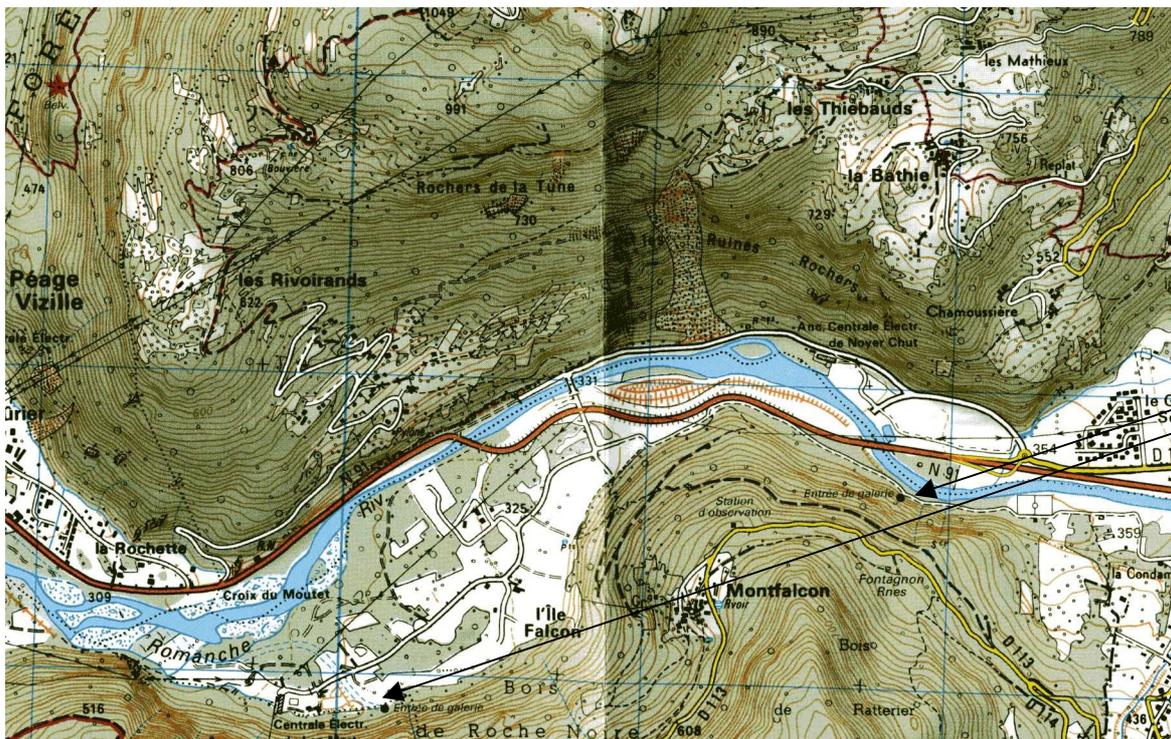
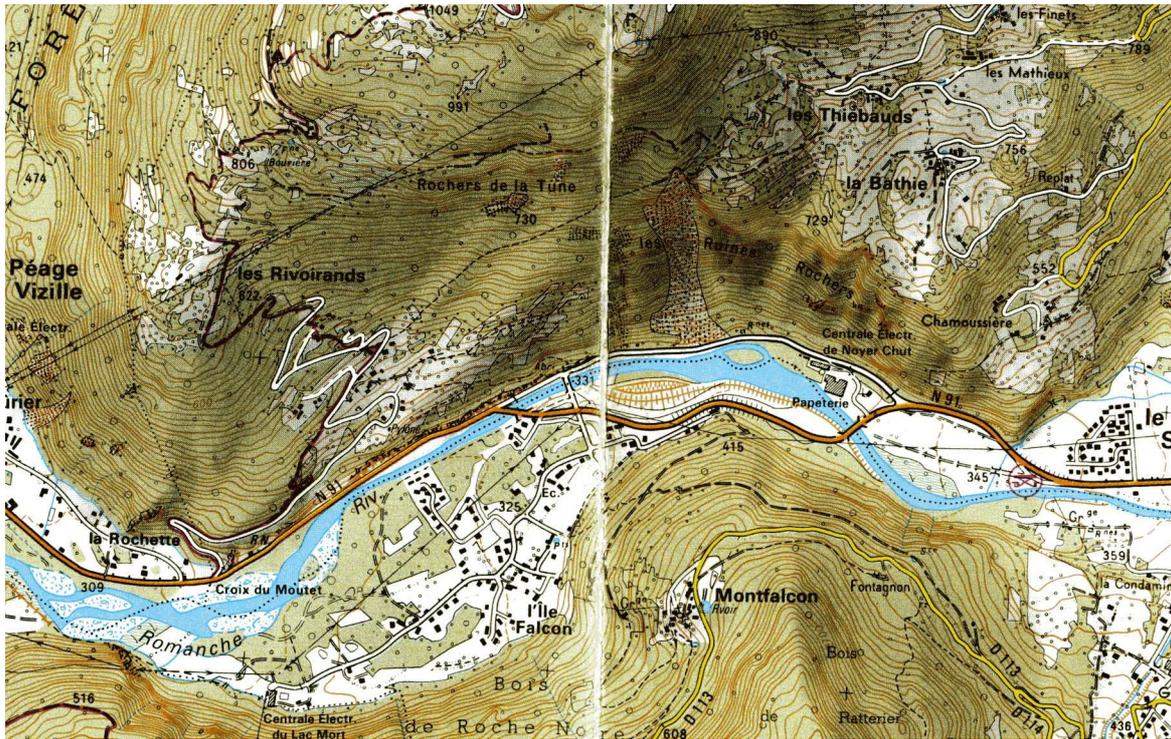


SORTIE du 05-10-2009 – Falcon – Monteynard

But : deux problèmes de glissements de terrain : le site bien connu de l'île Falcon et celui du lac de Monteynard.

En route pour l'île Falcon.

On se retrouve dans une zone habitée jusqu'il y a une dizaine d'années, avec des haies, témoins d'anciens jardins. Cette zone est étudiée depuis 1985 (H. Tazieff). L'arrêté d'expropriation a été pris en 1995 et une centaine de maisons ont été détruites.



La différence se voit bien entre les cartes de 1992 et de 2005. Prenons le cours de Mathieu : **Aléa, Risque et Enjeux : L'Aléa éboulement** = Instabilité rocheuse reconnue spatialement et qualifiée par un degré de dangerosité. L'aléa éboulement rocheux est un évènement menaçant, défini comme une probabilité d'occurrence, dans une région et au cours d'une période donnée, d'un phénomène pouvant engendrer des dommages.

Risque

Il est fonction de la fréquence des manifestations naturelles ou aléas, et de la vulnérabilité des installations humaines qui constituent des **enjeux** en fonction de la valeur des dégâts et/ou des dommages ("coûts" économiques et sociaux) :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$$

Les tremblements de terre les plus fréquents et plus violents (magnitude 8) se produisent en Alaska, dans une zone totalement

inhabitée où ils ne posent donc aucun problème. Ici l'aléas est faible mais la vulnérabilité importante (des habitations, le risque d'obstruer la Romanche).



