

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 13:30 - 13:50

Salle: Géopolis - 1620

MICHAEL GAEHWILER

Office fédéral de topographie swisstopo

Service géologique national

[michael.gam.gaehwiler@swisstopo.admin.ch](mailto:michael.gam.gaehwiler@swisstopo.admin.ch)

### Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie

## GeoQuat : Vers une meilleure gestion du sous-sol grâce aux modèles géologiques et paramétriques 3D basés sur des données quaternaires standardisées

Michael Gähwiler<sup>1</sup>, Pauline Baland<sup>1</sup>, Stefan Volken<sup>2</sup>, Giona Preisig<sup>1</sup>, Philip Wehrens<sup>1</sup>, Andreas Möri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Office fédéral de topographie swisstopo

<sup>2</sup> Center for Hydrogeology and Geothermics (CHYN)

En Suisse, environ 90 % des ressources du sous-sol sont concentrées dans les dépôts meubles quaternaires. Elles contiennent d'importantes réserves d'eau potable et d'importantes réserves de géomatériaux. De plus, les dommages causés par les séismes sur le bâti existant sont influencés par la structure et la composition de ces roches meubles. En raison de ces multiples exigences, les conflits d'exploitation du sous-sol peu profond sont inévitables. Une connaissance approfondie de leur distribution spatiale est primordiale pour planifier et coordonner une utilisation optimale du sous-sol.

En coopération avec l'Office fédéral de l'environnement OFEV et l'Office fédéral de l'énergie OFEN, l'Office fédéral de topographie swisstopo a initié le projet GeoQuat, dans le but de :

- i) Développer un système pour un enregistrement structuré des données quaternaires QLG (Volken et al., 2016).
- ii) Développer des outils pour la réalisation de modèles 3D géologiques et paramétriques des dépôts quaternaires au format voxel (Preisig et al., 2016).
- iii) Rendre ces outils, modèles et produits dérivés accessibles aux différents utilisateurs actifs dans la géologie appliquée.

Afin de développer des modèles géologiques et paramétriques 3D, une harmonisation préalable des données quaternaires disponibles est indispensable. Par-conséquent, un modèle de données des dépôts meubles quaternaires (base de données QLG) a été élaboré, dont les données de forages, coupes géologiques, mesures géophysiques et cartes géologiques (GeoCover) sont les principaux composants. Les données GeoCover fournissent des jeux de données géologiques en format vectoriel, basés sur les feuilles existantes de l'Atlas géologique Suisse 1:25000 (AG25). Elles ont été standardisées selon la structure du modèle de données géologiques V2.3 (SGN, en prép.) et les résultats du projet HARMOS (Strasky et al., 2016), listant les formations lithostratigraphiques définies en Suisse.

Des procédures automatisées ont été développées au moyen du logiciel FME (Feature Manipulation Engine – Safe Software), afin de (i) pré-traiter les données et de (ii) générer des produits dérivés à partir des modèles 3D (Wehrens et al., 2017):

- i) Les données brutes harmonisées peuvent représenter différents attributs (p.ex. formations géologiques, classification de sols selon différents standards) et peuvent se présenter sous différents formats (forages, coupes géologiques, données GeoCover). Les procédures automatisées permettent de convertir ces données en nuages de points avec des dimensions spécifiques, nécessaires à la modélisation voxel 3D.

[suite à la prochaine page]

- ii) Les modèles voxel 3D servent de base à la réalisation de post-produits (p.ex. cartes de vulnérabilité des eaux souterraines, volumes et cartes de ressources, etc.).

FME permet également de visualiser les transformations faites sur les données et de mettre à jour de façon simple les modèles à disposition lors de l'implémentation de nouvelles données. Ces avantages augmentent sensiblement l'exploitation des données harmonisées et standardisées pour la réalisation de produits 2D et 3D, de façon compréhensible et reproductible.

