



**NGE
FOUNDATIONS**

- Recrudescence de dommages sur ouvrages de stabilisation (cf. hiver 2018 ~ alt. 2000 m)
- Influence probable du changement climatique (densité de neige, efforts de reptation...)
- Évolution normative du dimensionnement
- Amélioration des dispositions constructives (ancrages, bois...)

Cf. Article Montagne Leaders 04/2021 :

Webinaire I-Risk Le manteau neigeux changement climatique 12/2020



Groupe NGE : travaux publics et...



■ ... Métiers de spécialité montagne :

- Terrassements (station, pistes, retenues...)
- Fondations (remontées mécaniques / soutènement)
- Confortement / Protection risques naturels...

➔ **Ouvrages paravalanches** : Conception + Fabrication + Installation + Vente (entreprises ou services des pistes)



Aperçu historique « paravalanches »

NGE
FONDACTIONS



Focus sur ouvrages de protection « active »

■ Stabilisation des zones de départ :

- Rigides : claies / Râteliers (NF P95-303)
- Souples : filets (NF P 95-304)

→ Hauteur 2 à 5 m

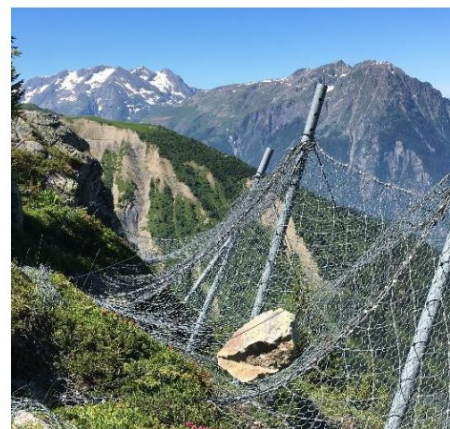


Pathologie et besoins « terrain »

■ Exemples de dommages récents :

- Défauts d'implantation
- Surcharges de neige (+ dense / humide...)
- Rupture d'ancrages / pièces de liaison
- Impacts de blocs + petites coulées

➔ **Conception à optimiser / travaux :** coûts, légèreté, impacts, fondation, sécurité...



Conception

■ Évolution normative :

- Révision des anciennes normes NF
- Modules d'extrémité / courant / isolé
- Surcharges de pied / rive

→ Pas toujours suffisant :

→ Majoration ponctuelle d'efforts (~ 35 %)

H_n (en m) :	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Action de référence (cf Figure 3 et 4)								
Permanente n°④	9,00	15,8	24,9	35,6	48,7	63,4	80,4	99,0
Variable n°⑤	0,76	1,4	2,1	3,1	4,2	5,6	7,0	8,7
Permanente de pied n°⑥	0,61	1,08	1,69	2,42	3,31	4,31	5,46	6,73

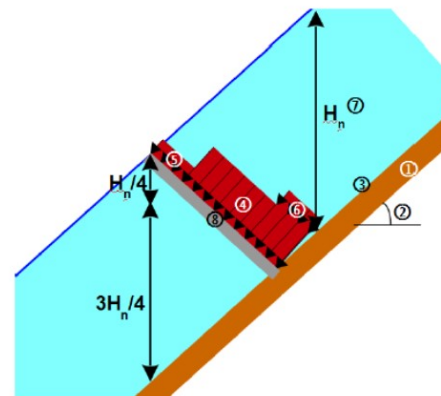


Figure 3 : Coupe schématique de la décomposition des actions de référence, normales, hors sur-actions de rive

- ① : Sol ; ② : Angle de pente
- ③ : Ligne de pente du plan moyen du sol
- ④ : Action de référence permanente
- ⑤ : Action de référence variable
- ⑥ : Sur-action de référence permanente de pied
- ⑦ : Hauteur de neige de référence
- ⑧ : Tablier

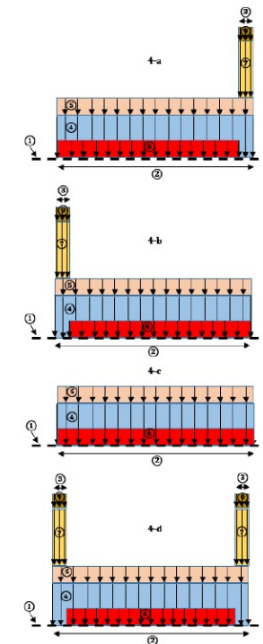


Figure 4a à 4d : Cumul des actions de référence et de rive ; Vue schématique en plan
4-a & 4-b : module d'extrémité
4-c : module médian
4-d : module isolé
① : Longueur du tablier
② : Longueur d'application d'une sur-action de rive
③ : Action de référence permanente
④ : Action de référence variable
⑤ : Sur-action de pied
⑥ : Sur-action de rive permanente
⑦ : Sur-action de rive variable

