



# PROJET FINAL

## Norme internationale

### ISO/FDIS 19901-4

## Industries du pétrole et du gaz y compris les énergies à faible teneur en carbone — Exigences spécifiques relatives aux structures en mer —

### Partie 4: Bases conceptuelles géotechniques

*Oil and gas industries including lower carbon energy — Specific requirements for offshore structures —*

*Part 4: Geotechnical design considerations*

[ISO/FDIS 19901-4](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/f105b91e-7d5b-42af-a8ae-fd88047b47e6/iso-fdis-19901-4)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/f105b91e-7d5b-42af-a8ae-fd88047b47e6/iso-fdis-19901-4>

ISO/TC 67/SC 7

Secrétariat: **BSI**

Début de vote:  
**2024-11-14**

Vote clos le:  
**2025-01-09**

**TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN**

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COM-MERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO/FDIS 19901-4](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/f105b91e-7d5b-42af-a8ae-fd88047b47e6/iso-fdis-19901-4)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/f105b91e-7d5b-42af-a8ae-fd88047b47e6/iso-fdis-19901-4>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2024

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

	Page
<b>Avant-propos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>viii</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Symboles et termes abrégés</b> .....	<b>4</b>
4.1 Symboles relatifs à la conception des fondations superficielles et intermédiaires .....	4
4.2 Symboles relatifs à la conception des fondations par pieux .....	7
4.3 Symboles relatifs à l'interaction sol-structure pour les structures auxiliaires immergées, les risers et les conduites d'écoulement .....	10
4.4 Symboles relatifs à la conception des ancres pour les systèmes de maintien en position des structures flottantes .....	11
4.5 Abréviations .....	13
<b>5 Exigences générales</b> .....	<b>13</b>
5.1 Généralités .....	13
5.2 Cas de conception et coefficients partiels .....	14
5.3 Valeurs représentatives et conceptuelles des paramètres géotechniques .....	15
5.3.1 Lignes directrices .....	15
5.3.2 Détermination des valeurs représentatives et conceptuelles des paramètres du sol .....	15
5.4 Conception fondée sur la fiabilité géotechnique .....	18
5.5 Essais et instrumentation .....	19
<b>6 Reconnaissance du site, identification des dangers géologiques et des sols carbonatés</b> .....	<b>20</b>
6.1 Généralités .....	20
6.2 Modélisation géologique et identification des dangers .....	20
6.2.1 Généralités .....	20
6.2.2 Évaluation des dangers géologiques du site .....	20
6.3 Sols carbonatés .....	21
6.3.1 Généralités .....	21
6.3.2 Aspects et propriétés caractéristiques des sols carbonatés .....	21
6.3.3 Fondations dans des sols carbonatés .....	21
<b>7 Conception des fondations superficielles et intermédiaires pour les structures fixes</b> .....	<b>22</b>
7.1 Généralités .....	22
7.2 Principes .....	23
7.2.1 Principes généraux .....	23
7.2.2 Enfouissement des fondations .....	23
7.2.3 Conventions en matière de signes, nomenclature et point de référence des actions .....	24
7.3 Critères d'acceptation .....	25
7.3.1 Coefficient du matériau et coefficient d'action .....	25
7.3.2 Utilisation de coefficients partiels dans la conception .....	25
7.4 Considérations conceptuelles .....	26
7.4.1 Ajustement relatif au poids du bouchon de sol .....	26
7.4.2 Espacement des jupes .....	27
7.4.3 Perforations de la base des fondations .....	27
7.4.4 Fondations sans jupes pénétrant dans des sols mous .....	27
7.4.5 Contraintes de tension sous les fondations .....	27
7.4.6 Actions omnidirectionnelles .....	28
7.4.7 Interaction avec d'autres structures .....	28
7.4.8 Fondations multiples .....	28
7.4.9 Stabilité hydraulique .....	28
7.4.10 Sols ou profils de sols non conventionnels .....	29

