



**PROTECTION CONTRE
LES DANGERS NATURELS**

Les deux «recommandations de protection des objets» contre les dangers naturels météorologiques et gravitationnels ont été revues en 2015/2016 pour refléter l'état actuel de la technique.

Elles sont consultables sur la plateforme protection-dangers-naturels. Vous pouvez télécharger les recommandations souhaitées et les informations générales en utilisant la fonction d'impression. Le présent PDF correspond à la recommandation de 2007.

www.protection-dangers-naturels.ch



1

2

3

4

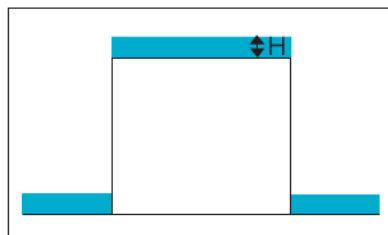
5

6

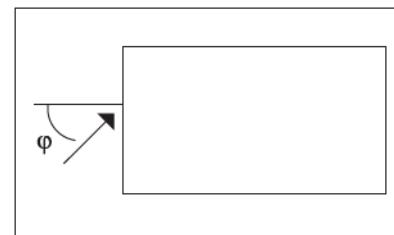
7

1 Notations

I [mm/h]: Intensité de la précipitation
 T_N [h]: Durée de la précipitation
 s_k [kN/m²]: Charge de neige caractéristique sur un terrain horizontal (selon SIA 261)
 q_k [kN/m²]: Charge de neige caractéristique sur les toits (selon SIA 261)
 $q_{k,r}$ [kN/m]: Charge linéaire pour les éléments en porte-à-faux (saillies de corniche selon SIA 261)
 H [m]: Épaisseur totale de la neige



h [m]: Épaisseur de neige par événement
 q_s [kN/m³]: Masse volumique de la neige
 VEN [mm]: Valeur en eau de la neige
 ϕ [°]: Direction du vent dans le plan horizontal
 T_v [h]: Délai de préalerte (intervalle entre la prise de conscience du danger et son occurrence)



2

3

Caractérisation

4

L'intensité de la chute de neige détermine l'augmentation d'épaisseur de la neige sur le toit. Plus cette intensité est élevée, moins il reste de temps avant de devoir déblayer éventuellement la neige du toit.

La **durée de la chute de neige** détermine l'augmentation totale d'épaisseur de la neige par événement.

La **masse volumique de la neige** varie à l'intérieur du manteau neigeux. Augmentant généralement avec l'ancienneté de la neige, elle dépend de l'endroit considéré.

La **valeur en eau de la neige** correspond à la quantité d'eau contenue dans l'ensemble du manteau neigeux, qui résulte de l'accumulation des différentes chutes de neige tombées durant un hiver. La valeur en eau de la neige, exprimée en [mm], correspond à la hauteur d'eau fictive qui résulterait de la fonte de l'ensemble du manteau neigeux. Elle doit être déterminée spécifiquement pour les toits régulièrement déblayés.

Les **conditions de vent** déterminent l'homogénéité des dépôts de neige. La norme SIA 261 prévoit aussi, dans le modèle de charge 2, le cas de l'amoncellement irrégulier dû au transport par le vent. Lorsque les conditions de vent sont exceptionnelles, il faut procéder à une étude spécifique aux objets concernés.

Le nombre et la durée des **périodes d'alternance gel/dégel** concourent à déterminer l'épaisseur totale du manteau neigeux, ainsi que le degré de gel et d'humidité de la neige se trouvant sur les toits. Il faut veiller particulièrement à ce que l'eau des toitures puisse être évacuée sans entrave en période de dégel. La fonte de la neige peut se trouver accélérée lorsque la transmission de chaleur à la surface du toit est importante.

Le **délai de préalerte** revêt une grande importance lorsque la charge de neige effective approche de la charge retenue pour le dimensionnement et que de nouvelles chutes de neige sont attendues.

5

6

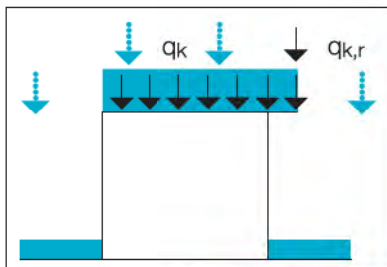
7

Paramètres d'intensité pour le dimensionnement

Pour procéder au dimensionnement, il faut disposer de données concernant la **charge de neige** et l'**exposition locale au vent**. La charge de neige peut être tirée de la norme SIA 261. L'exposition locale au vent

sera déterminée le cas échéant par un spécialiste. Lorsque le potentiel de dommages est élevé, il faut éventuellement majorer les objectifs de protection.

