NRC·CNRC

NRC Publications Archive
Archives des publications du CNRC

Évaluation des surcharges de neige sur les toits

Schriever, W. R.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:
https://doi.org/10.4224/40001091
Digeste de la construction au Canada, 1978-07

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :
https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=c862a5c6-8c42-499d-8382-1f6682d82031
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=c862a5c6-8c42-499d-8382-1f6682d82031

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at
https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright
READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits
LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada

Canada

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 193F

Évaluation des surcharges de neige sur les toits

Publié à l'origine en juillet 1978.

W. R. Schriever

Veuillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

La neige peut influer sur les bâtiments, et en particulier sur les toits, de plusieurs façons. Une forte accumulation de neige peut causer l'effondrement des toits, la formation de barrières de glace peut entraîner des fuites d'eau sous les bardeaux et sur les solins, des glissements de neige sur les toits en pente et les lanterneaux peuvent créer un risque pour les piétons, des amoncellements autour des bâtiments peuvent entraver la circulation des piétons et des véhicules, et de l'eau peut pénétrer à l'intérieur des bâtiments par suite de l'infiltration de neige soufflée par le vent.

Bien que tous les problèmes relatifs à la neige méritent d'être examinés, le présent bulletin ne traitera que des surcharges de neige sur les toits, l'un des aspects les plus importants du point de vue de l'économie et de la sécurité. Le présent bulletin constitue une version mise à jour du **CBD 37F** et est destiné à servir de base pour l'évaluation des surcharges de neige sur les toits à partir des données fournies dans le Code national du bâtiment du Canada et ses suppléments.[1-3]

Facteurs relatifs aux surcharges sur les toits

Les surcharges de neige sur les toits sont fonction des variations climatiques tels la quantité et le type de neige, le vent, la température de l'air, le rayonnement solaire, et aussi des facteurs relatifs aux toits tels la forme, les propriétés thermiques, l'exposition et le milieu environnant. Il est important de déterminer l'influence de ces facteurs sur les surcharges de neige, non seulement pour établir les surcharges de neige de calcul, mais aussi pour pouvoir évaluer la fiabilité des charges de neige calculées pour un type de toit particulier à un emplacement précis.

Variations climatiques

Les grandes variations climatiques qui existent au Canada entraînent une grande variété de types de neige et d'accumulations. Les régions côtières de l'Atlantique et du Pacifique ainsi que d'autres régions tempérées fréquemment sujettes à des dégels au cours de l'hiver sont caractérisées par un enneigement de courte durée souvent imputable à une ou deux tempêtes. Les régions montagneuses (l'Ouest du Canada) subissent les plus forts enneigements, la couche de neige persiste tout l'hiver et augmente considérablement suivant l'altitude. Dans les régions du Nord et dans certaines régions des Prairies, les hivers sont très rigoureux et l'enneigement annuel est faible; par contre les vents forts causent beaucoup de rafales. La région centrale qui comprend plusieurs régions de l'Ontario et du Québec, est caractérisée par des vents et enneigements variables et des températures assez basses à certains endroits pour permettre une accumulation de neige pendant de longues périodes. Il se produit dans ces régions des enneigements uniformes considérables ainsi que d'importantes accumulations de neige soufflée par le vent.

L'enneigement et d'autres conditions climatiques peuvent varier à l'intérieur de chaque région; il est donc difficile de déterminer les charges de neige sur une base régionale. De plus, il existe de grandes variations dans les propriétés de la neige en chute, allant de la neige sèche et granulaire à la neige mouillée et collante mélangée à la fois avec de la pluie et de la neige fondante.