## ISO/FDIS 19901-4:2024(fr)

	7.4.11 Choix des valeurs des paramètres du sol pour la conception .....	29
7.5	État limite ultime (stabilité) .....	29
	7.5.1 Évaluation de la capacité portante des fondations superficielles .....	29
	7.5.2 Évaluation de la capacité de glissement des fondations superficielles .....	33
	7.5.3 Évaluation de la capacité des fondations intermédiaires .....	35
7.6	État limite d'aptitude au service (déplacements et rotations) .....	36
	7.6.1 Généralités .....	36
	7.6.2 Aptitude au service des fondations superficielles soumises à des charges statiques .....	36
	7.6.3 Aptitude au service des fondations intermédiaires .....	38
	7.6.4 Aptitude au service en réponse à des actions dynamiques et cycliques .....	39
7.7	Autres méthodes de conception .....	39
	7.7.1 Approche fondée sur la surface en limite élastique .....	39
	7.7.2 Prise de décision fondée sur la maîtrise des risques .....	39
7.8	Installation .....	39
	7.8.1 Généralités .....	39
	7.8.2 Résistance à la pénétration de la jupe .....	40
	7.8.3 Dépression exigée et admissible .....	41
7.9	Relocalisation, récupération et enlèvement .....	41
<b>8</b>	<b>Conception des fondations par pieux .....</b>	<b>41</b>
8.1	Capacité des pieux en compression axiale .....	41
	8.1.1 Généralités .....	41
	8.1.2 Capacité axiale d'un pieu .....	43
	8.1.3 Frottement latéral et résistance de pointe dans des sols argileux .....	44
	8.1.4 Frottement latéral et résistance de pointe dans des sols sableux .....	46
	8.1.5 Frottement latéral et résistance de pointe dans des graviers .....	48
	8.1.6 Frottement latéral et résistance de pointe de pieux cimentés dans la roche .....	48
	8.1.7 Frottement latéral et résistance de pointe de pieux cimentés dans les sols intermédiaires .....	48
8.2	Capacité des pieux en traction axiale .....	49
8.3	Performance axiale des pieux .....	49
	8.3.1 Comportement axial statique des pieux .....	49
	8.3.2 Comportement axial cyclique des pieux .....	49
8.4	Réaction du sol pour des pieux sous actions axiales .....	50
	8.4.1 Courbes $t-z$ de transfert de cisaillement axial .....	50
	8.4.2 Courbe de résistance de pointe-déplacement, $Q-z$ .....	51
8.5	Réaction du sol pour les pieux sous des actions latérales .....	52
	8.5.1 Généralités .....	52
	8.5.2 Réaction du sol latérale pour l'argile .....	53
	8.5.3 Capacité latérale pour le sable .....	60
	8.5.4 Courbes $p-y$ de résistance latérale du sol-déplacement pour le sable .....	62
	8.5.5 Courbes $P-y$ pour des actions de fatigue pour les sables .....	62
	8.5.6 Évaluation affinée de la réponse latérale d'un pieu .....	63
	8.5.7 Courbes de résistance latérale du sol en fonction du déplacement dans les sols calcaires, dans les sols cimentés et dans la roche tendre .....	63
8.6	Comportement des groupes de pieux .....	63
	8.6.1 Généralités .....	63
	8.6.2 Comportement axial .....	63
	8.6.3 Comportement latéral .....	63
8.7	Évaluation de l'installation des pieux .....	64
	8.7.1 Généralités .....	64
	8.7.2 Études prévisionnelles de battage .....	65
	8.7.3 Obtention de la pénétration de pieu requise .....	65
	8.7.4 Refus de pieu battu .....	66
	8.7.5 Mesures pour remédier à un refus de pieu .....	66
	8.7.6 Choix du marteau de battage et contraintes pendant le battage .....	67
	8.7.7 Utilisation de marteaux hydrauliques .....	68
	8.7.8 Pieux forés-cimentés .....	68

