

---

# Norme internationale



# 3993

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## **Gaz de pétrole liquéfiés et hydrocarbures légers — Détermination de la masse volumique ou de la densité relative — Méthode de l'aréomètre sous pression**

*Liquefied petroleum gas and light hydrocarbons — Determination of density or relative density — Pressure hydrometer method*

Première édition — 1984-08-01

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

[ISO 3993:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4db88da-552d-4d02-9d05-97e051d47630/iso-3993-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4db88da-552d-4d02-9d05-97e051d47630/iso-3993-1984>

---

**CDU 665.725 : 531.754.3**

**Réf. n° : ISO 3993-1984 (F)**

**Descripteurs** : produit pétrolier, gaz de pétrole liquéfié, hydrocarbure, essai, essai physique, détermination, masse volumique, hydromètre, matériel d'essai.

## 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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 3993 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et lubrifiants*, et a été soumise aux comités membres en mars 1983.

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

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

		<a href="https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4db88da-552d-4d02-9d05-97e051d47b30/iso-3993-1984">https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4db88da-552d-4d02-9d05-97e051d47b30/iso-3993-1984</a>
Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	ISO 3993:1984
Allemagne, R. F.	Iran	Royaume-Uni
Australie	Iraq	Sri Lanka
Autriche	Israël	Suède
Belgique	Italie	Suisse
Brésil	Japon	Turquie
Canada	Norvège	URSS
Chine	Pays-Bas	USA
Égypte, Rép. arabe d'	Pérou	Venezuela
Hongrie	Roumanie	

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

France

# Gaz de pétrole liquéfiés et hydrocarbures légers — Détermination de la masse volumique ou de la densité relative — Méthode de l'aréomètre sous pression

## 1 Objet et domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale spécifie une méthode pour la détermination de la masse volumique ou de la densité relative des gaz de pétrole liquéfiés et des hydrocarbures légers. L'appareillage prescrit ne doit pas être utilisé pour des produits dont les pressions de vapeur sont supérieures à 1,4 MPa<sup>1)</sup> soit 14 bar (pression de vapeur absolue 1,5 MPa) à la température de l'essai.

**ATTENTION — L'attention est attirée sur les risques encourus en manipulant des gaz de pétrole liquéfiés ou des hydrocarbures légers. Les réglementations concernant les codes de sécurité nationaux, locaux ou domestiques doivent toujours être strictement observées.**

**1.2** Différentes procédures d'étalonnage sont décrites; cependant pour la détermination de la masse volumique retenue dans les calculs de transferts de propriété ou à des fins physiques, il convient d'utiliser un aréomètre certifié.

NOTE — Une autre méthode de calcul de la masse volumique des gaz de pétrole liquéfiés à partir de l'analyse chromatographique est décrite dans l'ISO 6578<sup>2)</sup>.

**1.3** Des dispositions relatives à l'emploi des aréomètres à thermomètre incorporé sont données dans l'annexe.

## 2 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables.

**2.1 masse volumique :** Rapport de la masse du produit à son volume.

Dans l'expression des valeurs de masse volumique, l'unité utilisée ainsi que la température doivent être explicitement précisées, par exemple, kilogramme par mètre cube ou gramme par millilitre à  $t$  °C (voir la note). La température de référence dans le cadre du commerce international du pétrole et des produits pétroliers, est de 15 °C (voir ISO 5024); toutefois, d'autres températures de référence peuvent être demandées par la métrologie légale ou pour d'autres raisons particulières.

NOTE — Dans la présente Norme internationale, les kilogrammes par mètre cube sont préférés, mais la possibilité est offerte d'utiliser également les grammes par millilitre.

**2.2 densité relative :** Rapport de la masse d'un volume donné de liquide à une température  $t_1$ , à la masse d'un volume égal d'eau pure à une température  $t_2$ , c'est-à-dire le rapport de la masse volumique du liquide à la température  $t_1$  à la masse volumique de l'eau pure à la température  $t_2$ .

Dans l'expression des valeurs de densité relative, les températures  $t_1$  et  $t_2$  doivent être explicitement précisées, par exemple, densité relative 60/60 °F. La température de référence est 15 °C, mais 20 °C et 60 °F sont en général également utilisées pour  $t_1$  et  $t_2$ , et d'autres températures peuvent être utilisées pour  $t_1$ .