Situation de danger 1: Chute de neige sans vent

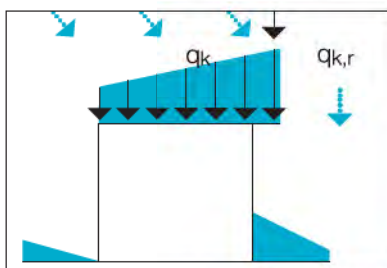


L'amoncellement de neige est régulier. Pour les toits inclinés, on applique la disposition des charges préconisée par la norme SIA 261. Si des



éléments de toiture sont en porte-à-faux, il faut considérer une saillie de corniche comme une charge linéaire au sens de la norme SIA 261.

Situation de danger 2: Chute de neige avec vent

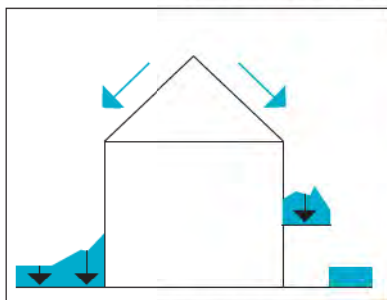


L'amoncellement de la neige est irrégulier. La disposition des charges déterminante est établie en appliquant le modèle de charge 2 selon la norme SIA 261. Si des éléments de toiture sont en porte-à-faux, il faut



considérer une saillie de corniche comme une charge linéaire au sens de la norme SIA 261. Les conditions de vent exceptionnelles requièrent des études spécifiques aux objets concernés.

Situation de danger 3: Glissement de neige

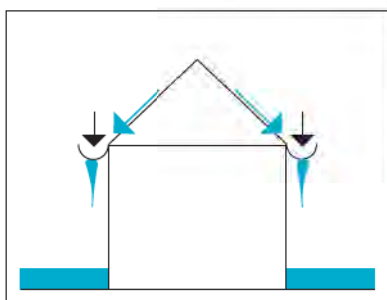


Cette situation de danger se présente lorsque le toit est raide (en règle générale: inclinaison > 25°) et dans le cas des constructions gonflables sur lesquelles la neige peut glisser sans entrave. On accordera



une attention particulière aux charges élevées occasionnées par la neige qui a glissé sur les toitures situées en contrebas et au pied des constructions gonflables.

Situation de danger 4: Charge de glace



Des alternances gel/dégel défavorables soumettent les toits inclinés à des charges importantes dans le secteur des gouttières. Ces charges exercent des contraintes sur les gouttières et causent des dommages aux personnes et aux biens lorsqu'elles tombent.

1 Charge de neige

La grandeur et la forme de la charge de neige sont influencées par le climat, la topographie, le site et la forme de l'ouvrage, ainsi que par l'action du vent, les caractéristiques de la toiture et les échanges de chaleur à la surface du toit. La valeur caractéristique de la charge de neige sur les toits q_k sera déterminée conformément au **chapitre 5 «Neige» de la norme SIA 261**.

La norme SIA 261 n'est applicable ni aux ouvrages situés à une altitude supérieure à 2000 m, ni à ceux qui sont soumis à des conditions de neige et de vent exceptionnelles. Dans de tels cas, il faut procéder à une étude spécifique aux objets, portant sur l'épaisseur et les conditions de dépôt du manteau neigeux, pour déterminer la charge de neige.

2

Poids volumique des différents types de neige

Les valeurs indicatives de la charge volumique moyenne de la neige sur un terrain horizontal selon la norme SIA 261 et leurs dispersions sont:

3

Type de neige	Valeur indicative [kN/m ³]	Dispersion [kN/m ³]
Neige fraîche	1.0	0.5 - 2.5
Neige tassée (quelques heures à quelques jours après sa chute)	2.0	1.0 - 3.0
Ancienne neige (quelques semaines à quelques mois après sa chute)	3.5	2.0 - 5.0
Neige mouillée	4.0	2.0 - 7.0

4

Charge de neige sur un terrain horizontal en fonction de la hauteur de neige

La valeur caractéristique de la charge de neige sur un terrain horizontal vaut, selon la norme SIA 261:

$$s_k = \left[1 + \left(\frac{h_0}{350} \right)^2 \right] \cdot 0.4 \geq 0.9 \text{ kN/m}^2$$

L'altitude de référence h_0 (en m) peut être déterminée selon l'annexe D. L'altitude corrigée déterminante découle de l'altitude du site et d'un facteur correctif tenant compte du climat régional.

