Une catastrophe naturelle majeure :

l'écroulement du Mont Granier dans le massif de la Chartreuse au XIII^e siècle

A. Pachoud

L'extrémité Nord du chaînon le plus oriental du massif de la Chartreuse bordant à l'Ouest la vallée du Grésivaudan où coule l'Isère se termine au-dessus de la cluse de Chambéry par la face du Mont Granier qui culmine à 1 933 m.

Cette paroi verticale haute de plus de 1 000 m est la cicatrice de l'écroulement de la montagne qui se produisit en novembre 1248. Les éboulis s'étendirent largement dans la vallée détruisant cinq paroisses (les communes n'existant pas encore en Savoie à cette époque) et provoquant la mort de 5 000 personnes environ, d'après les estimations d'un historien du XIX^e siècle (TRÉPIER, 1870). Cette catastrophe eut un retentissement dans toute l'Europe mais les chroniqueurs du XIII^e siècle qui la relatèrent furent des moines étrangers à la Savoie (J. BERLIOZ, 1987) aucun n'assista à l'événement. Ils l'interprétèrent comme étant une punition du ciel sans donner de précisions sur les circonstances et le déroulement de ce cataclysme.

Au cours des siècles, la mémoire collective et les différents auteurs qui rapportèrent l'accident le considérèrent uniquement comme l'écroulement d'un massif rocheux. En réalité, la catastrophe fut un vaste glissement qui emporta l'extrémité de la montagne ce qui explique la forme et l'extension de l'éboulis. De plus, il semble bien que ce cataclysme ne fut qu'un épisode, certes gigantesque, de l'instabilité pérenne du Mont Granier. D'autres mouvements du sol s'étaient déjà produits dans ce secteur avant le XIII^e siècle et aujourd'hui encore les assises de la montagne sont soumises à des contraintes entraînant localement des chutes de blocs et des glissements dans les marnes de la base de la montagne.

Cadre géologique

La stratigraphie du Granier (*fig. 1*, page suiv.) est particulièrement bien visible depuis le versant Est du col du même nom faisant communiquer la vallée du Chambéry avec celle des Entremonts à l'intérieur du massif. La succession des assises est la suivante :

Le sommet de la paroi presque verticale est constitué de calcaires massifs urgoniens parcourus par un important réseau karstique. En dessous de cette première falaise, les niveaux marneux de l'Hauterivien dessinent un talus en forte pente surmontant une seconde barre formée principalement par les calcaires roux et à silex du Valanginien. Les marnes de la base de cet étage sont en grande partie cachées par les éboulis récents au pied de la montagne ; elles n'apparaissent bien que près de la route forestière au lieu-dit « La Grenouille » et aux environs du col. Épaisses de plus de 200 m ce sont elles qui constituent le vaste talus qui supporte la haute falaise rocheuse.

La morphologie de l'Hauterivien et du Valanginien dans la paroi Nord du Granier est tout-à-fait exceptionnelle dans la région. Partout ailleurs, en particulier sur chacun des versants de la chaîne, l'Hauterivien donne lieu à des pentes beaucoup plus faibles de l'ordre de 50 %, et les calcaires valanginiens déterminent un escarpement peu marqué. Il n'est pas douteux que cette face Nord ne constitue la cicatrice de l'éboulement de 1248, à peine adoucie par l'action de l'altération et des chutes de blocs, et par une faible érosion le long de certains ravins.

A major geological hazard

The rockslide avalanche of the Granier mountain during the XIIIth century

On the north end of the Chartreuse range, the rockfall of the Granier mountain which occurred in november 1248 is explained by a huge landslide. The mechanism of this translational slide is probably the water vaporisation produced by the rock speed along a bedding joint in the Valanginian marlstones. This landslide induced the fall of the calcareous urgonian cliff, the debris can be recognized as extending for over 7,5 km. This geological hazard was not a single event, older landslides occurred on the Granier slopes and even now an instability is still proved. These intermitting movements are connected with living faults.

1. Urgonien.
2. Hauterivien.
3. Valanginien supérieur calcaire.
4. Valanginien inférieur marneux recouvert d'éboulis récents.

5. Zone forestière installée sur les éboulis de 1248.
6. Arrachement récent dans le Valanginien marneux.
7. Grotte et résurgence karstique.
8. Tracé de l'écroulement du sommet de la falaise en 1953.