## 3 Principe

L'appareillage est purgé à l'aide d'une portion de l'échantillon avant d'être rempli avec le volume à utiliser pour l'essai. L'éprouvette résistant à la pression est remplie jusqu'à un niveau tel que l'aréomètre, plongé dans l'éprouvette, flotte librement. Les lectures sur l'aréomètre et la température de l'échantillon sont notées.

1) L'unité de pression SI est le pascal : 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>; 10<sup>5</sup> Pa = 1 bar = 1,019 72 kgf/cm<sup>2</sup>

2) Actuellement au stade de projet.

## 4 Appareillage

**4.1 Aréomètres**, en verre, gradués en masse volumique ou en densité relative, dont l'échelle couvre l'intervalle approprié et conformes aux dimensions fixées dans le tableau 1.

NOTE — Pour les aréomètres à thermomètre incorporé, voir l'annexe.

Utiliser un aréomètre certifié ou étalonner comme il est spécifié dans le chapitre 7. Les corrections d'étalonnage doivent être appliquées si les erreurs d'échelle sont supérieures de 0,5 à une subdivision d'échelle.

**4.2 Thermomètre**, ayant une sensibilité d'au moins 2,7 mm/1 °C (1,5 mm/1 °F), étalonné pour une immersion totale et de dimensions appropriées, pour être plongé dans l'éprouvette résistant à la pression (4.3).

Un thermomètre conforme aux spécifications de l'ISO/R 653, STL/0,2/ - 15/ + 45, est recommandé.

Le thermomètre doit être fixé fermement à l'intérieur de l'éprouvette résistant à la pression à l'aide d'une pince appropriée, placée de façon à ne pas empêcher le libre déplacement de l'aréomètre.

**4.3 Éprouvette**, résistant à la pression, en verre ou en plastique transparent, par exemple polyméthylméthacrylate ou tout matériau équivalent, conforme au schéma et aux dimensions indiqués sur la figure. Les extrémités doivent être hermétiquement fermées par des joints en chloroprène et des feuilles de métal comme il est indiqué.

**ATTENTION — Par mesure de précaution, un écran de protection doit être placé autour du cylindre en plastique ou en verre. Remplacer tout cylindre qui présente un défaut (craquelure, fêlure, trace d'attaque, trouble dans la masse, ...).**

NOTE — Certains composés attaquent les plastiques et obscurcissent la surface interne de l'éprouvette, rendant difficile, voire impossible, la lecture sur l'aréomètre. Les essais ont montré que ce phénomène

n'intervenait pas avec l'éthane, l'éthylène, le propane, le propylène, le butane, l'isobutane, le *n*-butylène, l'isobutylène, le pentane et l'isopentane, et aucune attaque n'est prévue de la part du butadiène. Les utilisateurs doivent cependant faire attention à toujours nettoyer soigneusement l'éprouvette après chaque détermination. Les cétones, les alcools et les aromatiques ne doivent pas être utilisés pour le nettoyage car les deux premiers attaquent et amolissent les plastiques alors que les aromatiques ont tendance à obscurcir la surface des plastiques.

Les vannes pour l'entrée et la sortie du liquide doivent être solidement fixées sur la base de l'éprouvette qui doit être usinée de manière que les deux vannes débouchent sur un conduit commun. La vanne d'évent doit être fixée de façon similaire sur le plateau supérieur de l'éprouvette. Les vannes doivent avoir 6 mm ou être des vannes à pointe équivalentes.

**L'éprouvette ne doit pas être soumise, au cours des essais, à une pression supérieure à 1,4 MPa (14 bar).**

**4.4 Bain d'eau**, muni d'un thermostat ou tout autre moyen permettant de maintenir le bain à une température constante de 20 ± 0,2 °C ou 60 ± 0,5 °F, et de dimensions telles que l'éprouvette résistant à la pression (4.3) puisse y être complètement immergée.

## 5 Liquides de référence

Si l'on ne dispose pas d'un aréomètre certifié, les liquides de référence suivants sont nécessaires à l'étalonnage de l'aréomètre.

**5.1 Propane pur**, de masse volumique ou densité relative certifiée.

NOTE — Du propane de masse volumique 507,6 kg/m<sup>3</sup> (0,507 6 g/ml) à 15 °C ou 500,0 kg/m<sup>3</sup> (0,500 0 g/ml) à 20 °C, ou de densité relative 60/60 °F 0,507 3, convient.

