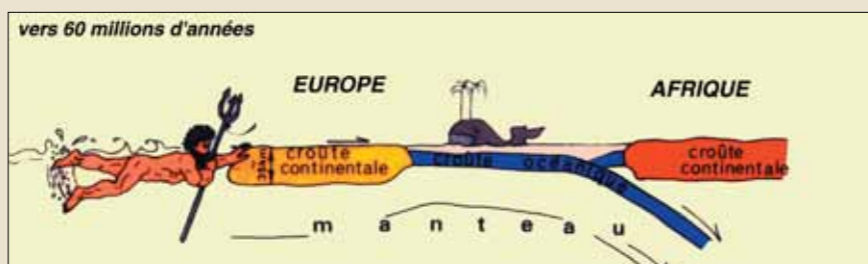


Pour randonneurs curieux: les plaquettes

« Géologie autour des refuges »

Par **Arnaud Pêcher et François Valla**, du Comité scientifique, avec la collaboration de **Patrick Le Fort, Dominique Gasquet, Renaud Caby, Anne-Marie Boullier**
Photos du Comité scientifique de la FFCAM

Dès sa création, le Club alpin a montré une grande curiosité pour mieux décrire et comprendre le milieu dans lequel évoluaient les alpinistes. Au début, à l'époque où les cartes étaient encore très rudimentaires, il s'agissait surtout d'établir une topographie la plus exacte possible des sommets, de décrire au mieux la physionomie de leurs versants, familiers seulement des habitants locaux, mais pour beaucoup encore mal explorés ou vierges. Il y avait là une nécessité forte, alors que de plus en plus d'alpinistes, souvent étrangers aux vallées, rêvaient de nouvelles ascensions, de nouveaux itinéraires. À ce titre, le travail de J. et H. Vallot au début du XX^e siècle est particulièrement remarquable (H. Vallot appartenait à la Commission topographique du Club alpin, ancêtre du Comité scientifique). En parallèle, l'exploration et la description des glaciers, qui sont la marque la plus directement visible du paysage alpin, ont toujours occupé une grande place. Les nombreuses descriptions accumulées au fil des temps ont été à la base d'une meilleure compréhension de leur évolution. Pour aller plus loin, pour sortir d'une approche seulement artistique et naturaliste, la nécessité d'acquérir des données chiffrées est vite apparue: il fallait nourrir les modèles physiques et mécaniques permettant de comprendre cette dynamique des glaciers. Ainsi, dès la fin du XIX^e siècle plusieurs glaciers furent systématiquement surveillés



Avant la collision... la subduction de l'océan alpin sous la plaque africaine est toujours active au début de l'Éocène (dessin de F. Debon, LMA, 1985).

(lignes de pierres peintes topographiées à intervalles de temps réguliers); plus tard, leurs géométries en profondeur, leurs vitesses et leurs bilans de masse seront établis. Ces données sur les glaciers sont aujourd'hui essentielles, entre autre comme témoins des variations climatiques à courte période de temps (voir par exemple l'ouvrage sur les glaciers publiés en 2008 par le Comité scientifique).

