Synthèse du cours d'automne 2019:

Glissements spontanés et coulées boueuses - Où en sommes-nous? Quels besoins d'action?

Bernard Loup ¹ (bernard.loup@bafu.admin.ch) Stephan Wohlwend ² (stephan.wohlwend@llv.li)

1 Office fédéral de l'environnement, Section glissements de terrain, avalanches et forêts protectrices, Berne 2 Amt für Bevölkerungsschutz, Abteilung Naturgefahren, Vaduz

Introduction

Les mouvements de terrain superficiels tels que glissements spontanés et coulées boueuses sont des processus encore incomplètement appréhendés. De nombreuses incertitudes, si ce n'est d'inconnues, subsistent dans
les domaines de la caractérisation des processus, de la dynamique, des modes de déclenchement, des actions attendues ou encore
des mesures de réduction des risques, pour
n'en citer que quelques-uns. Afin de dresser
un bilan des connaissances et de pointer les
approfondissements encore nécessaires, la
FAN a dédié son cours d'automne 2019 à ce
sujet (FAN 2019).

Le comité d'organisation du cours a présenté une rétrospective générale du cours dans le FAN-Agenda 2/2019 (Ritler et al. 2019). Nous proposons ici un bilan des questions qui se posent encore au niveau de la mise en œuvre (cantons, bureaux; partie 1 ci-dessous); les points soulevés sont ensuite étayés par les réponses données par les participant(e)s au sondage "Wo brennt's" réalisé en début de cours. Les réponses, encore partielles, qui ont pu être données par l'OFEV et ses partenaires dans le cadre de projets de recherche font l'objet de la partie 2. Enfin, en références aux échanges d'expériences durant le cours et aux résultats du sondage initial, les be-

soins d'action sont identifiés de même que les points à traiter en priorité (partie 3). Certains commentaires formulés dans l'évaluation ayant suivi le cours sont également repris.

Partie 1

Difficultés dans l'évaluation des dangers de glissement de terrain spontané et de coulée boueuse

Du point de vue de la pratique et des organismes responsables de la mise en œuvre, plusieurs domaines d'action ont été identifiés. Petit tour d'horizon.

Problématique de la définition des processus et de leur évaluation

Les deux processus partiels, à savoir les petits glissements de terrain spontanés et les coulées boueuses de versant, sont des mouvements de terrain spontanés. Les critères de détermination de la disposition de base sont identiques pour ces deux processus partiels. Pourtant, la dynamique des processus est très différente, l'un étant un processus de glissement, l'autre un processus d'écoulement. La détermination des intensités pour les deux processus est également basée sur des critères identiques: l'épaisseur de la couche

mobilisable et la hauteur du dépôt. Conclusion: une définition utilisée de façon uniforme pour les deux processus partiels, pour l'application des critères d'intensité et pour la mise en œuvre dans les cartes de danger, fait encore défaut aujourd'hui.

Problématique de la disposition de base et des facteurs aggravants

La détermination de la disposition de base est souvent rudimentaire et généralisée, et donc souvent peu nuancée sur de grandes surfaces (figure 1). La raison en est le manque de données de base et d'analyses. En effet, outre la carte géologique, le cadastre des événements ou les témoins muets identifiables sur le terrain, les informations sur les propriétés géotechniques du sous-sol sont généralement manquantes. Il est indéniable que l'acquisition des paramètres géotechniques dépasserait presque toujours le cadre d'une carte de danger. Toutefois, des informations plus détaillées telles que rapports géotechniques, profils de forage, relevés de fouille et analyse des sols de fondation sont souvent disponibles; il est impératif de les consulter. Afin de réduire au minimum l'effort nécessaire à la collecte de ces informations, les services responsables des dangers naturels devraient se préoccuper davantage de la question de savoir comment ces informations pourraient être mises effi-

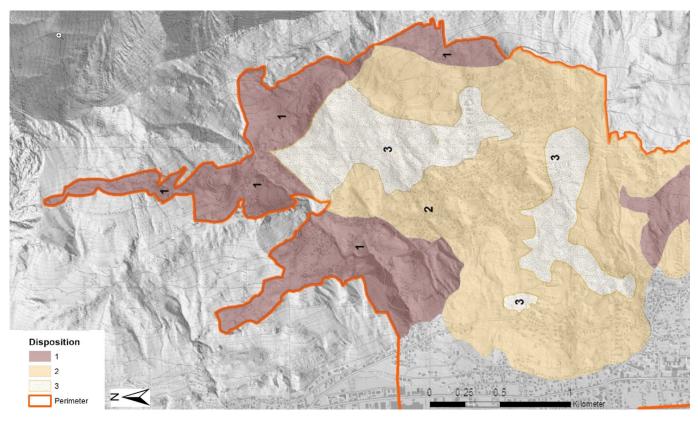


Figure 1: Exemple d'une détermination très généralisée et peu nuancée de la disposition de base.

cacement à disposition des spécialistes mandatés. Une solution pourrait consister en des bases de données de forages, basées sur SIG, ce au niveau cantonal ou national.

Le système de détermination des facteurs aggravants (OFEV 2016) permet de saisir systématiquement les facteurs les plus importants qui favorisent la survenance des coulées de boue. Toutefois, la description de leur influence et la définition des ordres de grandeur de cette influence sont insuffisantes. Afin de garantir une évaluation uniforme et reproductible, d'autres valeurs de référence spécifiques doivent être définies.