## ISO/FDIS 19901-4:2024(fr)

8.7.9	Cimentation des raccordements pieu-manchon.....	69
8.7.10	Données d'installation des pieux.....	69
8.7.11	Installation de tubes conducteurs et démarrage du forage des puits.....	70
<b>9</b>	<b>Évaluation de la capacité des pieux pour les structures existantes.....</b>	<b>71</b>
9.1	Généralités.....	71
9.2	Données géotechniques et des fondations.....	71
9.2.1	Données géotechniques.....	71
9.2.2	Données de conception.....	71
9.2.3	Données d'installation.....	71
9.2.4	Données conditionnelles.....	72
9.2.5	Données d'exploitation.....	72
9.3	Évaluation.....	72
9.4	Évaluation.....	72
9.4.1	Généralités.....	72
9.4.2	Réponse «pushover» des systèmes de fondations sur pieux.....	73
9.5	Effets du temps sur les fondations par pieux.....	73
<b>10</b>	<b>Données d'entrée de conception géotechnique pour les structures sous-marines, les risers et les conduites d'écoulement.....</b>	<b>74</b>
10.1	Généralités.....	74
10.2	Reconnaissance géotechnique.....	74
10.3	Fondations pour structures de production sous-marine.....	75
10.4	Risers à caténaire en acier.....	75
10.4.1	Généralités.....	75
10.4.2	Caractérisation du sol marin.....	75
10.4.3	Conception relative à l'état limite ultime.....	76
10.4.4	Conception relative à l'état limité de fatigue.....	76
10.5	Conception géotechnique des tubes conducteurs forés par injection et des risers verticaux sous tension.....	78
10.5.1	Généralités.....	78
10.5.2	Tubes conducteurs forés par injection.....	78
10.5.3	Interaction sol-structure pour l'évaluation de l'intégrité du puits.....	81
10.5.4	Données d'entrée géotechniques pour l'évaluation de la résistance du puits.....	81
10.5.5	Données d'entrée géotechniques pour l'évaluation de la fatigue du puits.....	81
10.5.6	Considérations géotechniques pour l'analyse de battage des tubes conducteurs.....	86
10.6	Conception des fondations pour des tours risers.....	86
10.6.1	Généralités.....	86
10.6.2	Options de fondations.....	86
10.6.3	Actions de charge et coefficients de sécurité.....	87
10.6.4	Défis de conception.....	87
10.7	Conduites et conduites d'écoulement en mer.....	87
10.7.1	Analyse géotechnique de l'interaction conduite-sol.....	87
10.7.2	Éboulements sous-marins et écoulements par densité: simulation et analyse d'impact sur la conduite.....	89
<b>11</b>	<b>Conception des ancrages des structures flottantes.....</b>	<b>89</b>
<b>Annexe A (informative) Additional information and guidance.....</b>		<b>90</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>215</b>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 67, *Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone*, Sous-comité SC 7, *Structures en mer*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 12, *Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone* du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 19901-4:2016), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- élargissement des recommandations des valeurs représentatives et conceptuelles des paramètres du sol ([Article 5](#));
- ajout de recommandations sur la conception géotechnique des fondations intermédiaires pour les structures fixes et utilisation d'une nouvelle désignation pour [l'Article 7](#), «Conception des fondations superficielles et intermédiaires»;
- ajout des exigences sur la résistance de l'installation, les approches sur les tolérances d'élasticité à l'état limite ultime et la conception fondée sur la performance pour les fondations à jupes peu profondes et intermédiaires ([Article 7](#));
- nouvelle méthode CPT unifiée définissant la capacité axiale dans le sable en remplacement de l'ancienne méthode (du texte principal), nouvelle définition de la courbe TZ dans le sable, introduction à [l'Article A.8](#) d'une nouvelle méthode CPT unifiée pour l'argile, nouvelle méthodologie pour la courbe PY dans l'argile en remplacement de la méthode existante ([Article 8](#));
- nouvelles exigences ajoutées en ce qui concerne la ré-évaluation de la capacité des pieux pour les structures existantes ([Article 9](#));

## ISO/FDIS 19901-4:2024(fr)

- nouvel article pour les conduites, les tubes conducteurs et les risers ([Article 10](#));
- révision, mise à jour et réduction des références dans la mesure du possible.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 19901 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO/FDIS 19901-4](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/f105b91e-7d5b-42af-a8ae-fd88047b47e6/iso-fdis-19901-4>



