la préparation des solutions d'essai, doit être choisi de sorte à pouvoir obtenir l'incertitude de mesure requise.

L'ensemble de l'équipement d'essai utilisé doit présenter une précision d'affichage, une exactitude, une reproductibilité et une stabilité adaptées, en accord avec l'incertitude de mesure élargie requise.

Tout écart par rapport à l'équipement d'essai indiqué dans le présent document doit être pris en compte lors du calcul de l'incertitude élargie et il doit être prouvé que l'équipement d'essai sélectionné donne des résultats de mesure adaptés à l'usage prévu.

6.3 Laboratoire d'essai et conditions environnementales

Les conditions suivantes s'appliquent:

- a) il convient de maintenir le laboratoire d'essai à une température constante tout au long de la durée d'équilibrage de l'équipement d'essai et de l'AVAP (± 1 °C) et tout au long de la durée de l'essai de l'AVAP ($\pm 0,5$ °C). L'équipement d'essai, l'AVAP, les pièces interchangeables (cônes pour pipettes, par exemple), ainsi que les réactifs utilisés doivent tous être amenés à la température du laboratoire d'essai;
- b) la température de l'air, l'humidité relative et la pression barométrique au moment de l'essai doivent être enregistrées. Au début et à la fin de n mesurages répétés, la température du liquide d'essai doit être enregistrée;

NOTE 1 La température de l'air et la pression barométrique sont nécessaires pour la conversion de la masse de liquide en volume (voir l'Annexe F), tandis que l'humidité relative est nécessaire pour la stabilité des conditions de la pièce et pour la documentation dans le rapport d'essai.

- c) afin de faciliter l'évaluation de l'adéquation à l'usage prévu d'un AVAP, il convient que les conditions du laboratoire d'essai (température, humidité relative et pression barométrique) reflètent les conditions environnementales dans lesquelles l'AVAP est utilisé en respectant les contraintes mentionnées en a). Il est possible d'y parvenir lorsqu'un AVAP est soumis à essai dans le laboratoire où il est utilisé. D'autres facteurs environnementaux et non environnementaux peuvent influencer l'adéquation à l'usage prévu d'un AVAP;
- d) il convient que l'environnement d'essai ne soit pas exposé aux courants d'air;
- e) avant de procéder à l'essai, l'appareil à soumettre à essai, l'ensemble de l'équipement d'essai et les solutions d'essai doivent être maintenus dans les conditions du laboratoire d'essai pendant une durée suffisante pour atteindre l'équilibre avec les conditions du laboratoire d'essai;
- f) les conditions environnementales, la température et l'humidité de l'air doivent se situer dans les limites spécifiées pour le laboratoire d'essai pendant au moins 2 h avant le début de l'essai (temps d'équilibrage minimum) et pendant l'essai lui-même.

NOTE 2 Il est peu probable que ce temps d'équilibrage minimum soit inférieur à 2 h ou qu'il puisse être considérablement plus long.

NOTE 3 Les laboratoires d'étalonnage dans les centres d'essai ou les laboratoires de contrôle qualité du fabricant de pipettes peuvent souvent contrôler les conditions environnementales avec précision pour atteindre les conditions normalisées souhaitées. Il peut être très difficile de reproduire ces résultats dans d'autres conditions environnementales.

6.4 Volumes d'essai

6.4.1 AVAP à volume fixe

Dans le cas d'un AVAP à volume fixe, le volume sélectionné V_S est le volume nominal V_{Nom} et est le seul volume d'essai.

6.4.2 AVAP à volume variable

- a) Dans le cadre des étalonnages et des essais, les AVAP à volume variable doivent être soumis à essai à trois volumes différents au minimum:
 - au volume nominal.
 - à 50 % du volume nominal ou à la valeur s'en rapprochant le plus (en cas de valeurs équidistantes, utiliser la valeur supérieure).

