

PROJET
FINAL

NORME
INTERNATIONALE

ISO/FDIS
3104

ISO/TC 28

Secrétariat: NEN

Début de vote:
2023-07-19

Vote clos le:
2023-09-13

Produits pétroliers — Liquides opaques et transparents — Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique

Petroleum products — Transparent and opaque liquids — Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity
(standards.iteh.ai)

ISO 3104

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57579788-4a4b-4881-b440-06260fd79e43/iso-3104>

TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence
ISO/FDIS 3104:2023(F)

© ISO 2023

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3104

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57579788-4a4b-4881-b440-06260fd79e43/iso-3104>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2023

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 Principe	2
5 Produits et réactifs	2
6 Appareillage	3
7 Vérification	7
7.1 Viscosimètre	7
7.2 Thermomètre à dilatation de liquide	7
7.3 Thermomètre numérique de contact	7
7.4 Minuteur	8
8 Réétalonnage	8
9 Contrôle qualité	8
10 Préparation de l'échantillon	8
10.1 Conditionnement de l'échantillon avant analyse	8
10.2 Inspection visuelle et filtrage	8
11 Mode opératoire A — Équipement manuel (Méthode de référence)	9
12 Mode opératoire B — Équipement automatisé	11
13 Nettoyage du tube viscosimétrique	12
14 Calcul	13
14.1 Mode opératoire A — Viscosimètres manuels	13
14.2 Mode opératoire B — Viscosimètres automatiques	14
15 Expression des résultats	14
16 Fidélité	14
16.1 Déterminabilité, <i>d</i>	14
16.2 Répétabilité, <i>r</i>	15
16.3 Reproductibilité, <i>R</i>	15
16.4 Mode opératoire A — Viscomètres manuels	15
16.5 Mode opératoire B — Viscomètres automatisés	15
17 Rapport d'essai	16
Annexe A (normative) Types de viscosimètres, étalonnage et vérification	17
Annexe B (normative) Thermomètres pour essai de la viscosité cinématique	18
Annexe C (normative) Conditionnement des échantillons avant analyse manuelle ou automatisée	22
Annexe D (normative) Calcul de la zone (bande) de tolérance acceptable pour la détermination de la conformité à un produit de référence certifié (CRM)	24
Bibliographie	26

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).

L'ISO et l'IEC attirent l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO et l'IEC ne prennent pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, L'ISO et l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenues pour responsables de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/iso/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 28, *Produits pétroliers et produits connexes, combustibles et lubrifiants d'origine synthétique ou biologique*, en collaboration avec le Comité européen de normalisation (CEN) Comité Technique CEN/TC 19, *Carburants et combustibles gazeux et liquides, lubrifiants et produits connexes, d'origine pétrolière, synthétique et biologique*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 3104:2020), qui fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications apportées sont les suivantes:

- le Mode opératoire manuel A a été désigné comme méthode de référence en cas de litige;
- les exigences sur le thermomètre numérique de contact (DCT) ont été mises à jour dans le [Tableau 1](#);
- la tolérance sur la dérive du DCT au [paragraphe 7.3](#) a été alignée avec le [Tableau 1](#);
- des indications supplémentaires pour le contrôle qualité ont été ajoutées en référence à la norme ISO 4259-4;

- les thermomètres conformes ont été mis à jour dans le [Tableau B2](#);
- le calcul de l'[Annexe D](#) a été corrigé.

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 3104

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57579788-4a4b-4881-b440-06260fd79e43/iso-3104>

Introduction

De nombreux produits pétroliers ainsi que certains produits d'origine non pétrolière sont utilisés comme lubrifiants et le fonctionnement correct des équipements dépend de la viscosité appropriée du liquide utilisé. De plus, la viscosité de nombreux carburants pétroliers est importante pour l'estimation des conditions optimales de stockage, de manipulation et d'utilisation. C'est pourquoi il est essentiel pour nombre de spécifications produit de réaliser une mesure précise de la viscosité.

