
**Industries du pétrole et du gaz naturel —
Ciments et matériaux pour la cimentation
des puits —**

**Partie 1:
Spécifications**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Petroleum and natural gas industries — Cements and materials for well
cementing*

Part 1: Specification

ISO 10426-1:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a876faa-7cf9-49b4-8e31-5112f49cda44/iso-10426-1-2000>



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 10426-1:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a876faa-7cf9-49b4-8e31-5112f49cda44/iso-10426-1-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a876faa-7cf9-49b4-8e31-5112f49cda44/iso-10426-1-2000>

© ISO 2000

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.ch
Web www.iso.ch

Version française parue en 2001

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Exigences	3
4.1 Spécifications, exigences chimiques et physiques	3
4.1.1 Classes et qualités	3
4.1.2 Exigences chimiques	5
4.1.3 Exigences physiques et relatives aux performances	5
4.2 Fréquence d'échantillonnage, programmation des essais et équipement	8
4.2.1 Fréquence d'échantillonnage	8
4.2.2 Période entre l'échantillonnage et l'essai	8
4.2.3 Équipement prescrit	8
4.2.4 Étalonnage	9
5 Échantillonnage	9
6 Essais de finesse	9
6.1 Méthode	9
6.2 Exigences	9
7 Préparation du laitier pour les essais de fluide libre, de résistance à la compression et du temps de pompabilité	10
7.1 Appareillage	10
7.1.1 Balance	10
7.1.2 Masses	10
7.1.3 Tamis	10
7.1.4 Mélangeurs	10
7.2 Mode opératoire	11
7.2.1 Tamisage	11
7.2.2 Température de l'eau et du ciment	11
7.2.3 Eau de gâchage	11
7.2.4 Quantités du mélange	11
7.2.5 Mélange de l'eau et du ciment	11
8 Test du fluide libre (eau libre)	11
8.1 Appareillage	11
8.1.1 Consistomètre	11
8.1.2 Balances	16
8.1.3 Récipient d'essai	16
8.2 Étalonnage	16
8.2.1 Système de mesurage de la température	16
8.2.2 Vitesse de rotation du bol de laitier	16
8.2.3 Chronomètre	16
8.3 Mode opératoire	17
8.4 Calcul du pourcentage de fluide libre	17

8.5	Exigences d'acceptation	18
9	Essais de résistance à la compression	18
9.1	Appareillage.....	18
9.1.1	Moules cubiques et appareillage d'essai pour la résistance à la compression.....	18
9.1.2	Socle du moule cubique et couvercles	18
9.1.3	Bain-marie de vieillissement.....	18
9.1.4	Bain réfrigérant	18
9.1.5	Système de mesurage de la température.....	18
9.1.6	Barreau de gâchage.....	19
9.1.7	Agent d'étanchéité.....	19
9.2	Mode opératoire	19
9.2.1	Préparation des moules	19
9.2.2	Préparation et mise en place du laitier	19
9.2.3	Vieillessement	20
9.3	Mode opératoire d'essai (à partir de l'ASTM C 109).....	21
9.4	Critères d'acceptation de la résistance à la compression	21
10	Test du temps de pompabilité	21
10.1	Appareillage.....	21
10.2	Étalonnage.....	27
10.2.1	Généralités.....	27
10.2.2	Consistance.....	27
10.2.3	Système de mesurage de la température.....	30
10.2.4	Vitesse du moteur	30
10.2.5	Chronomètre.....	30
10.2.6	Dispositif de mesurage de la pression	30
10.3	Mode opératoire	30
10.3.1	Instructions de fonctionnement	30
10.3.2	Remplissage du récipient	30
10.3.3	Début de l'essai.....	30
10.3.4	Contrôle de la température et de la pression.....	31
10.4	Temps de pompabilité et consistance.....	36
10.5	Exigences d'acceptation relatives aux spécifications.....	36
11	Marquage	36
12	Conditionnement	37
13	Bentonite.....	37
Annexe A (informative) Procédure d'étalonnage des thermocouples, des systèmes de mesurage de la température et des régulateurs		
38		
A.1	Méthodes d'étalonnage	38
A.2	Étalonnage des thermocouples.....	38
A.2.1	Équipement.....	38
A.2.2	Mode opératoire	38
A.3	Étalonnage des systèmes de mesurage de la température et des régulateurs	39
A.3.1	Équipement.....	39
A.3.2	Mode opératoire	39
Bibliographie		
40		

ITF STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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 3.

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 de la présente partie de l'ISO 10426 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.

La Norme internationale ISO 10426-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 67, *Matériel, équipement, structure en mer, pour les industries du pétrole et du gaz naturel*, sous comité/SC 3, *Fluides de forage et de complétion, et ciments à puits*.

