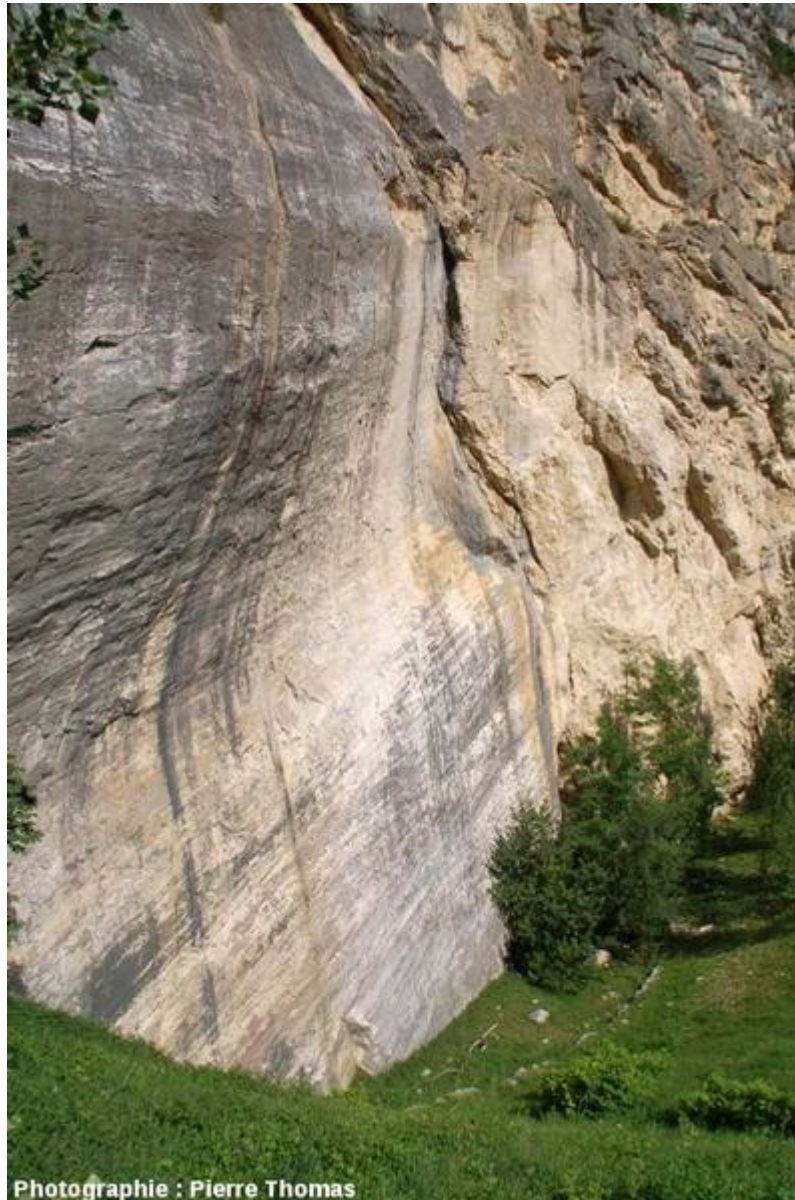


LA FAILLE DU VUACHE

Miroir de faille décrochante : La faille du Vuache, la Balme de Sillingy (Haute Savoie)

Pierre Thomas - Laboratoire de Sciences de la Terre / ENS Lyon - Publié par Olivier Dequincey - 15 - 02 - 2010
<http://planet-terre.ens-lyon.fr/image-de-la-semaine/lmg304-2010-02-15.xml>

Figure 1. Fond de l'ancienne carrière (réhabilitée) de la Balme de Sillingy (Haute Savoie)



Photographie : Pierre Thomas

L'exploitation de la carrière a dégagé un superbe miroir de faille décrochante. On distingue très bien l'aspect strié du miroir, avec des stries subhorizontales. Ce miroir, comme de nombreux miroirs, n'est pas plan, mais ondulé. **La direction du mouvement est parallèle à la direction d'allongement des ondulations, parfois nommées « cannelures ».** Ce miroir de faille s'est, bien sur fait, « en profondeur ». Mais l'érosion et l'exploitation de la carrière ont partiellement « enlevé » une partie du compartiment de droite, mettant au jour le miroir de faille. Au fond de cette partie de la carrière, le compartiment de droite a été préservé, et on voit le plan de faille pénétrer dans les calcaires. *Photographie : Pierre Thomas*

Après avoir vu des [horsts limités par failles inverses \(pop-up\)](#) à rejet millimétrique, puis un [horst limité par des failles normales](#) à rejet décamétrique voici **une faille décrochante avec un rejet senestre de 1,5 km.**

Les figures 1 à 5 montrent diverses vues plus ou moins rapprochées du miroir de faille et de ses stries, toutes été prises dans une ancienne carrière, maintenant réhabilitée, située à la Balme de Sillingy (Haute Savoie).

