

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
6388

Deuxième édition  
1989-11-15

---

---

**Agents de surface — Détermination des  
propriétés d'écoulement au moyen d'un  
viscosimètre rotatif**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Surface active agents — Determination of flow properties using a rotational  
viscometer*  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 6388:1989](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc80e1a8-5a2b-40eb-8acb-5891d6ad68c2/iso-6388-1989>



Numéro de référence  
ISO 6388 : 1989 (F)

## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 6388 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 91, *Agents de surface*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6388 : 1983), dont elle constitue une révision mineure.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

## Introduction

Pour la détermination du comportement rhéologique de l'ensemble des agents de surface, on utilise un viscosimètre rotatif qui est adapté à l'étude de substances à comportement rhéologique complexe comme les plastiques, les peintures, etc.

Compte tenu de l'existence de l'ISO 3219 établie dans le cadre des plastiques, il est apparu opportun de s'y référer en ce qui concerne les définitions et l'appareillage, et de la compléter en ce qui concerne la détermination propre aux agents de surface.

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

[ISO 6388:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc80e1a8-5a2b-40eb-8acb-5891d6ad68c2/iso-6388-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc80e1a8-5a2b-40eb-8acb-5891d6ad68c2/iso-6388-1989>

Page blanche

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

ISO 6388:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc80e1a8-5a2b-40eb-8acb-5891d6ad68c2/iso-6388-1989>

# Agents de surface — Détermination des propriétés d'écoulement au moyen d'un viscosimètre rotatif

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour la caractérisation des propriétés d'écoulement des agents de surface non solides, seuls ou en mélange, et des produits contenant essentiellement des agents de surface, au moyen d'un viscosimètre rotatif à cylindres coaxiaux, à cône et plan, à double cône, etc.

NOTE — Le comportement rhéologique du système contenant des agents de surface est fréquemment entaché d'anomalies. Ces dernières sont dues, la plupart du temps, aux tendances à l'association des molécules des agents de surface. Le comportement rhéologique des agents de surface est essentiellement variable en fonction de la nature et de la concentration de ces derniers; de faibles variations de température, de concentration de sels minéraux et la présence de toute autre substance peuvent également faire varier le comportement rhéologique des agents de surface. Il arrive parfois que le type même de rhéologie soit changé. La méthode prescrite dans la présente Norme internationale essaie de tenir compte de toutes ces remarques. Pour certains agents de surface bien particuliers, il est possible d'utiliser d'autres méthodes de mesurage. Pour les systèmes newtoniens, on signalera par exemple l'ISO 3104 et l'ISO 1652 qui sont beaucoup plus précises.

Lorsque le caractère newtonien d'un système est contestable, la méthode prescrite dans la présente Norme internationale permet de choisir l'appareil de mesure qui permettra une détermination.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 607 : 1980, *Agents de surface et détergents — Méthodes de division d'un échantillon.*

ISO 862 : 1984, *Agents de surface — Vocabulaire.*

## 3 Définitions, symboles et unités

### 3.1 Généralités

La viscosité d'un fluide cisailé entre deux plans parallèles, dont l'un se déplace par rapport à l'autre d'un mouvement linéaire et uniforme dans son propre plan, est définie par l'équation de Newton:

$$\eta = \frac{\tau}{D}$$

où

$\eta$  est la viscosité (dynamique);

$\tau$  est la contrainte de cisaillement;

$D = \frac{dv}{dz}$  est le gradient de vitesse de cisaillement,

$v$  étant la vitesse d'un plan par rapport à l'autre, et

$z$  étant la coordonnée perpendiculaire aux deux plans.

NOTE — Les produits dont la viscosité est indépendante du gradient de vitesse de cisaillement auquel est effectué le mesurage sont considérés comme ayant un comportement newtonien, et sont dits «newtoniens». Les autres sont considérés comme ayant un comportement non newtonien et sont dits «non newtoniens».

La viscosité apparente d'un produit non newtonien  $\eta_a$  est le rapport de la contrainte de cisaillement produite au gradient de vitesse de cisaillement appliqué.

