Eboulement du 15 mars 2008 au tunnel de La Roche (H18), géologie et travaux confortatifs

Autor(en): **Flury, François / Kohler, Valérie / Siffert, David**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **112 (2009)**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-684841

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Eboulement du 15 mars 2008 au tunnel de La Roche (H18), géologie et travaux confortatifs

François Flury, Valérie Kohler
et David Siffert

Description de l'événement

Le 15 mars 2008, vers quatre heures du matin, une masse d'environ 300 m³ de calcaires s'est éboulée sur la route cantonale H18 qui mène de Sceut à Saint-Brais, à proximité du portail ouest du petit tunnel de La Roche.

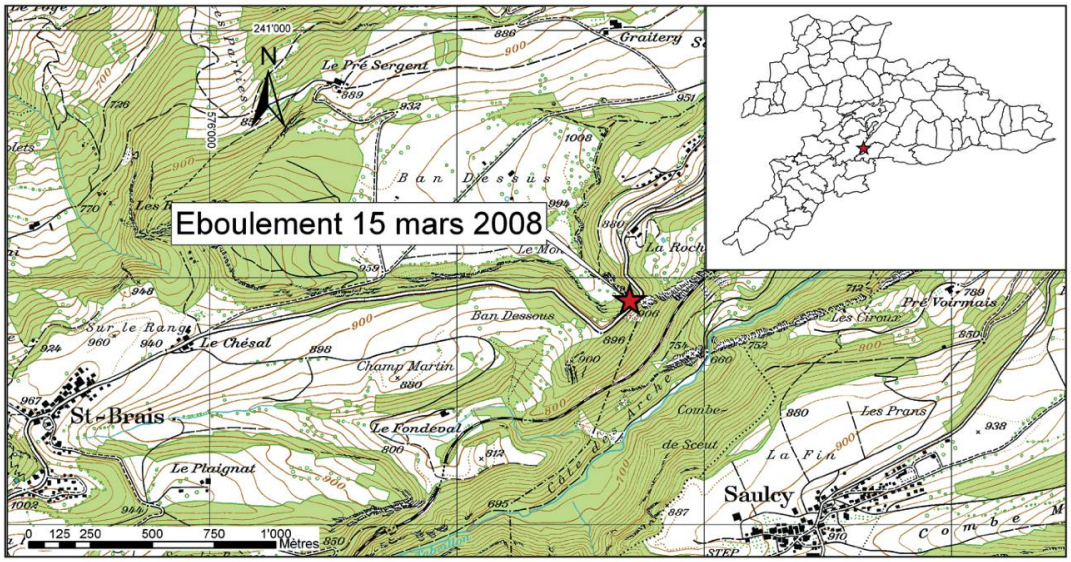

Figure 1 : localisation de l'événement du 15 mars 2008.

Plus de 200 m³ se sont arrêtés sur la route et l'ont obstruée. Par chance, sous la masse éboulée, la chaussée est construite sur un éperon rocheux, alors que, de part et d'autre, on peut observer une construction en estacade (sorte de demi-pont). De ce fait, les dégâts à la route se sont heureusement révélés minimes, et ont concerné le revêtement.

Figure 2: la niche d'arrachement et l'accumulation sur la H18 à l'ouest du tunnel de La Roche (hélicoptère 20.03.2008).

Figure 3: l'accumulation des 200 m³ de blocs calcaires sur la H18 (vue vers l'ouest depuis l'intérieur du tunnel de la Roche).

Le reste des blocs calcaires a dévalé le couloir en aval de la route jusqu'à la ligne de chemins de fer du Jura, qui a été entièrement détruite sur cent quarante mètres de longueur.

Figure 4: destruction de la voie des Chemins de fer du Jura (CJ).

Quelques blocs ont poursuivi leur trajectoire en aval de la ligne CJ et deux éléments (2,2 et 5,8 m^3) ont atteint le fond de vallée à la Combe Tabeillon, ce qui représente environ quatre cent cinquante mètres de distance depuis la niche d'arrachement située en amont de la H18.

Figure 5: le bloc de 5.8 m^3 retrouvé à la Combe Tabeillon.

Par chance, aucun blessé n'est à déplorer.