Figure 2. [Stries sur le miroir de faille de l'ancienne carrière \(réhabilitée\) de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



Figure 3. [Stries sur le miroir de faille de l'ancienne carrière \(réhabilitée\) de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



Figure 4. [Stries sur le miroir de faille de l'ancienne carrière \(réhabilitée\) de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)

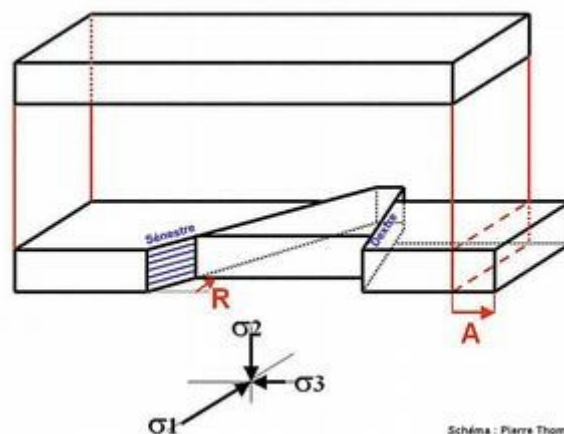


Figure 5. [Vue générale de la partie Nord de l'ancienne carrière \(réhabilitée\) de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



Quand on voit un miroir de faille, et en l'absence de niveau repère visible décalé (ce qui est souvent le cas pour une faille décrochante observée sur un affleurement présentant une paroi verticale), il faut observer les stries tectoniques de très près pour trouver des indices du sens de mouvement et pour savoir si le mouvement (horizontal) est dextre ou sénestre.

Figure 6. [Relation géométrique entre failles décrochantes et directions d'allongement \(A\) et de raccourcissement \(R\) horizontaux](#)



Les flèches rouges A et R représentent respectivement les directions d'allongement et de raccourcissement horizontaux.
Schéma : Pierre Thomas

Les stries théoriques sur les miroirs de faille sont figurées par de fins traits bleus. Dans ce **cas théorique** simple, la direction d'allongement horizontal (A) est parallèle à la contrainte minimale σ_3 et la direction de raccourcissement horizontal (R) est parallèle à la contrainte maximale σ_1 . En théorie, les failles font un angle de 30 à 45° par rapport à la direction de la contrainte maximale, donc 60 à 45° par rapport à la direction de la contrainte minimale. La faille de gauche est dite senestre car un observateur situé sur l'un des 2 compartiments séparés par cette faille verrait l'autre compartiment partir vers sa gauche. La faille de droite est dite dextre car un observateur situé sur l'un des 2 compartiments verrait l'autre partir vers sa droite.

Quand on observe de près le miroir principal de la faille de la Balme de Sillingy, on ne voit quasiment aucun critère indiscutable indiquant la direction du mouvement. Ce dernier a été tellement important que la roche directement derrière le miroir a été complètement cassée, broyée par le mouvement. Cette roche broyée par la tectonique est appelée « **brèche tectonique** », « **brèche de faille** » ou encore **cataclasite**. Les derniers mouvements n'ont plus cisailé la roche elle-même, mais la brèche tectonique engendrée depuis le début du fonctionnement de la faille. Cette brèche tectonique a été quasiment polie par ces derniers mouvements. Ce polissage a presque complètement oblitéré les critères usuels permettant de déterminer le sens du mouvement sur un miroir de faille (stries stylolitiques, écailles de calcite...).

Figure 7. [Gros plan sur le miroir de faille \(les brins d'herbe donne l'échelle\), la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



L'extrême polissage commence à se voir.

Figure 8. [Gros plan sur la brèche de faille polie, la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



La traînée blanche correspond à un dépôt (karstique) de calcite blanche.

Figure 9. [Très gros plan sur la brèche de faille, presque aussi polie que chez un marbrier, la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



On devine ici quelques clastes millimétriques pris dans une matrice rosée constituée de calcaire finement broyé et recristallisé.

Comment connaître le sens du mouvement le long de ce décrochement ? On pourrait chercher sur le miroir principal des zones ayant échappé au polissage, ou des failles annexes parallèles à la faille principale, failles annexes où le mouvement plus faible a permis la préservation des usuels critères de cinématique.

On peut aussi faire une étude régionale. Ce miroir de faille se trouve sur le flanc NO d'un anticlinal, apparemment décalé par un décrochement sénestre (figures suivantes), sans doute **complexe et composé de plusieurs failles élémentaires**, appelé « faille du Vuache ». Le rejet de ce décrochement est d'environ 1,5 km dans l'hypothèse où il s'agit d'un seul anticlinal décalé par un décrochement sénestre.

Figure 10. [Vue Google Earth 3D rapprochée de l'anticlinal de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



La croix bleue localise le miroir de faille. La flèche rouge indique la charnière de cet anticlinal.