L'infrastructure du modèle de données développée dans le cadre du projet GeoQuat permet une saisie et une gestion structurées des données quaternaires. Ces données standardisées, combinées à la multitude d'outils développés dans

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 10:50 - 11:10

Salle: Géopolis - 1620

MAYUMI HAMADA

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

Institut des sciences de la terre

[mayumiclaire.hamada@unil.ch](mailto:mayumiclaire.hamada@unil.ch)

Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie

# L'importance de l' échelle des pores sur les réactions dans le sous-sol

Mayumi Hamada<sup>1</sup>, Pietro de Anna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Lausanne

Le sol, la zone vadose ainsi que les nappes phréatiques sont communément appelés la zone critique, en effet ils font partie des environnements les plus dynamiques en terme de flux de masse et d'énergie dus à l'intense activité biologique et chimique présente. Le taux auquel les transformations bio-chimiques se font est contrôlé par le mélange des concentrations des solutés et des espèces biologiques impliquées: si ces espèces ne sont pas en proximité, les interactions bio-chimiques et donc les transformations ne sont pas possibles. Les milieux naturels sont typiquement caractérisés par une grande variabilité spatiale: hétérogénéité typiquement mesurée en termes de propriétés macroscopiques comme la porosité ou la perméabilité. Récemment cette hétérogénéité a également été observée à l'échelle de l'espace à travers lequel les fluides sont forcés de passer: le pore.

Notre recherche est orientée vers la description et quantification du transport réactif: nous présentons ici une méthode qui permet de mesurer le champ de concentration ainsi que la vitesse de réaction entre deux composants chimiques à l'échelle du pore pour différentes vitesses d'écoulement dans une géométrie hétérogène. L'approche classique du transport réactif assume que les solutés sont bien mélangés à une échelle macroscopique (plus large que celle des pores) après un temps, typiquement bref, de diffusion sur l'échelle d'un pore. Avec nos méthodes nous montrons que dans les pores les solutés restent non mélangés pour un temps plus long que l'échelle diffusif et que des gradients de concentration persistent au sein des pores et ont un impact important sur la dynamique de réaction des solutés transportés. En particulier, on a observé que l'hétérogénéité spatiale des milieux poreux engendre l'élongation du front réactif et crée des zones de fort gradient. Nous montrons que la dynamique de cette élongation est couplée au processus diffusif et contrôle la cinétique globale de la réaction considérée.

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 15:30 - 15:50

Salle: Géopolis - 1620

**GYÖRGY HETÉNY**

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

Institut des sciences de la terre

[gyorgy.hetenyi@unil.ch](mailto:gyorgy.hetenyi@unil.ch)

**Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie**

## Outils géologiques pour comprendre la sismicité en Suisse

György Hetényi<sup>1</sup>, Jean-Luc Epard<sup>1</sup>, Stefan Schmalholz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Lausanne, Faculté des géosciences et de l'environnement

Ressentir un séisme en Suisse n'arrive pas souvent, et seuls les grands événements rares restent dans les annales. Cependant, les séismes sont la cause du risque naturel qui présente le plus fort potentiel de dégât dans le pays. Comment mieux les comprendre ?

Tout d'abord il y a besoin d'observations et de données. Grâce au réseau national géré par le Service Sismologique Suisse depuis plus de cent ans ainsi que des recherches sur les séismes historiques, nous avons une image relativement complète des événements et de leur distribution dans le temps et l'espace. Le mot « relativement » a de l'importance : bien qu'on détecte actuellement toutes les secousses ressenties par la population, nous avons une idée limitée de la représentativité du catalogue des séismes, pour plusieurs raisons :

- 1) Les séismes ont lieu irrégulièrement. De plus, la durée qui sépare les grands événements (de l'ordre de cent à mille ans) est plus longue que celle du catalogue.
- 2) Bien qu'on apprenne à l'école que les séismes ont lieu sur des failles, la corrélation entre la sismicité actuelle et les failles connues n'est que partielle.
- 3) Nous n'avons qu'une idée approximative de l'état de contrainte générale et locale dans la croûte, dont les variations sont la cause principale des séismes.