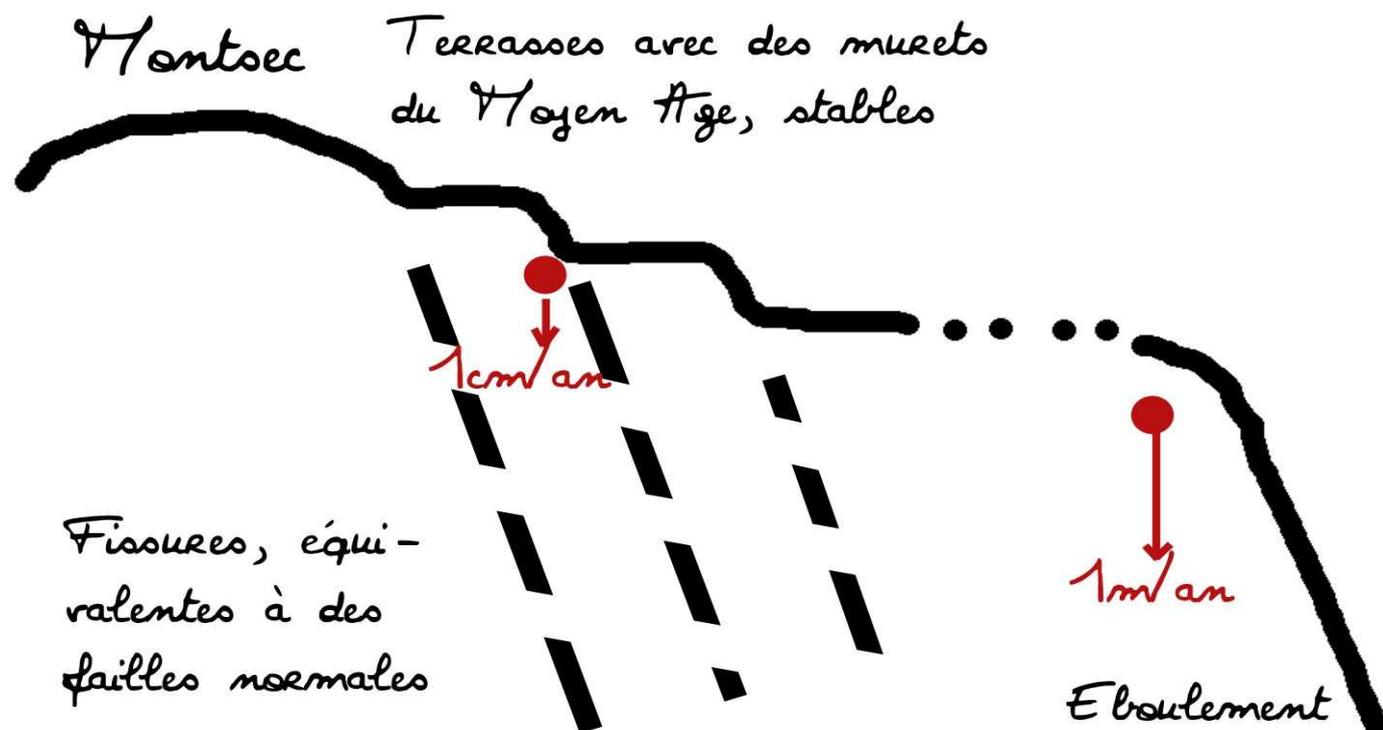
Au dessus de la zone d'éboulement, des abris pour un certain nombre d'instruments : GPS, extensomètre, des liaisons aux électrodes de mesure de résistivité (cf plus loin), capteurs sismiques.

La zone concernée par le glissement se situe, en gros, entre les 2 pylones Edf, celui de gauche visible sur la photo uniquement avec un contraste monstrueux.

On a des fissures qui s'ouvrent comme dans un glacier où les crevasses avancent : de l'ordre de 1 cm/an dans la partie peu inclinée et non visible de la vallée jusqu'à 1 m/an dans la zone d'éboulement.

Le sommet (Montsec), lui, est stable.

Le pylone de droite est au bas des terrasses.



Dans le processus en cause ici, il faut parler du rôle de l'eau et de la nature de la roche.

Actualité oblige, on parle bien sûr du glissement de Messine. La cause de celui-ci n'a rien à voir avec notre cas. A Messine, l'eau s'infiltrant dans les fissures où il y a de l'argile rend ce dernier visqueux. Il peut quasiment se liquéfier. Ici l'eau dissout la roche et augmente les fissures. L'activité est plus intense à l'automne, saison la plus pluvieuse.

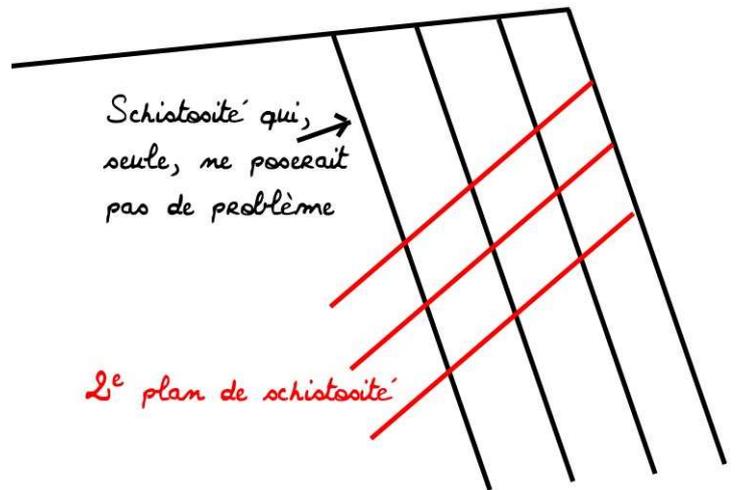


Roche cristallophyllienne avec des cristaux alignés, donc métamorphique avec beaucoup de micas. Ce sont des micaschistes, avec une schistosité qui les fait se découper facilement. Pour que la schistosité apparaisse il faut la conjonction de la température et d'une pression engendrant du cisaillement. Ces roches ont été écrasées à l'ère primaire et ont subi un métamorphisme de subduction. Avant le métamorphisme, c'était des ardoises avec beaucoup d'argile et de fer. Le fer est souvent dissous et concentré dans des filons de sidérite :

Allevard, Hurtières.

Ce qui amène la fragilité, c'est qu'il y a en fait une double schistosité.

Carte Gidon : nous sommes dans les micaschistes du rameau externe de Belledonne.



Le glissement a commencé à être actif après les glaciations. On a donc invoqué le retrait du glacier comme cause principale. Il y a en fait un autre facteur. La niche d'arrachement a débuté vers 6000avJC alors que la glaciation s'est arrêtée entre -15000 et -10000ans. Le permafrost aurait mis plus de 1000 ans à fondre ? A voir.

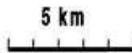
Il y a eu un maximum climatique il y a en gros 8000 ans, avec un climat très chaud et très pluvieux (ce qu'on peut savoir par les pollens de l'époque qu'on retrouve) et ce maximum climatique correspond au début de l'arrachement.

Cet optimum boréal a duré jusqu'au Moyen Age alors qu'il y a eu un mini épisode glaciaire vers 1500-1800.

Aujourd'hui on est en phase de réchauffement et ce n'est pas l'endroit de débattre de la contribution supplémentaire apportée par l'homme à ce réchauffement (si ce n'est pour dire que si la pluviométrie augmente, cela sera un facteur aggravant pour le problème qui nous concerne).

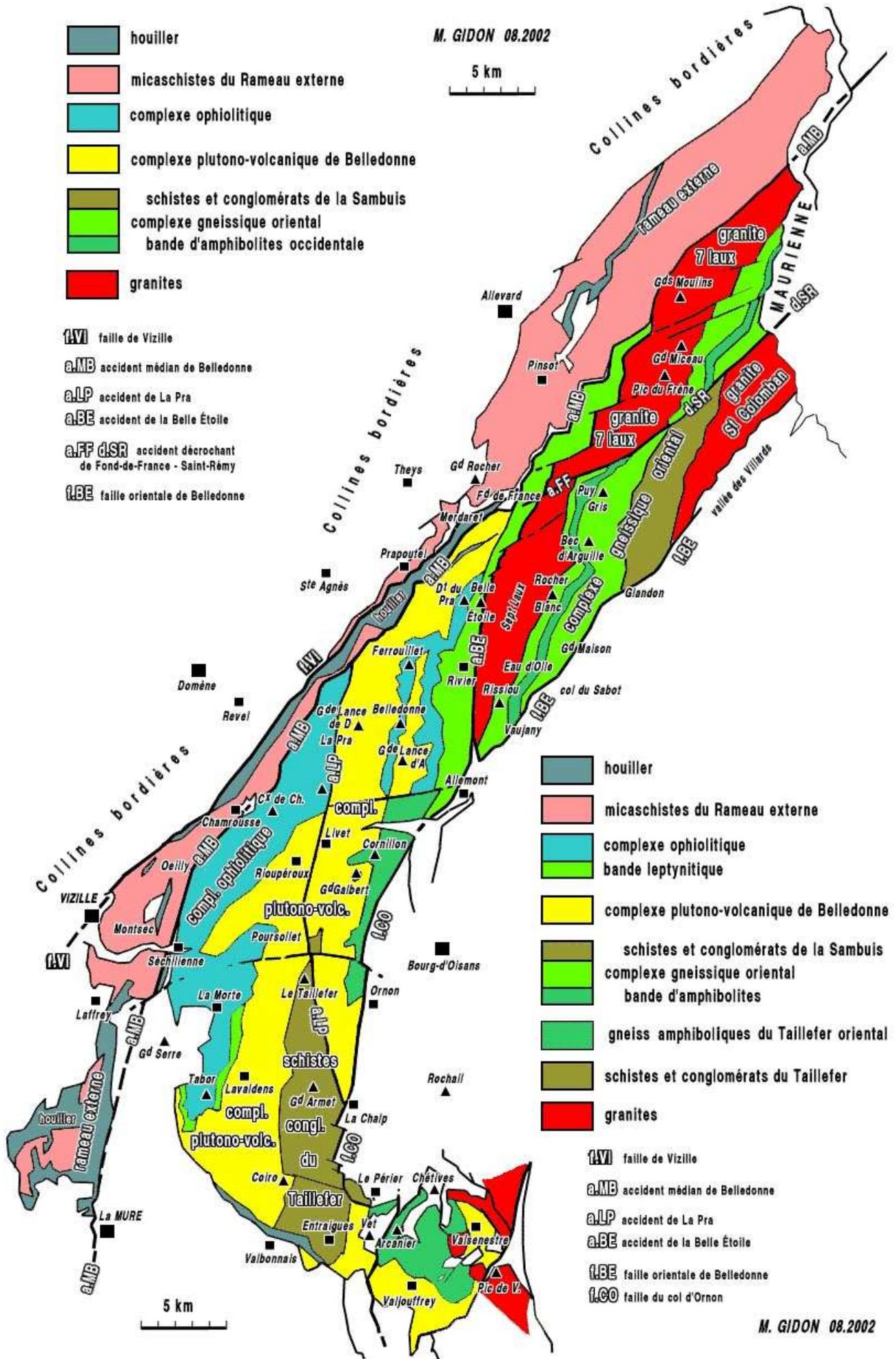
Exemple du rôle de l'eau : lac St Laurent. Ce lac existe depuis la dernières glaciations (15000 à 10000ans). Il est connu sous les Romains : Rochetaillée vient de l'endroit où on a taillé la roche pour faire passer une route. Le lac s'étalait jusqu'à Bourg d'Oisans. Il disparaît petit à petit jusqu'à il y a environ 100 à 150 ans. Cassini met un lac sur sa carte (lac ou marécage ?). Les hommes ont haté son assèchement.

