
**Performance thermique des bâtiments —
Conception thermique des fondations pour
éviter les poussées dues au gel**

*Thermal performance of buildings — Thermal design of foundations to
avoid frost heave*

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

[ISO 13793:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-
1c4418c6bcb0/iso-13793-2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001)



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 13793:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001>

© ISO 2001

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

Imprimé en Suisse

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 Norme internationale 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 13793 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 163, *Isolation thermique*, sous-comité SC 2, *Méthode de calcul*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Tout au long du texte de la présente norme, lire «...la présente norme européenne...» avec le sens de «...la présente Norme internationale...».

[ISO 13793:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16-137b7-94-f4283-9da5-1a4418c6bcb0/iso-13793-2001)

Les annexes A, B et C constituent des éléments normatifs de la présente Norme internationale. Les annexes D et E sont données uniquement à titre d'information.

Sommaire	Page
Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Définitions, symboles et unités	2
4 Principes de conception	5
5 Propriétés des matériaux	6
6 Données climatiques	7
7 Profondeur de fondation supérieure à la profondeur de gel dans les sols non perturbés	8
8 Planchers sur terre-plein en bâtiments chauffés	9
9 Planchers sur vide sanitaire en bâtiments chauffés	17
10 Bâtiments non chauffés	22
Annexe A (normative) Définition et calcul de l'indice de gel	26
Annexe B (normative) Calculs numériques	30
Annexe C (normative) Données de calcul pour planchers sur terre-plein, basées sur le critère 0°C	34
Annexe D (informative) Sensibilité au gel du sol ISO 13793:2001	37
Annexe E (informative) Exemples pratiques	39
Bibliographie	42

Avant-propos

Le texte de l'EN ISO 13793:2001 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 89 "*Performance thermique des bâtiments et des composants du bâtiment*" dont le secrétariat est tenu par le SIS, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 163 "*Isolation thermique*".

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en septembre 2001, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en septembre 2001.

Les références aux Normes internationales qui ont été publiées en tant que Normes européennes sont mentionnées à l'annexe normative ZA.

Les annexes A, B et C font partie intégrante de la présente partie de l'ISO 13793. Les annexes D et E sont données uniquement à titre d'information.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 13793:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001>

Introduction

Par poussées dues au gel, on entend l'effet de lentilles de glace situées dans le sol en-dessous d'un bâtiment, provoquant la déformation de celui-ci. Elles peuvent survenir lorsque le sol gèle sous les fondations ou sous d'autres éléments de structure en contact avec le sol. Ce phénomène est à prendre en compte dans la conception des fondations des bâtiments pour les climats où la pénétration du gel dans le sol peut dépasser la profondeur minimale des fondations requise pour des raisons structurelles.

Tous les types de sol ne sont pas sensibles aux poussées dues au gel (voir annexe D).

Le risque de poussées dues au gel peut être évité de diverses manières. L'une consiste à prévoir des fondations dont la profondeur dépasse la profondeur de pénétration du gel. Ainsi des dispositions spéciales de conception contre les poussées dues au gel sont-elles inutiles pour les bâtiments dont les soubassements s'étendent au-delà du niveau de pénétration du gel (sauf à assurer l'utilisation de remblais adéquats ne risquant pas de geler contre les murs de soubassement).

Il est également possible, avant de construire les fondations, de retirer le terrain sensible au gel jusqu'à une profondeur plus basse que le niveau de pénétration du gel et de la remplacer par des matériaux insensibles au gel.

Une troisième possibilité consiste à isoler les fondations, afin d'éviter la pénétration du gel sous celles-ci. Dans les climats froids, cette dernière option s'avère souvent la plus économique car elle permet de construire des fondations moins profondes. La présente norme donne des méthodes permettant de déterminer la largeur, la profondeur, la résistance thermique et l'emplacement de l'isolation dans les fondations, afin de rendre négligeable le risque lié aux poussées dues au gel.

Pour les bâtiments non chauffés, la chaleur fournie par le bâtiment lui-même est moindre qu'avec des bâtiments chauffés et il est donc nécessaire de prévoir une isolation périmétrale plus importante pour protéger les fondations.