Nous présenterons de manière générale les outils pour faire avancer la connaissance dans les domaines ci-dessus. La géophysique, notamment la sismologie, permet de caractériser un ou plusieurs séismes, leur mécanisme au foyer, la chute de contrainte lors d'un événement, leur distribution en essaims, la relation entre petits et grands séismes. La géologie, surtout la tectonique et la géologie structurale, permet de cartographier et de caractériser les failles qui documentent les mouvements en surface et, à l'aide de l'imagerie géophysique, de projeter des modèles structuraux en profondeur. La modélisation numérique, en 2D et en 3D, permet de calculer l'évolution temporelle et spatiale d'une région intégrant ces observations. Elle est capable de distinguer entre différents scénarios futurs. Un intérêt particulier se porte sur les variations de GPE (« gravitational potential energy »), calculées à partir de la topographie, des données de gravimétrie ainsi que de la sismologie. Ces variations servent à estimer les contraintes dans la croûte et à calibrer les modèles numériques.

Une approche pluridisciplinaire est indispensable pour apporter des informations utiles à la société non seulement sur l'aléa et le risque sismique naturel, mais également sur ceux associés à des projets de géothermie.

## **L'écoulement de l'eau dans le sol impliqué dans les mécanismes générateurs de biodiversité**

Stéphane Mahé<sup>1</sup>, Pietro De Anna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Lausanne, Institut des Sciences de la Terre

Les interactions entre les bactéries et le sol jouent un rôle central dans des processus écosystémiques divers tels que la dénitrification, l'érosion ou encore la résistance microbienne aux antibiotiques. En effet, la structure physique du sol change à l'échelle micrométrique créant ainsi une multitude de micro-environnements où des bactéries se développent dans des conditions instables. Certaines de ces bactéries, dites compétentes, ont la capacité d'attraper de l'ADN libre dans l'environnement et de l'exprimer par la suite, un mécanisme connu sous le nom de transformation naturelle. Cela correspond au transfert horizontal de gènes alors que le transfert vertical de gènes est la transmission de gènes entre une bactérie et sa descendance. Ainsi les nouveaux gènes acquis peuvent dans certains cas leur permettre de s'adapter à des conditions environnementales changeantes. Ce processus évolutif est généralement observable dans l'environnement sur le long terme.

Notre étude a pour objectifs d'examiner l'influence de l'écoulement d'un fluide sur la transformation naturelle. L'eau est une composante essentielle des sols qui contribue à la dispersion de l'ADN libre, augmentant ainsi la probabilité de rencontres entre cet ADN et les bactéries. Egalement le stress mécanique induit par l'écoulement dans un milieu très confiné pourrait avoir une incidence sur les mécanismes d'absorption de l'ADN par les bactéries.

La microfluidique permet de construire des systèmes dans lesquels on peut contrôler les écoulements de fluides tout en recréant certaines propriétés physiques du sol à l'échelle du micron. En combinant ces systèmes avec la microscopie optique à fluorescence, on peut observer et décrire des événements de transformation. Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à ce mécanisme sur une échelle de temps plus rapide en observant des bactéries traditionnellement utilisées en laboratoire pour faire des transformations artificielles. Des plasmides porteurs d'un gène codant pour des protéines fluorescentes ont été choisis pour imiter l'ADN libre et ils ont été injectés en suspension dans un fluide à différentes vitesses d'écoulement dans un milieu poreux synthétique contenant ces bactéries. De cette manière, les bactéries ayant absorbé le plasmide puis exprimé le gène porté par celui-ci deviennent visibles par fluorescence. Des images prises à différents temps suite à cette injection ont ensuite été analysées par traitement numérique pour examiner l'efficacité de cette transformation sous différentes conditions d'écoulement. Cette méthode semble très prometteuse pour étudier ce processus générateur de biodiversité que l'on observe chez des bactéries naturellement compétentes impliquées entre autre dans les cycles biogéochimiques du sol.

