
**Bases du calcul des constructions —
Détermination de la charge de neige
sur les toitures**

Bases for design of structures — Determination of snow loads on roofs

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4355:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02220951-86e3-4df8-b034-0b0c656b1e6d/iso-4355-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02220951-86e3-4df8-b034-0b0c656b1e6d/iso-4355-1998>



Sommaire

Page

1	Domaine d'application	1
2	Définitions	1
3	Charge de neige sur les toitures.....	3
3.1	Fonction générales décrivant l'intensité et la distribution de la charge de neige sur les toitures	3
3.2	Modèles de charges approximatifs pour la détermination de la charge de neige sur les toitures	3
3.3	Charge partielle de neige due à la fonte au glissement sur les pentes des toitures, à la redistribution et à l'enlèvement de la neige.....	4
4	Charge caractéristique de neige sur le sol	4
5	Coefficient de charge de neige	4
5.1	Coefficient d'exposition.....	4
5.2	Coefficient thermique.....	4
5.3	Coefficient du matériau de surface.....	5
5.4	Coefficient de forme.....	5

Annexes

ISO 4355:1998

A	Méthodes de détermination de la charge caractéristique de neige sur le sol	18
B	Détermination de coefficient d'exposition	21
C	Coefficient de forme pour toitures à plusieurs niveaux	24
D	Coefficient thermique	26
E	Dispositifs de retenue de neige	29
F	Bibliographie	31

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@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 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.

La Norme internationale ISO 4355 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 98, *Bases du calcul des constructions*, sous-comité SC 3, *Charges et sollicitations*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4355:1981), dont elle constitue une révision technique.

La première édition se basait sur l'état des connaissances jusqu'en 1977.

Les charges de neige spécifiées dans la première édition étaient principalement basées sur l'expérience et sur des normes nationales. En conséquence, les charges de neige spécifiées dans certains cas étaient assez élevées, par souci de sécurité. Dans la deuxième édition, des études postérieures ont également été prises en considération (comme des mesurages sur champ ou des analyses physiques, théoriques et statistiques) pour améliorer le degré de précision et élargir le domaine des spécifications normalisées relatives aux charges de neige.

Bien que la présente deuxième édition comporte des spécifications plus détaillées, il demeure nécessaire de faire appel au jugement des experts pour le calcul des charges de neige dans la pratique, car les données existantes sont encore très limitées pour de nombreux types de toitures.

Dans les normes nationales de calcul concernant les charges, des coefficients de charges sont généralement utilisés pour tenir compte de l'incertitude lors du calcul des valeurs de charges.

Les annexes A à F de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

L'intensité et la distribution de la charge de neige sur les toitures peuvent être représentées comme des fonctions du climat, de la topographie du terrain, de la forme du bâtiment, des matériaux recouvrant la toiture, des flux thermiques à travers la toiture, et du temps. On ne dispose que de données locales et limitées décrivant certaines de ces fonctions. En conséquence, il a été décidé de recourir dans la présente Norme internationale à la méthode semi-probabiliste.

La charge caractéristique de neige sur la surface d'une toiture, ou sur toute autre surface située au-dessus du sol et soumise à l'accumulation de la neige, est définie dans la présente Norme internationale comme le produit de la charge caractéristique de neige sur le sol s_0 , pour la région considérée, par le coefficient de forme μ , qui est défini comme une fonction de produit dans laquelle les différents paramètres physiques sont introduits comme coefficients nominaux.

Les coefficients de forme dépendent du climat (et en particulier de la durée de la saison de neige), du vent, de la topographie locale, de la disposition géométrique du bâtiment et des bâtiments voisins, des matériaux recouvrant la toiture, de l'isolation thermique du bâtiment, etc. En outre, la répartition de la neige peut varier sous l'action du vent; de la neige fondue peut s'écouler en certains endroits et regeler, et de la neige peut glisser ou être enlevée.

Le modèle de charges relatif à la charge de neige sur les toitures présenté dans la présente Norme internationale comporte un certain nombre de paramètres supplémentaires par rapport à la première édition (dans laquelle ces paramètres étaient discutés dans le texte), la décision étant laissée au concepteur. Néanmoins, pour l'essentiel, le modèle général de données n'a pas été modifié. L'effet de l'exposition peut être traité de façon plus élaborée avec le nouveau modèle de charges que précédemment. La notion de variation de pente de la toiture est introduite, afin d'améliorer la représentation physique et de permettre un traitement informatique du modèle de données.