- à la limite inférieure de la plage de volume utile ou à 10 % du volume nominal (la valeur la plus élevée étant retenue).

Le mesurage d'autres volumes est facultatif.

b) Pour les essais de routine, moins de trois volumes peuvent être soumis à essai.

S'il est décidé de soumettre l'AVAP à essai à deux volumes uniquement, le volume nominal et la limite inférieure de la plage de volume ou le volume correspondant à 10 % du volume nominal (la valeur la plus élevée étant retenue) doivent être utilisés.

NOTE La linéarité des volumes distribués entre ces deux points d'essai est inconnue, ce qui est susceptible d'accroître le risque d'erreurs volumétriques par rapport à un essai à trois volumes.

Si l'AVAP est soumis à essai à un seul volume, il doit être soumis à essai à son volume nominal ou au volume auquel il est destiné à être utilisé.

6.5 Nombre de mesurages par volume d'essai

La confiance accordée à la confirmation métrologique augmente avec le nombre de répétitions de mesurages pour chaque volume d'essai. Les modes opératoires de mesure de référence spécifiés dans l'ISO 8655-6 et dans l'ISO 8655-8 requièrent d'effectuer au moins 10 mesurages par volume. Pour les tests de routine recommandent d'utiliser 10 mesurages, mais un nombre inférieur de répétitions peut être accepté si l'incertitude élargie de l'AVAP est adaptée à l'usage prévu. Le nombre de répétitions ne doit pas être inférieur à 4.

Après réparation ou ajustage de l'AVAP, au moins 10 mesurages doivent être effectués.

Les répétitions de mesurages de volumes doivent être utilisées pour calculer l'erreur systématique et l'erreur aléatoire du mesurage conformément à l'[Article 8](#). Le cas échéant, l'incertitude consignée dans le rapport doit être fondée sur le nombre de répétitions.

6.6 Liquides d'essai

Les AVAP sont généralement fournis avec des ajustages effectués à l'aide d'eau. Les étalonnages ou les essais de routine peuvent être réalisés au moyen d'autres liquides ou solutions. Pour les besoins du présent document, le terme «liquide d'essai» est utilisé pour désigner des solvants purs, ainsi qu'une solution de chromophore préparée ou d'autres solutions. Le liquide d'essai utilisé doit être décrit de manière suffisamment détaillée pour permettre la reproduction de l'essai et l'interprétation des résultats.

Les caractéristiques suivantes du liquide d'essai doivent être prises en compte lors de la détermination du volume mesuré: le facteur Z lors du pesage, les absorbances des chromophores en cas de recours à des méthodes photométriques, ainsi que la conductivité et la réactivité lors du titrage potentiométrique.

En fonction du type d'AVAP, les paramètres suivants peuvent influencer la quantité de liquide aspiré et/ou distribué: la viscosité, la masse volumique, la composition chimique et la tension de surface.

La stabilité de chaque liquide d'essai doit être connue s'il est destiné à être conservé pour une durée indéterminée. Se reporter au mode opératoire spécifique pour la préparation et le stockage des solutions de réactifs.

Le liquide d'essai utilisé doit être consigné. L'influence du liquide d'essai sur l'incertitude de mesure élargie doit être prise en compte lors des étalonnages.

7 Évaluation

7.1 Volume moyen

Additionner les n volumes d'essai distribués $V_T(i)$ (où $i = 1$ à n) et diviser la somme par n pour obtenir le volume moyen \bar{V} distribué à la température d'essai, comme illustré à la [Formule \(1\)](#). Cette valeur peut être exprimée en microlitres ou en millilitres:

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_T(i) \quad (1)$$

où

\bar{V} est le volume moyen;

n est le nombre de répétitions de distributions du volume d'essai;

$V_T(i)$ est le volume de liquide d'essai distribué pour chaque répétition, $i = 1$ à n .