D'après : Google Earth

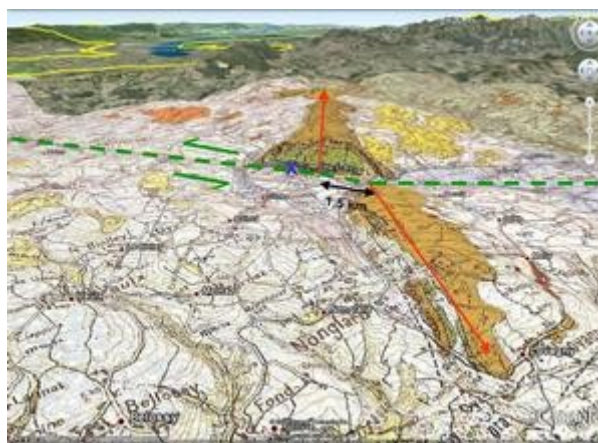
Figure 11. [Vue Google Earth 3D éloignée de l'anticlinal \(ou plutôt des deux demi-anticlinaux\) de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



Les flèches rouges indiquent les charnières des 2 demi-anticlinaux, décalés d'1,5 km

D'après : Google Earth

Figure 12. [Vue Google Earth 3D éloignée, avec carte géologique du BRGM, de l'anticlinal \(ou plutôt des deux demi-anticlinaux\) de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)



Le trajet de cette faille est indiqué par la ligne verte pointillée. Le sens du décrochement est indiqué par les flèches vertes. L'amplitude du mouvement (1,5 km) est indiquée par la flèche blanche. La ligne jaune indique la frontière franco-suisse.

Figure 13. [Vue Google Earth verticale de la région de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)

Figure 14. [Extrait de la carte géologique de la France \(BRGM\) au 1/1 000 000 montrant l'anticlinal cisailé de la Balme de Sillingy \(Haute Savoie\)](#)

Savoie)



Cette faille est appelée « faille du Vuache » parce qu'elle longe la Montagne du Vuache.

D'après : Google Earth



L'anticlinal cisailé de la Balme de Sillingy (ovale rouge) est situé à l'extrémité SE de la faille du Vuache, faille de direction NO-SE.

Cette carte montre aussi des plis, de direction approximative N-S, et d'autres failles senestre NO-SE. Mouvement senestre sur des failles NO-SE et plis de direction N-S sont compatibles avec la direction de raccourcissement globalement E-O dans cette région du Jura et des chaînons subalpins. C'est ce raccourcissement E-O (parallèle à σ_1 , voir figure 6) qui engendrerait à la fois plis N-S et décrochement sénestre NO-SE.

D'après : Google Earth

Il existe une autre méthode pour connaître le sens du mouvement d'un décrochement, lorsque celui-ci est encore actif : étudier le mécanisme au foyer de séismes qui auraient lieu sur cette faille. Il y a justement eu un séisme important (magnitude 5,2, quelques dégâts matériels, aucun mort) le 15 juillet 1996, séisme connu sous le nom de [séisme d'Epagny](#) (ou d'Annecy). Le mécanisme au foyer de ce séisme est compatible avec le mouvement senestre d'une faille NO-SE.

Figure 15. Bloc diagramme montrant le fonctionnement de la faille du Vuache lors du séisme de magnitude 5,2 du 15 juillet 1996 (Epagny-Annecy)



Le foyer du séisme était localisé à l'aplomb de la faille du Vuache. Le mécanisme au foyer de ce séisme (à gauche) est compatible avec un fonctionnement senestre de cette faille (cadrans **noirs en élongation**, contenant σ_3 , et cadrans **blancs en raccourcissement**, contenant σ_1). Ce schéma nécessairement simplifié laisse croire à tort que toute la faille a coulissé, depuis le Jura jusqu'au lac d'Annecy. En fait, **seule une portion de 5 km** de la faille a coulissé, comme l'a montré l'analyse des répliques. Les plis (anticlinaux) dont la charnière a une direction approximativement N-S sont approximativement perpendiculaires à la direction de raccourcissement, approximativement E-W (flèche rouge de droite). La faille décrochante du Vuache (de direction approximative NO-SE) a bien une direction orientée approximativement à 45° de la direction de raccourcissement. *Source : [LGIT](#) et rapport BRGM R 39029*

Les stries visibles sur le miroir de faille des figures 1 à 7 ne résultent bien sûr pas du séisme de 1996. Les stries se font en profondeur, quand les 2 compartiments frottent l'un sur l'autre. À la Balme de Sillingy, l'érosion (et les mouvements anciens) ont exhumé cette partie du miroir. Des nouvelles stries ont du se faire en profondeur lors du séisme de 1996. Peut-être des géologues pourront-ils les étudier à « l'ère Quinquénaire » si l'érosion dégage de nouvelles surfaces profondes de ce miroir.

Si on estime **l'âge du pli de la Balme de Sillingy à 10 Ma** (ce qui est raisonnable dans le contexte régional), et si on retient l'hypothèse de l'anticlinal cisailé par un décrochement senestre, on peut calculer la vitesse moyenne du mouvement le long de cette faille. Un déplacement de 1,5 km en 10 Ma, cela correspond à une **vitesse moyenne de 0,15 mm/an (1,5 cm/siècle)**. Il s'agit d'une vitesse environ 50 fois plus lente que celle de la [faille d'Enriquillo](#) qui a joué lors du [séisme d'Haïti du 12 janvier 2010](#).