## Introduction

Les Normes internationales pour les structures en mer élaborées par le TC 67 (c'est-à-dire l'ISO 19900, la série ISO 19901, l'ISO 19902, l'ISO 19903, l'ISO 19904-1, la série ISO 19905, et l'ISO 19906) constituent une base commune qui couvre les aspects traitant des exigences de conception et des évaluations de toutes les structures en mer utilisées par les industries du pétrole et du gaz dans le monde. Leur mise en œuvre a pour finalité d'atteindre des niveaux de fiabilité appropriés pour les structures en mer, quels que soient le type de structure et la nature des matériaux utilisés. Les exigences spécifiques à l'application pour les différents secteurs de l'énergie sont indiquées dans les normes pertinentes. Par exemple, pour le secteur de l'éolien en mer, l'IEC 61400-1 et l'IEC 61400-3-1 décrivent les exigences de conception (par exemple, les périodes de retour) pour les structures de soutien des éoliennes en mer.

Le présent document peut être appliqué pour la conception des fondations utilisées dans le secteur de l'éolien en mer. Dans ce cas, il convient de vérifier que le type et les dimensions de la fondation, ainsi que le type d'actions agissant sur elle, sont cohérents avec ceux utilisés dans le développement des méthodes de conception. Par exemple, les méthodes de conception des pieux des [Articles 8](#) ne sont pas nécessairement applicables à la conception des monopieux pour lesquels  $L/D$  est inférieur à 10, et il convient d'évaluer leur validité pour de tels cas. Les structures éoliennes en mer peuvent également présenter d'autres exigences, telles qu'une caractérisation de la rigidité des fondations, qui ne relèvent pas du domaine d'application du présent document. Il convient de se référer aux codes et normes spécifiques à l'application globale, tels que l'IEC 61400-3-1.

Il est important de savoir que l'intégrité structurale est un concept global qui comprend la modélisation des actions, les analyses structurales, les règles de conception, les aspects liés à la sécurité, la qualité de l'ouvrage, ainsi que les procédures de contrôle de la qualité et les réglementations nationales, ces divers éléments étant interdépendants. La modification d'un aspect isolé des bases conceptuelles peut avoir, en termes de fiabilité, une incidence sur la conception globale ou sur les performances de la structure dans son ensemble. Il convient de considérer les implications relatives aux modifications en relation avec la fiabilité d'ensemble de tous les systèmes structuraux en mer.

Pour la conception géotechnique (science de l'ingénierie traitant des propriétés du sol: sable, limon, argile et roche), certaines considérations supplémentaires s'appliquent. Celles-ci comprennent la durée, la fréquence et la vitesse d'application des actions, la méthode d'installation, les propriétés du sol environnant, le comportement global du sol marin, les effets des structures adjacentes et les résultats du forage dans le sol marin. Il convient que tout cela, ainsi que toute autre information applicable, soit considéré en relation avec la fiabilité globale de la structure.

Les Normes internationales pour les structures en mer élaborées par le TC 67 sont élaborées pour permettre un choix étendu de configurations structurelles, de matériaux et de techniques sans entraver l'innovation. La pratique de la conception géotechnique pour les structures en mer est un processus innovant et en continuelle évolution depuis des années. Cette évolution va probablement continuer et est encouragée. Ainsi, dans certaines circonstances, les procédures décrites dans le présent document ou dans les Normes internationales sur les structures en mer élaborées par le TC 67 (ou ailleurs) peuvent être insuffisantes en elles-mêmes pour garantir l'obtention d'une conception sûre et économique.

Les sols du sol marin varient. L'expérience acquise sur un emplacement n'est pas nécessairement applicable sur un autre site. Des précautions supplémentaires sont nécessaires lorsque les sols rencontrés ou les concepts de fondation utilisés ne sont pas conventionnels ou familiers. L'utilisation du présent document nécessite donc une bonne appréciation en matière d'ingénierie.

L'[Annexe A](#) fournit un contexte et des préconisations concernant l'utilisation du présent document.