Pour appliquer la présente Norme internationale, chaque pays doit établir des cartes et rassembler d'autres informations relatives à la distribution géographique de la neige sur son sol. Des méthodes de traitement statistique des données météorologiques sont décrites dans l'annexe A.

Bases du calcul des constructions — Détermination de la charge de neige sur les toitures

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes de détermination de la charge de neige sur les toitures.

Elle servira de base pour la mise au point de normes nationales de détermination de la charge de neige sur les toitures.

Il convient que, dans les normes nationales, les données statistiques relatives aux charges de neige au sol soient fournies sous forme de cartes des régions, de tables numériques ou de formules.

Les coefficients de forme indiqués dans la présente Norme internationale sont destinés à être appliqués dans les calculs, et peuvent donc être inclus directement dans des normes nationales, à moins que des valeurs plus justifiées ne soient proposées.

Pour étudier en particulier, l'incidence du vent sur la répartition des charges de neige sur des toitures de formes inhabituelles ou non traitées dans la présente Norme internationale ou dans les normes nationales, des modèles appropriés peuvent donner des résultats significatifs (par exemple des essais convenablement conduits dans une soufflerie spécialement équipée pour la reproduction des phénomènes d'accumulation).

Les annexes déterminant la charge caractéristique de neige sur le sol, le coefficient d'exposition, le coefficient thermique et les charges sur les dispositifs de retenue de la neige, sont données uniquement à titre d'information, étant donné le peu de documentation et de résultats scientifiques disponibles.

Dans certaines régions, des hivers exceptionnels, avec des conditions météorologiques inhabituelles, peuvent causer des conditions de charges sévères non prises en compte par la présente Norme internationale.

La présente Norme internationale ne traite pas des spécifications relatives aux méthodes normalisées et aux instruments de mesure.

2 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

2.1

charge caractéristique de neige sur le sol

s_0
charge qui, selon toute probabilité, ne sera pas supérieure pendant une période de référence de T_r années

NOTE 1 Elle est exprimée en kilonewtons par mètre carré (kN/m²).

NOTE 2 En météorologie, le terme « poids de la couche de neige sur le sol » est également employé.

2.2

charge de neige sur une toiture

s

produit de la charge caractéristique de neige sur le sol par le coefficient nominal approprié

NOTE 1 La valeur de s dépend également de l'exposition de la toiture et des caractéristiques thermiques du bâtiment.

NOTE 2 Elle se réfère à la projection horizontale de la surface de cette toiture.

NOTE 3 Elle est exprimée en kilonewtons par mètre carré (kN/m²).

2.3

coefficient de forme nominal

μ_i

coefficient de forme dépendant essentiellement de la géométrie de la toiture, en particulier de sa pente

NOTE Il est sans dimensions.

2.4

coefficient de réduction de pente

μ_b

coefficient qui définit la réduction de la charge de neige sur la toiture en fonction de la pente de la toiture, β , et du coefficient du matériau de surface

2.5

coefficient de charge de neige entraînée

μ_d

coefficient qui, multiplié par μ_b , définit la quantité et la distribution de la charge supplémentaire de neige sur le côté ou la partie d'une toiture sous le vent, en fonction de l'exposition de la toiture et de sa configuration géométrique

2.6

coefficient de charge de glissement

ISO 4355:1998

μ_s

coefficient qui définit la quantité et la distribution de la charge de glissement sur la partie basse d'une toiture ou sur une toiture inférieure

2.7

coefficient de réduction d'exposition

C_e

coefficient qui définit la charge distribuée s'exerçant sur la toiture plane horizontale d'un bâtiment froid comme étant une fraction de la charge caractéristique de neige sur le sol

NOTE 1 Le coefficient d'exposition tient compte du fait que la neige peut être enlevée des toitures plates par le vent, selon les conditions de température et de vent de la région.

NOTE 2 Il est sans dimensions.

2.8

coefficient de réduction thermique

C_t

coefficient qui définit la réduction de la charge de neige sur la toiture comme une fonction du flux thermique s'exerçant à travers la toiture et faisant fondre la neige

NOTE Il est sans dimensions.