Communiqué du 15 juillet 1996 à 09 h 23

L'observatoire de Grenoble communique :

Le réseau de détection sismique de l'observatoire de Grenoble (réseau Sismalp) a enregistré, le **lundi 15 juillet 1996 à 02 h 13** (heure légale) un séisme de magnitude comprise entre **5 et 5,5** sur l'échelle de Richter, dont l'épicentre était situé à 4 km au nord-ouest d'Annecy (Haute-Savoie).

Les coordonnées épicentrales sont 45°56' N, 6°06' E. Le foyer était situé à très faible profondeur, 1 à 2 km. Il a été très nettement ressenti dans tout le Nord des Alpes, jusqu'à Grenoble.

Dans la région d'Annecy, il a provoqué des dégâts légers (chutes de cheminées, bris de vitres), atteignant ainsi l'intensité VII sur l'échelle MSK.

L'analyse préliminaire des données montre que ce séisme est lié au jeu d'une faille orientée NNW-SSE (faille du Vuache), qui a fonctionné en coulissage senestre : le compartiment tectonique situé au Nord-Est d'Annecy s'est déplacé légèrement vers la gauche pour un observateur situé au Sud-Ouest d'Annecy.

Cette faille, bien identifiée d'un point de vue géologique, n'était que très peu active ces dernières années. Pourtant, le **2 août 1995** s'était déjà produit, presque au même endroit, un petit séisme de magnitude 2 sur cette même faille.

Par sa magnitude, ce séisme est le plus important qui soit survenu dans le Sud-Est de la France depuis le séisme de **Corrençon (Isère), qui avait atteint la magnitude 5,3 en avril 1962**.

Le séisme du **Grand-Bornand (14 décembre 1994)** avait une magnitude de **5,1**, mais il était situé à une profondeur de 10 km.

La secousse principale a été suivie de répliques, notamment à **07 h 46 (magnitude 3,5)** qui a été ressentie. D'autres répliques de magnitude moindre se produiront vraisemblablement dans les heures et les jours qui viennent.

<http://sismalp.obs.ujf-grenoble.fr/cases/epagny/epagny.html>

Quelques explications tectoniques et sismo-tectoniques

(informations fournies pour un numéro spécial des Echos d'Épagny consacré au séisme et à ses répliques, mars-avril 1997) - Texte rédigé en février 1997

<http://sismalp.obs.ujf-grenoble.fr/cases/epagny/epagny.html>

La faille du Vuache

La faille du Vuache est un accident majeur de la région située au nord-ouest d'Annecy.

De Fort-L'Ecluse à Musièges, elle suit le rebord occidental de la montagne du Vuache, constituée de sédiments jurassiques et crétacés (160 à 120 Ma).

Vers le sud-est, cet accident disparaît sous la couverture morainique résultant des dernières glaciations.

Au delà, on ne parvient à l'identifier que sur le flanc sud de la montagne de Mandallaz (elle aussi constituée de sédiments jurassiques et crétacés), près de Chaumontet. Sous la plaine d'Épagny et sous Annecy, son tracé est à nouveau hypothétique. On ne sait pas si elle se poursuit sous le lac d'Annecy en direction de Faverges, ni si elle se prolonge plus avant dans le Jura à son extrémité nord-ouest.

Avant le séisme du 15 juillet, l'opinion des géologues était que cette faille affectait non seulement la couverture sédimentaire épaisse de plusieurs kilomètres mais aussi le socle sous-jacent (formé il y a plus de 230 Ma).

La faille du Vuache fonctionnerait depuis la fin de l'ère secondaire (60 Ma), avec des mécanismes variables selon les époques (chevauchements, coulissages, extensions).

Qui plus est, on ne sait pas chiffrer les très faibles déplacements liés au coulissage actuel (peut-être de l'ordre de 0,5 à 1 mm par an).

Un aperçu de la sismicité historique de la région

Située en bordure de la chaîne alpine, la région d'Annecy, comme d'ailleurs l'ensemble des Alpes externes, ne subit qu'une sismicité très épisodique. Ces quelques secousses isolées, relativement peu fréquentes, n'en restent pas moins potentiellement dangereuses. Nous en donnons ci-dessous cinq exemples.

Le 11 août 1839 : Annecy était ébranlée par un séisme, le plus fort d'une série de plusieurs secousses ressenties au cours du mois d'août. Ce séisme a renversé à Annecy un grand nombre de cheminées (intensité VII) ; la chute de l'une d'elles a tué dans la rue un enfant de 10 ans. On note encore, le 22 mars 1840 soit plus de 6 mois après la crise sismique du mois d'août, une secousse encore assez fortement ressentie à Annecy.

Le 8 octobre 1877 : très mal connu, il est difficile de lui attribuer un épicentre précis. Cette importante secousse a été ressentie dans l'Est de la France de Lyon à Mulhouse, et en Suisse (Genève), avec des chutes de cheminées et des maisons lézardées en des endroits aussi éloignés les uns des autres que Genève, La Roche-sur-Foron, Belley ou Chambéry. D'après les études les plus récentes, son épicentre se trouverait à proximité de La Roche-sur-Foron (Haute-Savoie).