(standards.iteh.ai)

L'ISO 10426 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Industries du pétrole et du gaz naturel — Ciments et matériaux pour la cimentation des puits*:

- *Partie 1: Spécifications* <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a876faa-7cf9-49b4-8e31-5112f49cda44/iso-10426-1-2000>
- *Partie 2: Pratique recommandée pour les essais du ciment pour les puits*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 10426 est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

La présente partie de l'ISO 10426 est basée sur la spécification API 10A, 22ème édition, janvier 1995.

Il est recommandé que les utilisateurs de la présente partie de l'ISO 10426 soient informés que des exigences différentes ou complémentaires peuvent être nécessaires pour des applications particulières. La présente partie de l'ISO 10426 n'a pas pour intention d'empêcher un vendeur d'offrir, ou un acheteur d'accepter, des équipements ou des solutions d'ingénierie alternatifs dans le cas de cette application particulière. Ceci pourra particulièrement s'appliquer lorsqu'on se trouve en présence d'une technologie innovante ou en cours de développement. Lorsqu'une autre solution est offerte, il est recommandé que le vendeur identifie toutes les différences avec la présente partie de l'ISO 10426 et fournisse des détails.

Dans la présente partie de l'ISO 10426, pour plus de commodité, les unités couramment utilisées aux États-Unis sont données entre parenthèses, pour information.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 10426-1:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a876faa-7cf9-49b4-8e31-5112f49cda44/iso-10426-1-2000>

Industries du pétrole et du gaz naturel — Ciments et matériaux pour la cimentation des puits —

Partie 1: Spécifications

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10426 traite des exigences et des recommandations relatives aux huit classes de ciments pour puits. Elle comprend les exigences chimiques et physiques, ainsi que les modes opératoires d'essais physiques.

La présente partie de l'ISO 10426 s'applique aux classes de ciments pour puits A, B, C, D, E et F qui sont des produits obtenus par broyage d'un clinker de ciment Portland, additionnés, si nécessaire, de sulfate de calcium. Des additions de traitement peuvent être utilisées dans la fabrication de ciment de ces classes. Les additifs adaptés peuvent être soit broyés, soit mélangés pour la fabrication des ciments de classe D, E et F.

La présente partie de l'ISO 10426 s'applique également aux classes G et H qui sont des produits obtenus en broyant un clinker de ciment Portland sans aucune addition autre que du sulfate de calcium ou de l'eau.

2 Références normatives

ISO 10426-1:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a876faa-7cf9-49b4-8e31-312b9c2442e5/iso-10426-1:2000>

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10426. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10426 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 3310-1, *Tamis de contrôle — Exigences techniques et vérifications — Partie 1: Tamis de contrôle en tissus métalliques.*

ISO 13500, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Fluides de forage — Spécifications et essais.*

ASTM C 109/C 109M, *Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in or [50-mm] cube specimens).*

ASTM C 114, *Standard test methods for chemical analysis of hydraulic cement.*

ASTM C 115, *Standard test method for fineness of Portland cement by the turbidimeter.*

ASTM C 183, *Standard practice for sampling and the amount of testing of hydraulic cement.*

ASTM C 204, *Standard test method for fineness of hydraulic cement by air permeability apparatus.*

ASTM C 465, *Standard specification for processing additions for use in the manufacture of hydraulic cements.*

ASTM E 220, *Standard test method for calibration of thermocouples by comparison techniques.*

ASTM E 1404, *Standard specification for laboratory glass conical flasks.*

DIN 12385, *Laboratory glassware, conical flasks, wide neck.*

EN 196-2, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 2: Analyse chimique des ciments.*

EN 196-6, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 6: Détermination de la finesse.*

EN 196-7, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 7: Méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment.*

EN 196-21, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 21: Détermination de la teneur en chlorures, en dioxyde de carbone et en alcalis dans les ciments.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10426, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 additif

matériau ajouté au laitier de ciment pour en modifier ou en améliorer certaines propriétés souhaitables

NOTE Les propriétés communes qui sont modifiées comprennent: modification du temps de vieillissement (grâce à l'utilisation de retardateurs ou d'accélérateurs), contrôle du filtrat, modification de la viscosité, etc.