7.2 Erreur systématique de mesure

Calculer l'erreur systématique de mesure e_s des appareils volumétriques à piston à l'aide de la [Formule \(2\)](#):

$$e_s = \bar{V} - V_S \quad (2)$$

où

e_s est l'erreur systématique absolue de mesure, exprimée en unités de volume;
 V_S est le volume d'essai sélectionné de l'AVAP soumis à essai.

Cette erreur systématique de mesure peut être exprimée en pourcentage à l'aide de la [Formule \(3\)](#):

$$\eta_s = \frac{(\bar{V} - V_S)}{V_S} \times 100 \% \quad (3)$$

où η_s est l'erreur systématique relative de mesure, exprimée en pourcentage.

Dans le cas d'un AVAP à volume fixe, le volume d'essai sélectionné V_S correspond au volume nominal.

L'erreur systématique de mesure dans la série de normes ISO 8655 s'appuie sur la convention historique au sein du secteur du pipetage et utilise le signe inverse par rapport à la définition décrite dans l'ISO guide 99:2007, 2.17. Pour plus d'informations, voir l'ISO 8655-1:2022, 6.2.

7.3 Erreur de mesurage aléatoire

Calculer l'erreur aléatoire de l'AVAP comme l'écart-type de répétabilité s_r à l'aide de la [Formule \(4\)](#):

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_T(i) - \bar{V})^2}{n-1}} \quad (4)$$

où s_r est l'écart-type, exprimé en unités de volume.

Cette erreur aléatoire peut aussi être exprimée en pourcentage grâce au coefficient de variation, C_V , à l'aide de la [Formule \(5\)](#).

$$C_V = \frac{s_r}{\bar{V}} \times 100 \% \quad (5)$$

où C_V est le coefficient de variation, exprimé en pourcentage.

8 Méthodes d'essais

8.1 Généralités

Le présent document décrit cinq méthodes d'essai, ainsi que les modes opératoires d'essai correspondants: la gravimétrie, la photométrie ratiométrique à deux colorants, la photométrie à un seul colorant, une méthode hybride associant la photométrie et la gravimétrie, et le titrage.

Le choix des liquides d'essai et des récipients collecteurs dépend de la méthode sélectionnée. Les modes opératoires d'essai correspondant aux méthodes d'essai sélectionnées sont décrits dans l'[Annexe A](#) à l'[Annexe E](#) respectivement, et doivent être respectés pour préparer les liquides d'essai. Les récipients accueillant les liquides d'essai doivent être conformes à ceux spécifiés dans le mode opératoire d'essai correspondant.

Les produits chimiques utilisés lors de la préparation des liquides d'essai, ainsi que leur numéro d'enregistrement auprès du CAS sont répertoriés dans le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Numéros d'enregistrement CAS

Produit chimique	N° CAS
chlorure de cuivre(II) dihydraté	10125-13-0
hydrogénophosphate de disodium dihydraté	10028-24-7
acide chlorhydrique	7647-01-0
acide nitrique	7697-37-2
4-nitrophénol	100-02-7
Orange G	1936-15-8
Ponceau S	6226-79-5
chlorure de potassium	7447-40-7
hydrogénophthalate de potassium	877-24-7
nitrate de potassium	7757-79-1
nitrate d'argent	7761-88-8
chlorure de sodium	7647-14-5
hydroxyde de sodium	1310-73-2
acide sulfurique	7664-93-9
Tartrazine	1934-21-0
acide éthylènediaminetétraacétique tétrasodique dihydraté	10378-23-1
eau	7732-18-5

8.2 Méthode gravimétrique

Cette méthode consiste à mesurer la masse du volume d'essai distribué à l'aide d'une balance. Elle peut être utilisée pour évaluer les performances volumétriques d'un AVAP pour de multiples liquides d'essai, sous réserve que la masse volumique du liquide d'essai en question soit connue.

Le mode opératoire gravimétrique est décrit à l'[Annexe A](#).