Contexte géologique

Le site de l'éboulement est localisé dans la charnière d'un pli anticlinal «en genou» d'axe NE-SW. Le toit du pli est constitué par les calcaires du Rauracien, tandis que le cœur de l'anticlinal est formé des marnes oxfordiennes qui sont sub-affleurantes à l'est du tunnel. En bordure de route, le pendage des couches est incliné vers la H18 (155-165/50-65). A droite de la niche d'arrachement, un pendage de 27° vers la H18 a été

mesuré; on notera également que la base de la niche d'arrachement (plan de stratification) montrait du limon argileux, légèrement graveleux, de consistance moyenne à ferme, sur une épaisseur maximale de quarante centimètres. Il s'agit probablement d'un remplissage karstique sur interstrate.

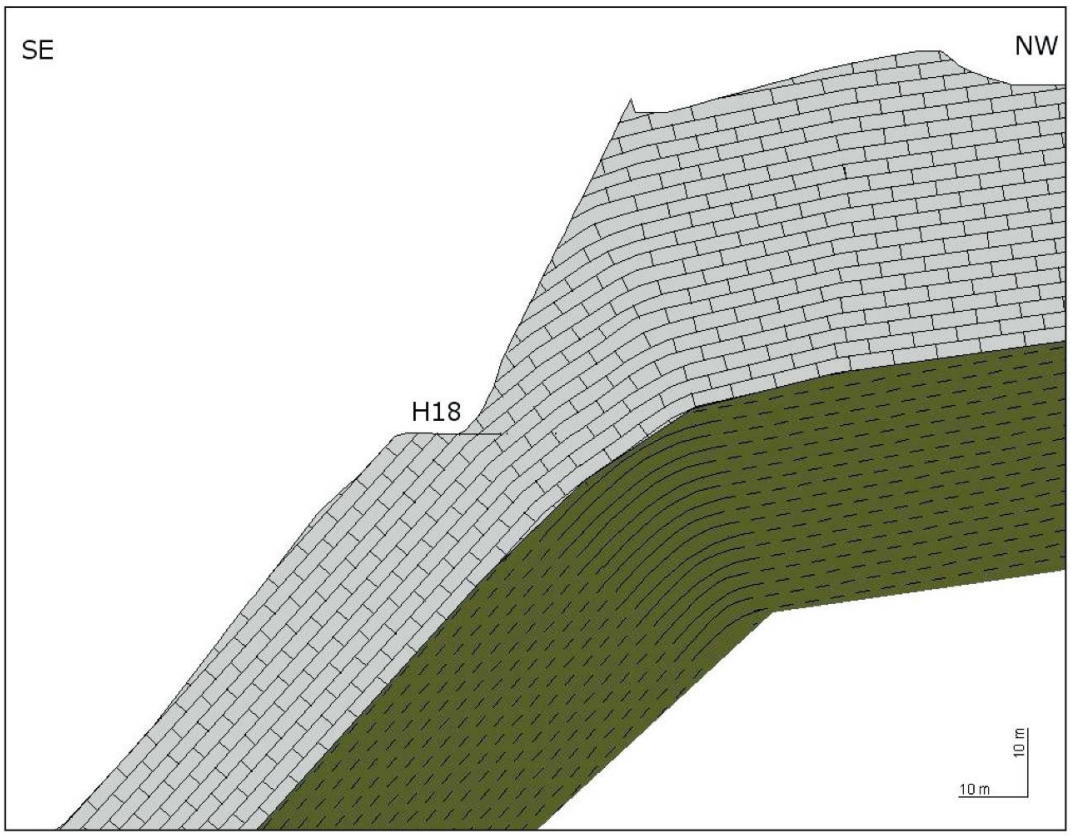

Figure 6: profil géologique SE-NW à droite du tunnel de La Roche: les calcaires du Rauracien (en gris, formation de Saint-Ursanne) reposent sur les marnes de l'Oxfordien (en vert).

En s'élevant dans la falaise, le pendage diminue vers le NW pour devenir subhorizontal sur le plateau du Mont.

