
**Industries du pétrole et du gaz naturel —
Fluides et matériaux de complétion —**

**Partie 1:
Mesurage des propriétés visqueuses des
fluides de complétion**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Petroleum and natural gas industries — Completion fluids and
materials —*

Part 1: Measurement of viscous properties of completion fluids

ISO 13503-1:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13503-1:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003>

© ISO 2003

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2004

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Termes et définitions	1
3 Abréviations	2
4 Mesurage et précision	2
5 Préparation du fluide	2
6 Préparation du fluide par simulation de cycle de cisaillement (en option)	3
6.1 Généralités	3
6.2 Exigences pour simulateur de cycle de cisaillement approprié	3
6.3 Conditions pour l'alimentation de l'échantillon	3
6.4 Conditions pour la simulation de cycle de cisaillement normalisée	4
6.5 Considérations d'ordre opérationnel	5
7 Étalonnage des instruments	5
8 Méthodes de mesure	5
8.1 Généralités	5
8.2 Fluides non-réticulés (voir 2.6)	5
8.3 Fluides viscoélastiques	11
9 Modes opératoires de calcul	13
9.1 Concepts généraux	13
9.2 Examen rapide de la rhéologie indépendante de la géométrie par rapport à la rhéologie nominale	14
9.3 Limitations/problèmes susceptibles de générer des résultats erronés:	15
9.4 Méthode de calcul pour les viscosimètres à cylindres coaxiaux	15
9.5 Paramètres plastiques de Bingham pour les fluides de complétion	18
9.6 Calculs pour la simulation de cycle de cisaillement en option	18
10 Rapport	19
Bibliographie	22

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 13503-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*, sous-comité SC 3, *Fluides de forage et de complétion, et ciments à puits*.

L'ISO 13503 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Industries du pétrole et du gaz naturel — Fluides et matériaux de complétion*.

— *Partie 1: Mesurage des propriétés visqueuses des fluides de complétion*

Les parties suivantes sont en préparation:

— *Partie 2: Mesurage des propriétés des matériaux de soutènement utilisés dans les opérations de fracturation hydraulique et de remplissage de gravier*

— *Partie 3: Essais de saumures denses*

— *Partie 4: Mode opératoire pour mesurer la stimulation et la fuite du fluide filtrant dans des conditions statiques*

— *Partie 5: Mode opératoire pour mesurer la conductivité à long terme des agents de soutènement*

Introduction

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 13503, les fluides de complétion sont définis comme des fluides viscosifiés utilisés lors des opérations de complétion ou de reconditionnement d'un puits producteur de pétrole ou de gaz naturel. La présente partie de l'ISO 13503 a pour objet de fournir une méthode normalisée de mesurage de la viscosité des fluides de complétion monophasiques non chargés en particules. Il s'agit de saumures viscosifiées, de fluides de gravelpack et de fluides de fracturation. Ces fluides peuvent être réticulés ou non (aqueux, à base d'hydrocarbure ou d'acide).

En option, un mode opératoire de simulation de cycle de cisaillement est fourni pour les fluides susceptibles de présenter une sensibilité au cisaillement. Ce mode opératoire est destiné à simuler les effets de cisaillement subis par un fluide dans les installations de surface et lorsqu'il est déplacé dans le puits. La simulation de cycle de cisaillement est principalement utilisée au cours du développement de nouveaux fluides de fracturation afin de caractériser leur sensibilité au cisaillement.

Ces modes opératoires normalisés ont été compilés sur la base de plusieurs années d'essais comparatifs, d'examen, de discussion et de recherche continue réalisés par l'industrie.

Cette procédure normalisée est largement basée sur l'API RP 39, troisième édition, mai 1998 [1].

Dans la présente partie de l'ISO 13503, pour plus de commodité, les unités couramment utilisées aux Etats-Unis (unités USC) sont données entre parenthèses, pour information.

ITIH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 13503-1:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13503-1:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003>

Industries du pétrole et du gaz naturel — Fluides et matériaux de complétion —

Partie 1:

Mesurage des propriétés visqueuses des fluides de complétion

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13503 fournit une méthodologie cohérente de détermination de la viscosité des fluides de complétion. Dans certains cas, une méthodologie est également fournie pour déterminer les propriétés rhéologiques d'un fluide.

2 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 13503, les termes et définitions suivants s'appliquent.

