

**UNE ACTIVITE SISMIQUE PEU COMMUNE DANS LA CHAINE DES VANILS,
(PRÉALPES DE SUISSE OCCIDENTALE), JUILLET 2017**

Henri ROUGIER, (dir.) Professeur émérite de géographie physique, Université Lyon 3
Président de « Géoterrain », Chamoson (Suisse).

Brigitte COQUE, Professeur émérite de géographie physique, Université Paris 7.

Jacques EHINGER, Professeur de géographie, Lycée (Gymnase Burier), Montreux (Suisse).

Daniel MASOTTI, Laborant en physique EPSIC Lausanne, spécialisé en Sciences de la Terre,
Vice-Président de « Géoterrain », Chamoson (Suisse).

Robert MOUTARD, Docteur en géographie, Université Lyon 3.

Agnès PRUD'HOMME, Professeure agrégée de Sciences de la Terre, Université de Lille,
Faculté des Sciences et Technologies, département des Sciences de la Terre.

RÉSUMÉ

Cet article se propose de montrer comment une petite partie des chaînes subalpines en Suisse occidentale a été affectée, en plein été 2017, par une série de secousses sismiques dont le nombre interpelle. Les auteurs montrent que des incidences sur les paysages géomorphologiques peuvent être perceptibles sur le terrain.

ABSTRACT

In this paper, we set out to show how a small subset of subalpine mountain ranges in western Switzerland was impacted by a surprising number of earthquakes, right in the summer of 2017. The authors will bring evidence that these events translated into visible concrete changes in the area, because of their consequences on the geomorphological landscapes.

ZUSAMMENFASSUNG

Am Anfang des Sommers 2017 wurde eine kleine Gegend der subalpinen Ketten in der Westschweiz von einer merkwürdigen Menge Erderschütterungen stark beeinträchtigt. Nach ausführlichen Erklärungen möchten die Autoren zeigen, wie solche Naturereignisse zu geomorphologischen Auswirkungen führen, die auf dem Gelände gut sichtbar sind.

MOTS-CLÉS

Chaînes subalpines, failles, géomorphologie, séismes, sismotectonique, tectonique, Vanils.

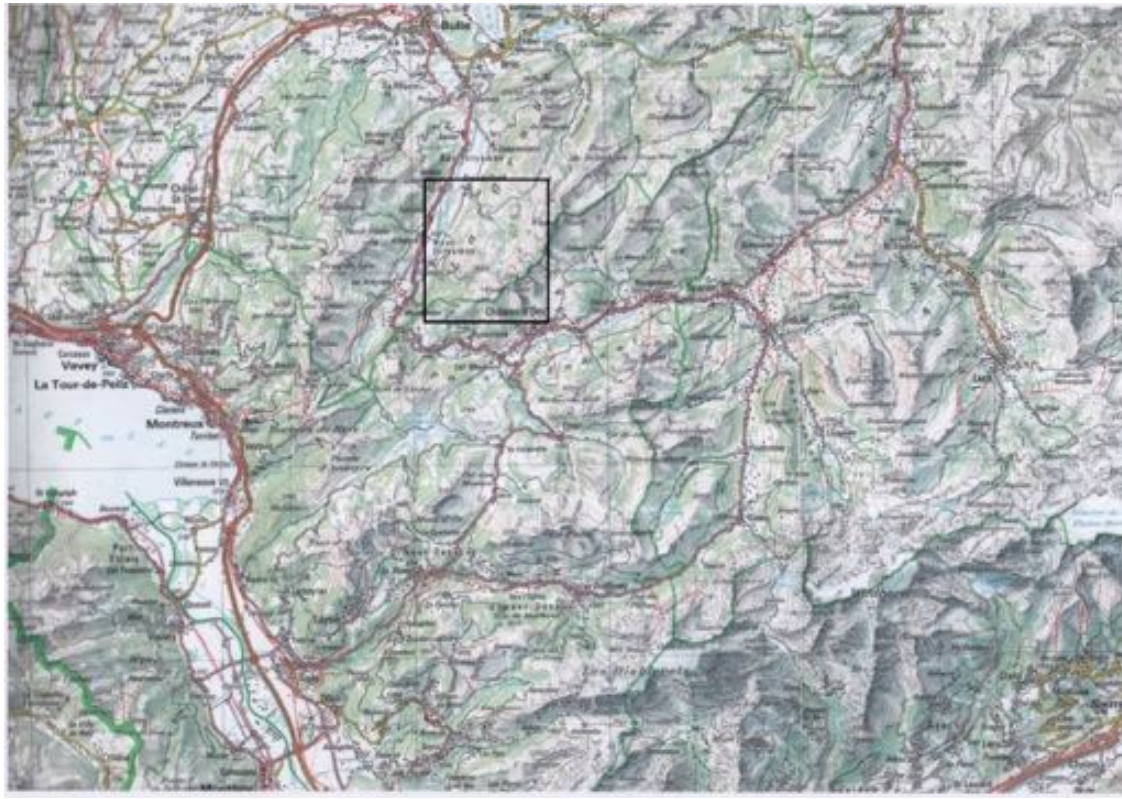
I - INTRODUCTION

La Suisse a connu en 2017 une activité sismique particulièrement intense, à laquelle la presse écrite et audiovisuelle a donné une portée dépassant les frontières de la Confédération. À titre d'exemple, on pouvait lire sur le site Internet de la Radio Télévision Suisse ce titre daté du 25 janvier 2018 : « La Suisse a enregistré un nombre record de séismes en 2017 ». Ce que semble confirmer dans un premier temps le Service sismologique suisse en précisant dans un communiqué de presse du même jour qu'« au cours de l'année 2017, le SED (Schweizerischer Erdbeben Dienst, Ecole polytechnique fédérale, Zurich) a détecté et localisé 1 230 tremblements de terre dans le pays et les régions frontalières – un chiffre jamais atteint auparavant ». La suite du texte ramène l'information à de plus justes proportions par ces remarques : « L'amélioration du réseau de sismomètres rend ces secousses plus « visibles » dans certaines régions du pays » (...) « Le nombre de 23 séismes d'une magnitude égale ou supérieure à 2,5 correspond à la moyenne des 42 dernières années ».

(<http://www.seismo.ethz.ch/fr/about-us/archive-news/2017/>, consulté le 14 mars 2018).

Sur son site Internet officiel, le Service sismologique suisse précise que les régions les plus affectées furent le Valais, les Grisons et la zone bordant le front alpin. La nouveauté pour 2017, est que le Pays d'Enhaut, au Nord immédiat de Château-d'Oex, a pris rang parmi les zones d'activité sismique très remarquées (fig. 1 et 10). En effet, ce secteur a connu la deuxième plus forte secousse pour l'année 2017, avec une magnitude de 4,3 le 1^{er} juillet à 10 h10. Cette valeur classait cet événement immédiatement derrière le séisme enregistré le 3 mars 2017 sur l'Urnerboden (canton d'Uri) avec une magnitude de 4,6, « le plus puissant jamais recensé depuis plus de dix ans » aux dires des statisticiens du Service sismologique suisse. Comme celui de Château-d'Oex, il a été nettement ressenti par les populations voisines. À la différence près que le premier a causé des dégâts mineurs, mais pas le second. En revanche, ce dernier a été suivi d'environ 240 répliques, soit près de 2,5 fois plus que celui de l'Urnerboden.

Par son intensité, cette séquence a suscité notre interrogation sur la dynamique sismotectonique que connaît la chaîne subalpine des Vanils, où elle s'est déployée.



10 km

Figure 1 - La région des Vanils, impactée par les séismes de juillet 2017 (source : Swiss topo, carte au 1/200 000^e « Suisse Sud-Ouest »).

II - REGARDS SUR LA STRUCTURE DE LA CHAÎNE DES VANILS

Adossée au Sud-Est aux fronts des nappes de charriage du domaine Helvétique, cette unité montagnarde de moyenne altitude, constituée de chaînons de matériaux sédimentaires plissés et faillés à vergence NW, chevauche l'avant-pays molassique. C'est ce que montre l'analyse comparative qui suit, portant sur trois coupes géologiques.

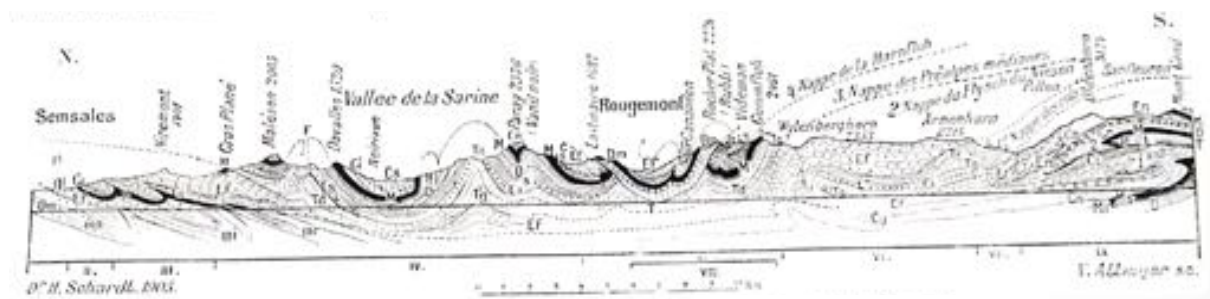


Figure 2 - Coupe géologique de Hans SCHARDT. In : *Dictionnaire Géographique de la Suisse*, vol. 5, p.117. Ed. Attinger, Neuchâtel, 1905.