L'agencement structural est caractérisé par la stratification et deux familles principales de fractures qui la recoupent:

– une famille F1 d'orientation E-W (330/75, fracturation conjuguée),

– une famille F2 d'orientation N-S (270/70, fracturation dite «rhénane»).

De plus, une autre fracture, d'orientation SW-NE (295/60), est bien visible à l'arrière de la niche d'arrachement sur la photo prise par hélicoptère (figure 7).

A plus grande échelle, il est probable que des accidents tectoniques découpent l'ensemble de la zone; il s'agit de failles associées et alignées sur le grand accident géologique de la Caquerelle (axe NNE-SSW).

L'agencement des discontinuités du massif rocheux (stratification inclinée vers la H18 et au moins trois familles de fractures qui recoupent la stratification), associé au remplissage limono-argileux d'un interstrate, constitue pour nous le *cadre structurel* de l'éboulement du 15 mars 2008.

Cet agencement défavorable (massif prédécoupé) est soumis aux attaques des agents naturels (*facteurs dégradants*) qui ont développé les ouvertures au fil du temps: érosion karstique par les eaux infiltrées (présence de limon argileux sur le plan de glissement), ruissellement des eaux météoriques, neige, cycles de gel-dégel, action mécanique des racines des arbres (présence de racines dans la niche d'arrachement).

Le facteur déclenchant le plus probable est la fin d'une période de gel-dégel, vu la date à laquelle l'éboulement s'est produit.

Aucun tremblement de terre n'est à signaler dans les heures qui ont précédé l'éboulement.