Ce document décrit deux méthodes de test: le Mode opératoire A (manuel) et le Mode opératoire B (automatisé). Le Mode opératoire A est la méthode d'essai d'arbitrage (ou méthode d'essai de référence) pour résoudre les doutes ou les litiges.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3104

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57579788-4a4b-4881-b440-06260fd79e43/iso-3104>

Produits pétroliers — Liquides opaques et transparents — Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique

AVERTISSEMENT — L'utilisation du présent document peut nécessiter des produits, des opérations et des équipements à caractère dangereux. Il est de la responsabilité des utilisateurs du présent document d'établir des règles de sécurité et d'hygiène du personnel appropriées et de déterminer l'applicabilité de toute autre restriction avant utilisation.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie un Mode opératoire A utilisant des viscosimètres manuels en verre et un Mode opératoire B utilisant des viscosimètres à capillaires en verre dans un assemblage automatisé, pour la détermination de la viscosité cinématique, ν , de produits transparents et opaques. Le domaine d'application couvre les produits pétroliers liquides, les esters méthyliques d'acides gras (EMAG), le gazole paraffinique, l'huile végétale hydrotraitée (HVO), les carburants de transformation du gaz en liquide (GTL) et les mélanges de biocarburants diesel jusqu'à 50 % d'EMAG. La viscosité cinématique est déterminée en mesurant le temps d'écoulement d'un volume de liquide sous l'effet de la gravité à travers un viscosimètre capillaire en verre calibré. La viscosité dynamique, η , est obtenue en multipliant la viscosité cinématique mesurée par la masse volumique, ρ , du liquide. La plage de viscosités cinématiques couverte dans la présente méthode d'essai est comprise entre 0,2 mm²/s et 300 000 mm²/s sur la plage de températures de -20 °C à +150 °C.

NOTE Le résultat obtenu avec le présent document dépend du comportement de l'échantillon et est destiné à une application sur des liquides dont les contraintes de cisaillement et les vitesses de cisaillement sont proportionnelles (comportement d'écoulement newtonien). Si, cependant, la viscosité varie significativement avec la vitesse de cisaillement, des résultats différents peuvent être obtenus à partir de viscosimètres ayant des diamètres de capillaire différents. Le mode opératoire et les valeurs de fidélité pour les combustibles résiduels, qui dans certaines conditions présentent un comportement non newtonien, ont été inclus.

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 3105:1994, *Viscosimètres à capillaires en verre pour viscosité cinématique — Spécifications et instructions d'utilisation*

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

ASTM E2877-12, *Standard Guide for Digital Contact Thermometers*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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 viscosité cinématique

ν

résistance à l'écoulement d'un fluide sous l'effet de la gravité

Note 1 à l'article: Pour un écoulement gravitaire sous une charge hydrostatique donnée, la hauteur de charge d'un liquide est proportionnelle à sa masse volumique, ρ . Pour tout viscosimètre donné, le temps d'écoulement d'un volume fixe de fluide est directement proportionnel à sa viscosité cinématique, ν :

$$\nu = \eta / \rho$$

où η est le coefficient de viscosité dynamique (3.2).

3.2 viscosité dynamique

η

rapport entre la contrainte de cisaillement appliquée et la vitesse de cisaillement d'un liquide

Note 1 à l'article: La viscosité dynamique est une mesure de la résistance à l'écoulement ou à la déformation d'un liquide.

Note 2 à l'article: Le terme «viscosité dynamique» est également employé dans un autre contexte pour représenter une grandeur dépendant de la fréquence dans laquelle la contrainte de cisaillement et la vitesse de cisaillement présentent une dépendance au temps de forme sinusoïdale.

Note 3 à l'article: La viscosité dynamique peut également être appelée coefficient de viscosité dynamique ou viscosité absolue.

3.3 masse volumique

ρ

masse par unité de volume d'une substance à une température donnée

4 Principe

Le temps est mesuré pour un volume fixe de liquide s'écoulant sous l'effet de la gravité à travers le capillaire en verre d'un viscosimètre étalonné sous une charge motrice reproductible et à une température connue et étroitement contrôlée. La viscosité cinématique est le produit du temps d'écoulement mesuré et de la constante d'étalonnage du viscosimètre.