Celle qui figure ci-dessus est la plus ancienne. Elle couvre aussi l'échelle la plus vaste. Désirant sans doute présenter de la manière la plus exhaustive possible la structure des entités montagnardes préalpines, l'auteur a infléchi son tracé à plusieurs reprises. Initialement dirigé

vers le Nord en partant du Mont-Gond dans le Valais, il décrit un angle de 48° vers l'Ouest à partir du Vanil Noir, pour aboutir près de Semsales dans le canton de Fribourg. Par son ampleur, ce parcours permet de rendre compte du contexte géologique dans lequel se trouve la chaîne des Vanils, que la coupe traverse pratiquement en perpendiculaire de la direction dominante des axes de ses plis. La contrepartie d'une échelle aussi ample est qu'elle ne permet guère de préciser les structures, dont elle ne donne qu'un aperçu. On distingue des plis-failles, liés à la tectogenèse fini-tertiaire, affectant les niveaux du Lias entre le synclinal correspondant à la vallée de la Sarine et celui qui porte le Moléson.

Au Laitemaire, les assises du Dogger marquant le bord septentrional du synclinal de Rougemont chevauchent, en lui conférant un profil en travers asymétrique, un autre synclinal bordant les contreforts méridionaux du Vanil Noir.

Ce document ne figure pas d'accidents tectoniques sur les versants occidentaux de la Chaîne des Vanils, où a été enregistrée la majorité des secousses en 2017.

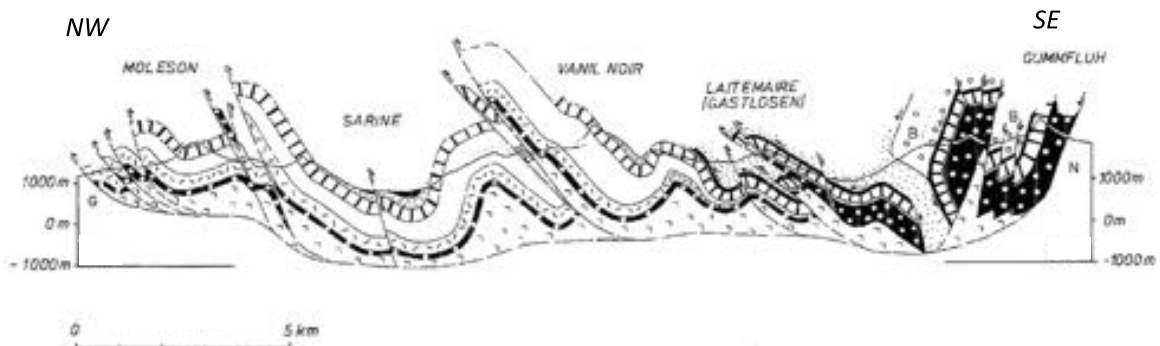


Figure 3 – Coupe géologique de Jon MOSAR. In : « Géologie structurale dans les Préalpes médianes (Suisse) », *Ecolgae Geologicae Helveticae*, 1991, vol 84/3, pp. 689-725.

En reprenant à peu de choses près l'orientation de la précédente, la deuxième coupe géologique examinée (fig.3) couvre une distance plus restreinte. De ce fait, elle gagne en précision et se focalise plus spécifiquement sur la chaîne des Vanils, même si elle passe à environ 4,5 km au NE du site de l'épicentre du séisme appelant les investigations sur lesquelles se fonde la présente étude. Elle montre nettement une série de plis déjetés vers le NW, ayant évolué en plis-failles sous l'effet de puissants mouvements tangentiels. Leur ossature est faite de calcaires, marnes et marno-calcaires du Lias, du Dogger et du Malm. On a affaire à un dispositif en écailles, résultant vraisemblablement de forces compressives imprimées au massif subalpin par le déversement des nappes qui le joutent au SE (Deichmann N. et Rybach L.,1989).

À une échelle plus étroite encore que les précédentes, la troisième coupe (fig.4) a été conçue spécifiquement pour rendre compte de la structure du secteur SE des Vanils, siège des séismes de l'été 2017. Son tracé est porté sur la figure 5. D'orientation SE-NW, elle relie Château-d'Oex à Lessoc.

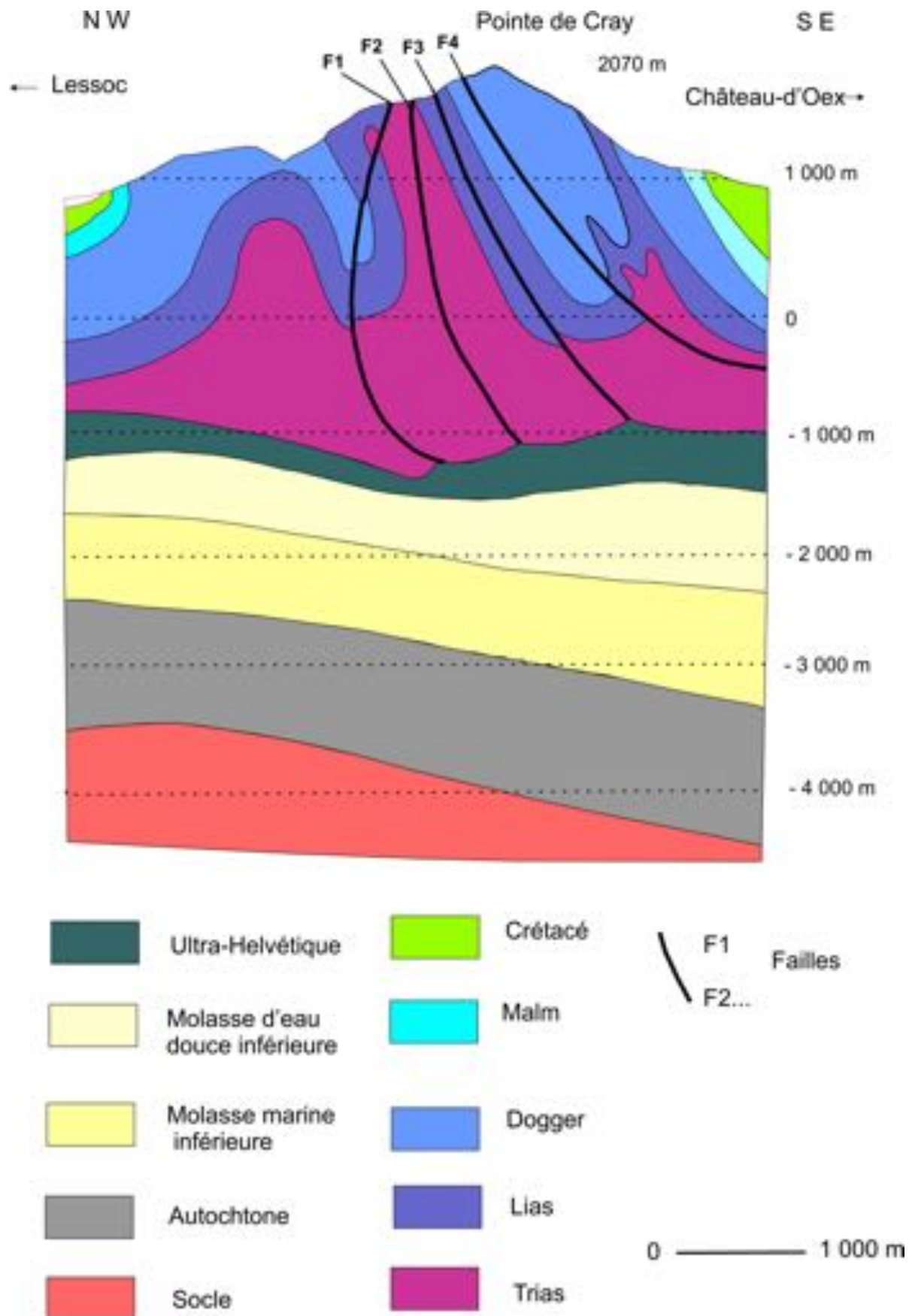


Figure 4 - Coupe géologique, Daniel Masotti, 2017 (d'après A. Escher et J. Mosar, 1988, UNI Lausanne).

Ce document confirme la disposition de plis en écailles très redressés par des failles inverses à regard NW, dont certaines comme F2 et surtout F1 sont listriques. Une telle configuration évoque, là encore, un champ de contraintes tangentielles qui se sont exercées du SE vers le NW.

Sur cette coupe, la base de la couverture sédimentaire est indiquée à une profondeur de - 4 000 à - 4 500 m. Il conviendrait que cette cote soit davantage précisée par des sondages complémentaires, mais c'est sur elle que nous nous fondons pour discriminer d'une part les secousses enregistrées en 2017 pouvant être attribuées aux mouvements de la couverture et, d'autre part, celles que nous considérons comme ayant leurs foyers dans le socle. L'hypothèse devient alors que, si les premières sont nettement majoritaires, la sismicité constatée cette année-là peut être reliée à des rejeux du système de failles qui vient d'être évoqué, participant d'un processus encore bien actif de chevauchement des Vanils sur leur avant-pays. C'est dans la logique de cette problématique, qu'est menée l'analyse statistique de données qui suit, en prenant pour variable-clé la profondeur des foyers. Compte tenu des réserves qui viennent d'être formulées quant à la fiabilité de la profondeur d'environ - 4 000 m que nous attribuons au plancher de la couverture, il convient d'envisager trois cas de figures quantitatifs dans les estimations statistiques qui suivent.

