

DOCUMENT
INTERNATIONAL

OIML D 17
Edition 1987 (F)

Schéma de hiérarchie des instruments de mesure
de la viscosité des liquides

Hierarchy scheme for instruments measuring the viscosity of liquids



Avant-propos

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif premier est d'harmoniser les réglementations et les contrôles métrologiques appliqués par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses États Membres.

Les deux principales catégories de publications OIML sont:

- les **Recommandations Internationales (OIML R)**, qui sont des modèles de réglementations fixant les caractéristiques métrologiques d'instruments de mesure et les méthodes et moyens de contrôle de leur conformité ; les États Membres de l'OIML doivent mettre ces Recommandations en application dans toute la mesure du possible;
- les **Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à améliorer l'activité des services de métrologie.

Les projets de Recommandations et Documents OIML sont élaborés par des comités techniques ou sous-comités composés d'États Membres. Certaines institutions internationales et régionales y participent aussi sur une base consultative.

Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, comme l'ISO et la CEI, pour éviter des prescriptions contradictoires; en conséquence les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. peuvent appliquer simultanément les publications OIML et celles d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales et Documents Internationaux sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont périodiquement soumis à révision.

La présente publication – référence OIML D 17, édition 1987 (F) – placée sous la responsabilité du TC 17/SC 5 *Viscosimétrie*, a été approuvée par le Comité International de Métrologie Légale en 1984.

Les publications de l'OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation:

Bureau International de Métrologie Légale
11, rue Turgot - 75009 Paris - France
Téléphone: 33 (0)1 48 78 12 82 et 42 85 27 11
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Internet: www.oiml.org

SCHÉMA de HIÉRARCHIE des INSTRUMENTS de MESURE de la VISCOSITÉ des LIQUIDES

Le présent Document International s'applique au schéma de hiérarchie des instruments de mesure de la viscosité des liquides, exprimée en unités SI :

$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pour la viscosité cinématique, et

$\text{Pa} \cdot \text{s}$ pour la viscosité dynamique.

Il fixe la séquence de la vérification des viscosimètres et indique les incertitudes et les méthodes principales de vérification. Un diagramme résume ces informations (voir page 7).

1. Etalons primaires et secondaires

1.1. Etalon primaire de viscosité

1.1.1. L'étalon primaire est destiné à reproduire et conserver les valeurs de viscosité des liquides et à transmettre ces valeurs aux instruments de mesure usuels par l'intermédiaire d'étalons secondaires, étalons de référence et étalons de travail.

1.1.2. Les étendues de viscosité des liquides newtoniens, reproduites par l'étalon, sont :

de $4 \cdot 10^{-7}$ à $10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pour la viscosité cinématique, et

de $4 \cdot 10^{-4}$ à $10^2 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ pour la viscosité dynamique.

1.1.3. L'étalon primaire reproduit les valeurs de viscosité avec une incertitude de mesure comprise entre 0,03 % et 0,5 %, en fonction de l'étendue de mesure de la viscosité; l'écart type du résultat des mesures, dans la partie basse de l'étendue de mesure, ne doit pas dépasser 0,03 % (voir note 1).

1.1.4. L'étalon primaire est utilisé pour vérifier les étalons secondaires. Les étalons secondaires sont comparés à l'étalon primaire par mesurage des mêmes liquides, dans les mêmes conditions de température et pression.

1.1.5. Le mesurage de la viscosité des liquides au moyen de l'étalon primaire est basé sur la comparaison de la viscosité du liquide à analyser avec la viscosité de l'eau bidistillée fraîchement préparée, à la température de 20 °C et sous la pression de 101 325 Pa.

Dans les conditions indiquées, on prend comme valeurs des caractéristiques de l'eau bidistillée:

— viscosité cinématique : $1,0038 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

— viscosité dynamique : $1,002 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

— masse volumique : $998,203 \text{ kg/m}^3$

Référence : Rapport technique ISO/TR 3666-1977

1.1.6. La composition de l'étalon primaire est la suivante :

— jeu de viscosimètres capillaires à écoulement libre du liquide, pour les différentes étendues de mesure, permettant de mesurer la viscosité du liquide d'étalonnage par comparaison avec la viscosité de l'eau; la longueur des capillaires des viscosimètres des deux plus grandes dimensions du jeu devrait être au moins égale à 400 mm ; la correction due à l'énergie cinétique ne doit pas dépasser 0,03 % de la viscosité mesurée;

- instrument de mesure de la durée de l'écoulement du liquide dans les viscosimètres ; l'erreur de l'instrument ne doit pas dépasser 0,01 % ; l'erreur de lecture ne doit pas dépasser 0,01 s ;
- appareillage pour maintenir et mesurer la température du liquide dans un bain thermostaté ; la température ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de $\pm 0,005$ °C ; la différence de température entre deux points quelconques du bain, ainsi que l'erreur de mesure de la température, ne doivent pas dépasser 0,005 °C.

