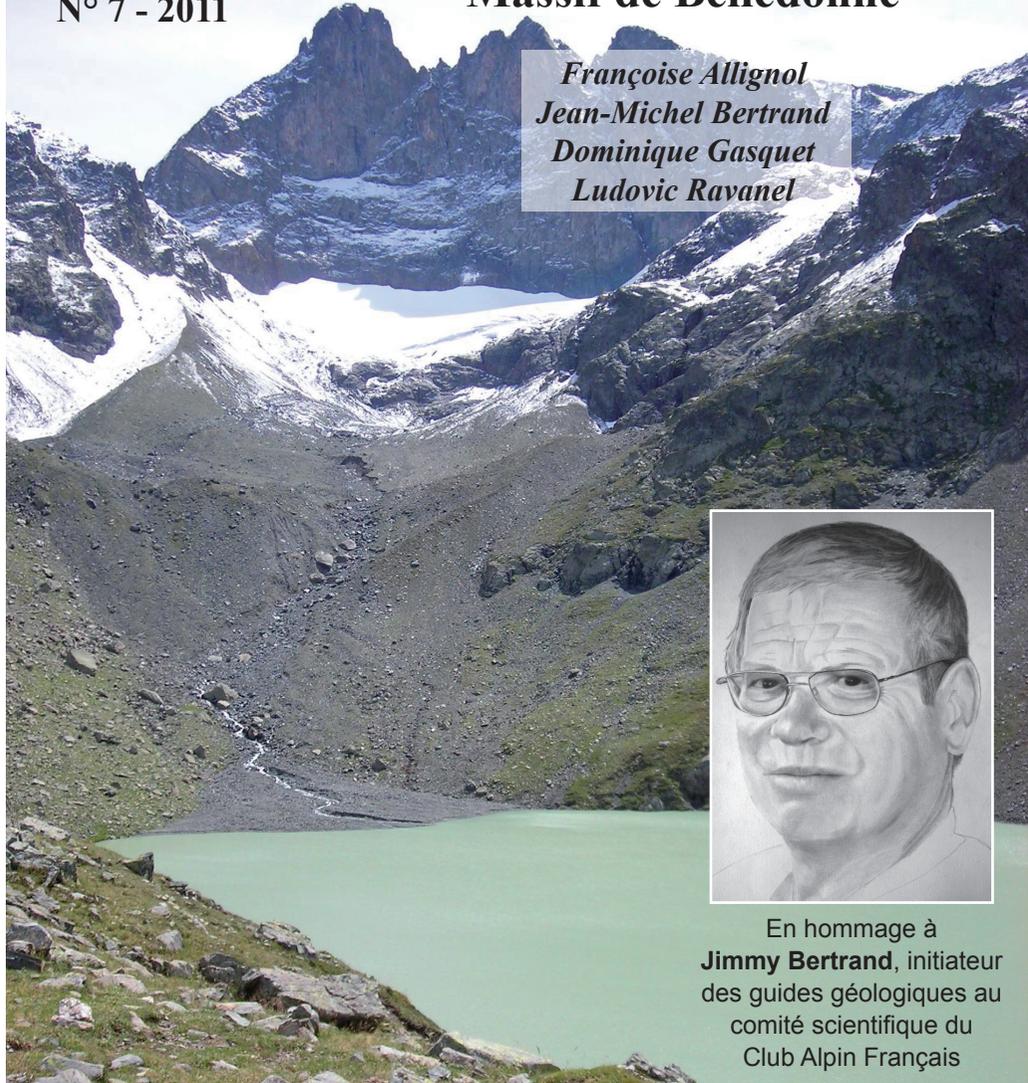


Un aperçu de la géologie et de la géomorphologie autour du refuge Jean-Collet

Massif de Belledonne

*Françoise Allignol
Jean-Michel Bertrand
Dominique Gasquet
Ludovic Ravanel*



En hommage à
Jimmy Bertrand, initiateur
des guides géologiques au
comité scientifique du
Club Alpin Français

Le lac Blanc et le Grand Pic de Belledonne

INTRODUCTION

Les Alpes sont un paradis pour le randonneur curieux car, outre la flore et la faune, il peut observer de près :

1. Le squelette de la Terre, c'est à dire les roches et leur diversité : grâce au passé glaciaire des Alpes elles sont très souvent mises à nu et bien nettoyées au dessus de 1500-2000 m d'altitude
2. La morphologie particulière héritée de la présence des grands glaciers aujourd'hui disparus.

Les roches sont la mémoire de la Terre. Elles ont enregistré la trace des événements qui se sont succédés tout au long de son histoire. Le massif de Belledonne appartient à la même famille que les prestigieux massifs du Mont-Blanc et du Pelvoux. A deux pas de Grenoble, ces montagnes offrent une géologie variée, accompagnée de belles formes glaciaires. Le massif de Belledonne est le paradis des amateurs de randonnée pédestre en été, et en ski l'hiver. Encore préservé, il offre une grande variété de paysages alpins condensés sur de petites surfaces. Une de ses caractéristiques est l'abondance des lacs d'altitude qui offrent de magnifiques objectifs de ballades.



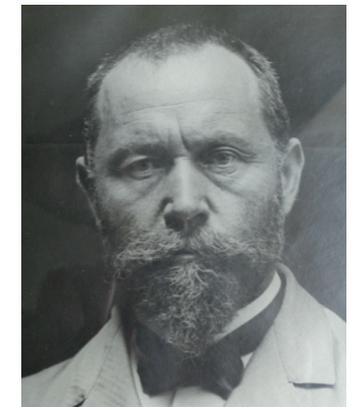
B. BELLEDONNE - Refuge Jean Collet (alt. 2000 m.)



B. BELLEDONNE - Intérieur du Refuge Jean-Collet

CL. L. Beau

2010 est l'année du centenaire du refuge Jean Collet. Mais l'histoire commence le 11 août 1907 :



« **Mr Jean Collet**, Président de la société des touristes du Dauphiné, envoie une lettre à la Mairie de Sainte-Agnès demandant l'autorisation de construire un chalet-refuge sur la montagne communale dans la Combe de la Pierre. Il offre à la commune la somme de 20 Frs pour l'acquisition du terrain nécessaire (une dizaine d'acres environ).

Le conseil municipal considère qu'il est d'un grand intérêt pour la commune que cette construction soit réalisée au plus tôt, elle attirera les touristes et provoquera la formation d'une compagnie locale de guides et porteurs pour les ascensions.

Considérant en outre qu'il est du devoir du conseil municipal de favoriser toutes les entreprises de ce genre, accepte la proposition faite par le président de la Société des Touristes du Dauphiné et demande à Mr le Préfet d'aliéner pour la somme de 20 Frs à ladite société le terrain nécessaire. »

Extrait des délibérations aux archives communales de Sainte-Agnès.

Les encadrés en bleu correspondent aux **définitions**. Elles sont toutes regroupées à partir de la page 17 :

17-20 : glaciers, versants et torrents

21-23 : roches et failles géologiques

Les «**petits guides géologiques pour randonneur curieux**» comportent une série centrée sur les refuges et leurs environs «**les Evettes**», «**refuge du lac Blanc des Aiguilles Rouges**», «**refuge du logis des fées en Lauzière**». Ce guide s'inscrit dans cette lignée avec deux différences toutefois importantes :

- il est simplifié sur le plan géologique ;

- il propose de s'attarder sur une lecture des formes glaciaires, très présentes et diversifiées.

Cette plaquette a pour vocation de vous faire découvrir le site autour du refuge Jean Collet avec deux regards croisés : celui du géologue et celui du géographe. En bref, nous souhaitons amener une dimension tempo-

relle à ces paysages magnifiques, vous raconter qu'une chaîne de montagne vit et meurt, que les cailloux ont parfois des existences palpitantes qu'ils nous racontent pour peu qu'on sache les écouter.

Comment lire cette plaquette

Comme dans les plaquettes précédentes, nous avons essayé de limiter au maximum le vocabulaire géologique et géomorphologique dans le texte principal. Certains noms sont inévitables, ils sont en **vert** dans le texte et sont explicités dans le lexique thématique en fin de plaquette (encadrés bleus).

Le lecteur trouvera successivement :

I - Un résumé de l'échelle des temps géologiques pour la période dont il est question ici.

II - Une brève histoire des Alpes en 5 étapes.

III - Une description géologique de la région et du massif de Belldonne.

IV - Une ballade dans la vallée de la Mine de Fer.

V - Une ballade au lac Blanc et dans ses environs.

On utilisera la carte topographique **IGN Top 25-3335 OT**, ainsi que les cartes géologiques de **Vizille** et de **Domène (BRGM 1/50 000)**.

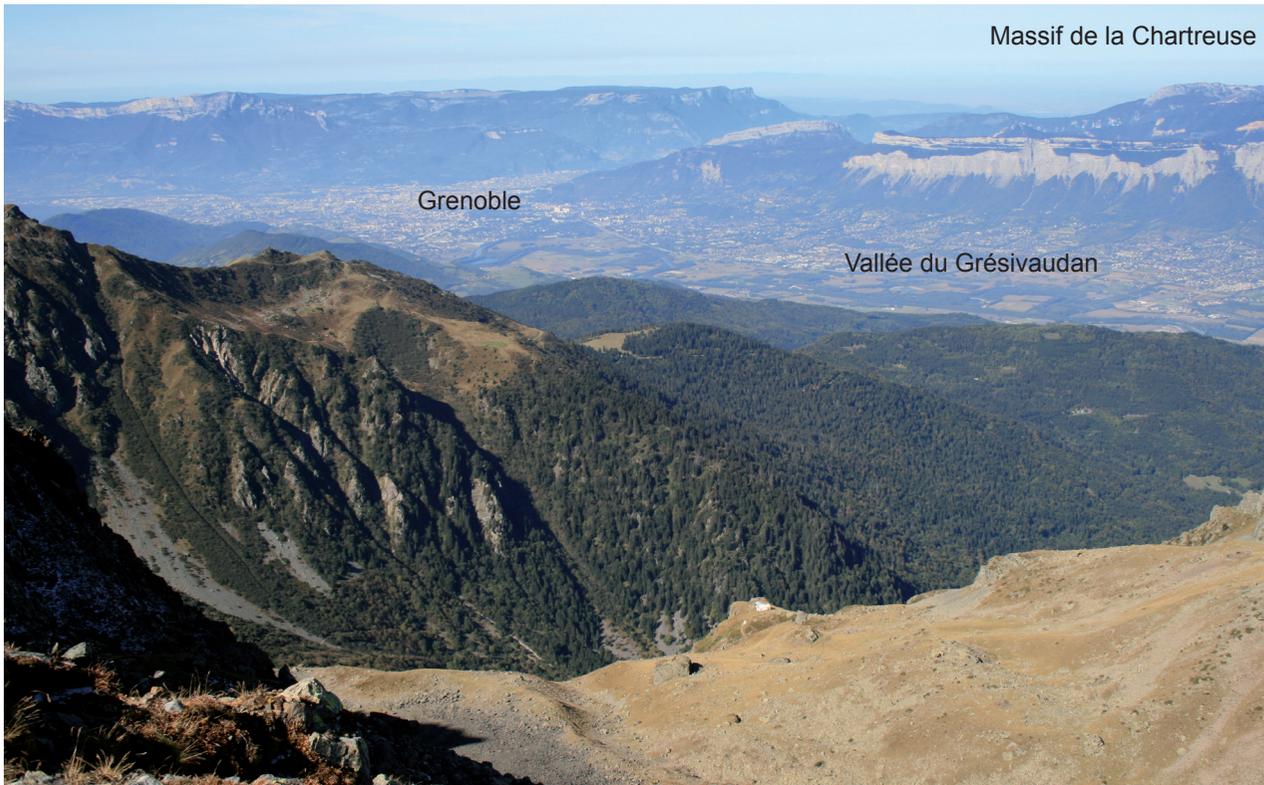


Photo 1:
Refuge Jean Collet vu des contreforts de la pointe des Excellences.