Le tableau suivant indique la charge de neige sur un terrain horizontal s_k , à l'altitude de référence h_0 , pour différentes masses volumiques et hauteurs de neige.

5

6

7

Type de neige		Neige fraîche	Neige tassée	Ancienne neige	Neige mouillée
Valeur indicative de la charge volumique		1.0 kN/m ³	2.0 kN/m ³	3.5 kN/m ³	4.0 kN/m ³
Altitude déterminante corrigée en [m]	Charge de neige en [kN/m ²]	Hauteur de neige en [m]			
400	0.92	0.92	0.46	0.26	0.23
500	1.22	1.22	0.61	0.35	0.30
600	1.58	1.58	0.79	0.45	0.39
700	2.00	2.00	1.00	0.57	0.50
800	2.49	2.49	1.24	0.71	0.62
900	3.04	3.04	1.52	0.87	0.76
1000	3.67	3.67	1.83	1.05	0.92
1100	4.35		2.18	1.24	1.09
1200	5.10		2.55	1.46	1.28
1300	5.92		2.96	1.69	1.48
1400	6.80		3.40	1.94	1.70
1500	7.75		3.87	2.21	1.94
1600	8.76			2.50	2.19
1700	9.84			2.81	2.46
1800	10.98			3.14	2.74
1900	12.19			3.48	3.05
2000	13.46			3.85	3.37

En rouge: domaine de valeurs irréalistes.

Dimensionnement des dispositifs antiglissement de neige

Les grilles et autres arrête-neige sont dimensionnés selon les instructions de leur constructeur.

Des indications relatives à de telles directives figurent en annexe.

1 Rupture de la structure
porteuse

La plupart des sinistres survenus récemment sont dus à des fautes affectant le dimensionnement et

les dispositions constructives de la structure porteuse.



Exemples d'effondrements de toits de halles reposant sur des poutres en bois et en acier.

2

3 Glissement de neige

Lorsque les dispositifs prévenant le glissement de la neige sur les toits manquent ou sont endommagés, les personnes se trouvant en plein

air sont menacées, tandis que les éléments de toiture en saillie et les parties de bâtiments situées en contrebas sont endommagés.



Exemple d'avant-toit cassé par de la neige ayant glissé du toit.



Exemple d'élément en saillie (caisson de store) endommagé sous l'action d'un glissement de neige.

4

5



Exemple de toit intermédiaire endommagé par de la neige ayant glissé du toit principal.

6

7

Emplacement du bâtiment

L'emplacement d'un bâtiment détermine notamment son exposition au vent. Ce point est important, car la répartition de la neige sur le toit est influencée par les conditions aérologiques. Il faut tenir compte

des conditions de vent locales et, si nécessaire, les étudier spécifiquement pour l'objet concerné. L'emplacement du bâtiment détermine également la fréquence des alternances gel/dégel.

1

Altitude

La charge de neige est tributaire de l'altitude. La correction de l'altitude de référence selon l'annexe D de

la norme SIA 261 tient compte du climat régional.

2

Forme du toit

Les coefficients de forme de toiture selon la norme SIA 261 sont déterminants pour les toits exposés à des conditions de vent normales. Une étude spécifique au site est nécessaire pour les constructions situées dans des endroits soumis

à des conditions de vent extraordinaires. Les expériences tirées jusqu'ici révèlent qu'il faut faire preuve de prudence vis-à-vis des toitures étendues revêtant un petit coefficient de forme (p. ex. toits plats).

3

Orientation du bâtiment

L'orientation du bâtiment détermine le dépôt de la neige en cas de vent. Lorsque la toiture a deux pans, une orientation des pignons parallèle à la direction du vent dominant est

favorable. Lorsque la toiture a un seul pan, il vaut mieux que le côté gouttière – le plus bas – soit exposé au vent dominant et disposé perpendiculairement à sa direction.

4

Transmission de chaleur à la surface du toit

La fonte de la neige sur les toits est accélérée lorsque la transmission de chaleur à leur surface est importante. D'après la norme SIA 261, ce processus peut être pris en compte à l'aide d'un coefficient thermique. L'influence d'une dé-

faillance des installations techniques sur la transmission de chaleur admise devra être examinée au préalable, par exemple dans le cas de toitures vitrées recouvrant des locaux chauffés.