La valeur de la viscosité apparente, fonction du gradient de vitesse de cisaillement, peut dépendre des hystérésis rhéologiques et thermiques de l'échantillon se trouvant dans l'appareil.

La dimension de la viscosité est  $ML^{-1}T^{-1}$  et, dans le Système International SI, l'unité est le newton seconde par mètre carré ( $N \cdot s/m^2$ ) ou le pascal seconde ( $Pa \cdot s$ ).<sup>1)</sup>

### 3.2 Phénomènes rhéologiques (voir figures 1 et 2 et ISO 862).

NOTE — Les phénomènes rhéologiques sont décrits en fonction d'une contrainte de cisaillement définie.

1)  $1 N \cdot s/m^2 = 1 Pa \cdot s = 10^3 cP$  (centipoise)

$1 mN \cdot s/m^2 = 1 mPa \cdot s = 1 cP$  (centipoise)

**3.2.1 pseudo-plasticité** (viscosité structurelle): Dans des conditions isothermes et réversibles, diminution sans hystérésis de la viscosité apparente, avec un gradient de vitesse de cisaillement croissant.

**3.2.2 dilataance:** Dans des conditions isothermes et réversibles, augmentation sans hystérésis de la viscosité apparente, avec un gradient de vitesse de cisaillement croissant.

**3.2.3 viscosité en fonction du temps:** Dans des conditions isothermes et réversibles, modification de la viscosité apparente au cours de l'écoulement avec une vitesse de cisaillement constante.

**3.2.3.1 thixotropie:** Dans des conditions isothermes et réversibles, diminution de la viscosité, sous l'effet du cisaillement, à partir de la viscosité au repos (immédiatement après le début du cisaillement) jusqu'à la valeur finale (dépendante de la vitesse de cisaillement).

Lorsque le cisaillement cesse, la valeur de la viscosité au repos doit être retrouvée après un certain temps, le «temps de recouvrance».

**3.2.3.2 rhéopexie:** Phénomène où le temps de recouvrance, après cessation du cisaillement relativement élevé, est raccourci après application d'un petit cisaillement.

**3.2.3.3 antithixotropie:** Dans des conditions isothermes et réversibles, augmentation de la viscosité, sous l'effet du cisaillement, à partir de la viscosité au repos (immédiatement après le début du cisaillement) jusqu'à la valeur finale (dépendante de la vitesse de cisaillement).

Lorsque le cisaillement cesse, la valeur de la viscosité au repos doit être retrouvée après un certain temps, le «temps de recouvrance».

**3.2.3.4 hystérésis rhéologique:** Dans des conditions isothermes et réversibles, si le gradient de vitesse de cisaillement croît de façon linéaire en fonction du temps depuis la valeur zéro jusqu'à une valeur maximale (courbe supérieure) et puis décroît de la même manière (courbe inférieure), le gradient de vitesse de cisaillement porté sur un diagramme en fonction de la contrainte de cisaillement décrit une courbe d'hystérésis qui est utilisée pour rechercher et caractériser la thixotropie ou l'antithixotropie.

**3.2.4 plasticité:** Un corps plastique se comporte comme un corps élastique lorsqu'il est soumis à une tension inférieure à une certaine valeur critique,  $\tau_0$ , la «tension d'écoulement». Au-dessus de cette valeur limite, un écoulement se produit. Lorsque la fonction  $D = f(\tau)$  ( $D$  étant le gradient de la vitesse de cisaillement) pour  $\tau > \tau_0$  est représentée par une droite, on dit que ce produit est un corps plastique de Bingham.

## 4 Principe

Détermination des propriétés d'écoulement d'une prise d'essai à comportement newtonien ou non newtonien au moyen d'un viscosimètre rotatif<sup>1)</sup> à spécifications définies, permettant en même temps pour celle à comportement newtonien le mesurage du gradient de vitesse de cisaillement auquel est effectuée la détermination, tandis que pour celle à comportement non newtonien le mesurage éventuel de différents gradients de vitesse de cisaillement apparents utilisés pour la détermination.