**5.2 Butane pur**, de masse volumique ou densité relative certifiée.

NOTE — Du butane de masse volumique 584,5 kg/m<sup>3</sup> (0,584 5 g/ml) à 15 °C ou 578,8 kg/m<sup>3</sup> (0,578 8 g/ml) à 20 °C, ou de densité relative 60/60 °F 0,584 4, convient.

**Tableau 1 — Échelles et spécifications dimensionnelles pour les aréomètres sous pression**

Échelles	500 à 580 kg/m <sup>3</sup> 570 à 650 kg/m <sup>3</sup>	0,500 à 0,580 g/ml 0,570 à 0,650 g/ml	0,500 à 0,580 0,570 à 0,650
Subdivisions	1 kg/m <sup>3</sup>	0,001 g/ml	0,001
Chiffraison chaque	5 ou 10 kg/m <sup>3</sup>	0,005 ou 0,010 g/ml	0,005 ou 0,010
Longueur totale	330 mm max.		
Diamètre du bulbe	18 à 20 mm		
Épaisseur de la paroi du bulbe	0,4 à 0,6 mm		
Diamètre de la tige	8 à 9 mm		
Épaisseur de la paroi de la tige	0,3 à 0,35 mm		
Longueur de l'échelle	110 à 130 mm		

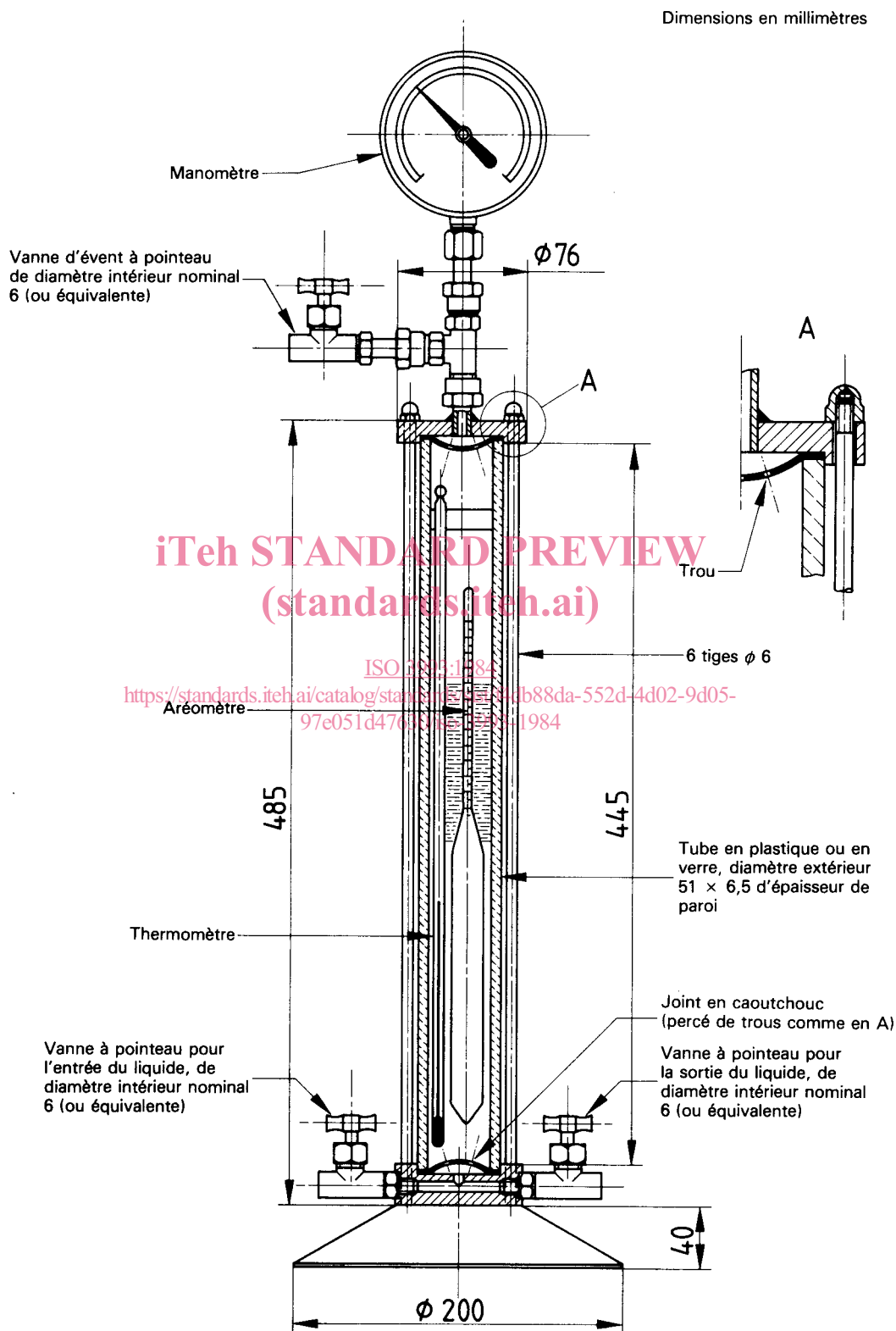


Figure — Éprouvette résistante à la pression

## 6 Échantillonnage

Le mode opératoire d'échantillonnage pour étalonner l'appareil et pour les déterminations ultérieures est décrit ci-après.

**6.1** Nettoyer et sécher soigneusement l'aréomètre (4.1), le thermomètre (4.2) et la paroi interne de l'éprouvette résistant à la pression (4.3). Introduire l'aréomètre dans l'éprouvette résistant à la pression, fixer le thermomètre et fermer l'éprouvette.

**6.2** Relier la source du produit à analyser à la vanne d'entrée par des raccords appropriés de manière qu'une prise d'essai représentative puisse être introduite dans l'éprouvette (4.3). S'assurer que ces raccords ne présentent pas de fuites. Ouvrir la vanne de sortie et purger les raccords en ouvrant légèrement la vanne d'entrée, permettant ainsi au produit de s'écouler par la vanne de sortie.

**6.3** Lorsque les raccords sont purgés, fermer les vannes de sortie et de purge, et ouvrir la vanne d'entrée permettant ainsi au liquide à analyser de pénétrer dans l'éprouvette jusqu'à ce que celle-ci soit remplie. Si nécessaire, la vanne d'évent peut être ouverte légèrement pour permettre le remplissage complet de l'éprouvette, après quoi la vanne peut être fermée. À aucun moment, la pression dans l'éprouvette ne doit dépasser une pression manométrique de 1,4 MPa (14 bar).