1. Géologie de la face nord du Granier.

On peut hésiter entre deux hypothèses : ou bien, avant 1248, les pentes avaient la même allure générale que celle que l'on observe aux alentours dans les terrains analogues, ou ce flanc de la montagne était déjà exceptionnellement raide par suite d'autres éboulements antérieurs.

Le pied de la paroi est tapissé d'éboulis récents ; chaque année, des chutes de blocs de tailles variables se produisent, les fragments de rochers viennent s'accumuler sur le talus à la base de la montagne en se brisant ou roulant et rebondissant selon leur volume. Mais, jamais actuellement ces blocs ne dépassent une distance à vol d'oiseau de 400 m depuis la barre rocheuse de calcaires valanginiens. Même en 1953, lorsque se produisit un éboulement qui provoqua une grande cicatrice encore bien visible dans la falaise urgonienne supérieure, les débris ne dépassèrent pas la route forestière ; seul le nuage de poussière s'étendit jusqu'au col du Granier.

Par contre, à la suite de l'écroulement de novembre 1248, la topographie du versant Nord-Est du Granier a pris des caractères particuliers, auxquels est attaché le nom d'abîmes, et les blocs se retrouvent jusqu'à une distance de 7,5 km à vol d'oiseau.

Structuralement (*fig. 2 et 3*) la chaîne s'étendant depuis la Dent de Crolles dans la région grenobloise jusqu'au Granier est un synclinal perché et à partir du col de l'Alpe les bancs rocheux commencent à s'abaisser vers la cluse de Chambéry. Mais brusquement à l'Alpette la montagne est relevée d'environ 200 m par une faille orientée N 60°, une deuxième faille parallèle à la première passe au Pas de la Porte. A partir de la faille de l'Alpette la structure synclinale de la chaîne disparaît. Non seulement cette fracture provoque un exhaussement du Granier proprement dit, mais la montagne est basculée vers l'Est. Le plateau calcaire du sommet est alors un monoclinal incliné vers l'Est.

Ces données de surface sont confirmées par les observations spéléologiques. A partir de l'Alpette les galeries souterraines du karst du Granier sont très différentes de celles du reste de la chaîne : les fractures sont beaucoup plus nombreuses, le tracé des galeries est parfois décroché de part et d'autre de miroirs de failles et les indices d'un glissement vers l'Est de certains bancs calcaires sont souvent bien visibles.

Au-delà du Granier, vers le Nord après le col, les monts qui le prolongent s'inclinent à nouveau vers la vallée de Chambéry.

Morphologie et géologie de l'éboulis (fig. 2)

Forme générale

La cartographie permet de constater qu'au lieu de provoquer une accumulation à flanc de montagne, la masse en mouvement, peu large au départ, s'est dirigée vers le Nord-Est en s'évasant et en s'étalant dans les marais de la vallée. Elle s'est avancée jusqu'à une distance à vol d'oiseau de 7,5 km depuis le pied du Granier actuel et sa plus grande largeur dans la vallée est d'environ 6,5 km. Le volume estimé des terrains ainsi déplacés est compris dans une fourchette allant de 3 et $5 \times 10^8 \text{ m}^3$. Ils ont recouvert une surface de 23 km^2 .

Description de l'éboulis et des zones limitrophes

La dépression au pied du col du Granier : région du Lac Noir et des Echauds

Entre le col et la paroi du Granier, la crête occidentale de cette vaste combe porte encore la trace des arrachements des terrains glissés en 1248. Ces cicatrices ne s'étendent pas jusqu'au col d'où la déduction que celui-ci existait déjà avant la catastrophe du XIII^e siècle mais moins ouvert qu'actuellement.

Les éboulis de 1248 constitués essentiellement de blocs atteignant plusieurs m^3 de calcaires valanginiens et hauteriviens dessinent un amoncellement chaotique recouvert maintenant par la forêt et allongé dans le sens de la pente. Ils reposent sur des marnes glissées dont les hautes rides sont très caractéristiques de ce type d'accident.