Il a cru au 12 et 13^e siècle. En 1191, l'automne est très pluvieux et provoque 2 glissements de terrains (laves torrentielles) dans les 2 vallons de l'Infernet et de la Petite Vaudaine (ce qui veut dire maudite !). Le lit de la Romanche est comblé et le lac augmente. Cette situation change en 1219 : là encore, à la suite de grosses pluies, le lac déborde, entraînant des sédiments qui aggrandissent la brèche où l'eau passe jusqu'à la rupture du barrage. L'eau arrive jusqu'à Grenoble où c'est le jour du grand marché. Les portes de la ville étant fermées, c'est la catastrophe avec 10 000 morts. La foire continuera son existence en un endroit moins exposé, à Beaucroissant (cf aussi CR sur Villard Recula).



- houiller
- micaschistes du Rameau externe
- complexe ophiolitique
- complexe plutono-volcanique de Belledonne
- schistes et conglomérats de la Sambuis
- complexe gneissique oriental
- bande d'amphibolites occidentale
- granites

- faille de Vizille
- accident médian de Belledonne
- accident de La Pra
- accident de la Belle Étoile
- accident décrochant de Fond-de-France - Saint-Rémy
- faille orientale de Belledonne



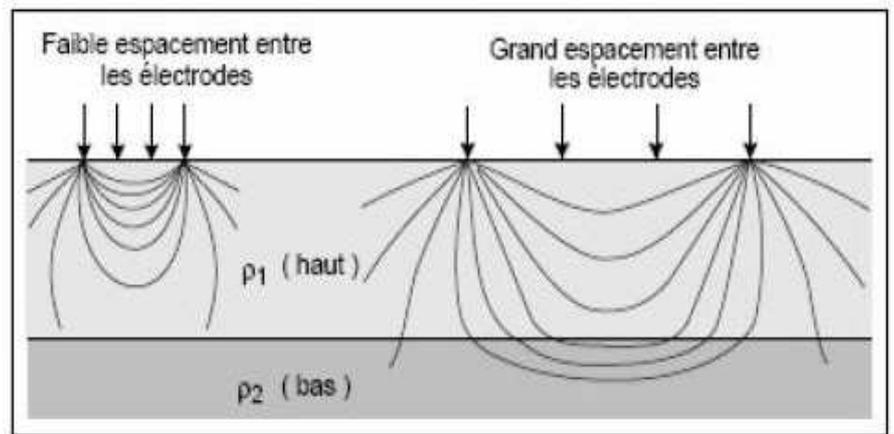


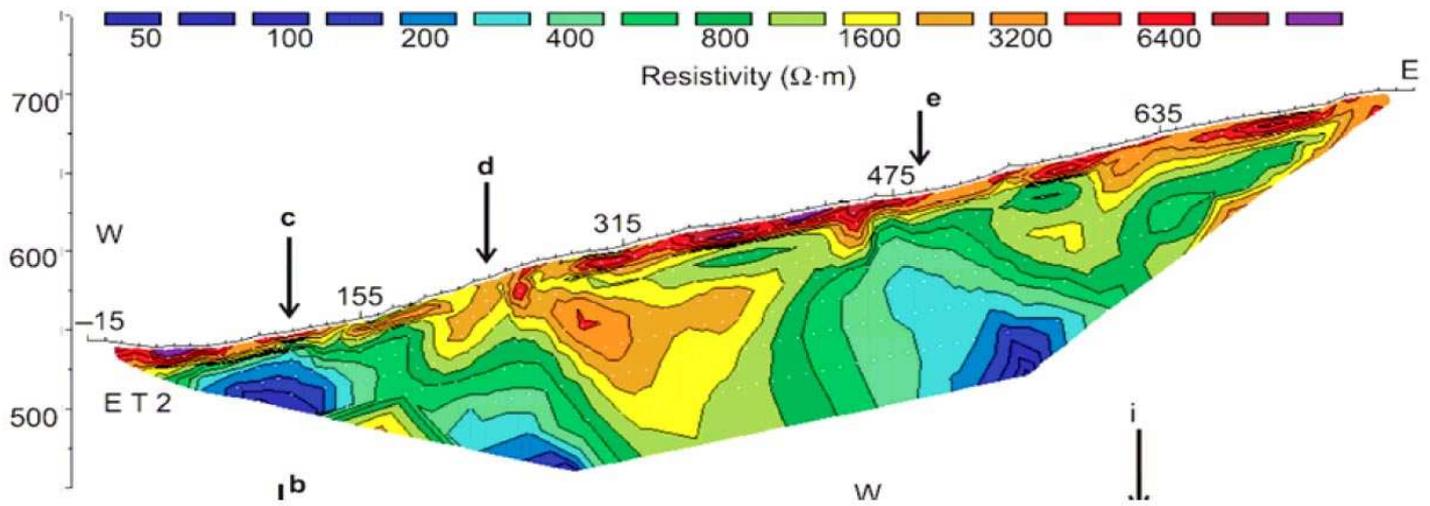
Quel est le risque aujourd'hui ? Pour le glissement on devrait le savoir avant avec des blocs précurseurs. Mais si l'éboulement bouche la Romanche il peut y avoir création d'un lac et si celui-ci cède brutalement, il y a un risque énorme avec Jarrie et ses plateformes chimiques, Grenoble et son relief très plat où l'eau se répand très vite. Peut-on lutter contre l'éboulement ? On a construit des merlons le long de la route qui ne peuvent pas servir à grand chose si ce n'est à arrêter quelques blocs précurseurs. On peut s'attendre à 25Mm^3 soit 75Mtonnes de gravats en tout dont 3Mm^3 pour le plus gros "morceau". La lutte est donc pratiquement impossible. Il faut par contre minimiser les conséquences : pas d'habitations et un tunnel de diamètre suffisant pour canaliser la Romanche. La berge de celle-ci n'est pas cimentée au départ du tunnel alors qu'elle l'est avant et après : si la Romanche est barrée, elle viendra emporter cette partie de la rive. Le problème éventuel pourrait venir d'arbres obstruant le tunnel. Comment sonder la zone au dessus de l'éboulement pour voir les crevasses et avoir une idée du volume susceptible de partir ? Une des méthodes est de faire des mesures de résistivité électrique. Elle permet de faire de la tomographie électrique, une analyse en volume, comme la technique du même nom utilisée en rayons X pour obtenir une image

spatiale du corps humain. La résistivité électrique traduit l'opposition plus ou moins grande d'une substance à laisser passer le courant électrique. Un métal a une résistivité très faible alors qu'un isolant a une résistivité énorme.

