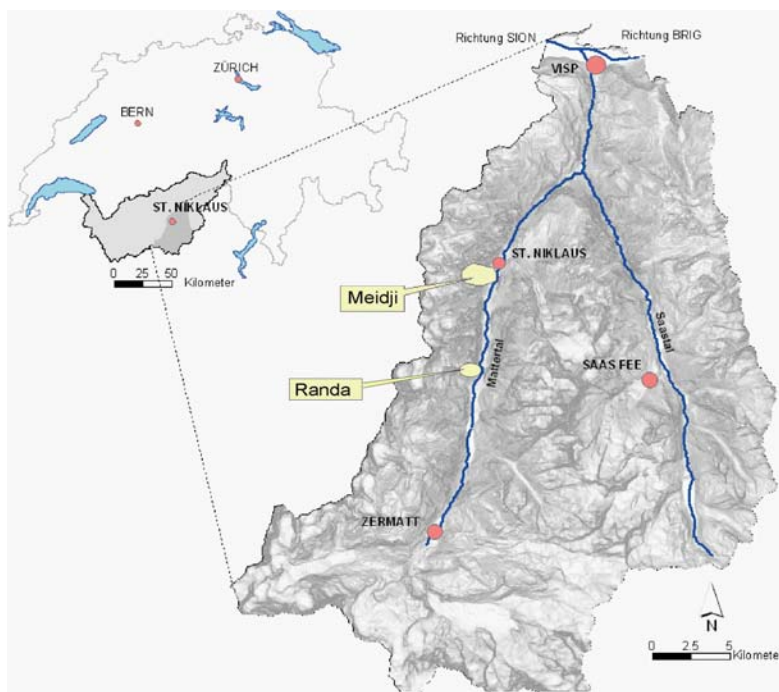


3.3. Seuils d'alarme :

3.3.1 Eboulement de Meidji (commune de Saint-Nicolas, Valais) : surveillance géodesique et détermination des seuils d'alerte

Eric POINTER (*bureau géologique Rovina*)

La commune de St Nicolas (St. Niklaus) est située dans le haut Valais, dans la vallée de Zermatt (rive gauche du Mattertal, entre Viège et Zermatt).



Localisation du site de Meidji

Eboulement du 21/11/2002, 15h20

De la falaise de Meidji, qui surplombe le village, 120 000 m³ de roche se mettent en mouvement, dont 70 000 m³ s'écroulent dans la vallée. Plusieurs gros blocs, dont un de 1500 m³, ont été retenus par la nouvelle digue, qui venait d'être construite (photo ci-dessous, les machines de chantier sont encore derrière la digue).

Le moment de l'éboulement a pu être prévu précisément grâce au réseau d'observation installé quelques mois avant. Ainsi, l'évacuation de la population a eu lieu environ 20 h avant l'événement, qui n'a par ailleurs pas fait de dégâts aux bâtiments ni aux infrastructures.



Voir le [film de l'éboulement](#)

Situation actuelle

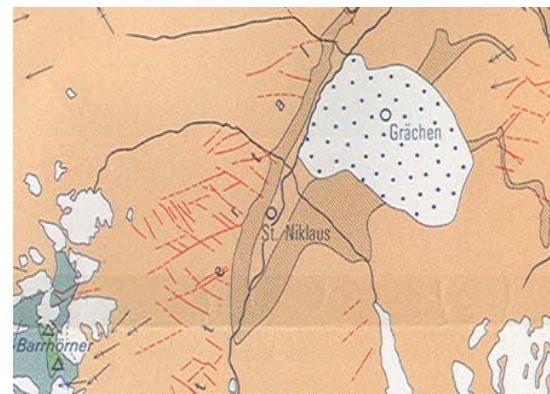
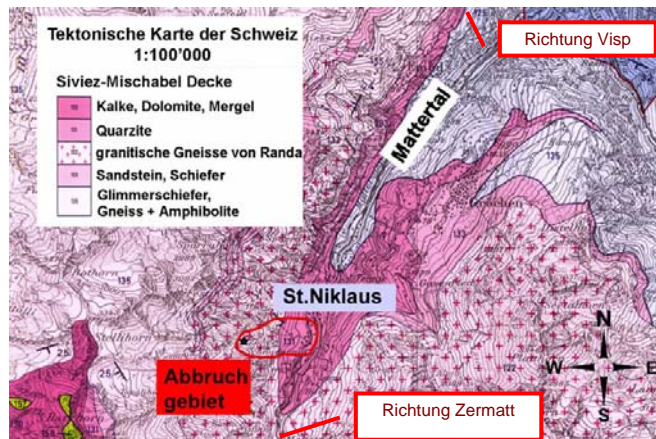
La construction de la digue (une partie sur les 3 prévues) était complètement terminée en décembre 2002.