Problématique des scénarios par classe de probabilité, intensité et zone de processus

La probabilité est déterminée à l'aide des facteurs aggravants, bien que ceux-ci soient définis indépendamment des événements eux-mêmes. En théorie, ce système ne peut donc être utilisé que pour déterminer la probabilité d'occurrence. Il n'existe donc aucune base pour définir différents scénarios basés sur des événements de taille différente. En particulier, ce système ne permet pas d'établir la dépendance évidente à l'égard d'un événement de précipitation. En raison de cette lacune, les cartes d'intensité par classe de probabilité sont souvent insuffisamment différenciées, très similaires, voire identiques.

La détermination de l'intensité d'un processus vise principalement à quantifier les actions possibles sur un obstacle resp. un potentiel de dommage. En utilisant l'épaisseur de la couche mobilisable, les critères actuels permettent de déterminer correctement l'intensité dans la zone de décrochement. L'utilisation de la hauteur de dépôt dans la zone d'épanchement indique la hauteur d'impact du processus. Toutefois, cette valeur ne se corrèle pas né-

cessairement avec la force appliquée à l'objet concerné. Cette difficulté devient encore plus évidente dans la zone de transit des coulées de boue, où l'utilisation de l'épaisseur de la couche mobilisable et de la hauteur du dépôt n'est pas satisfaisante. L'utilisation de la force comme critère d'intensité serait plus pertinente, au moins pour la zone de transit ainsi que pour le début de la zone de dépôt.

Une condition préalable à la détermination de la zone d'influence des processus, et donc de la portée des coulées et glissements, est la décision de savoir si l'on doit s'attendre, ou non, à une liquéfaction de la masse mobilisée. Ainsi, indirectement, est également prise une option sur le processus dominant, soit des coulées de boue de versant, soit de petits glissements de terrain spontanés. La prochaine question fondamentale est de savoir si la détermination de la distance d'écoulement peut être effectuée de façon experte ou si une simu-

lation numérique pourrait donner de meilleurs résultats. Les modèles actuellement disponibles ne peuvent certainement pas remplacer de manière fiable une détermination experte de la zone d'épanchement, mais ils peuvent au moins livrer des ordres de grandeur ("champ des possibles"). L'utilisation d'une simulation numérique peut être particulièrement utile dans l'argumentation envers des propriétaires fonciers exposés aux dangers naturels selon les délimitations de la carte de danger.

Problématique de la mise en œuvre dans les cartes de danger

La cartographie des dangers de coulées de boue et de petits glissements de terrain spontanés ne correspond souvent pas à la même précision d'échelle que les autres processus de danger (figure 2). Les raisons mentionnées ci-dessus en sont la cause : une disposition de base uniforme délimitée de façon trop généreuse, une influence peu claire des facteurs aggravants et une distance d'écoulement difficile à déterminer.

Outre les difficultés à déterminer l'intensité et la zone d'influence, les différentes façons d'appliquer le diagramme intensité-probabilité et la représentation des différents processus partiels de glissement sur la carte de danger conduisent à des résultats différents. Avec le diagramme intensité-probabilité, les différences résultent principalement des champs matriciels divisés diagonalement. La question se pose ici de savoir si la zone de transit des coulées de boue doit être évaluée différemment de la zone d'épanchement. L'application des champs divisés diagonalement pour les coulées de boue et les petits glissements spontanés est également non unifiée. On constate même que des diagrammes intensité-probabilité parfois très différents sont appliqués (figure 3).

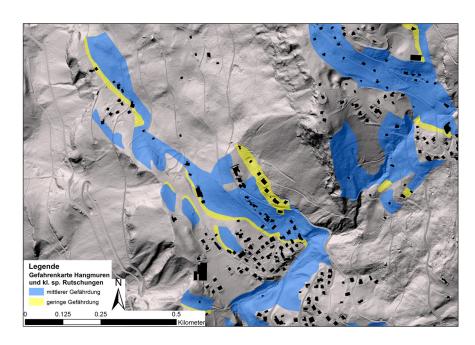


Figure 2: Exemple d'une délimitation généreuse des secteurs de danger.

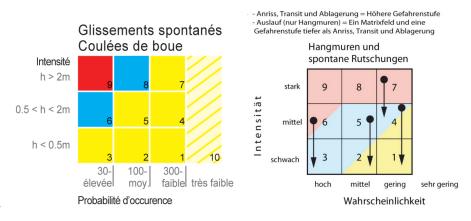


Figure 3: Exemples de diagrammes intensité-probabilité différents.

Lors de la synthèse, dans une même carte de danger, des différents processus partiels de glissement (coulées de boue de versant, petits glissements de terrain spontanés, grands glissements de terrain spontanés, glissements de terrain permanents), il faut veiller à ne pas perdre les informations détaillées importantes propres aux processus partiels. Ces informations sont en effet nécessaires, par exemple pour la formulation de conditions constructives ou la détermination de mesures de protection à l'objet. Il en va de même pour les cartes d'intensité, où une éventuelle différen-

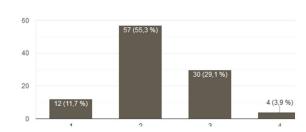
ciation entre les processus partiels joue un rôle décisif pour l'utilisation des cartes en cas d'événement, à savoir dans le cadre des décisions d'intervention et d'évacuation.