Le 17 avril 1936 : situé à l'extrémité sud-est de la chaîne du Vuache, à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest d'Annecy, beaucoup mieux connu. Pour ce **séisme dit « de Frangy »**, l'extension de la zone de dégâts est assez particulière : **l'intensité VII a été atteinte à Chaumont** où 15 cheminées ont été abattues, où le coq formant girouette sur le clocher est tombé et où des blocs de rocher sont descendus de la montagne. À Frangy, à Minzier et à Vanzy, des tuiles et des cheminées sont tombées. En revanche, le séisme n'a pas été ressenti à Annecy pourtant peu éloignée, caractérisant ainsi **un foyer très proche de la surface**. Les études effectuées à l'époque attribuaient ce séisme au pli-faille du Vuache, mettant ainsi l'accent pour la 1ère fois sur l'activité de cet accident.

Le 29 mars 1947 : épicentre situé au nord d'Annecy, avec une **intensité IV-V** atteinte à St-Martin-Bellevue.

Le 29 mai 1975 : de magnitude 4,2, épicentre situé à l'extrémité sud-est de la chaîne du Vuache, comme le séisme de 1936. Il n'a provoqué que quelques dégâts légers (chutes de plâtre, fissures de vieux murs) à Chaumont (V-VI), à Minzier (V-VI), et à Jonzier (VI). Là aussi, le **foyer a été estimé très proche de la surface**. Ce séisme a été suivi, 12 minutes plus tard, d'une réplique de magnitude 3,2, puis, 4 mois plus tard d'une réplique de magnitude 2,3.

Des rumeurs tenaces veulent attribuer à la faille du Vuache tous les séismes ressentis dans la région d'Annecy. Sans ici examiner les séismes historiques du 14^e au 18^e siècle, en général très mal connus, et qui ont souvent une origine extérieure à la région, il faut faire preuve de prudence même pour les séismes plus récents.

Ainsi, le séisme ressenti à Annecy avec une intensité VI-VII le **19 février 1822** avait son **épicentre en Chautagne**, 40 km au sud-ouest, avec une intensité maximale de VII-VIII à Belley et Seyssel.

Le séisme qui a secoué le Genevois et la Haute-Savoie le **21 juillet 1925** avait plutôt un **épicentre à 3 km à l'ouest de St-Julien-en-Genevois** (donc sans rapport avec la faille du Vuache).

Le séisme du **30 mars 1958** d'intensité épicentrale VI-VII, ressenti à Frangy (III) et à Annecy (III-IV), avait lui aussi son **épicentre en Chautagne**.

Le séisme de magnitude 3,0 du **8 novembre 1982** a été ressenti avec une intensité maximale de V dans la **région de Bonneville**, plus particulièrement au lieu-dit l'Épagny (nord de Bonneville), mais il n'a pas été ressenti à Épagny !

Sismicité enregistrée par les réseaux d'observation depuis 1975

Depuis qu'un réseau de surveillance sismique fonctionne sur l'ensemble du territoire national pour y permettre des localisations homogènes en précision, peu de séismes ont été localisés dans ce secteur du nord-ouest d'Annecy. Outre ceux dont nous venons de parler, on peut citer :

Le **9 octobre 1975**, un séisme de magnitude **2,3** situé, à la précision des localisations près, dans la zone épicentrale de 1996, au nord-ouest.

Le **18 mars 1980**, un séisme de magnitude **2,6** situé plus au nord-ouest, **à l'est de Frangy**.

Le **16 novembre 1983**, un séisme de magnitude **3,0** au nord du Vuache, près de Bellegarde-sur-Valserine.

Depuis 1989, le **réseau Sismalp** de l'observatoire de Grenoble a commencé à surveiller plus particulièrement les Alpes occidentales, cette même zone n'a été le siège que de 2 séismes qui, curieusement, se sont produits en 1995 :

. Le 1er, de magnitude **1,8**, s'est produit le **9 avril 1995** près de Bellegarde (comme celui de 1983),

. Le second, de magnitude **1,9**, a été localisé le **2 août 1995** au nord-ouest d'Annecy à seulement 3 kms de l'épicentre du séisme du 15 juillet 1996.

Le séisme du 15 juillet 1996

Il s'est produit à **2 h 13 min 30 s**, avec une magnitude estimée à **5,3** par le Laboratoire de détection et de géophysique du Commissariat à l'énergie atomique (LDG/CEA).

Le foyer a pu être localisé en utilisant en particulier les données du réseau Sismalp qui dispose de 24 stations permanentes dans un rayon de 150 km autour de l'épicentre. La localisation la plus précise disponible actuellement situe **l'épicentre à Épagny, avec une profondeur du foyer de 3 km**. Dans la zone épicentrale, **l'intensité VII-VIII** a été atteinte.

Le séisme a été ressenti jusqu'à Grenoble (réveil des dormeurs, en particulier dans les étages élevés). Dans le monde entier, un grand nombre de stations sismologiques l'ont enregistré (par exemple en Asie Centrale ou dans le centre des États-Unis).