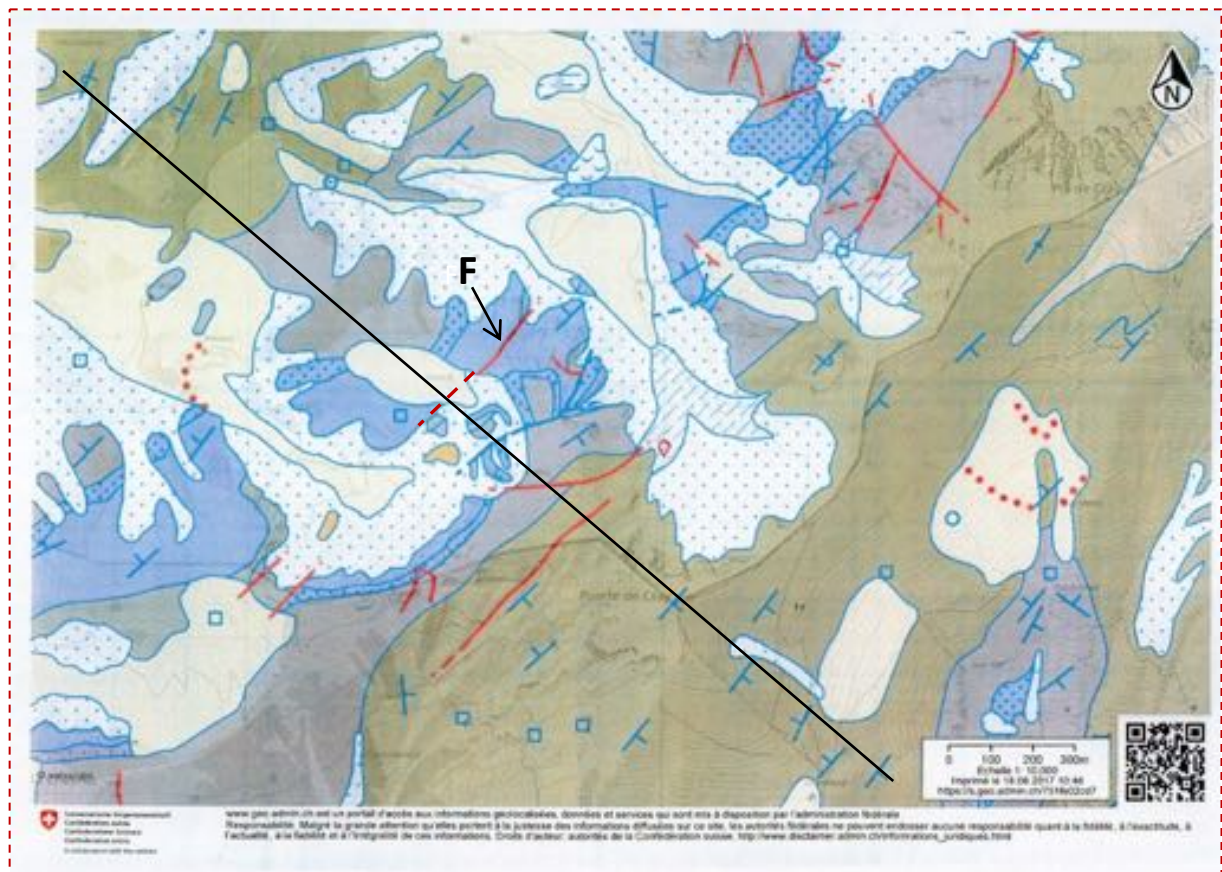


Figure 5 – Tracé de la coupe géologique (fig. 4). Le repère F désigne la faille observée et supposée dont l'escarpement a été étudié sur le site des événements de juillet 2017.

III – ANALYSE DES DONNÉES STATISTIQUES SUR LES PHÉNOMÈNES SISMQUES ENREGISTRÉS EN 2017 AU NORD DE CHÂTEAU-D’OEX

1) Leurs localisations en profondeur : dans le socle, ou dans les chaînons des Vanils ?

Sur 304 événements enregistrés entre le 16 juillet 2016 et le 4 février 2018 inclus dans la zone prise en compte dans cette étude, 265 se situent entre la surface et – 4 000 m, soit 87 % de l’effectif total. (<http://www.seismo.ethz.ch/fr/about-us/archive-news/2017/>, consulté le 13 mars 2018).

En fonction de la marge d’erreur possible signalée précédemment quant au repère de référence de la limite socle-couverture, on peut concevoir de le relever à – 3 800 mètres. Le nombre d’événements survenus au-dessus de ce niveau tombe alors à 245, représentant tout de même une proportion de 80,6 %. Il faudrait décaler l’estimation du niveau de la base de la couverture sédimentaire à – 3 500 mètres pour ne plus compter que 2/3 des hypocentres au-dessus de cette limite, avec un pourcentage de 67,43 %.

L’étendue de cette série statistique constituée des profondeurs de 304 événements est de 7,6. Son écart-type de 1,49 indique qu’elle n’est guère dispersée. La figure 6 permet de constater la proximité des valeurs centrales. Ainsi, la moyenne, 2,65, est assez proche de la médiane : 3,1. Toutes deux sont également proches de la borne inférieure de la classe modale, unique, qui apparaît avec une grande netteté. Sur la même figure, a été marquée la position du « plancher » de la couverture, ce qui met en évidence que celle-ci a été le siège d’une nette majorité des foyers.

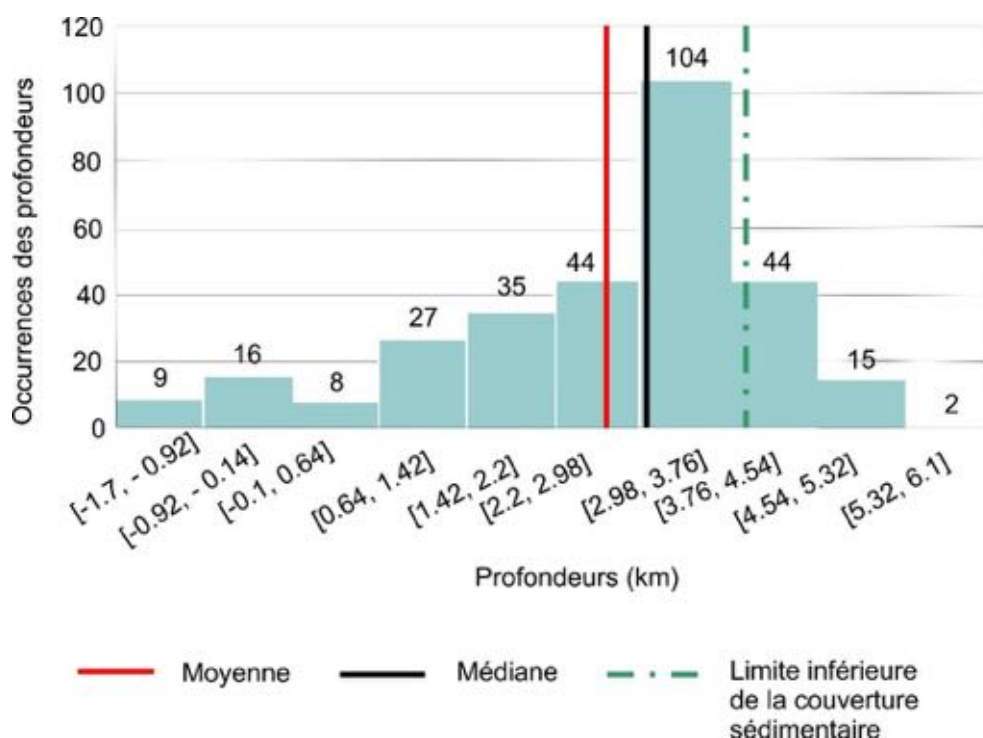


Figure 6 – Distribution statistique des profondeurs des foyers des secousses sismiques enregistrées du 16 juillet 2016 au 4 février 2018 dans la chaîne des Vanils au Nord de Château-d’Oex, Robert Moutard, 2018

La figure 7 ci-dessous reprend les données qui viennent d'être présentées précédemment sous forme d'histogramme. Leur transcription en points et courbes permet de suivre leur évolution chronologique. Elle permet aussi un examen plus fin de la distribution des profondeurs, qui confirme le commentaire issu de l'analyse de la figure 6. On notera toutefois que la courbe de régression linéaire indique une tendance à la migration des foyers vers de plus grandes profondeurs, passant de - 1 700 mètres à - 3 500 mètres entre le début et la fin de la séquence chronologique représentée.

Dans le détail, le même graphique montre que la plus forte dispersion des profondeurs des foyers concernait le début de la période prise en compte. Lors de la phase paroxysmale de 2017, la dissociation des valeurs était moindre, avec toujours une prédominance marquée au-dessus de la limite socle-couverture. Les phénomènes atteignirent alors moins de profondeurs extrêmes que lors de l'été 2016.