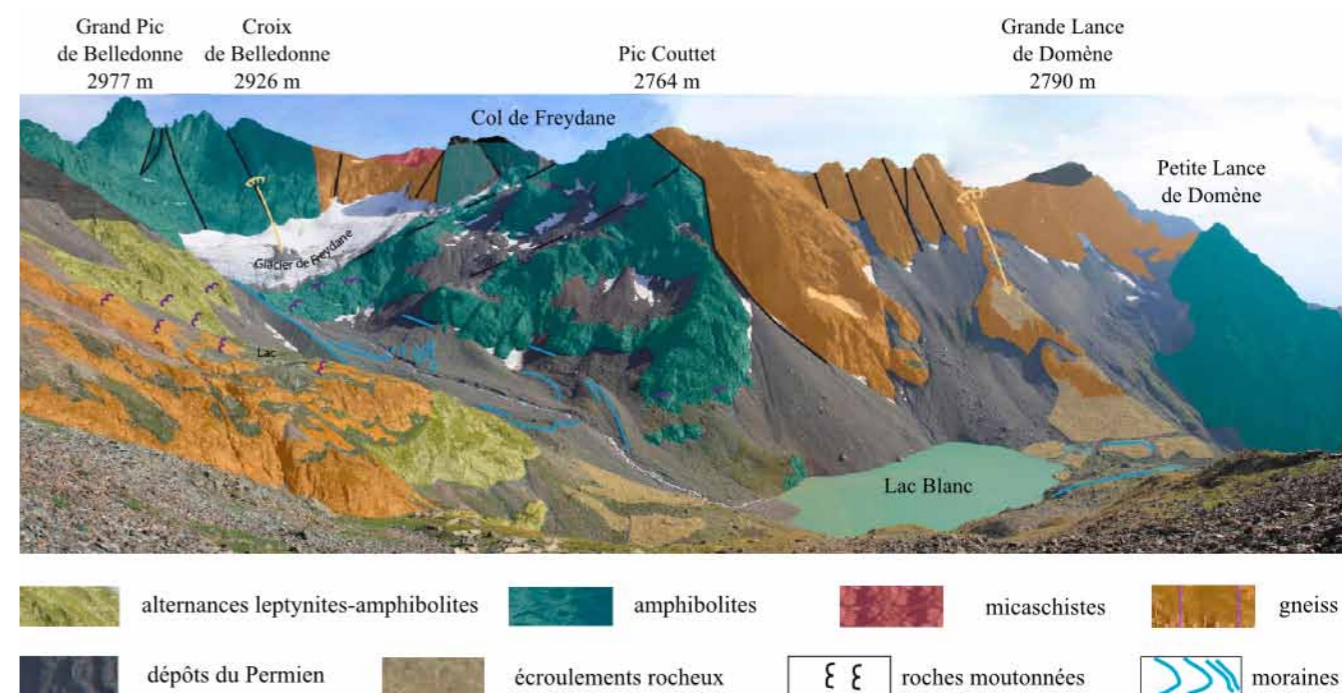
Le regard du géologue

À côté de la forme des reliefs, de leur modelé par les glaciers et les torrents, restent les roches, les «cailloux» eux-mêmes. Quel randonneur en montagne ne s'est pas demandé un jour d'où venaient les différences de teinte et de texture qu'il voyait dans le paysage, ne s'est pas amusé à suivre telle ou telle barre rocheuse, ne s'est pas posé des questions en la voyant s'interrompre brutalement contre une faille, ou au contraire se tordre et dessiner des grands plis comme de la simple pâte à modeler! Quel grimpeur n'a

pas fait la distinction entre les escalades en terrain calcaire ou en terrain «granitique», entre itinéraires coupés de vires du Vercors et dalles compactes ou fissures franches des Aiguilles de Chamonix! Des ressentis, des questions, mais parfois aussi une certaine crainte, pour ne pas dire allergie, à essayer de rentrer plus loin dans la compréhension de la roche ou du paysage. Il est vrai que l'on entre ici dans des phénomènes complexes et surtout très lents, que le côté « vivant » des roches est plus difficile à appréhender que celui d'un glacier, ou a fortiori que celui d'un paysage végétal plus ou moins humanisé. On entre là dans le domaine du géologue, pour qui un paysage est toujours le fruit d'une histoire, qu'il essaie de décrypter à la manière d'un détective, à l'aide de quelques clefs et principes finalement très simples et de bon sens. Par exemple, une roche sédimentaire se dépose horizontalement au fond d'une mer, les plus jeunes au-dessus des plus anciennes. Et si on les retrouve aujourd'hui en

PANORAMA VU DU VERSANT SUD DE LA POINTE DES EXCELLENCES

Un exemple de panorama géologique. Extrait de la plaquette Jean Collet.