Mesure de la résistivité : on mesure la résistance que présente le matériau entre 2 points. Elle dépend de la résistivité et de la géométrie (matériau supposé homogène).

Mesure de la résistance : on fait passer un courant entre les 2 points et on mesure la tension entre ces 2 points. Comme le montre la figure, plus les 2 points sont éloignés, plus la partie sondée est profonde : les lignes entre les points représentent les lignes de courant, c'est à dire les lignes le long desquelles la densité de courant est la même (densité de courant : courant divisé par la section). Les lignes les plus hautes correspondent aux densités les plus importantes. La figure de gauche va donner une mesure de la résistivité de la partie haute alors que celle de droite va donner une mesure fonction des 2 résistivités. Celle du haut étant connue, on en déduit celle du bas. En utilisant tout un réseau d'électrodes, on arrive à faire une cartographie en profondeur. Si la montagne était homogène, on trouverait la même résistivité partout (c'est la même roche). Les variations de résistivité s'expliquent par les fissures dans la roche. Plus celle-ci est fissurée et plus le courant électrique passe mal, ce qui se traduit par une augmentation de la résistivité. On a envie de parler de résistivité apparente puisqu'elle fait intervenir l'inhomogénéité de la roche. Les points d et e de la figure correspondent en gros à la zone entre les pylones, un peu plus bas, zone très résistive et qui donne en gros le volume susceptible de partir.





La grosse tache orange est donc une grosse zone de fissures. Ces mesures supposent qu'on travaille par temps sec et qu'il n'y a pas de pluie pendant la durée de l'ensemble des mesures. Les mesures des zones les plus profondes étant le plus entachées d'incertitude, la résolution spatiale diminue avec la profondeur.

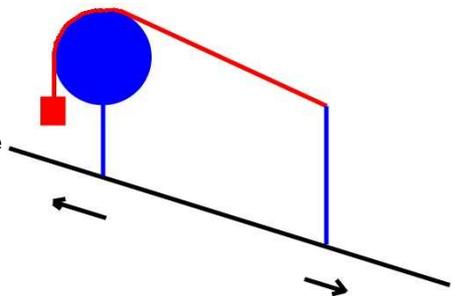
Extensomètre simple : quand les 2 poteaux s'écartent, le poids remonte. Il suffit de le viser de loin pour savoir de quelle quantité il est remonté.

On travaille aussi beaucoup avec des GPS. Il faut 4 satellites pour avoir l'information totale.

On a beaucoup de précision sur la latitude et la longitude, moins sur l'altitude. On est amené à faire des moyennes sur quelques semaines pour tenir compte des différences dues aux conditions météo : un nuage sur le trajet diminue la vitesse des ondes radio. En travaillant par différence entre 2 GPS, on a une résolution de l'ordre du cm (résolution n'est pas précision : on peut détecter des variations du cm, la précision pouvant être bien plus faible :

avec une balance de ménage on peut avoir une résolution de l'ordre de 10g mais avec une précision bien moindre).

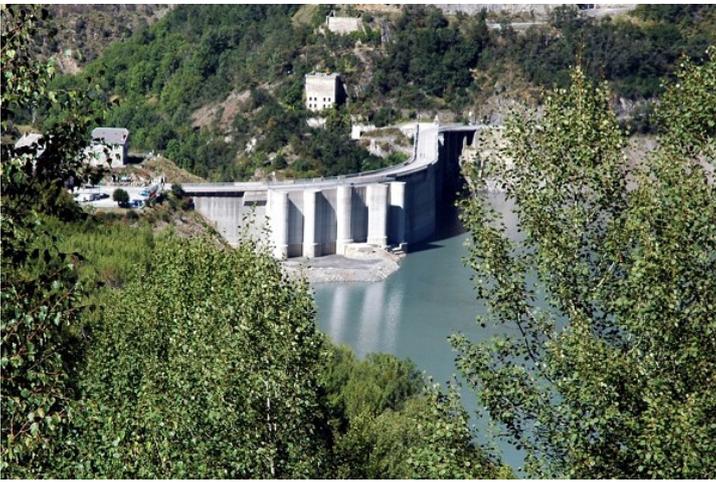
En route pour le barrage de Monteynard, au nord d'Avignonet.



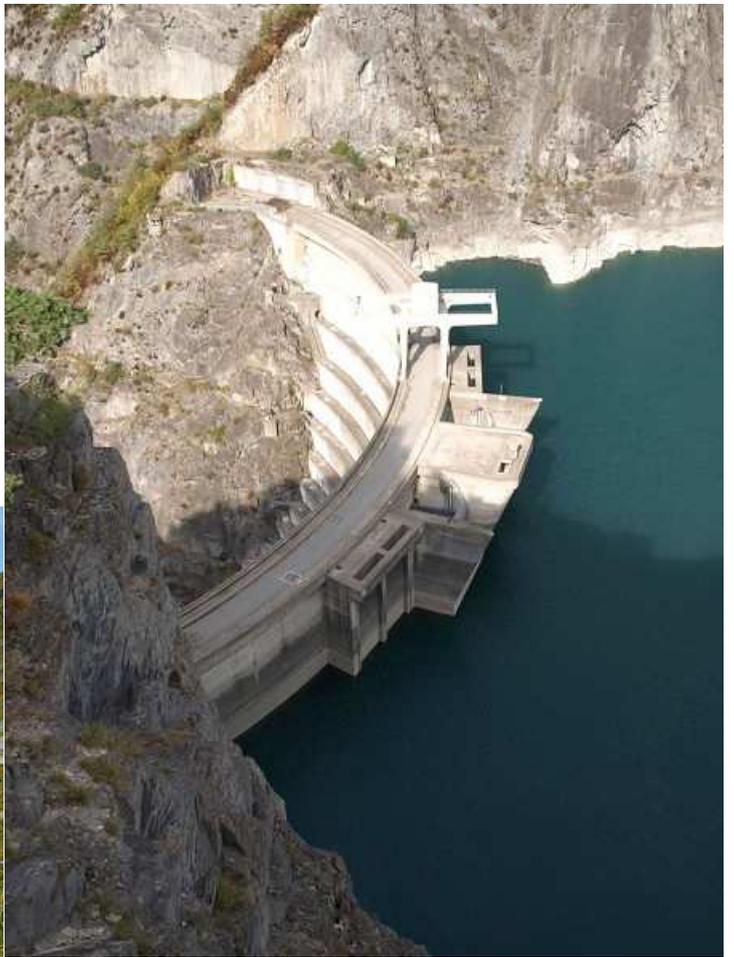
La roche qui nous entoure est un calcaire argileux solide, absolument pas une marne, massif, peu fracturé. C'est un calcaire du début du Jurassique (Lias) d'environ 200Ma.

Pour un barrage, il convient d'avoir une roche solide pour le poids du barrage mais aussi une zone imperméable au fond pour retenir l'eau. Les grands barrages de la région sont, dans l'ordre, celui du Chambon (1934), celui du Monteynard en 1962 et celui de Grandmaison en 1985.