3.2 unité de consistance Bearden

B_c
mesure de la consistance du laitier de ciment lorsqu'elle est déterminée sur un consistomètre pressurisé

3.3 masse volumique apparente

masse par unité de volume d'un matériau sec contenant de l'air entraîné

3.4 ciment

ciment Portland

clinker broyé, composé généralement de silicates de calcium hydrauliques et d'aluminates, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en addition aux produits broyés

3.5 classe de ciment

désignation ISO destinée à définir les différentes classifications des ciments conformément à leur utilisation prévue

3.6 qualité de ciment

désignation ISO destinée à définir la résistance aux sulfates d'un ciment particulier

3.7 mélange de ciment

mélange de ciment sec et d'autres matériaux secs

3.8 clinker

dans la fabrication du ciment, matériaux fondus au four et broyés avec du sulfate de calcium pour fabriquer du ciment

3.9 résistance à la compression

force par unité de surface nécessaire pour écraser un échantillon de ciment donné

3.10**consistomètre**

appareillage utilisé pour mesurer le temps de pompabilité d'un laitier de ciment soumis à une pression et à une température

3.11**filtrat**

liquide provenant d'un laitier de ciment pendant un essai de filtration

3.12**fluide libre**

liquide coloré ou non, séparé du laitier de ciment

3.13**laitier de ciment pur**

laitier de ciment composé uniquement de ciment et d'eau

3.14**réceptif sous pression**

partie du consistomètre dans lequel est placé le bol contenant le laitier à tester

3.15**cellule****bol**

dans un consistomètre pressurisé, cellule qui contient le laitier à conditionner ou pour la mesure du temps de pompabilité

3.16**temps de pompabilité**

durée nécessaire à un laitier de ciment pour atteindre la B_c sélectionnée.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a876faa-7cd9-49b4-8e31-5112819-4141/iso-10426-1-2000>

NOTE Les résultats de l'essai du temps de pompabilité donnent une indication sur la durée de pompabilité d'un laitier de ciment dans les conditions d'essai.

4 Exigences**4.1 Spécifications, exigences chimiques et physiques****4.1.1 Classes et qualités**

Le ciment pour puits doit être spécifié dans les classes (A, B, C, D, E, F, G et H) et dans les qualités (O, MSR et HSR) suivantes.

L'addition de traitement adapté ou l'utilisation d'additifs ne doit pas empêcher un ciment pour puits de remplir les fonctions auxquelles il est destiné.

a) Classe A

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Au choix du fabricant, des additions de traitement peuvent être utilisées dans la fabrication du ciment de classe A, à condition qu'il ait été prouvé que la quantité utilisée de ce type de matériaux a satisfait aux exigences de l'ASTM C 465.

Ce produit est destiné à être utilisé lorsque des propriétés spécifiques ne sont pas requises. Il est disponible uniquement en qualité «ordinaire» (O) (semblable au type I de l'ASTM C 150).

b) Classe B

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Au choix du fabricant, des additions de traitement peuvent être utilisées dans la fabrication du ciment de classe B, à condition qu'il ait été prouvé que la quantité utilisée de ce type de matériaux satisfait aux exigences de l'ASTM C 465.

Ce produit est destiné à être utilisé lorsque les conditions nécessitent une résistance forte ou moyenne aux sulfates. Il est disponible en qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR) et en qualité «résistance forte aux sulfates» (HSR) (semblables au type II de l'ASTM C 150).

c) Classe C

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Au choix du fabricant, des additions de traitement peuvent être utilisées dans la fabrication du ciment de classe C, à condition qu'il ait été prouvé que la quantité utilisée de ce type de matériaux satisfait aux exigences de l'ASTM C 465.

Ce produit est destiné à être utilisé lorsque les conditions nécessitent une résistance initiale élevée. Il est disponible en qualité «ordinaire» (O), en qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR) et en qualité «résistance forte aux sulfates» (HSR) (semblable au type III de l'ASTM C 150).

d) Classe D

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Au choix du fabricant, des additions de traitement peuvent être utilisées dans la fabrication du ciment de classe D, à condition qu'il ait été prouvé que la quantité utilisée de ce type de matériaux satisfait aux exigences de l'ASTM C 465.

De plus, au choix du fabricant, des additifs adaptés peuvent être broyés ou mélangés durant la fabrication. Ce produit est destiné à être utilisé dans des conditions de températures et de pression modérées. Il est disponible en qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR) et «résistance forte aux sulfates» (HSR).

e) Classe E

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Au choix du fabricant, des additions de traitement peuvent être utilisées dans la fabrication du ciment de classe E, à condition qu'il ait été prouvé que la quantité utilisée de ce type de matériaux satisfait aux exigences de l'ASTM C 465.