Photo 2:
Refuge Jean Collet dans
la lumière du soir

Pour monter au refuge Jean Collet, le plus facile est de se garer à Pré Marcel au bout de la route forestière qui part du col des Mouilles, entre Sainte Agnès et la Boutière. Le GR 549B chemine à travers une forêt de sapins et d'épicéas (très agréablement ombrée quand il fait chaud) pour atteindre les «vernes» à 1800 m d'altitude. Une traversée avec deux sections en vires rocheuses équipées de câbles, permet ensuite d'atteindre le refuge en courbes de niveau.

L'échelle des temps géologiques et la formation des Alpes

Les géologues parlent toujours de millions d'années qu'ils écrivent **Ma** et parfois même de milliards d'années (Ga).

La notion du temps en géologie

Puisqu'il est difficile pour l'esprit humain de jongler avec des temps aussi longs, on représente souvent l'histoire de la Terre depuis sa formation à nos jours sous la forme d'une année.

Si l'on compare les 4,5 milliards d'années de la Terre aux 365 jours d'une seule année :

- La terre naît le 1er janvier.
- Les plus vieilles roches sédimentaires apparaissent début mars.
- Les premières traces de vie datent de fin mars.
- Au début juillet, on assiste à la première glaciation.
- Les premiers poissons apparaissent le 21 novembre.
- Et les premières plantes sur les continents le 25 novembre.
- La Pangée commence à se disloquer le 11 décembre.
- Le 25 décembre on assiste à la disparition des dinosaures et la période des mammifères commence. L'océan alpin se forme alors.
- Mais les reliefs himalayens ne naissent que le 30 décembre à 9 heures.
- Lucy, le premier Hominidé connu à se tenir debout, apparaît le 31 décembre à 18 h, date à laquelle nous entrons progressivement dans la Période Glaciaire du Quaternaire :
- L'Homo Sapiens (notre ancêtre direct) date du 31 décembre à 23 h 56 min.

- La dernière avancée glaciaire a eu lieu, il y a deux minutes à peine.
 - L'ère chrétienne a commencé il y a 14 secondes.
 - Le Moyen Age s'est passé il y a 7 secondes.
 - La révolution française date de 1,4 seconde.
 - Le XXe siècle a commencé il y a 0,7 seconde.
- Une vie humaine : dernière vibration du dernier coup de minuit...

L'échelle des temps géologiques

Les géologues ne comptent pas les Ma, ils préfèrent utiliser des noms propres aux différentes périodes. Nous en faisons autant pendant l'année. Au lieu de numéroter les jours de 1 à 365, nous parlons par exemple de l'hiver, et plus précisément de février. Puisque l'échelle des temps géologique concerne une très longue durée, elle est un peu plus complexe que le calendrier de l'année. Le principe reste le même. Par exemple le Jurassique couvre la période de - 205 à - 130 Ma. L'échelle simplifiée des temps géologiques qui nous intéresse est en pages 4-5.

Introduction à la formation des Alpes

L'histoire des Alpes est longue de plus de 250 Millions d'années. Nos montagnes sont des jeunes par rapport à la naissance de la Terre, voici 4,5 milliards d'années. Il y a donc 250 Ma, la Terre avait bien roulé sa bosse et les continents et les océans s'étaient séparés puis rassemblés plusieurs fois.

Nous commencerons notre histoire il y a 250 Ma à la fin du Carbonifère et au début du Permien. A cette époque, tous les continents sont regroupés en un seul appelé « la Pangée », du grec ancien « toute la Terre ».



Photo 3:

Vue de la chaîne de Belledonne à partir du massif de la Chartreuse.

Sur la Pangée, il y a une vaste chaîne de montagnes, la chaîne Hercynienne, construite dans l'ère primaire au Devonien et au Carbonifère, entre - 408 et - 300 Ma. Grignotée par l'érosion, elle est en fin de vie. Les fiers sommets qui la constituaient se sont adoucis et transformés en petites collines.

Dans le massif de Belledonne, ce sont les roches qui formaient le cœur de cette chaîne de montagne qui vont être portées en altitude lors de la formation des Alpes. Ce sont des témoins (reliques) de la chaîne Hercynienne qui forment les plus hauts sommets de Belledonne en général et notamment dans le haut bassin du Vorz autour du refuge Jean Collet. En effet, ces noyaux anciens (astérisque jaune sur les coupes pages 5 et 6) ont été remontés en surface et portés à haute altitude pendant la formation des Alpes

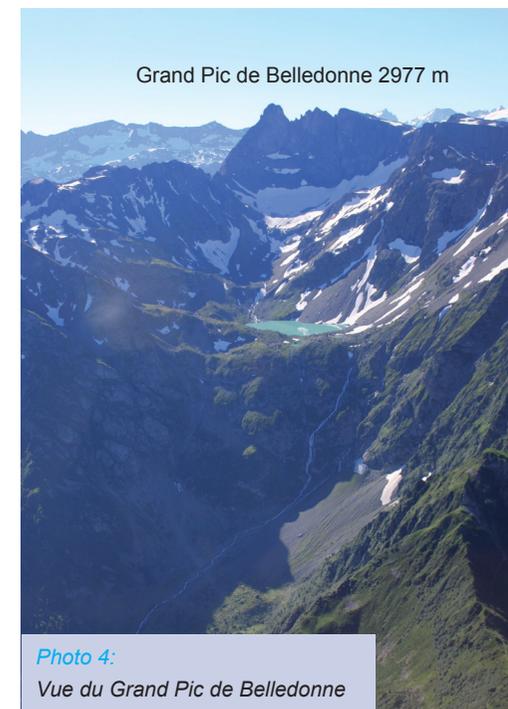
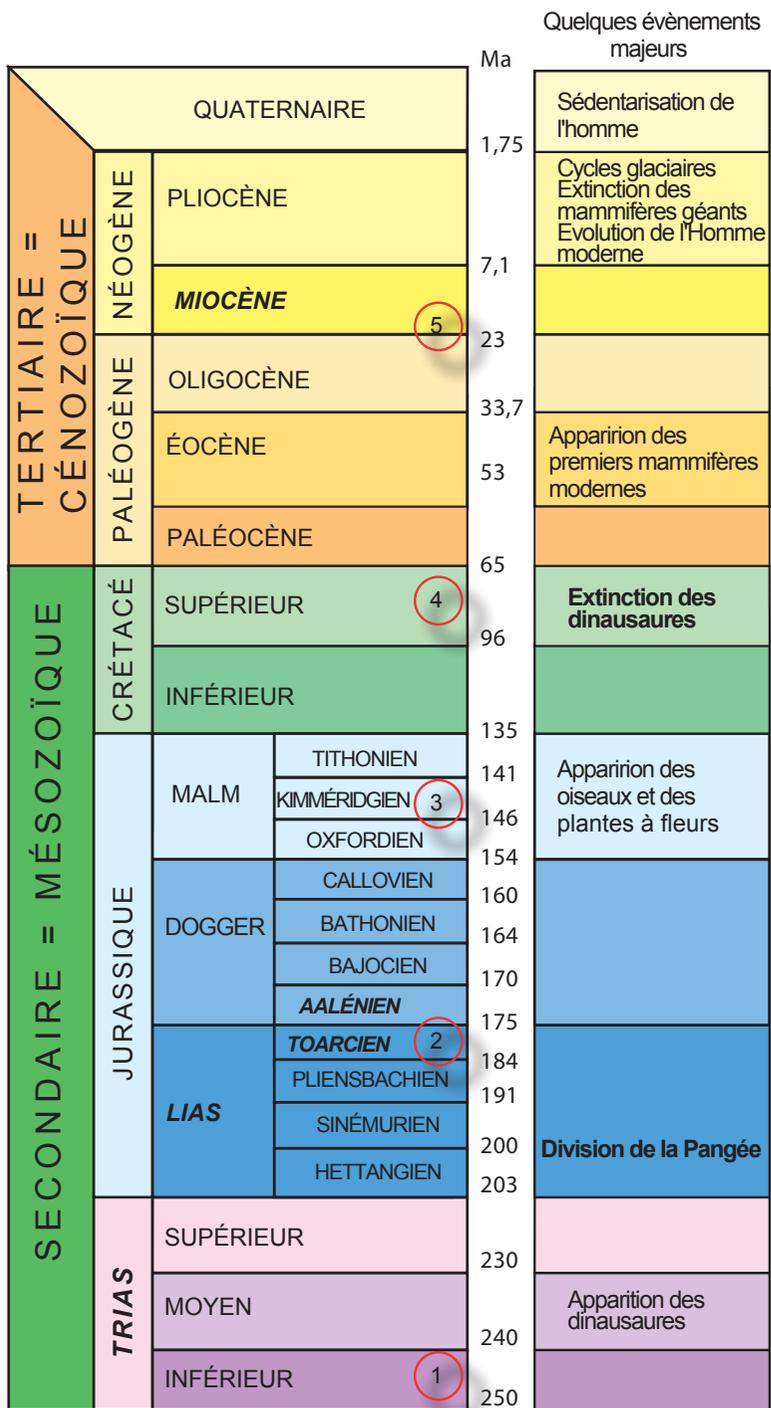


Photo 4:

Vue du Grand Pic de Belledonne



Sens de lecture du bas vers le haut soit du plus ancien vers le plus récent



Échelle des temps géologiques simplifiée à partir de - 540 millions d'années (Ma)



Photo 5:
Chaîne des Alpes, massif du Mont-Blanc.

L'échelle présentée est divisée en ères que sont le Paléozoïque, Mésozoïque et Cénozoïque et en périodes comme le Carbonifère et le Jurassique. Les périodes sont elles-mêmes divisées en époques (ex. Lias) puis en étages (ex. Tithonien). *Seules les divisions en étages qui sont mentionnées dans notre histoire des Alpes, puis dans celle de la région du refuge apparaissent dans cette échelle.*

Avant les Alpes, à la fin du primaire, un paysage collinéen (photo 6) hérité de la chaîne hercynienne. Il est bouleversé par la formation des Alpes, dont l'histoire peut se décrire schématiquement en 5 étapes :

(5) Ces chiffres sont les marqueurs temporels des cinq étapes dans l'échelle stratigraphique.

Pour les randonneurs curieux mais impatients, les balades sont à la page 11 !!!