Après l'écroulement, un autre gros bloc (1200 m³) qui risquait de se remobiliser avec de fortes précipitations a été miné dans un ravin.

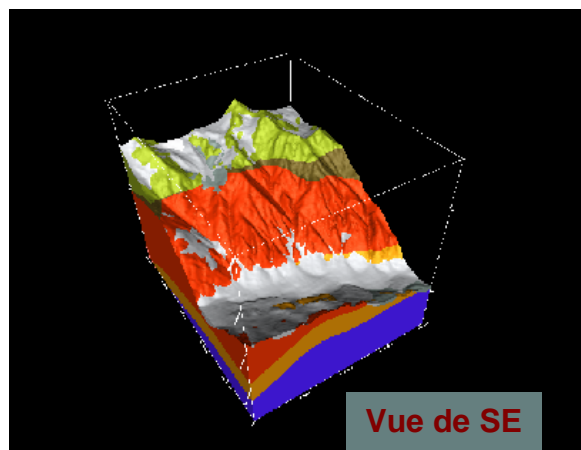
Les mouvements de glissement se poursuivent toujours, (vitesse moyenne env. 1 à 2 mm/jour), accompagnés de chutes de pierres et de blocs isolés. Il y a encore une relation entre les vitesses de glissement et les précipitations.

Contexte géologique (diapo 5) et système de fractures

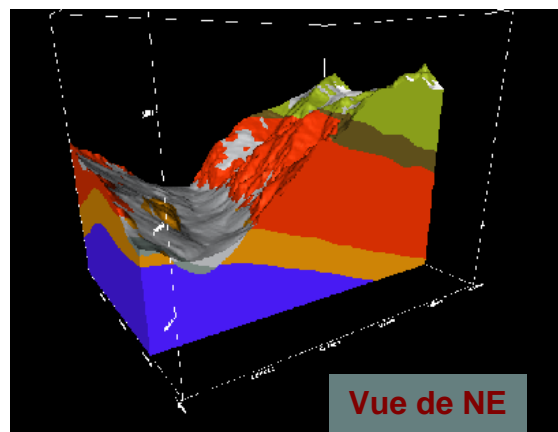
Le secteur est composé de « Gneiss oeilé de Randa » (appartenant à la nappe du Gd. St. Bernard, aujourd'hui appelée nappe de Siviez-Mischabel). Il s'agit de gneiss monotone, avec présence parfois de niveaux plus fins riches en micas. La zone de l'éboulement se situe directement au-dessus de la courbure du synclinal permo-carbonifère de St. Nicolas (figure ci-dessous). De grandes structures régionales créent des vires et des couloirs raides.