1.2. Etalons secondaires

1.2.1. Les étalons secondaires sont destinés à vérifier les viscosimètres de référence.

1.2.2. L'incertitude de mesure de l'étalon secondaire doit être comprise entre 0,05 % et 0,8 %, en fonction de l'étendue de mesure de viscosité; l'écart type du résultat des mesures, dans la partie basse de l'étendue de mesure, ne doit pas dépasser 0,05 % (voir note 1).

1.2.3. La composition de l'étalon secondaire est la suivante :

- jeu de viscosimètres capillaires à écoulement libre du liquide, couvrant l'étendue de mesure de $4 \cdot 10^{-7}$ à $10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$; la longueur des capillaires des viscosimètres des deux plus grandes dimensions du jeu devrait être au moins égale à 400 mm; la correction due à l'énergie cinétique ne doit pas dépasser 0,03 % de la viscosité mesurée ;
- instrument de mesure de la durée de l'écoulement du liquide dans les viscosimètres; l'erreur de l'instrument ne doit pas dépasser 0,01 % ; l'erreur de lecture ne doit pas dépasser 0,01 s ;
- appareillage pour maintenir et mesurer la température du liquide dans un bain thermostaté ; la température ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de $\pm 0,01$ °C ; la différence de température entre deux points quelconques du bain et l'erreur de mesure de la température ne doivent pas dépasser 0,01 °C.

1.3. Les étalons primaires et secondaires de viscosité des liquides devraient être munis d'un certificat délivré par les autorités métrologiques compétentes.

2. Etalons de référence et étalons de travail.

2.1. Etalons de référence

2.1.1. En tant qu'étalons de référence on utilise des jeux de viscosimètres capillaires en verre à écoulement libre du liquide (de préférence du type Ubbelohde à niveau suspendu, avec une longueur de capillaire de 300 mm) ainsi que des liquides étalons de référence.

2.1.2. L'incertitude maximale (calculée sur la base de 2 écarts-types - voir note 1) sur la détermination des constantes des viscosimètres de référence et sur le mesurage de la viscosité des liquides de référence doit être comprise entre 0,2 et 1 %, en fonction de l'étendue de mesure de viscosité des liquides.

2.1.3. Les étalons de référence sont utilisés pour étalonner les étalons de travail et les instruments de mesure usuels de haute précision, par comparaison directe et mesurage direct.

2.2. Etalons de travail

2.2.1. En tant qu'étalons de travail on utilise des jeux de viscosimètres capillaires en verre à écoulement libre du liquide (du type Ubbelohde à niveau suspendu, avec une longueur de capillaire de 90 à 120 mm) ainsi que des liquides étalons de travail.

2.2.2. L'incertitude maximale (calculée sur la base de 2 écarts-types - voir note 1) sur la détermination des constantes des viscosimètres étalons de travail doit être comprise entre 0,5 % et 2,5 %, et celle sur la mesure de la viscosité des liquides étalons de travail entre 0,3 % et 2 %, en fonction de l'étendue de mesure de viscosité des liquides.

2.2.3. Les étalons de travail sont utilisés pour étalonner ou vérifier les instruments de mesure usuels, par comparaison directe et mesurage direct.

2.3. Les étalons de référence et de travail doivent être munis d'un certificat délivré par les autorités métrologiques compétentes.

3. Instruments de mesure usuels

3.1. En tant qu'instruments de mesure usuels, on utilise des viscosimètres ayant divers principes de fonctionnement, destinés à déterminer la viscosité des liquides newtoniens et non-newtoniens en unités SI.

3.2. La vérification des viscosimètres doit être effectuée au moyen de liquides newtoniens.

3.3. Une indication sur les erreurs à attendre des viscosimètres usuels est donnée dans le diagramme en page 7.

NOTES

1. L'écart-type expérimental de la moyenne de n mesurages est déterminé selon la formule :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n(n-1)}}$$

où :