Points critiques selon le sondage "Wo brennt's"

Les questions ouvertes et difficultés présentées plus haut ne sont pas spécifiques à une région ou à un groupe restreint de personnes, mais paraissent bien être partagées par l'ensemble de la communauté. C'est du moins ce qui ressort, en partie indirectement,

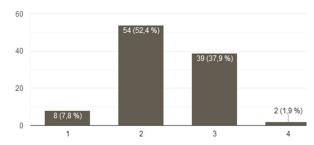
Die aktuellen Möglichkeiten und Instrumente für die Gefahrenbeurteilung von Hangmuren und Spontanrutschungen sind zufriedenstellend

103 Antworten



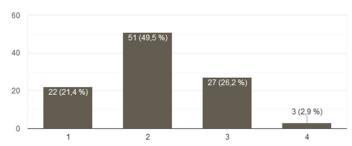
"Das Prozessverständinis ist hoch"

103 Antworten



"Die Beurteilung der Disposition ist einfach"

103 Antworten



"Die Datengrundlagen genügen den Ansprüchen für eine Gefahrenbeurteilung"

103 Antworten

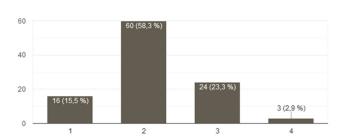
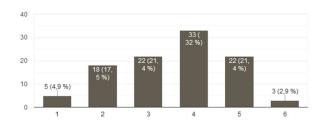


Figure 4: Quatre affirmations proposées en début du cours. Une tendance identique se dessine pour les quatre propositions (de 1 = pas d'accord à 4 = entièrement d'accord).

Mein Kenntnisstand in Bezug auf die Beurteilung von Hangmuren und Spontanrutschungen ist...

103 Antworten



Ich habe bereits Erfahrung in der Beurteilung von Hangmuren- und Spontanrutschungen gesammelt

103 Antworten

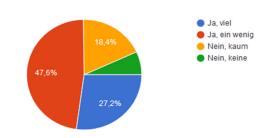


Figure 5: Niveau de connaissance et d'expérience des participant(e)s dans l'évaluation des glissements spontanés et coulées boueuses (pour le graphique de gauche: de l = très faible à 6 = très élevé).

des résultats du sondage "Wo brennt's" réalisé au début du cours.

Pour les quatre affirmations proposées, une majorité a plutôt exprimé un désaccord, avec entre 60 et 74 % de voix pour les tendances "pas d'accord" et "plutôt pas d'accord" (figure 4). Ces résultats sont probablement aussi le reflet des niveaux de connaissance et d'expérience très variables des participant(e)s dans le domaine (figure 5).

Par rapport aux difficultés mises en évidence en début de cette première partie et par la figure 4, les participant(e)s ont pu indiquer, dans une liste prédéfinie, tous les aspects qui les intéressaient plus particulièrement dans le cadre du cours (figure 6). Ces résultats reflètent les attentes et besoins personnels d'en savoir plus dans certains domaines précis, ceci dans une optique de formation continue. La figure 6 montre également a posteriori que le programme du cours était en adéquation avec ces attentes, ce que l'enquête de sa-

tisfaction réalisée après le cours a aussi pu confirmer.

Ces attentes ont ensuite été explicitées par le biais de la question ouverte "Que souhaites-tu retirer du cours?". Sans entrer dans le détail, il apparaît clairement que les attentes correspondent aussi aux domaines dans lesquels existe un besoin de nouveaux développements; les presque huitante réponses données seront très utiles pour préciser les besoins d'action futurs (voir partie 3).

Welche Aspekte interessieren dich beim aktuellen Kurs?

103 Antworten

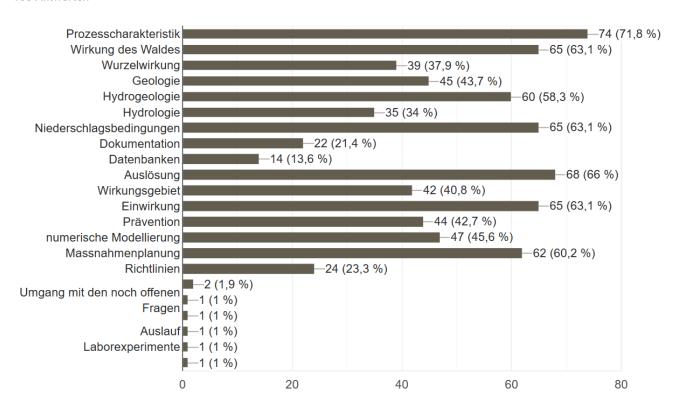


Figure 6: Principaux intérêts des participant(e)s.

Il apparait également que le document de référence actuel, l'aide à l'exécution Protection contre les dangers dus *aux mouvements de terrain* (OFEV 2016) est connu par environ 90 % des participant(e)s, mais utilisé par moins de 60 % d'entre eux. Certaines raisons pour sa non-utilisation sont évoquées, notamment le fait qu'elle n'apporte aucune nouveauté ni de solutions pour la détermination des intensités et des probabilités des processus en question.