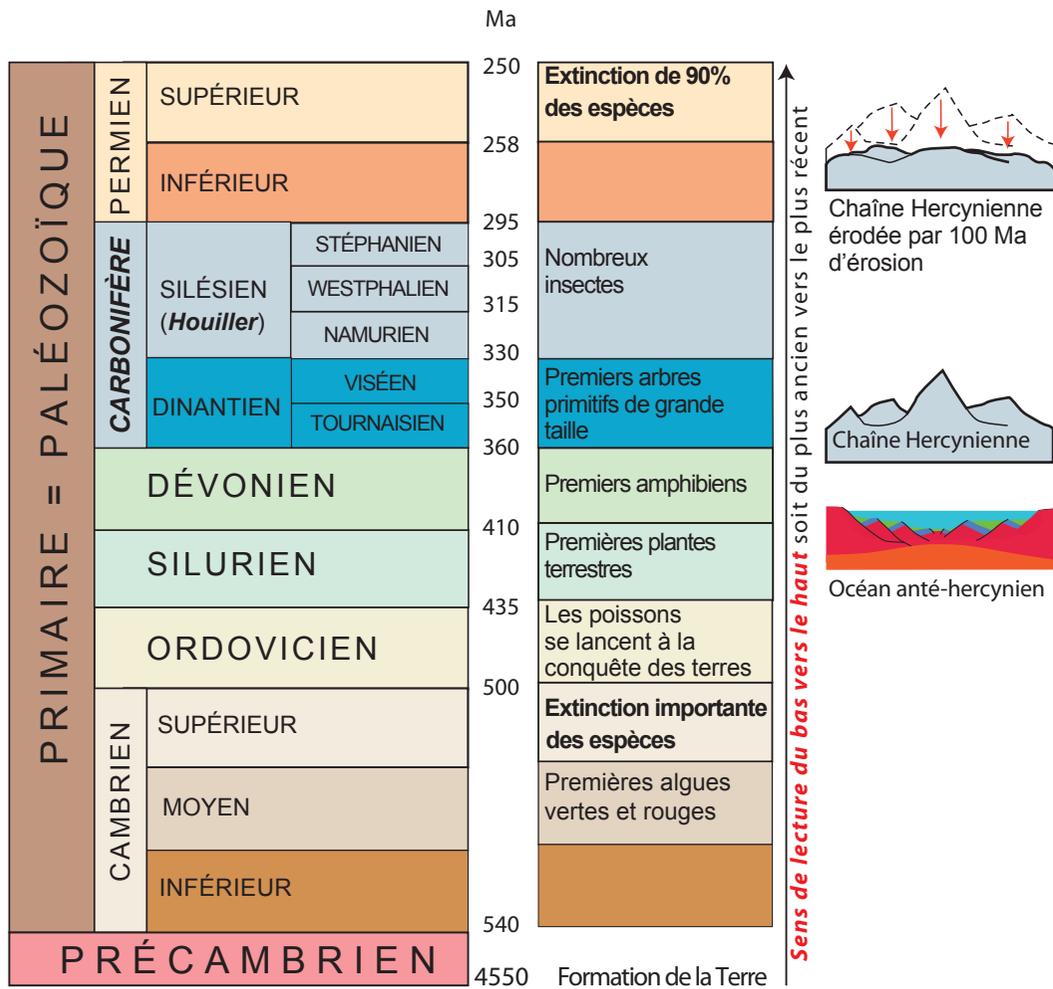


Figure 1 :
Échelle simplifiée des temps géologiques.

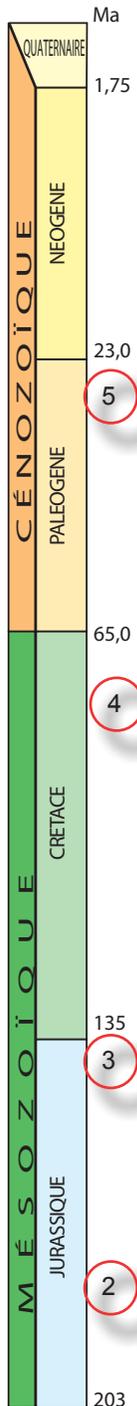


Photo 6:
Analogie : la chaîne Hercynienne érodée (Ardèche) est le paysage du point de départ de l'histoire des Alpes occidentales.



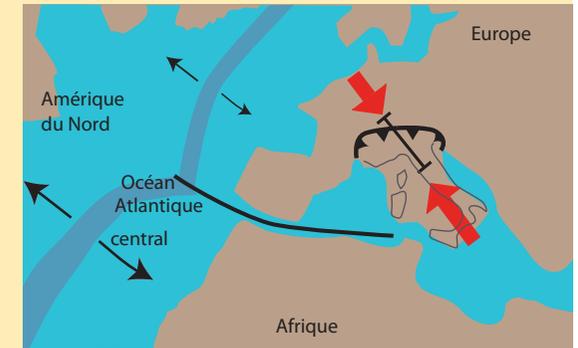
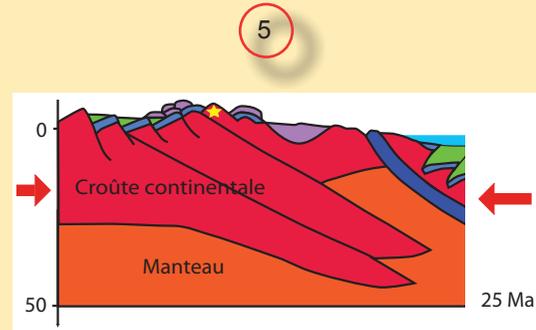
Photo 7:
Analogie : la chaîne Hercynienne vers 300 Ma présentait des reliefs comparables à ceux des Alpes du Nord.

Histoire des Alpes



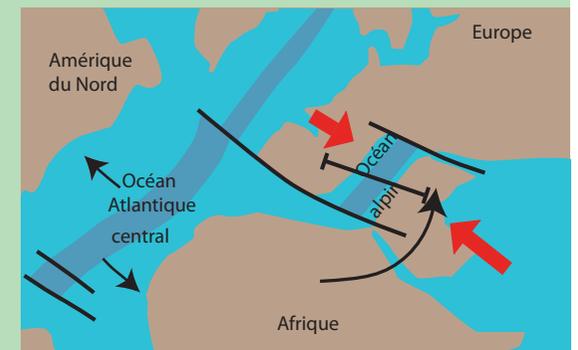
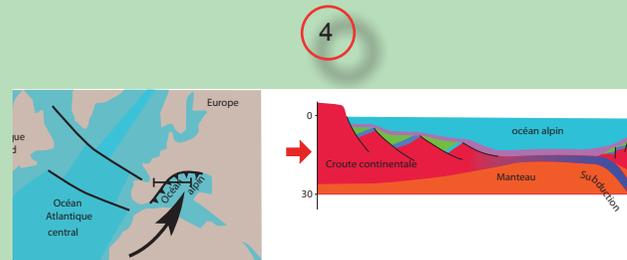
25 Ma

L'océan alpin a disparu. Il s'est fermé. Mais la compression continue et la collision affecte maintenant deux croûtes continentales : la future Europe et le petit radeau africain. Celui-ci s'enfonce profondément vers le nord un peu comme un bulldozer. Au contact entre les deux continents, s'érige la chaîne des Alpes.



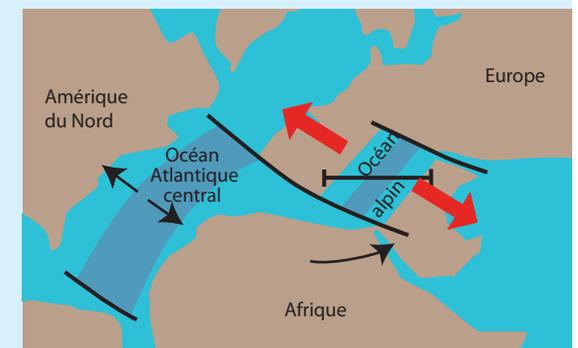
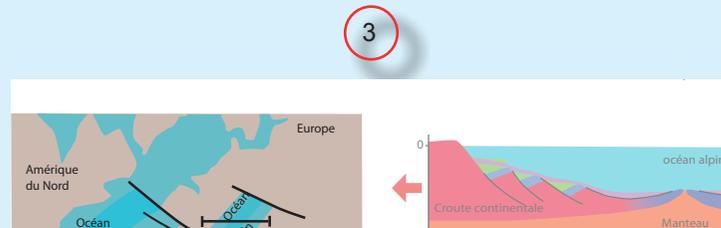
80 Ma

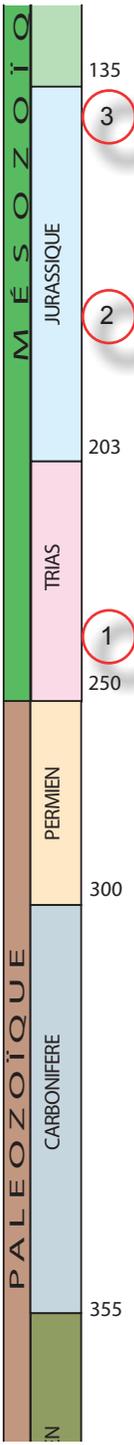
Renversement de situation ! L'ouverture de l'Atlantique induit la rotation de l'Afrique qui stoppe la distension et signe le début de la fermeture du bras d'océan alpin. La croûte océanique, lourde et dense, chavire sous la croûte continentale à l'Est. Cette fermeture se fait à une vitesse de l'ordre de 3cm/a, pendant 50 Ma au minimum, et entraîne la disparition d'au moins 1500 km d'océan alpin !! Dans sa fermeture, l'océan entraîne à sa suite un petit radeau africain qui est en train de se détacher de son continent d'origine.



140 Ma

Les forces de distension continuent à s'exercer sur la Pangée et au niveau des rifts la croûte océanique apparaît, alimentée par la proximité du manteau. On parle alors d'océan, dans son acception géologique. D'abord chaud et peu profond, une vie intense s'y installe et les coquilles de petits animaux marins se déposent au fond. Cet océan devient le berceau de calcaires épais.



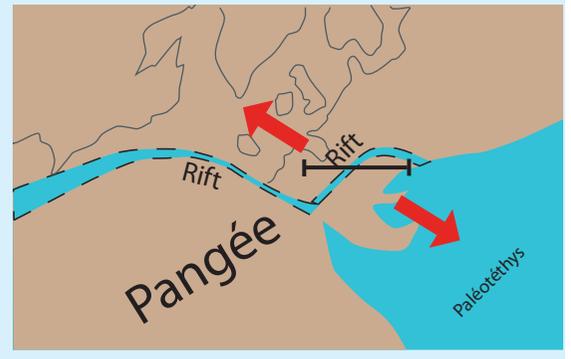
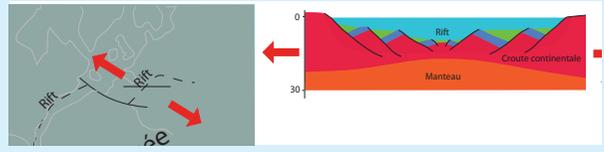


180 Ma

3

Ce calme paisible ne dure pas. Les mouvements convectifs du manteau en profondeur entraînent en surface une dislocation de la Pangée et l'ouverture d'océans. Alors ce vaste continent s'étire, s'amincit et va finir par se briser et former de larges dépressions (fossés d'effondrement, les rifts), qui vont s'emplier d'eau venue de la Paléotéthys.