2.1

balancier

cylindre intérieur fixe d'un viscosimètre à cylindres coaxiaux

2.2

fluide de complétion

tout fluide utilisé pendant la phase de complétion d'un puits

2.3

viscosimètre à cylindres coaxiaux

viscosimètre à rotation comprenant un balancier coaxial et un rotor cylindrique

2.4

élasticité

aptitude d'un matériau à reprendre sa forme et son état initiaux lorsque les forces de déformation ont disparu

2.5

écoulement laminaire

propriété de l'écoulement d'un fluide dont toutes les couches s'écoulent parallèlement les unes par rapport aux autres et sans transfert de matière entre les couches

2.6

fluide non réticulé

solution viscosifiée de polymères linéaires ou tout fluide qui ne montre pas une élasticité significative menant à l'effet de Weissenberg (bob climbing)

2.7

rhéologie

science de la déformation et de l'écoulement de la matière

2.8

cycle de cisaillement

séquence de taux de cisaillement et de températures appliquée au fluide avant et pendant les mesures

2.9

simulateur de cycle de cisaillement

appareil utilisé pour simuler un cycle de cisaillement sur un fluide

2.10

taux de cisaillement

vitesse de glissement de deux particules de fluide en mouvement l'une par rapport à l'autre divisée par la distance entre ces particules

2.11

contrainte de cisaillement

force requise pour contenir l'écoulement de fluide

2.12

fluide viscoélastique

solution polymère réticulée ou autre fluide qui montre une élasticité significative menant à l'effet de Weissenberg (bob climbing)

2.13

viscosité

mesure de la friction interne d'un fluide mis en écoulement par une force externe

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3 Abréviations

r/min tours par minute

pH logarithme négatif (en base 10) de la concentration de l'ion hydrogène

ASTM American Society for Testing Materials

DIN Deutsches Institut für Normung

4 Mesurage et précision

Les températures doivent être mesurées à ± 1 °C (± 2 °F) près; le pH doit être mesuré à $\pm 0,1$ près. Toutes les autres mesures quantitatives doivent être réalisées à ± 2 % près, sauf spécification contraire.

5 Préparation du fluide

La viscosité ou les propriétés rhéologiques d'un fluide peuvent être affectées par certains aspects des opérations de préparation et de manipulation de l'échantillon. Tout au long des modes opératoires, des mesures doivent être prises pour réduire au minimum l'entraînement de l'air dans le fluide. Après la préparation, tous les fluides, à l'exception de ceux destinés à être utilisés comme fluides de fracturation, doivent être filtrés au tamis de porosité 2 μ m. L'entraînement d'air au cours de la filtration doit également être réduit au minimum.

Le mode opératoire utilisé pour préparer l'échantillon de fluide doit être documenté en incluant les informations suivantes:

- a) description et/ou composition du fluide de base. La préparation du fluide doit être décrite en indiquant en premier lieu l'origine du fluide, telle que: eau distillée, eau du robinet, eau de mer (lieu); ou le type d'huile;
- b) identification du mélangeur, volume du récipient et volume total du fluide préparé;

- c) identification de chaque fluide et quantité ajoutée;
- d) l'ordre et la méthode d'ajout de chaque composant;
- e) vitesses de mélange, avec le temps à chaque vitesse;
- f) temps de vieillissement ou de repos avant les essais, si requis;
- g) température (requis uniquement pour les fluides de fracturation);
- h) pH (pour les fluides aqueux, le cas échéant);
- i) il convient de consigner tous les autres aspects de la préparation du fluide réputés avoir une incidence sur le résultat de la mesure de la viscosité.

6 Préparation du fluide par simulation de cycle de cisaillement (en option)

6.1 Généralités

Une méthode de simulation de cycle de cisaillement est prévue pour simuler les effets du taux de cisaillement et du temps lorsqu'un fluide est acheminé dans le matériel tubulaire du puits. Cette méthode est destinée à caractériser l'effet du cycle de cisaillement sur les propriétés du fluide dans le cadre de la phase de conception et de développement d'un nouveau fluide.

Un appareil de cycle de cisaillement est utilisé pour conditionner le fluide à des taux de cisaillement, temps et températures spécifiés avant l'injection dans un viscosimètre. Il comprend un mélangeur, un appareil de pompage et un tube de production destinés à simuler en premier lieu des aspects significatifs de l'appareil en surface, puis des conditions de cisaillement dans le matériel tubulaire du puits. Un appareil de cycle de cisaillement satisfaisant aux exigences peut généralement être classé comme un tube ou une conduite d'écoulement fonctionnant en régime d'écoulement laminaire. L'écoulement doit avoir lieu en mode à passage unique.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003>

La Figure 1 illustre schématiquement un simulateur de cycle de cisaillement raccordé à un viscosimètre à cylindres coaxiaux pressurisé. En écoulement laminaire, la vitesse de dissipation de l'énergie est identique dans tout appareil de cycle de cisaillement, même si l'on utilise différentes tailles de tube de production. Ainsi, en dépit des différences de conception et de fonctionnement, l'appareil peut toujours satisfaire aux critères de préconditionnement désirés.