## 5 Substances de référence

Des liquides newtoniens doivent être utilisés comme substances de référence.

## 6 Appareillage

**6.1 Viscosimètres,** à cylindres coaxiaux, à cône et plan, à double cône, ou combinant deux de ces types avec les spécifications suivantes.

**6.1.1** Pour les appareils à cylindres coaxiaux, dont les diamètres externe et interne des cylindres (stator ou rotor) sont respectivement  $d_e$  et  $d_i$ , la valeur du rapport  $d_e/d_i$  doit être la plus faible possible et, de préférence, inférieure ou égale à 1,10 et, en aucun cas, supérieure à 1,50. Dans le cas où l'appareil correspond à une valeur supérieure à 1,10, il faut l'indiquer dans le rapport d'essai et, si possible, faire la correction qui doit également être indiquée dans le rapport d'essai.<sup>2)</sup>

En outre, si l'appareil ne comporte pas de dispositif géométrique (fond conique et anneau de garde au-dessus) de correction de l'effet de bout, la condition supplémentaire suivante doit être respectée:

$$\frac{h_i}{d_i} \geq 1,5$$

où  $h_i$  est la hauteur du cylindre intérieur.

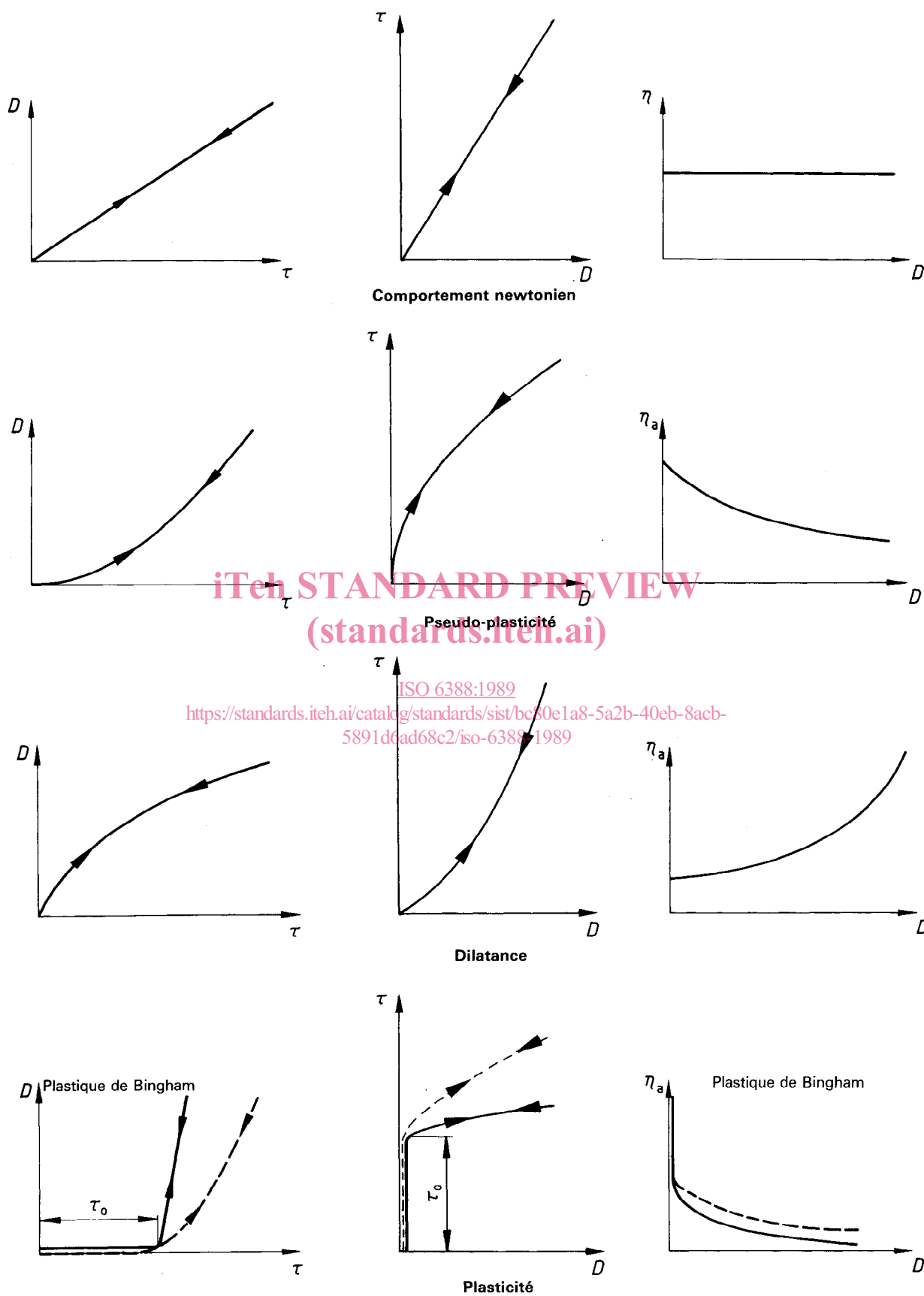
**6.1.2** Pour les appareils à cône et plan ou à double cône, la valeur de l'angle  $\alpha$ , formé respectivement par la génératrice du cône et le plan ou les génératrices des deux cônes, doit être la plus faible possible et, de préférence, inférieure ou égale à 1° et, en aucun cas, supérieure à 4°. Dans le cas où l'angle  $\alpha$  a une valeur supérieure à 1°, il faut l'indiquer dans le rapport d'essai et, si possible, faire la correction qui doit également être indiquée dans le rapport d'essai.<sup>2)</sup>