2



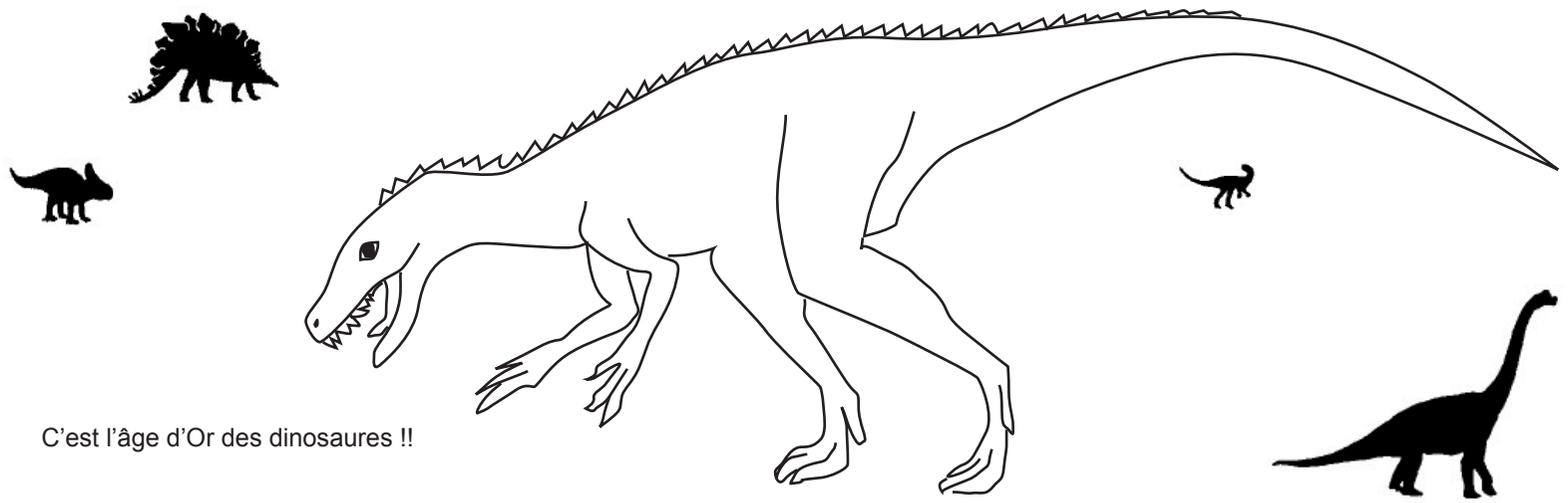
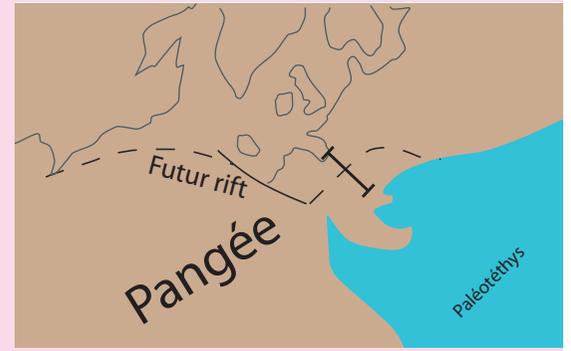
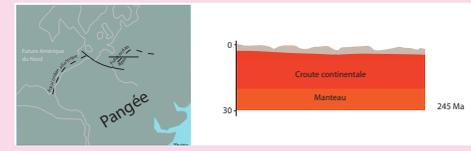
2

245 Ma

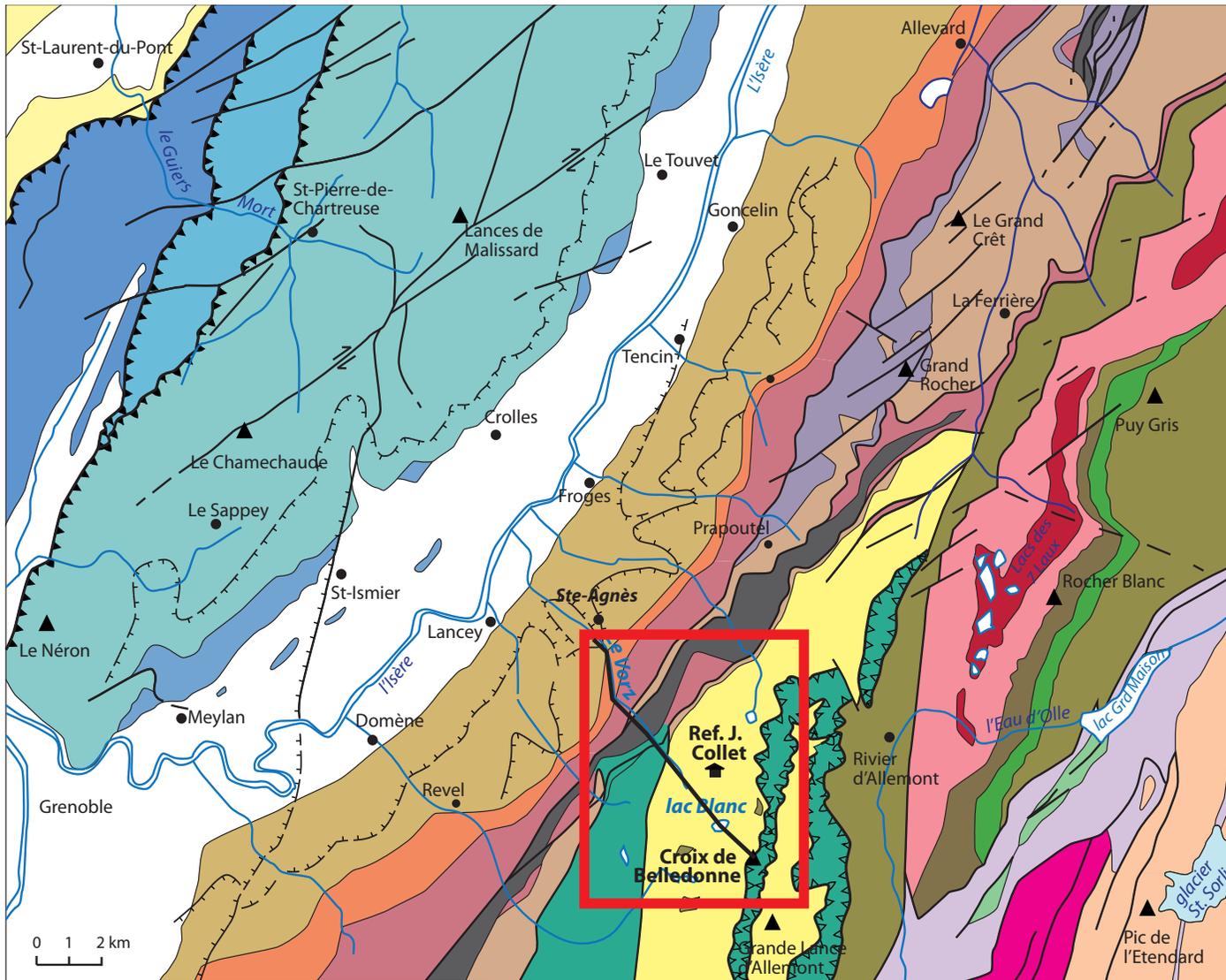
1

Il y a 245 Ma, il fait très chaud sur le continent unique appelé la Pangée (du grec ancien, littéralement « toute la terre »). L'érosion dégage une vaste chaîne de montagnes (la chaîne hercynienne) qui est en train de mourir et met au jour les roches qui en constituaient le coeur. Les dinosaures peuplent les plages qui bordent la Paléotéthys (Téthys, nom d'une déesse Marine de la mythologie grecque), océan géant de l'époque.

1



C'est l'âge d'Or des dinosaures !!



Légende commune à la carte géologique et à la coupe géologique simplifiées

Formations superficielles

- Cône d'épandage, éboulis
- Glacier
- Alluvions
- Tills locaux

Chartreuse

- Molasse miocène, produits d'érosion de la chaîne alpine
- Chartreuse occidentale, calcaires récifaux
- Chartreuse médiane, calcaires du Crétacé dominant
- Chartreuse orientale, calcaires du Crétacé inférieur
- Terres noires

Balcons de Belledonne (collines bordières)

- Marno-calcaires du Bajocien (168 Ma)
- Argiles de l'Aalénien (172 Ma)
- Marnes noires schisteuses/calcaires argileux/dolomies du Lias-Trias (183 à 251 Ma)

Massif de Belledonne

- Grès du Permien (254 à 300 Ma)
- Conglomérats, grès et charbon du Houiller (
- Micaschistes de la "Série satinée"] Rameau externe
- "Ophiolites de Chamrousse"
- 1 - Leptynites, 2 - gneiss
- 1 - Gneiss, 2 - amphibolites
- Granites des Sept Laux

Bassin de Bourg-d'Oisans

- Lias et écaille du col du Sabot

Massif des Grandes Rousses

- 1 - Roches métamorphiques,
- 2 - Granites

- Faille
- Chevauchements de la Chartreuse
- Décrochements
- Sens de mouvement
- Chevauchement des collines bordières
- Chevauchement des ophiolites de Chamrousse
- Foliation ou stratification
- Localisation du secteur du refuge J. Collet et des ballades proposées
- Coupe géologique

Figure 1 : Carte géologique simplifiée d'après le BRGM, carte géologique de Domène au 1/50000, 2000. Localisation du refuge J. Collet et de ses environs

Le massif de Belledonne, orienté NE-SW, est délimité par la Combe de Savoie au nord, la vallée de la Romanche au sud et la vallée du Grésivaudan à l'ouest ; cette dernière le sépare du massif de la Chartreuse. Le massif de Belledonne s'étire sur

près de 60 km et présente de nombreux sommets à plus de 2500m. Le point culminant est le Grand Pic à 2977m d'altitude (cf. Carte 1).

Le refuge Jean Collet appartient au haut bassin du Vorz sur le flanc ouest du massif de

Belledonne, au pied du Grand Pic. L'altitude élevée (presque 3000m) et la présence du dernier glacier blanc du massif, confère à la partie amont du bassin versant une ambiance de haute-montagne.