5 Produits et réactifs

5.1 Solution de nettoyage, une solution de nettoyage à fort pouvoir oxydant ou des solutions de nettoyage alcalines peuvent être utilisées.

Les solutions alcalines de nettoyage avec un pH supérieur à 10 ne sont pas recommandées car il a été démontré qu'elles modifient l'étalonnage du viscosimètre. Si celles-ci sont cependant utilisées, il convient de vérifier l'étalonnage du viscosimètre pour s'assurer qu'il n'y a pas de changement.

5.2 Solvant pour échantillon, entièrement miscible avec l'échantillon, un prélavage avec un solvant aromatique, tel que le toluène, ou l'heptane peut être nécessaire pour éliminer les produits asphalténiques. Lors du nettoyage des capillaires à l'intérieur du bain, le point d'ébullition de la solution de nettoyage doit être supérieur à la température du bain.

5.3 Solvant de séchage, approprié et volatil à la température utilisée. Filtrer avant utilisation. S'il reste de l'humidité, utiliser un solvant de séchage miscible à l'eau (5.4).

NOTE Lors du nettoyage des capillaires à l'intérieur du bain et si la température du bain est supérieure à 50 °C, l'acétone n'est pas approprié.

5.4 Eau, désionisée ou distillée, conformément à la Classe 3 de l'ISO 3696. À filtrer avant emploi.

5.5 Étalons de viscosité certifiés, (CRM), fournis par des producteurs de CRM et conformes aux exigences de l'ISO 17034. Ils doivent être caractérisés conformément à une pratique normalisée pour l'étalonnage de base de viscosimètres de référence et la caractérisation d'huiles de viscosité donnée, comme dans la norme l'ASTM D2162-21. Une traçabilité des valeurs certifiées doit être établie à la valeur de l'eau distillée reconnue sur le plan international (1,003 4 mm²/s à 20 °C, comme spécifié dans l'ISO/TR 3666).

6 Appareillage

6.1 Tubes de séchage, comprenant un système dessiccateur constitué soit de tubes de séchage à montage externe, soit d'un système dessiccateur intégré conçu pour évacuer l'humidité ambiante dans le tube capillaire. Veiller à ce qu'ils ne soient pas trop compacts et à ce que le desséchant ne soit pas saturé d'eau.

6.2 Filtre d'échantillonnage, tamis micronique ou filtre en verre fritté, pas plus de 75 µm.

6.3 Filtre de réactif, tamis micronique ou filtre en verre fritté, pas plus de 11 µm.

6.4 Bain d'ultrasons, non chauffé, avec une fréquence de fonctionnement comprise entre 25 kHz et 60 kHz et une puissance de sortie type ≤ 100 W, de dimensions appropriées pour supporter le ou les récipient(s) placé(s) à l'intérieur du bain, utilisé pour dissiper et éliminer efficacement les bulles d'air ou de gaz qui peuvent être entraînées dans les types d'échantillons visqueux avant l'analyse. Il est admis d'utiliser des bains d'ultrasons présentant des fréquences de fonctionnement et des puissances de sortie en dehors de cette plage; cependant, il est de la responsabilité du laboratoire de mener une étude comparative des données afin de confirmer que l'utilisation ou non de tels bains d'ultrasons n'affecte pas les résultats de manière significative. [ISO 3104](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57579788-4a4b-4881-b440-06260fd79e43/iso-3104)

6.5 Appareillage manuel

6.5.1 Viscosimètre à capillaires en verre, étalonné conformément à l'ISO 3105.

Le viscosimètre doit être accompagné d'un certificat d'étalonnage fourni par un laboratoire qui répond à l'ISO/IEC 17025. Il convient que la constante d'étalonnage soit vérifiée avant la première utilisation du capillaire et modifiée uniquement si nécessaire.