5

6

7

1 Structure porteuse / fondation

La valeur caractéristique de la charge de neige sur le toit est déterminée selon la norme SIA 261. Cette charge doit être transmise dans les

fondations en passant par l'enveloppe et la structure porteuse. Leur réalisation constructive fera l'objet d'une attention particulière.

Gouttière

2

Dans les régions soumises à des alternances gel-dégel fréquentes, il faut éventuellement renforcer les gouttières, qui doivent supporter des charges de glace importantes. Mais il est recommandé de

déblayer la neige à temps pour éviter toute atteinte aux personnes ou aux biens due à une chute de glace. Une autre solution consiste à chauffer les gouttières électriquement.

3

4

5

6

7

Dispositifs antiglissement
de neige

Les grilles à neige, les poutres transversales et les crochets arrête-neige entrent en ligne de compte comme dispositifs de protection contre le glissement de la neige.



Exemple de crochets arrête-neige.

Les fournisseurs indiquent comment les dimensionner de manière appropriée. Ces mesures sont généralement recommandées sur les toits d'inclinaison supérieure à 25°.



Exemple de grille à neige.

Mesures d'urgence

Les mesures à prendre d'urgence en cas de chute de neige susceptible d'atteindre l'épaisseur prise en compte pour le dimensionnement s'articulent comme suit:

1. Détermination de la charge de neige admissible pour la structure porteuse existante (par une étude du dossier de construction ou une évaluation statique)
2. Mesure ou estimation de la charge de neige momentanée
3. Comparaison entre la charge retenue pour le dimensionnement et la charge momentanée
4. Recherche de prévisions concernant les prochaines chutes de neige (www.météosuisse.ch, www.slf.ch)
5. Si nécessaire: faire déblayer la neige / ôter la glace par un personnel formé
6. Si nécessaire: faire évacuer les locaux concernés du bâtiment

1 Combinaison de mesures

Cette section présente des combinaisons de mesures envisageables dans chaque situation de danger, pour les constructions existantes et pour les nouvelles. Seule la combi-

naison des mesures exposées – qui ont trait à la conception, au renforcement et à la stabilisation – permet de réduire efficacement le risque.

		Mesures							
		Conception					Transmission des charges / renforcement	Stabilisation	
Combinaison de mesures	Situation de danger	Emplacement du bâtiment / exposition générale	Altitude	Forme du toit	Orientation du bâtiment (microclimat / alentours)	Transmission de chaleur à la surface du toit	Structure porteuse / fondations	Gouttière	Dispositif antiglisement
		Bâtiment existant							
A	1						•		
B	2	•					•		
C	3								•
D	4							•	
Nouvelle construction									
E	1	•	•	•		•	•		
F	2	•	•	•	•	•	•		
G	3								•
H	4							•	

Combinaison de mesures A «Renforcement pour une charge de neige sans vent»

L'enveloppe et la structure porteuse du bâtiment sont renforcées dans le cadre d'une transformation.

1

Combinaison de mesures B «Renforcement pour une charge de neige avec vent»

L'enveloppe et la structure porteuse du bâtiment sont renforcées dans le cadre d'une transformation. L'exposition locale au vent est prise en compte dans le dimensionnement.

2

Combinaisons de mesures C et G «Protection contre le glissement de neige»

Des dispositifs empêchant la neige de glisser sont prévus lorsque l'inclinaison du toit est supérieure à 25°.

3

Combinaisons de mesures D et H «Protection contre les charges de glace»

Des mesures de renforcement sont prévues dans le secteur des gouttières lorsque le bâtiment est situé dans un endroit soumis à d'importantes chutes de neige et à des alternances gel-dégel fréquentes.

4

Combinaisons de mesures E et F «Conception d'une nouvelle construction»

Lorsqu'une nouvelle construction est projetée, les plans tiennent compte des critères relevant de la conception (emplacement, altitude, forme du toit, orientation, transmission de chaleur à la surface du toit). L'enveloppe et la structure porteuse sont dimensionnées en respectant les exigences avec action du vent.

5

6

7

1 Exemple d'analyse coût-utilité

L'exemple suivant illustre l'importance de la protection contre le glissement de neige, en tenant compte des dégâts qu'il provoque. La méthode appliquée est exposée

en détail à l'annexe E des présentes recommandations.