Les dispositions de la présente norme sont, pour l'essentiel, celles utilisées dans les pays nordiques depuis de nombreuses années et qui se sont révélées satisfaisantes dans la pratique pour prévenir les poussées dues au gel. Ces dispositions sont fondées sur les résultats de calculs numériques en régime dynamique qui prennent en compte le cycle de température annuel, l'inertie thermique du sol, la chaleur latente de congélation de l'eau, etc., et qui ont été validés à l'aide de données expérimentales sur des constructions existantes.

La présente norme vise à assurer que le sol situé sous les fondations (s'il est sensible au gel) ne gèle pas. Dans les zones permagel (moyenne annuelle des températures inférieure à 0 °C), il peut s'avérer utile, au contraire, de maintenir toute l'année le sol complètement gelé. Ceci met en jeu des solutions totalement différentes qui ne sont pas prises en compte dans la présente norme.

1 Domaine d'application

La présente norme donne des règles simplifiées pour la conception thermique des fondations des bâtiments en vue d'éviter l'apparition de poussées dues au gel.

Elle s'applique aux fondations construites sur des terrains sensibles au gel et inclut les bâtiments avec planchers sur terre-plein et sur vide sanitaire.

Elle s'applique aux bâtiments chauffés ou non chauffés, mais ne concerne pas les autres ouvrages devant être protégées du gel (par exemple les routes, les canalisations d'eau enterrées).

La présente norme ne s'applique pas aux entrepôts frigorifiques ni aux patinoires.

La présente norme concerne les climats où la moyenne annuelle de la température de l'air est supérieure à 0 °C, mais ne s'applique pas aux zones permagel où la moyenne annuelle de la température de l'air est inférieure à 0 °C.

2 Références normatives

Cette Norme européenne comporte, par référence datée ou non datée, des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

ISO 6946	<i>Composants et parois de bâtiments - Résistance thermique et coefficient de transmission thermique - Méthode de calcul</i>
ISO 7345	<i>Isolation thermique - Grandeurs physiques et définitions</i>
ISO 10211-1	<i>Ponts thermiques dans le bâtiment – Flux de chaleur et températures superficielles - Partie 1: Méthodes générales de calcul</i>
ISO 10456	<i>Matériaux et produits du bâtiment - Procédures pour la détermination des valeurs thermiques déclarées et utiles</i>

3 Définitions, symboles et unités

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme, les termes et définitions de l'ISO 7345 ainsi que les suivants s'appliquent :

3.1.1

plancher sur terre-plein

plancher construit directement sur le sol sur toute sa surface

3.1.2

plancher sur vide sanitaire

plancher ne reposant pas directement sur le sol et ménageant un espace vide entre le plancher et le sol

NOTE Cet espace, également appelé vide sous plancher ou vide sanitaire, peut être ventilé ou non et n'appartient pas au volume habitable.

3.1.3

isolation périmétrale verticale

isolation placée verticalement contre la fondation, du côté extérieur et/ou intérieur, ou dans la fondation elle-même

3.1.4

isolation du sol

isolation placée horizontalement (ou presque) sous le niveau du sol à l'extérieur du bâtiment

NOTE Voir Figure 1.

[ISO 13793:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001>

3.1.5

indice de gel

24 fois la somme cumulée de la différence entre 0 °C et la moyenne quotidienne de la température de l'air extérieur, effectuée sur une base journalière pendant la période de gel (incluant les différences positives et négatives)

3.1.6

période de gel

période pendant laquelle la moyenne quotidienne de la température de l'air extérieur demeure inférieure à 0 °C, à laquelle s'ajoutent les périodes de gel-dégel situées aux extrémités de cette période, dans la mesure où il en résulte globalement un gel

3.1.7

profondeur de gel

profondeur de la pénétration du gel dans le sol

3.1.8

profondeur de fondation

profondeur de fondation en-dessous du niveau du sol extérieur

NOTE Si la couche de terrain sur laquelle reposent les fondations est bien drainée et constituée de matériaux insensibles au gel, l'épaisseur de cette couche peut être comprise dans la profondeur de fondation.