**6.1.3** Pour les appareils combinant deux des principes précédents, chacune des spécifications doit être respectée, à moins que l'un d'eux n'intervienne que pour un très faible pourcentage et puisse être considéré comme étant une correction.

1) Il existe deux types de viscosimètres: l'un où le gradient de vitesse de cisaillement (vitesse de rotation) est imposé pour déterminer la contrainte de cisaillement, auquel cas cette détermination est illustrée par un diagramme représentant  $\tau$  en fonction de  $D$  (voir figures 1 et 2); l'autre où la contrainte de cisaillement est imposée pour déterminer la vitesse de cisaillement, auquel cas cette détermination est illustrée par un diagramme représentant  $D$  en fonction de  $\tau$  (voir figures 1 et 2).

Le premier type de viscosimètre est celui le plus couramment utilisé et la présente Norme internationale décrit son emploi.

2) Il est de règle que les formules de correction soient fournies par le constructeur de l'appareil.

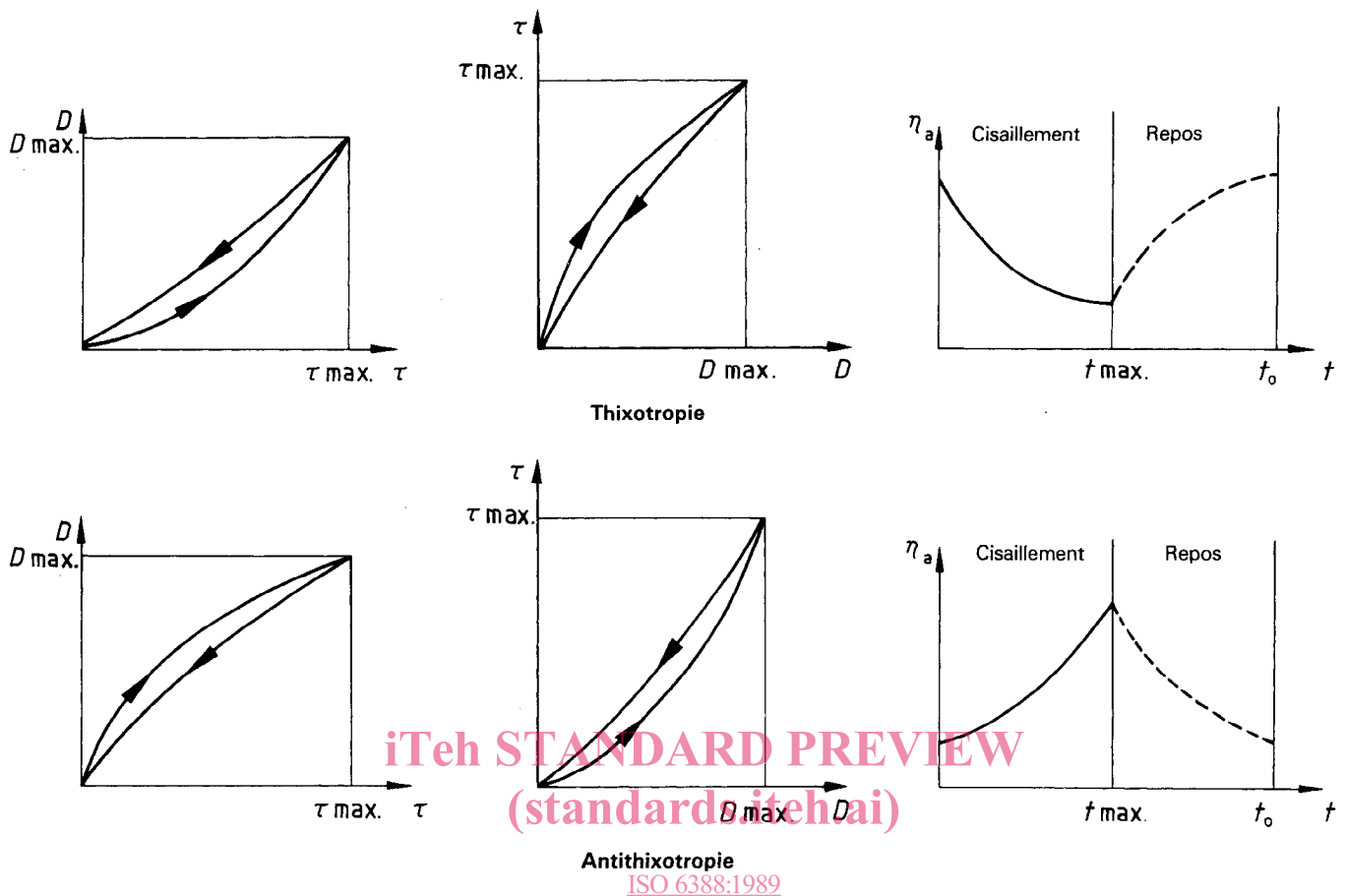


iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 6388:1989  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bc50e1a8-5a2b-40eb-8acb-5891d6ad68c2/iso-6388-1989>

NOTE — Cette figure contient uniquement des schémas permettant de mieux représenter le phénomène.