2 Coût

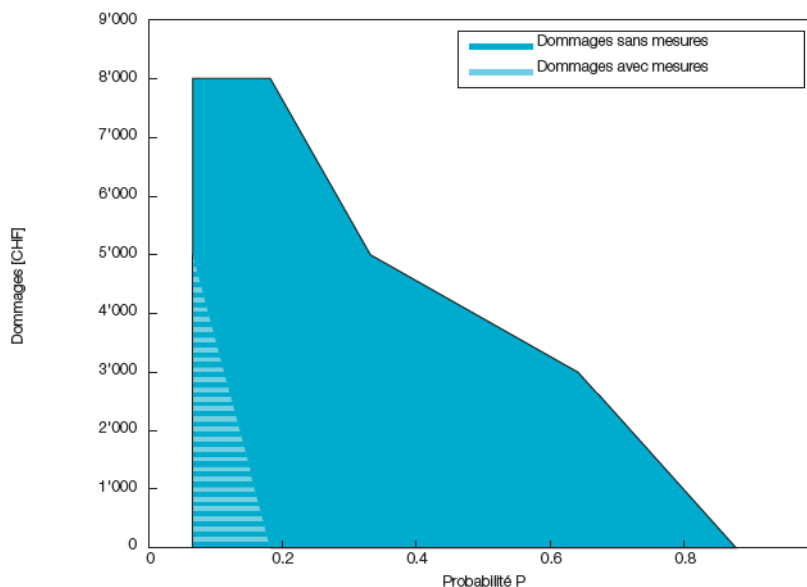
Une nouvelle villa, dont la toiture a une surface de 200 m² et une inclinaison de 36°, est construite à une altitude de 800 m. Les dispositifs destinés à prévenir la formation d'avalanches sur le toit coûtent 2500 CHF montage compris.

Le surcoût se monte à $K = 4'515$ CHF par rapport à la variante sans dispositif antiglissement, en tenant compte d'un taux d'intérêt de 3 % et d'une longévité de 20 ans

3 Utilité

L'utilité tient compte des dégâts directs évités (bris de l'avant-toit en verre). On admet que des dommages apparaissent à partir de l'événement qui se produit en moyenne une fois tous les 10 ans si aucun dispositif antiglissement n'est monté. Dans le cas contraire, ils apparaissent à partir de l'événement centennal. L'utilité est calculée pour un horizon de 20 ans.

La probabilité qu'un événement de période de retour égale à 10 ans survienne au cours d'un intervalle de 20 ans est de 87.8 % ($P = 0.878$), tandis qu'elle est de 18.2 % ($P = 0.182$) pour un événement centennal. Le montant des dommages est tiré du graphique suivant. D'après la méthode exposée à l'annexe E, l'utilité calculée est de 3'215 CHF.



4 Comparaison coût-utilité

Le surcoût, de 4'515 CHF, est légèrement supérieur à l'utilité des mesures de protection, de 3'215 CHF. Compte tenu du risque pour les personnes qu'elles permettent de juguler (responsa-