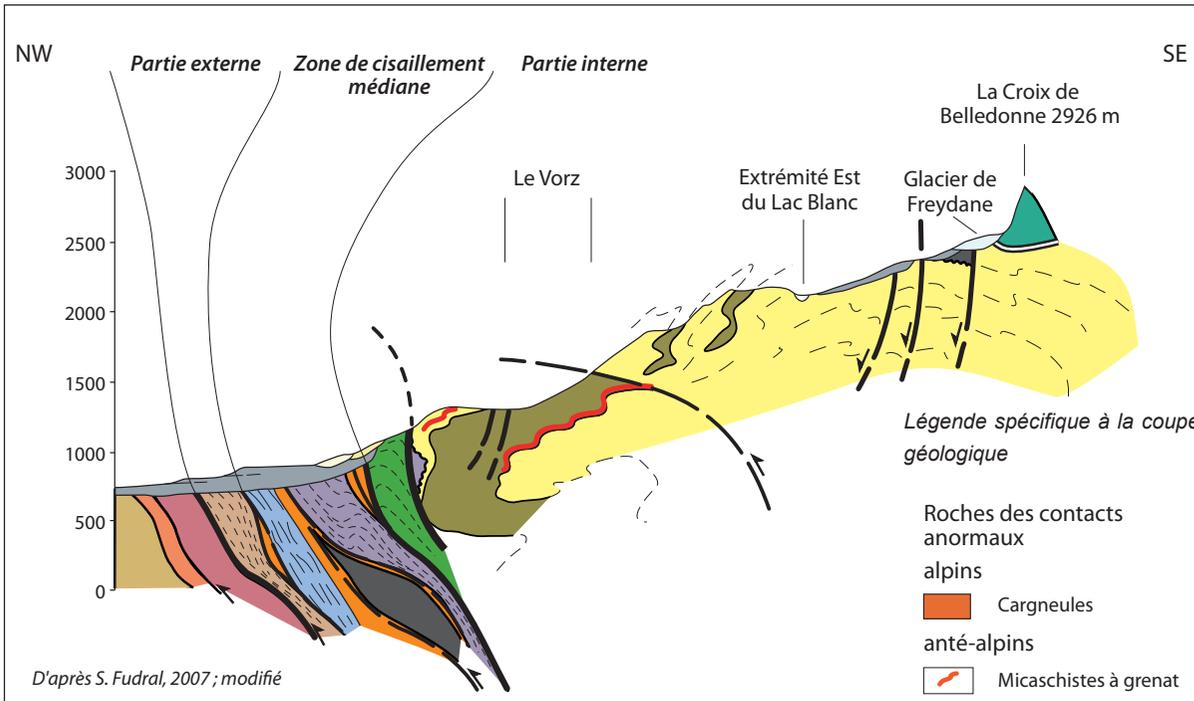
Géologie locale : massif de Belledonne

Introduction à la géologie locale par la géologie régionale

La carte géologique simplifiée de la région montre 4 unités géologiques majeures, qui sont séparées par de grandes zones fracturées (failles) orientées NE-SW (figure 1). Il s'agit de :

- 1 – Le massif de la Chartreuse caractérisé par deux hautes falaises calcaires. La falaise supérieure constitue la Dent de Crolles (photo 9).
- 2 – La vallée du Grésivaudan empruntée actuellement par l'Isère est une ancienne vallée glaciaire (photos 8-9);
- 3 – Des roches sédimentaires formées pendant le Lias (Jurassique inf.) correspondent aux contreforts du massif de Belledonne ou collines bordières (photo 8);
- 4 – Le massif de Belledonne lui-même divisé en 2 «rameaux» : interne et externe.

Le massif de la Chartreuse est bien visible vers l'ouest depuis le refuge Jean Collet. Il est constitué de calcaires qui se sont déposés dans d'anciens océans entre 160 et 90 millions d'années. Ces calcaires sont riches en grottes et en sites d'escalade.



D'après S. Fudral, 2007 ; modifié

Figure 2 : Coupe géologique simplifiée du haut bassin du Vorz, légende voir page 8

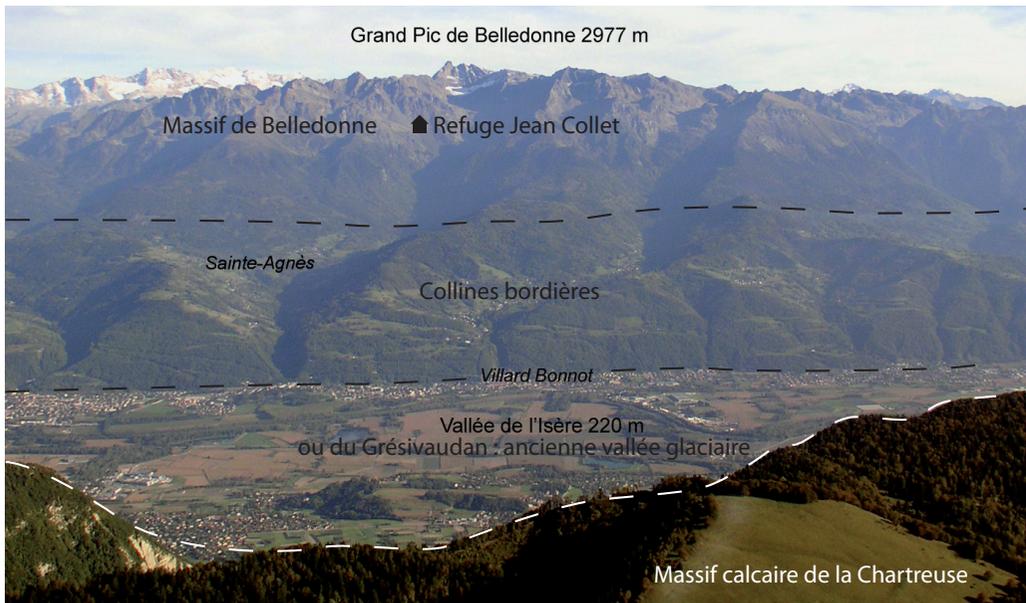


Photo 8:

Les unités géologiques sont bien visibles dans le paysage

Photo 9:

le massif de la Chartreuse, tout comme ses voisins du Nord (les Bauges) et du Sud (le Vercors) est constitué d'un empilement de roches à dominante calcaire. Les falaises marquent le paysage.





Géologie de Belledonne

Le massif de Belledonne est donc constitué de deux ensembles bien visibles dans le paysage :

- Les contreforts du massif, encore appelés collines liasiques ou bordières ;
- Le massif de Belledonne proprement dit (**photo 11**). Ce dernier est divisé en deux parties qui ne se voient pas dans le paysage

sans un coup d'oeil très averti. Cette division est liée à la nature des roches (ou lithologie).

A. Les collines liasiques d'un point de vue géologique, constituent la couverture **sédimentaire** du massif du Belledonne. Cette unité est essentiellement composée de terrains **sédimentaires** alpins (marnes, calcaires marneux et argileux) dont l'âge s'étale de 200 Ma (Lias) à 170Ma (Dogger). Ces ter-



Photo 10:

Lacs des 7 Laux et les célèbres granites du même nom, bien visibles dans le paysage, de part leur couleur crème et leur aspect massif. Ils appartiennent à la partie interne de Belledonne.

Photo 11:

Le massif de Belledonne et les collines bordières qui sont visibles au premier plan sous la brume

rains sont très affectés par la tectonique alpine. Ils sont plissés, étirés, décollés de leur substratum originel et déversés vers l'Ouest (couvertures alpines décollées, figure 3). Le déversement des couches s'est accompagné de la mise en place de nombreux chevauchements vers l'Ouest.

B. A l'Est de ces collines, se situe le massif de Belledonne constitué de roches **crystallines** comme les granites hercyniens du massif des 7 Laux (**photo 10**) mais composés ici de micaschistes, de gneiss, de granites, et d'amphibolites.

La partie externe est composée de **micaschistes** très déformés, plissés et étirés le long de grandes zones de cisaillement. Ils forment une série appelée localement « série satinée ». Ces micaschistes invisibles ici sont très présents dans la vallée d'Allevard.

La partie interne (**photo 10**) correspond aux zones de plus hautes altitudes, où la végétation est absente, et le relief beaucoup plus tourmenté et pentu. D'un point de vue géologique, cette unité est constituée de matériel cristallin anté-alpin **métamorphisé** au cours de la formation de la chaîne Hercynienne (400-280 Ma), qui constituent 3 ensembles

lithologiques distincts :

- une unité ophiolitique (à rapprocher de l'ophiolite de Chamrousse), qui témoigne de la présence d'un ancien océan d'âge paléozoïque (antérieur à la formation des Alpes). Dans la zone de Jean Collet, ces ophiolites sont métamorphisées (grd Pic de Belledonne) ;
- une unité de gneiss et de leptynites correspondant à la marge d'un ancien continent,
- des **amphibolites** associées aux **leptynites** sont d'anciennes roches magmatiques de composition basaltique mis en place dans le continent en distension (dévonno-dinantien 360 Ma environ) qui ont été ensuite métamorphisées.

C. Entre ces deux rameaux se trouve une zone très complexe dans le détail, qui comprend à la fois des matériaux anté-alpins (d'âge carbonifère et permien, 300-250 Ma, visibles à la montagne du Barlet et au pré du Molard) et des matériaux alpins (liasiques, 200Ma, visibles de part et d'autre du Vorz aux Brandières et au bois Renove) séparés par des cagneules (**roches carbonatées** vacuolaires). Les terrains de cette zone intermédiaire sont découpés par une zone de failles multiples (notée « zone de cisaillement médiane » sur la **figure 2**).

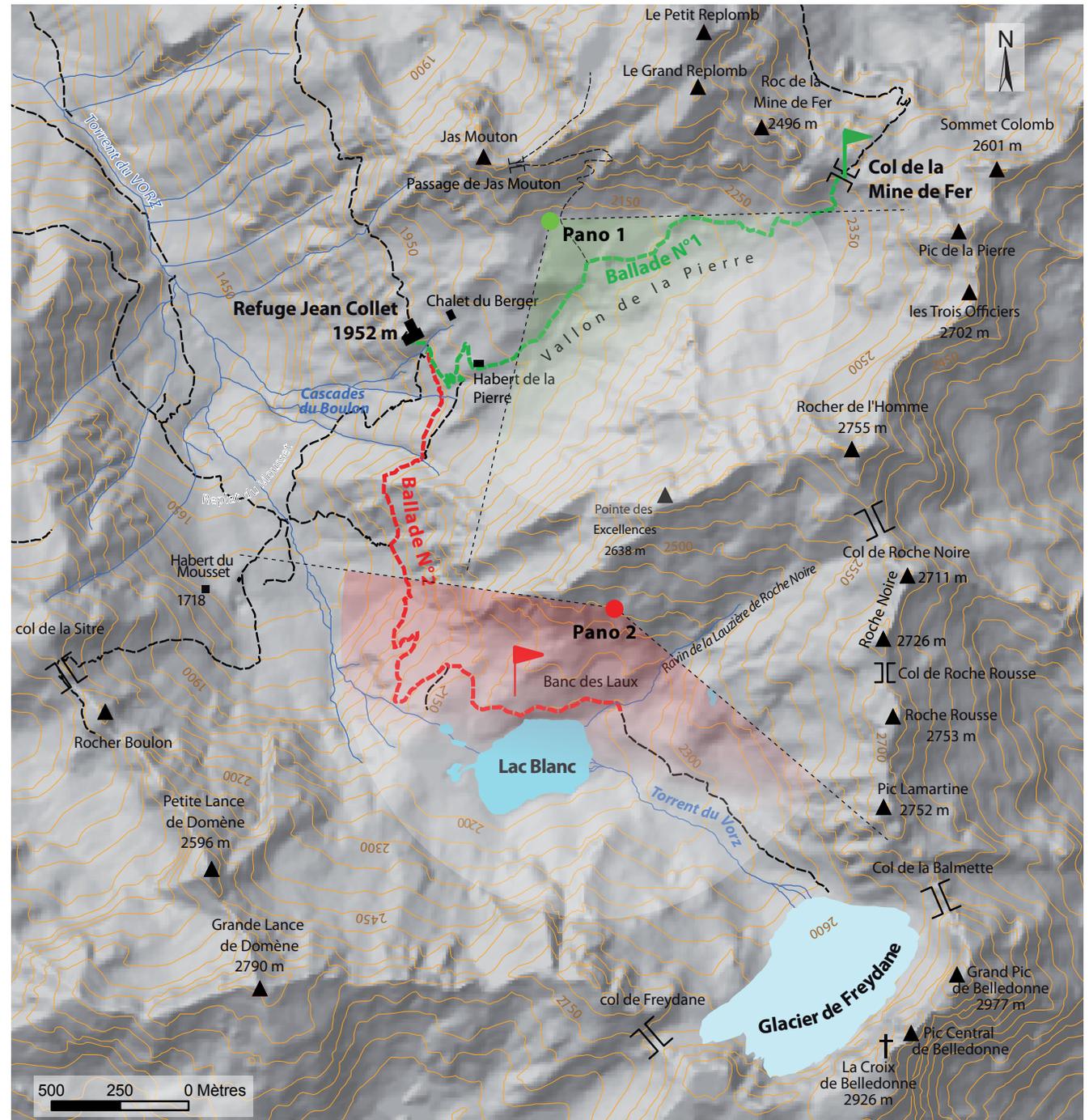
Les balades

Nous vous proposons deux balades. La première vous emmène au col de la Mine de Fer, la deuxième au Lac Blanc. Sur la **figure 3**, vous trouverez la toponymie utilisée dans le texte, les tracés des balades et les lieux de prise de vue des panoramas.