Dès la matinée du 15 juillet, l'analyse des sismogrammes montrait sans ambiguïté que le séisme correspondait au jeu en coulissage d'une faille NW-SE, orientation qui est précisément celle de la faille du Vuache. Le coulissage est qualifié de « senestre » (vers la gauche) : pour un observateur situé à Poisy, le compartiment tectonique sur lequel se trouve Metz-Tessy s'est déplacé vers la gauche, vraisemblablement **d'environ 1 cm en surface, d'environ 10 cm en profondeur**.

Étude des répliques

Une soixantaine de répliques ont été ressenties dans les mois qui ont suivi, dont une dizaine pour la seule journée du 15 juillet. **La réplique la plus importante a atteint la magnitude 4,2 (LDG/CEA) le 23 juillet** au matin.

L'étude de ces répliques a été facilitée par la mise en place, dès l'après-midi du 15 juillet, d'un réseau temporaire constitué de 16 stations sismologiques. Ce réseau, installé sous l'égide de l'Institut national des sciences de l'Univers (CNRS), a été implanté dans un rayon de quelques kilomètres autour de l'épicentre préliminaire calculé le matin même. Ce réseau a fonctionné jusqu'au 29 juillet, date à laquelle il a été remplacé par un réseau plus léger de 7 stations resserré sur la zone épicentrale, qui a été maintenu jusqu'à la

mi-septembre. Près de 1000 répliques ont été enregistrées, dont plusieurs centaines sont correctement localisables. Les répliques de magnitude supérieure à environ 0,5 ont été aussi enregistrées par les plus proches stations du réseau Sismalp et des autres réseaux permanents français, suisse et italien. 6 accéléromètres (instruments permettant de mesurer l'accélération du sol) ont été aussi installés temporairement fin juillet en différents points de l'agglomération annecienne pour mieux comprendre les « **effets de site** » auxquels sont imputables de nombreux dégâts.

Le resserrement des stations sur la zone épicerale fournit, pour les répliques, des localisations très précises. La zone des répliques s'étire dans une direction NW-SE correspondant à celle de la faille du Vuache, **sur une longueur d'environ 5 km, depuis le hameau de Bromines (commune de Sillingy) jusqu'à Annecy**. En profondeur, les répliques sont localisées **entre 0,5 et 3 km** (par rapport au niveau de la mer), c'est-à-dire **dans la couverture sédimentaire**, puisque **le socle se trouve dans la région à 3,5 km**. Ces répliques sont distribuées sur un plan presque vertical qui correspond au plan de rupture du choc principal, **sur une surface de 10 km² environ**. Ce plan de rupture ne se prolonge pas dans le socle, et **la faille du Vuache serait donc uniquement une faille de couverture**.

Répliques à venir et activité future de la faille du Vuache

S'il est tout à fait normal d'enregistrer des répliques à la suite d'un séisme de magnitude 5, il faut reconnaître que, dans le cas présent, **leur grand nombre est surprenant**. L'observatoire de Grenoble estimait, dans la seconde quinzaine de juillet, que celles-ci allaient se produire pendant environ une quinzaine de jours, et il est vrai que l'essentiel de l'activité s'est produite durant cette période. Il y a tellement peu de « gros » séismes dans le Sud-est que l'on manque de points de comparaison pour estimer s'il est normal ou non que la crise traîne en longueur. **Cette activité importante est vraisemblablement due à la très faible profondeur du foyer, et qui plus est, au fait qu'il était situé dans la couverture sédimentaire**, phénomène assez inhabituel. Au vu de la répartition actuelle qui produit encore de temps à autre des répliques faiblement ressenties, des répliques continueront certainement à se produire dans les mois à venir. Une réplique de magnitude 3 ou 4, bien que très improbable, est une éventualité qu'on ne peut écarter. De telles magnitudes modérées, pour désagréables qu'elles soient à ressentir, ne présentent normalement aucun danger pour les constructions si tant est que l'on prend soin de minimiser l'effet de vibrations sur des objets situés en hauteur ou en équilibre précaire. En revanche, la rupture s'étant produite sur une surface d'environ 10 km², **il est exclu qu'un autre séisme catastrophique se produise à nouveau au même endroit dans les années qui viennent**.

La faille du Vuache va donc être encore un peu active au cours des mois à venir pour probablement s'endormir à nouveau pour un nombre d'années indéterminé. Son taux de coulissage moyen est très mal connu, car très faible ; peut-être 0,5 à 1 mm par an, soit environ 50 à 100 fois moins que celui de la bien plus célèbre faille de San Andreas en Californie. On peut estimer qu'il faudra **une ou plusieurs centaines d'années pour créer au même endroit (sous Épagny) un autre séisme destructeur**.

Ce qui est plus inquiétant est l'absence d'activité de la faille du Vuache entre la montagne de Mandallaz et la montagne du Vuache, sans aucun séisme historique connu et sans sismicité instrumentale enregistrée. C'est effectivement dans cette zone correspondant à **un « trou de sismicité »** que l'on peut redouter le prochain gros séisme, avec des effets destructeurs possibles jusqu'à l'agglomération annecienne. Malheureusement, aucune technique ne permet actuellement de prévoir quand ce séisme aura lieu, que ce soit dans quelques mois ou dans un siècle.