3.1.9**terrain sensible au gel**

terrain susceptible de provoquer des poussées dues au gel en cas de gel du sol

3.1.10**position de l'isolation du plancher**

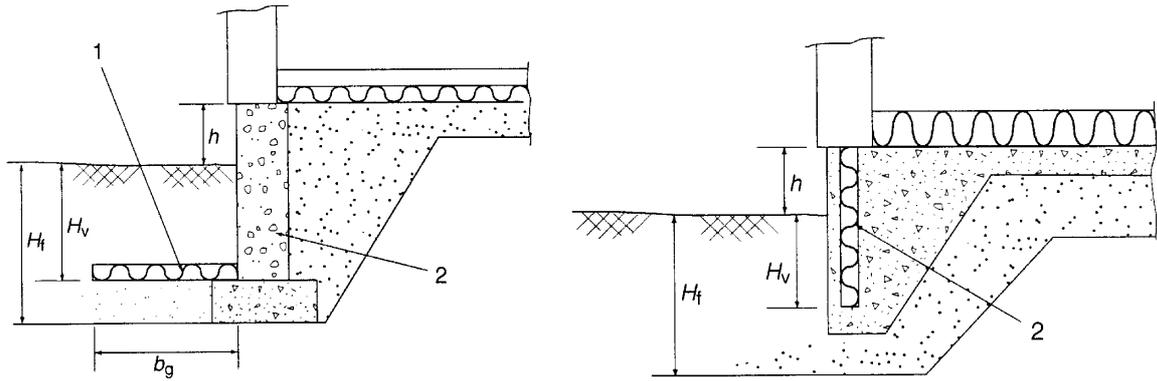
hauteur de la face inférieure de la couche d'isolation du plancher au-dessus du niveau du sol extérieur

NOTE En l'absence d'isolation du plancher, cette hauteur est mesurée par rapport à la surface du plancher.

3.2 Symboles et unités

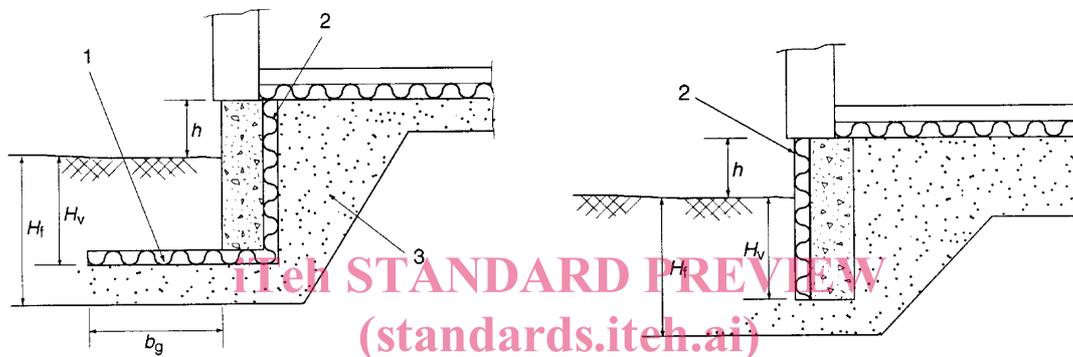
Le tableau suivant présente la liste des principaux symboles utilisés. Les autres symboles sont définis lors de leur utilisation dans le texte.

Symbole	Grandeur	Unité
B	largeur (plus petite dimension) du bâtiment	m
b_g	largeur de l'isolation du sol, mesurée depuis le bord extérieur de la semelle	m
b_{gc}	largeur de l'isolation du sol aux angles	m
b_{gw}	largeur de l'isolation du sol le long du mur	m
F_d	indice de gel nominal	K·h
F_n	indice de gel statistiquement dépassé une fois toutes les n années	K·h
H_0	profondeur maximale de gel dans un sol non perturbé et non enneigé	m
H_f	profondeur de fondation pour les murs	m
H_{fc}	profondeur de fondation pour les angles	m
H_v	profondeur de l'isolation périmétrale verticale	m
h	position de l'isolation du plancher	m
L_c	longueur de l'isolation aux angles (mesurée le long de la face externe du mur)	m
R_f	résistance thermique du plancher (valeur moyenne sur 1 m de large le long de la périphérie)	m ² ·K/W
R_v	résistance thermique de l'isolation périmétrale verticale	m ² ·K/W
R_g	résistance thermique de l'isolation du sol	m ² ·K/W
R_{gc}	résistance thermique de l'isolation du sol, aux angles	m ² ·K/W
R_{gw}	résistance thermique de l'isolation du sol, le long du mur	m ² ·K/W
$\bar{\theta}_e$	moyenne annuelle de la température de l'air extérieur	°C
$\theta_{i,m}$	moyenne de la température de l'air intérieur pour le mois m	°C