Chacune est illustrée par :

- Une carte où vous y trouverez des symboles représentant les divers objets géographiques et géologiques décrits dans le descriptif de la balade, ainsi que des aplats de couleurs pour la nature des roches ;
 - Un panorama sur lequel apparaît en transparence ces mêmes objets géographiques et géologiques.
- Bonnes promenades !!

Figure 3 :
Carte générale
du tracé des
deux balades
proposées.
Localisation
des lieux de
prise de vue
des panoramas



1 - Balade au col de la mine de Fer en remontant le vallon de la Pierre

Les moraines

Au départ du refuge, prendre en direction du lac Blanc puis le premier chemin à gauche, à une centaine de mètres de Jean Collet. Des lacets assez serrés amènent au chalet du berger adossé à un rognon rocheux en **gneiss**, puis au habert de la Pierre. Ils permettent de franchir un ressaut assez raide, qui correspond à la très vieille **moraine** d'un **glacier** disparu depuis plus de 10 000 ans. A partir du habert de la Pierre, le chemin suit une autre **moraine** de même âge.

Le chemin se dirige ensuite droit dans l'axe de la vallée en légère ascendance. Sur la droite, on peut observer trois moraines un peu plus récentes et donc mieux conservées (**Photo 12**).

Les trois moraines en arc de cercle sont jolies et bien visibles. Elles témoignent d'une période où le glacier du vallon de la Pierre, s'arrêtait ici. Pour avoir formé ces trois moraines successives, il a dû avancer puis reculer trois fois d'affilée, dans un laps de temps assez court. A chaque fois, il avançait un peu moins que la dernière, sinon il aurait raboté la moraine antérieure.

Les écoulements

Un chaos de blocs dont certains atteignent une dizaine de m³, témoigne d'écroulements rocheux importants. Ils ont masqué partiellement le tracé des moraines anciennes (**Photo 13**). En prenant un peu de hauteur sur

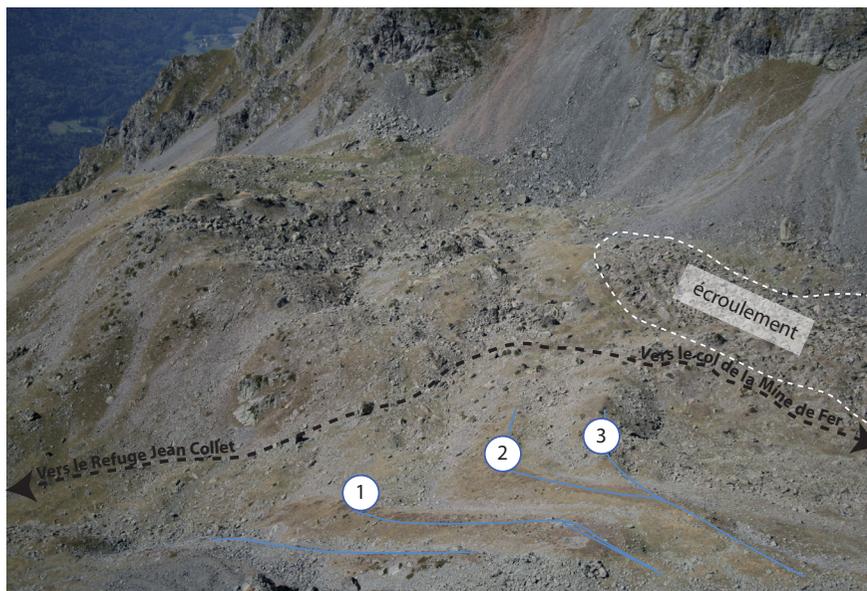


Photo 12:

Le sentier du Col de la Mine de Fer chemine dans le vallon entre les trois jolies **moraines** numérotées dans l'ordre de formation (1 est la plus vieille et 3 la plus récente) et l'**écroulement rocheux** massif.

le versant des Excellences (rive gauche du vallon de la Pierre), le dépôt d'écroulement est plus visible. En effet, on se rend compte que les blocs ne sont pas disposés n'importe où mais sont rassemblés et qu'il est possible d'en dessiner le pourtour. Lorsque l'écroulement est ancien, comme c'est le cas ici, on ne peut plus voir la cicatrice d'arrachement car les roches se sont patinées. La nature des roches écroulées peut donner un indice de la provenance. Par exemple, les blocs qui se trouvent sur le replat du Mousset sont des conglomérats qui viennent de Roche Noire (**Carte p 15**).

Les éboulis

Les **éboulis** sont omniprésents dans ce vallon. Selon leur activité, ils sont plus ou moins végétalisés. Les roches ont tendance à

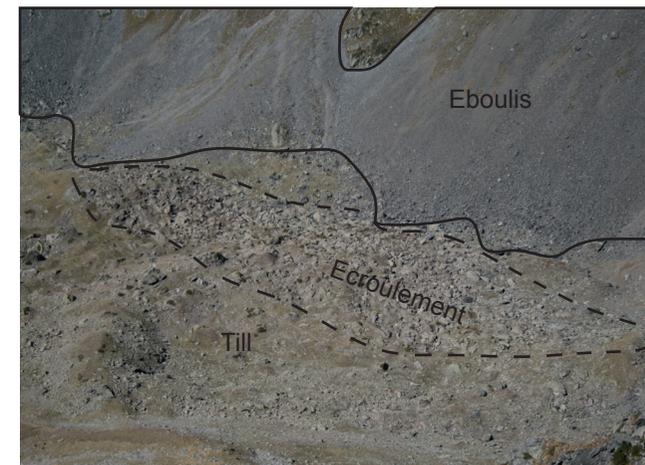


Photo 13:

Le chaos de bloc apparaît mieux ordonné en prenant un peu de recul. Toutes les autres formations présentes dans la vallée (hormis les moraines aux formes caractéristiques) sont amenées par le glacier et portent le nom générique de **Till**.

l'éboulisation lorsqu'elles sont très fracturées (**Panorama p 14**).

Les Roches

Quatre types différents de roches sont présentes dans le vallon de la Mine de Fer :

Les **gneiss** pourront être observés au départ et au retour directement au refuge ou au chalet du berger.

Les **micaschistes** que l'on verra bien surtout sur un bloc qui émerge des éboulis au début du raidillon final avant le col. Ils sont très reconnaissables par leur teinte claire et brillante. Un bloc décimétrique est parsemé de grenats d'un cm de diamètre environ.

Il faudra attendre d'être presque au col pour trouver des affleurements d'**amphibolites**.

Les **alternances de leptynites et d'amphibolites** n'affleurent pas près du chemin.

Les Mines

Les mines sont anciennes sur le bassin versant du Vorz. Elles apparaissent en 1805 dans les archives des communes et concernent le «charbon de pierre» et le minerais de fer. Malheureusement, il n'existe aucune trace dans les archives, de la mine du col de la Mine de Fer (**photos 17 - 18**).



Photo 14:
Glacier rocheux vu du col de la Mine de Fer

Dans le Vallon de la Mine de Fer, les glaciers ont probablement disparu à la fin du **Tardi-glaciaire** ou au début de l'**Holocène**. Le petit glacier rocheux (photo 14) pourrait s'être mis en place durant le **PAG**.



Photo 15:
Sur la gauche en montant, de superbes **cônes d'éboulis** sillonnés par des chenaux torrentiels



Photo 16:
Sidérite (minerai de fer) au col de la Mine de Fer

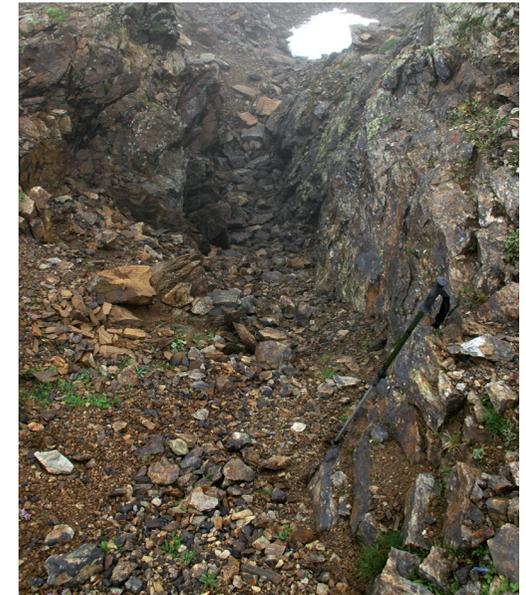
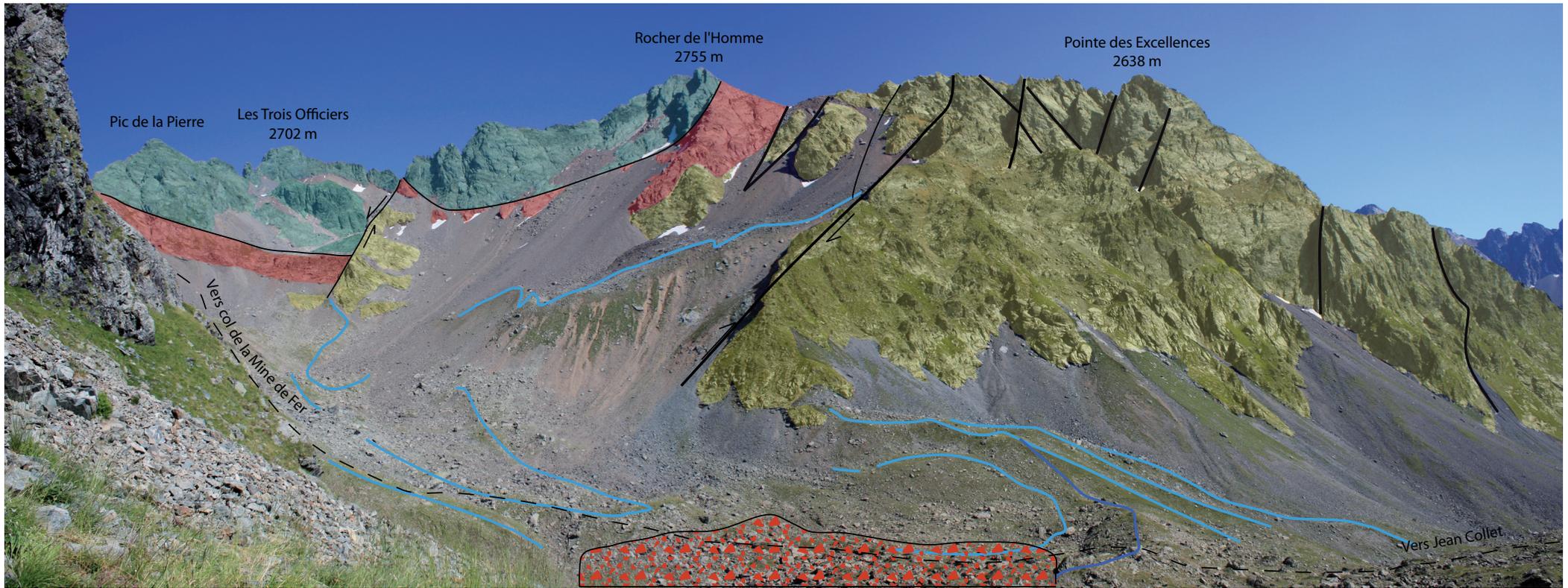