La constante d'étalonnage, C , dépend de l'accélération gravitationnelle sur le lieu d'étalonnage. La variation de la valeur de g sur la surface de la Terre est d'environ 0,5 % en raison de la latitude à laquelle s'ajoute environ 0,003 % pour 100 m d'altitude. Appliquer une correction de la gravité à la constante d'étalonnage du viscosimètre comme dans la [Formule \(1\)](#), si l'accélération de la gravité du laboratoire d'essai présente un écart supérieur à 0,1 % par rapport à celle du laboratoire d'étalonnage.

$$C_2 = \left(\frac{g_2}{g_1} \right) C \quad (1)$$

où g_1 et g_2 sont, respectivement, le laboratoire d'étalonnage et le laboratoire d'essai.

NOTE Le calcul des valeurs d'accélération de la gravité peut être trouvé dans la Référence [24].

IMPORTANT — Les viscosimètres utilisés pour les fluides à base de silicone, les hydrocarbures fluorés et d'autres liquides qui sont difficiles à éliminer au moyen d'un agent nettoyant, doivent être réservés à l'utilisation exclusive de ces liquides, sauf pendant leur étalonnage. Soumettre ces viscosimètres à des contrôles d'étalonnage fréquents. Les solvants de lavage utilisés sur ces viscosimètres ne doivent pas être utilisés pour le nettoyage d'autres viscosimètres. Si le

viscosimètre est nettoyé à l'aide du produit décrit en 5.1, l'utilisateur doit vérifier l'étalonnage avant toute autre utilisation.

6.5.2 Support de viscosimètre ou dispositif de montage dans le bain à température contrôlée, permettant de suspendre le viscosimètre en verre de sorte que le ménisque supérieur soit placé directement au-dessus du ménisque inférieur à la verticale à 1° près dans toutes les directions.

Les viscosimètres dont le ménisque supérieur est décalé par rapport au ménisque inférieur doivent être suspendus verticalement à 0,3° près dans toutes les directions conformément à l'ISO 3105.

Le bon alignement des pièces verticales peut être vérifié au moyen d'un fil à plomb, mais ceci peut s'avérer impossible pour les bains rectangulaires présentant des extrémités opaques.

6.5.3 Bain à température contrôlée, contenant un liquide transparent de profondeur suffisante pour qu'aucune partie de l'échantillon placé dans le viscosimètre ne se trouve à aucun moment au cours de la mesure à moins de 20 mm en dessous de la surface du liquide du bain ou à moins de 20 mm au-dessus du fond du bain.

Le contrôle de température du liquide du bain doit être tel que, pour chaque série de mesures du temps d'écoulement, dans la plage de 15 °C à 100 °C, la température du milieu du bain ne varie pas de plus de ±0,02 °C par rapport à la température choisie sur toute la longueur du viscosimètre, et/ou entre la position de chaque viscosimètre et/ou à l'emplacement du dispositif de mesure de température, c'est-à-dire qu'il est nécessaire que la température soit constante au niveau du capillaire et du dispositif de mesure de température en ne variant pas de plus de 0,04 °C. Pour les températures se trouvant en dehors de cette plage, l'écart par rapport à la température souhaitée ne doit pas dépasser ±0,05 °C.

Ajuster et maintenir le bain viscosimétrique à la température d'essai requise dans les limites données en 6.5.3, en conformité par rapport aux conditions spécifiées à l'Annexe B et toutes corrections indiquées sur les certificats d'étalonnage du dispositif de mesure de températures. Maintenir la température du bain à la température d'essai en appliquant les relevés du dispositif de mesure de température avec les corrections indiquées par le certificat d'étalonnage.

Les dispositifs de mesure de températures doivent être maintenus en position verticale dans les mêmes conditions d'immersion qu'au cours de l'étalonnage.

6.5.4 Dispositif de mesure de température, pour la plage comprise entre 0 °C et 100 °C, sous forme:

- a) d'un thermomètre à dilatation de liquide étalonné, comme listé dans l'Annexe B offrant au moins une capacité d'étalonnage et de mesure (CMC) de ±0,04 °C après correction; ou
- b) d'un thermomètre numérique de contact (DCT) tel que décrit le Tableau 1 offrant une CMC au moins équivalente.

NOTE 1 Un DCT est préférable en raison de la plus faible incertitude de mesure.

