NORME INTERNATIONALE

ISO 19901-8

Première édition
2014-12-01

Industries du pétrole et du gaz naturel — Exigences spécifiques relatives aux structures en mer —

Partie 8: Investigations des sols en mer

Petroleum and natural gas industries — Specific requirements for offshore structures —

Part 8: Marine soil investigations

Numéro de référence
ISO 19901-8:2014(F)

© ISO 2014



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2014, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **vi**

Introduction ..... **vii**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **2**

3 Termes et définitions **2**

4 Symboles, unités et abréviations **6**
4.1 Symboles 6
4.2 Unités 7
4.3 Abréviations 8

5 Objectifs, planification et exigences **9**
5.1 Objectifs 9
5.2 Planification 10
5.3 Étendue des travaux 12
5.3.1 Responsabilité et détermination de l'étendue des travaux 12
5.3.2 Classes d'application/méthodes par défaut et spécifiées pour le projet 13
5.4 Exigences en matière de santé, de sécurité et d'environnement (HSE) pour les opérations en mer 14
5.5 Autres exigences 15
5.5.1 Exigences opérationnelles 15
5.5.2 Exigences relatives à la qualité 16
5.5.3 Exigences spécifiques relatives aux sols non conventionnels 16

6 Déploiement de l'équipement de reconnaissance **17**
6.1 Modes de déploiement 17
6.1.1 Généralités 17
6.1.2 Mode sans forage 17
6.1.3 Mode forage 17
6.2 Exactitude des mesures de profondeur verticale 18
6.2.1 Généralités 18
6.2.2 Facteurs affectant l'exactitude des mesures de profondeur verticale 19
6.2.3 Spécification des classes d'exactitude de la profondeur 19
6.3 Exigences relatives au positionnement 20
6.4 Interaction de l'équipement de reconnaissance avec le fond marin 20

7 Forage et diagraphie **21**
7.1 Généralités 21
7.2 Exigences de forage spécifiques au projet 21
7.3 Objectifs du forage et sélection de l'équipement et des modes opératoires de forage 22
7.4 Plan des opérations de forage 22
7.5 Enregistrement des paramètres de forage 23
7.6 Diagraphie géophysique d'un sondage 23

8 Essais *in situ* **24**
8.1 Généralités 24
8.2 Exigences générales relatives à la documentation des essais in situ 24
8.3 Essai de pénétration au cône (CPT/CPTU) 25
8.3.1 Généralités 25
8.3.2 Équipement 25
8.3.3 Modes opératoires d'essai 25
8.3.4 Présentation des résultats d'essai et rapport 28
8.4 Essai de dissipation de la pression interstitielle (PPDT) 30
8.4.1 Généralités 30
8.4.2 Équipement 30
8.4.3 Mode opératoire d'essai 31

© ISO 2014 – Tous droits réservés

8.4.4 Présentation des résultats ... 31
8.5 Essais de pénétration à la boule et à la barre en T ... 31
8.5.1 Généralités ... 31
8.5.2 Équipement ... 31
8.5.3 Modes opératoires d'essai ... 34
8.5.4 Présentation des résultats d'essai et rapport ... 35
8.6 Essai de pénétration au cône sismique (SCPT/SCPTU) ... 36
8.6.1 Généralités ... 36
8.6.2 Équipement ... 36
8.6.3 Modes opératoires d'essai ... 36
8.6.4 Présentation des résultats ... 37
8.7 Essais au scissomètre de chantier (FVT) ... 38
8.7.1 Généralités ... 38
8.7.2 Équipement ... 38
8.7.3 Modes opératoires d'essai ... 39
8.7.4 Présentation des résultats ... 41
8.8 Autres essais in situ ... 42
8.8.1 Généralités ... 42
8.8.2 Exigences relatives à la documentation ... 42