R&D : ouvrage « capteur »

■ Prototype de claie expérimentale :

- Mesure directe de la poussée de neige
- Efforts indirects sur traverses / tablier / ancrages
- Hauteur de neige / Clinomètre / Thermomètre
- Centrale d'acquisition autonome / Webcam

➔ Facilement déplaçable / héliportable

➔ Mesure in-situ des sollicitations, en particulier pour :

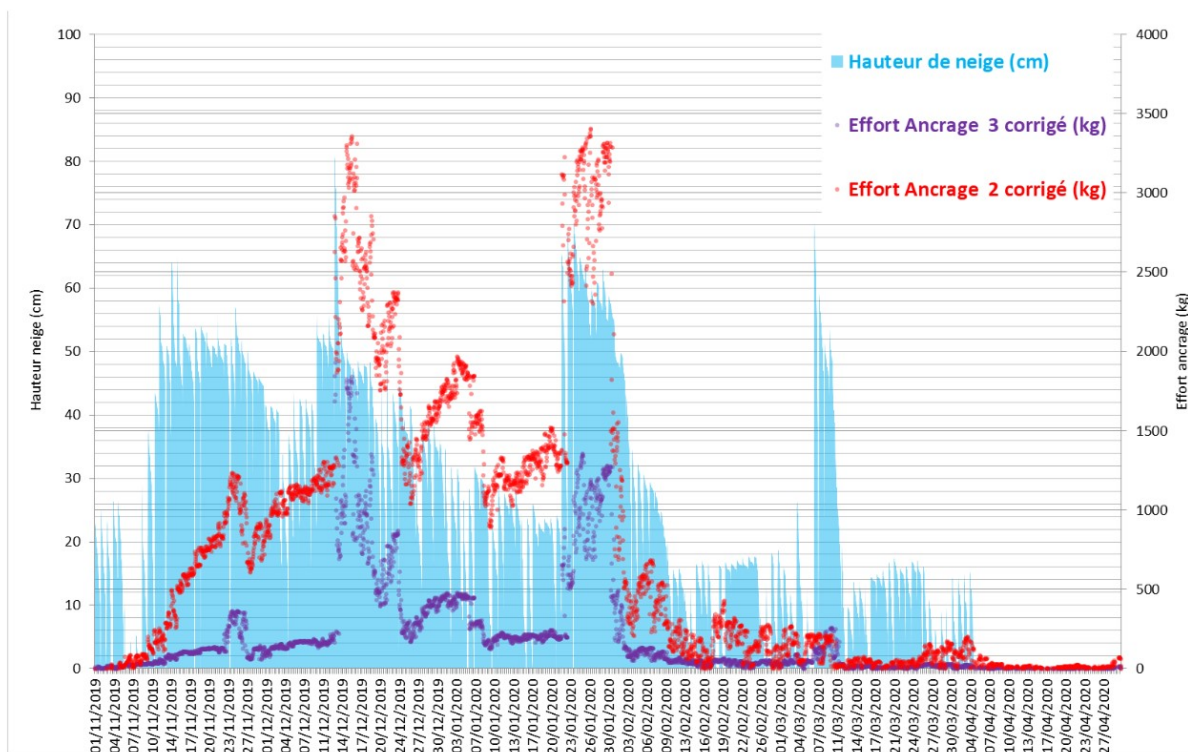
- Aménagement neuf / ou réparations
- Site particulier (glissement / eau / glace...)



Exemple de mesures en temps réel



(trop peu de neige dans les Pyrénées en 2020... + 2 sites en cours)



Autres perspectives

■ Matériau :

- Bois : rond sans aubier ni perçages
- Acier : épaisseur sacrifiée / corrosion
- ...

■ Dispositions constructives

- Fondations simple (< 50 tonnes)
- Liaisonnement aux ancrages
- Déplacement ou réglage / 1^{er} hivers
- Conception sur-mesure (BE spécialisés)



➔ **S'adapter au terrain ! (et non l'inverse)**

10 © 2021 DDP Grenoble AG ADSP Chambéry



Autres exemples d'innovations ;)

- Barrières à neige mono ancrages
 - Paravalanches mixtes (pare-blocs, barrages souples)
 - Génie écologique, écrans forestiers (500 kJ)
- **Changement climatique : adaptation + atténuation !**





MERCI !

 **NGE**
FONDATIONS

NICOLAS VILLARD
ING. DIRECTEUR PROJETS RISQUES NATURELS

NGE FONDATIONS GRENOBLE - DDP
Z.I. 6 RUE DE LA MÉTALLURGIE 38420 DOMENE
T : +33 (0)4 76 03 00 65

M : +33 (0)6 85 12 17 32
E : nvillard@nge.fr

www.ngefondations.fr