Neige soufflée par le vent

Le vent est probablement le facteur le plus important qui influence les surcharges de neige sur les toits. La neige sur les toits est particulièrement susceptible d'être balayée par le vent parce qu'elle est exposée au vent et que la vitesse du vent est plus élevée au niveau du toit qu'au sol. Plus la vitesse du vent augmente durant une tempête, plus la neige est transportée horizontalement loin des toits exposés vers des parties du toit où la vitesse du vent sera ralentie suffisamment pour que la neige tombe et s'y amoncelle. Lorsque la vitesse du vent dépasse 20 km/h (12.5 m/h), le vent entraîne aussi des particules de neige déjà accumulée sur le toit. Il y a donc déplacement de la neige dans certaines parties du toit et une accumulation dans d'autres, par exemple dans le cas des niveaux inférieurs des toits à plusieurs niveaux (figures 1 et 2), les noues de toit, ainsi que le côté au vent des toits à versants et en voûte. Une partie de la neige sur le toit est soufflée par le vent et tombe au sol, mais il arrive quelquefois qu'une croûte dure se forme sur la neige suite à une averse de pluie verglaçante ou au gel et au dégel, ce qui empêche la neige d'être balayée par le vent.

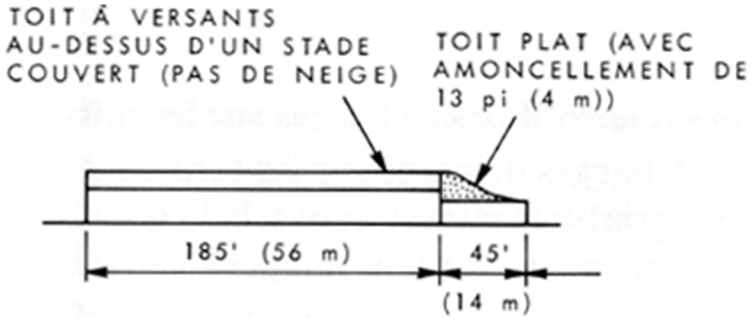

Figure 1. Exemple de surcharge de neige balayée par le vent à Ottawa. Charge au sol tirée de CNB, 60 lb/pi² (2.9 kN.m²). La charge maximale de neige balayée par le vent observée était de 240 lb/pi² (11.5 kN/m²) en 1975 et 125 lb/pi² (6.0 kN/m²) en 1976.

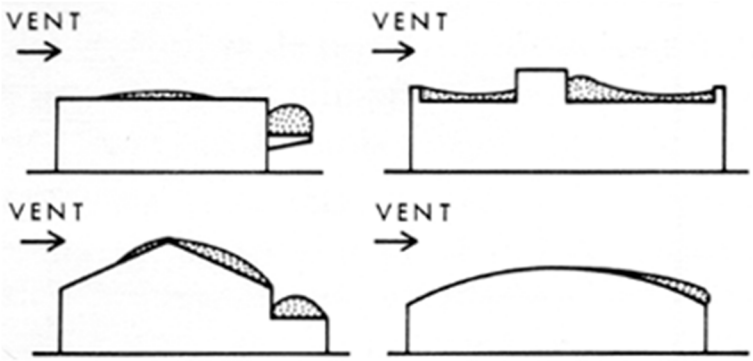

Figure 2. Accumulations types de neige sur des toits de formes courantes.

Même si dans la plupart des régions, le vent souffle dans des directions prédominantes, il faut toujours supposer que le vent et la neige peuvent provenir de n'importe quelle direction, car il serait trop peu exact de limiter les directions susceptibles d'entraîner des amoncellements. Les bâtiments et les arbres environnants peuvent aussi être modifiés au cours de la durée d'utilisation d'une structure, influant ainsi sur les types d'amoncellements. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser des hypothèses assez modérées quant à la direction du vent et à l'amoncellement éventuel de la neige.

Il est possible, bien que ce soit assez difficile, de prédire jusqu'à un certain point la forme des amoncellements de neige sur les toits. Pour des bâtiments de forme relativement simple, l'évaluation peut être effectuée à partir du Commentaire H du Supplément n° 4 du Code national du bâtiment,[3] tout en se basant sur les conditions aérodynamiques et l'expérience. Si le bâtiment a une forme plus complexe et si les conditions du terrain sont inhabituelles, on recommande d'effectuer des études expérimentales, par exemple des essais en soufflerie ou dans un courant d'eau, afin de mieux déterminer la répartition probable des amoncellenents de neige dus au vent.