9 Échantillonnage ... 42
9.1 Généralités ... 42
9.2 Objectif de l'échantillonnage ... 43
9.3 Systèmes d'échantillonnage ... 43
9.4 Choix des dispositifs d'échantillonnage ... 43
9.4.1 Généralités ... 43
9.4.2 Dispositifs d'échantillonnage pour mode avec forage ... 44
9.4.3 Dispositifs d'échantillonnage pour mode sans forage ... 45
9.5 Considérations relatives à la récupération de l'échantillon ... 46
9.6 Manipulation, transport et stockage des échantillons ... 47
9.6.1 Généralités ... 47
9.6.2 Manipulation des échantillons en mer ... 47
9.6.3 Stockage en mer ... 48
9.6.4 Transport, manipulation et stockage à terre ... 48

10 Essais en laboratoire ... 49
10.1 Généralités ... 49
10.2 Présentation des résultats d'essai en laboratoire ... 50
10.3 Instrumentation, étalonnage et acquisition des données ... 51
10.4 Préparation des éprouvettes de sol en vue des essais ... 51
10.4.1 Taille minimale des échantillons et dimensions des éprouvettes ... 51
10.4.2 Préparation d'échantillons remaniés ... 52
10.4.3 Préparation d'éprouvettes non remaniées (sols à grains fins) ... 52
10.4.4 Échantillons et éprouvettes préparés au laboratoire ... 52
10.4.5 Préparation d'échantillons totalement remaniés ... 53
10.5 Évaluation de la qualité d'un échantillon intact ... 54

11 Rapport ... 55
11.1 Définition des exigences relatives au rapport ... 55
11.2 Présentation des opérations sur le terrain et des paramètres géotechniques mesurés et calculés ... 55
11.3 Interprétation des données et évaluation des paramètres géotechniques représentatifs ... 56

Annexe A (informative) **Objectifs, planification et exigences ... 58**

Annexe B (informative) **Déploiement de l'équipement de reconnaissance ... 65**

Annexe C (informative) **Forage et diagraphie ... 75**

Annexe D (informative) **Essais *in situ* ... 84**

Annexe E (informative) **Échantillonnage ... 90**

 © ISO 2014 – Tous droits réservés

Annexe F (informative) **Essais en laboratoire** **101**
Annexe G (informative) **Rapport** **141**
Bibliographie **148**

© ISO 2014 – Tous droits réservés

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 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. 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).

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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*, SC 7, *Structures en mer*.

L'ISO 19901 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Industries du pétrole et du gaz naturel — Exigences spécifiques relatives aux structures en mer* :

— *Partie 1 : Dispositions océano-météorologiques pour la conception et l'exploitation*

— *Partie 2 : Procédures de conception et critères sismiques*

— *Partie 3 : Superstructures*

— *Partie 4 : Bases conceptuelles des fondations*

— *Partie 5 : Contrôle des poids durant la conception et la fabrication*

— *Partie 6 : Opérations marines*

— *Partie 7 : Systèmes de maintien en position des structures en mer flottantes et des unités mobiles en mer*

— *Partie 8 : Reconnaissance des sols en mer*

© ISO 2014 – Tous droits réservés

Introduction

La série de Normes internationales applicables aux structures en mer, de l'ISO 19900 à l'ISO 19906, constitue une base commune couvrant les aspects traitant des exigences de conception et de l'évaluation de l'ensemble des structures en mer utilisées par les industries du pétrole et du gaz naturel dans le monde entier. Leur application a pour finalité d'atteindre des niveaux de fiabilité adaptés aux structures en mer habitées ou non, quelle que soit la nature ou la combinaison des matériaux utilisés.

Il est important de savoir que l'intégrité structurelle est un concept global comprenant des modèles destinés à décrire des actions, des analyses structurelles, des règles de conception, des éléments de sécurité, l'exécution, des procédures de contrôle de la qualité et des exigences nationales, tous ces éléments étant interdépendants. La modification d'un aspect isolé de la conception peut perturber l'équilibre de fiabilité inhérent au concept global d'intégrité structurelle. Par conséquent, les implications des modifications doivent être considérées par rapport à la fiabilité globale de l'ensemble des systèmes de structures en mer.

La présente partie de l'ISO 19901 s'applique à la reconnaissance des sols en mer, qui est l'une des différentes possibilités de reconnaissance de site en mer, comme indiqué dans la Figure 1 ci-dessous. La terminologie employée dans la Figure 1 et d'autres termes importants sont définis et donnés à l'Article 3.