Partie 2

Travaux entrepris par I'OFEV

L'OFEV, et avant lui l'ancien Office des eaux et de la géologie OFEG, ont identifié de longue date les difficultés liées à l'évaluation et à la prise en compte des processus en question. Les principales activités menées depuis 2007 en vue de combler les lacunes, de même que les jalons majeurs des dernières années ont été évoqués à Schwägalp par Turi Sandri dans sa keynote et détaillées par Bernard Loup dans la synthèse du vendredi (cf. FAN 2019 et les représentations accessibles sur le site Internet de la FAN https://fan-info.ch. Un aperçu de ces activités est redonné ci-après.

Thèmes prioritaires traités entre 2007 et 2019

Parmi toutes les questions ouvertes relatives aux différents thèmes où? - type de processus? - quand? - conditions du déclenchent? - surface touchée? - actions/contraintes? - recours à la simulation? - mesures de mitigation? - prévision? - etc., les actions prioritaires

ont porté sur:

- l'évaluation de la disposition,
- la documentation exhaustive des événements pour une meilleure compréhension des processus et de leurs caractéristiques,
- es actions,
- l'utilisation de la simulation numérique,
- la prévision et l'alarme.

Afin d'apporter des réponses à ces questions, de nombreux ateliers et échanges entre partenaires spécialisés ont été organisés. Plusieurs mandats de recherche ont été attribués par l'OFEV à des bureaux, hautes-écoles ou associations professionnelles. L'OFEV a également participé au financement de certains projets. A relever que les cantons ont également entrepris de leur côté des actions en vue de clarifier

ces points ouverts, par exemple dans les domaines de la détermination de la disposition ou de la modélisation de l'écoulement.

Disposition

Un mandat attribué à l'AGN a permis de préciser les facteurs clés dans la détermination de la disposition géologique et hydrogéologique. L'étude réalisée propose également des outils concrets d'analyse de terrain permettant une différenciation plus fine de la disposition. Pour le détail, se référer à la présentation de Roland Wyss (in: FAN 2019), au rapport complet de 2016 disponible sur le site Internet du GSGI (AGN 2016; https://www.sfig-gsgi.ch/publikationen), et aux deux articles parus dans le Swiss Bulletin de géologie appliquée (Boll-Bilgot et Parriaux 2018; Wyss et al. 2018).

La carte du ruissellement réalisée sur mandat de l'OFEV est également un document précieux pour évaluer la répartition spatiale possible des coulées et glissements spontanés en fonction des cheminements et concentrations préférentielles des eaux de surface.

Une analyse comparative réalisée en interne (OFEV, W. Ruf) a permis de montrer que le point de déclenchement de 55 à 60 % des 3400 évènements saisis dans StorMe par le canton de Berne se situe dans une surface touchée par un écoulement superficiel (figure 7).

A noter que la carte du ruissellement a été réalisée avant tout dans une optique de prévention des dommages liés à l'eau, mais qu'elle trouve ici un autre domaine d'application très prometteur, tant pour l'évaluation de la répartition spatiale que pour l'évaluation des conditions de déclenchement.

Documentation des évènements

"Qui veut prévoir doit s'intéresser au passé".

Toutes les informations consignées dans un cadastre des événements naturels sont indispensables lorsqu'il s'agit par exemple de comprendre les processus et leurs caractéristiques, de délimiter les périmètres potentiellement menacés, d'estimer les périodes de retour, de définir les scénarios, d'évaluer les dommages possibles ou encore d'étalonner les simulations. Dans le but de proposer aux milieux scientifiques et de la pratique un outil de référence pour les aspects ci-dessus, l'OFEV a fortement contribué au développement des bases de données existantes du WSL. Les différentes séries d'événements ont ainsi été réunies dans une base de données unique, selon une structure harmonisée et augmentée par de nouveaux champs, principalement dans le domaine de la géologie et de l'hydrogéologie (détails dans la présentation et l'article de Christian Rickli, in: FAN 2019).

La mise en ligne de la base de données – accessible à toute personne intéressée sous https://hangmuren.wsl.ch/login.html – a été

largement communiquée, notamment par la FAN. Selon l'enquête "Wo brennt's", 55 % des participant(e)s au cours connaissaient l'existence de cette base de données, alors que seuls 21 % l'ont effectivement utilisée. Afin que cet outil soit toujours plus performant, d'autres évènements seront ajoutés en fonction de leur survenance.

Actions

Depuis les Recommandations pour la prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans la cadre des activités de l'aménagement du territoire (OFAT, OFEE, OFEFP 1997), l'épaisseur de la masse mobilisable e et la hauteur du dépôt h sont utilisées comme critères d'intensité (voir aussi OFEV 2016). Ces deux paramètres sont toujours apparus comme peu satisfaisants, dans la mesure où ils ne sont pas en relation directe avec les actions effectivement à l'origine d'un dommage possible. Afin d'explorer cette question et de mieux comprendre les actions liées aux mouvements de terrain superficiels,