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 13:50 - 14:10

Salle: Géopolis - 1620

**RENAUD MARCELPOIX**

Direction générale de l'environnement

Géologie, sols et déchets

[renaud.marcelpoix@vd.ch](mailto:renaud.marcelpoix@vd.ch)

**Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie**

## Les enjeux autour du sous-sol du Canton de Vaud du point de vue des autorités

Renaud Marcelpoix<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Direction générale de l'environnement

La Suisse romande se place dans les 10 régions européennes les plus prospères. L'attractivité du Canton se traduit par une croissance démographique estimée à 172'000 habitants pour la période 2016-2030 ce qui générera la construction de nouveaux logements et bureaux. Pour répondre aux besoins de mobilité de la population et des entreprises, de nombreux projets de construction et de rénovation d'infrastructures sont également en cours de réalisation. La planification urbaine souterraine prendra une place de plus en plus importante dans l'aménagement du territoire. Ce développement nécessitera également un approvisionnement important en matière première minérale.

Le 21 mai 2017, la population suisse a approuvé la stratégie 2050 ; la plus grande adhésion a été obtenue dans le Canton de Vaud. L'exploitation géothermique de moyenne et grande profondeur prend une place importante dans les ordonnances relatives à la révision de la loi sur l'énergie et de la loi sur le CO2. Ces dernières vont contribuer à financer des projets de prospection du sous-sol.

Dans ce contexte marqué à la fois par une urbanisation rapide et la transition énergétique, les enjeux autour du sous-sol seront grandissants dans le Canton de Vaud pour les prochaines décennies. Un tour d'horizon des perspectives sera présenté du point de vue des autorités.

### **Caractérisation du régime de déformation tectonique actuel en Maurienne et dans les Alpes occidentales. Apports mutuels de la géodésie universitaire (recherches alpines) et privée (suivi géodésique d'Alpetunnel/LTF autour du projet de Nouvelle Ligne Ferroviaire Lyon-Turin).**

Gilles Ménard<sup>1</sup>, Sophie Moine<sup>2</sup>, Xavier Darmendrail<sup>3</sup>, Nathalie Monin<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Université Savoie-Mont Blanc

<sup>2</sup> SNCF-PRILY Topo

<sup>3</sup> TELT-SAS

<sup>4</sup> BG Ingénieurs Conseils SAS

La caractérisation du régime de déformation actuel de la chaîne s'appuie sur des données géodésiques (comparaisons de triangulations, de nivellements, GPS, interférométrie) et de sismicité. Les différents modèles proposés donnent toutefois un rôle majeur au choix a priori d'une logique soit plaquiste soit gravitaire (étalement et glissement). A ce choix qui guide en particulier l'interprétation des mouvements horizontaux se rajoute un débat propre aux mouvements verticaux, en général bien mieux documentés. La discussion porte sur la contribution (dominante ou mineure) du rebond post-glaciaire (LGM considéré comme un maximum d'englacement) par rapport à des contributions plus durables (tectonique, bombement mantellique).

Le suivi géodésique réalisé dans le cadre des reconnaissances pour le tunnel de base de la NLF Lyon-Turin a été motivé par le besoin de définir un état des lieux du régime de déformation naturel avant le commencement des travaux. Cet état zéro devait servir de référence pour déterminer les effets induits par le drainage éventuel du massif.

L'évolution des idées présentées ici a suivi la progression en parallèle des travaux universitaires (tu) et des travaux d'Alpetunnel/LTF (tAT/LTF), les étapes majeures en étant les suivantes.

Dans les années 1996-1999, idée dominante d'un arrêt ou ralentissement d'un certain nombre de déformations locales: possible ralentissement d'un déplacement horizontal à plus du cm/an vers le SE du massif des Bornes (tu), déplacement vertical historique à 3 mm/an sur la faille de l'Eau d'Olle confirmé en 1991 et 1994 puis stoppé à partir de 1997 (tu); déplacement vertical historique à 2 mm/an sur la faille du Charmaix confirmé en 1995 puis modifié à partir de 1997 (tAT/LTF et tu).

Dans les années 1997-2003, idée plus générale d'un changement dans le régime de déformation, changement pouvant se traduire soit par des ralentissements /arrêts (cf. § précédent, conforté par l'arrêt/ralentissement de 4 autres failles régionales ainsi que par les données GPS Alpes sur le massif des Bornes (tu)) soit par des accélérations de déformations locales (passage d'un affaissement des gorges de l'Arc de 2 mm/an à 7 mm/an (tAT/LTF), nouvel affaissement karstique à Avrieux (tAT/LTF)), s'accompagnant de changements de propriétés des terrains (vitesse et réflectivité sismique, ouverture de fractures aquifères).