Faille du Vuache :

Autre dénomination : **Faille de la Montagne du Vuache**

Date de validation : **23/10/2009**

Carte(s) topographique(s) IGN : **Lac d'Annecy 3431 OT, Mont Salève 3430 OT, Rumilly-Seyssel 3331 OT, Bellegarde-sur-Valsérine 3330 OT**

Carte(s) géologique(s) : **Annecy-Ugine (702), Rumilly (701), Annecy-Bonneville (678), Seyssel (677), Saint-Julien-en-Genevois (653)**

Longueur totale : 40 km au moins - 70 km si inclus les segments du sud d'Annecy et au nord du chevauchement du Chalam

Orientation moyenne : N130-140°

Pendage : env. 80° vers le NE

Profondeur d'enracinement : 1/ 0-3km : section décollée - 2/ >3km : faille de socle

Cartographie plus précise que le million : **Oui 1/50 000** (BRGM : Cartes géologiques de la France au 1/50 000)

Segmentation au sens sismogénique : Oui segmentation géologique et géomorphologique

Sismicité historique associée : **Oui**

Sismicité instrumentale régionale ($M \geq 3$) : **Oui**

Evènements sismiques instrumentés associés à la faille : **Oui**

Déformation mesurée par la géodésie ou le nivellement : **Oui**

Références bibliographiques	
BAIZE ET AL. (2009)	BAIZE S., LEMEILLE F., CUSHING M., SCHWENNINGER J.L., NICOUD G. (2009). Multidisciplinary approach to study the vuache fault (france) part i : geological characterization of the fault . INTERNATIONAL CONFERENCE PROVENCE 2009, AIX-EN-PROVENCE, 6-8 JUILLET 2009.
BLONDEL T. ET AL. (1988)	BLONDEL T., CHAROLLAIS J., SAMBETH U., PAVONI N. (1988) - la faille du Vuache (jura méridional) : un exemple de faille à caractère polyphasé . BULL. SOC. VAUD. SCI. NAT. 79, 65-91.
BRGM	Cartes géologiques de la France au 1/50 000
CHAROLLAIS J. ET AL. (1983)	CHAROLLAIS J., CLAVEL B., AMATO E., ESCHER A., BUSNARDO R., STEINHAUSER N., MACSOTAY O., & DONSE P. (1983) - étude préliminaire de la faille du Vuache (Jura méridional) , BULL. SOC. VAUD. SCI. NAT. 76, PP 217-256
DELAUNAY A., RAMPNOUX J.P., (1981)	Les déformations au front des massifs des Bornes et des Bauges : analyses de la tectonique cassante de l'avant pays savoyard (France) , Bull. Soc. Géol. France, t. 23, n°2, pp203-212.
DONZEAU ET AL. (1998)	DONZEAU M., WERNLI R., CHAROLLAIS J. (1998). INTERPRETATION NOUVELLE DE LA GEOMETRIE DE L'ACCIDENT DU VUACHE DANS LE JURA MERIDIONAL : LE RELAIS DE FAILLES COMPRESSIF SENESTRE LEAZ-CHAMPRONNIER. GEOLOGIE DE LA FRANCE, N°2, 25-45.
THOUVENOT ET AL. (1998)	THOUVENOT, F., FRÉCHET, J., TAPPONNIER, P., THOMAS, J.-C., LE BRUN, B., MÉNARD, G., LACASSIN, R., JENATTON, L., GRASSO, J.-R., COUTANT, O., PAUL, A., HATZFELD, D., 1998. THE ML 5.3 ÉPAGNY (FRENCH ALPS) EARTHQUAKE OF 1996 JULY 15: A LONG-AWAITED EVENT ON THE VUACHE FAULT. GEOPHYSICAL JOURNAL INTERNATIONAL 135, 876-892.

Commentaires du comité de pilotage

La faille du Vuache est une structure active majeure du bassin molassique. Elle est importante au sens de ses dimensions (**40 km de long sur 2 à 5 km de profondeur**) et aussi au sens de son rôle dans l'histoire tectonique régionale depuis le Mésozoïque.

D'après Charollais et al. (1983) et Blondel et al. (1988), la faille du Vuache est en effet **une ancienne faille hercynienne réactivée** pendant les phases tectoniques ultérieures, en extension au Crétacé ou à l'Oligocène, et en compression pendant les périodes « pyrénéenne » (Crétacé terminal/Eocène) ou « alpine » (Mio-Pliocène).

La faille active se situe à la **verticale d'une faille de socle ménageant un héli-graben permocarbonifère** au NE (Signer & Gorin, 1995 ; Baize et al. 2009), mais la sismicité n'est actuellement bien caractérisée que dans la partie superficielle des sédiments méso-cénozoïques (Sambeth & Pavoni, 1988 ; Thouvenot et al. 1998).