2.9

coefficient du matériau de surface

C_m

coefficient qui définit une réduction de la charge de neige sur une toiture faite de matériaux de surface ayant une faible rugosité de surface

3 Charge de neige sur les toitures

3.1 Fonction générale décrivant l'intensité et la distribution de la charge de neige sur les toitures

Formellement, la charge de neige sur les toitures peut être définie comme une fonction, F , comportant plusieurs paramètres:

$$s = F(s_0, C_e, C_t, C_m, \mu_b, \mu_d, \mu_s) \quad \dots (1)$$

où les symboles sont comme défini dans l'article 2.

La représentation sous forme de fonction et la dépendance relative des différents paramètres de la fonction F de l'équation (1) n'étant pas exploitables actuellement, la charge de neige sur les toitures doit être déterminée au moyen d'approximations de la fonction F de l'équation (1).

C_e , C_t et C_m sont supposés constants pour une toiture ou une surface de toiture donnée, tandis que μ_b , μ_d et μ_s varient généralement selon les endroits de la toiture.

3.2 Modèles de charges approximatifs pour la détermination de la charge de neige sur les toitures

Supposant que la charge de neige sur la toiture sera proportionnelle à la charge caractéristique de neige sur le sol, on utilise le modèle de données suivant:

$$s = s_0 \mu (C_e, C_t, C_m, \mu_b, \mu_d, \mu_s) = s_0 \mu \quad \dots (2)$$

NOTE Pour des valeurs de C_t différentes de 1, C_t est défini comme étant également une fonction de s_0 , en raison du manque d'informations disponibles concernant l'intensité des chutes de neige de courte durée. De plus, dans les cas où les coefficients μ_d et μ_s dépendent de la quantité de neige sur une toiture supérieure, ces coefficients sont définis comme étant des fonctions de s_0 . C'est également le cas lorsque des valeurs géométriques interviennent dans l'application.

La fonction μ de l'équation (2) dépend d'un certain nombre de paramètres, et nécessite des spécifications et illustrations développées relatives aux différentes sortes de configurations, expositions, températures, matériaux, etc., de la toiture.

La présente Norme internationale définit la charge de neige sur la toiture comme étant la somme d'une charge distribuée, s_b , d'une part de charge de neige entraînée, s_d , et d'une part de charge due au glissement, s_s . Ainsi, dans les conditions les plus défavorables (toiture inférieure, sous le vent), on aura:

$$s = s_b + s_d + s_s \quad \dots (3)$$

Les effets des différents paramètres sont simplifiés par l'introduction de fonctions de produits. Ainsi,

$$s_b = s_0 C_e C_t \mu_b \quad \dots (4)$$

$$s_d = s_0 C_e C_t \mu_b \mu_d \quad \dots (5)$$

$$s_s = s_0 C_e C_t \mu_s \quad \dots (6)$$

La charge distribuée, s_b , est uniformément distribuée dans tous les cas, à l'exception des toitures en voûtes, où la distribution varie avec la pente β (voir 5.4.5.5).

La charge distribuée définit la charge sur une toiture horizontale et la charge du côté au vent d'une toiture en pente. La direction du vent n'étant pas constante, la charge pondérée est considérée comme une charge symétrique sur une toiture symétrique; on définit ainsi également la plus grande partie de la charge totale du côté sous le vent.

La charge de neige entraînée est la charge supplémentaire de neige qui peut s'accumuler du côté sous le vent.

La charge due au glissement est la charge qui peut glisser du haut vers le bas d'une toiture, ou d'une toiture supérieure vers une toiture inférieure.

3.3 Charge partielle de neige due à la fonte, au glissement sur les pentes des toitures, à la redistribution et à l'enlèvement de la neige

Il convient de toujours prendre en considération le cas de déséquilibres importants de la charge de neige dûs à l'enlèvement de la neige, à sa redistribution, son glissement sur les pentes de la toiture, sa fonte, etc. (il peut y avoir, par exemple, une charge de neige nulle sur certaines parties de la toiture).

Ces considérations sont importantes pour les structures sensibles à la distribution de la charge (comme les toitures en voûtes, les dômes ou autres toitures curvilignes).

4 Charge caractéristique de neige sur le sol

La charge caractéristique de neige sur le sol, s_0 , est déterminée par l'analyse statistique des données sur la neige.

Il convient que les mesurages de la charge de neige sur le sol soient effectués dans des zones bien protégées du vent.