Il convient que le périmètre d'une reconnaissance des sols en mer, tel que le programme sur le terrain, l'équipement à utiliser, le programme d'essai en laboratoire, les paramètres géotechniques à établir et le rapport, soient définis dans les spécifications du projet en se basant sur des facteurs importants tels que le type de structures concernées, le type de conditions de sol prévues, la reconnaissance régionale ou spécifique au site, la reconnaissance préliminaire ou finale des sols.

Le rapport peut comprendre tout élément issu exclusivement des données recueillies sur le terrain permettant de rendre compte des paramètres géotechniques. Un exemple de format de rapport est donné à l'Annexe G, Tableau G.1, mais pour chaque projet, la structure du rapport final peut être ajustée en supprimant les sections non applicables ou en ajoutant de nouvelles sections.

La présente partie de l'ISO 19901 fournit les exigences, les recommandations et les lignes directrices relatives à la planification et à l'exécution de la reconnaissance des sols en mer et s'applique de la phase de planification jusqu'à l'établissement du rapport relatif aux paramètres représentatifs du sol. Il est important d'utiliser des méthodes documentées pour déterminer les paramètres géotechniques et de mentionner ces méthodes dans le rapport.

Les méthodes d'essais *in situ* et en laboratoire incluses dans la présente partie de l'ISO 19901 sont sélectionnées sur la base de leur importance dans la pratique de la reconnaissance des sols en mer, de leur disponibilité dans les laboratoires géotechniques commerciaux et de l'existence d'un mode opératoire d'essai accepté.

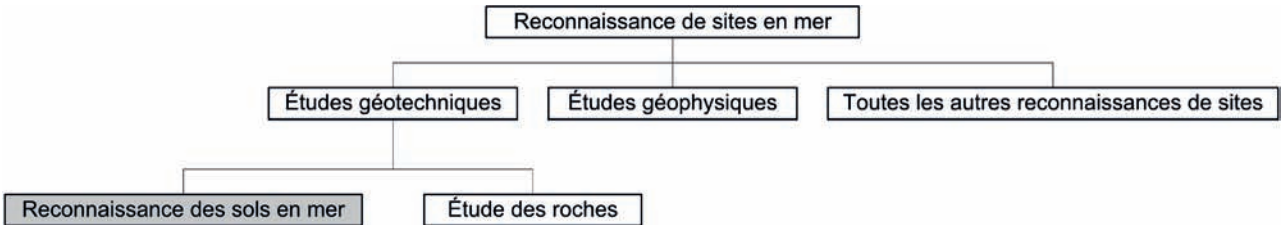


Figure 1 — Illustration montrant la reconnaissance des sols en mer comme l'un des différents types de reconnaissances de sites en mer

© ISO 2014 – Tous droits réservés

La caractérisation du sous-sol marin peut nécessiter plusieurs types de reconnaissance de site, par exemple la reconnaissance des sols en mer et des études géophysiques comprenant des évaluations géologiques et des évaluations des risques géologiques. Les types de reconnaissance de site requis sont généralement définis dans les spécifications de chaque projet. Pour une caractérisation appropriée du sous-sol marin, il est également important de tenir compte de l'équipement requis pour la reconnaissance et de son (ses) mode(s) de déploiement et des méthodes permettant d'acquérir des données du sol de qualité appropriée à la profondeur cible.

La présente partie de l'ISO 19901 s'applique à la reconnaissance des sols en mer réalisée à toute profondeur d'eau et à toute profondeur sous le niveau du fond marin pouvant être atteinte à l'aide des outils employés.

L'utilisation de la présente partie de l'ISO 19901 est basée sur les hypothèses suivantes :

— une communication adéquate est établie entre le personnel géotechnique impliqué dans la reconnaissance des sols en mer et le personnel responsable de la conception des fondations, de la construction et de l'installation des structures en mer ;

— les paramètres géotechniques sont collectés, enregistrés et interprétés par un personnel qualifié ;

— l'étendue des travaux de reconnaissance des sols en mer spécifique au projet est définie par une ou plusieurs spécifications de projet.