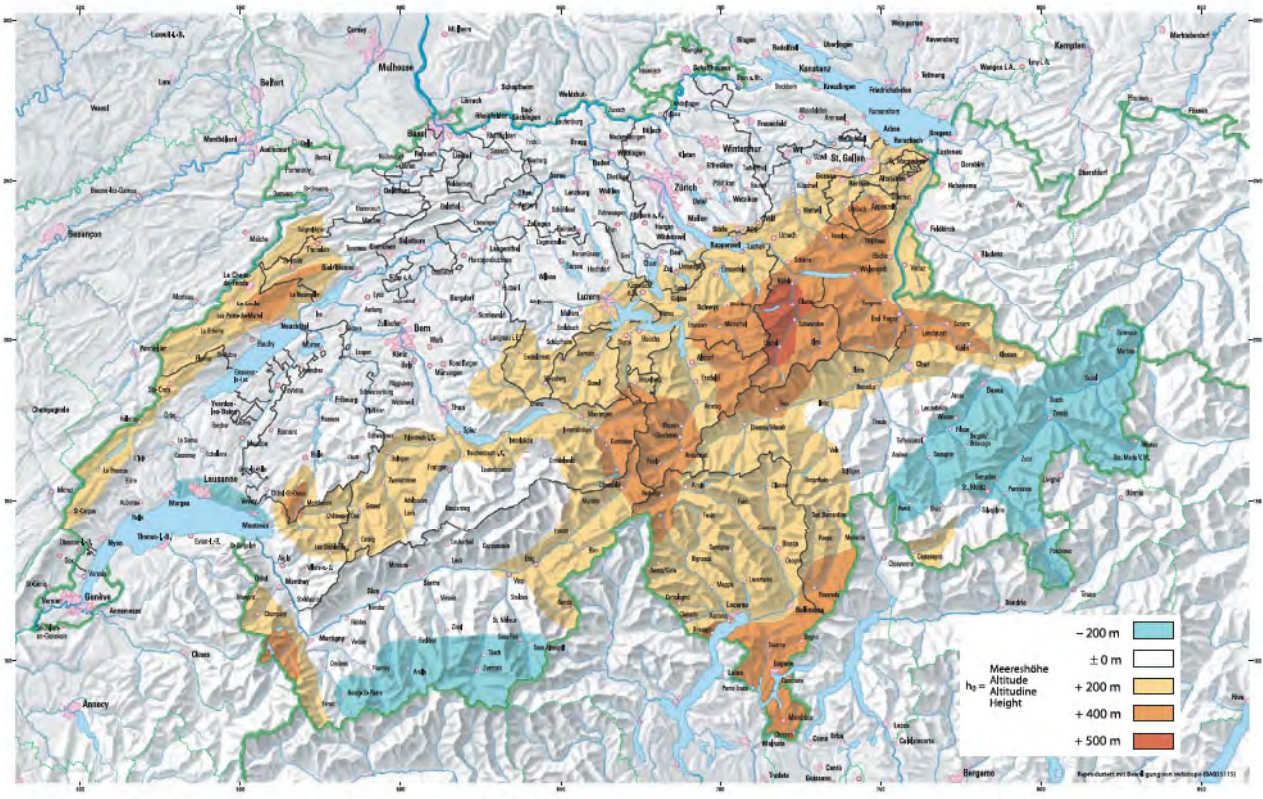
bilité du propriétaire!) et d'autres dégâts pouvant affecter la toiture et les gouttières, qui ne sont pas considérés dans ce calcul, il serait judicieux d'appliquer les dispositifs de protection.

1 Altitude de référence pour les charges de neige, selon la norme SIA 261

ANHANG D Bezugshöhe für Schneelasten

La carte suivante, tirée de la norme SIA 261, indique l'altitude de référence locale h_0 utilisée pour déterminer

la valeur caractéristique de la charge de neige sur un terrain horizontal.



5 Anhang D Appendix
 Bezugshöhe h_0
 Altitude de référence h_0
 Altitudine di riferimento h_0
 Reference Height h_0
 (nicht anwendbar auf Bauwerke über 2000 m Meereshöhe)
 (pas applicable pour les constructions situées au-dessus de 2000 m d'altitude)
 (non applicabile a costruzioni ubicate sopra 2000 m sul mare)
 (not applicable for construction works at heights greater than 2000 m)

6

7

Impressum

Tous droits réservés
© 2007
Association des établissements
cantonaux d'assurance incendie
Bundesgasse 20
CH-3001 Berne
www.vkf.ch



Auteur:
Dr. Thomas Egli
Egli Engineering
Lerchenfeldstrasse 5
9014 St. Gallen
www.naturgefahr.ch



Egli Engineering

Révision:
Commission pour les dommages
dus aux éléments naturels
de l'Association des établissements
cantonaux d'assurance incendie:
Werner Gächter, Gebäudeversi-
cherungsanstalt des Kantons St.
Gallen, St. Gallen, président
Dr. Peter Blumer, Gebäudeversi-
cherung des Kantons Basel-Stadt,
Basel
Jean Bourquard, Établissement
cantonal d'assurance immobilière
et de prévention, Saignelégier
Bernhard Fröhlich, Baselland-
schaftliche Gebäudeversicherung,
Liestal
Ueli Winzenried, Assurance immo-
bilière Berne, Berne

Groupe de projet «Recommanda-
tions – Protection des objets
contre les dangers naturels
météorologiques»:
Dörte Aller, Gebäudeversicherung
Kanton Zürich, Zürich
Alfred Baumgartner, Aargauische
Gebäudeversicherung, Aarau
(jusqu'en 2006)
Georges Brandenburg, Aargai-
sche Gebäudeversicherung, Aarau
(dès 2007)

Thierry Berset, Établissement can-
tonal d'assurance des bâtiments,
Fribourg
Renzo Bianchi, Bianchi Beratungen
GmbH, Burgdorf
Dr Olivier Lateltin, Association des
établissements cantonaux d'assu-
rance incendie, Berne (dès 2007)
Jean-Marc Lance, Établissement
cantonal d'assurance, Pully
Dr Gian Reto Bezzola, Office fédé-
ral de l'environnement, Berne