Il convient de garantir la traçabilité des données d'étalonnage par rapport à un organisme normatif d'étalonnage ou de métrologie et que ces données respectent l'incertitude de mesure requise. Le certificat d'étalonnage doit inclure des données couvrant la série de points d'essai de température pertinents compte tenu de l'utilisation prévue. Lorsque deux dispositifs de mesure de températures sont utilisés dans le même bain dans cette plage, ils doivent concorder à 0,04 °C près.

Si des thermomètres à dilatation de liquide étalonnés sont utilisés, l'emploi de deux thermomètres est recommandé.

En dehors de la plage comprise entre 0 °C et 100 °C, un thermomètre à dilatation de liquide étalonné avec un DCT présentant une CMC d'au moins ±0,1 °C doit être utilisé, et lorsque deux dispositifs de mesure de températures sont utilisés dans le même bain, ils doivent concorder à ±0,1 °C.

Lors de l'utilisation de thermomètres à dilatation de liquide, utiliser un dispositif de grossissement pour lire le thermomètre au 1/5^e le plus proche de la graduation (par exemple, 0,01 °C ou 0,02 °C) pour

s'assurer que la température d'essai requise et les fonctions de contrôle de température sont respectées. Il est recommandé de consigner régulièrement les relevés des thermomètres (ainsi que toute correction indiquée sur les certificats d'étalonnage des thermomètres) pour démontrer la conformité aux exigences de la méthode d'essai.

Un DCT conforme aux exigences du [Tableau 1](#) doit être utilisé. Le DCT doit être dépendant de la plage de température sélectionnée.

NOTE 2 L'incertitude d'étalonnage obtenue peut varier en fonction de la profondeur d'immersion.

La sonde du DCT doit être immergée à une profondeur au moins égale à la profondeur d'immersion stipulée sur le certificat d'étalonnage.

NOTE 3 Concernant la profondeur d'immersion de la sonde du thermomètre numérique de contact, l'ASTM E563-11:2019, Section 7, propose un mode opératoire pour la détermination de la profondeur minimale. Pour un bain de glace, l'ASTM E563-22 fournit des recommandations sur la préparation d'un bain de glace, mais un écart par rapport aux étapes spécifiques est toléré à condition que la préparation soit cohérente puisqu'elle est utilisée pour suivre les variations d'étalonnage.

Il convient de vérifier périodiquement la dérive d'étalonnage de la sonde DCT pendant son utilisation, et au moins une fois par an. Si la mesure de la dérive d'étalonnage du DCT dépasse la limite spécifiée, il doit être entièrement ré-étalonné sur sa plage d'utilisation. Si la dérive dépasse la limite indiquée pour la dérive d'étalonnage, elle doit être revérifiée à une période plus courte, et au moins une fois par mois, jusqu'à ce qu'elle soit considérée comme stable.

NOTE 4 Les modes opératoires contenus dans les normes ASTM E563-22 et ASTM E644-11 fournissent des recommandations sur les étapes nécessaires pour vérifier la dérive de l'étalonnage.

Tableau 1 — Exigences relatives au thermomètre numérique de contact

Critères	Exigences minimales
DCT	ASTM E2877
Résolution de l'affichage	0,01 °C, une valeur de 0,001 °C est recommandée
Affichage de l'erreur maximale admissible pour un ensemble sonde et capteur combinés	Plage: -80 °C -0 °C, 0,05 °C Plage: 0 °C -100 °C, 0,02 °C Plage: > 100 °C, 0,05 °C
Type de capteur	Détecteur de température à résistance (RTD), par exemple un détecteur de température à résistance de platine (PRT) ou une thermistance
Dérive	moins de 20 mK (0,02 °C) par an
Linéarité	moins de 0,01 °C sur la plage d'utilisation prévue
Rapport d'étalonnage	Le thermomètre numérique de contact doit être accompagné d'un rapport d'étalonnage de température dont il convient de garantir la traçabilité par rapport à un organisme normatif d'étalonnage ou de métrologie national, produit par un laboratoire d'étalonnage qui possède des compétences avérées dans le domaine de l'étalonnage de température
Données d'étalonnage	Le rapport d'étalonnage doit inclure au moins 3 températures d'étalonnage, température de 0 °C incluse, et deux autres points comprenant la température d'essai utilisée, et spécifier la profondeur d'immersion à laquelle a été effectué l'étalonnage ainsi que l'incertitude obtenue. Les données d'étalonnage doivent être réparties sur la plage d'étalonnage du DCT.