**Figure 1 — Lois typiques d'écoulement pour des systèmes à contrainte constante [ $D = f(\tau)$ ] et à vitesse de cisaillement constante [ $\tau = f(D)$ ]**



<https://standards.itelhai.org/catalog/standards/sist/bc80e1a8-5a2b-40eb-8acb-58746a400c4c/iso-6388-1989>

NOTE — Cette figure contient uniquement des schémas permettant de mieux représenter le phénomène.

Figure 2 — Représentation d'une courbe d'hystérésis sur un produit fortement influencé dans son comportement rhéologique par la durée du cisaillement



**6.1.4** Tous ces appareils doivent permettre, dans tous les cas, l'application de nombreuses vitesses de rotation.

Ils doivent avoir, en ce qui concerne la viscosité, une précision d'au moins 2 % pour l'échelle totale de mesure, et cela pour chaque combinaison rotor/stator/vitesse.

Les limites de viscosité mesurables et les limites de gradient de vitesse que doit permettre l'appareil doivent être en rapport avec les mesurages à effectuer et les gradients désirés.

NOTE — Par l'emploi de leurs différents stators, rotors et vitesses, la plupart des appareils du commerce permettent de mesurer des viscosités dans une gamme qui comprend au moins l'étendue  $10^{-2}$  Pa·s à  $10^3$  Pa·s (10 cP à  $10^6$  cP).