Auteurs de contributions:
Dieter Balkow, Institut suisse du
verre dans le bâtiment, Zurich
Hans Donzé, Gebäudeversicherung
des Kantons Luzern, Luzern
Ruedi Räss, Prüf- und Forschungs-
institut, Sursee
Prof. Dr. Bruno Zimmerli, Hoch-
schule für Technik und Architektur,
Horw

Traduction:
Christian Marro
Haute-Nendaz

Révision de la traduction:
Pierre-Alain Niederhäuser
Malleray

Graphisme:
remo gamper, mehrbild.
visuelles kommunikationsdesign,
st.gallen

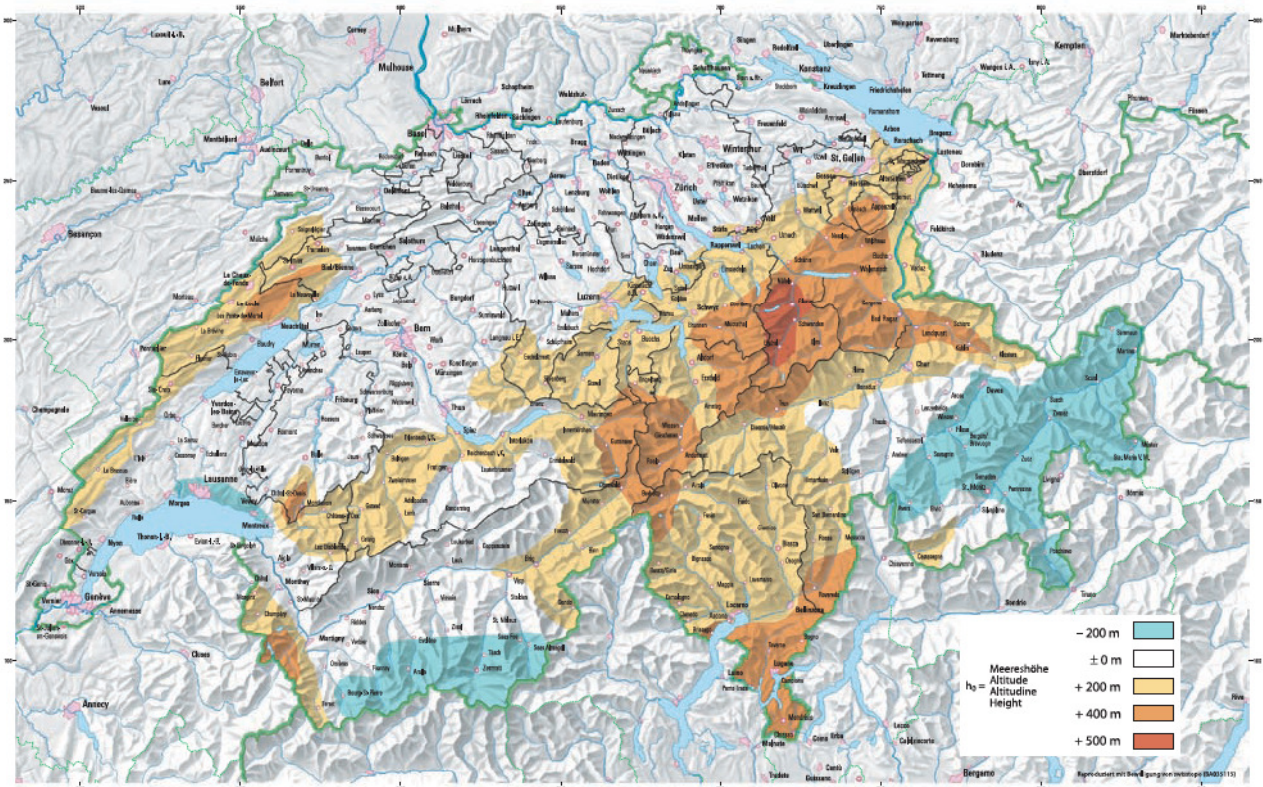
Crédit photographique:
Egli Engineering, St. Gallen; Ge-
bäudeversicherung Kanton Zürich;
Aargauische Gebäudeversiche-
rung; Gebäudeversicherungsanstalt
des Kantons St. Gallen; Gebäude-
versicherung des Kantons Luzern;
Établissement cantonal d'assu-
rance des bâtiments, Fribourg;
Assurance immobilière Berne; Nid-
waldner Sachversicherung, Stans;
Aller Risk Management, Zürich;
Institut fédéral pour l'étude de la
neige et des avalanches (SLF), Da-
vos; Laboratoire fédéral d'essai des
matériaux et de recherche (EMPA),
Dübendorf; STO AG, Zürich, Nach-
barschule GmbH, Bad Rappenu;