Détail sur le calcaire de Monteynard



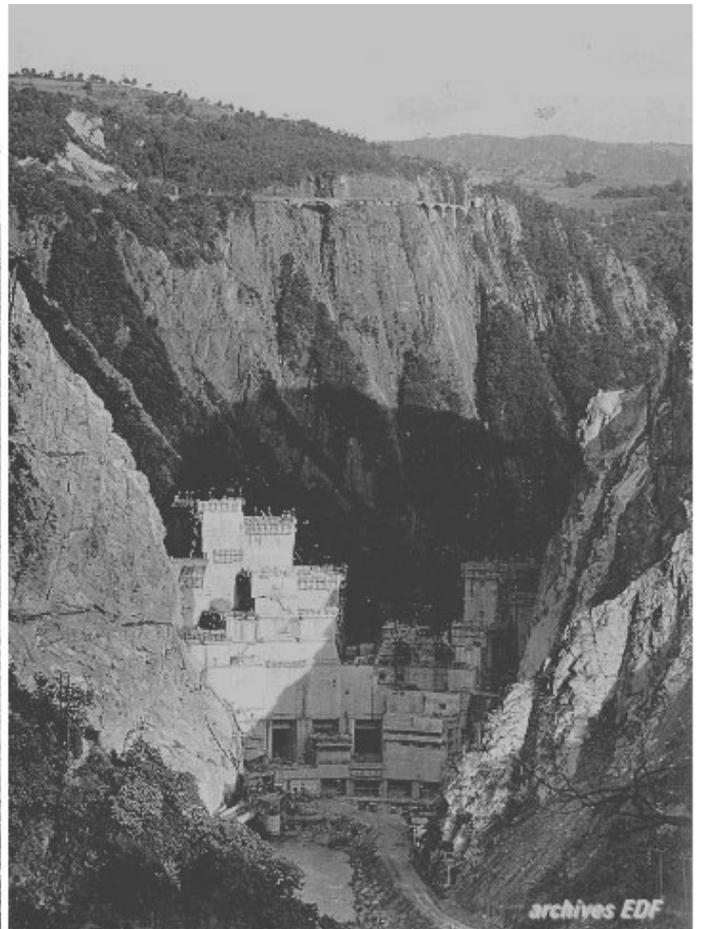
Chambon



Monteynard

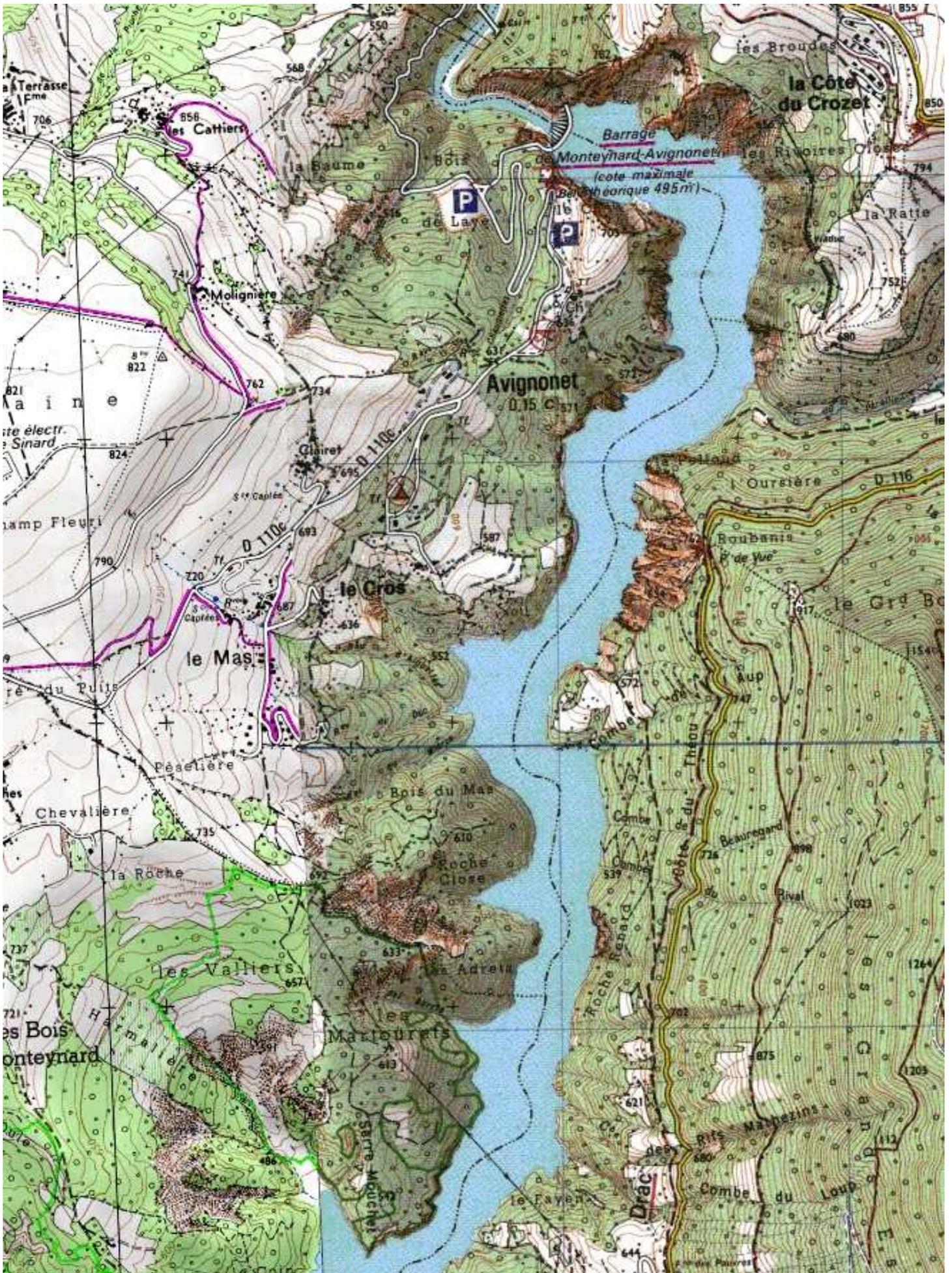


Grandmaison

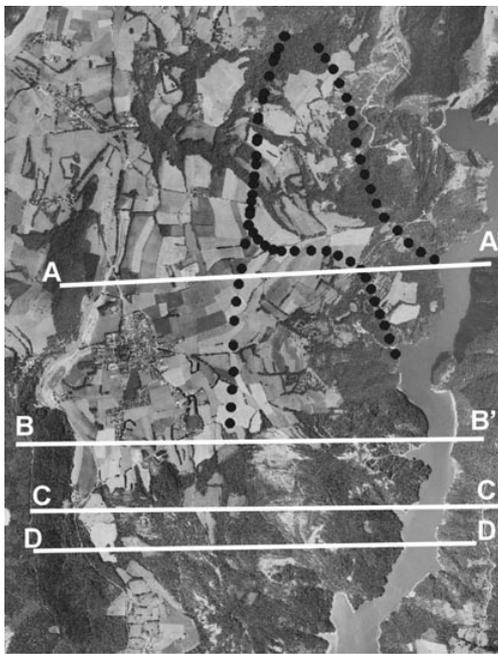


Monteynard avant et pendant la construction. C'est un barrage voûte: $V=275.00 \text{ hm}^3$. Construction: 1955-1962. Hauteur: 153 m. La vallée est en V : le creusement par la rivière a été particulièrement rapide. Alors que l'érosion rogne en moyenne quelques μm par an, ici on parle de 1cm/an.

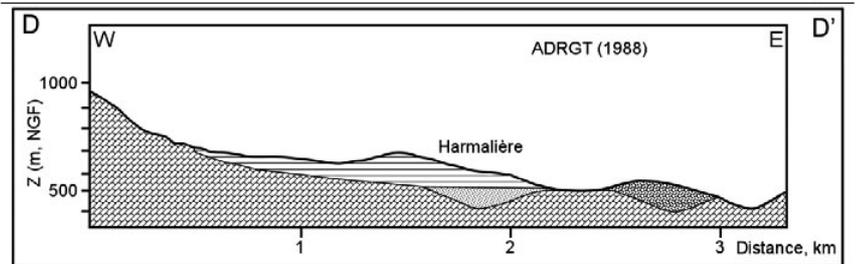
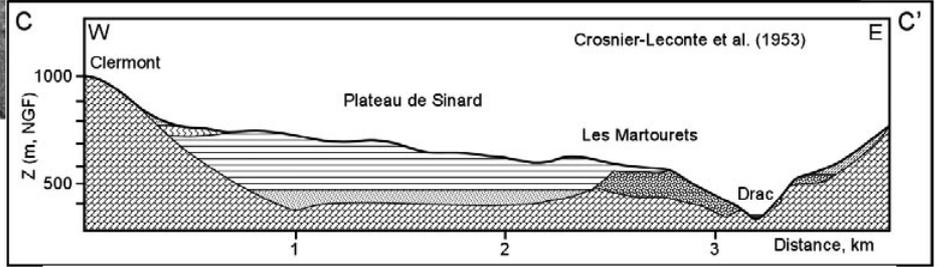
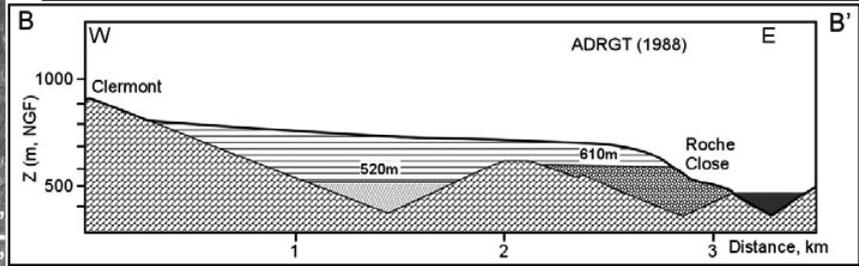
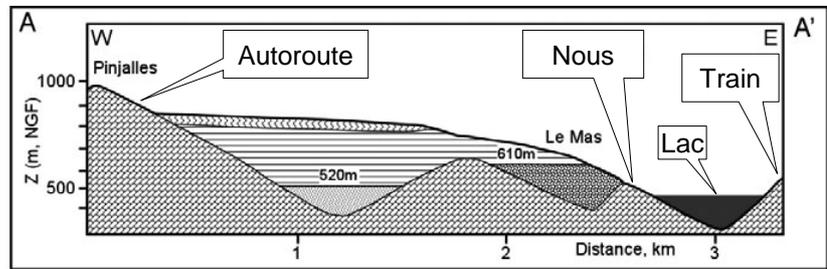
archives EDF