On voit surtout des **gneiss** et des **amphibolites** (Grand Pic de Belledonne par exemple). Sur certains sommets, on retrouve les conglomérats et les grès du Permien. Les cols et brèches correspondent en général à des failles. La morphologie est surtout d'origine glaciaire :
- le **glacier** de Freydane (0,3 km², entre 2450 m et 2620 m d'altitude). Bien que sa zone d'accumulation soit quasi inexistante, il subsiste grâce à sa position à l'ombre du Grand Pic ;
- les **moraines** récentes et peu dégradées en amont du

lac (par exemple en rive droite du glacier de Freydane) ;
- les **roches moutonnées**, en aval du glacier de Freydane et au premier plan du panorama ;
- le lac Blanc, **lac d'origine glaciaire**. Les **écroulements rocheux** sont aussi très présents. Leurs dépôts sont visibles notamment sur le verrou du lac Blanc. On remarque que la zone de départ coïncide avec des failles. Les **éboulis** sont très présents en cônes. On remarque le très beau cône qui arrive en rive gauche du lac.

altitude, plissées, parfois sens dessus dessous, il a bien fallu un moteur. Le moteur: la tectonique des plaques et le raccourcissement de la croûte terrestre, raccourcissement qui est alors compensé par son épaissement (surtout via des plis, ou par empilement d'écaillés les unes sur les autres). Cet épaissement entraîne la formation de relief, ne fut-ce que par poussée d'Archimède (il faut savoir que la croûte terrestre qui forme les continents n'est qu'une mince couche relativement peu dense - 40 à 50 km au maximum, densité d'environ 2,7 - posée sur un épais «manteau» plus dense - 650 km pour le manteau supérieur, densité d'environ 3,3). Et qui dit relief dit bien sûr érosion, avec re-dépôt d'une partie du maté-

riel, soit quasi sur place (moraines, cônes d'éboulis, remplissages torrentiels) soit au loin en mer. D'où une subtile balance entre surrection et érosion de la chaîne, aboutissant à plus ou moins de relief, et dépendant en partie du climat, qui lui-même peut être modifié par les reliefs (par exemple l'apparition de la mousson indienne, entraînée par l'apparition des reliefs himalayens). Ce qui vient d'être dit est très simpliste mais montre qu'un paysage géologique se construit petit à petit dans la durée, évolue en permanence, en reflétant la dynamique interne globale de la Terre (qui n'est finalement qu'une énorme machine thermique) et sa dynamique externe (le climat, les précipitations, l'érosion glaciaire ou torrentielle).

Pour le promeneur effrayé par la géologie, le premier obstacle est sans doute la lenteur des phénomènes (le cycle de vie d'une chaîne de montagnes se chiffre en dizaines de millions d'années). Ce qu'il voit lui semble figé, même si de temps en temps il réalise qu'un gros écroulement a changé la physionomie d'une paroi qui lui était familière (que l'on pense par exemple aux Drus, ou à la brèche Zsigmondy à la Meije), ou même s'il ne reconnaît plus le chemin qu'il avait pris quelques années avant pour monter à un refuge parce que le glacier a fondu. Donc même à échelle de temps humaine, il y a des changements. Sait-on qu'actuellement on peut mesurer directement au GPS (avec une précision de moins de ►

► 1 mm) la déformation dans les Alpes ou en Himalaya, qui est de l'ordre de quelques centimètres par an, et que quelques hectares d'Inde « disparaissent » chaque année sous la Chine ?