De plus, au choix du fabricant, des additifs adaptés peuvent être broyés ou mélangés durant la fabrication. Ce produit est destiné à être utilisé dans des conditions de températures et de pression élevées. Il est disponible en qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR) et «résistance forte aux sulfates» (HSR).

f) Classe F

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Au choix du fabricant, des additions de traitement peuvent être utilisées dans la fabrication du ciment, à condition qu'il ait été prouvé que la quantité utilisée de ce type de matériaux satisfait aux exigences de l'ASTM C 465.

De plus, au choix du fabricant, des additifs adaptés peuvent être broyés ou mélangés durant la fabrication. Ce produit est destiné à être utilisé dans des conditions de températures et de pression extrêmement élevées. Il est disponible en qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR) et «résistance forte aux sulfates» (HSR).

g) Classe G

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Aucune addition autre que du sulfate de calcium ou de l'eau, ou un mélange des deux ne doit être broyée ou mélangée avec le clinker pendant la fabrication du ciment pour puits de classe G.

Ce produit est destiné à être utilisé comme ciment de base. Il est disponible en qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR) et «résistance forte aux sulfates» (HSR).

h) Classe H

Produit obtenu par broyage d'un clinker de ciment Portland, composé essentiellement de silicates de calcium hydrauliques, contenant généralement une ou plusieurs formes de sulfate de calcium en adjuvants de fabrication. Aucune addition autre que du sulfate de calcium ou de l'eau, ou un mélange des deux ne doit être broyée ou mélangée avec le clinker pendant la fabrication du ciment pour puits de classe H.

Ce produit est destiné à être utilisé comme ciment de base. Il est disponible en qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR) et «résistance forte aux sulfates» (HSR).

Un ciment pour puits fabriqué et fourni conformément à la présente partie de l'ISO 10426 peut être mélangé et mis en place sur chantier en utilisant des quantités d'eau ou d'additifs qui sont laissées au choix de l'utilisateur. Il n'est pas prévu que la conformité de fabrication avec la présente partie de l'ISO 10426 soit basée sur les conditions de mise en place sur chantier.

4.1.2 Exigences chimiques

Les matériaux pour la cimentation des puits doivent être conformes aux exigences chimiques en fonction de leur classe et de leur qualité données en référence dans le Tableau 1.

Les analyses chimiques des ciments hydrauliques doivent être effectuées comme spécifié dans l'ASTM C 114 (ou EN 196-2, EN 196-21).

4.1.3 Exigences physiques et relatives aux performances

Le ciment pour puits doit être conforme aux exigences physiques et à celles relatives aux performances données dans le Tableau 2 et spécifiées dans les articles 6, 7, 8, 9 et 10.

Tableau 1 — Exigences chimiques

	Classe de ciment					
	A	B	C	D, E, F	G	H
Qualité ordinaire (O)						
Oxyde de magnésium (MgO), maximum, %	6,0	NA	6,0	NA	NA	NA
Trioxyde de soufre (SO ₃), maximum, %	3,5 ^a	NA	4,5	NA	NA	NA
Perte au feu, maximum, %	3,0	NA	3,0	NA	NA	NA
Résidu insoluble, maximum, %	0,75	NA	0,75	NA	NA	NA
Aluminate tricalcique (C ₃ A), maximum, %	NR	NA	15	NA	NA	NA
Qualité «résistance moyenne aux sulfates» (MSR)						
Oxyde de magnésium (MgO), maximum, %	NA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trioxyde de soufre (SO ₃), maximum, %	NA	3,0	3,5	3,0	3,0	3,0
Perte au feu, maximum, %	NA	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Résidu insoluble, maximum, %	NA	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Silicate tricalcique (C ₃ S), maximum, %	NA	NR	NR	NR	58 ^b	58 ^b
minimum, %	NA	NR	NR	NR	48 ^b	48 ^b
Aluminate tricalcique (C ₃ A), maximum, % ^b	NA	8	8	8	8	8
Teneur totale en alcalis exprimée en équivalent d'oxyde de sodium (Na ₂ O), maximum, %	NA	NR	NR	NR	0,75 ^c	0,75 ^c
Qualité «résistance forte aux sulfates» (HSR)						
Oxyde de magnésium (MgO), maximum, %	NA	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trioxyde de soufre (SO ₃), maximum, %	NA	3,0	3,5	3,0	3,0	3,0
Perte au feu, maximum, %	NA	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Résidu insoluble, maximum, %	NA	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Silicate tricalcique (C ₃ S), maximum, %	NA	NR	NR	NR	65 ^b	65 ^b
minimum, %	NA	NR	NR	NR	48 ^b	48 ^b
Aluminate tricalcique (C ₃ A), maximum, %	NA	3 ^b	3 ^b	3 ^b	3 ^b	3 ^b
Aluminoferrique tétracalcique (C ₄ AF) plus deux fois l'aluminate tricalcique (C ₃ A), maximum, %	NA	24 ^b	24 ^b	24 ^b	24 ^b	24 ^b
Teneur totale en alcalis exprimée en équivalent d'oxyde de sodium (Na ₂ O), maximum, %	NA	NR	NR	NR	0,75 ^c	0,75 ^c
NR = pas d'exigences; NA = non applicable						
<p>^a Lorsque la teneur en aluminate tricalcique (C₃A) du ciment est inférieure ou égale à 8 %, la teneur maximale en SO₃ doit être de 3 %.</p> <p>^b L'expression des limites chimiques au moyen de calculs de composés ne signifie pas forcément que les oxydes sont effectivement ou complètement présents en tant que tels. Lorsque le rapport des pourcentages d'Al₂O₃ sur Fe₂O₃ est inférieur ou égal à 0,64, la teneur en C₃A est égale à zéro. Lorsque le rapport d'Al₂O₃ sur Fe₂O₃ est supérieur à 0,64, les composés doivent être calculés de la manière suivante:</p> $C_3A = (2,65 \times \% Al_2O_3) - (1,69 \times \% Fe_2O_3)$ $C_4AF = 3,04 \times \% Fe_2O_3$ $C_3S = (4,07 \times \% CaO) - (7,60 \times \% SiO_2) - (6,72 \times \% Al_2O_3) - (1,43 \times \% Fe_2O_3) - (2,85 \times \% SO_3)$ <p>Lorsque le rapport d'Al₂O₃ sur Fe₂O₃ est inférieur à 0,64, la teneur en C₃S doit être calculée comme suit:</p> $C_3S = (4,07 \times \% CaO) - (7,60 \times \% SiO_2) - (4,48 \times \% Al_2O_3) - (2,86 \times \% Fe_2O_3) - (2,85 \times \% SO_3)$ <p>^c L'équivalent de l'oxyde de sodium (équivalent Na₂O) doit être calculé avec la formule suivante: équivalent Na₂O = (0,658 × % K₂O) + (% Na₂O).</p>						