Les méthodes de détermination de la charge caractéristique de neige sur le sol, s_0 , sont indiquées dans l'annexe A.

Pour l'application pratique, la charge caractéristique de neige sur le sol doit être définie sous la forme d'une fonction type en escalier qui fournit les données nécessaires pour préparer les cartes des régions géographiques indiquées dans l'annexe A.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5 Coefficients de charge de neige

5.1 Coefficient d'exposition

ISO 4355:1998

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02220951-86e3-4df8-b034-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02220951-86e3-4df8-b034-0b0c656b1e6d/iso-4355-1998)

Le coefficient d'exposition, C_e (voir 2.7), dépend de la topographie, de l'intensité des vents l'hiver et de la température.

L'annexe B indique les méthodes de détermination de C_e .

Dans les régions pour lesquelles on ne dispose pas de données climatologiques hivernales suffisantes, il est recommandé de poser $C_e = 0,8$. Toutefois, il convient que le concepteur évalue toujours si, durant la saison des chutes de neige, des conditions de temps calme (par exemple $C_e = 1,0$) sont susceptibles d'entraîner des conditions plus défavorables pour la structure.

5.2 Coefficient thermique

Le coefficient thermique, C_t (voir 2.8), est introduit pour tenir compte de la réduction de la charge de neige sur les toitures présentant un facteur de transmission thermique élevé, en particulier les toitures en verre, en raison de la fonte causée par les déperditions de chaleur à travers la toiture. Dans ces cas-là, C_t peut prendre des valeurs inférieures à 1. Dans tous les autres cas, $C_t = 1,0$ s'applique.

C_t est déterminé à partir du facteur de transmission thermique de la toiture, U , de la température la plus basse, θ , prévisible dans l'espace situé sous la toiture, et de la charge de neige sur le sol, s_0 .

NOTE L'intensité des chutes de neige pendant de courtes périodes, environ 1 à 5 jours, constitue souvent un paramètre plus valable que s_0 pour les toitures présentant des déperditions de chaleur importantes, car la fonte est trop rapide pour que la neige s'accumule tout au long de l'hiver. Mais, comme on ne dispose que de s_0 , on l'utilise avec les modifications indiquées en annexe D.

L'annexe D indique les méthodes de détermination de C_t pour les toitures à facteur de transmission thermique élevé.

5.3 Coefficient de matériau de surface

La quantité de neige qui glisse de la toiture dépendra, dans une certaine mesure, du matériau de surface composant la toiture; voir 5.4.2.

Le coefficient du matériau de surface, C_m (voir 2.9), est défini de façon qu'il varie entre 1 et 1,33; il prend les valeurs fixes suivantes:

- $C_m = 1,333$ pour les surfaces glissantes et dégagées, pour lesquelles le coefficient thermique $C_t < 0,9^1$ (par exemple les toitures en verre;
- $C_m = 1,2$ pour les surfaces glissantes et dégagées, pour lesquelles le coefficient thermique $C_t > 0,9^1$ (par exemple les toitures en verre recouvrant des espaces partiellement climatisés, les toitures métalliques, etc.);
- $C_m = 1,0$ correspond à toutes les autres surfaces.

5.4 Coefficients de forme

5.4.1 Principes généraux

Les coefficients de forme définissent la distribution de la charge de neige sur une coupe transversale d'un bâtiment, et dépendent essentiellement des caractéristiques géométriques de la toiture.

Pour les bâtiments de forme rectangulaire, vue en plan, la distribution de la charge de neige dans la direction parallèle aux gouttières est supposée être uniforme et correspondre à une direction du vent supposée perpendiculaire aux gouttières.

Les coefficients de forme présentés pour des types déterminés de toitures sont illustrés pour une direction de vent précise. Comme la direction du vent dominant peut ne pas correspondre à la direction du vent pendant les chutes de neige importantes, il convient que toutes les toitures soient prévues pour recevoir des chutes de neige quelle que soit la direction du vent.

Pour les toitures à un versant et les toitures en shed dont un versant est vertical, une part de charge de neige entraînée est supposée correspondre à la moitié de la charge supplémentaire sur une toiture à deux versants plans.