Un autre obstacle est la multitude de roches différentes qui peuvent exister, avec parfois un certain pédantisme dans leur nomenclature, ainsi que la variété des processus en jeu dans la construction du paysage, avec là encore puisqu'il faut bien les nommer, pléthore de termes un peu ésotériques. Mais rassurons-nous, on peut très bien décrire une roche, analyser un paysage avec un langage qui reste simple, et avec un nombre limité de concepts géologiques de base. Enfin, dernier obstacle, la structure du paysage semble souvent complexe, un peu inextricable même, et paradoxalement peut-être d'autant plus que l'œil commence à s'exercer à distinguer les différentes roches, les différentes morphologies. Mais aussi quelle satisfaction de reconnaître les cailloux qui nous



entourent, de savoir comment ils s'agencent entre eux, de savoir les faire parler. C'est dans cette optique que le Comité scientifique du CAF a lancé la confection d'une série de plaquettes qui aident à comprendre la géologie de nos montagnes. Cette série, dirigée et largement réalisée par Jean-Michel Bertrand complète des plaquettes ou ouvrages plus spécifiquement consacrés aux glaciers. Faites pour l'alpiniste ou le randonneur curieux, elles sont centrées sur quelques grands refuges ou itinéraires, et couvrent les principales

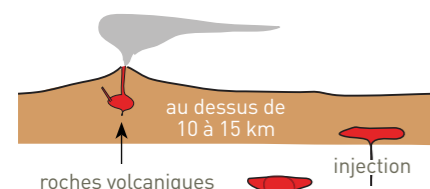
zones géologiques des Alpes françaises internes. Chaque plaquette, qui s'appuie beaucoup sur l'image, remplace le site dans son contexte géologique alpin, décrit les affleurements les plus intéressants à proximité du refuge, guide par des schémas le lecteur dans la lecture des paysages, certains simples, d'autres plus touffus. S'adressant à un lecteur curieux mais non spécialiste, chaque plaquette s'attache à toujours expliquer simplement les quelques termes techniques dont l'emploi est parfois quand même nécessaire. La

carte jointe donne la liste des plaquettes actuellement disponibles, distribuées dans les refuges concernés ou dans les clubs, et aussi disponibles sur le site du Club alpin (<http://www.clubalpin.com/publications.html>). D'autres sont en préparation ou prévues, et sortiront dans un délai que le récent décès de Jean-Michel Bertrand rend difficile à fixer. Quelques exemples tirés de ces plaquettes sont repris ici, en espérant qu'ils vous donneront envie de partir un jour avec l'une ou l'autre d'entre elles dans votre sac! 

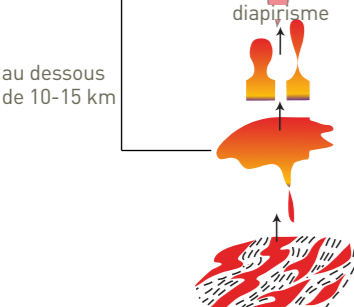
LA FORMATION DES GRANITES

Un exemple de processus géologique. Extrait de la plaquette Lauzière (refuge du Logis des Fées).

Roches volcaniques : elles se forment lorsque les magmas atteignent la surface, en s'insérant dans les fractures, sous forme de filons, ou en formant des volcans.



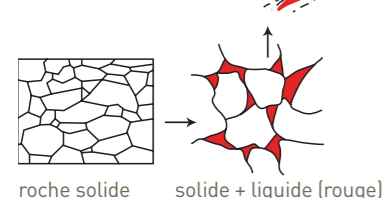
La partie supérieure de la croûte (environ 10 km) a un comportement fragile (la roche se déforme en se fracturant)



Roches plutoniques : roches formées par cristallisation de magma qui refroidit lentement en profondeur, soit dans des « bulles » (un mécanisme de mise en place aussi connu dans les dômes de sel, et appelé **diapirisme**), soit par **injection**

Zones où les magmas se rassemblent en grandes masses

Le matériel fondu, plus léger, migre vers le haut dès qu'il y a une connexion entre les poches - on parle alors de « **magma** » (formation de « **granites autochtones** », exemple le granite de Saint Colomban)



Lorsque les conditions physiques sont réunies, les roches commencent à fondre (fusion partielle), mais les poches de matériel fondu ne sont pas connectées entre elles.

Comment un granite se fabrique-t-il et pourquoi l'observe-t-on en surface ?