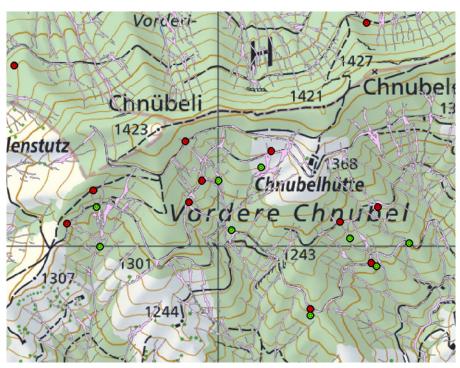


Figure 7: Corrélation entre la carte de ruissellement et les événements saisis dans StorMe par le canton de Berne (extrait secteur Eriz) Rouge: point de déclenchement, Vert: point d'arrêt.

l'OFEV a mandaté le bureau Egli Eng. AG pour reconstituer les pressions à l'origine de dommages connus et bien documentés. Ceci a été fait d'une part par calcul rétroactif de la statique constructive, d'autre part par simulation (RAMMS::Hillslope). Sans revenir ici sur les résultats (aperçu en figures 8 et 9; détails dans Loup et al. 2012; voir aussi présentation et article de Thomas Egli, in: FAN 2019), il apparaît que les pressions montrent une grande variabilité et que ce paramètre est a priori un bon candidat en tant que critère d'intensité; des approfondissements sont néanmoins nécessaires. Cette étude a également démontré la difficulté que peuvent avoir certains outils ou approches à reproduire la réalité

Simulation numérique

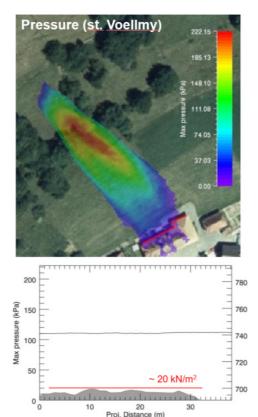
La question des outils de simulation est également un des aspects sur lequel l'OFEV a voulu faire avancer les choses. Les résultats du sondage initial "Wo brennt's" sont d'ailleurs assez

symptomatiques de la situation: il ne semble pas exister, du moins actuellement, d'outil de simulation idéal, faisant l'unanimité, ceci tant pour la disposition que pour l'écoulement (cf. présentation de Brian McArdell pour une vue d'ensemble). Environ 60 % des participant(e)s connaît des outils pour la modélisation numerique de la disposition et de l'écoulement. Par contre, seul un quart en utilise. Pour les modèles de disposition, la palette d'outils mis en œuvre compte une quinzaine d'applications, dont certains développements propres; il en va de même pour les modèles d'écoulement.

Une large majorité des participant(e)s (69 %) reconnaît que les outils de simulation sont une aide dans le cadre de l'évaluation des dangers; 9 % estiment que non. Les 22 % restants sont sans avis (manque d'expérience?) ou émettent des commentaires:

• sur la nécessité d'une plausibilisation et vé-

- rification de terrain poussée,
- sur l'incapacité des modèles à reproduire proprement la réalité,
- sur les grandes incertitudes relatives aux paramètres d'entrée des modèles,
- sur des résultats très incertains en comparaison avec ce que les modèles hydrologiques ou nivologiques peuvent produire,
- sur leur usage pertinent seulement à grande échelle, par exemple pour délimiter des zones potentiellement exposées,
- sur la dépendance des modèles d'écoulement vis-à-vis de la localisation correcte des zones de déclenchement et de la nature du processus en jeu (avec ou sans liquéfaction).
- sur le "danger" que les modèles peuvent représenter si l'utilisation n'est pas rigoureuse: ils livrent de toute façon un résultat a priori précis et plausible, et peuvent ainsi donner une illusion d'exactitude.



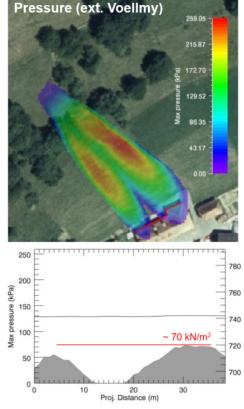
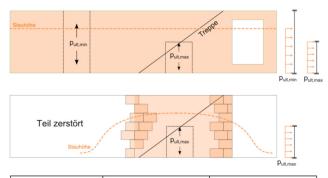


Figure 8: Deux simulations d'un événement survenu en juin 2010 à l'aide de RAMMS::Hillslope (selon état du développement en 2011). A gauche selon un modèle "Voellmy standard", à droite selon un modèle "Voellmy étendu". Les pressions simulées au droit du mur amont sont de 20 resp. 70 kN/m².





	p [kN/m²]	Bandbreite
p _{ult,min}	7	±50%
p _{ult,max}	40	±50%

Figure 9: Pour le même évènement qu'en figure 8, résultats du rétrocalcul statique sur la base des dommages constatés. Les pressions reconstituées se situent entre 7 et 40 kN/m2. On constate dans cet exemple une concordance des ordres de grandeurs entre les résultats de la simulation (fig. 8) et du calcul statique (fig. 9).

Celles et ceux qui estiment que les modèles ne constituent pas une aide justifient en partie leur réponse, principalement par la difficulté à entrer les "bons" paramètres dans le modèle (le terme "blackbox" revient plusieurs fois), et par l'imprécision ou l'inexactitude des modèles de disposition et d'ècoulement.