6.2 Exigences pour simulateur de cycle de cisaillement approprié

Les procédures suivantes doivent être appliquées:

- a) enregistrer et consigner la température de test;
- b) mélanger soigneusement tous les additifs d'activation de fluide immédiatement avant que le fluide n'entre dans le tube de production de cycle de cisaillement.

6.3 Conditions pour l'alimentation de l'échantillon

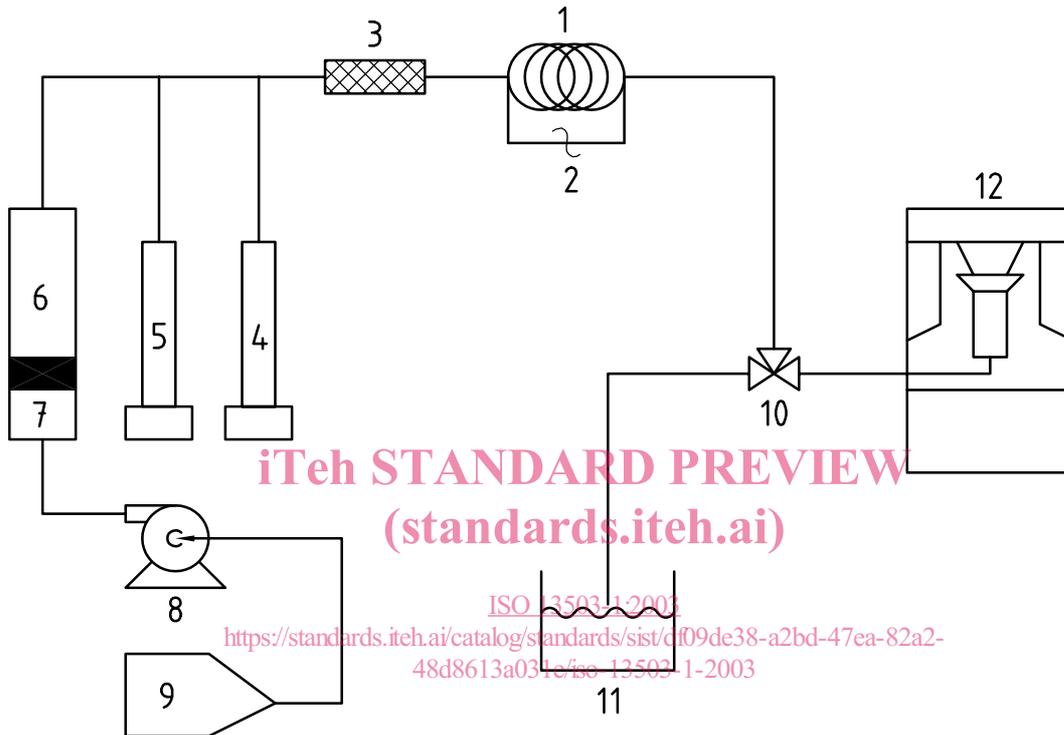
Les conditions suivantes doivent être remplies:

- a) une alimentation continue en fluide de base pendant l'ajout des additifs et le remplissage du récipient;
- b) un taux de cisaillement constant dans le tube de production de cycle de cisaillement;
- c) à l'injection du fluide dans le viscosimètre, le taux de cisaillement dans l'entrefer du viscosimètre est un nominal de 100 s^{-1} .