Le granite est le résultat de la cristallisation d'un « magma », résultant de la fusion de minéraux à haute température (> 650°C). Le magma monte dans la croûte terrestre car il est moins dense que les roches qui l'entourent, et s'installe comme il peut sans jamais atteindre la surface comme les laves volcaniques. Pour qu'il affleure à la surface, il faut qu'il soit dégagé ultérieurement par l'érosion et donc que toute la croûte se soit soulevée. C'est ce qui se passe en général vers la fin de l'histoire d'une chaîne de montagnes.



Du refuge des Fées, le Grand Pic de la Lauzière (2829 m). © D.R.

JEAN-MICHEL BERTRAND

Un membre du Comité scientifique

J.-M. Bertrand avait rejoint le Comité scientifique du Club alpin français en 1984, à l'occasion de la mission d'exploration sur le glacier du Baltoro, préalable aux expéditions « Biao-Hispar » organisées et soutenues par le Comité et le CNRS. Avec François Debon, également du CNRS, ils seront parmi les premiers à monter au pied du K2 dans un but purement géologique. Il s'était toujours intéressé aux chaînes de montagnes, qu'elles soient très anciennes et complètement arasées dans les vieux cratons, ou encore vivantes. Il avait magnifiquement mis ses compétences au service du Club en lançant une série de plaquettes donnant au grand public un aperçu de la géologie autour de quelques refuges des Alpes. Le départ de Jimmy laisse un vide dans la cordée, mais la trace est imprimée.

Jacques Malbos



Au sommet du pic Saint-Loup, lors d'une sortie du Comité scientifique. Au centre de l'image, tenant la carte géologique, Jean-Michel Bertrand devant un paysage qu'il connaît bien, lui qui a fait une partie de sa carrière à Montpellier.

Le géologue

Pour tous ses collègues géologues, J.-M. Bertrand c'était Jimmy. Formé à la Sorbonne, Jimmy fut très marqué par son professeur de géologie structurale, François Ellenberger, géologue de terrain, homme libre et indépendant d'esprit. Après sa thèse de 3^e cycle dans les Alpes (massif du Grand Paradis), il se lance, dès 1963, dans l'étude des socles précambriens du Sahara algérien et intègre en 1964 les rangs du CNRS. Au cours de longues missions dans le Hoggar central, en pays montagneux et conditions difficiles, il rassemble une foule de données nouvelles et produit une cartographie détaillée à l'image des cartes alpines. Conjointement, il s'investit dans des travaux de géochronologie, spécialité encore peu appliquée, à cette époque, aux terrains très anciens, de plus de 600 millions d'années. Après sa thèse d'Etat soutenue en 1974, s'il continue à travailler au Sahara avec son épouse, Anne-Marie Boullier, qui soutient sa thèse en 1982, il se tourne aussi vers de nouveaux horizons en continuant à déchiffrer les complexités des socles précambriens en Afrique australe, au Canada, au Cameroun, au Brésil, etc. Plus tard, il revient aux chaînes récentes, notamment dans les Alpes graies ou, beaucoup plus loin, au Karakorum (cf. *La Montagne & Alpinisme*, n°3/1985, pp 14 à 19). Publiés dans des revues internationales, ses travaux sur quatre continents ont fortement contribué à améliorer la connaissance de l'évolution tectonique de notre planète.

Renaud Caby, François Debon et Patrick Le Fort

Le montagnard et ami

Il y a juste cinquante ans, Jimmy me faisait découvrir les terrains d'escalade et la haute montagne. Dès que nous avons quelques jours de liberté, on s'échappait de la Sorbonne et de Paris. Des Alpes au Hoggar, lui et moi aurons eu la joie d'accomplir ensemble de multiples découvertes. Grande gentillesse, dévouement, calme imperturbable et bonheur à partager ses connaissances étaient de ses qualités. Elles l'auront conduit à diriger nombre de jeunes chercheurs et, l'âge de la retraite arrivé, à initier les aînés aux mystérieuses beautés de la chaîne alpine.

Renaud Caby