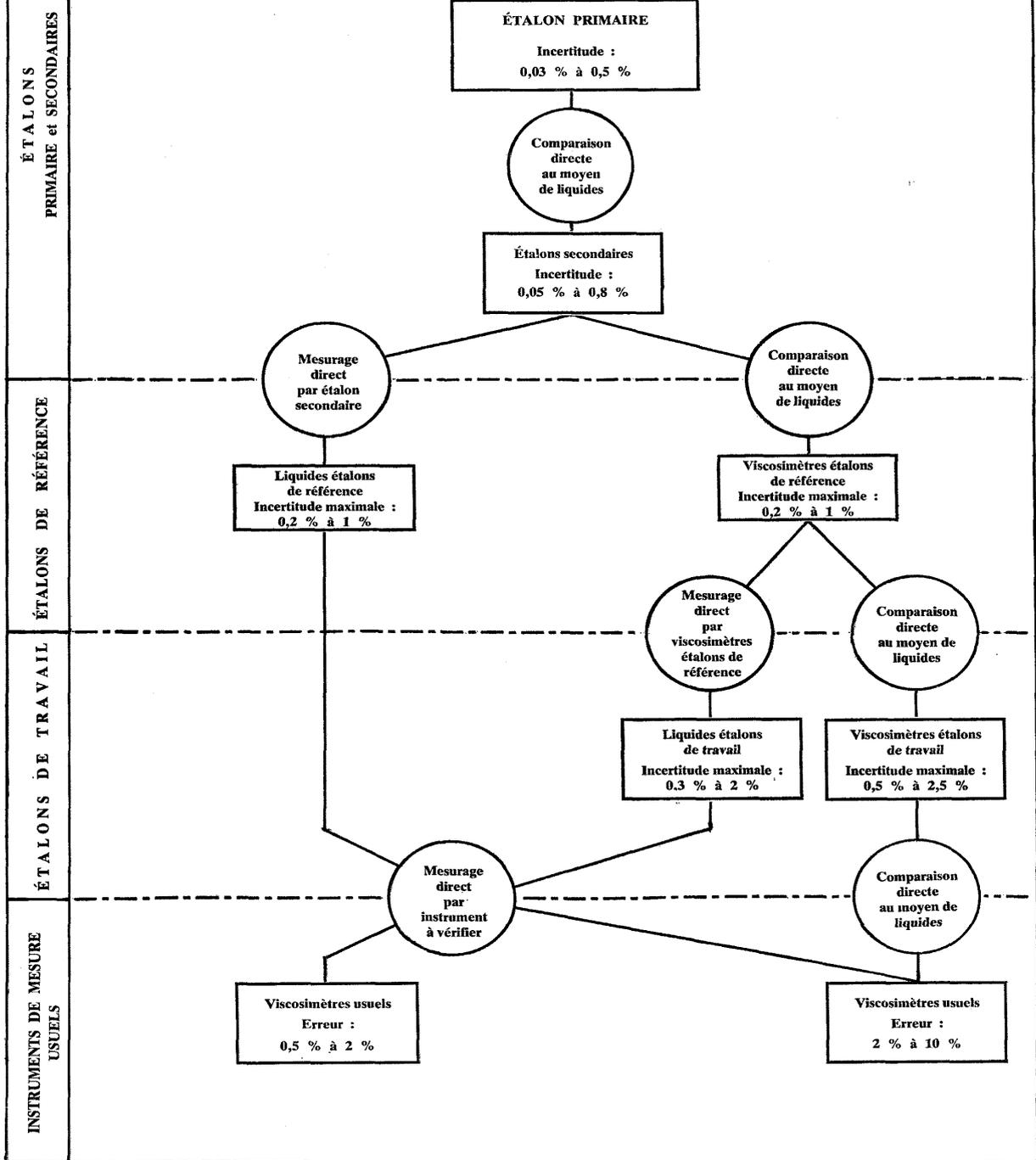
X_i : i^{ème} résultat de mesure

\bar{X} : moyenne arithmétique des n résultats considérés

soit, en valeur relative : $\frac{S}{X} \cdot 100 \%$

2. L'incertitude sur la valeur de la viscosité de l'eau (point 1.1.5.) est égale à 0,25 %. On n'a pas tenu compte de cette incertitude lors de la détermination des incertitudes spécifiées dans le schéma de hiérarchie.
3. Les instruments usuels et les étalons peuvent être vérifiés au moyen d'étalons d'exactitude plus élevée selon le schéma, sans qu'il soit nécessaire de passer par d'éventuels maillons intermédiaires.
4. La masse volumique du liquide d'étalonnage (nécessaire pour calculer la viscosité dynamique) doit être déterminée avec une erreur ne dépassant pas 0,05 %.

**SCHÉMA DE HIÉRARCHIE
DES INSTRUMENTS DE MESURE DE LA VISCOSITÉ DES LIQUIDES
jusqu'à $0,1 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ou $100 \text{ Pa} \cdot \text{s}$**



Sommaire

<i>Avant-propos</i>	2
1. Etalons primaires et secondaires.....	3
2. Etalons de référence et étalons de travail.....	4
3. Instruments de mesure usuels.....	5