Les sous-sols marins peuvent varier considérablement et l'expérience acquise à un emplacement n'est pas nécessairement applicable à un autre emplacement. Le périmètre de reconnaissance des sols pour un type de structure n'est pas nécessairement adapté pour un autre type de structure. Des précautions supplémentaires sont donc requises lorsque les sols rencontrés ou les concepts de fondation utilisés ne sont pas conventionnels. La reconnaissance des sols en mer comprend la reconnaissance des sols réalisée tant au large qu'au niveau du littoral, ce qui peut soulever des problèmes techniques très différents.

Les exigences détaillées relatives à l'équipement et aux méthodes indiquées dans la présente partie de l'ISO 19901 s'appliquent uniquement si elles sont pertinentes pour l'étendue des travaux définie dans les spécifications de projet.

L'objectif de la présente partie de l'ISO 19901 est de fournir une certaine latitude dans le choix des techniques de reconnaissance des sols, sans entraver l'innovation.

Les principaux objectifs de la présente partie de l'ISO 19901 sont de fournir des exigences et des lignes directrices pour traiter les aspects les plus importants d'une reconnaissance des sols en mer afin d'obtenir des paramètres de sol fiables en se basant sur des méthodes documentées.

Dans la présente partie de l'ISO 19901, conformément à la toute dernière édition des Directives ISO/IEC, Partie 2, les formes verbales suivantes sont employés :

— «doit» et «ne doit pas» sont utilisées lorsque les exigences à suivre pour se conformer au document sont impératives et qu'aucun écart n'est permis ;

— «il convient de» et «il convient de ne pas» sont utilisées lorsque, entre plusieurs possibilités, une est particulièrement appropriée, sans pour autant mentionner ou exclure les autres, ou lorsqu'une certaine manière de faire est préférée sans être nécessairement exigée, ou encore (à la forme négative) lorsqu'une certaine possibilité est déconseillée mais non interdite ;

— «peut» et «peut ne pas être» sont utilisées lorsqu'une manière de faire est autorisée dans les limites du document ;

— «peut» et «ne peut pas» sont utilisées pour exprimer des possibilités ou des éventualités, soit matérielles, soit physiques, soit causales.

La présente partie de l'ISO 19901 comporte des annexes informatives. Les annexes informatives donnent des informations supplémentaires destinées à faciliter la compréhension ou l'utilisation du document. Elles ne doivent pas contenir d'exigences, excepté que les annexes informatives peuvent contenir des exigences facultatives (par exemple, une méthode d'essai facultative peut contenir des

 © ISO 2014 – Tous droits réservés

exigences), mais il n'est nullement besoin de respecter ces exigences pour prétendre à la conformité à la présente partie de l'ISO 19901.

Les Normes internationales suivantes sont également pertinentes pour les structures en mer destinées aux industries du pétrole et du gaz naturel :

— ISO 19900, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Exigences générales pour les structures en mer*

— ISO 19902, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Structures en mer fixes en acier*

— ISO 19903, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Structures en mer fixes en béton*

— ISO 19904-1, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Structures en mer flottantes — Partie 1 : Unités monocoques, unités semi-submersibles et unités spars*

— ISO 19905-1, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Évaluation spécifique au site d'unités mobiles en mer — Partie 1 : Plates-formes auto-élévatrices*

— ISO/TR 19905-2, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Évaluation spécifique au site d'unités mobiles en mer — Partie 2 : Compléments sur les plates-formes auto-élévatrices*

— ISO 19906, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Structures arctiques en mer*

— ISO 13623, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Systèmes de transport par conduites*

— ISO 13628-1, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Conception et exploitation des systèmes de production immergés — Partie 1 : Exigences générales et recommandations*

© ISO 2014 – Tous droits réservés

Industries du pétrole et du gaz naturel — Exigences spécifiques relatives aux structures en mer —

Partie 8: Investigations des sols en mer

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 19901 spécifie des exigences, des recommandations et des lignes directrices pour la reconnaissance des sols en mer, concernant :

a) les objectifs, la planification et l'exécution de la reconnaissance des sols en mer ;

b) le déploiement de l'équipement de reconnaissance ;

c) le forage et la diagraphie ;

d) les essais *in situ* ;

e) l'échantillonnage ;

f) les essais en laboratoire ; et

g) l'établissement de rapports.