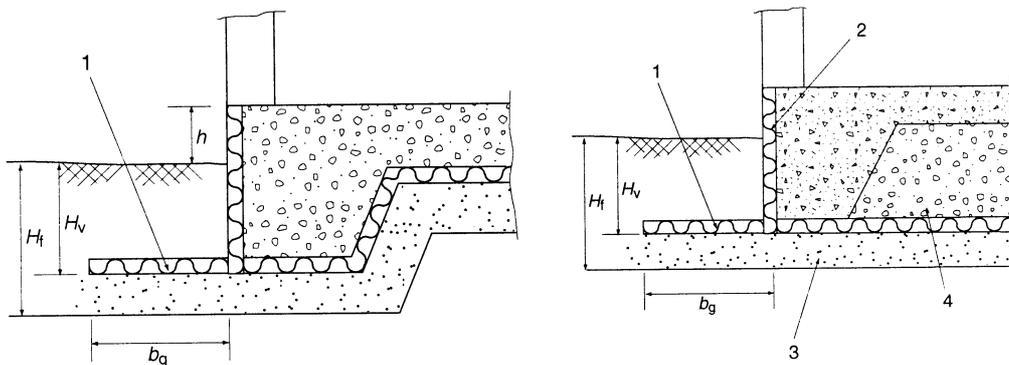
a) Mur de fondation en béton de granulats légers avec isolation du sol

b) Dalle plancher avec entrait



c) Mur de fondation en béton avec isolation du sol et isolation périmétrale verticale par l'intérieur

d) Mur de fondation en béton avec isolation périmétrale verticale par l'extérieur



e) construction sur radier avec isolation du sol et isolation périmétrale verticale

f) construction sur radier sur lit de pierres concassées (dans ce cas h < 0, donc non considéré)

Légende

- 1 Isolation du sol
- 2 Isolation périmétrale verticale
- 3 Terrain insensible au gel
- 4 Lit de pierres concassées ventilé par l'intérieur

NOTE Ces exemples illustrent les principes thermiques et il n'y a pas lieu de les considérer comme des détails de construction.

Figure 1 - Exemples d'isolation périmétrale verticale et d'isolation du sol dans les structures des fondations

4 Principes de conception

Le terrain est complètement gelé lorsque la totalité de l'eau qu'il contient est gelée. On admet que ceci survient lorsque la température du sol atteint $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (voir annexe D). Les données des articles 8 à 10 s'appliquent lorsque les fondations sont conçues pour que le sol situé sous les fondations ne soit jamais complètement gelé pendant l'hiver conventionnel. Des données différentes, basées sur un critère $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, sont fournies à l'annexe C.

Cette condition peut être remplie de quatre manières différentes :

- 1) choisir une profondeur de fondation supérieure à la profondeur à laquelle le sol est susceptible de complètement geler ;
- 2) retirer le terrain sensible au gel sous l'emplacement où seront construites les fondations, jusqu'à la profondeur mentionnée en 1), et le remplacer par des matériaux bien drainés et insensibles au gel ;
- 3) isoler les fondations afin de réduire les déperditions thermiques du sol situé sous les fondations de façon à en empêcher le gel ;
- 4) utiliser les déperditions thermiques du bâtiment ou des dispositions de chauffage particulières pour empêcher le sol situé sous les fondations de geler.