6.4 Conditions pour la simulation de cycle de cisaillement normalisée

Les conditions suivantes doivent être remplies:

- a) pour les températures du fluide inférieures ou égales à 93 °C (200 °F), taux de cisaillement 675 s⁻¹ pendant 2,5 min;
- b) pour les températures du fluide supérieures à 93 °C (200 °F), taux de cisaillement 1 350 s⁻¹ pendant 5 min.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13503-1:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cf09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003>

Légende

- 1 serpentin
- 2 mesure de la pression différentielle (facultatif)
- 3 mélangeur statique
- 4 pompe à seringues haute pression pour additif final, par exemple agent de réticulation ou agent d'activation
- 5 pompe à seringues haute pression pour additif secondaire, si nécessaire
- 6 fluide de base (par exemple non réticulé) dans l'accumulateur à piston flottant
- 7 huile de la pompe actionnant le piston flottant, qui à son tour déplace le fluide de base
- 8 pompe volumétrique
- 9 réservoir d'huile de pompe
- 10 vanne distributrice
- 11 récipient pour fluide
- 12 viscosimètre pressurisé à cylindres coaxiaux

Figure 1 — Schéma de cycle de cisaillement

6.5 Considérations d'ordre opérationnel

Les conditions suivantes doivent être remplies:

- a) la pulsation due à certaines pompes volumétriques doit être réduite au minimum;
- b) le fluide de base doit être préparé, caractérisé et consigné tel que décrit à l'Article 5;
- c) il est essentiel d'injecter un échantillon représentatif du fluide d'essai dans le viscosimètre; donc évacuer initialement le fluide présent dans le simulateur de cycle de cisaillement hors du viscosimètre jusqu'à obtenir un débit et une composition stables;
- d) les raccords, vannes et accessoires similaires doivent avoir un diamètre intérieur tel que le taux de cisaillement du fluide y circulant soit sensiblement le même que celui dans le tube;
- e) à l'endroit où le tube est enroulé, son diamètre doit être supérieur à une valeur critique (voir 9.6.2).

7 Étalonnage des instruments

Les instruments associés à ces modes opératoires doivent être étalonnés conformément à la méthode recommandée par chaque fabricant.

8 Méthodes de mesure

8.1 Généralités

Les méthodes énoncées dans le présent article sont structurées sur la base du type de fluide sur lequel la mesure est réalisée. Lorsque les données sont consignées telles qu'obtenues en utilisant un mode opératoire donné, ce dernier doit être suivi scrupuleusement. Le fluide ne doit pas réagir avec les surfaces de l'instrument au risque de produire des impuretés, de modifier des dimensions de mesure critiques ou altérer le fonctionnement mécanique.

8.2 Fluides non réticulés (voir 2.6)

8.2.1 Introduction

Afin de réaliser une caractérisation rhéologique appropriée de ce type de fluide, le fluide doit mouiller les parois de la chambre de mesure et rester confiné dans l'espace annulaire.

8.2.2 Appareillage

Pour réaliser une caractérisation appropriée de la viscosité et des propriétés rhéologiques, l'appareillage utilisé doit satisfaire les critères suivant:

- a) le régime d'écoulement dans l'espace annulaire est laminaire;
- b) le glissement du fluide au niveau des parois dans l'entrefer est négligeable;
- c) le fluide présente un comportement essentiellement indépendant du temps pendant une mesure donnée.

8.2.2.1 Viscosimètre à cylindres coaxiaux non pressurisé¹⁾, pour mesurer la viscosité et les propriétés rhéologiques à pression ambiante et à des températures inférieures au point d'ébullition du fluide.

Pour le calcul des paramètres rhéologiques, il peut être souhaitable d'effectuer des mesures en plusieurs points.

Il est admis d'utiliser tous les viscosimètres à cylindres coaxiaux non pressurisés présentant les caractéristiques suivantes (voir Figure 2):

- a) rotor (ou manchon)
 - 1) diamètre intérieur: 36,83 mm (1,450 in),
 - 2) il convient qu'il soit concentrique avec le balancier et qu'il s'étende sur toute la longueur du balancier;
- b) balancier
 - 1) diamètre: 34,49 mm (1,358 in),
 - 2) longueur du cylindre: 38 mm (1,496 in),
 - 3) corps cylindrique avec une partie inférieure plate et fermée, et une partie supérieure en forme de cône tronqué avec un angle de 60°.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13503-1:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/df09de38-a2bd-47ea-82a2-48d8613a031e/iso-13503-1-2003>

1) Des exemples de viscosimètres à cylindres coaxiaux non pressurisés disponibles sur le marché sont le viscosimètre Fann Modèle 35 muni de rotor 1, balancier 1 (R1B1) et de ressort approprié; le viscosimètre Chandler Modèle 3500 muni de rotor 1, balancier 1 (R1B1) et de ressort approprié; le viscosimètre OFI Modèle 800 muni de rotor 1, balancier 1 (R1B1) et de ressort approprié; ou des viscosimètres ayant une géométrie équivalente. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs de la présente partie de l'ISO 13503 et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif des produits ainsi désignés.