**6.4** Lorsque l'éprouvette est remplie, fermer la vanne d'entrée et ouvrir la vanne de sortie, permettant ainsi la vidange complète du liquide et le retour à la pression atmosphérique.

**6.5** Fermer la vanne de sortie et ouvrir la vanne d'entrée, en remplissant l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que l'aréomètre qui y est plongé flotte librement. S'il est nécessaire, pour faire ce remplissage, de laisser dégager la vapeur par la vanne de purge, répéter la vidange de manière à refroidir suffisamment l'éprouvette pour qu'elle puisse être remplie sans que l'on soit obligé de purger.

**6.6** Lorsque toutes les vannes sont fermées, vérifier que l'appareil ne présente pas de fuites, et, si des fuites sont détectées, ne pas tenir compte de cette manipulation, réduire la pression jusqu'à la pression atmosphérique et réparer les fuites. Répéter l'exécution du mode opératoire d'échantillonnage.

## 7 Étalonage de l'appareil

**7.1** Si l'on ne dispose pas d'un aréomètre avec certificat délivré par un laboratoire habilité, on doit étalonner l'aréomètre avant de procéder à la détermination de la masse volumique. Pour ce faire, on choisira l'une des procédures décrites en 7.2 et 7.3.

**7.2** Prendre au moins trois échantillons de produits de masse volumique différente mais dans la gamme de l'aréomètre à étalonner. Procéder suivant le mode opératoire décrit dans le chapitre 8 en faisant deux lectures de masse volumique sur chaque échantillon à l'aide de l'aréomètre certifié. Faire la moyenne de ces deux lectures qui ne doivent pas différer entre elles de plus de 0,5 kg/m<sup>3</sup> ou équivalent. Si l'écart entre les deux lectures est supérieur à 0,5 kg/m<sup>3</sup> ou équivalent, refaire les mesures. Déterminer la moyenne de masse volumique sur deux lectures

d'après l'aréomètre à étalonner en suivant la même procédure. S'assurer que la température, durant ces différentes mesures n'a pas varié de plus de 0,4 °C (1° F).

Comparer les valeurs données par chacun des deux aréomètres et noter toute différence comme correction à appliquer à l'aréomètre étalonné.