Tableau 2 — Récapitulatif des exigences physiques et relatives aux performances

Classe de ciment pour puits				A	B	C	D	E	F	G	H			
Eau de gâchage, % de la masse du ciment (Tableau 5)				46	46	56	38	38	38	44	38			
Essais de finesse (différentes méthodes) (article 6)														
Turbidimètre (surface spécifique minimale, en m ² /kg)				150	160	220	NR	NR	NR	NR	NR			
Perméabilité à l'air (surface spécifique minimale, en m ² /kg)				280	280	400	NR	NR	NR	NR	NR			
Teneur en fluide libre, maximum en ml (article 8)				NR	NR	NR	NR	NR	NR	5,5	5,5			
Essai de résistance à la compression, (temps de vieillissement: 8 h) (article 9)	Numéro de programme, Tableau 6	Température de fin de vieillissement °C (°F)	Pression de fin de vieillissement, MPa (psi)	Résistance minimale à la compression										
				MPa (psi)										
				NA	38 (100)	Atm.	1,7 (250)	1,4 (200)	2,1 (300)	NR	NR	NR	2,1 (300)	2,1 (300)
				NA	60 (140)	Atm.	NR	NR	NR	NR	NR	NR	10,3 (1500)	10,3 (1500)
				6S	110 (230)	20,7 (3000)	NR	NR	NR	3,4 (500)	NR	NR	NR	NR
				8S	143 (290)	20,7 (3000)	NR	NR	NR	NR	3,4 (500)	NR	NR	NR
9S	160 (320)	20,7 (3000)	NR	NR	NR	NR	NR	3,4 (500)	NR	NR				
Essai de résistance à la compression, (temps de vieillissement: 24 h) (article 9)	Numéro de programme, Tableau 6	Température de fin de vieillissement °C (°F)	Pression de fin de vieillissement, MPa (psi)	Résistance minimale à la compression										
				MPa (psi)										
				NA	38 (100)	Atm.	12,4 (1 800)	10,3 (1 500)	13,8 (2 000)	NR	NR	NR	NR	NR
				4S	77 (170)	20,7 (3000)	NR	NR	NR	6,9 (1 000)	6,9 (1 000)	NR	NR	NR
				6S	110 (230)	20,7 (3000)	NR	NR	NR	13,8 (2 000)	NR	6,9 (1 000)	NR	NR
				8S	143 (290)	20,7 (3000)	NR	NR	NR	NR	13,8 (2 000)	NR	NR	NR
9S	160 (320)	20,7 (3000)	NR	NR	NR	NR	NR	6,9 (1 000)	NR	NR				