Les personnes estimant au contraire que les modèles sont utiles justifient leur choix par de nombreux arguments; pour eux, les modèles sont:

- adéquats pour des vues d'ensemble, au niveau carte indicative, ou pour délimiter des enveloppes d'atteinte,
- adaptés pour l'estimation des chemins d'écoulement possibles,
- appropriés pour une première évaluation de la disposition, des zones d'écoulement, des vitesses et des pressions, mais nécessitent une grande expérience dans leur utilisation et une plausibilisation de terrain,
- nécessaires dans les secteurs où une disposition est manifeste mais dans lesquels aucun évènement n'est documenté.

Ces modèles permettent aussi:

 de contrôler de façon objective et de supporter les hypothèses et l'évaluation basée sur la seule analyse de terrain,

- d'estimer grossièrement les conditions de disposition,
- de donner les ordres de grandeur de ce qui peut se produire ("champ des possibles"),
- de reproduire des événements passés,
- de quantifier les processus et leurs caractéristiques,
- d'améliorer l'objectivité et d'assurer une reproductibilité (pour autant que les paramètres soient déclarés),
- de simuler différents scénarios,
- de mieux connaître les conditions effectives du terrain, dans la mesure où les paramètres requis par le modèle obligent à poser les "bonnes questions".

Certains "pro-modèles" s'accordent enfin à reconnaître les limites de ces instruments pour des analyses de détail et des pronostics fiables. Ils considèrent néanmoins qu'il vaut mieux utiliser en connaissance de cause des modèles imparfaits, plutôt que de se fier à sa seule intuition ou au soutien divin (citation).

On le voit, les questions de modélisation soulèvent un large débat, qui pourrait se résumer par: "modèles: oui, ... mais...". Conscient des difficultés propres à la simulation des coulées de boue et glissements spontanés, l'OFEV a notamment soutenu le développement de RAMMS::Hillslope (Bartelt et al. 2011) et participe actuellement au développement d'un modèle probabiliste d'écoulement spatial ("SlideForce") mené par la Haute-école spécialisée du canton de Berne (HAFL). La mise à disposition de ce dernier modèle devrait se faire en 2021.

Prévision et alarme

Afin d'évaluer et de tester les possibilités d'un système automatique d'alerte à destination des collectivités publiques, l'OFEV a soutenu un projet pilote dans le Val d'Illiez (VS) en collaboration avec la Canton du Valais (Chéneau et Risser 2019). Le système est basé sur la méthodologie déterministe OLPAC (Operational Landslide Prediction Alert Cartography), reposant sur le calcul de stabilité d'un glissement plan infini. Le modèle intègre les principales données décrivant la disposition (topographie, paramètres géotechniques et hydrogéologiques, épaisseur du sol mobilisable, utilisation du sol). Il calcule en permanence le facteur de sécurité en fonction des précipitations antécédentes (module temps réel au temps t) et génère des prévisions de stabilité basées sur

les pluies attendues (COSMO) à temps t + 1h jusqu'à t + 6 h (module prévisionnel; figure 10). Des seuils d'alertes peuvent être fixés et permettent l'envoi automatique de messages d'alerte par SMS et e-mail. Après une longue période de calibration et de nombreux développements permettant de mieux tenir compte de la complexité du système naturel, le modèle est opérationnel et a montré sa réactivité. Sa capacité à anticiper les évènements critiques doit maintenant être validée sur la durée.

Suite à la décision du Conseil fédéral relative au rapport de suivi OWARNA donnant notamment mandat à l'OFEV de mettre en place une alerte de disposition pour les mouvements de terrain, les activités dans ce domaine vont fortement s'intensifier dans les années à venir.

Aide à l'exécution

Le bref exposé des principales activités de l'OFEV depuis 2007 ne saurait omettre l'aide

à l'exécution *Protection contre les dangers dus aux mouvements de terrain* (OFEV 2016). Dans le domaine des glissements spontanés et des coulées de boue, les nouveautés principales par rapport aux recommandations de 1997 résident dans:

- la formalisation d'une approche en 5 étapes pour l'évaluation de la probabilité d'occurrence,
- l'introduction des facteurs aggravants,
- la combinaison des facteurs aggravants avec des critères de pente pour l'évaluation de la probabilité d'occurrence; deux approches sont proposées pour cette étape.

Si ces nouveaux éléments permettent d'améliorer la qualité de l'évaluation des dangers, des progrès doivent encore être faits (cf. partie 3). Ce n'est que quand la pratique aura pu valider de nouvelles approches et méthodes que l'aide à l'exécution pourra le cas échéant

être adaptée.

Partie 3

Besoins d'action

C'est une évidence pour tous, il existe encore des lacunes importantes et des actions doivent être entreprises en vue de les combler au mieux; c'est en tout cas l'avis de 87 % des personnes présentes à Schwägalp (figure 11).

Les participant(e)s ont nommé les thèmes qui doivent encore être abordés de façon plus pointue. Les 113 réponses recueillies sont classées selon la figure 12. Une tentative de regrouper les sujets de la figure 12 par thèmes apparentés se trouve en figure 13. Les besoins d'action ainsi identifiés et indirectement priorisés sont en parfaite adéquation avec les échanges d'expériences et les constats durant le cours.