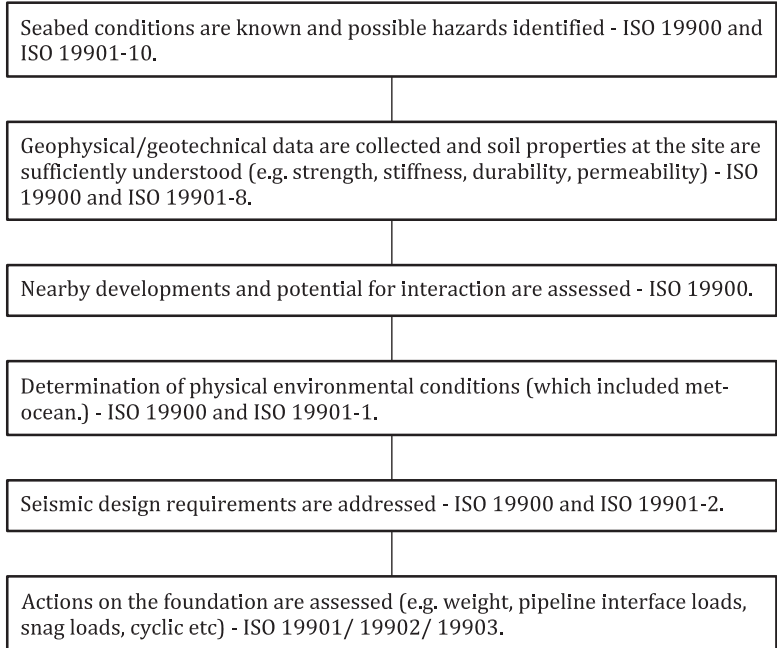
L'ISO 19905 fournit des exigences et des recommandations détaillées sur les fondations pour les unités mobiles en mer.

La [Figure 1](#) représente un flux de tâches type pour la conception des fondations en mer en référence aux autres Normes internationales pertinentes.