Contexte géologique



Vue de SE



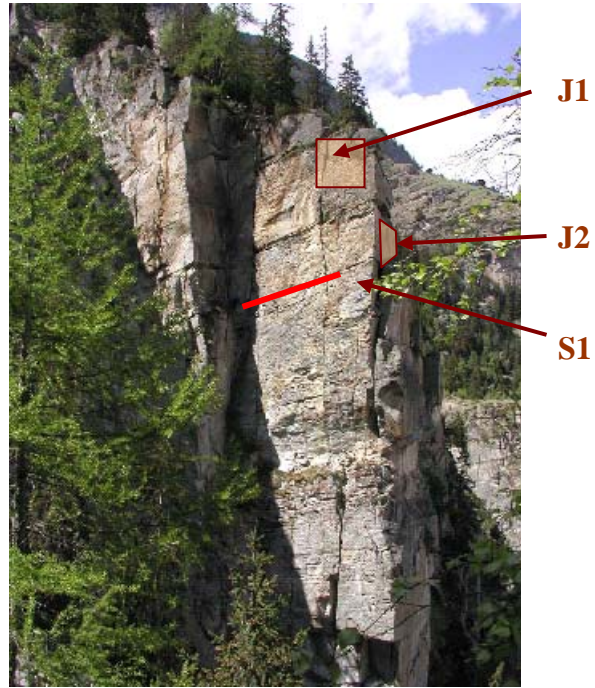
Vue de NE

Légende :

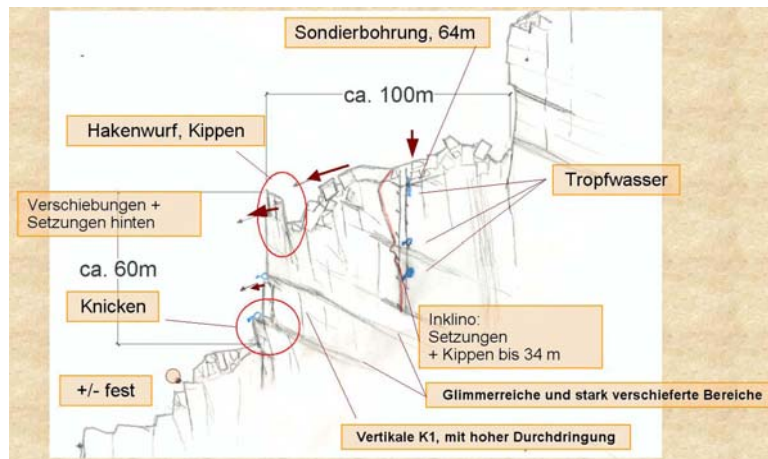
- Bleu: Nappe de Pontis
- Orange: couverture carbonifère à triasique
- Rouge: Augengneiss de Randa (gneiss oeilé)
- Brun: couverture permo-carbonifère
- Vert: socle de la nappe de Siviez-Mischabel
- Gris: Quaternaire

En plus des grandes failles régionales, l'agencement structural est dirigé par deux systèmes de fractures :

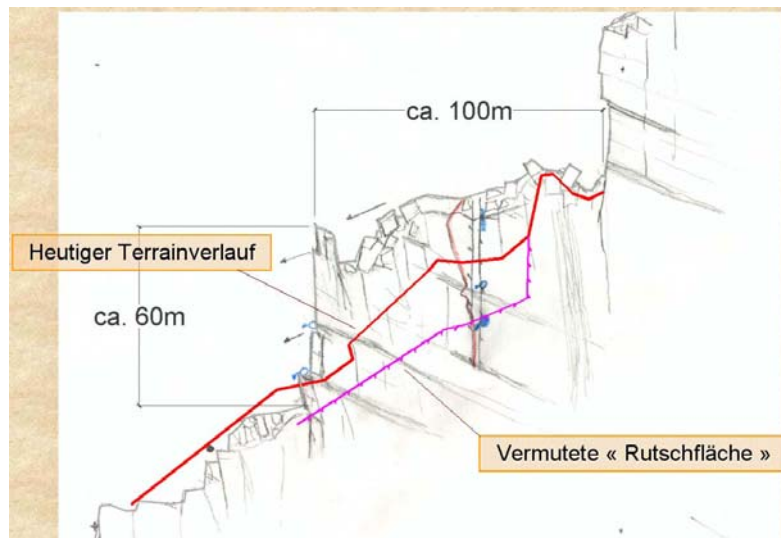
- J1: (025/75): plonge fortement, orienté perpendiculairement à l'axe de la vallée ;
- J2: (110/80): plonge fortement, orienté parallèlement à l'axe de la vallée
- S1: (240/18): faiblement incliné, opposé à la pente topographique



Les deux discontinuités J1 et J2 sont à l'origine de nombreuses falaises en rive gauche du Mattertal : elles provoquent la formation de piliers (prismes rectangulaires, photo ci-contre).