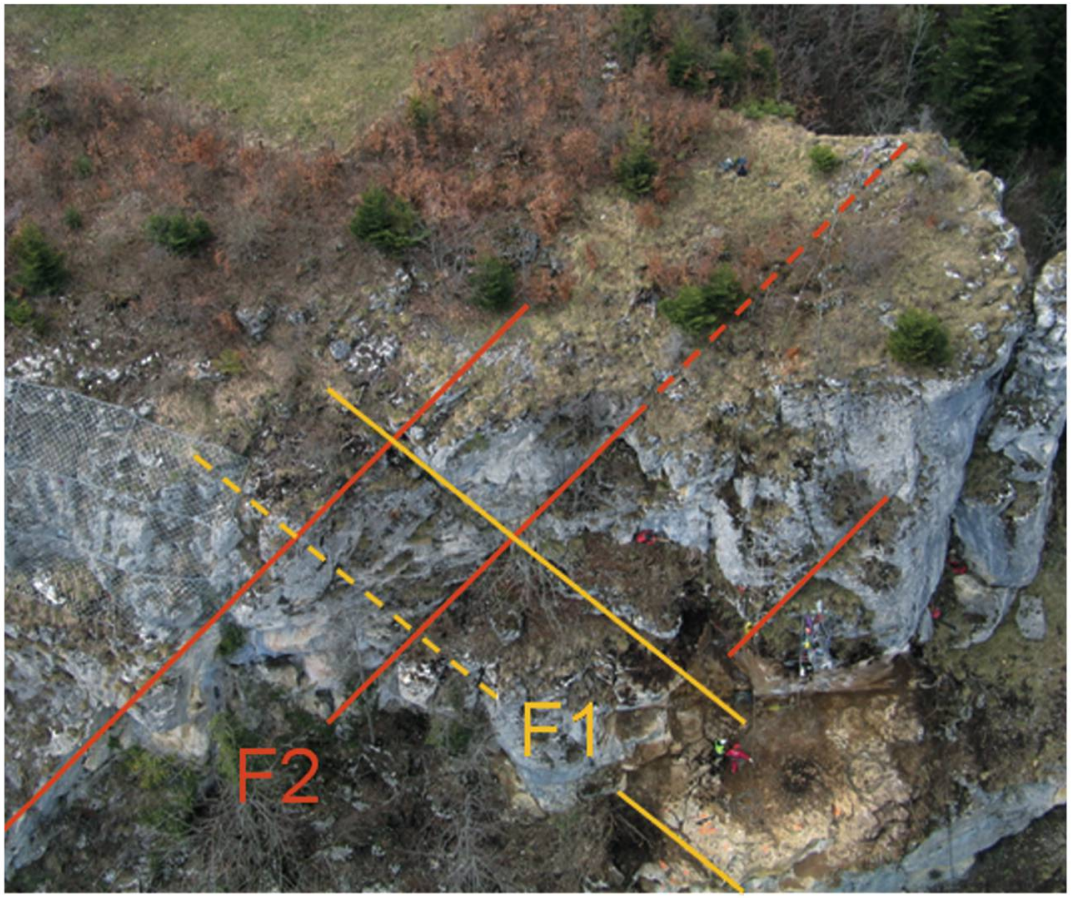

Figure 7: photographie prise à la verticale de la niche d'arrachement (hélicoptère, 20.03.2008); quelques fractures représentatives des familles F1 et F2 sont reportées sur la photographie. La fracture SW-NE (gauche-droite) est visible à l'arrière de la niche d'arrachement au-dessus des deux personnes; on remarquera également l'élément nommé «La tour» tout à droite de la falaise.

Travaux confortatifs

Ce chapitre présente un simple résumé des risques principaux et des travaux qui ont été mis en œuvre. Le détail complet de toutes les opérations a été consigné dans un rapport technique à fin 2008[1].

Les reconnaissances de terrain (en falaise, par hélicoptère) ont permis d'identifier l'ensemble des risques, parmi lesquels nous retiendrons:

– après l'éboulement, la niche d'arrachement présentait de nombreux blocs instables (sur la surface de glissement, masses constituant l'arrière de la niche); dans les environs de la niche d'arrachement, de nombreux blocs d'un volume jusqu'à plusieurs mètres cubes ont été identifiés;

– à l'ouest de la niche d'arrachement, une masse importante (appelée le «jumeau»), possédant les mêmes caractéristiques que la masse éboulée, a été rapidement identifiée. Son volume était estimé entre 500 et 1400 m^3 selon les discontinuités géologiques considérées. Le risque qu'un deuxième éboulement se produise était jugé élevé;

– d'autres grands volumes potentiellement instables ont été identifiés dans le secteur (par exemple «La tour», cf. figures 2 et 7 plus haut). Le risque de chute correspondant a été jugé cependant plus faible que celui du «jumeau».

Figure 8: forages pour les clous dans la niche d'arrachement.

D'importants travaux ont été engagés jusqu'à la réouverture de la ligne CJ le 10 mai 2008 et celle de la route cantonale H18 le 7 juin 2008:

– purge et minage des blocs afin de sécuriser la zone de l'éboulement pour les ouvriers qui devaient intervenir en falaise;

– stabilisations par clouages et treillis plaqués de blocs présentant un risque de chute élevé pour la H18, ainsi que pour la sécurité des ouvriers; au total 231 clous ont été posés (type Gewi, longueurs entre 1,5 et 6 mètres, 900 mètres linéaires de forage au total);

– stabilisation du «jumeau»;

– purge du couloir jusqu'à la voie CJ;

– mise en place de filets de protection contre les chutes de pierres et de blocs en amont de la H18 et de la voie CJ;

– réparation de la voie CJ et reprise de l'exploitation sous haute surveillance.

L'opération la plus spectaculaire a été la stabilisation du «jumeau» au moyen de six ancrages en rocher. Il s'agissait en effet de traiter cette importante masse qui présentait un prédécoupage a priori identique à celui de la masse éboulée le 15 mars 2008 (voir la figure 2 plus haut). L'analyse de ces discontinuités a permis la définition des volumes déterminants, de l'extérieur vers l'intérieur du massif:

– bloc de surface: 400 à 600 m^3;

– bloc central: 200 à 300 m^3;

– bloc arrière: 400 à 500 m^3.

Le volume maximal potentiellement instable était donc d'environ 1400 m^3.

La stabilisation a été réalisée par la mise en place de six ancrages actifs (six tirants AVT pour rocher K1 Ptk = 1274 kN, longs de dix-sept à vingt-deux mètres, avec sept mètres de longueur de scellement).

Des blocs d'appui en béton de 60 x 60 x 60 cm permettent la transmission des efforts au massif rocheux.

Des drains forés ont été réalisés dans le pied du «jumeau», ainsi qu'à la base de la niche d'arrachement de l'éboulement du 15 mars.