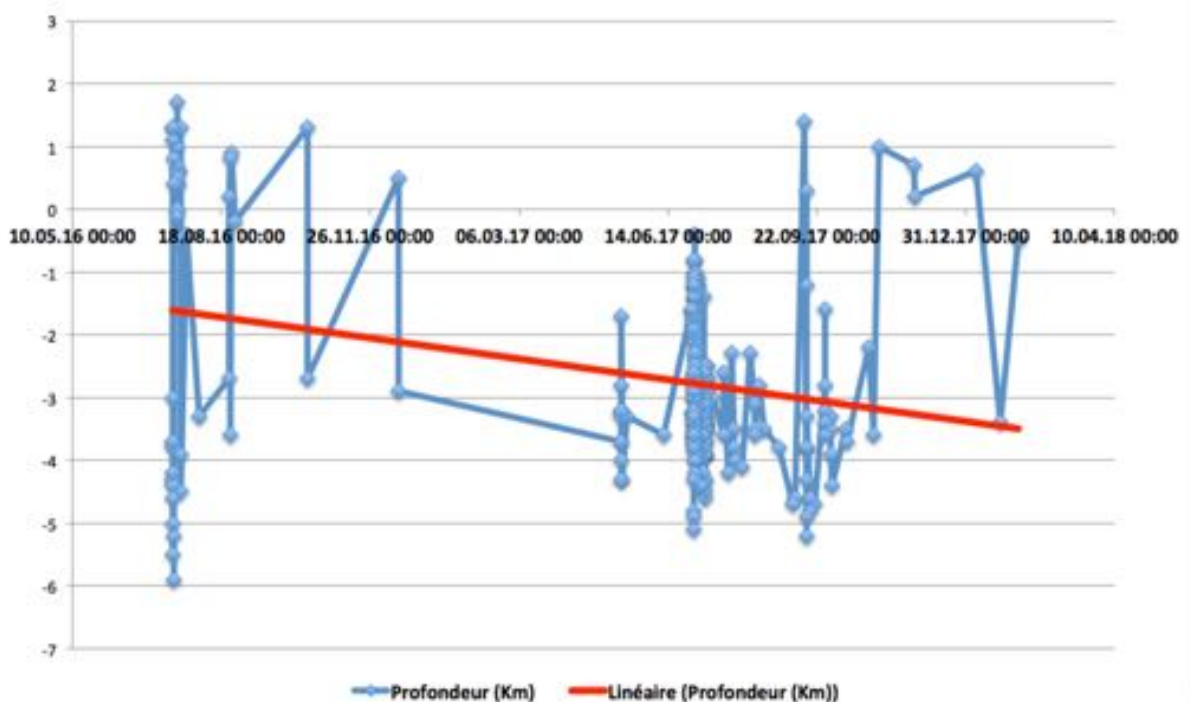


Figure 7 – Profondeurs (en kilomètres) des séismes localisés à Château-d'Oex du 16 juillet 2016 au 4 février 2018, Jacques Ehinger, 17 février 2018

En restreignant l'analyse à la crise des deux premiers jours de juillet 2017 qui ont défrayé la chronique, on constate que seuls deux des 43 phénomènes dépassaient la profondeur - 4 000 mètres. Celui qui a atteint la magnitude de 4,3 se trouvait tout près de cette limite. Les 41 autres se répartissaient entre - 1 200 et - 3 900 mètres, c'est-à-dire dans la couverture.

2) Les relations entre magnitudes et profondeurs

Les graphiques des figures 8, 9 et 10, ainsi que le tableau I, rendent compte des relations entre les magnitudes et les profondeurs des événements enregistrés.

Le premier graphique ci-dessous (fig. 8) couvre une période allant de mai 2016 à février 2018. Il fait apparaître deux ensembles. L'un est constitué d'un groupement très net des magnitudes allant jusqu'à 2, dans des profondeurs comprises entre - 4 000 et - 2 500 mètres. On notera la position statistique exceptionnelle de la plus forte secousse, la seule qui ait été ressentie par les habitants de la région lors de l'été 2017. L'autre groupe de points est sensiblement moins fourni. Ses magnitudes sont essentiellement comprises entre 0,5 et 2, soit un degré d'intensité légèrement plus marqué que pour le groupe précédent, et à des profondeurs de - 1 000 à - 2 000 mètres, donc s'inscrivant davantage dans la couverture.

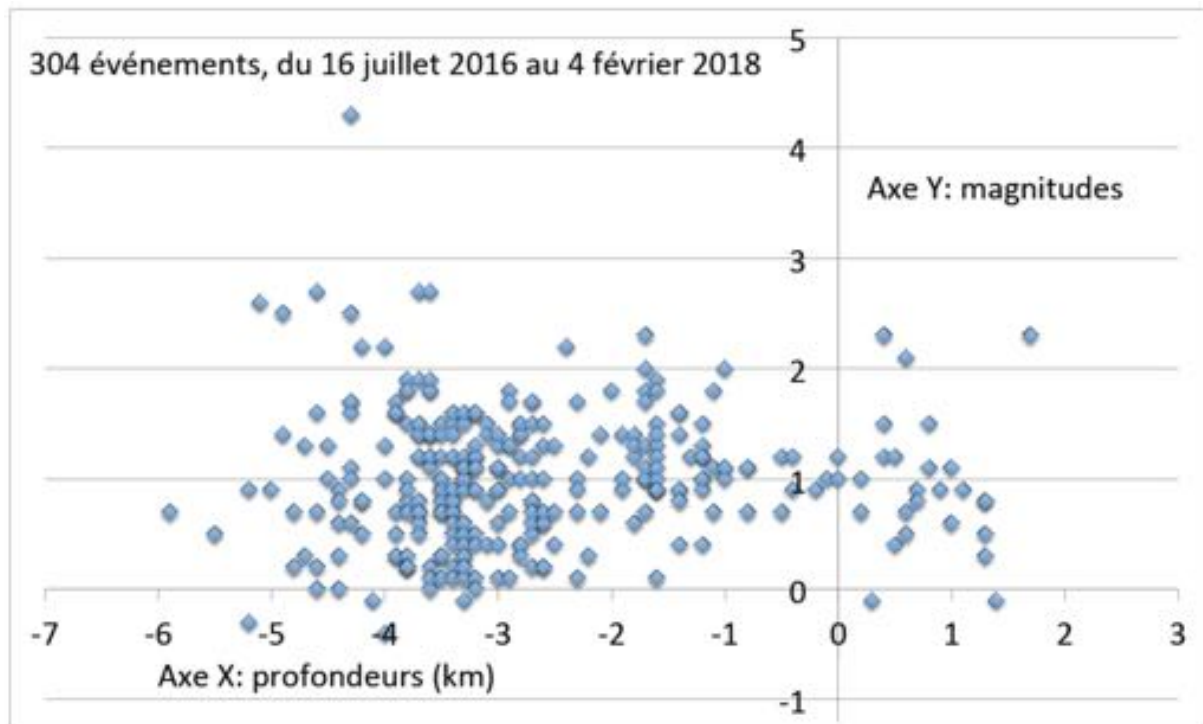


Figure 8. Relations magnitude-profondeur des séismes de la seconde moitié de 2016 au début de 2018, Jacques Ehinger, 17 février 2018

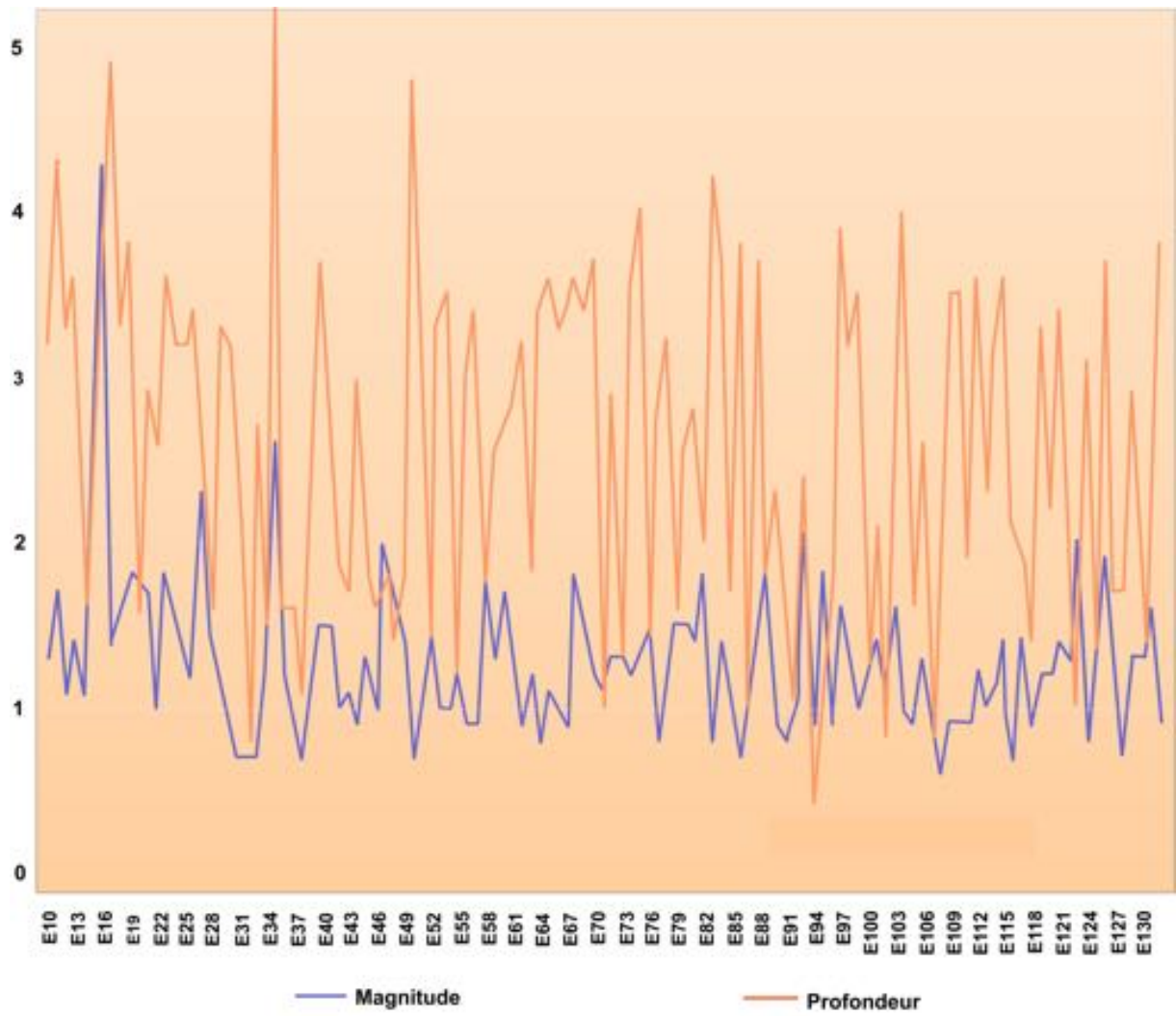
Tableau I – La séquence sismique paroxysmale du 1^{er} juillet 2017 et ses répliques immédiates.