Profil schématique du compartiment rocheux instable **avant** l'éboulement

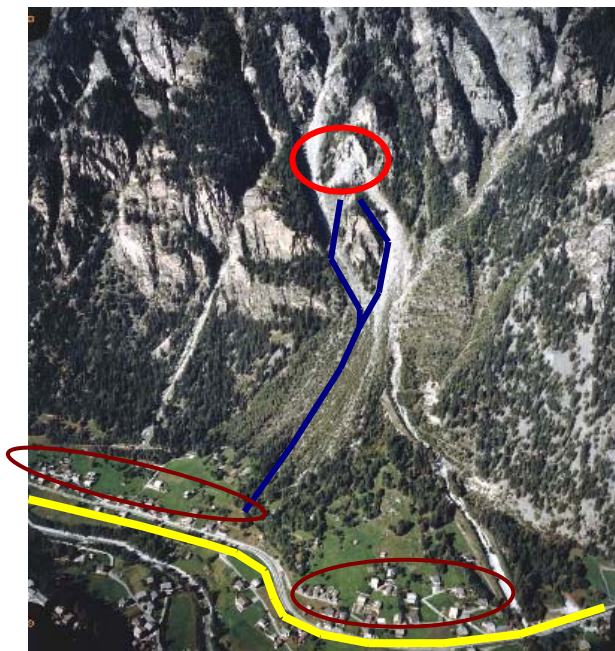


Profil schématique du compartiment rocheux instable **après** l'éboulement

Aléa et danger

L'aléa (rouge sur la photo ci-dessous) se situe directement au-dessus des hameaux de « Schwidernu » et « ze Stalu » (commune de St. Nicolas, 1 km au sud de la gare, cercles marrons), qui comptent environ 120 habitants et 3 petites entreprises ; il menace également 800 m de ligne du chemin de fer Matterhorn-Gotthard-Bahn et la route secondaire Stalden-Zermatt (jaune).

La trajectoire de l'éboulement (bleu) se fait sur 600m de hauteur, avec une pente moyenne 32° ; la durée de l'écroulement, calculée d'après les études trajectographiques, est de 60 sec.



Historique

Les premières chutes de blocs importantes ont lieu dans les années 1930, reportées par des habitants du village ; toutefois des photos d'époque (voir le *powerpoint diapos 11 et 12*) montrent encore une zone de forêt qui avait disparu en 2000.

Plusieurs appréciations géologiques de la zone ont été réalisées entre 1990 et 2001, entre autre pour le PNR31 « Changements climatiques et dangers naturels ».

Pendant les intempéries d'octobre 2000, plusieurs milliers de mètres cubes s'éboulent ; un bloc de 10 m³ s'est arrêté à quelques mètres d'une maison habitée.