Photo 17:
50 m après le col sur la gauche, on peut observer une tranchée correspondant à une **faille** ouverte qui était remplie de minerai et a été exploitée.

Photo 18:
Vue du col de la Mine de Fer. A gauche le lac de Crop, à droite le Vallon de la Pierre.





Panorama 1 : rive gauche du vallon de la Mine de Fer

Légende

-  Alternance leptynites-amphibolites
-  Amphibolites
-  Micaschistes
-  Ecoulement rocheux
-  Glacier rocheux
-  Moraines
-  Faille géologique et sens de déplacement des blocs

Les photos de ce panorama ont été prises du petit chemin qui part en direction du passage de Jas Mouton.

1 - Les **Roches** : la crête allant du rocher de l'Homme au col de la Mine de Fer est constituée d'**amphibolites**, qui appartiennent à une série ophiolitique. Ces amphibolites reposent sur une série de gneiss micacés ou directement sur le complexe leptyno-amphibolique par des **failles** (contacts tectoniques). Ces amphibolites, à grain plus grossier, ont une teinte plus sombre que celles du complexe leptyno-amphibolique. Elles se sont formées à partir de **basaltes** (roches

magmatiques de la croûte océanique, formées au-dessus des **gabbros**), et font partie du même ensemble que les ophiolites de Chamrousse.

2 - La géomorphologie du vallon de la Pierre est caractérisée par l'imbrication des **moraines** plus ou moins anciennes et dégradées et des **écroulements rocheux** qui les ont partiellement recouvertes, rendant leur lecture délicate. Les **éboulis** sont très présents en cônes ou même en tabliers qui nappent le pied des versants jusqu'aux moraines et au **till**. On remarque qu'ils sont diversement en cours de conquête par la végéta-

tion. Les plus stables se couvrent de pelouse d'altitude. Les cônes les plus importants sont sillonnés par un chenal torrentiel.

3 - Le reliquat de **glacier rocheux** en aval du Rocher de l'Homme est particulièrement intéressant, car il représente l'ultime témoin du passé glaciaire du vallon. Il est alimenté en débris rocheux par l'alternance gel-dégel qui fragilise les roches fracturées qui le dominent. Toutefois, bien qu'il soit orienté au Nord et qu'il bénéficie de la persistance tard en saison de névés résiduels, il vit probablement ses dernières années.

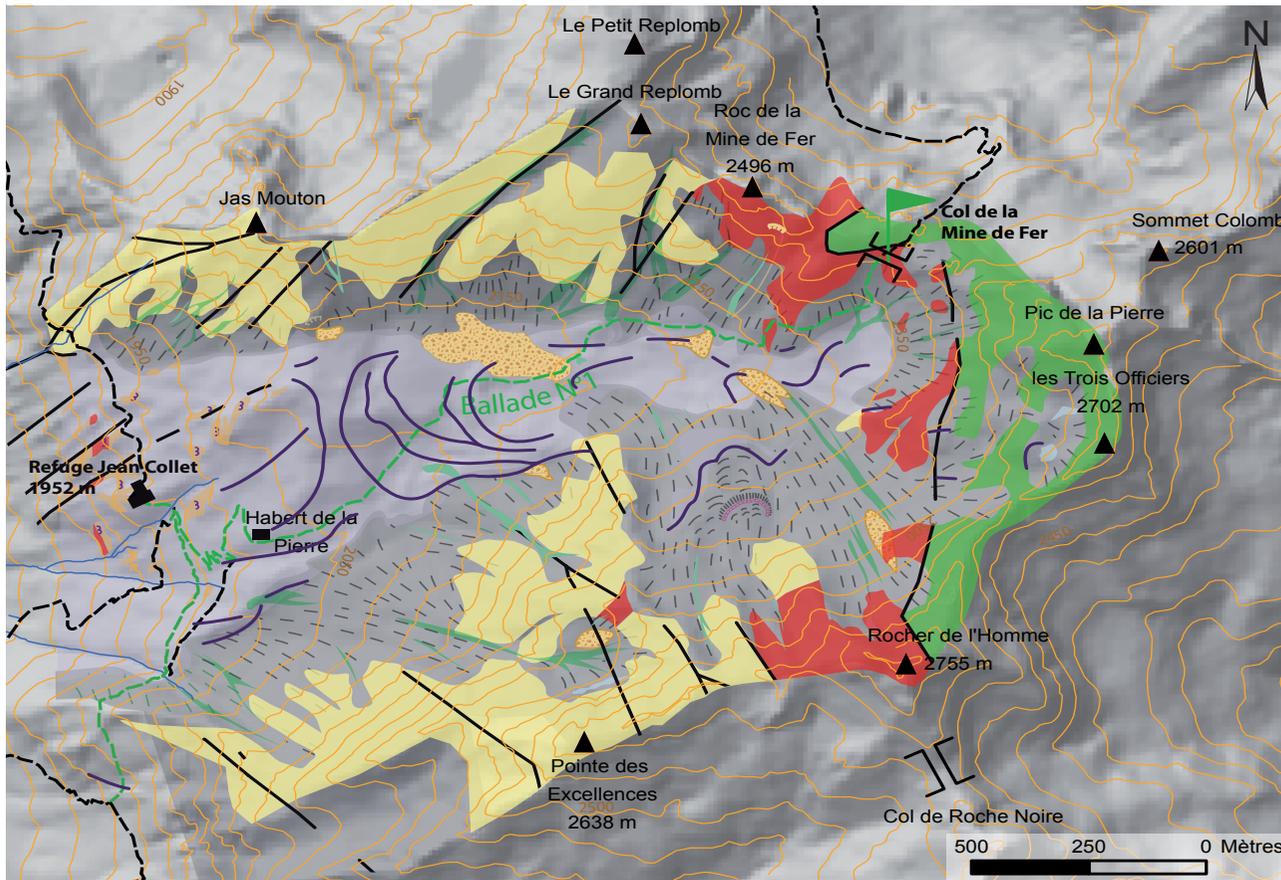


Figure 4 :
géomorphologie et géologie du vallon de la Mine de Fer

Carte géomorphologique du vallon de la Mine de Fer

L'eau

Aucun cours d'eau ne draine le vallon de la Mine de Fer en amont de la source qui alimente le refuge. Aucune formation torrentielle n'y est présente sauf sur les versants, dans les cônes d'éboulis. Ceci suggère que l'eau circule en souterrain dans tout le vallon. Elle ressort 100 m en amont du refuge (source), puis un peu en aval aux cascades du Boulon.

Les moraines

Le complexe morainique du vallon de la Pierre, pourtant très développé, est difficile à délimiter. Les moraines sont assez émoussées par l'érosion et sont parfois recouvertes par des dépôts d'éroulements. De la même manière, les moraines ont remaniées des dépôts d'éroulement. Au final, 7 à 8 moraines d'âge différent ont été cartographiées entre le refuge et le Rocher de l'Homme.

Les Roches

La grande majorité des roches présentes sont des alternances **leptynites-amphibolites**. En dessous, on trouve des **gneiss** (sur lesquels est construit le refuge). La crête allant du Rocher de l'Homme au col de la Mine de Fer est constitué d'**amphibolites** qui reposent sur des **micaschistes à grenat** par des failles.

Les minéralisations

Au col de la Mine de Fer, on trouve de très nombreuses minéralisations de sidérite (FeCO_3 , [photo 16](#)) associées à des fractures. La sidérite cristallise dans les fractures de la croûte continentale à partir de fluides chauds (250 - 350 °C).

Légende des cartes géomorphologiques

Relief

- Courbes de niveau, 50 m
- Col principal
- Sommet principal

Hydrologie

- Cours d'eau
- Formation torrentielle
- Névé permanent
- Glacier
- Cône de déjection torrentielle

Morphologie glaciaire

- Roches moutonnées
- Moraines
- Till
- Glacier rocheux

Dynamique des versants

- Eboulis
- Eroulement rocheux

Géologie

- Alternance leptynite-amphibolite
- Amphibolite
- Micaschiste
- Gneiss
- Grès et conglomérats du Permo-houiller
- Faille

2 - Balade au lac Blanc

Au départ du refuge, prendre en direction du lac Blanc. Le chemin reste en courbe de niveau sur 500 m environ de traversée des **tills** végétalisés issus des glaciers du vallon de la Pierre. Ensuite il amorce une descente de 150 m de dénivelée dans des **éboulis** pour passer au pied d'un ressaut rocheux en **alternances de leptynite-amphibolites**, très **fracturées** (photo 55, page 26). Du pied de ce ressaut, on a une jolie vue sur le replat du Mousset. On peut y observer l'activité torrentielle du Vorz (photo 22) et un écoulement rocheux catastrophique (photo 21).

L'écroulement du replat du Mousset

Le replat du Mousset est partiellement recouvert de blocs de rochers constitués de **conglomérat** (photo 52, page 26). Or la carte nous apprend qu'ils n'affleurent que sur les lignes de crête (roches Noire et Rousse, Grande Lance de Domène et Rochers Rouges). Ces blocs proviennent donc d'un écoulement rocheux catastrophique. En effet, le dépôt couvre 9,5 ha, avec une épaisseur moyenne certainement supérieure à une dizaine de mètres, ce qui suggère un volume de plus d'1 million de m³ de matériel mobilisé.