Autres facteurs relatifs aux surcharges de neige sur les toits

Plusieurs facteurs autres que le vent peuvent modifier la quantité et la distribution de la neige qui s'accumule sur les toits. Dans les régions où l'hiver est doux ou vers la fin de l'hiver dans les régions plus froides, le rayonnement solaire peut réduire les surcharges en faisant fondre la neige, particulièrement si une partie du toit n'est pas couverte de neige et si la surface est d'une couleur foncée. Il ne faut pas, cependant, se fonder sur une réduction de la surcharge résultant du rayonnement solaire lorsqu'on détermine la surcharge de calcul puisque durant les mois les plus froids de l'hiver, son effet peut être minime.

Les pertes de chaleur par le toit peuvent aussi contribuer de façon importante à la réduction de la surcharge, surtout lorsque la charge maximale est établie à partir d'une couche de neige accumulée durant une période de temps assez longue. Il est probable que souvent les toits de vieux bâtiments aient échappé à l'effondrement grâce à la réduction de la surchage due à la fonte de la neige (la neige fondue glisse le long de la pente du toit). Mais, comme dans le cas du rayonnement solaire, il ne faut pas tenir compte d'une telle réduction éventuelle lorsqu'on détermine la charge de calcul (sauf dans le cas de serres), surtout avec la tendance actuelle à réaliser des toits mieux isolés et mieux ventilés.

En général, la surchage de neige diminue avec la pente du toit; plus la pente est grande, plus il est probable que la neige glisse ou soit balayée par le vent. Le point auquel le frottement est surmonté et où il y a glissement varie selon le matériau de surface du toit. Les surfaces lisses, tels les tôles métalliques et le verre, ont des coefficients de frottement inférieurs à ceux des bardeaux d'asphalte ou de bois. De plus, les pertes de chaleur par le toit peuvent faire fondre la neige sur la surface du toit et en réduisant le frottement, provoquer le glissement. Le Code national du bâtiment propose une réduction linéaire à partir de la surchage de base sur les toits, avec une surcharge totale sur une pente de 30° réduite à zéro sur une pente de 70°. Bien que les toits à versants soient avantagés par des surcharges de neige réduites, la neige qui

glisse de ces toits peut augmenter de beaucoup la surcharge sur un toit inférieur. Il faut aussi tenir compte des risques que présente la neige glissante pour les piétons circulant sur les trottoirs et les entrées.

Il peut y avoir une nouvelle répartition de la surcharge si la neige fond et regèle. Même lorsque la température de l'air est inférieure au point de congélation, la fonte de la neige causée par les pertes de chaleur par le toit ou la chaleur provenant de ventilateurs d'extraction, etc., peut entraîner des surcharges supplémentaires aux endroits où l'eau de la fonte regèle. Sur des toits plats, par exemple, l'eau de la fonte peut s'accumuler aux endroits où la flèche est la plus prononcée, tel le point central de la portée des poutres du toit. Sur les toits à versants, l'eau de fonte regèle souvent le long des débords de toits causant ainsi la formation de barrières de glace ou de glaçons.

Pour les aires de stationnement sur les toits, il faut tenir compte des accumulations supplémentaires de neige résultant du déblaiement de la neige.

Évaluation des surcharges de neige de calcul des toits

Charges de neige au sol

L'évaluation des surcharges de neige sur les toits est effectuée à partir des charges au sol. Les charges au sol contenues dans le Code national du bâtiment sont basées sur les épaisseurs de neige mesurées à plus de 200 stations météorologiques au cours de plusieurs années. Les charges de neige au sol ont été calculées en utilisant une masse volumique de neige d'environ 0.2 gm/cm³ (12 lb/pi³), puis en ajoutant un certain poids pour tenir compte de l'eau de pluie absorbée par la neige. L'épaisseur utilisée représente celle susceptible d'être égalée ou dépassée en moyenne une fois en 30 ans. La probabilité d'être dépassée, pour une année quelconque, est de 1 sur 30.[4] Le Supplément n° 1 du Code national du bâtiment contient une liste des charges de neige au sol pour les localités canadiennes désignées.[2]