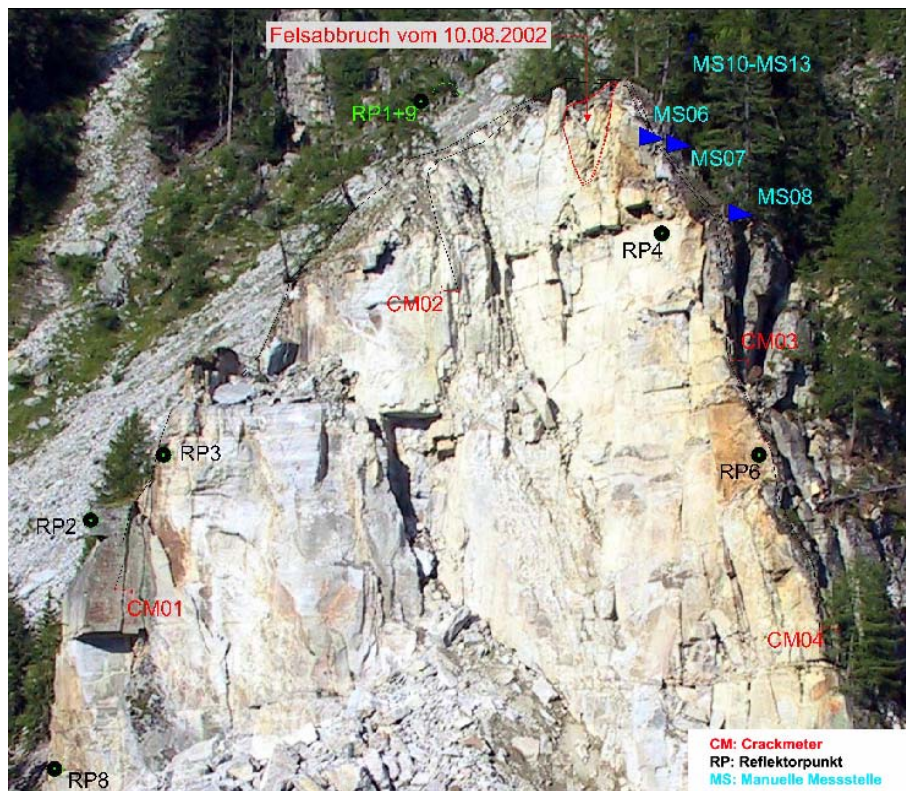
A partir de cet événement, des cartes de danger ont été établies et un projet de digue est planifié.

Succession des événements de juillet à novembre 2002 :

18.07.2002 Deux chutes de blocs d'environ 120 – 250 m³ : le président de la commune (maire) demande immédiatement des explications ;

19.07.2002 Evaluation de la situation par le bureau Rovina : sur le terrain, les géologues observent des fissures ouvertes, des racines étirées et des arbres déracinés et tordus, avec notamment une forte activité en bordure de la tête instable ; d'autres indices tels que des blocs retournés, des phénomènes de pression dans la roche (fissures de tension, éclatement), du flambage et même des décolorations de la roche (témoins de déformations actives) font suspecter un mouvement important de la falaise (voir le *powerpoint diapos 25 à 32 TMOINS MUETS*) ;

08.08.2002 Début des mesures de déformation : extensomètres, fissuromètres, réflecteurs pour visée au théodolite, tiltmètre pour mesurer le pendage de la falaise, centrale d'acquisition avec transmission Natel (téléphone mobile) vers le bureau Rovina (voir PRECISIONS, *diapos 33-34*) : les vitesses de glissement sont très importantes (près de 5 – 10 mm / jour) ;



Instrumentation de l'ensemble de la tête instable

- 10.08.2002 Chute de rocher 300 – 400 m³ après de fortes précipitations ;
- 05.09.2002 Doublement des vitesses de déplacement => établissement d'un plan d'évacuation, décision de lancer un projet de digue comme mesure urgente, formation d'une cellule de crise ;
- 16.09.2002 Premières informations à la population ; intégration d'un expert pour disposer d'un deuxième avis ;
- 28/30.09.2002 Visite sur le terrain du Prof. Parriaux, expert désigné : son avis qui confirme les premières hypothèses ;
- 30.09.2002 Chute de 800 m³ de la paroi (photo *diapo 36*), précédée d'une très faible accélération du mouvement (*diapo 37*) ; la veille s'est produit un séisme (épicentre à Zermatt, ML = 2.3), qui pourrait être l'élément déclenchant ;
- 30.09.2002 Juste après la chute, une forte accélération de la masse totale (graphique *diapo 37*) conduit à l'évacuation de la population de la zone dangereuse ;
- 07.10.2002 Minage de sécurité de deux gros blocs (environ 3 000 et 4 000 m³) dont les vitesses de déplacement sont particulièrement rapides ;
- 21.10.2002 Début de la construction de la « digue du milieu » et mise en place d'une digue d'urgence dans la zone de la « digue nord » ;