Après 2004, prise de conscience du caractère régional majeur de ce changement suite à l'observation d'une inversion du basculement régional en Maurienne (probablement en 1996) passant de 2 mm/an vers l'Est à 4-5 mm/an vers l'Ouest (tAT/LTF).

[suite à la prochaine page]

Après 2014, mise en évidence que ce phénomène est à l'échelle de la chaîne avec la mise en évidence en Ubaye d'une autre inversion du basculement régional (tu), passant de 1 mm/an vers le SW à 3-4 mm/an vers le NE. La crise sismique atypique de 2003 en Ubaye nous conduit à placer à ce moment l'inversion de basculement. La migration apparente vers le SSE du changement de régime de déformation suggère l'intervention de fluides.

Ce changement semble incompatible avec une simple logique plaquiste. Il est plus judicieux de privilégier une logique gravitaire avec des instabilités tectoniques contrôlées par des circulations de fluides à différents niveaux dans la croûte.



### Un sismomètre de forage pour surveiller des exploitations de géothermie profonde

Joseph Moerschell<sup>1</sup>, Christian Cachelin<sup>1</sup>, Charles Praplan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> HES-SO Valais

Les réservoirs géothermiques pétrothermaux nécessitent une stimulation active afin de créer un échangeur de chaleur avec une surface suffisante. Durant les phases initiales de forage et de création de l'échangeur, il est important de localiser exactement le mouvement des failles, afin d'optimiser l'efficacité du circuit d'eau créé. D'autre part, la stimulation active représente des micro-séismes induits par l'homme, et qui ont un effet très négatif sur l'acceptance de l'exploitation de la géothermie profonde par le grand public. Une mesure en ligne des mouvements des failles pendant la stimulation devrait permettre à l'avenir de mieux maîtriser le processus.

La localisation des micro-séismes en 3 dimensions se base normalement sur un réseau de capteurs posés au sol. Cependant, celui-ci ne permet pas la même résolution verticale que horizontale, pour des raisons trigonométriques. Il devient alors nécessaire de pouvoir placer un sismomètre en profondeur, qui remédie à ce problème.

Placer un sismomètre en profondeur, demande une réalisation d'instrument étanche à haute pression, et supportant des températures augmentées. Les sismomètres de forage disponibles aujourd'hui sont passifs, c'est-à-dire ne comportent que des géophones. L'acquisition et la numérisation des tensions induites de mouvement sont effectuées par un enregistreur en tête de puits.

Le sismomètre de forage développé à la HES-SO Valais dans le cadre du programme de recherche SCCER-SoE, se distingue par une électronique front-end embarquée dans la sonde. Cela permet d'augmenter le rapport signal-sur-bruit, car des interférences électriques le long du puits sont éliminées. L'instrument peut être câblé solidement dans le forage par un mécanisme à moteur électrique.

Un premier démonstrateur du nouvel instrument a été déployé depuis plusieurs mois dans un forage du site des bains thermaux de Lavey., à une profondeur de 85m. Les performances d'acquisition de ce prototype ont été améliorées plusieurs fois, et les résultats comparées avec d'autres sismomètres de forage installés ailleurs en Suisse.

Dans une seconde étape, un nouveau démonstrateur a été conçu, pour une profondeur d'installation jusqu'à 1km. Il sera déployé en été 2018 dans le forage JAFE à Saillon, Vs, à 900m de profond. Ce forage est incliné de 27°, ce qui permettra encore de démontrer pour la première fois la possibilité d'installation d'un sismomètre à une telle déclivité. En effet, grâce à l'électronique embarquée, le mécanisme d'orientation des géophones a pu être modifié de sorte à permettre une installation de l'instrument jusqu'à l'horizontale. Ceci est important afin de le rendre compatible avec des forages incurvés qui seront employés dorénavant aussi en géothermie profonde.