A partir du pied du Granier, ces éboulis du XIII^e siècle prennent en écharpe la partie orientale de la vaste combe des Echauds limitée par deux hauts talus. Le reste de la surface de cette dépression est constitué de Valanginien également glissé avec seulement de rares petits blocs également valanginiens. Les formes très estompées de ces terrains déplacés comparés à ceux de 1248 permettent de leur attribuer un âge beaucoup plus ancien, antériorité confirmée par le fait qu'ils sont progressivement recouverts en allant vers l'Est par les éboulis du XIII^e siècle.

Ainsi, un mouvement du sol important s'était déjà produit à cette extrémité de la chaîne du Granier avant le XIII^e siècle à une date difficile à préciser, probablement avant la période historique. Ce très vieux glissement est à l'origine de la combe.

Les deux talus qui limitent cette dépression valanginienne sont en calcaire berriasien, ils correspondent donc à des failles parallèles aux grandes fractures du Granier.

Au pied de l'angle NW de la paroi, le vaste talus de marne recouvert par la forêt bordant la combe décrite ci-dessus, est aujourd'hui encore affecté par des glissements rectilignes emportant de larges pans de ce versant forestier.

Zone des « abîmes » de Saint-André

Comprise entre le hameau de Lacha et le village de Saint-André, cette région à la topographie chaotique est faite de

2. Carte géomorphologique de l'éroulement du Mont Granier.

3. Coupe du Mont Granier vue depuis la vallée du Grésivaudan.

la juxtaposition de nombreux monticules appelés « molards » surmontés de blocs rocheux. Ils donnent au paysage un aspect caractéristique, leurs flancs sont occupés, en général, par de la vigne. Ces dernières années, l'extension du vignoble a conduit certains exploitants à raser quelques-unes de ces croupes, ce qui a permis de voir leur structure et d'en expliquer la formation.

En général, ces mamelons comprennent un ou deux gros blocs rocheux de plusieurs mètres cubes dont l'extrémité supérieure pointe à la surface du « molard » ce qui donne

4. *Un aspect de l'éboulis du Granier.*

La nappe des terrains glissés et écroulés au XIII^e siècle s'est étendue très largement dans la vallée. Restée pendant plusieurs siècles inculte, cette région a été appelée tout d'abord Paroisses Abimées puis seulement Abîmes (orthographiés très souvent Abymes). Les gros blocs rocheux tels que celui-ci sont parsemés dans une terre très caillouteuse propice à la culture de la vigne. Le nom de Pierre Hachée a été donné à ce rocher dont le volume est d'environ un millier de m³. Il a parcouru 5,5 km depuis le pied de la falaise de la montagne dont 1 300 m en terrain plat et marécageux. Ce bloc n'aurait pu parvenir en ce lieu s'il n'avait pas été entraîné par une masse boueuse fluide devenue en séchant la terre du vignoble.

l'illusion que la « grosse pierre » (terme local) est simplement posée à flanc ou au sommet du tertre ; entourant ces gros blocs, un amas de terre et de pierraille, plus des 2/3 du volume total, constitue le reste du monticule, il semble donc qu'au moment du glissement, les fragments de rochers en mouvement finissaient par s'arrêter lorsque la pente devenait moins forte, constituant autant d'obstacles autour desquels s'accumulait une lave formée à partir de marnes valanginiennes et hauteriviennes et chargée de pierrailles. Glissement et éboulement ont donc été simultanés.

Région au Nord et à l'Est de Saint-André (les Marches, Myans, marais d'Apremont)

Cette masse fluide s'est largement étendue dans la plaine en se modelant sur la topographie préexistante.

C'est ainsi que l'abaissement vers le nord de la colline jurassique de Saint-André a facilité l'épandage des terrains en mouvement qui ont recouvert, en partie, les marais d'Apremont et sont venus s'arrêter contre la moraine de Myans et des Marches mais en la débordant dès qu'un point bas le permettait.

Les « molards » dans cette zone sont plus espacés et moins élevés que dans les abîmes de Saint-André. C'est donc dans cette plaine d'Apremont, Myans, les Marches qu'est venue mourir l'énorme coulée.

Age stratigraphique des blocs éboulés

Le volume des blocs urgoniens qui jonchent la plaine a frappé l'attention des observateurs, d'où la tendance à considérer que seule la falaise urgonienne était à l'origine des matériaux. Nous allons voir qu'en réalité ces blocs urgoniens, pour spectaculaires qu'ils soient, ne représentent qu'une très faible part de la masse accidentée. Ils sont localisés, pour la plupart, à l'extrémité orientale de l'éboulement.