01.11.2002 **Après construction de la digue d'urgence l'évacuation a été levée sauf pour deux maisons très exposées ;**

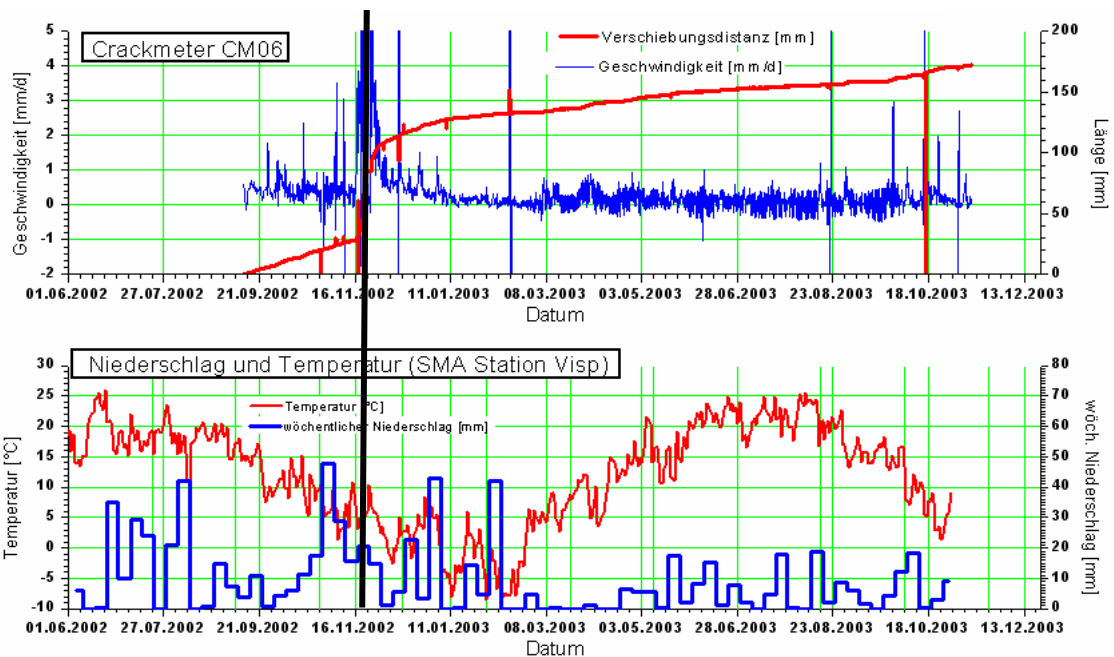
31.10 – 15.11 Forage de 60 m de profondeur à l'arrière de la zone en glissement (photo **diapo 45**) : aide à la mise en place d'un modèle géomécanique (**diapos 42-44**) ;

16.11.2002 Fortes précipitations, accélération du glissement (**graphique et tableau ci-dessous**), **évacuation de la zone Nord** ;

20.11.2002 Nouvelle augmentation de la vitesse de glissement, indiquée par tous les instruments de surveillance (**diapo 39**) : à 18h **évacuation de toute la zone** ;

21.11.02, 15h20 Eboulement d'environ 120 000 m³ ;

23.11.02, 2h00 **Levée de l'évacuation sauf pour deux maisons.**



Evolution des déplacements de l'extensomètre CM6 (en haut, courbe rouge) et courbe des températures et précipitations (en bas, respectivement rouge et bleu)



Tête instable avant et après l'écoulement du 21/11/2002, vue de face**Tête instable avant et après l'écoulement du 21/11/2002, vue de profil**