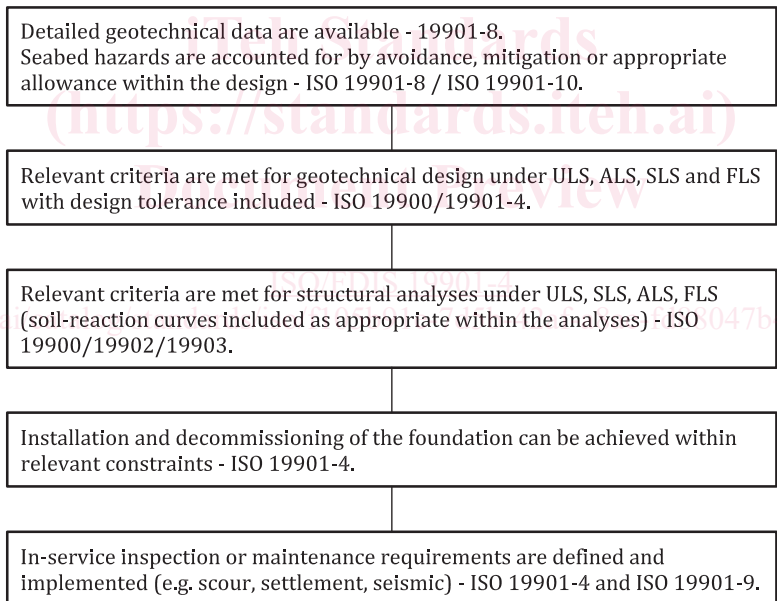


## ISO/FDIS 19901-4:2024(fr)

### *Collection of site condition data, foundation requirements and input data:*



### *Foundation Design:*



## ISO/FDIS 19901-4:2024(fr)

Anglais	Français
Collection of site condition data, foundation requirements and input data:	Collecte des données relatives aux conditions du site, des exigences des fondations et des données d'entrée:
Seabed conditions are known and possible hazards identified - ISO 19900 and ISO 19901-10.	Les conditions de sol marin sont connues et les dangers possibles sont identifiés – ISO 19900 et ISO 19901-10.
Geophysical/geotechnical data are collected and soil properties at the site are sufficiently understood (e.g. strength, stiffness, durability, permeability) - ISO 19900 and ISO 19901-8.	Les données géophysiques/géotechniques sont recueillies et les propriétés du sol sur le site sont suffisamment connues (par exemple, résistance, rigidité, durabilité, perméabilité) – ISO 19900 et ISO 19901-8.
Nearby developments and potential for interaction are assessed - ISO 19900.	Les développements à proximité et le potentiel d'interaction sont évalués – ISO 19900.
Determination of physical environmental conditions (which included met-ocean.) - ISO 19900 and ISO 19901-1.	Les conditions d'environnement physique sont déterminées (y compris la météocean) – ISO 19900 et ISO 19901-1.
Seismic design requirements are addressed - ISO 19900 and ISO 19901-2.	Les exigences de conception sismique sont prises en compte – ISO 19900 et ISO 19901-2.
Actions on the foundation are assessed (e.g. weight, pipeline interface loads, snag loads, cyclic etc.) - ISO 19901/19902/19903.	Les actions sur la fondation sont évaluées (par exemple, le poids, les charges d'interface de la conduite, les charges d'ancrage, les charges cycliques, etc.) – ISO 19901/19902/19903.
<b>Foundation Design:</b>	<b>Conception des fondations:</b>
Detailed geotechnical data are available - 19901-8. Seabed hazards are accounted for by avoidance, mitigation or appropriate allowance within the design - ISO 19901-8 / ISO 19901-10.	Des données géotechniques détaillées sont disponibles – ISO 19901-8. Les dangers liés au sol marin sont pris en compte par l'évitement, l'atténuation ou la tolérance appropriée dans la conception – ISO 19901-8/ISO 19901-10.
Relevant criteria are met for geotechnical design under ULS, ALS, SLS and FLS with design tolerance included - ISO 19900/19901-4.	Les critères pertinents sont respectés pour la conception géotechnique en ULS, ALS, SLS et FLS avec tolérance de conception incluse – ISO 19900/19901-4.
Relevant criteria are met for structural analyses under ULS, SLS, ALS, FLS (soil-reaction curves included as appropriate within the analyses) - ISO 19900/19902/19903.	Les critères pertinents sont respectés pour les analyses structurales en ULS, SLS, ALS, FLS (courbes de réaction sol incluses dans les analyses, le cas échéant) – ISO 19900/19902/19903.
Installation and decommissioning of the foundation can be achieved within relevant constraints - ISO 19901-4.	L'installation et la mise hors service de la fondation peuvent être réalisées dans le respect des contraintes pertinentes – ISO 19901-4.
In-service inspection or maintenance requirements are defined and implemented (e.g. scour, settlement, seismic) - ISO 19901-4 and ISO 19901-9.	Les exigences en matière d'inspection ou de maintenance en service sont définies et mises en œuvre (par exemple, affouillement, tassement, sismique) – ISO 19901-4 et ISO 19901-9.

NOTE Des contraintes spécifiques de conception et d'installation peuvent s'appliquer pour les structures dans les régions arctiques (voir l'ISO 19906), pour les unités mobiles en mer, en particulier pour les plates-formes auto-élévatrices (voir l'ISO 19905) et pour les ancres pour les unités flottantes (voir l'ISO 19901-7). La conception peut être un processus itératif du concept (étude de faisabilité initiale et d'applicabilité) à la conception finale, en passant par la conception de base. Différents niveaux de détails et d'objectifs sont exigés aux différents stades de la conception.

**Figure 1 — Organigramme représentant le processus de conception type pour les fondations en mer**

# Industries du pétrole et du gaz y compris les énergies à faible teneur en carbone — Exigences spécifiques relatives aux structures en mer —

## Partie 4: Bases conceptuelles géotechniques

### 1 Domaine d'application

Le présent document contient les dispositions relatives à la conception géotechnique qui s'appliquent à une vaste gamme de structures en mer, plutôt qu'à un type particulier de structure. Le présent document décrit les méthodes développées principalement pour la conception des fondations superficielles avec un rapport entre longueur enfouie ( $L$ ) et diamètre ( $D$ )  $L/D < 0,5$ , des fondations intermédiaires avec  $0,5 \leq L/D \leq 10$  (voir [l'Article 7](#)) et des fondations par pieux longs et flexibles avec  $L/D > 10$  (voir les [Articles 8](#) et [9](#)).