En effet, les débris rocheux urgoniens sont assez nombreux dans la plaine d'Apremont, de Myans et des Marches où ils constituent environ la moitié de l'ensemble des blocs. C'est dans cette région que se trouvent les fragments les plus gros de la falaise urgonienne ; ceux de Pierre Hachée et de Pierre Grosse (ce dernier maintenant en partie détruit par des tirs de mines) sont célèbres ; le bloc de Pierre Hachée, qui dépasse le millier de m³, est

distant de 5 km de la falaise urgonienne. Il a parcouru 1 300 m depuis la base du flanc de la montagne dans une zone marécageuse plate avant de s'arrêter. Malgré son énergie cinétique, ce rocher n'a pu traverser un tel replat que parce qu'il était roulé dans une masse fluide qui s'écoulait (fig. 4).

Par contre, lorsqu'on se rapproche du Granier et que l'on remonte les premières pentes, soit à partir de Saint-André, soit à partir de Pierre Grosse, les fragments urgoniens deviennent de plus en plus rares. Dans les abîmes à l'Ouest de Saint-André et dans la région de Lacha, l'Urgonien ne représente plus que 5 % des blocs, la plupart des « grosses pierres » étant soit du Valanginien, soit de l'Hauterivien. La même constatation peut être faite le long de la route forestière entre la Palud et le Col du Granier lorsqu'elle traverse la zone accidentée, la proportion d'Urgonien tombe alors à 2 %.

Que représente le volume total des éboulis rocheux urgoniens, valanginiens hauteriviens par rapport à celui de l'ensemble des terrains en mouvement ?

A notre avis, la somme des blocs n'atteint pas 1/10 du volume total dans la partie de l'éboulement à l'Est de Lacha. Par contre, la proportion est plus forte, environ 1/3, entre ce hameau et la base du Granier.

A lui seul le volume de l'Urgonien n'atteint pas le centième de la masse totale ainsi remaniée.

Origine de l'accident du Granier en novembre 1248

Plusieurs hypothèses sur les causes de la catastrophe ont été avancées. Au siècle dernier, un historien chambérien (TRÉPIER, 1870) trouvant que la colère du ciel n'était pas une explication suffisante, imagina que le Granier s'était écroulé à la suite d'un tremblement de terre. En effet, à la même époque, paraît-il, un raz-de-marée dévasta les côtes anglaises. Cet auteur l'attribua, sans preuve, à un séisme, celui-ci provoquant à la fois l'inondation du rivage anglais et la chute de la montagne savoyarde. En plus de l'in vraisemblance de ce rapprochement, il est difficile d'imaginer qu'un tremblement de terre puisse déplacer plusieurs centaines de millions de m³ de matériaux au Granier sans causer d'autres dégâts dans la région et comment expliquer alors la forme de l'éboulis et son étalement dans la vallée ? Cette affirmation d'un important séisme a été reprise très souvent.

Pour A. GUILLOMIN (1937) la chute du Granier est due à l'érosion régressive, les marnes de la base de la montagne étant progressivement affouillées se creusent et finissent ainsi par entraîner l'écroulement des calcaires qui les surmontent. Dans ce cas la majorité des blocs aurait dû rester au pied de la falaise, pourquoi se trouvent-ils à plusieurs kilomètres ? De plus, nous avons vu ci-dessus que le volume total des blocs est infime par rapport à celui de la terre, ancienne boue séchée.

En réalité, le large étalement dans la plaine des éboulis en mouvement, la composition de leurs constituants où le volume des éléments fins est plus important que celui des blocs, du moins à l'aval de Lacha, la topographie très caractéristique de pays glissé de la zone accidentée, le fait

que les marnes et bancs calcaires du Valanginien de la base du Granier et de la région sous le col ont été entraînés vers l'aval, sont autant d'arguments pour conclure que ce qu'on a appelé l'éboulement du Granier n'est, en fait, qu'un très vaste glissement ayant pris naissance dans les marnes valanginiennes et auquel est liée la chute de la falaise urgonienne (J. GOGUEL, A. PACHOUD, 1972).