Événement	Date	Heure	Magnitude	Profondeur (km)
E 10	14/05/2017	00 h 27	1,3	3,2
E 11	14/05/2017	00 h 34	1,7	4,3
E 12	17/05/2017	06 h 43	1,1	3,3
E 13	10/06/2018	15 h 11	1,4	3,6
E 14	29/06/2017	05 h 17	1,1	1,6
E 15	30/06/2017	19 h 14	1,9	3,6
E 16	01/07/2017	10 h 10	4,3	4,2
E 17	01/07/2017	10 h 13	1,4	4,9
E 18	01/07/2017	10 h 14	1,6	3,3
E 19	01/07/2017	10 h 16	1,8	3,8
E 20	01/07/2017	10 h 19	1,8	1,6
E 21	01/07/2017	10 h 20	1,7	2,9
E 22	01/07/2017	10 h 28	1	2,6
E 25	01/07/2017	10 h 40	1,2	3,2
E 28	01/07/2017	10 h 52	1,4	1,6
E 31	01/07/2017	11h 05	0,7	2,6
E 34	01/07/2017	11h 24	1,2	1,2
E 37	01/07/2017	11 h 47	0,9	1,6
E 40	01/07/2017	12 h 04	1,5	3,7
E 43	01/07/2017	12 h 17	1,1	1,7
E 46	01/07/2017	12 h 21	1	1,6
E 49	01/07/2017	12 h 31	1,4	1,8
E 52	01/07/2017	13 h 11	1,4	1,4
E 55	01/07/2017	13 h 42	1,2	1,2
E 58	01/07/2017	14 h 19	1,8	1,7
E 61	01/07/2017	14 h 47	1,2	2,8
E 64	01/07/2017	16 h 31	0,8	3,4
E 67	01/07/2017	16 h 09	0,9	3,4
E 70	01/07/2017	16 h 34	1,2	3,7
E 73	01/07/2017	17 h 15	1,3	1,2
E 76	01/07/2017	17 h 35	1,5	1,2
E 79	01/07/2017	18 h 20	1,5	1,6
E 82	01/07/2017	18 h 39	1,8	2
E 85	01/07/2017	19 h 16	1	1,7
E 88	01/07/2017	20 h 31	1,4	3,7
E 91	01/07/2017	21 h 13	0,8	1,4
E 94	01/07/2017	21 h 41	0,9	0,4
E 97	01/07/2017	22 h 29	1,6	3,9
E 100	01/07/2017	23 h 00	1,2	1,2
E 103	02/07/2017	00 h 43	1,6	3,2
E 106	02/07/2017	02h 27	1,3	2,6
E 109	02/07/2017	02 h 48	0,9	3,5
E 112	02/07/2017	04 h 50	1,2	3,6
E 115	02/07/2017	06 h 13	1,4	3,6
E 118	02/07/2017	07 h 53	0,9	1,4
E 121	02/07/2017	11 h 12	1,4	3,4
E 124	02/07/2017	12 h 20	0,8	3,1
E 127	02/07/2017	21 h 56	1	1,7
E 130	02/07/2017	23 h 29	1,3	1,6

Brigitte Coque, février 2018. Source : Service sismologique suisse, 2017.

Parmi les 49 évènements sismiques recensés dans ce tableau, sont indiqués l'évènement paroxysmal (E16) du 1^{er} juillet 2017 à 10h10, de magnitude 4,3 ainsi que les 42 répliques qui lui ont succédé le jour même et le lendemain, d'une magnitude nettement plus faible comprise entre 0,7 et 1,8. Les cinq premiers évènements (E10 à E15), qui se sont produits entre le 14 mai et le 30 juin 2017, traduisent une faible activité (magnitude de 1,1 à 1,9) avant la survenue soudaine de la secousse paroxysmale.

Les deux courbes qui suivent (fig.9 et 10) intègrent les 121 données enregistrées (E10 à E130) entre le 14 mai 2017 et le 2 juillet 2017. En abscisses du graphique de la figure 9, seuls 41 évènements sont indiqués pour une lecture claire. Après le paroxysme du 1er juillet (E16), avec une magnitude de 4,3, on remarque la tendance générale à la décroissance de la courbe. Quant à la profondeur de l'hypocentre, une coïncidence donne le 1er juillet, une magnitude de 4,3 avec une profondeur de 4,2 km. La profondeur maximale est de 5,3 km (évènement E35 le 1/7/17 à 11h29) et la profondeur minimale de 0,4 km, c'est-à-dire des valeurs relativement faibles.



En abscisses: numéros des événements sismiques (E10,E11... Cf. liste du tableau I)

En ordonnées: profondeur en km, et intensité des séismes

Figure 9 - Relations magnitude-profondeur des séismes enregistrés en juillet 2017, d'après les données du tableau I, Brigitte Coque, 6 décembre 2017.