Encore grâce à l'électronique embarquée, il devient possible d'équiper l'instrument avec des géophones à contre-réaction par un capteur capacitif supplémentaire. Ceci permet une forte augmentation de la bande passante de mesure vers les basses fréquences, ainsi qu'une meilleure sensibilité.

Comme la sonde placée en profondeur comporte déjà un contrôleur électronique, il est possible de compléter l'instrument par des capteurs supplémentaires, tels la température, turbidité et conductivité de l'eau, une caméra de forage ou encore un capteur de rayonnement gamma.

## Orateur invité

Mercredi 14 février

Heure: 09:45 - 10:00

Salle: Géopolis - 1620

CHRISTOPHE NUSSBAUM

Service géologique national

Office fédéral de la topographie

swisstopo

[christophe.nussbaum@swisstopo.ch](mailto:christophe.nussbaum@swisstopo.ch)

### Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie

## Le laboratoire souterrain du Mont Terri dans les argiles à Opalinus: à la frontière entre la recherche fondamentale et appliquée

Christophe Nussbaum<sup>1</sup>, Paul Bossart<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Service géologique national, office fédéral de la topographie, swisstopo

Le laboratoire souterrain du Mont Terri à Saint-Ursanne dans le Canton du Jura offre un lieu privilégié pour mener de la recherche fondamentale applicable à des enjeux sociétaux. Les expériences sont réalisées en partenariat par les 16 organisations membres du consortium Mont Terri (provenant de pays européens, du Japon, du Canada et des USA) sous la direction de swisstopo. Depuis plus de 20 ans, les argiles à Opalinus sont étudiées pour leurs propriétés remarquables de confinement et d'isolation dans le cadre de l'entreposage des déchets radioactifs en couches géologiques profondes. Les axes de recherche se concentrent sur les aspects technologiques (développement de nouvelles méthodes et protocoles de mesures et d'instrumentation), la caractérisation géotechnique, hydrogéologique et géochimique des argiles à Opalinus et des expériences de démonstration visant à démontrer la faisabilité technique de la construction d'un stockage dans les argiles à Opalinus. Les expériences menées ont à la fois des implications très pratiques sur la construction des galeries et la mise en place des colis (sciences de l'ingénierie) et sur la détermination des lois constitutives des processus thermo-hydro-mécaniques (THM) couplés observés lors de l'effet combiné de la redistribution des contraintes effectives autour des galeries en milieu non drainé et l'impact thermique produit par la production de chaleur par les déchets radioactifs. Aux processus THM viennent s'ajouter les processus chimiques et microbiologiques conférant un caractère multidisciplinaire à la recherche fondamentale.

Depuis 2011 sous l'impulsion de swisstopo, la recherche dans le laboratoire Mont Terri s'est étendue au stockage géologique du CO<sub>2</sub>, contexte dans lequel les argiles jouent le rôle de couverture (scellement), contrairement au contexte du stockage des déchets radioactifs où elles servent de roches d'accueil. Evaluer le risque de la sismicité induite par l'injection de CO<sub>2</sub> et le risque de fuite à travers les failles affectant les argiles, revêt d'une importance capitale pour juger de la faisabilité et sûreté du stockage géologique du CO<sub>2</sub>. Ces recherches impliquent de comprendre la physique qui explique les augmentations rapides et significatives de perméabilité lors de l'activation des failles, d'étudier les mécanismes qui amènent des failles qui ne sont pas à l'état critique à l'état instable et génèrent ainsi un glissement sismique à partir d'une déformation initiale essentiellement asismique.

A l'initiative de swisstopo, un nouveau programme de recherche pour l'horizon 2020-2030 a été élaboré. Après consultation des 16 partenaires du consortium Mont Terri et des milieux académiques suisses, swisstopo a reçu 45 projets d'expériences dont la part pour les géo-énergies se monte à 40% (p.ex. stockage géologique du CO<sub>2</sub>, fracturation hydraulique, géothermie hydrothermale). Cet engouement a constitué la motivation principale du projet d'extension du laboratoire qui va démarrer début 2018. Au total 600 m de galeries et de niches supplémentaires vont être excavées d'ici à mi-2019. Cette extension représentera pratiquement un doublement de l'infrastructure à disposition pour les nouvelles expériences.