Pour les besoins de la présente norme, les options 1) et 2) sont équivalentes et sont traitées dans l'article 7. De plus, la solution adoptée peut combiner les options 2), 3) et 4). Ainsi peut-on inclure dans la profondeur de fondation H_f l'épaisseur de toute couche de matériaux insensible au gel située sous les fondations, lorsqu'on utilise la présente norme pour décider si des mesures de protection contre le gel s'imposent et, dans l'affirmative, quelle isolation est nécessaire.

NOTE 1 Lorsque l'option 4) est retenue, il est généralement nécessaire de la combiner avec l'option 3) pour réduire les déperditions thermiques.

L'isolation requise par les options 3) et 4) peut être déterminée :

- a) soit à l'aide des tableaux et des représentations graphiques de la présente norme (voir articles 8, 9 ou 10 selon le type de bâtiment) ;
- b) soit en effectuant des calculs numériques conformes aux principes donnés à l'annexe B.

Il est également permis d'utiliser une combinaison de a) et b), par exemple recours à l'option a) pour déterminer l'isolation requise aux angles et calculs numériques (bi-dimensionnels) pour déterminer l'isolation requise aux autres emplacements.

L'émission de chaleur provenant de systèmes de chauffage par le sol, câbles chauffants enterrés ou autres systèmes similaires, n'est pas prise en compte dans les règles de conception des articles 8 à 10. Procéder à des calculs numériques lorsqu'une telle émission de chaleur doit être prise en considération.

NOTE 2 Si les règles de conception des articles 8 à 10 sont appliquées dans de telles situations, il y aura une marge supplémentaire de sécurité pour ce qui concerne les poussées dues au gel, mais cela peut augmenter les déperditions thermiques.

Les fondations doivent être conçues de manière à éviter le gel du sol à leur contact, empêchant ainsi les poussées dues à la transmission d'efforts de cisaillement, par exemple, en ajoutant une couche de matériaux insensibles au gel contre les murs de fondations ou de soubassement.

Si l'enveloppe du bâtiment n'est pas terminée et/ou si le bâtiment n'est pas chauffé avant la période de gel, des mesures supplémentaires d'isolation doivent être prises pour protéger les fondations.

NOTE 3 Une manière de réaliser cette protection supplémentaire est de concevoir les fondations comme pour des bâtiments non chauffés et d'utiliser un indice de gel correspondant aux structures non permanentes (voir 6.1).

Les paramètres à prendre en compte pour la protection contre le gel sont :

- le climat et notamment l'indice de gel et la température moyenne annuelle ;
- la sensibilité au gel du terrain ;
- les propriétés physiques du terrain, à l'état gelé et non gelé ;
- l'isolation du plancher ;
- la température intérieure du bâtiment ;
- la géométrie et notamment les dimensions totales du bâtiment et le type de fondation utilisé.

NOTE 4 En cas de couverture neigeuse, la profondeur de pénétration du gel est réduite, mais étant donné qu'il est impossible de garantir une telle couverture neigeuse, celle-ci n'est pas prise en compte lors de la détermination des critères de conception.

La Figure 1 montre quelques exemples.

ISO 13793:2001
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c6bcb0/iso-13793-2001>

5 Propriétés des matériaux

5.1 Propriétés du sol

Le sol doit être considéré comme sensible au gel, à moins qu'un examen géotechnique ne permette d'en décider autrement.

NOTE 1 Des informations concernant la sensibilité au gel sont données à l'annexe D.

La présente norme est fondée sur des types de sols homogènes, sensibles au gel et possédant les propriétés suivantes :

conductivité thermique (non gelé)	$\lambda = 1,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
conductivité thermique (gelé)	$\lambda_f = 2,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
capacité thermique volumique (non gelé)	$C = 3 \times 10^6 \text{ J}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$
capacité thermique volumique (gelé)	$C_f = 1,9 \times 10^6 \text{ J}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$
chaleur latente de congélation par mètre cube de sol	$L = 150 \times 10^6 \text{ J}/\text{m}^3$
masse volumique sèche	$\rho = 1350 \text{ kg}/\text{m}^3$
teneur en eau (degré de saturation = 90 %)	$w = 450 \text{ kg}/\text{m}^3$

Pour la plupart des types de sols sensibles au gel, la profondeur de pénétration du gel au contact du bâtiment diffère peu de celle déterminée à l'aide des valeurs ci-dessus. Cependant, si les propriétés réelles du sol sont très différentes de celles indiquées ci-dessus, il convient de procéder à des calculs numériques conformément à l'annexe B.