Il est évident que les blocs ont suivi la ligne de plus grande pente, mais ce large épandage en fin de parcours a progressé sur des pentes faibles, si ce n'est sur des terrains horizontaux et a pris l'aspect d'une coulée plutôt que celui d'un amas d'éboulis « secs ».

Mécanisme du glissement

Pour expliquer le déplacement de cette énorme masse sur des pentes relativement modestes ou nulles J. GOGUEL (1972) a émis une théorie reproduite ci-après :

« ... Il apparaît alors que l'accident a comporté essentiellement un glissement de l'ensemble des terrains sur une surface de stratification du Valanginien, dont le pendage n'est que de l'ordre de 12°. C'est une conclusion à laquelle on ne peut pas échapper lorsqu'on considère soit l'escarpement du Granier, soit la pente moyenne de la zone située à son pied.

Il est possible de voir actuellement une surface de glissement sur la route départementale, entre la Palud et le col du Granier, lorsque celle-ci franchit par un pont un petit torrent qui coule sur une surface structurale de calcaire argileux, à pendage nord-est, dégagé par l'eau des éboulis qui le recouvraient.

Un tel glissement, suivant un joint de stratification aussi faiblement incliné, aurait longtemps paru impossible et c'est sans doute pourquoi l'accident de 1248 a été considéré essentiellement comme un éboulement de falaise.

Mais lors d'une autre catastrophe, celle du barrage du Vaïont, en Italie, le 2 octobre 1963, l'enquête a montré que le glissement affectant une masse de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, sur plus d'un kilomètre de long et deux kilomètres de large, s'est produit suivant un joint de stratification d'allure synclinale, dont la pente à l'aval est encore inférieure, et que les terres et rochers en mouvement avaient dû atteindre une vitesse estimée à 60 km/h. On sait que cette masse a été arrêtée dans le lac de barrage où son énergie cinétique a provoqué une vague qui s'est élevée jusqu'à 200 m au-dessus de la crête. Si elle avait débouché sur une plaine, nul doute que sa vitesse ne l'eût entraînée fort loin.

Ce type de glissement avait été considéré comme sans précédent par les experts. Pour l'interpréter, M. HABIB a remarqué qu'un frottement aussi rapide devait provoquer une élévation de température considérable, et donc vaporiser l'eau contenue dans le terrain, la vapeur pouvant atteindre une pression susceptible d'équilibrer le poids de la masse en mouvement, réduisant considérablement la résistance de frottement.

L'un de nous a calculé les conditions dans lesquelles pouvait se produire un tel phénomène. Il est apparu que

les éléments déterminants nécessaires étaient d'une part une imperméabilité suffisante du terrain ce qui est le cas pour le Valanginien du Granier, d'autre part une amorce de mouvement permettant un échauffement de l'eau interstitielle pour atteindre la température de vaporisation ; cette phase initiale de départ peut n'avoir qu'une amplitude de quelques centimètres si elle est assez rapide.

Nous proposons donc l'hypothèse selon laquelle le glissement du Granier se serait produit suivant ce mécanisme. On peut envisager que le déclenchement soit lié à la chute d'un pan de falaise urgonienne qui aurait pu produire, par son choc, le petit déplacement sur un joint nécessaire pour élever localement la température et amorcer la vaporisation. Ceci expliquerait pourquoi les blocs urgoniens se trouvent surtout à la partie aval du glissement, alors que si le phénomène initial avait été le glissement du Valanginien, l'Urgonien sus-jacent aurait dû rester en arrière.

On peut noter, au passage, que la direction générale du mouvement est NE, donc parallèle à l'escarpement du Granier, alors que le pan de rocher éboulé n'a pu partir que vers le N ou le NW.

Si notre hypothèse sur le mécanisme du glissement de 1248 est exacte, elle conduit à rechercher d'autres écroulements de montagne similaires qui pourraient avoir une origine identique.

Peut-on, parmi les glissements anciens décrits par les géologues, en trouver d'autres qui relèveraient du même mécanisme ? Grâce aux excellentes descriptions d'Albert HEIM, qui les ont fait connaître, on pense immédiatement à Flims (Grisons, Suisse) où la pente du joint de stratification n'est guère plus élevée (7° à 12°), et où la vitesse atteinte par les 12 km^3 mis en mouvement se trouve attestée par la remontée sur la rive opposée ; il faut citer également Goldau (Schwyz, Suisse) en 1806, où les conglomérats tertiaires du Mt Rossberg ont glissé sur un joint marneux incliné de 19° à 21° , et atteint, d'après les témoins, une vitesse considérable. Mais il conviendrait de revoir systématiquement bien d'autres exemples d'écroulements anciens...