Les gammes de gradients de vitesses de cisaillement permises par les différents appareils diffèrent beaucoup d'un appareil à un autre.

Le réglage et l'étalonnage de ces viscosimètres sont normalement effectués par le constructeur.

Les contrôles de ce réglage et de cet étalonnage, qu'il est recommandé d'effectuer de temps en temps, peuvent être réalisés au moyen de liquides de viscosité connue, soit par les laboratoires utilisateurs, soit par les laboratoires officiels.

**6.2 Viscosimètres**, à systèmes de mesure de géométrie non définie (plateau, forme en T, etc.).

**6.3 Bains thermostatisés**, permettant d'amener et de maintenir le produit en examen à la température de l'essai (normalement 23 °C) à 0,2 °C près.

Cette tolérance de  $\pm 0,2$  °C est valable pour les températures comprises entre 0 °C et 50 °C. Par contre, pour des mesures de précision et dans la gamme des températures ordinaires, il peut être exigé une tolérance plus serrée (par exemple  $\pm 0,1$  °C).

Il est à noter que, à fort gradient de vitesse de cisaillement, le mesurage lui-même entraîne un échauffement de la matière qu'il faut combattre, ou dont il convient de tenir compte par une correction (souvent indiquée par le constructeur du viscosimètre).

NOTE — En général, les viscosimètres du commerce comportent un dispositif de thermostatisation incorporé.

## 7 Échantillonnage

L'échantillon pour laboratoire d'agent de surface doit être préparé et conservé conformément aux prescriptions de l'ISO 607.

## 8 Mode opératoire

### 8.1 Prise d'essai

À partir de l'échantillon pour laboratoire (article 7) homogénéisé, prélever avec soin une prise d'essai absolument exempte de bulles d'air.

### NOTES

1 Dans le cas de produits susceptibles de se séparer en deux phases dans une certaine gamme de températures, il convient d'effectuer la détermination en dehors de cette gamme.

2 Dans le cas des produits dont le comportement dépend du temps, il y a lieu que les manipulations subies (chauffages inclus) soient toujours identiques et notées dans le rapport d'essai.

## 8.2 Détermination

**8.2.1** Introduire la prise d'essai (8.1) dans le récipient de mesure thermostatisé, et ajuster la température retenue pour la détermination. Plonger alors le cylindre de mesure coaxial ou tout autre système de mesure dans le récipient de mesure. Mettre en marche l'appareil à une vitesse constante de rotation et mesurer le moment du couple exercé.

Effectuer plusieurs mesurages sur le même échantillon et reproduire ce mesurage aux différents gradients de vitesse de cisaillement du viscosimètre.

**8.2.2** Dans le cas des appareils à cylindres coaxiaux, la distribution radiale de la contrainte de cisaillement  $\tau_r$  dans l'intervalle entre les cylindres coaxiaux est donnée par l'équation

$$\tau_r = \frac{T}{2 \pi l} \times \frac{1}{r^2}$$

ou

$T$  est le moment du couple exercé;

$l$  est la longueur de l'intervalle entre les cylindres coaxiaux;

$r$  est le rayon considéré.

En tenant compte des cas spéciaux pour la contrainte de cisaillement au niveau des parois du cylindre intérieur et extérieur,  $\tau_i$  et  $\tau_e$  sont donnés respectivement par les équations

$$\tau_i = \frac{2 T}{\pi l} \times \frac{1}{d_i^2}$$

et

$$\tau_e = \frac{2 T}{\pi l} \times \frac{1}{d_e^2}$$

où

$T$  et  $l$  ont les mêmes significations que précédemment;

$d_i$  est le diamètre du cylindre intérieur;

$d_e$  est le diamètre du cylindre extérieur.

### 8.2.2.1 Cas des produits newtoniens

Dans le cas des mesurages sur ces produits, le gradient de vitesse de cisaillement peut être calculé en multipliant la vitesse de rotation du cylindre par un coefficient dont la valeur est indiquée par le constructeur. En principe, on calcule le gradient de vitesse de cisaillement au niveau de la paroi du cylindre où le moment du couple est également mesuré.