NOTE La subdivision des coefficients de forme en coefficients de charge distribuée, de charge de neige entraînée et de charge due au glissement peut ne pas sembler physiquement logique dans tous les cas (par exemple dans le cas des toitures multiples à deux versants plans). Néanmoins, ce système a été appliqué à toutes les formes de toitures, car cette subdivision prend en compte les conditions de charge les plus défavorables.

1) $C_m = 1,2$ pourrait également s'appliquer pour $C_t < 0,9$ si cela est supposé plus raisonnable.

Les figures 1 à 4 sont données pour illustrer la variation de la fonction.

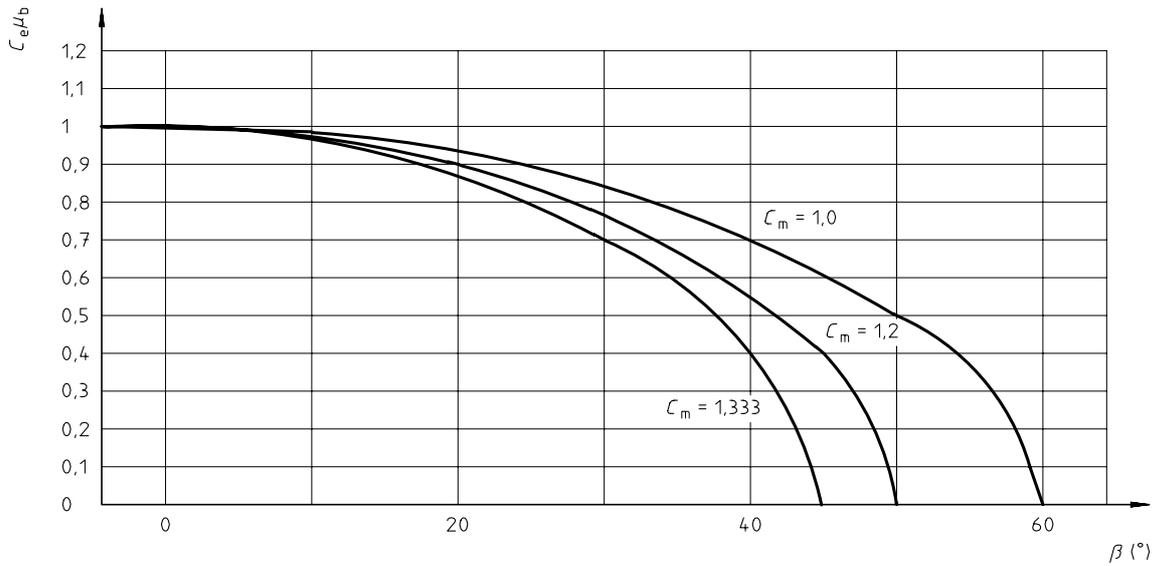


Figure 1 — Valeurs de $C_e \mu_b$ pour des valeurs définies de C_m avec $C_e = 1,0$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