**7.3** Suivre le mode opératoire décrit dans le chapitre 8 pour déterminer la masse volumique de l'un des liquides de référence de masse volumique certifiée (voir chapitre 5) à une température ne différant pas de  $\pm 0,2$  °C (0,5 °F) de celle donnée en référence de la certification. Effectuer deux lectures et faire leur moyenne, si celles-ci ne diffèrent pas de plus de 0,5 kg/m<sup>3</sup> ou équivalent. Comparer la moyenne obtenue à la masse volumique certifiée du liquide de référence pour déduire la correction à appliquer. Si les deux résultats diffèrent de plus de 0,5 kg/m<sup>3</sup> ou équivalent, refaire les mesures.

NOTE — Cette méthode n'assure une vérification que d'un point de l'échelle, mais elle est souvent acceptable pour les contrôles de routine.

## 8 Mode opératoire

**8.1** Préparer l'appareil et prélever un échantillon du produit à analyser comme décrit dans le chapitre 6.

**8.2** Séparer l'éprouvette de la source du liquide et la placer dans le bain d'eau (4.4) maintenu à  $15 \pm 0,2$  °C,  $20 \pm 0,2$  °C ou  $60 \pm 0,5$  °F jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu. Pour accélérer l'obtention de cet équilibre thermique, retirer de temps en temps l'éprouvette du bain d'eau, la retourner dans une position horizontale, l'agiter par tournolement, plusieurs fois, pour bien mélanger, et la replacer dans le bain d'eau. Prendre soin, pendant cette opération, d'éviter d'endommager l'aréomètre et le thermomètre.

Lire la température du bain d'eau en utilisant un thermomètre extérieur à l'éprouvette, afin d'éviter les effets de la pression sur le thermomètre situé à l'intérieur de l'éprouvette. Le thermomètre intérieur à l'éprouvette sert à s'assurer que le produit à analyser a atteint une température constante et que celle-ci ne varie pas de manière significative durant la mesure.

**8.3** Retirer l'éprouvette du bain d'eau (voir la note), la poser verticalement sur une surface horizontale et, pendant que l'aréomètre flotte librement, effectuer la lecture sur l'aréomètre aussi rapidement que possible, de la manière suivante :

Observer un point légèrement au-dessous de la surface plane du liquide et puis se relever jusqu'à ce que cette surface que l'on voit sous la forme d'une ellipse, devienne une ligne droite. Relever l'indication de l'aréomètre qui correspond au point où cette ligne coupe l'échelle de l'aréomètre. Le fait de placer une feuille blanche derrière l'éprouvette, juste au-dessous du niveau du liquide, améliorera la visibilité de la surface. Effectuer la lecture sur l'aréomètre à un cinquième d'échelon près.

NOTE — L'éprouvette peut être laissée dans le bain d'eau si la lecture sur l'aréomètre peut s'effectuer clairement conformément à ce qui est décrit ci-dessus.

Lire la température indiquée par le thermomètre situé dans l'éprouvette, à 0,2 °C (0,5 °F) près, immédiatement avant et après la lecture sur l'aréomètre. S'il y a variation de température de plus de 0,4 °C (1 °F), refaire les mesures.

**8.4** Immédiatement après chaque détermination, vider l'éprouvette et rétablir la pression atmosphérique. Les liquides très volatils et les gaz de pétrole liquéfiés ne doivent pas être laissés dans l'appareil car, à des températures ambiantes élevées, ils peuvent produire une pression suffisante pour faire éclater l'éprouvette.

**8.5** Cette méthode peut être utilisée sur le terrain à températures ambiantes, mais il faut être, dans ce cas, conscient du fait que les résultats sont moins précis et que la fidélité (voir chapitre 9) ne peut pas être obtenue.

**ATTENTION — L'éprouvette doit être purgée et l'essai interrompu si, au cours de la manipulation, la pression dans l'éprouvette dépasse une pression manométrique de 1,4 MPa (14 bar).**

**8.6** Tenir compte dans le résultat des corrections dues à l'aréomètre. Si les déterminations ne sont pas effectuées à la température de référence, corriger les résultats conformément aux tables de mesure du pétrole décrites dans l'ISO 91<sup>1)</sup> (voir notes 1 et 2).

#### NOTES

1 La table 53 A doit être utilisée pour la correction des masses volumiques à 15 °C pour des masses volumiques corrigées supérieures à 612 kg/m<sup>3</sup> et la table 23 A pour la correction des densités relatives à 60/60 °F pour des densités relatives supérieures à 0,612; pour des valeurs inférieures à ces limites et supérieures à l'équivalent de 500 kg/m<sup>3</sup> (0,500 g/ml) à 15 °C, il doit être fait référence aux tables correspondantes de l'édition 1952 de l'API 2540, ASTM D 1250 et IP 200, et aux tables 33 et 34 de l'ASTM D 1250-80; la table A de l'Additif à l'ISO/R 91<sup>2)</sup> doit être utilisée pour les corrections de masse volumique à 20 °C.