Le présent document fournit également des recommandations sur les aspects relatifs à l'interaction sol-structure pour les conduits d'écoulement, les risers et les conducteurs (voir [l'Article 10](#)), ainsi que pour les ancrages des structures flottantes (voir [l'Article 11](#)). Le présent document contient de brèves recommandations sur la caractérisation du site et des sols, ainsi que sur l'identification des dangers (voir [l'Article 6](#)).

Le présent document peut être appliqué à la conception de fondations pour les structures en mer utilisées dans l'industrie des énergies à faible teneur en carbone.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 19900, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Exigences générales relatives aux structures en mer*

ISO 19901-7, *Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone — Exigences spécifiques relatives aux structures en mer — Partie 7: Systèmes de maintien en position des structures en mer flottantes et des unités mobiles en mer*

ISO 19901-8, *Industries du pétrole et du gaz y compris les énergies à faible teneur en carbone — Structures en mer — Partie 8: Investigations des sols en mer*

ISO 19901-9, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Exigences spécifiques relatives aux structures en mer — Partie 9: Gestion de l'intégrité structurelle*

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 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 (toutes les parties), *Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone — Évaluation spécifique du site d'unités mobiles en mer*

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

DNV-RP-F110, *Global buckling of submarine pipelines*

DNV-RP-F114, *Pipe-soil interaction for submarine pipelines*

### 3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

#### 3.1 action

charge extérieure appliquée à la structure (action directe), ou déformation ou accélération imposée (action indirecte)

EXEMPLE Une déformation imposée peut être causée par des tolérances de fabrication, un *tassement* différentiel (3.18) ou des variations de température ou d'humidité. Une accélération imposée peut être causée par un séisme.

[SOURCE: ISO 19900:2019, 3.3]

#### 3.2 coefficient d'action

coefficient partiel dont la valeur représente les incertitudes ou le caractère aléatoire des actions

#### 3.4 variable de base

variable se rapportant aux grandeurs physiques qui caractérisent les actions et les incidences de l'environnement, les grandeurs géométriques ou les propriétés des matériaux, y compris les propriétés des sols

[SOURCE: ISO 19900:2019, 3.7, modifié — Suppression de la Note 1 à l'article.]

#### 3.5 actions conceptuelles

combinaison d'actions représentatives et de coefficients partiels de sécurité représentant une situation conceptuelle, destinée à être utilisée pour vérifier l'acceptabilité d'une conception

#### 3.6 valeur conceptuelle

valeur déduite de la *valeur représentative* (3.11) à introduire dans la vérification des *états limites* (3.9)

Note 1 à l'article: Les valeurs conceptuelles peuvent être différentes dans des situations de conception/d'évaluation différentes en raison des coefficients partiels différents.

Note 2 à l'article: Le terme «valeur caractéristique» utilisé dans l'ISO 19900 n'est pas utilisé dans le présent document, et les deux termes «valeur caractéristique» et «valeur représentative» sont considérés comme équivalents pour la conception géotechnique et la conception des fondations.

[SOURCE: ISO 19900:2019, 3.14, modifié — Ajout de la Note 2 à l'article.]

#### 3.7 condition drainée

condition dans laquelle les contraintes appliquées et les variations de contrainte sont entièrement supportées par le squelette du sol et ne provoquent pas de variation de la pression interstitielle

[SOURCE: ISO 19901-8:2023, 3.9]

### 3.8

#### **surface effective d'une fondation**

surface réduite d'une fondation dont le centre géométrique se situe au niveau du point d'intersection entre le vecteur d'action résultant et le niveau de base de la fondation

### 3.9

#### **état limite**

état au-delà duquel la structure ou l'élément de structure ne satisfait plus aux critères de conception/d'évaluation

[SOURCE: ISO 19900:2019, 3.31]

### 3.10

#### **coefficient du matériau**

coefficient partiel appliqué à la *résistance* (3.19) représentative du sol, dont la valeur représente l'incertitude ou la variabilité de la propriété du matériau

Note 1 à l'article: Voir l'ISO 19900.