La faille du Vuache présente un jeu relatif en décrochement sénestre, pour la déformation cumulée (derniers millions d'années) et la déformation actuelle (géodésie et mécanismes au foyer). Concernant la déformation cumulée, les indices de cette cinématique sont nombreux. **Le décalage des axes des anticlinaux du bassin molassique est estimé entre 2 km (décalage Montagne d'Age/Salève : Blondel et al. 1988) et 15 km (décalage Semnoz/Salève : Delaunay et Rampnoux, 1981).** A ce jour, le CP estime que **les données sont plutôt cohérentes avec un déplacement total d'environ 2 km.**

En estimant que ce mouvement s'est produit entre 12 et 7 Ma (post-Tortonien) **le taux de déformation serait compris entre 0,17 et 0,29 mm/an.** Si le coude du Rhône près de Bellegarde est interprété comme un décalage tectonique sénestre de 2 km, on obtient une vitesse de 0,4 mm/an avec un début d'incision synchrone de la crise messinienne (environ 5 Ma). Dans le cas où cet éventuel décalage se serait initié au début du Quaternaire (environ 2 Ma), la vitesse serait de 1 mm/an. Des marqueurs plus récents permettent de confirmer la cinématique sénestre de la faille au Quaternaire. Baize et al. (2009) documentent des déplacements d'environ 300 mètres de thalwegs incisés dans la molasse entre Annecy et Frangy. En supposant que ce réseau connecté au Rhône actuel soit d'âge quaternaire (environ 2 Ma), la vitesse de déformation cumulée sur cette période serait de 0,15 mm/an. Le comité considère que **la valeur de 0,4 mm/an correspondant au décalage de l'incision du Rhône depuis la crise messinienne est une borne supérieure raisonnable de la vitesse long-terme** de la faille du Vuache.

Les données de sismicité confirment l'activité de la faille du Vuache. On recense en effet quelques épencentres de séismes historiques très proches de la faille (dont celui de **1936**, très bien localisé par les observations macrosismiques) et plusieurs séismes enregistrés par les réseaux nationaux ou régionaux. Les plus importants sont ceux du **29/5/1975** (ML = **4,2**, I_o=V-VI) et du **16/11/1983** (ML = **2,6**), tous deux à Frangy. Enfin, la crise sismique associée au séisme d'Epagny le **15/7/1996** (ML = **5,3**, I_o=VII) démontre l'activité de la faille et confirme sa cinématique.

Ce séisme a provoqué des dégâts aux bâtiments et des fissures co-sismiques ont été observées sur une distance de 200 m dans la région épacentrale, au niveau de l'aérodrome d'Annecy (Thouvenot et al. 1998).

Tous les séismes instrumentaux cités ci-dessus présentent des mécanismes focaux très homogènes et compatibles avec **des décrochements sénestres purs sur des plans NW-SE.** Finalement, ces mécanismes sénestres sont en accord avec les déplacements relatifs des sites géodésiques GPS de part et d'autre de la faille. La valeur de déplacement relatif de 2 stations, éloignées de 20 km de part et d'autre de la faille, sous l'hypothèse discutable que cette mesure est représentative de la vitesse long terme de la faille, **suggère** une vitesse de $1,0 \pm 0,2$ mm/an (Walpersdorf et al. 2006).

Une recherche d'indice de paléo-sismicité dans les alluvions holocènes (secteur d'Annecy 'Epagny) en zone épacentrale de l'événement de 1996 n'a pas livré de preuve évidente d'émergence de la faille en surface (Baize et al. 2009).

La structure profonde de la région présente un niveau de décollement, séparant une couverture déformée au cours Mio-Pliocène du substratum. La partie superficielle de la faille (0-3 km), située au-dessus du niveau de décollement, est clairement sismogénique (séisme de 1996). Il est possible que ce plan de faille se prolonge en profondeur (dans le socle anté-triasique sous le décollement) et qu'il soit sismogénique. Dans ce cas, **si l'ensemble du plan de faille est mobilisé, on ne peut écarter l'éventualité de séismes de magnitude supérieure à 5.**

Le taux de glissement de la faille reste mal déterminé. Compte tenu de la faible sismicité régionale (et dans l'hypothèse où le catalogue sismique est représentatif), la borne supérieure de la vitesse ($1,0 \pm 0,2$ mm/an) serait peu probable et impliquerait une forte composante de déformation asismique au-dessus du décollement. La borne inférieure (**0,2 mm/an**) serait plus en accord avec le niveau de sismicité régionale, et correspond à **20 cm de déplacement tous les 1000 ans.** Cela représenterait **4 séismes de magnitude 5**, similaire à celui d'Epagny, **ou un séisme de magnitude 6.** Cette seconde possibilité impliquerait alors, compte tenu des lois d'échelles entre magnitude et dimensions du plan de faille, que le socle est impliqué. Cependant, un tel séisme n'apparaît pas dans le catalogue historique SISFRANCE qui couvre sensiblement le dernier millénaire.

<http://sismalp.obs.ujf-grenoble.fr/cases/epagny/epagny.html>