2 Des valeurs adéquates de corrections de lecture de l'aréomètre avec le butadiène entre la température de l'essai (-20 à 60 °C) et la température de référence sont données par l'équation

$$\rho_t = \text{lecture de l'aréomètre} + \alpha(t_1 - t) + \beta(t_1 - t)^2$$

ou

$$d_t = \text{lecture de l'aréomètre} + \alpha(t_1 - t) + \beta(t_1 - t)^2$$

où

$\rho_t$  est la masse volumique en kilogrammes par mètre cube à 15 °C ou 20 °C;

$t$  est la température de référence de 15 °C, 20 °C ou 60 °F;

$t_1$  est la température à laquelle les lectures de l'aréomètre ont été effectuées;

$\alpha$  et  $\beta$  sont les coefficients provenant du tableau 2 et correspondant au type d'aréomètre<sup>3)</sup> utilisé;

$d_t$  est la densité relative à 60/60 °F.

1) ISO 91, *Tables de mesure du pétrole*.

2) En cours de révision en tant qu'ISO 91/2.

3) Calculé pour un verre ayant un coefficient de dilatation volumique de  $25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

**Tableau 2 — Coefficients de correction des lectures de l'aréomètre pour les masses volumiques et les densités relatives pour le butadiène**

Type d'aréomètre	$\alpha$	$\beta$
Masse volumique à 15 °C	1,215 7	$1,911 \times 10^{-3}$
Masse volumique à 20 °C	1,234 6	$1,910 \times 10^{-3}$
Densité relative 60/60 °F	$6,753 9 \times 10^{-4}$	$5,898 \times 10^{-7}$

## 9 Fidélité

La fidélité de la méthode, chiffrée à partir de l'examen statistique des résultats d'essais interlaboratoires, est la suivante :

### 9.1 Répétabilité

La différence entre des résultats d'essais successifs, obtenus par le même opérateur utilisant le même appareillage, dans des conditions opératoires identiques et sur un même produit, ne doit, au cours d'une longue série d'essais effectués en appliquant correctement et normalement la méthode d'essai, dépasser la valeur suivante qu'une fois sur vingt :

masse volumique 1 kg/m<sup>3</sup> ou 0,001 g/ml  
densité relative 0,001

### 9.2 Reproductibilité

La différence entre deux résultats uniques et indépendants, obtenus par différents opérateurs travaillant dans des laboratoires différents sur un même produit, ne doit, au cours d'une longue série d'essais effectués en appliquant correctement et normalement la méthode d'essai, dépasser la valeur suivante qu'une fois sur vingt :

masse volumique 3 kg/m<sup>3</sup> ou 0,003 g/ml  
densité relative 0,003

## 10 Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit contenir les indications suivantes :

- la référence à la présente Norme internationale;
- la lecture corrigée de la masse volumique ou de la densité, à 1 kg/m<sup>3</sup> ou équivalent;
- si la valeur indiquée concerne la masse volumique ou la densité relative;
- pour la masse volumique, l'unité et la température (voir 2.1);
- pour la densité relative, les températures  $t_1$  et  $t_2$  (voir 2.2);
- la méthode utilisée pour l'étalonnage de l'aréomètre (voir chapitre 7).

## Annexe

### Emploi des aréomètres à thermomètre incorporé

(Fait partie de la norme.)

Dans certains cas, en particulier pour les mesures sur le terrain, il peut être plus pratique d'utiliser des aréomètres à thermomètre incorporé. Des aréomètres à thermomètre incorporé ayant une échelle adéquate et des dimensions telles qu'ils flottent librement à l'intérieur de l'éprouvette sous pression (tolérance minimale : pour les parois 5 mm, pour le haut et le bas 25 mm) peuvent être utilisés.

Aucune donnée de précision ne peut être fournie en ce qui concerne les résultats obtenus en utilisant des aréomètres à thermomètre incorporé et le procès-verbal d'essai doit mentionner qu'un aréomètre à thermomètre incorporé a été utilisé.

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

ISO 3993:1984

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4db88da-552d-4d02-9d05-97e051d47630/iso-3993-1984>

---