Figure 9: «jumeau», mise en place des tirants d'ancrage en falaise à trente mètres au-dessus de la H18, à l'aide de l'hélicoptère.

Figure 10: «jumeau», les six ancrages à droite de l'ouvrier, avec leurs appuis en béton, sont bien visibles depuis la H18; on peut également observer, à droite et au-dessus, les têtes de clous (petites plaques carrées en acier).

Réseau de surveillance

Afin d'anticiper tout mouvement éventuel des autres grandes masses identifiées à l'ouest du tunnel (par exemple «La tour» illustrée en figures 2 et 7 ci-dessus), il a été décidé, en accord avec les spécialistes de l'Office fédéral de l'environnement, d'instrumenter la falaise.

Le réseau de surveillance qui a été installé est constitué de douze extensomètres d'une part, et de onze cibles (prismes) qu'un tachéomètre mesure toutes les trente minutes d'autre part. Le tout est relié à une centrale d'acquisition.

Les extensomètres servent à mesurer en continu d'éventuels mouvements de part et d'autre de fractures importantes; leur précision est de 0,04 mm. Le tachéomètre mesure la distance qui le sépare de chacun des onze prismes, avec une précision de un millimètre.

Un système d'avertissement et d'alarme est activé lors de mouvements supérieurs à des valeurs préalablement définies par les spécialistes.

Après plus d'une année de fonctionnement, aucun déplacement significatif n'est à signaler; les fouines, qui ont décidé de ronger certains câbles pendant l'hiver 2008-09, ont constitué, avec le brouillard, la principale cause de souci de ce réseau.

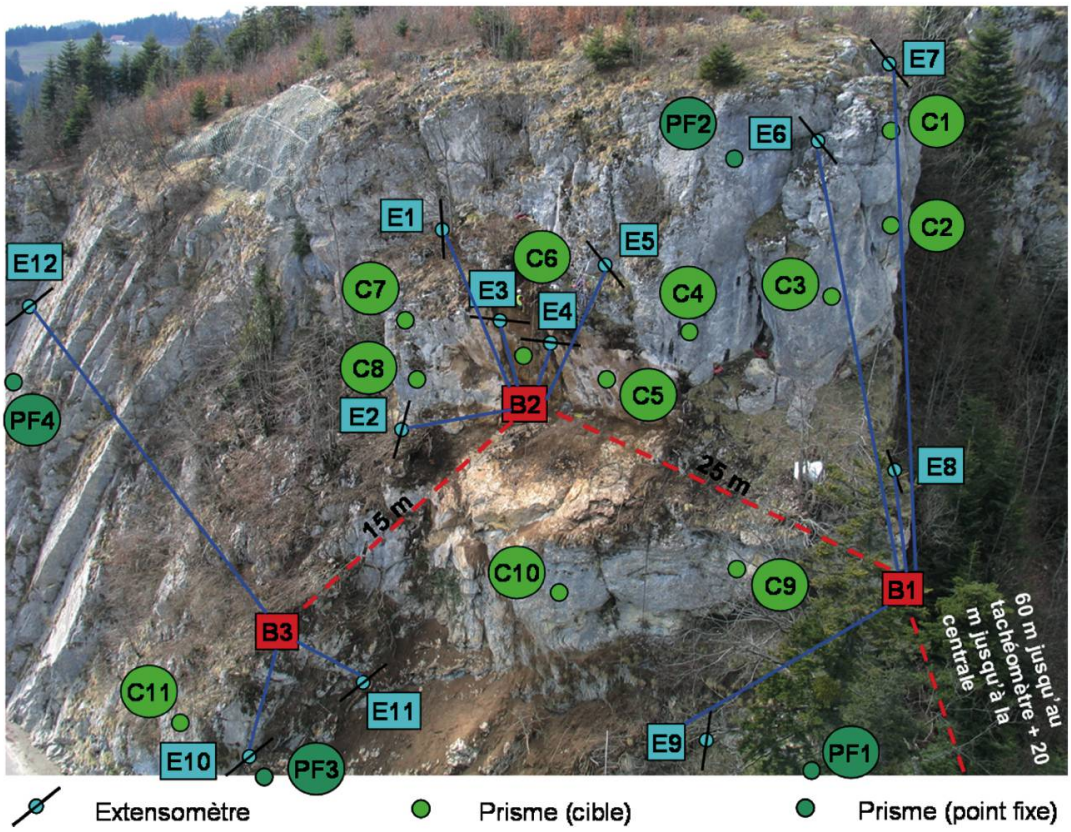

Figure 11 : réseau de surveillance de la falaise.