Datum / Zeit	Zeit vor Abbruch	Verschiebung [mm]	Momentane Rutschgeschwindigkeit		Niederschlagsmengen Medji [mm] vor dem Ereignis			Bemerkung
			[mm/Tag]	[mm/Std]	Summe 24 Std	Summe 48 Std	Summe 7 Tage	
08.08.2002 08:00	105.3 Tage	0	-					
10.11.2002 08:20	11.3 Tage	751	8.9	0.4	3.3	3.6	18.5	
15.11.2002 08:00	6.3 Tage	814	13.0	0.5	12.6	12.6	29.6	
17.11.2002 08:15	4.3 Tage	899	75.2	3.1	26.3	46.1	72.1	Evacuation partielle
19.11.2002 08:00	2.3 Tage	1081	96.0	4.0	0.0	14.6	73.3	
20.11.2002 07:50	1.3 Tage	1227	147.0	6.1	6.3	6.3	79.6	
20.11.2002 16:45	22.6 Std	1296	211.2	8.8	0.9	7.2	80.5	Evacuation totale
21.11.2002 07:30	7.8 Std	1690	641.1	26.7	0.9	7.2	80.5	
21.11.2002 09:45	5.6 Std	1777	928.0	38.7	0.9	7.2	80.5	
21.11.2002 13:15	2.1 Std	2025	1700.6	70.9	0.0	0.9	76.1	
21.11.2002 15:20								Eboulement

Evolution des vitesses (mm/jour et mm/h) ayant conduit aux évacuations

Cellule de crise et gestion du risque

La cellule de crise, formée de la « Zivilschutzanlage » (Protection civile), des pompiers et du géologue en chef du bureau Rovina, a assuré :

- Le traitement de toutes les décisions ;
- La fermeture et le contrôle des zones d'évacuation ;
- La prise en charge de la population évacuée (toutes les personnes ont pu être logées chez des particuliers) ;
- La coordination avec la ligne de chemin de fer Matterhorn Gotthard, l'armée, les différents services, etc. ;
- L'information régulière à la population (env. 2 à 4 fois par semaine), via un bulletin de presse ou des réunions publiques ;
- La publication d'un bulletin de presse.

Conclusions

D'après cet exemple, il est possible de prévoir un éboulement avec un bon système de surveillance.

D'un point de vue technique :

- Il est important d'avoir une écoute de la population locale, qui observe quotidiennement les changements de la falaise, y compris les « petits » évènements (à noter dans le cadastre des événements).
- Application immédiate de deux systèmes de mesures redondants, si nécessaire
- Le modèle géomécanique, s'il est réévalué et amélioré après sa mise en place initiale, est un outil précieux pour la prévision.
- L'intervention d'un expert pour un deuxième avis peut s'avérer nécessaire.
- Des travaux de protection d'urgence peuvent être entrepris dans l'attente d'ouvrages définitifs (digue d'urgence dans la zone Nord, la digue finale prévue n'a pour l'instant pas pu être réalisée pour des questions financières)

D'un point de vue organisationnel :

- Il est indispensable que la cellule de crise coordonne l'ensemble des activités, et que les autorités soient disposées à prendre des décisions « non bureaucratiques » et surtout rapides.
- Aucune décision ne doit être prise « à la légère », sans discussion objective sur toutes les variantes possibles. Un changement de situation (par ex. levée de l'évacuation) ne peut se décider que sur la base de raisons fondées.
- Dès qu'une évacuation est envisagée, il faut également penser à la levée de l'évacuation (sur quels critères).
- **Fixer des valeurs seuil à l'avance est difficile** ; dans le cas de Meidji, c'est la comparaison des vitesses de déplacement (tableau ci-dessus), couplée à l'analyse du comportement géomécanique (modèle) qui a servi de base de décision.
- Une information franche et détaillée de la population, en abordant les incertitudes comme les certitudes, est un gage de réactivité en situation d'urgence. Cela passe par l'établissement avec soin d'un bulletin de presse « honnête » (toutes les informations fournies à la presse passaient au préalable par la cellule de crise).
- Enfin, on peut recommander de réaliser les travaux avec des entreprises et des ouvriers de la région, qui connaissent bien les problèmes locaux.