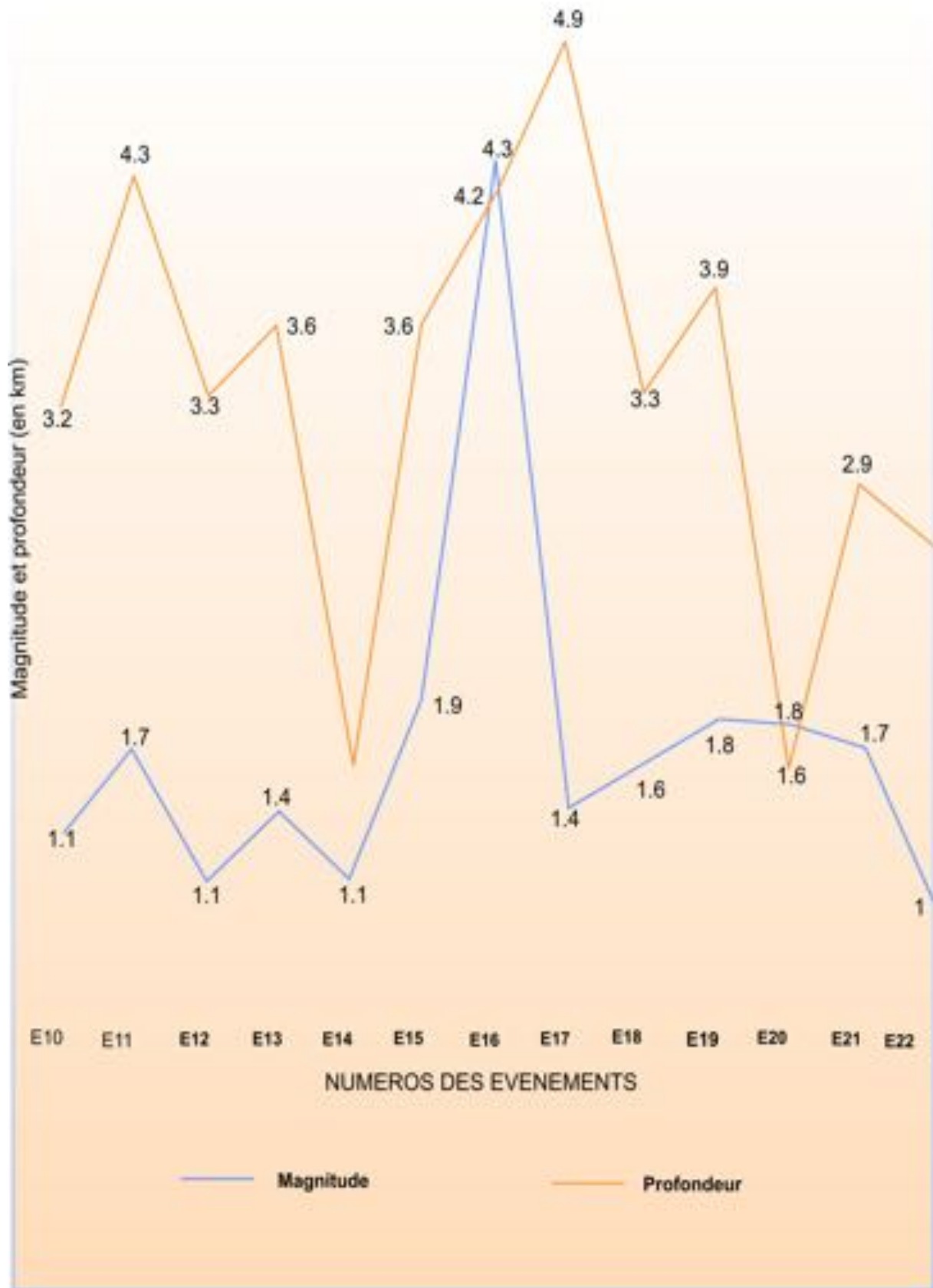


Figure 10 - Magnitude et profondeur des séismes à Château-d'Oex dans la période du paroxysme du 1^{er} juillet 2017, Brigitte Coque, 8 décembre 2017.

En regard de cette séquence, dans le mois-et-demi qui l'a précédée, l'activité sismique était plutôt modérée, avec 6 occurrences comprises entre les magnitudes 1,1 et 1,9, elles aussi situées dans la couverture sédimentaire du massif des Vanils.

Toujours pour le même segment chronologique, le graphique porté sur la figure 8 montre bien davantage des discordances entre magnitude et profondeur que l'inverse : on le constate notamment pour les événements E10, E22 et E25, E28 et E31, E49 à E58, E61 et E64, E 3, E85, E109, E112, E118 et E127. L'événement paroxysmal E16 appartient aux exceptions (fig. 7) mais les enregistrements qui l'encadrent rejoignent les cas de discordances entre magnitude et profondeur.

3) Les acquis de l'analyse statistique des profondeurs et magnitudes de la série de phénomènes pris en compte

Le Service sismologique suisse (<http://www.seismo.ethz.ch/fr/about-us/archive-news/2017/>, consulté le 10 mars 2018), interprète ainsi cette séquence sismique remarquable de l'été 2017 : « Ce séisme est lié à la rupture d'une faille normale (extension) orientée E-W, comme les autres événements de la séquence décelés depuis 2016. Une inversion large-bande du moment sismique suggère également un événement *peu profond* avec une magnitude de moment $M_w = 4.0$ et un mécanisme en faille normale ». Or, on peut noter que toutes les coupes précédemment examinées montrent des mouvements de compression (Deichmann N. et al., 2010).

La qualification de « peu profonde » que nous relevons dans le passage ci-dessus conforte l'hypothèse d'une dynamique sismotectonique affectant la couverture sédimentaire. Existe-t-il en surface des traces géologiques et géomorphologiques de ce phénomène ? C'est pour tenter de le vérifier que nous nous sommes rendus sur le terrain qu'il a concerné.

IV - L'ENQUÊTE SUR LE TERRAIN

1) Détermination du secteur des investigations

L'analyse spatiale de la répartition des séismes (fig. 11) montre une densité marquée des épicentres relevés au Nord immédiat de la ligne faîtière méridionale du massif des Vanils, d'orientation E-W, qui relie le Vanil Carré au sommet de La Bra. À lui seul, ce secteur rassemble 57 occurrences, dont l'événement le plus fort de l'année 2017. Celui-ci est survenu dans la haute vallée du Torrent, au voisinage immédiat du chalet d'alpage du Gros-Linsert.

C'est donc là que nous sommes allés, accompagnés d'une équipe de journalistes du *Nouvelliste*, le 21 août 2017, à la recherche de témoins et d'éventuels indices matériels visibles.

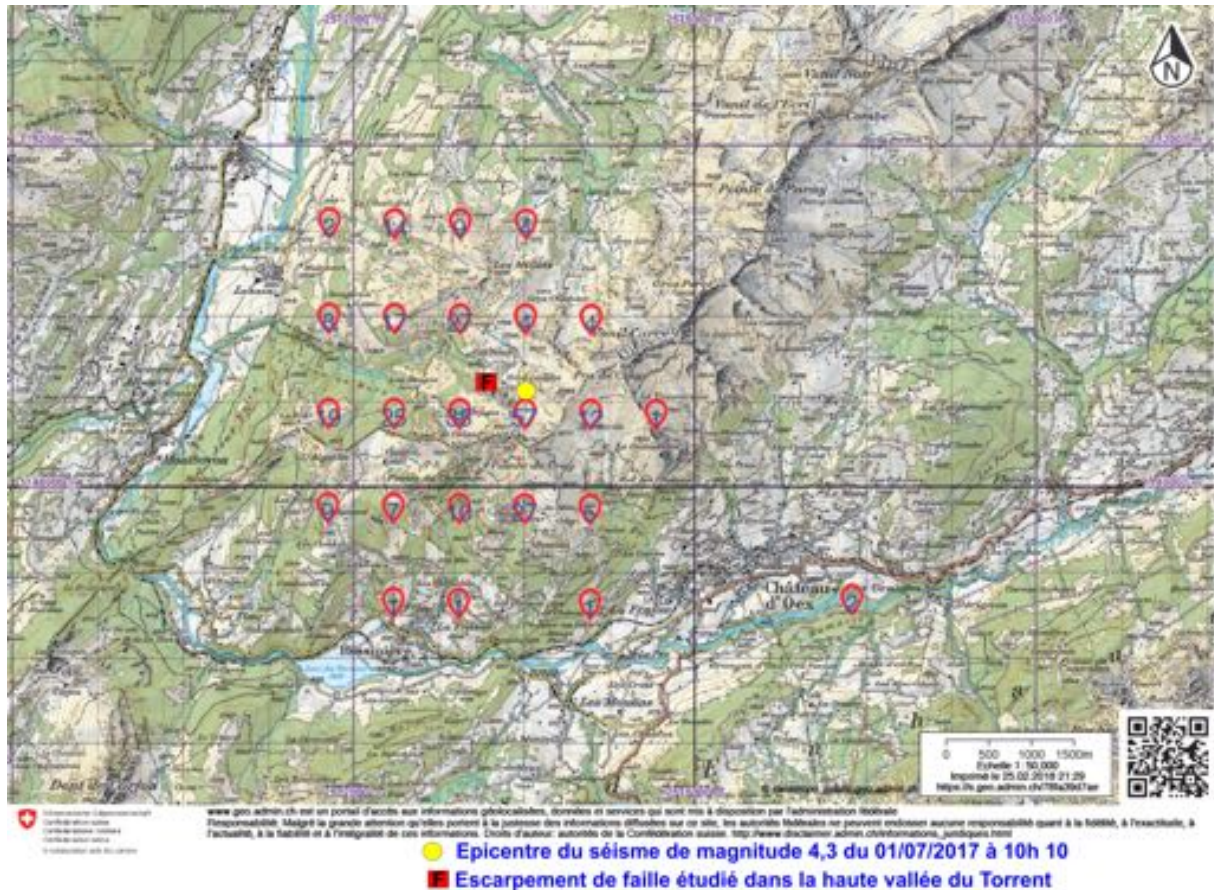


Figure 11 - Répartition des séismes enregistrés en 2017 sur la zone étudiée, J. Ehinger, 2018.

2) Les éléments recueillis en parcourant la haute vallée du Torrent

a. Des témoignages

Nous avons interrogé les éleveurs exploitant l'alpage du Gros-Linsert habitant le chalet de Liéty situé à environ 800 mètres de l'épicentre de la secousse de magnitude 4,3 survenue le 1^{er} juillet 2017 à 10h10. Ils nous ont déclaré en avoir très nettement ressenti les effets, notamment sonores, répercutés par les oscillations et vibrations des ustensiles suspendus à l'intérieur du bâtiment. L'aide fromager qui travaillait sur place précisa que « le bruit ressemblait à un gros tas de bois qui serait tombé d'un coup à l'étage supérieur ». Pour autant, le chalet n'a pas subi de dégâts apparents au moment où se déroulait notre enquête. Celle-ci s'avérait difficile, comme le montre l'examen du croquis géomorphologique ci-dessous (fig. 12), ainsi que l'observation du croquis d'interprétation d'après photo, qui suit (fig. 13).

b. À la recherche d'indices matériels géologiques et géomorphologiques

On a affaire ici à une combe complexe aménagée en vallée glaciaire, copieusement tapissée de dépôts morainiques dont une large étendue, notamment en rive droite du Torrent, sont remaniés en terrasse de kame (fig. 12 et 13). S'y superposent d'abondantes formations de versants, surtout des éboulis. La végétation, qu'il s'agisse de pelouse alpine ou de lande, colonise ceux qui sont aujourd'hui stabilisés. D'autres, encore actifs, s'étalent largement.