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 14:30 - 14:50

Salle: Géopolis - 1620

HANS-RUDOLF PFEIFER

Université de Lausanne

Faculté des géosciences et de l'environnement

Institut des dynamiques de la surface terrestre

[hans-rudolf.pfeifer@unil.ch](mailto:hans-rudolf.pfeifer@unil.ch)

Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie

## Le géotourisme- le défi de la vulgarisation, l'exemple du Val d'Hérens

Hans-Rudolf Pfeifer<sup>1</sup>, Pierre Kunz<sup>1</sup>, Claude Bernhard<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Uni-Lausanne, FGSE

<sup>2</sup> Etat de Genève

<sup>3</sup> Fondation Maison des Alpes, Evolène

« Le géotourisme est un concept développé par la National Geographic Society des Etats-Unis il y a env. 20 ans pour valoriser un tourisme qui préserve et valorise le caractère géographique d'un lieu : son environnement, son patrimoine, sa beauté, sa culture et le bien-être de ses habitants. Il s'agit donc un concept de développement durable, mais adapté pour le milieu du tourisme (Wikipédia) ».

En Suisse ce concept a le vent en poupe, surtout grâce à la création de parcs régionaux ou de régions de patrimoine mondial UNESCO. Le Val d'Hérens/VS est connu pour son paysage alpin magnifique avec ses cimes enneigées et ses glaciers, ainsi que pour son riche patrimoine culturel. Dans cette région, en 1990, une association culturelle nommée Evolèn'Art a été fondée avec le but de promouvoir, pour les indigènes et les touristes, ce patrimoine. Deux espaces d'exposition ont ensuite vu le jour: aux Haudères le Centre de Géologie et Glaciologie et à Evolène le Musée à Evolène. Les finances nécessaires à leur bon fonctionnement provenaient de la commune et de personnes privées. Après 25 ans, une certaine fatigue parmi les responsables se faisait sentir et pour assurer le financement et le fonctionnement, des nouveaux concepts doivent être développés dans un contexte de plus en plus concurrentiel (activités sportives, arène de combats de vaches etc.). Le contexte géologique à l'intersection de deux continents et un ancien océan, ainsi que les glaciers qui fondent à grande vitesse et qui illustrent clairement le changement climatique, en principe, forment une bonne base pour vulgariser le savoir scientifique. Mais la géologie reste un sujet complexe à expliquer et il faut trouver un moyen pour intéresser aussi la population locale au sujet, autant plus qu'il y a 40 ans, elle avait opté pour un tourisme doux, avec peu de remontées mécaniques. En ce qui concerne le Centre de Géologie et Glaciologie, situé actuellement dans un ancien bâtiment d'école, il est prévu dans les 5 ans à venir, d'aménager, dans une maison datant du 16ème siècle, un nouveau espace d'accueil dédié aux richesses naturelles qui combinerait des expositions temporaires avec des ateliers et excursions guidées. En même temps il est prévu de créer une enveloppe culturelle de type d'écomusée qui liera toutes les acteurs du patrimoine de la vallée.

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 10:30 - 10:50

Salle: Géopolis - 1620

**MATTIA PISTONE**

Université de Lausanne

Institut des sciences de la terre

[Mattia.Pistone@unil.ch](mailto:Mattia.Pistone@unil.ch)

Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie

### **Le statut physique du magma avant une éruption volcanique explosive: une combinaison des experiments de laboratoire et d'atténuation sismique**

Mattia Pistone<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Lausanne

L'évaluation de la probabilité d'éruptions explosives est vitale pour près de 500 millions de personnes vivant à proximité de volcans actifs. Cependant, les réservoirs volcaniques, où le magma est stocké avant les éruptions, ne sont pas directement accessibles, ce qui limite notre capacité à déterminer les conditions préalables à une éruption explosive. Donc, les expériences de laboratoire qui simulent les processus magmatiques en profondeur deviennent essentielles. En utilisant la microscopie par tomographie à rayons X à base de synchrotron pour observer l'ascension et la fragmentation du magma dans un conduit de laboratoire, il est possible d'établir les conditions pré-éruptives de magma favorisant l'activité explosive. En particulier, la présence d'un excès de gaz dans le magma augmente la probabilité d'éruptions explosives. Ces résultats, associés à l'atténuation sismique utilisée pour caractériser les propriétés du magma dans les réservoirs volcaniques, font progresser la capacité d'inférer la dynamique des éruptions volcaniques imminentes.