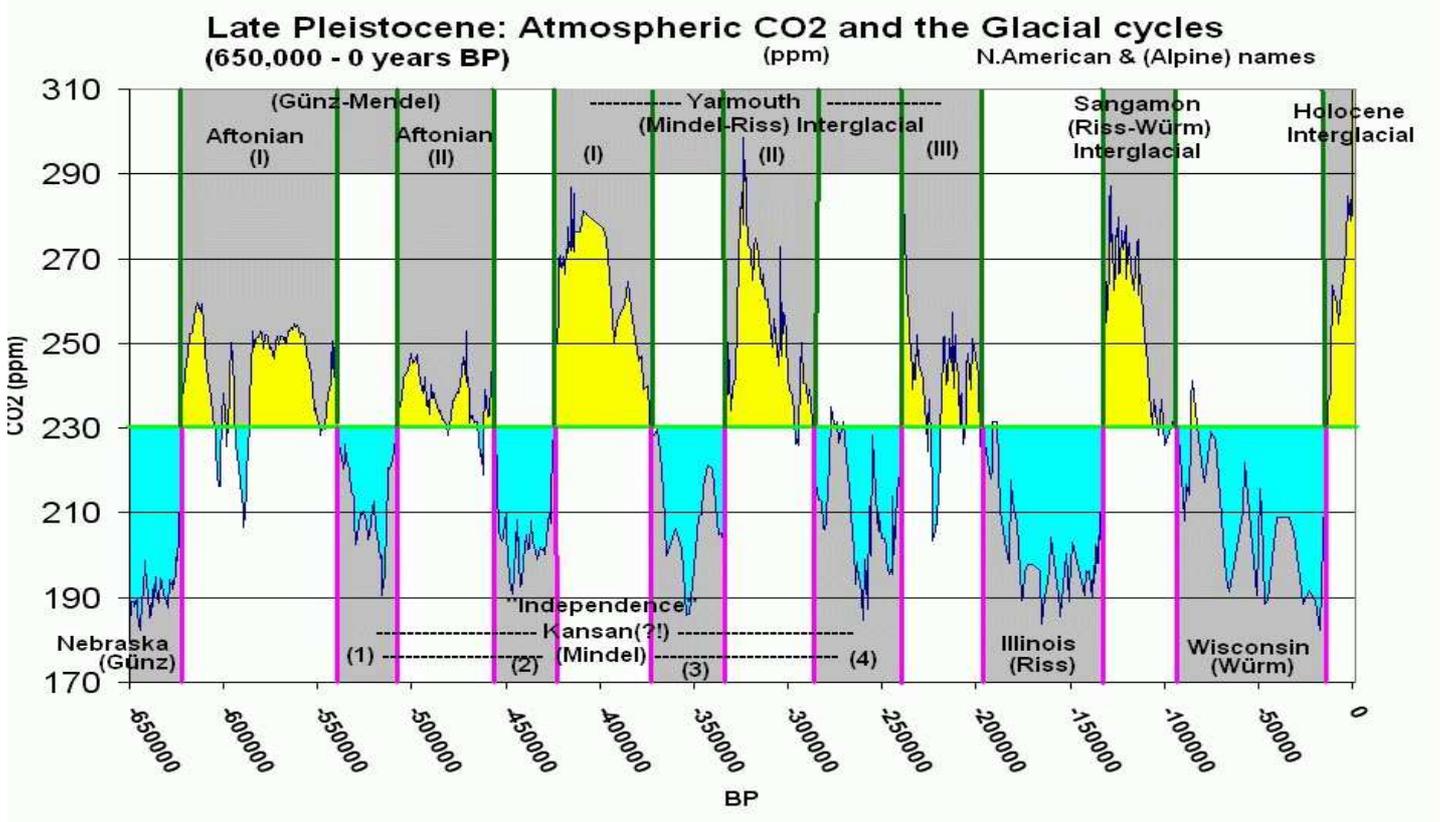
Regardons sur les cartes géologiques :



-  Grèzes litées
-  Moraines
-  Argiles glacio-lacustres
-  Alluvions (Drac de Sinard)
-  Alluvions (Drac de Cros)
-  Jurassique



On constate que le lac est bien sur du Jurassique. Ce dernier est recouvert d'une couverture d'alluvions et de moraines. Il y a 3 incisions dans le jurassique correspondant aux différents âges interglaciaires : la vallée actuelle et 2 paléovallées.



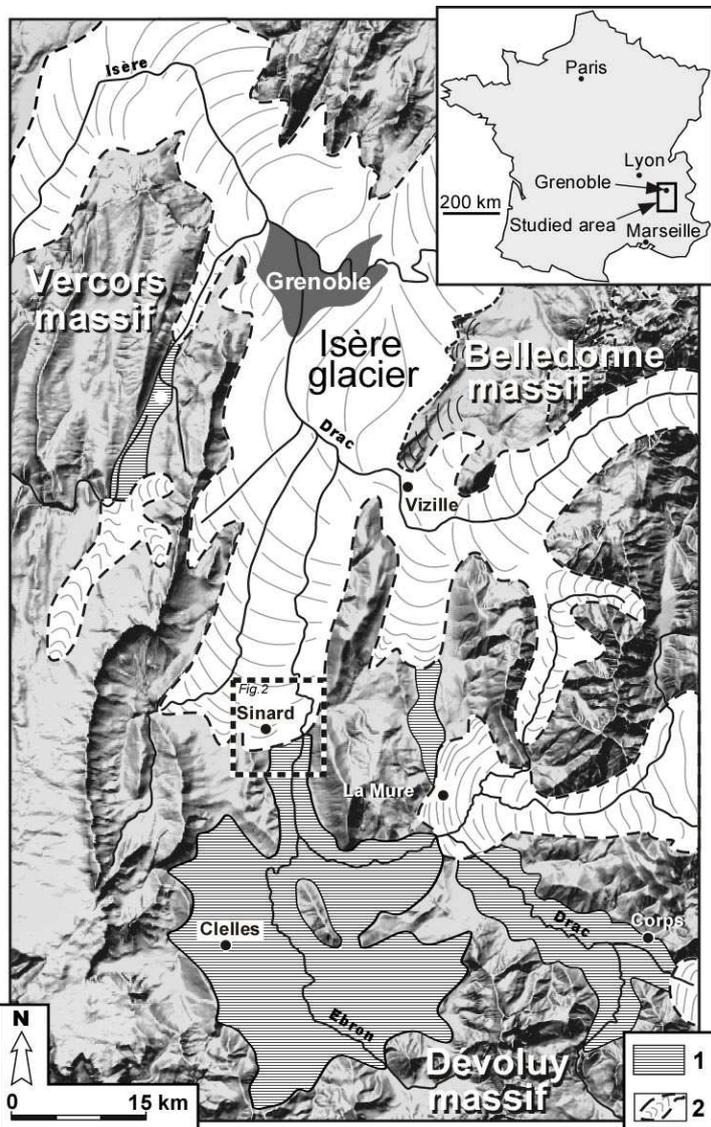
Sur la figure, on voit l'extension des glaciers. Le glacier se terminait par un lac au niveau du Trièves. Il y a donc eu plein de dépôts d'alluvions sur les calcaires, avec une discordance visible sur la photo ci-dessous ou sur celle du lac.