NOTE 2 En règle générale, les données de calcul des articles 8 à 10 peuvent être appliquées aux sols présentant des masses volumiques à sec comprises entre 1100 kg/m³ et 1600 kg/m³ et une saturation en eau supérieure à 80 %.

NOTE 3 En cas d'isolation du sol, les propriétés à considérer sont celles du terrain qui se trouve autour du bâtiment. Si le sol n'a pas été isolé, les propriétés du remblai peuvent être significatives, notamment si la zone de remblai est assez importante. Le remblai (bien drainé pour empêcher le gel) peut avoir pour effet d'augmenter localement la profondeur de pénétration du gel, à cause de l'absence d'eau dans le sol et de la chaleur latente associée.

5.2 Propriétés des matériaux du bâtiment

Pour ce qui concerne la résistance thermique des matériaux de construction, utiliser les valeurs de calcul appropriées, calculées selon l'ISO 10456 ou obtenues à partir de valeurs tabulées. La résistance thermique des produits utilisés en-dessous du niveau du sol doit refléter les conditions d'humidité réelles.

NOTE Les conditions d'humidité peuvent varier suivant que le bâtiment est chauffé ou non et sont souvent plus critiques à proximité de bâtiments non chauffés.

Si la conductivité thermique est indiquée, calculer la résistance thermique en divisant l'épaisseur par la conductivité thermique. Le cas échéant, l'épaisseur utilisée doit tenir compte de la compression possible du produit.

Vérifier que tout matériau isolant soumis à un effort de compression possède une résistance à la compression et des caractéristiques de déformation adaptées.

Si une isolation du sol est nécessaire, des mesures doivent être prises pour garantir que celle-ci ne sera pas endommagée ou enlevée après achèvement des travaux. Informer l'utilisateur du bâtiment de la présence de cette isolation et indiquer son emplacement, ainsi que son objet.

6 Données climatiques

6.1 Indice de gel nominal

L'isolation requise pour la protection contre le gel dépend de la rigueur de l'hiver conventionnel, exprimée en termes d'indice de gel et de température moyenne annuelle de l'air extérieur.

La valeur du calcul de l'indice de gel F_d est définie comme la valeur F_n de l'indice de gel qui, pour la localité considérée, est statistiquement dépassée une fois toutes les n années, valeur fondée sur des données météorologiques enregistrées et calculée conformément à l'annexe A. F_n a donc une chance sur n d'être dépassée pendant une période hivernale donnée.

Après avoir sélectionné la valeur de n , déterminer F_n à partir de tableaux ou cartes concernant la localité considérée.

La valeur appropriée de n est fonction de la durée de vie prévue du bâtiment et de sa sensibilité aux poussées dues au gel.

Pour des structures permanentes, utiliser F_{100} ou F_{50} .

NOTE Dans la pratique F_{100} et F_{50} peuvent être considérés comme équivalents, car la différence entre ces deux valeurs est très faible, et l'un ou l'autre de ces indices peut être utilisé selon les données disponibles.

Pour la conception de bâtiments pouvant tolérer quelques mouvements ou pour des bâtiments provisoires, un indice de gel moins élevé peut être utilisé (par exemple : F_{20} , F_{10} , F_5).

6.2 Profondeur du gel dans les sols non perturbés

La profondeur maximale de pénétration du gel dans les sols non perturbés (c'est-à-dire les terrains non protégés par des bâtiments, la neige ou la végétation) dépend du climat (indice de gel et moyenne annuelle de la température de l'air) et des propriétés thermiques du sol.

NOTE Des valeurs de calcul H_0 de la profondeur maximale de gel dans les terrains insensibles au gel, homogènes, non perturbés et non enneigés, existent pour certains lieux dans des tableaux ou des cartes nationales.