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 16:10 - 16:30

Salle: Géopolis - 1620

GEOFFREY RUIZ

GeoLogin 3G

[admin@geologin3g.com](mailto:admin@geologin3g.com)

### Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie

## Quantifier et dater quoi, pourquoi? Pour qui?

Geoffrey Ruiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> GeoLogin 3G

GeoLogin 3G a quinze ans d'expérience dans la quantification des processus tectoniques, la maturation de la matière organique, la quantification des processus géologiques. Tracer les vitesses de sédimentation, d'exhumation, la datation des failles, les températures passées actuelles et passées sont notre quotidien. Les perspectives sont grandes pour les anciennes et nouvelles énergies avec de nouveaux thermochronomètres de plus basses températures, les isotopes cosmogéniques et la géochimie isotopique.

Dater les failles? Déterminer les activités passées et présentes en jouant sur les méthodes et objets font de la quantification, les datations les clés du futur énergétique mais aussi des cartes de risques, la géomorphologie, les glissements de terrain, la géothermie, notre futur. Tout est facteur d'échelle, de passerelles entre l'industrie 'propre', les institutions étatiques et les grands groupes énergétiques. GeoLogin 3G propose d'aider à identifier ces besoins en Suisse et ailleurs par le biais de collaborations nationales et internationales. Nous élaborons avec vous, pour vous tout projet énergétique propre ou pas mais lequel est le moins sale ? Notre objectif ? Répondre à toute question, tout objectif, but car tout problème a sa.

Concrètement nous proposons de vous montrer notre champ de compétences sur des exemples concrets, des outils maîtrisés et des projets possibles et appliqués à nos Alpes, notre Jura-Molasse et participer à un futur que nous nous devons de rendre radieux.

## Présentation orale

Mercredi 14 février

Heure: 11:30 - 11:50

Salle: Géopolis - 1620

JAMES THORNTON

Université de Lausanne / Université de Neuchâtel

[james.thornton@unine.ch](mailto:james.thornton@unine.ch)

Session: La recherche fondamentale et appliquée en géologie

## Un modèle géologique 3D haute résolution comme base pour une projet alpine interdisciplinaire

James Thornton<sup>1</sup>, Philip Brunner<sup>1</sup>, Mariéthoz Grégoire<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Neuchâtel

<sup>2</sup> Université de Lausanne

Les modèles géologiques en 3D ont un large éventail d'applications. Dans les régions topographiquement et tectoniquement complexes, ces modèles doivent avoir une de haute résolution pour représenter fidèlement de façon adéquate certains éléments critiques. En particulier, lorsque ces modèles sont utilisés pour construire des simulations hydrogéologiques leurs propriétés de connectivités ne peuvent être représentées qu'en haute résolution. Cependant, malgré la disponibilité des données nécessaires et des logiciels capables, peu de modèles de ce type existent actuellement pour les Alpes. Dans ce contexte, un jeu de données a été développé caractérisant la géométrie des formations comprenant le Nappe de Morcles - un grand pli couché dans les Alpes suisses. Les données indiquant les emplacements des interfaces entre les formations lithologiques et leurs orientations spatiales ont été extraites de sources bibliographiques existantes. Ensuite, en utilisant des algorithmes géostatistiques, les interfaces ont été interpolées. Enfin, un processus itératif d'évaluation et de réinterpolation a été entrepris. L'ensemble de données résultant représente les volumes de 18 formations distinctes, y compris les plis associés et les failles principales, et couvre une superficie de  $9,6 \times 13,4$  km. Nos travaux démontrent le potentiel d'exploitation de l'information géologique traditionnelle à l'appui de la recherche alpine contemporaine