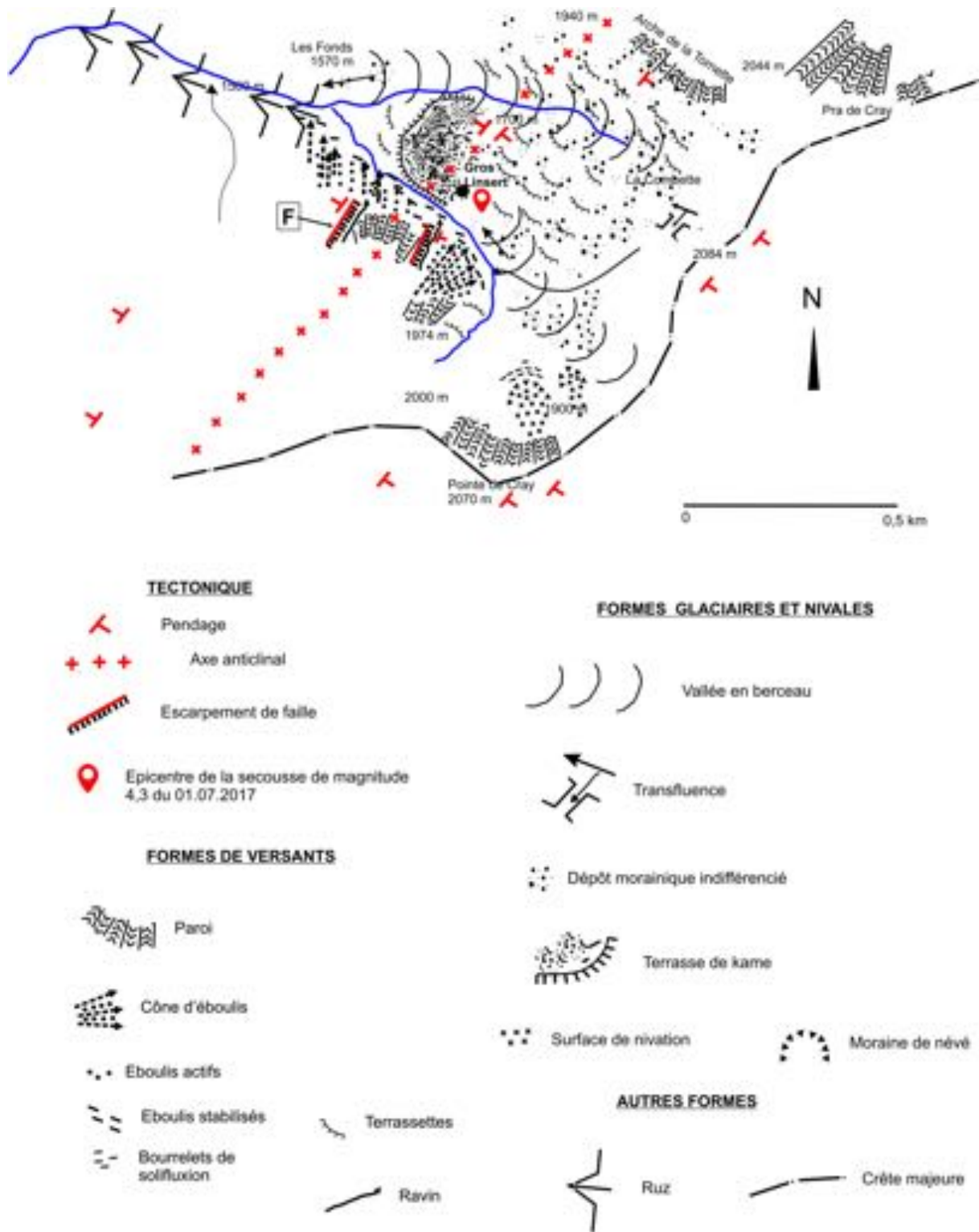


Figure 12 - Croquis géomorphologique de la haute vallée du Torrent, sur l'alpage du Gros-Linsert et à ses abords, Robert Moutard, février 2018.

Ces éboulis continuent à enfouir le substratum sous de nouveaux apports détritiques. Anciens ou actuels, ceux-ci s'étalent en tabliers, ou sont disposés en cônes, au débouché des nombreux ravins à écoulements mixtes qui fonctionnent toute l'année (fig. 12 et 13). Il s'agit de couloirs

à fortes pentes parcourus par des avalanches en période hivernale. Ils connaissent ensuite des écoulements intermittents au printemps, en été et en automne. Les revêtements superficiels meubles parcourus par le bétail de l'alpage sont modelés en terrassettes sur une surface très étendue.

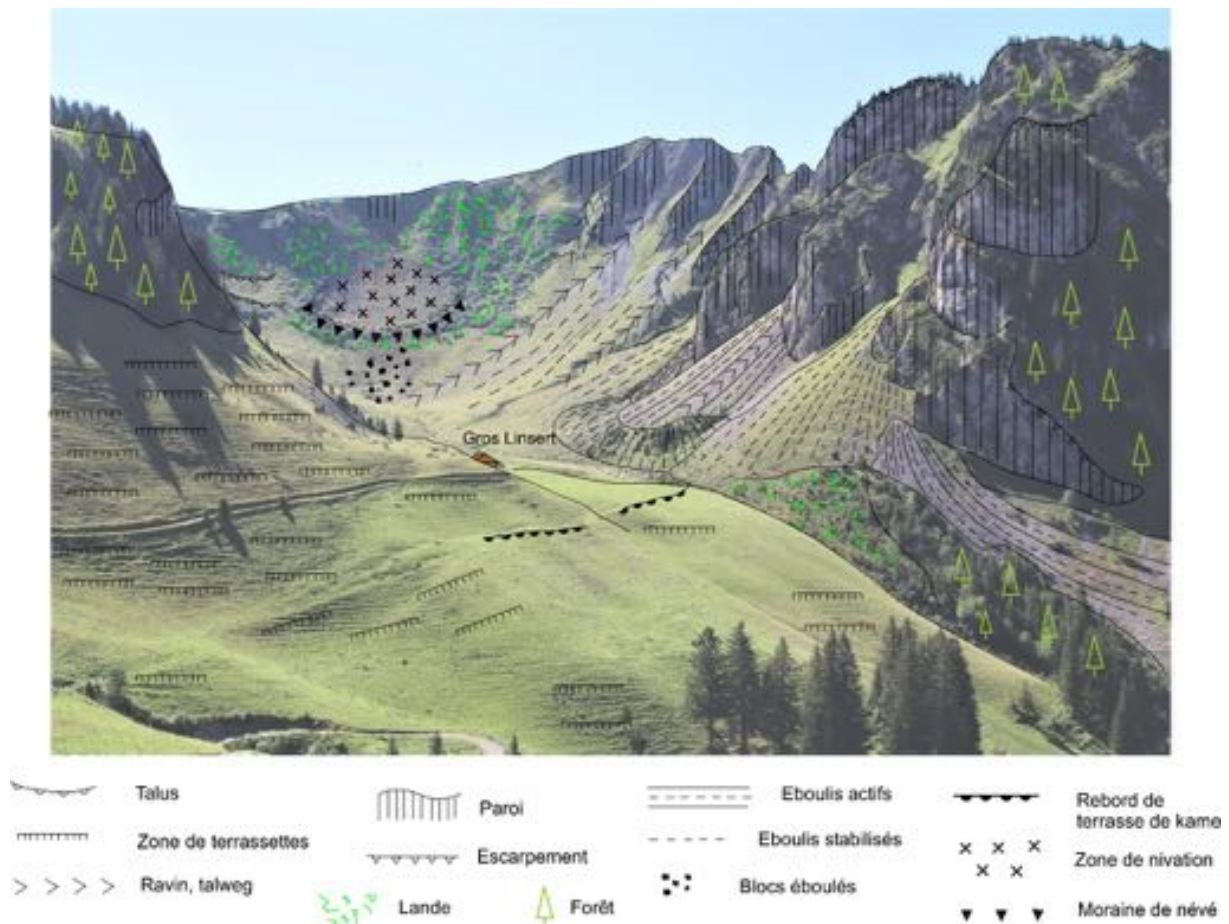


Figure13 - Croquis d'interprétation du paysage près du Gros-Linsert, vu de Liéty vers le Sud
Henri Rougier, 2018, d'après photo Robert Moutard.

Après un repérage préparatoire à la jumelle combiné avec l'analyse de cartes topographiques, l'équipe de recherche s'est divisée en deux groupes. Le premier s'est dirigé vers un escarpement de faille orienté SW-NE, à regard SE (repère F sur les fig. 5 et 12, photo 1). Il s'agit de la lèvre la plus abrupte d'un profond ravin encaissé dans les parois qui se dressent en rive gauche du Torrent, à 400 mètres à vol d'oiseau vers l'Ouest du chalet du Gros-Linsert. Le profil longitudinal du talweg que nous avons emprunté, de près de 40°, rendait la progression assez ardue (photo 1). Cet escarpement est taillé dans des calcaires jurassiques massifs à bancs pluridécimétriques fortement redressés vers le NNW. Très fracturées, ces roches paraissaient susceptibles d'avoir gardé des traces de rejeux de la faille, lors de la séquence paroxysmale des 1^{er} et 2 juillet 2017. C'est ce que nous avons voulu vérifier, en nous mettant en quête de fragments récemment détachés de la paroi (photo 2). Ils ont été examinés dans l'espoir d'y trouver des tectoglyphes. À cet égard, quelques fragments ont été recueillis (photo 3). Ce genre d'indice nécessiterait des confirmations par des analyses pétrographiques complémentaires de dissolutions ou recristallisations. Il a été possible

d'observer des blocs présentant des faces quasiment planes, évoquant des miroirs de faille à échelle très réduite (photo 2). Cette récolte limitée d'indices matériels ne permet pas, en l'état actuel des choses, de porter des conclusions certaines quant aux preuves du rejeu de la faille correspondant à l'escarpement dont nous avons ausculté la base le 21 août 2017. Seul, le grand nombre de débris très récemment détachés, trouvés à quelques centimètres de leurs logements rocheux d'origine (photo 3), non déplacés par les flux parcourant le versant lors des phases de dégel et de fonte des neiges, pourrait plaider en ce sens.