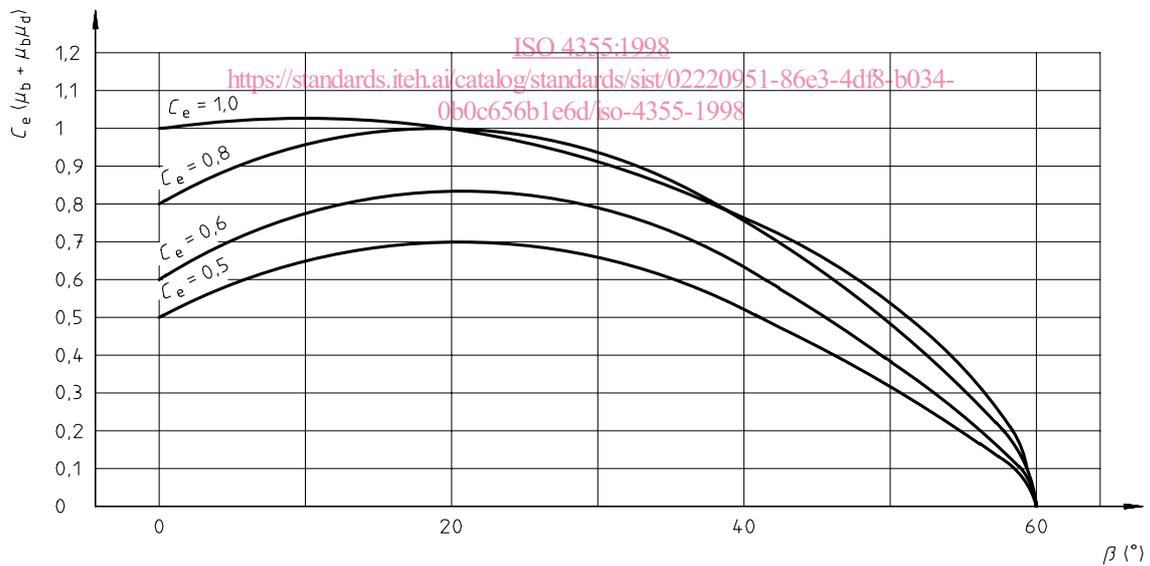


Figure 2 — Valeurs de $C_e (\mu_b + \mu_b \mu_d)$ pour des valeurs définies de C_e avec $C_m = 1,0$

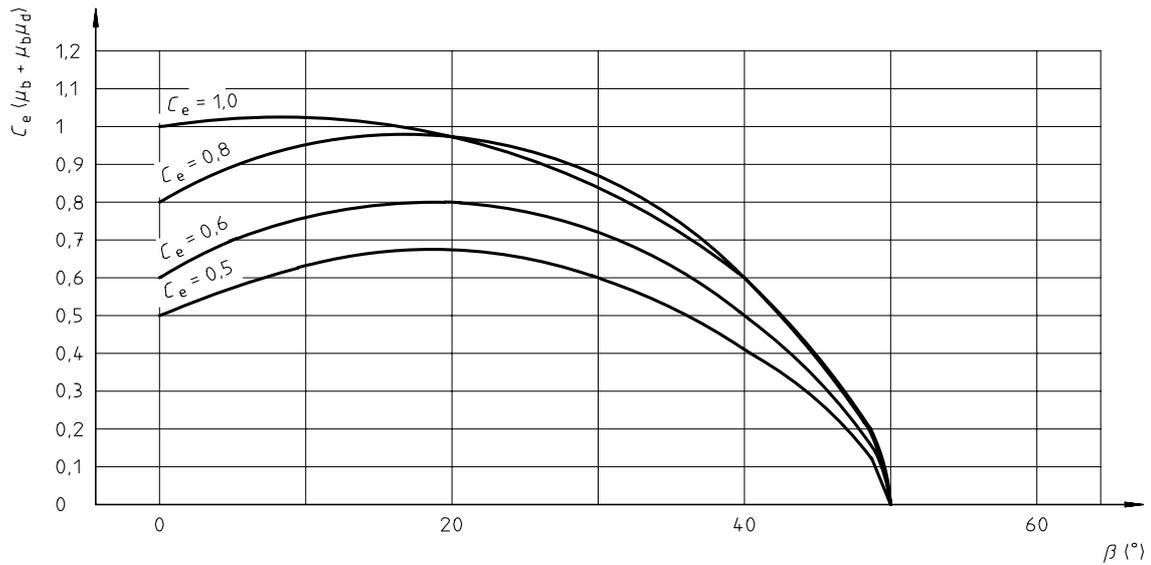


Figure 3 — Valeurs de $C_e(\mu_b + \mu_b \mu_d)$ pour des valeurs définies de C_e avec $C_m = 1,2$