Notons qu'il existe sur la face Est du Granier, dans la région en dessous du lieu-dit « le Pas de la Porte », entre la falaise urgonienne et l'altitude 1 250 environ, un très vaste éboulis de gros blocs rocheux de calcaire blanc urgonien, vestige d'un éboulement très ancien, peut être antérieur à la période historique. Mais ici, il s'agit seulement d'un écroulement de la falaise urgonienne qui, au-dessus de l'éboulis, dessine un très grand dièdre marquant la zone de départ, les blocs sont restés sur le talus hauterivien au pied de la paroi calcaire.

Conséquence du glissement sur l'hydrogéologie

L'eau assez abondante qui sort à la base du Granier provient en grande partie du réseau karstique et s'écoule vers le Nord et le N.E.

La plupart des filets d'eau émergeant près de la falaise ou chutant de celle-ci s'infiltrant dans la masse des éboulis pour ressortir plus en aval. Un certain nombre de ces

sources ont été captées pour alimenter des communes. Parfois les replis dus aux glissements des terrains ou bien des amoncellements de blocs ont constitué de petites retenues naturelles derrière lesquelles se sont formées des étendues d'eau plus ou moins grandes. Telle est l'origine du Lac Noir, et plus en aval des « lacs » Bey et Froment dans les Abîmes. Autrefois, ces pièces d'eau étaient beaucoup plus nombreuses, la plupart se sont comblées et asséchées donnant sur ce versant à la topographie chaotique de petites surfaces rigoureusement plates appelées d'un terme local : « les platons ».

Dans la vallée, les terrains en mouvement ont établi également des barrages naturels sur un cours d'eau au pied d'une colline de calcaire jurassique recouverte par les éboulis. Il en est résulté un alignement de petites étendues lacustres, la plus grande et la mieux conservée étant le lac de St-André.

Conclusion

L'impressionnant volume de matériaux meubles et rocheux résultant de la catastrophe de 1248 pourrait à lui seul illustrer l'instabilité du Granier. Mais de récentes observations indiquent que ce cataclysme ne fut pas un événement unique dans l'histoire de ce sommet. D'autres mouvements de terrain l'avaient précédé et des écroulements et des glissements, certes moins importants, se sont poursuivis jusqu'à aujourd'hui. Cette dégradation continue du relief sans commune mesure avec l'érosion normale est la caractéristique essentielle de cette montagne. Elle est sans doute en relation avec les grandes fractures individualisant le Granier. Une ou plusieurs d'entre-elles sont probablement des failles actives dont les tensions entraînent la fissuration et par suite facilitent le déplacement des assises tant calcaires que marneuses de cette montagne.

Bibliographie

- BERLIOZ J. (1987). — L'effondrement du Mont Granier. *Le Monde alpin et Rhodanien*, Grenoble, n° 1-2, 68 p., 5 fig.
- GOGUEL J. (1980). — Les risques des grands éboulements. *Rev. La Recherche*, n° 111, mai, pp. 620-628, 7 fig.
- GOGUEL J. et PACHOUD A. (1972). — Géologie et dynamique de l'écroulement du Mont-Granier dans le massif de la Chartreuse en novembre 1248. *Bull. BRGM* (2), III-I, pp. 29, 38, 4 fig.
- GUILLON A. (1937). — Les Abîmes de Myans (Savoie) *Rev. Géol. alp.* 25, n° 4, pp. 583-616, 2 fig., 2 pl.
- PACHOUD A. (1990). — L'instabilité de certains versants peut-elle être liée à la présence de failles non gravitaires ? L'exemple du Mont Granier (massif de la Chartreuse) de la crête des Echines (massif du Giffre) des Posettes (massif du Mont Blanc). *Rev. Géol. alp. Mém.*, h.s., n° 15.
- TRÉPIER (1870). — Recherches historiques sur le Décanat de St-André (Savoie). *Mém. Acad. Sc., B. Lettres, Arts de Savoie* (3), VI, pp. 371-583.