Si H_0 est inconnu, une valeur approximative peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$H_0 = \sqrt{\frac{7200 F_d \lambda_f}{L + C \bar{\theta}_e}} \quad (1)$$

où

- F_d est l'indice de gel nominal, en K·h ; [ISO 13793:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-144444444444/iso-13793-2001)
- λ_f est la conductivité thermique du sol gelé, en W/(m·K) ; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-144444444444/iso-13793-2001>
- L est la chaleur latente de congélation de l'eau contenue dans le sol par volume de sol, en J/m³ ;
- C est la capacité thermique volumique du sol non gelé, en J/(m³·K) ;
- $\bar{\theta}_e$ est la moyenne annuelle de la température de l'air extérieur, en °C.

Si les propriétés du sol ne sont pas connues, utiliser les valeurs données en 5.1.

7 Profondeur de fondation supérieure à la profondeur de gel dans les sols non perturbés

Les fondations de tout bâtiment peuvent être conçues de manière à ce que la profondeur de fondation, H_f , soit au moins égale à la profondeur maximale de gel dans le sol non perturbé et non enneigé, H_0 .

Si $H_f \geq H_0$, les fondations sont correctement protégées contre les poussées dues au gel et ni l'isolation périmétrale ni l'isolation du sol ne sont nécessaires.

Si les fondations reposent sur une couche bien drainée de matériaux insensibles au gel, l'épaisseur de cette couche peut être incluse dans H_f .

NOTE Dans les climats pour lesquels $F_d < 2000 \text{ K}\cdot\text{h}$, cette condition est satisfaite pour des profondeurs de fondation d'au moins 0,45 m.

Si $H_f < H_0$, consulter les articles 8 à 10 ou procéder à des calculs numériques selon l'annexe B.

8 Planchers sur terre-plein en bâtiments chauffés

8.1 Domaine d'application

Le présent article s'applique aux fondations pour lesquelles $H_f < H_0$ et pour des bâtiments :

- dans lesquels la moyenne mensuelle de la température de l'air intérieur dans tout le bâtiment est chaque mois au moins égale à 17 °C ($\theta_{i,m} \geq 17 \text{ °C}$ pour tout m) ;
- dont certaines parties sont chauffées et d'autres non chauffées, à condition que dans les parties chauffées $\theta_{i,m} \geq 17 \text{ °C}$ pour tout m et que les parties non chauffées soient traitées comme décrit en 8.5 ;
- dans lesquels $5 \text{ °C} \leq \theta_{i,m} < 17 \text{ °C}$, avec les modifications décrites en 8.8.

Si, pour un mois quelconque, $\theta_{i,m} < 5 \text{ °C}$, il convient que la protection contre le gel des fondations soit conçue comme pour les bâtiments non chauffés (voir article 10).

Si le critère de conception est une limitation à 0 °C de la température sous les fondations, voir les données correspondantes à l'annexe C.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13793:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a16d37b7-94cf-4283-9da5-1c4418c66bcb0/iso-13793-2001>

8.2 Principes généraux

Dans tous les cas, prévoir une isolation périmétrale verticale comme spécifié en 8.6.

La chaleur en provenance du bâtiment augmente moins la température du sol aux angles que le long des côtés du bâtiment. Des dispositions supplémentaires peuvent donc être nécessaires aux angles du bâtiment, soit en augmentant la profondeur des fondations aux angles, soit en y augmentant l'isolation.

Le présent article indique trois options pour réaliser la protection nécessaire contre le gel :

- utiliser seulement l'isolation périmétrale verticale, sans isolation du sol ; creuser les fondations à la profondeur indiquée en 8.7.1 (les fondations devant être plus profondes aux angles que le long du reste des murs) ;
- utiliser une isolation du sol uniquement aux angles pour éviter d'augmenter la profondeur des fondations aux angles ; la profondeur de fondation est celle indiquée pour les murs en 1) ; voir 8.7.2 ;
- utiliser une profondeur de fondation réduite (au moins égale à 0,4 m) et uniforme tout autour du bâtiment; prévoir une isolation du sol autour du bâtiment, en l'augmentant aux angles ; voir 8.7.3.

La profondeur des fondations et/ou l'extension de l'isolation du sol se détermine(nt) à partir de l'indice de gel nominal, F_d .