### 3.11

#### **valeur représentative**

valeur attribuée à une *variable de base* (3.4) pour la vérification d'un *état limite* (3.9) dans une situation de conception/d'évaluation

[SOURCE: ISO 19900:2019, 3.40, modifié — Suppression de la Note 1 à l'article.]

### 3.12

#### **résistance**

aptitude d'une structure ou d'un élément de structure à résister aux effets des actions

[SOURCE: ISO 19900:2019, 3.41]

### 3.13

#### **facteur partiel de résistance**

facteur utilisé pour la vérification de l'*état limite* (3.9), dont la valeur représente l'incertitude ou la variabilité de la *résistance* de la fondation (3.12) y compris celles des propriétés des matériaux

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/f105b91e-7d5b-42af-a8ac-fd88047b47e6/iso-fdis-19901-4>

### 3.14

#### **affouillement**

déplacement de matériaux du *sol marin* (3.15), provoqué par les courants, les vagues ou la glace

[SOURCE: ISO 19900:2019, 3.45, modifié — «ou la glace» a été ajouté.]

### 3.15

#### **sol marin**

matériaux au-dessous du *fond marin* (3.16), constitués de sols de type sable, limon ou argile, de matériaux cimentés ou de roches

Note 1 à l'article: Les fondations en mer sont le plus souvent installées dans des sols et la terminologie utilisée dans le présent document le reflète. Néanmoins, les exigences s'appliquent également aux matériaux de sol marin cimentés et aux roches. Ainsi, le terme «sol» n'exclut aucun autre matériau situé au niveau ou au-dessous du fond marin.

### 3.16

#### **fond marin**

interface entre la mer et le *sol marin* (3.15)

### 3.17

#### **aptitude au service**

aptitude d'une structure ou d'un élément de structure à se comporter de manière satisfaisante dans des conditions d'utilisation normales vis-à-vis de toutes les actions prévisibles

[SOURCE: ISO 2394:2015, 2.1.32]

**3.18**

**tassement**

mouvement descendant permanent d'une structure sous l'effet de son propre poids et d'autres actions

**3.19**

**résistance**

propriété mécanique d'un matériau indiquant sa capacité à résister à des actions, habituellement données en unités de contrainte

Note 1 à l'article: Voir l'ISO 19902.

**3.20**

**condition non drainée**

condition dans laquelle les contraintes appliquées et les variations de contrainte sont supportées à la fois par le squelette du sol et le fluide interstitiel et ne provoquent pas de variation du volume

[SOURCE: ISO 19901-8:2023, 3.44]

**3.21**

**résistance au cisaillement à l'état non drainé**

contrainte de cisaillement maximale au seuil de plasticité ou à une déformation maximale spécifiée dans une *condition non drainée* (3.20)

Note 1 à l'article: Le seuil de plasticité est l'état d'un matériau dans lequel une augmentation faible ou nulle des contraintes entraîne une importante déformation plastique.

[SOURCE: ISO 19901-8:2023, 3.45]

**4 Symboles et termes abrégés**

**4.1 Symboles relatifs à la conception des fondations superficielles et intermédiaires**

$A$	surface réelle (plan transversal) d'une fondation
$A'$	surface effective d'une fondation selon l'excentricité des actions
$A_h$	surface verticale projetée de la fondation dans la direction du glissement
$A_p$	surface projetée de l'extrémité d'une jupe
$A_s$	aire de la surface latérale d'une jupe enfouie à une profondeur de pénétration donnée
$A_{idealized}$	surface rectangulaire idéalisée d'une fondation, pour des fondations de formes irrégulières
$b_c, b_q, b_\gamma$	facteurs de correction de la capacité portante liés à l'inclinaison de la base de la fondation
$B$	dimension latérale minimale d'une fondation (ou largeur d'une fondation)
$B'$	dimension latérale minimale effective d'une fondation (ou largeur effective d'une fondation)
$C$	indice de compression du sol sur la plage de charge considérée
$c'$	cohésion effective
$d_c, d_q, d_\gamma$	facteurs de correction de la capacité portante liés à la profondeur d'enfouissement de la fondation
$D$	diamètre d'une fondation (pour des fondations circulaires)
$D_b$	profondeur sous le niveau du fond marin par rapport au niveau de la base de la fondation