La roche est donc un conglomérat du quaternaire (holocène). Le lac se trouvait là-dessus il y a 10 000 ans, et depuis, il y a eu du creusement !

Ces roches du quaternaires ne sont pas consolidées. C'est pour cela que le train et l'autoroute ne passent pas dans ces roches mais sur le jurassique, comme marqué sur les photos précédentes.

Les âges glaciaires sont datés par carottage aux pôles avec analyse des gaz des bulles et analyse des pollens au carbone 14. Un coup d'œil au paysage avant de continuer .



On va maintenant visiter une station de mesure au-dessus du lac. Il suffit de regarder le terrain pour comprendre !



Faïlle



Capteur installé il y a 18 mois



Centrale de mesure avec GPS et panneau photovoltaïque



Terrasses



Faille

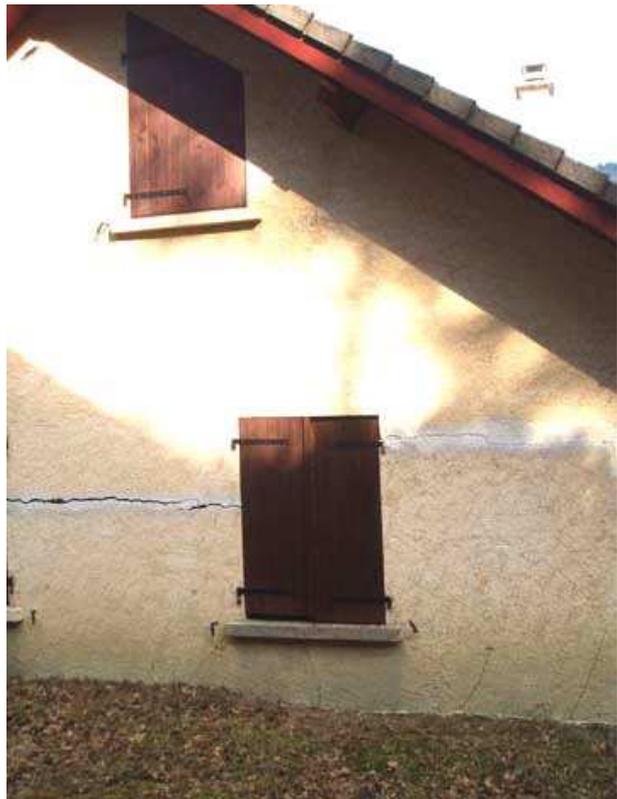
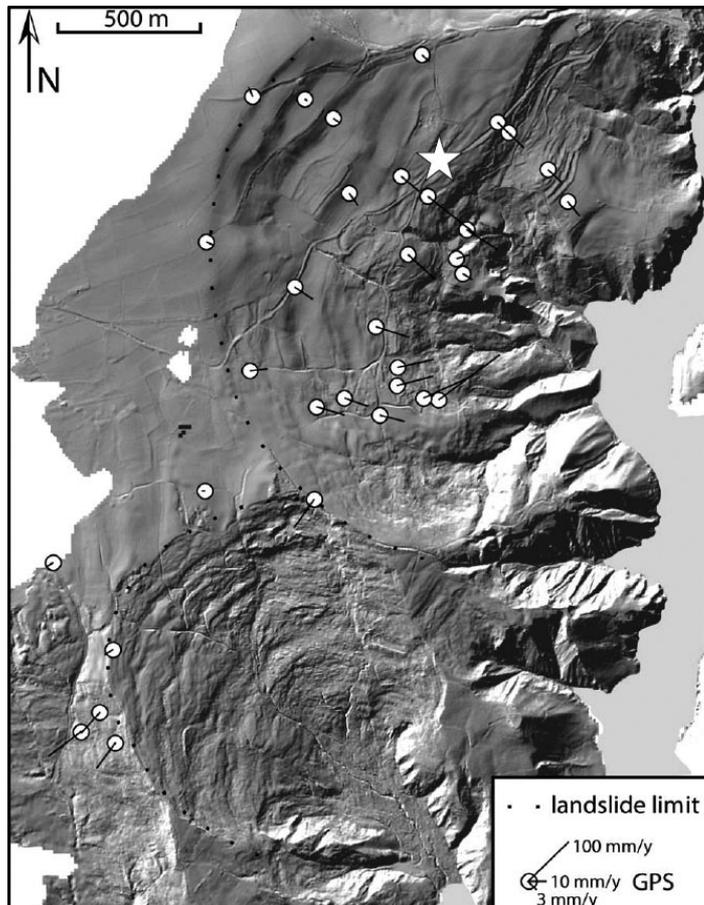
Terrasses et capteur installé

Le terrain glisse de l'ordre de 1 à 10cm/an. La fissure de la page précédente n'est pas due à la sécheresse ; c'est une faille. Le poteau de droite a été cimenté il y a 18 mois. En bas à droite on voit bien le terrain en terrasses. Ces glissements expliquent pourquoi une partie du site du Mas d'Avignonet a été évacuée (cf DL en fin de CR).

L'ensemble des terrains qui bordent le lac glisse inexorablement vers celui-ci. La figure suivante montre les glissements en un certains nombres de points où il y a des stations de mesure.

L'endroit photographié est quelque part au milieu de la figure en question.

Les terrasses du bas vont plus vite que celles du haut. Il n'y a pas que du pur glissement mais aussi des rotations et des vitesses différentes, ce qui explique la photo de la maison !



Le terrain est morainique (on trouve du granite), fluvial et lacustre. C'est la présence d'argile qui pose problème. L'argile a un comportement qui peut rappeler le yaourt. Agité en présence d'eau, il se liquéfie. On n'ose penser à la conjonction terrain mouillé et tremblement de terre ! (les tremblements de terre sont souvent suivis de glissements de terrains). C'est d'ailleurs souvent le glissement qui devient le "sur accident" par rapport au tremblement de terre. Il pourrait partir de millions de m³ dans le lac, en principe étudié pour résister. Tout finira dans la Méditerranée ! On parle des argiles litées du Trièves, sur une centaine de mètres d'épaisseur.

Pour connaître l'état du terrain, on peut procéder à des mesures de vitesse transversale d'ondes sismiques.

Deux types d'ondes :

- Longitudinale : la compression se fait dans la direction de propagation. On parle d'ondes P (P pour Primary car elle arrive plus tôt que l'autre onde mais aussi P pour Pressure).
- Transversale : onde de cisaillement, celui-ci étant perpendiculaire à la direction de propagation. La vitesse est plus faible que la précédente. On parle d'ondes S (S pour Secondary car elle arrive en second mais aussi pour Shear, le cisaillement).

Ces ondes S vont d'autant plus lentement que l'argile est plus liquide. On mesure la vitesse en provoquant un choc. Ce choc déclenche l'électronique de mesure qui enregistre ensuite l'instant d'arrivée. On utilise des géophones : une masse aimantée bouge et induit une tension dans la bobine qui l'entoure.

On continue sur le site d'Harmalière où les vitesses sont de l'ordre de 1m/an. C'est au point que la végétation n'arrive plus à suivre.



Il y a un ou deux ans, on marchait à la hauteur du chapeau de droite !

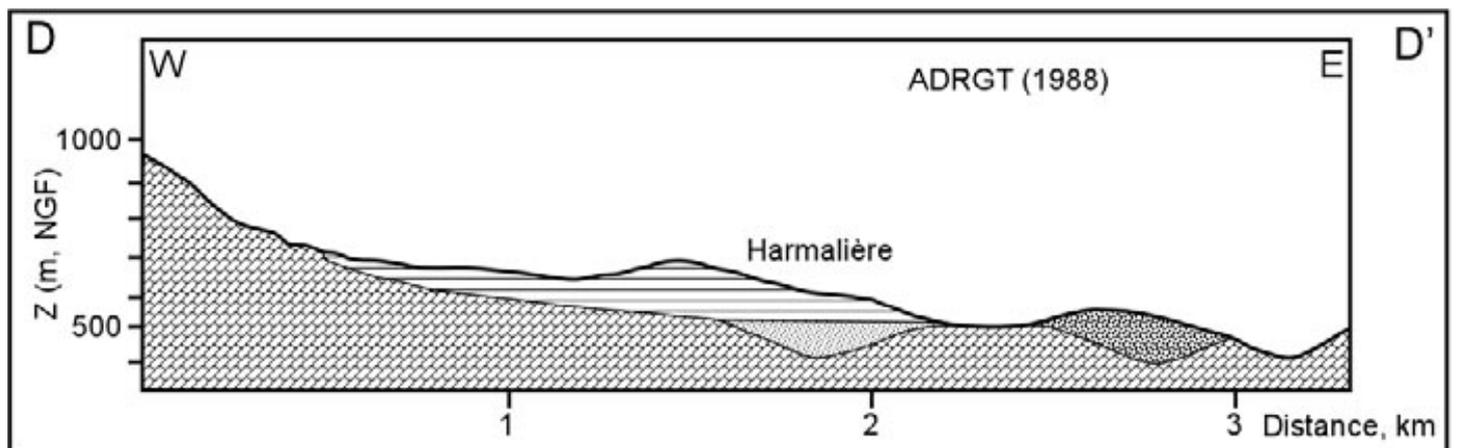


Il y a quelques années il avait là un champ de 100m de large, au même niveau que le chemin.