6.6 Appareillage automatisé

6.6.1 Généralités

Les viscosimètres automatiques qui utilisent les principes techniques du présent document, sont acceptables à condition qu'ils respectent les exigences d'exactitude et de précision de tous les équipements répertoriés en [6.5](#). De plus, s'ils sont utilisés pour mesurer la viscosité cinématique d'échantillons soumis à un conditionnement, selon les étapes indiquées dans l'[Annexe C](#), un porte-échantillon chauffé doit être utilisé si l'échantillon n'est pas analysé immédiatement après le conditionnement. Ce porte-échantillon ([6.6.2](#)) doit être chauffé à une température telle que l'échantillon n'atteigne pas une température inférieure à sa WAT (température d'apparition de la cire) ou à 20 °C au-dessus de son point d'écoulement. Pour les échantillons devant être analysés à 100 °C ou plus, le chauffage de l'échantillon au-delà de ces températures peut provoquer l'évaporation des composants légers et n'est pas approprié.

Des temps d'écoulement inférieurs à 200 s sont acceptables, cependant la correction de l'énergie cinétique doit être calculée et il convient qu'elle ne dépasse pas 3 % de la viscosité mesurée. Lorsqu'une valeur supérieure à 3 % est atteinte, il convient de répéter l'analyse en utilisant un tube viscosimétrique de diamètre inférieur.

NOTE La norme ISO 3105 décrit plus en détail les principes et le calcul de la viscosité cinématique en relation avec les dimensions du viscosimètre.

6.6.2 Porte-échantillons

Certains équipements automatisés comportent des supports de chargement des échantillons servant à l'analyse de plusieurs échantillons. Lorsqu'un échantillon a fait l'objet d'un conditionnement selon les étapes décrites à l'[Annexe C](#), l'échantillon ne doit pas rester refroidir sur le support de chargement jusqu'à atteindre une température inférieure à la température d'essai car dans un tel cas, la mesure de la viscosité résultante sera supérieure à celle obtenue avec le mode opératoire manuel. Le trajet de l'échantillon doit être chauffé car la température de l'échantillon conditionné peut chuter très rapidement. Pour l'analyse de ces échantillons, les supports de chargement des échantillons doivent être chauffés au-dessus de la température d'essai lorsque cela est possible, (voir [6.6.1](#) pour les échantillons analysés à 100 °C ou plus), afin de garantir que la température de l'échantillon a atteint la température d'essai au moment de l'analyse et que la nature de l'échantillon n'est pas altérée. Pour l'analyse de ces échantillons à 50 °C, un plateau d'échantillons chauffé à 54 °C s'est avéré satisfaisant pour maintenir la température de l'échantillon au-dessus de 50 °C pendant au moins 40 min. Pour une analyse de ces échantillons à d'autres températures, il convient que le laboratoire établisse la température du support de l'échantillon et le temps avant l'analyse appropriés.

6.6.3 Dispositif de mesure de température

Si l'appareillage comprend un dispositif de mesure de température intégré, celui-ci doit être entièrement conforme aux exigences de [6.5.4](#) et pouvoir être retiré en vue d'un étalonnage externe. Le dispositif intégré fournit une valeur de température de référence indépendante permettant d'ajuster le contrôle de température de l'appareillage automatisé au point de consigne d'essai requis.

6.7 Dispositif de minutage, capable de lire des valeurs avec une mobilité de 0,1 s ou inférieure, et présentant une incertitude de $\pm 0,07$ % de la valeur lue lorsqu'il est soumis à essai à des intervalles de 200 s et de 1 000 s.

Vérifier régulièrement l'exactitude des minuteurs et conserver une trace de ces vérifications.