Conclusions, remarques finales

La route cantonale H18 représente une liaison importante entre les Franches-Montagnes et les autres districts du canton. Dès l'éboulement constaté le matin du 15 mars 2008, sa réouverture était exigée dans les plus brefs délais. Il en a été de même pour la ligne ferroviaire des Chemins de fer du Jura, afin de limiter les pertes d'exploitation.

La H18 aura donc été fermée du 15 mars au 7 juin 2008, alors que la voie CJ était remise en service dès le 10 mai 2008.

Le coût global des travaux engagés et des mesures de surveillance est de 1,5 million de francs pour la H18 et de 1,4 million de francs pour la voie de chemin de fer (y compris la perte d'exploitation des CJ).

Les deux maîtres d'ouvrage et la direction des travaux ont toujours eu à cœur d'informer le public et les autorités. Les médias ont pu se rendre sur les lieux à maintes reprises. Deux séances spéciales ont été organisées sur le chantier:

– le 20 mars 2008 pour une délégation des maires des Franches-Montagnes;

– le 30 mai 2008, pour la Commission *Environnement et Equipement* du Parlement du Canton du Jura.

Le présent article s'inscrit dans cette volonté de mettre en lumière les contraintes spécifiques à ce chantier dans une falaise de plus quarante mètres de hauteur; le souci constant de la sécurité a prévalu pendant toute la durée du chantier et, heureusement, aucun blessé n'a été à déplorer.

Remerciements

Nous adressons nos plus sincères remerciements aux deux maîtres d'ouvrage, le Service cantonal des Ponts & Chaussées par MM. J.-Ph. Chollet, ingénieur cantonal, et A. Seuret, ingénieur responsable des routes cantonales, ainsi que les Chemins de fer du Jura par MM. G. Bregnard, Directeur, et I. Perrin, Chef de la division voie et bâtiments.

Les grandes compétences de nos collègues de l'Office fédéral de l'Environnement, MM. Bernard Loup et Hugo Raetzo, ont constitué pour nous une aide très précieuse.

Nous exprimons également notre gratitude aux collaborateurs des entreprises engagées sur ce chantier, et tout particulièrement à ceux de l'entreprise de travaux acrobatiques M. D'Andrea, qui ont souvent travaillé en conditions météorologiques très difficiles.

François Flury est géologue et hydrogéologue diplômé de l'Université de Neuchâtel. Avec ses deux associés, il dirige le bureau MFR Géologie-Géotechnique SA, actif dans les domaines de la géologie de l'ingénieur et de la géotechnique, des dangers naturels, de l'hydrogéologie et des sites pollués/contaminés (www.mfr.ch). F. Flury est membre du Comité du Cercle d'études scientifiques de la SJE.

Valérie Kohler est géologue diplômée de l'Université de Neuchâtel ainsi que de l'EPFL (Formation postgrade internationale en géologie de l'ingénieur et de l'environnement). Elle travaille depuis 2000 au bureau MFR Géologie-Géotechnique SA où elle assume les fonctions de chef de projet, particulièrement dans le domaine des dangers naturels.

David Siffert est ingénieur civil diplômé de l'EPFL. Il a travaillé comme ingénieur géotechnicien en tant que chef de projet au bureau MFR Géologie-Géotechnique SA de 2001 à 2008. Il est ingénieur communal de la ville de Delémont depuis le 1er janvier 2009.

NOTES

[1] MFR GÉOLOGIE-GÉOTECHNIQUE SA (2008): H18 – Tronçon Sceut – Saint-Brais – Montfaucon, CJ – Tronçon Montfaucon (Km 10.4) – Glovelier (Km 30.4) Tunnel de La Roche – Eboulement du 15 Mars 2008 – *Avant-projet a posteriori.* Delémont, le 26 septembre 2008.