1 Altitude de référence pour les charges de neige, selon la norme SIA 261

ANHANG D Bezugshöhe für Schneelasten

La carte suivante, tirée de la norme SIA 261, indique l'altitude de référence locale h_0 utilisée pour déterminer

la valeur caractéristique de la charge de neige sur un terrain horizontal.



5 Anhang D
Annexe D
Appendix D
Bezugshöhe h_0
Altitude de référence h_0
Altitudine di riferimento h_0
Reference Height h_0

(nicht anwendbar auf Bauwerke über 2000 m Meereshöhe)
(pas applicable pour les constructions situées au-dessus de 2000 m d'altitude)
(non applicabile a costruzioni ubicate sopra 2000 m sul mare)
(not applicable for construction works at heights greater than 2000 m)



Impressum

Tous droits réservés
© 2007
Association des établissements
cantonaux d'assurance incendie
Bundesgasse 20
CH-3001 Berne
www.vkf.ch



Auteur:
Dr. Thomas Egli
Egli Engineering
Lerchenfeldstrasse 5
9014 St. Gallen
www.naturgefahr.ch



Egli Engineering

Révision:
Commission pour les dommages
des éléments naturels
de l'Association des établissements
cantonaux d'assurance incendie:
Werner Gächter, Gebäudeversi-
cherungsanstalt des Kantons St.
Gallen, St. Gallen, président
Dr. Peter Blumer, Gebäudeversi-
cherung des Kantons Basel-Stadt,
Basel
Jean Bourquard, Établissement
cantonal d'assurance immobilière
et de prévention, Saignelégier
Bernhard Fröhlich, Baselland-
schaftliche Gebäudeversicherung,
Liestal
Ueli Winzenried, Assurance immo-
bilière Berne, Berne

Groupe de projet «Recommanda-
tions – Protection des objets
contre les dangers naturels
météorologiques»:
Dörte Aller, Gebäudeversicherung
Kanton Zürich, Zürich
Alfred Baumgartner, Aargauische
Gebäudeversicherung, Aarau
(jusqu'en 2006)
Georges Brandenburg, Aargai-
sche Gebäudeversicherung, Aarau
(dès 2007)

Thierry Berset, Établissement can-
tonal d'assurance des bâtiments,
Fribourg
Renzo Bianchi, Bianchi Beratungen
GmbH, Burgdorf
Dr Olivier Lateltin, Association des
établissements cantonaux d'assu-
rance incendie, Berne (dès 2007)
Jean-Marc Lance, Établissement
cantonal d'assurance, Pully
Dr Gian Reto Bezzola, Office fédé-
ral de l'environnement, Berne

Auteurs de contributions:
Dieter Balkow, Institut suisse du
verre dans le bâtiment, Zurich
Hans Donzé, Gebäudeversicherung
des Kantons Luzern, Luzern
Ruedi Räss, Prüf- und Forschungs-
institut, Sursee
Prof. Dr. Bruno Zimmerli, Hoch-
schule für Technik und Architektur,
Horw

Traduction:
Christian Marro
Haute-Nendaz

Révision de la traduction:
Pierre-Alain Niederhäuser
Malleray

Graphisme:
remo gamper, mehrbild.
visuelles kommunikationsdesign,
st.gallen

Crédit photographique:
Egli Engineering, St. Gallen; Ge-
bäudeversicherung Kanton Zürich;
Aargauische Gebäudeversiche-
rung; Gebäudeversicherungsanstalt
des Kantons St. Gallen; Gebäude-
versicherung des Kantons Luzern;
Établissement cantonal d'assu-
rance des bâtiments, Fribourg;
Assurance immobilière Berne; Nid-
waldner Sachversicherung, Stans;
Aller Risk Management, Zürich;
Institut fédéral pour l'étude de la
neige et des avalanches (SLF), Da-
vos; Laboratoire fédéral d'essai des
matériaux et de recherche (EMPA),
Dübendorf; STO AG, Zürich, Nach-
barschule GmbH, Bad Rappenu;