D'autre part, l'escarpement présente une structure très instable. En témoigne la chute simultanée de gros blocs qui s'en sont détachés, frôlant dans leur chute deux membres de notre groupe, ce qui a mis fin à trois heures de recherches en ce lieu. Compte tenu de la saison et du fait que l'on se trouvait en milieu de journée, il est peu probable que ce phénomène puisse être d'origine cryoclastique. Il est plus plausible d'envisager une fragilisation de la paroi par des dynamiques sismotectoniques.

Les photos ci-dessous donnent un aperçu des phénomènes constatés.



Photo 1 - En haut, à droite : l'escarpement de faille, repère F sur les figures 5 et 12 (Cl. Christian Hofmann, *Le Nouvelliste*, août 2017).



Suspensions de tectoglyphes sous forme de trois stries diagonales sur un bloc de calcaire dont la face évoque un miroir de faille de dimension réduite (hauteur : 1.45 m, largeur : 0.60 m).

Photo 2 – Un bloc calcaire appartenant au pied de l'escarpement de faille (Cl. Robert Moutard, août 2017).



Plaque calcaire (1) détachée d'un bloc portant des traces présumées de tectoglyphes (2).

Photo 3 - Recherche de traces significatives des mouvements sismotectoniques (Cl. Robert Moutard, août 2017).

Le deuxième groupe de recherches s'est dirigé vers ce qu'il estimait être alors le lieu précis de l'épicentre du séisme paroxysmal du 1^{er} juillet, tout à l'amont de la vallée du Torrent, au pied de la face nord de la Pointe de Cray. Depuis, il s'est avéré que celui-ci se situe environ 250 mètres plus au Nord, entre un bâtiment annexe d'exploitation de l'alpage du Gros Linsert et le pied des pentes qui le dominent, aux coordonnées suivantes : 46°49 N, 7°10 E. (fig. 11 et 12).

Mais le fait d'avoir parcouru cette extrémité amont de la vallée, a permis de trouver des traces de déstabilisation de formations superficielles dans une moraine de névé (fig. 12 et 13). Il s'agit de déchirures fraîches, observées dans des bourrelets morainiques, s'orientant parallèlement aux courbes de niveaux du terrain (photo 4). Cette déstabilisation pourrait être favorisée par les phénomènes sismiques de juillet 2017.



Photo 4 - Déchirures transversales apparues sur le versant au-dessus du Gros-Linsert
(Cl. Christian Hofmann, *Le Nouvelliste*, août 2017)

c. Bilan des investigations menées sur le terrain

Nous escomptions trouver des indices d'ordre géologique et géomorphologique plus probants que ceux que nous avons pu recueillir en nous rendant sur le site même de l'épicentre de l'événement paroxysmal du 1^{er} juillet 2017 et de sa cohorte de 240 répliques. Toutefois, l'examen de la terminaison amont de la vallée du Torrent permet de constater la netteté de l'escarpement de faille dont nous avons longé le pied, qui affecte les calcaires jurassiques (repère F des fig. 5 et 12, photo 1). La projection de son tracé en direction du NE passe par le chalet d'alpage du Gros-Linsert. Son extrémité visible est à moins de 400 mètres à vol d'oiseau du bâtiment. Là, ses occupants ont très nettement ressenti la secousse, malgré l'effet d'amortissement que l'on peut attendre des revêtements morainiques ainsi que d'épais colmatages tels que la terrasse de kame voisine. Il n'y a guère de hasard en géosciences : la présence des rejeux d'accidents tectoniques cassants affectant des plis faillés déversés vers le NW est très probablement corrélée aux manifestations de la phase sismique de l'été 2017 dans ce secteur. Le fait que la grande majorité des foyers se soit localisée à des profondeurs plus hautes que la limite entre le socle et la couverture, laisse penser que celle-ci a connu des soubresauts dans la continuation de son mouvement de chevauchement de l'avant-pays.

V – CONCLUSION

La période de forte sismicité de l'été dernier dans le secteur des Vanils nous prouve combien les Alpes - et tout particulièrement les chaînes subalpines - sont jeunes à l'échelle des temps géologiques et de ce fait, perpétuellement en formation. La mise en perspective de la survenue des événements sismiques de juillet 2017 avec le passage extrait d'un document du Service Sismologique suisse cité *supra* (sous-chapitre 3, p.13), évoque des premiers indices de distension liée au rééquilibrage gravitaire de cette région. Assez bien localisées du point de vue géographique et quasiment toujours dans des zones très fragiles, les « crises », comme celle traitée ici, ne sont pas rares et, dans de nombreux cas, récurrentes. Certes, le nombre de secousses ressenties par les populations locales est faible, mais il n'empêche que des inquiétudes légitimes se manifestent chez les habitants des zones concernées.

Ce qu'il s'est passé dans les Vanils est proche du caractère « exceptionnel », si l'on considère le nombre total de phénomènes décelés par le réseau sismographique. Depuis la fin de l'été 2017, le calme est revenu.

À quand le prochain épisode ?

BIBLIOGRAPHIE

DEICHMANN N., RYBACH L. (1989) Earthquakes and temperatures in the lower crust below the northern alpine foreland of Switzerland. In: MEREU R.F., MUELLER S., FOUNTAIN D.M. (eds) The Lower Crust: Properties and Processes. AGU-Monograph,51, IUGG,6, p.197-213.

DEICHMANN N. ET AL. (2010) Earthquakes in Switzerland and surrounding regions during 2009. Swiss J. Geosci, 103, p.535-549, DOI:10.1007/s00015-010-0039-8.

ESCHER A. et MASSON H. (1984) Coupe géologique dans les Alpes occidentales. Travaux du Comité français d'histoire et de Géologie. Deuxième série. T.2

ECOS-09: Earthquakes Catalog of Switzerland Release 2010. Report and database for the Pegasos Refinement Project, not public catalog, 31.03.2010. Swiss Seismological Service ETH Zürich, Report SED/PRP/R/008/20100331.

MOSAR J. (1991) « Géologie structurale dans les Préalpes médianes (Suisse) », *Eclogae Geologicae Helvetiae*, vol 84/3, p. 689-725.

SCHARDT H. (1905), *Dictionnaire géographique de la Suisse*, Attinger, Neuchâtel.

Site internet du Service Sismologique Suisse consulté (mars 2018) :
<http://www.seismo.ethz.ch/fr/about-us/archive-news/2017/>

Pour en savoir plus :

ABEDNEGO M. et Al. (2014) New 3D microseismic tomography model interpretation and principal stress axes analysis in the Fribourg area (swiss western Molasse Basin). Abstract Volume 12th Swiss Geoscience Meeting, 9

DEICHMANN N. et Al (2011) La Suisse tremble. Sismotectonique des Alpes et du Plateau suisse. *Géochronique*, **117**, 57-60

KASTRUPP U. et Al (2004) Stress field variations in the Swiss Alps and the northern Alpine foreland derived from inversion of fault plane solutions. *J. Geophys. Res.*, **109**, B014021, doi:10.1029/2003JB002550.

KASTRUPP U. et Al (2007) Evidence for an active fault below the northwestern Alpine foreland of Switzerland. *Geophys. J. Int.* (2007) **169**, 1273–1288

MOSAR J. et Al. (2011) Du Jura central aux Préalpes romandes – Une tectonique active dans l'avant-pays des Alpes. *Géochronique*, **117**, 52-55

Coordonnées des auteurs :

Brigitte COQUE
Géoterrain, rue du Nasot 7
CP 316
CH-1955 CHAMOSON
hrbc.mcda@gmail.com

Jacques EHINGER
Lycée (Gymnase Burier,)
Route de Chailly
CP 96
CH-1814 LA-TOUR-DE-PEILZ
famille.ehinger@bluewin.ch

Daniel MASOTTI
Rue Chez Moren 11A
CH-1955 GRUGNAY
meteo-assist@bluewin.ch

Robert MOUTARD
11 rue Louis Haase
F - 74230 THÔNES
robert-moutard@orange.fr

Henri ROUGIER
Géoterrain, rue du Nasot 7
CP 316
CH-1955 CHAMOSON
henri.rougier@editionslep.ch

Agnès PRUD'HOMME
Université Lille – Faculté des Sciences et Technologies
Département des Sciences de la Terre
F - 59655 VILLENEUVE D'ASCQ
agnes.prud-homme@univ-lille.fr