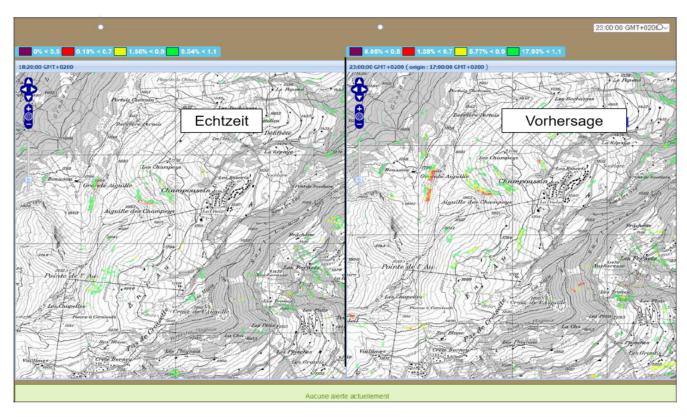


Figure 10: Extrait du modèle OLPAC pour le Val d'Illiez. A gauche, état de stabilité en temps réel (ici 18h20, moment auquel la prévision est faite); à droite, prévision de la stabilité à 23h00 tenant compte des pluies attendues, et montrant une réduction générale des facteurs de sécurité (FS). Ceux-ci sont indiqués selon 4 classes (en haut de chaque carte) avec le pourcentage de surface concernée (par rapport à une surface de référence prédéterminée).

L'évaluation post-cours permet d'expliciter certains de ces thèmes. Quelques citations (traduction libre):

- J'attendais plus de ce cours. En ce qui concerne l'évaluation des dangers de coulées de boue et de glissements de terrain spontanés, nous n'avons fait aucun progrès.
- Il m'est difficile de prétendre avoir compris les caractéristiques du processus, alors qu'en fin de compte, il n'est pas tout à fait clair si les coulées de boue et les glissements de terrain spontanés peuvent être attribués au même processus.
- Les problèmes d'évaluation (en particulier la disposition et le déclenchement, la probabilité d'occurrence et les actions / intensités) restent entiers.
- .. si nous ne sous-estimons pas fondamentalement le danger et l'intensité des coulées de boue et des glissements spontanés et si le danger est plus ou moins correctement représenté dans les cartes de dangers.
- De plus, l'évaluation des dangers telle que décrite dans l'aide à l'exécution de l'OFEV n'est pas réalisable (nouveau schéma/graphique) ou se base sur des approches anciennes, encore insatisfaisantes.
- Il est certainement encore nécessaire de mieux évaluer la question des glissements de terrain spontanés / coulées de boue.
- L'ensemble de la dynamique du processus entre le déclenchement et le dépôt n'a été discuté nulle part (dans le cours), mais se-

rait très important.

L'évaluation qui a suivi le cours a également soulevé d'autres aspects, comme le fossé qu'il y a, en tout cas pour certains domaines, entre la science et la pratique. Pour certains(e) s, la science n'apporte pas les réponses dont la pratique a besoin. A nouveau quelques citations:

- Des contributions en partie très scientifiques.
- Certaines des contributions scientifiques ont eu une valeur ajoutée trop faible pour être mises en œuvre dans la pratique.
- La divergence entre le recherche et la pratique a été mise en lumière, et de façon éclatante!
- Des sujets présentés, l'effet des racines a été le plus en lien avec la pratique. La référence à la mise en œuvre a fait défaut chez tous les autres orateurs / oratrices.
- Intéressant / effrayant de voir à quel point la théorie et la pratique sont éloignées l'une de l'autre. Un rapprochement serait souhaitable.
- ... a donné une bonne impression a) de la recherche actuelle et b) des nombreux problèmes de la pratique. Malheureusement, à mon avis, les deux parties n'étaient pas assez "connectées". Je n'ai pas pu voir au travers les travaux de recherche de solution envisageable ou des exemples de meilleure

pratique pour faire face aux incertitudes du terrain. Vu sous cet angle, le cours en deux parties — théorie / exercices de terrain — était probablement exemplaire pour le fossé existant entre la recherche et la pratique.

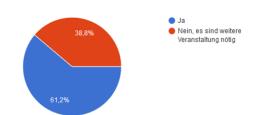
Synthèse

Le cours FAN de Schwägalp constitue un ja-Ion important pour une meilleure évaluation et prise en compte des (petits) glissements spontanés et coulées boueuses. Il a en effet permis de faire un point de la situation en présentant une partie des travaux entrepris depuis plusieurs années. Des avancées ont été faites et d'autres progrès sont en cours, de telle sorte que des méthodes et moyens sont disponibles pour déjà améliorer de façon significative l'évaluation des processus en question. Il manque très certainement encore une méthodologie unifiée qui réunissent les connaissances et expériences acquises ces dernières années sous une forme adaptée à la pratique.

Le cours a aussi permis de constater ouvertement les lacunes subsistantes et d'identifier les besoins d'action futurs. Ces derniers étaient sans doute déjà connus par la plupart des participant(e)s, mais le cours a permis de confirmer les axes prioritaires, qui devraient porter sur:

• les critères et méthodes permettant

Die aktuelle Veranstaltung genügt meinen Erwartungen



Besteht Handlungsbedarf für eine Verbesserung der Beurteilung von Hangmuren und Spontanrutschungen?