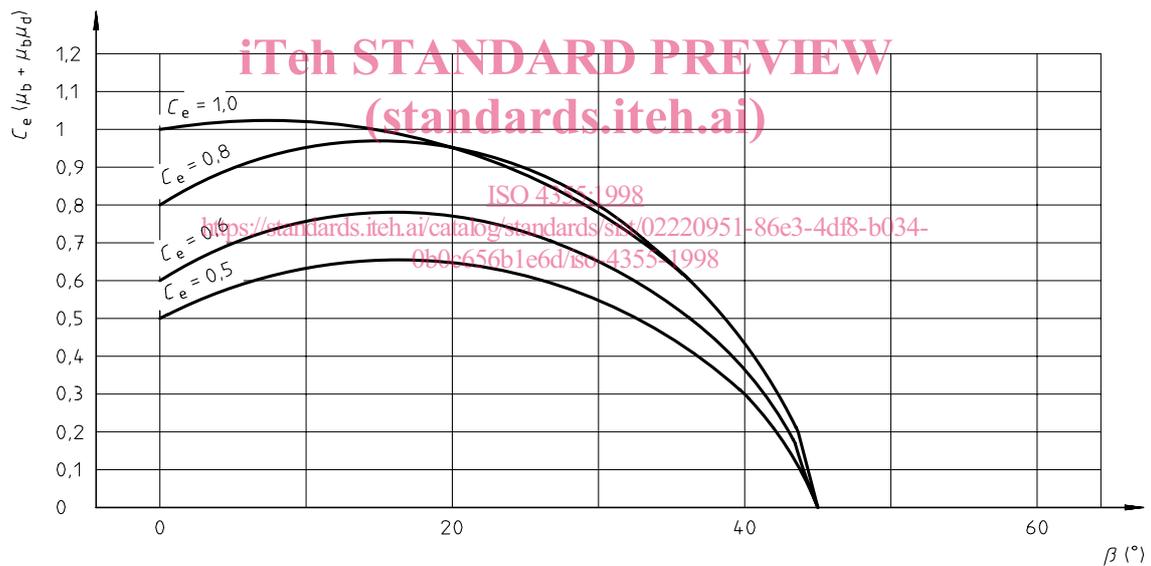


Figure 4 — Valeurs de $C_e(\mu_b + \mu_b \mu_d)$ pour des valeurs définies de C_e avec $C_m = 1,333$

5.4.2 Coefficient de réduction de pente

La réduction de la charge de neige sur la toiture due à la pente du toit, β , et au coefficient du matériau de surface, C_m , est définie par le coefficient de forme, μ_b (voir 2.4), donné par la fonction:

$$\mu_b = \sqrt{\cos(C_m 1,5 \beta)} \quad (\text{pour } C_m 1,5 \beta < 90^\circ) \quad \dots (7)$$

$$\mu_b = 0 \quad (\text{pour } C_m 1,5 \beta \geq 90^\circ)$$

Pour les toitures comportant des barres à neige ou des dispositifs empêchant la neige de glisser du toit, $\mu_b = 1,0$. Pour les toitures multiples à deux versants plans, et les toitures en shed, le glissement de la neige peut provoquer une redistribution de la charge de neige.

5.4.3 Coefficient de charge de neige entraînée

L'influence de la forme géométrique sur la charge de neige entraînée du côté sous le vent d'une toiture à deux versants plans est définie par le coefficient de forme $\mu_b \mu_d$, qui, pour une toiture présentant une pente de β , est défini par la fonction:

$$\mu_b \mu_d = \mu_b (2,2 C_e - 2,1 C_e^2) \sin(3\beta) \text{ (pour } 0^\circ \leq \beta \leq 60^\circ) \quad \dots (8)$$

$$\mu_b \mu_d = 0 \text{ (pour } \beta > 60^\circ)$$

L'équation (8) inclut les effets de la déperdition de neige chassée du toit par le vent et est calibrée pour donner les charges totales correspondant aux charges mesurées sur les toitures ordinaires à deux versants plans.

NOTE La forme du coefficient de charge de neige entraînée permet de toujours prendre en compte une certaine part de charge de neige entraînée, même dans des régions au climat très calme; $C_e = 1,0$.

5.4.4 Coefficient de charge due au glissement

La charge due au glissement de la neige du haut vers le bas d'une toiture, ou vers une toiture inférieure dans le cas de toitures à plusieurs niveaux, dépendra de la quantité de neige susceptible de glisser, et de la configuration géométrique de la toiture.

La distribution de la charge due au glissement et la répartition de la charge dépendront non seulement de la forme géométrique de la toiture mais également des propriétés de la neige et du frottement sur le toit supérieur duquel la neige glisse.

L'importance et la distribution de la charge due au glissement sont intégrées dans le coefficient de forme μ_s .

Le paragraphe 5.4.5.6 présente un modèle approximatif de charge due au glissement, dans lequel on suppose que la distribution de la charge de glissement est linéaire, que 50 % de la charge maximale sur la toiture supérieure va glisser vers le bas, que le coefficient de frottement de la toiture supérieure est nul, et que la neige va glisser du haut de la toiture supérieure.

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02220951-86e3-4df8-b034-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02220951-86e3-4df8-b034-0b0c656b1e6d/iso-4355-1998)

Il convient de considérer la charge d'impact exercée sur les toitures à plusieurs niveaux en raison de la charge due au glissement.