Surcharges de neige sur les toits

Les surcharges sur les toits sont égales aux charges de neige au sol uniquement si le toit est complètement protégé du vent et s'il n'y a aucune fonte de neige. Par temps calme, les chutes de neige couvriront le sol et le toit d'une même couche uniforme qui s'accumulera avec chaque chute successive, pourvu que la température de l'air et celle de la surface du toit soient inférieures à 0°C. Dans ce cas, l'évaluation de la surcharge sur le toit est relativement simple puisqu'elle est fondamentalement la même que la charge au sol. Toutefois, de telles conditions sont rares. On ne les rencontre que dans des vallées protégées par des montagnes ou à d'autres endroits très abrités, par exemple une maison en forêt et, à l'occasion, à des endroits où les chutes de neige ne sont pas accompagnées de vent.

Les études relatives aux surcharges de neige sur les toits effectuées par la Division des recherches sur le bâtiment indiquent que dans des conditions plus normales, les surcharges de neige moyennes sur les toits sont inférieures aux charges de neige au sol. Le Code national du bâtiment recommande un coefficient de base des surcharges de 0.8 et de 0.6 pour les toits qui sont complètement exposés au vent, pourvu que le concepteur puisse démontrer, à la satisfaction de l'autorité compétente, que le toit restera exposé.

Sauf dans le cas de bâtiments très simples et de maisons (non visées par les exigences relatives aux surcharges de neige balayée par le vent, etc., s'ils relèvent de la partie 9 du Code national du bâtiment), il faut prendre en compte trois cas de surcharges de neige lors de la conception:

Cas I. Une surcharge de neige de base répartie de façon uniforme selon les conditions d'exposition;

Cas II. Les surcharges des amoncellements et d'autres charges modifiées de deux à trois fois supérieures à la charge au sol à certains endroits exposés au vent, en supposant que le vent souffle de toute direction, en plus de la charge de neige de base en d'autres endroits;

Cas Une répartition quelque peu inégale de la charge mentionnée au Cas 1 (représentée dans le

III. Code national du bâtiment par une surcharge normale sur une partie quelconque du toit et une demi-surcharge sur le reste du toit).

Certaines des modifications apportées au Cas II relativement aux coefficients de base des surcharges de neige ont été recommandées au Commentaire H[3] pour tenir compte des effets du vent, de la pente des versants, etc. Faute d'espace, seulement quelques points peuvent être examinés dans le présent article.

Sur les toits à deux versants, par exemple, le versant au vent est quelquefois entièrement libre de neige tandis que sur le versant sous le vent, la surcharge est augmentée par la neige poussée par le vent par-dessus le faîte. Il est donc recommandé pour les toits à deux ou quatre versants de prévoir, en plus d'une surcharge uniforme sur la surface entière du toit, une surcharge zéro d'un côté et l'équivalent de la surcharge totale au sol de l'autre côté. Des considérations semblables s'appliquent aux toits en voûte, sauf que la répartition de la neige sur le côté sous le vent est plus complexe.

La neige peut s'accumuler dans les noues des toits de deux façons: la neige peut être transportée par le vent en provenance d'un autre côté et peut s'amonceler dans les noues, et la neige peut glisser lentement le long d'un versant jusque dans la noue puis s'y accumuler.

Dans les toits à plusieurs niveaux, courants dans les bâtiments industriels et commerciaux, on retrouve souvent des amoncellements de neige de forme triangulaire sur les niveaux inférieurs. Ces amoncellements peuvent devenir très épais, surtout si la surface du niveau supérieur est grande et si la neige est poussée par le vent au-dessus du côté sous le vent. Dans le Code national du bâtiment, des charges dues aux amoncellements triangulaires atteignent jusqu'à trois fois la charge au sol prévue (C_s = 3, voir la figure 3). Ce rapport peut sembler très élevé ai premier abord (par ex. 180 lb/pi² (8.6 kN/m² à des endroits où la charge au sol est de & lb/pi² (2,9 kN/m²), comme à Ottawa); toutefois, on a mesuré des charges maximales d'amoncellement supérieures à cette valeur (24C lb/pi² (11.5 kN/m²) pour le bâtiment illustré à la figure 1). Il sera peut-être possible un jour de considérer la charge maximale de neige balayée par le vent en tant que fonction de la dimension et de l'orientation du niveau supérieur, mais il est évident que ceci nécessite beaucoup de discernement ainsi que la tenue éventuelle d'essais en soufflerie ou dans un courant d'eau.