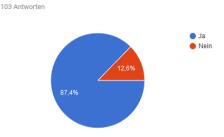


Figure 11: Si le cours de Schwägalp a en partie permis de répondre aux attentes (graphique de gauche), une très large majorité estime qu'un besoin d'action est présent (graphique de droite).

d'évaluer la disposition de façon plus nuancée (y compris paramètres géologiques – hydrogéologiques - géotechniques, effet de la végétation, facteurs aggravants, etc.)

- la caractérisation des processus (y compris classification et relations avec les glissements permanents et les grands glissements spontanés),
- les actions et les critères et classes d'intensité.
- les conditions et le fonctionnement du déclenchement,
- la zone d'atteinte (y compris simulation numérique),
- la prévision et l'alerte,
- l'établissement d'une méthodologie unifiée garantissant une approche comparable à l'échelle nationale.

Afin d'aborder et de combler les lacunes encore présentes, 83 % des participant(e)s estiment que la formation d'un groupe de travail est nécessaire. Il faudra dans ce cadre veiller à mieux réunir science et pratique, et, surtout, à s'assurer que les résultats de la recherche se traduisent en méthodes ou instruments concrets pour la pratique.

Le pilotage des études futures devrait quant à lui être confié à l'OFEV (60 %), à la FAN (48 %) et / ou à l'AGN (20 %), plusieurs personnes se prononçant en faveur d'une collaboration entre ces instances. La toute prochaine étape va consister à réunir les principaux partenaires en vue d'établir le programme des futures démarches et études. En l'état actuel, les personnes de contact sont Christoph Graf pour la FAN et Bernard Loup pour l'OFEV; les autres partenaires doivent encore être définis.

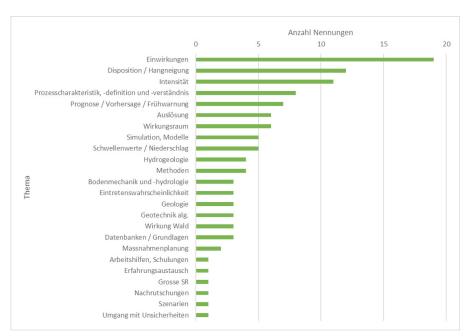


Figure 12: Besoins d'action identifiés, classés en fonction du nombre d'occurrences.

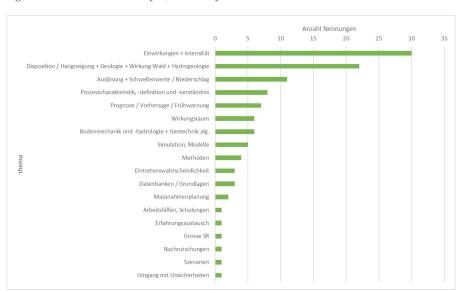


Figure 13: Besoins d'action regroupés par thèmes apparentés. Les thèmes récoltant le plus de suffrages sont également ceux qui sont ressortis lors la discussion clôturant le cours.

Références

AGN (2016): Verbesserung der Hangmurenbeurteilung – Arbeitsbericht 1. Phase. Arbeitsgruppe Geologie und Naturgefahren. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt. 91 S. + Anh. https://www.sfig-gsgi.ch/publikationen

BAFU 2016: Schutz vor Massenbewegungsgefahren. Vollzugshilfe für das Gefahrenmanagement von Rutschungen, Steinschlag und Hangmuren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1608: 98 S.

Bartelt, P., Buehler, Y., Christen, M., Deubelbeiss, Y., Graf, C., McArdell, B.W. (2011): RAMMS - A modelling system for debris flows in research and practice - User Manuel v.1.01 / Hillslope debris flow. WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF: 91 S.

Boll-Bilgot, S., Parriaux, A. (2018): Méthode de caractérisation in situ des formations superficielles meubles et application à l'étude des coulées de boue. Swiss Bull. angew. Geol. 23/1, 73-89.

BRP, BWW, BUWAL 1997: Empfehlungen - Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Bundesamt für Raumplanung BRP, Bundesamt für Wasserwirtschaft BWW, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern. Reihe Naturgefahren, 42 S.

Chéneau, P., Risser, V. (2019): Cartographie en temps réel et systèmes de pré-alerte pour les glissements de terrain dans les Alpes suisses: la méthode OLPAC. Swiss Bull. angew. Geol. 24/2, 55-66.

FAN (2019): Umgang mit spontanen Rutschungen und Hangmuren. Herbstkurs 2019. Kursunterlagen. 59 S.

FAN (2019): Umgang mit spontanen Rutschungen und Hangmuren. Herbstkurs 2019. Präsentationen (Internet-Seite der FAN)

Loup, B., Egli, T., Stucki, M., Bartelt, P., McArdell, B., Baumann, R. (2012): Impact pressures of hillslope debris flows – Back-calculation and simulation (RAMMS). 12th Congress Interpraevent Grenoble. Conference proceedings 225-236. http://www.interpraevent.at/palm-cms/upload_files/Publikationen/Tagungsbeitraege/2012_1_225.pdf

Ritler, S., Hunziker, G., Rickli, C., Graf, C. (2019): Rückblick Herbstkurs 2019, Schwägalp. FAN-Agenda 2/2019, 4-7.

Wyss, R., Gruner, U., Liniger, M. (2018): Verbesserung der Hangmurenbeurteilung. Swiss Bull. angew. Geol. 23/1, 57-71.