Les matériaux rocheux ne sont traités dans la présente partie de l'ISO 19901 que dans la mesure où des outils ordinaires de reconnaissance des sols en mer peuvent être utilisés, par exemple pour les sols crayeux, calcaires, les sols consolidés ou une roche tendre similaire.

L'étude des roches dures n'est pas traitée dans la présente partie de l'ISO 19901 ; voir F.13 pour de plus amples informations.

La conception des fondations n'est pas traitée dans la présente partie de l'ISO 19901, mais dans l'ISO 19901-4 ainsi que dans les normes de conception appropriées pour les types spécifiques de structures en mer, tel qu'énuméré dans l'Avant-propos et l'Introduction.

La planification, l'exécution et l'interprétation des études géophysiques ne sont pas traitées dans la présente partie de l'ISO 19901. Il convient toutefois d'utiliser, le cas échéant, les résultats des études géophysiques pour la planification, l'optimisation et l'interprétation de la reconnaissance des sols en mer.

La présente partie de l'ISO 19901 ne traite pas de la planification et de l'étendue des études d'évaluation des risques géologiques, et ne couvre que leurs aspects liés à la reconnaissance des sols en mer.

La reconnaissance des sols dans les régions glaciaires arctiques n'est pas traitée dans la présente partie de l'ISO 19901.

La présente partie de l'ISO 19901 est destinée aux maîtres d'ouvrage, entreprises de reconnaissance des sols, concepteurs, entreprises d'installation, laboratoires géotechniques, autorités publiques et organismes de réglementation concernés par les reconnaissances des sols en mer pour tout type de structures installées au large ou dans la zone littorale, ou par les études d'évaluation des risques géologiques, pour les industries du pétrole et du gaz naturel.

© ISO 2014 – Tous droits réservés

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application 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 22476-1:2012, *Reconnaissance et essais géotechniques — Essais en place — Partie 1 : Essais de pénétration au cône électrique et au piézocône*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
exactitude
exactitude d'une mesure comparée à la valeur vraie de la grandeur mesurée

3.2
classe d'application
classification de l'équipement en fonction du niveau d'exactitude qu'il permet d'atteindre, ou classification des échantillons de sol qui peuvent être utilisés pour déterminer différentes propriétés du sol

Note 1 à l'article: à l'article : Les classes d'application ont été développées pour servir de guide dans le choix de l'équipement, ce choix étant fondé sur l'exactitude requise pour l'utilisation des résultats.

Note 2 à l'article: à l'article : Le terme «classe d'application» utilisé dans la présente partie de l'ISO 19901 correspond au terme «classe de qualité» de l'EN 1997–2:2007, 3.4.1, qui n'utilise pas le terme «classe d'application». Pour la définition de «classe de qualité», voir 3.24.

3.3
diagraphie géophysique d'un sondage
mesurage des propriétés physiques d'un sondage et/ou du sol environnant, obtenues par une ou plusieurs sondes déployées dans le forage

3.4
valeur caractéristique
valeur donnée à une variable de base associée à une probabilité donnée de ne pas être dépassée dans un sens défavorable pendant une certaine période de référence

Note 1 à l'article: à l'article : La valeur caractéristique à retenir est la valeur la plus représentative. Pour certaines situations rencontrées, une variable peut avoir deux valeurs caractéristiques, une valeur haute et une valeur basse.

[SOURCE: : ISO 19900:2013, définition 3.10]

3.5
caractérisation
description, évaluation et/ou détermination des caractéristiques les plus typiques, basées sur tous les types de reconnaissance de site et d'autres données disponibles

3.6
maître de l'ouvrage
personne morale ou physique ayant la responsabilité globale de la reconnaissance des sols en mer, y compris la préparation des spécifications du projet

3.7
entrepreneur
personne morale ou physique responsable de l'exécution des travaux qui lui sont confiés et qui sont décrits dans les spécifications du projet

© ISO 2014 – Tous droits réservés