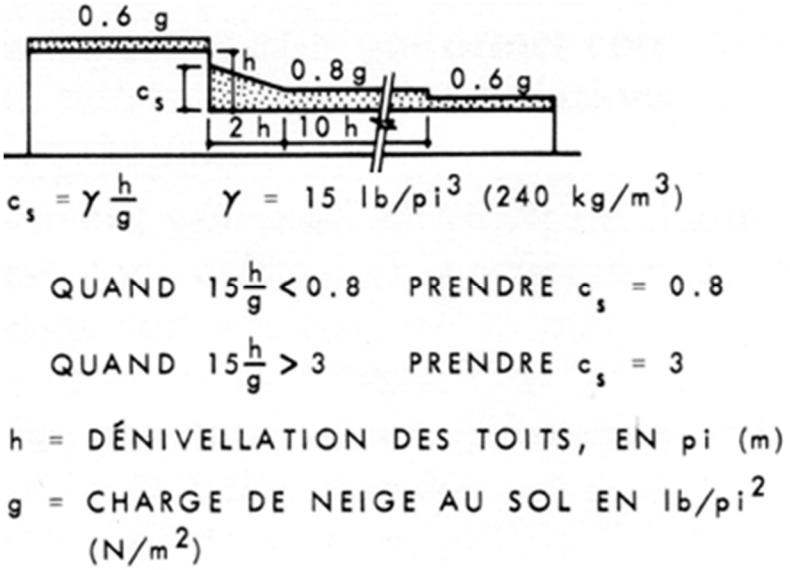

Figure 3. Diagramme de la surcharge de neige balayée par le vent pour toits à plusieurs niveaux (pour plus de détails, voir le commentaire H du supplément no 4 du CNB).

Dans les toits à versants à plusieurs niveaux, le glissement de la neige à partir d'un niveau supérieur peut ajouter une charge considérable à l'amoncellement triangulaire de neige sur le

niveau inférieur. Dans le Commentaire H, on recommande d'utiliser la moitié de la surcharge totale de calcul du niveau supérieur du toit.[3]

La neige peut aussi s'amonceler derrière des obstacles sur le toit telles des constructions hors-toit ou des installations de conditionnement d'air, mais comme les accumulations ne sont pas aussi grandes que celles sur les vrais toits à plusieurs niveaux, des valeurs Cs réduites (jusqu'à $C_s = 2$) sont recommandées.

Conclusion

L'évaluation des surcharges de neige sur les toits exige souvent une étude approfondie et beaucoup de discernement, à cause de tous les facteurs qui y sont étroitement liés. Le Code national du bâtiment et le Commentaire H du Supplément n° 4 contiennent des renseignements sur les pentes de toits courantes, mais il serait peut-être avantageux d'obtenir des renseignements supplémentaires, d'effectuer des essais en soufflerie ou dans un courant d'eau sous la direction de spécialistes qualifiés et d'avoir recours à l'expérience déjà acquise dans la région où seront exécutés les travaux pour mieux évaluer les surcharges de neige prévues pour un bâtiment donné.

Références

1. Code national du bâtiment du Canada, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé du Code national du bâtiment, CNRC 13982, 1975.
2. Données climatiques pour le calcul des bâtiments au Canada. Supplément n° 1 du Code national du bâtiment du Canada, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé du Code national du bâtiment, CNRC 13986, 1975.
3. Commentaire H, «;Surcharges dues à la neige», du Supplément no 4 du Code national du bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, Comité associé du Code national du bâtiment, CNRC 13989, 1975.
4. Boyd, D.W. Maximum Snow Depth and Snow Loads on Roofs - Canada. Proceedings, 29th Annual Meeting, Western Snow Conference, Spokane, Washington, April, 1961, (NRC 6312).