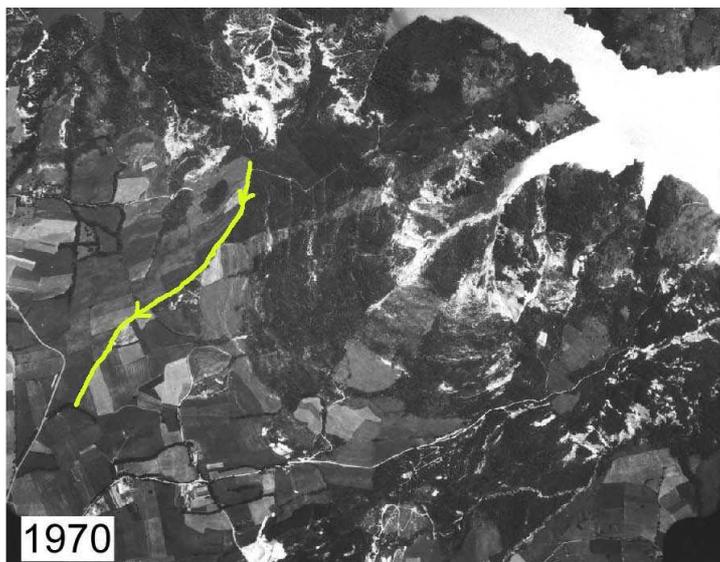


A droite un beau glissement : plusieurs mètres de haut sont partis. Sur la photo ci-dessus, détail de la précédente, on voit la stratification en assiette des argiles lacustres (une couche pour une grosse pluie).

L'accélération des glissements est contemporaine de la montée du lac. A la suite de la mise en eau, la nappe phréatique serait montée dans une paléovallée située au dessus du Jurassique, entraînant l'humidification et la sappe des argiles.



Sur les relevés photos, on voit bien qu'à droite du chemin (en jaune) que nous avons pris (à gauche sur les photos précédentes) il y avait un champ qui a complètement disparu.



Glissement de l'Harmalière

Commune : SINARD

Département : ISERE

Photographe : Sébastien GOMINET
(Institut des Risques Majeurs)

Cette photo a été prise cinq mois après la réactivation d'avril 2001, au cours de laquelle 50 000 m³ de matériaux ont été emportés.

La niche d'arrachement est très nette et permet de se représenter la manière dont la masse glissée s'est décrochée. On voit bien également à quel point les terrains ont été chahutés.

http://www.irma-grenoble.com/photos/diaporama_evenement.php?id_photos=2577

Les habitants du Mas d'Avignonet menacés par un glissement de terrain vont être expropriés

par [La Rédaction du DL](#) | le 31/08/08 à 07h59



L'endroit est paisible avec une vue imprenable sur les eaux bleues du Monteynard. Un petit coin de paradis à proximité du barrage. Et pourtant... vingt-trois maisons du lotissement du Mas d'Avignonet sont menacées par un glissement de terrain. Quatre ont déjà été évacuées car elles étaient devenues inhabitables.

L'instabilité des sols en Trièves n'est pas nouvelle. Autorisé à la construction à la fin des années 70, le lotissement n'a pas tardé à connaître les premières fissures. « Un deuxième lot était prévu. Mais, vu les désordres observés sur les premières maisons, la préfecture a décidé de tout arrêter », explique Jérôme Fauconnier, le maire d'Avignonet.

Le temps a passé et les terrains ont continué à bouger. À la suite des conclusions rendues par le commissaire-enquêteur, le préfet a pris, le 16 juin, un arrêté instaurant une Déclaration d'utilité publique d'expropriation (DUP, lire ci-dessous). Une décision qui a provoqué la colère de certains habitants exprimée à grand renfort de panneaux : "Exproprié à 86 ans=cimetière", "Danger de mort, glissement de terrain".

« Des rapports contradictoires »

« Il faudra m'expliquer pourquoi certaines maisons sont concernées par la DUP et pas d'autres. On parle quand même d'un glissement de 5 millions de m³ terre », s'interroge Joël Lejeune, l'un des huit propriétaires qui ont décidé de déposer un recours. « Deux maisons sont séparées par une route. Une est dans la zone d'expropriation, l'autre pas. C'est assez troublant. », avoue Jérôme Fauconnier. De plus, « les rapports sont contradictoires. D'un côté, on parle d'un danger imminent, et, de l'autre, certains relevés disent que le terrain s'est stabilisé », argumente Joël Lejeune, copies de documents officiels à l'appui. « Pourquoi n'attend-on pas les résultats des travaux de drainage ? Pourquoi n'augmente-t-on pas la fréquence des mesures ? ». Des questions sans réponses. Pour essayer de comprendre, l'association "Vivre à la Combe du Mas" a vu le jour. « On récolte des informations pour les mettre à disposition des habitants », précise Frédéric Stimamiglio, le secrétaire. Avec sa femme, il habite à proximité du lotissement mais n'est plus expropriable car le périmètre a été réduit. « La limite est fixée sur la route qui passe à dix mètres de notre maison. Si la route part avec le glissement, on est en danger. Quand on était dans la zone rouge, on était prêt à partir ».

Partir. Une torture pour la plupart des habitants dont la majorité sont des retraités. Pour eux, prendre un nouveau départ est inimaginable. « Il faut traiter le problème le plus humainement possible », préconise l'édile. Le conseil municipal vient d'ailleurs d'adopter, à l'unanimité, une délibération pour "qu'aucune action contraignante ne soit prise à l'encontre des personnes [...] qui n'accepteraient pas l'expropriation" (Lire en repères).

Selon la loi, les habitants du Mas ont cinq ans pour partir. Ceux qui ne le veulent pas, l'argent sera versé à la Caisse des consignations et dépôts. Ils devraient pouvoir rester chez eux mais ne seront plus propriétaires. Comble du cynisme, certains n'ont pas encore fini de rembourser le crédit de leur maison.

REPÈRES

LA LOI BARNIER

Ce dossier entre dans le cadre de la loi Barnier. "Lorsqu'un risque prévisible de mouvements de terrain [...] menace gravement des vies humaines, les biens exposés à ce risque peuvent être expropriés par l'État dans les conditions prévues par le Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique et sous réserve que les moyens de sauvegarde et de protection des populations s'avèrent plus coûteux que les indemnités d'expropriation". "La réalisation des mesures peut être rendue obligatoire en fonction de la nature et de l'intensité du risque dans un délai de 5 ans, pouvant être réduit en cas d'urgence".

L'HARMALIÈRE

Le souvenir de l'éboulement de l'Harmalière, à Sinard, est encore présent. Le 7 mars 1981, quelque 250 000 m³ de matériaux (chiffres IRMA) s'étaient détachés. L'Harmalière se trouve à un gros kilomètre du Mas...

LA DÉLIBÉRATION

Outre le non-usage d'actions contraignantes, le conseil municipal demande aussi "que soient assurés aux habitants restant sur la zone soumise à la DUP, les mêmes services que les autres habitants que la commune". Il est souhaité "qu'une surveillance géologique soit maintenue sur le long terme, afin de pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas d'extrême urgence".

L'IMMOBILIER

Le Trièves a été concerné par la flambée des prix de l'immobilier. Une augmentation, aujourd'hui ralentie, due à l'arrivée de l'A 51, il y a trois ans. Ainsi, le mètre carré de terrain se négocie actuellement, dans le secteur d'Avignonet entre 120 et 150 €/m² (selon la qualité du terrain et le niveau de viabilisation). Soit le double par rapport à il y a trois ans.



Quand même un coup d'œil sur le lac lui-même !