Le secteur d'origine de l'écroulement a été trouvé dans le secteur de Roche Rousse - Roche Noire. Le million de m³ a parcouru 2750 m de distance et 1100 m de dénivelée. Il n'a pas sauté par dessus le lac Blanc, mais a glissé sur la surface du glacier qui occupait la vallée. Cet écoulement est probablement survenu à la fin du Tardiglaciaire ou au début de l'Holocène.



Photo 19:

Vue générale du **verrou glaciaire** du lac Blanc, la forme ronde et douce du moutonnement des roches par le glacier y est très nette.



Photo 20:

Les trois cascades du lac Blanc résurgent directement des **tills**.

Le verrou glaciaire du lac Blanc

Le chemin remonte ensuite en direction du verrou glaciaire du lac Blanc qu'il va franchir en utilisant un système de vires qui permet de cheminer entre les dalles moutonnées de leptyno-amphibolites.

Le lac Blanc n'a aucun exutoire aérien. L'eau s'infiltré dans les **tills** qui recouvrent la roche



Photo 21:

Dépôt d'écroulement du Mousset, en médaillon la topographie très chaotique du dépôt et la taille imposante des blocs.

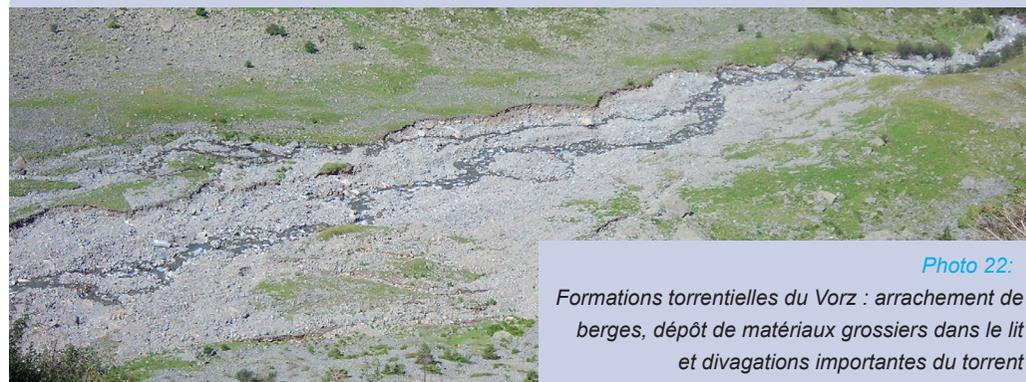


Photo 22:

Formations torrentielles du Vorz : arrachement de berges, dépôt de matériaux grossiers dans le lit et divagations importantes du torrent

en place (gneiss et leptyno-amphibolite) et elle ressort à son contact (photos 19-20).

Au lac Blanc

Une fois le verrou franchi, on arrive au lac. Sa couleur laiteuse est unique dans le massif de Belledonne. Elle est due à l'abondance des

limons et argiles prélevés par le Vorz dans les tills en aval du glacier de Freydane et déposés dans le lac. Ces tills sont très récents donc peu végétalisés, meubles et facilement mobilisables par le torrent. La couleur crème du lac, est liée à la présence du dernier glacier de Belledonne. Sur les vieilles cartes postales du début du 20^e siècle, on peut voir

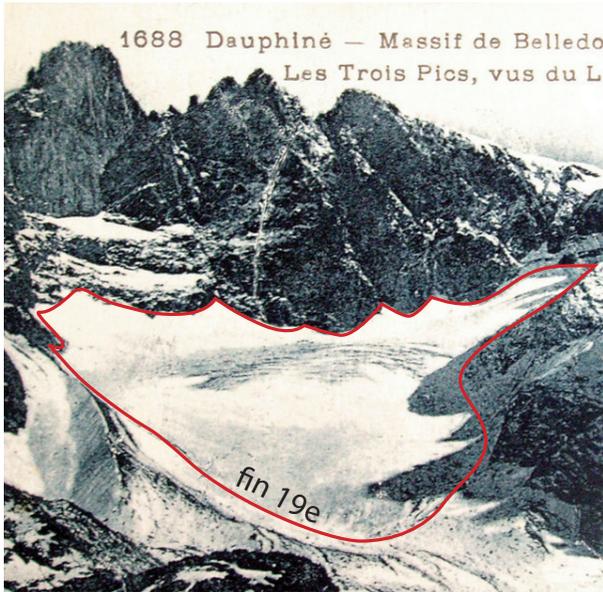


Photo 23:
Le glacier de Freydane fin du 19e siècle, carte postale non datée.

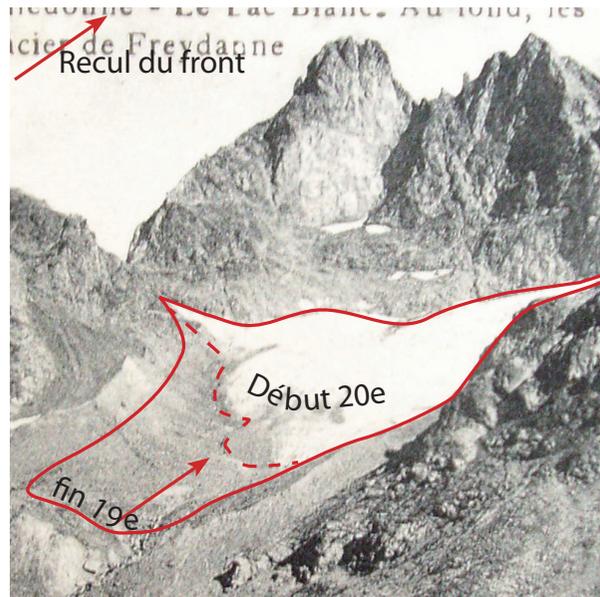


Photo 24:
Le glacier de Freydane au début du 20e siècle, carte postale non datée.

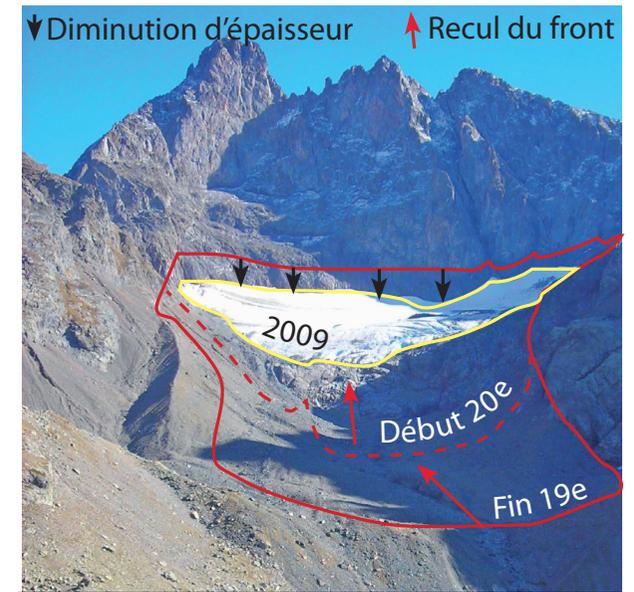


Photo 25:
Le glacier de Freydane aujourd'hui, 2009.

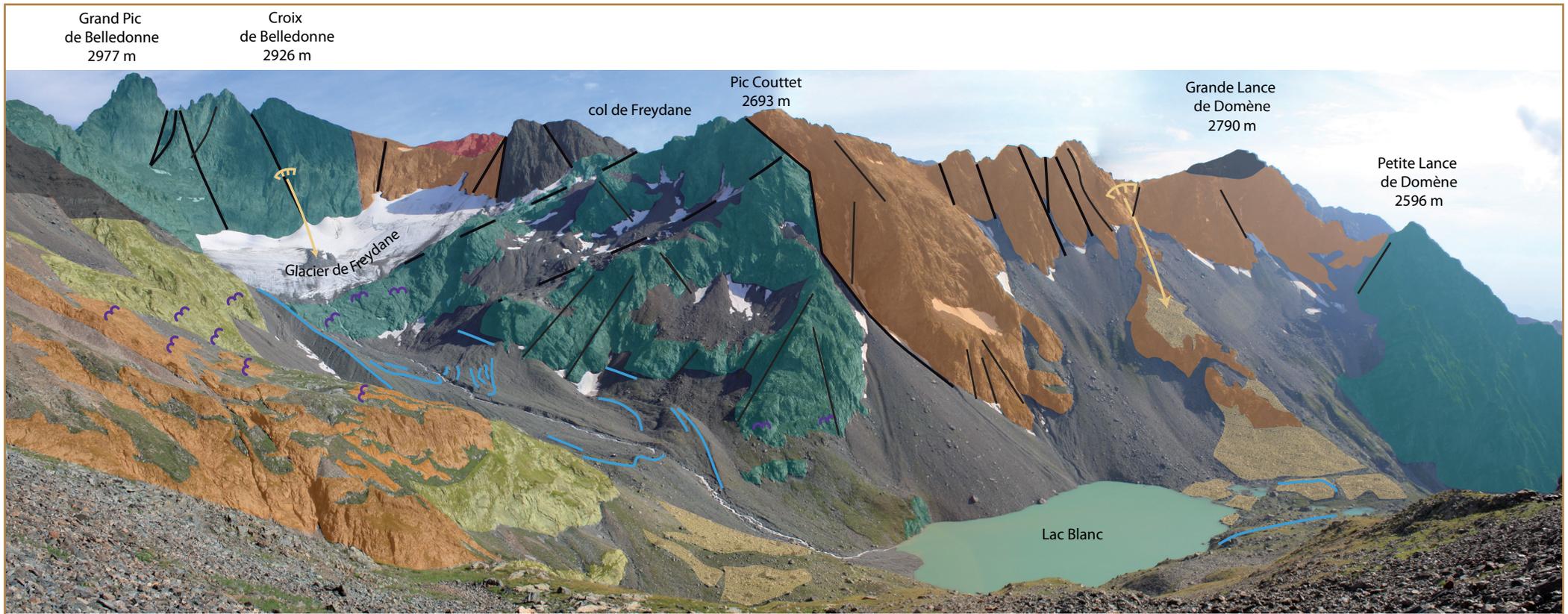
le glacier arriver tout près du lac puis reculer jusqu'à sa position actuelle (photos 23, 24 et 25). On observe à la fois la réduction de la surface du glacier et de son épaisseur (photo 25). Le glacier de Freydane aurait

ainsi perdu 53 % de sa superficie entre la fin du **PAG** et 2009, avec un recul du front de 810 m. Comme ailleurs dans les Alpes, le retrait du glacier de Freydane s'est certainement accéléré au cours de la dernière

décennie, en particulier lors de l'été 2003. Sa zone d'accumulation se cantonne aux cônes d'avalanches issues de la face nord des Trois Pics.

Photo 26:
Le Grand Pic de Belledonne vu du sud





Légende

-  Alternance leptynites-amphibolites
-  Amphibolites
-  Micaschistes
-  Gneiss
-  Conglomérats et grès du Permien
-  Faille
-  Écroulements rocheux
-  Roches moutonnées
-  Moraines

Panorama 2 : rive gauche du torrent du Vorz, du Grand Pic au lac Blanc

Les photos de ce panorama ont été prises en montant sur la rive droite du vallon de la Lauzière.

1 - Contrairement au vallon de la Pierre, les **roches** majoritaires sur ce panorama sont des **gneiss** et des **amphibolites** comme au Grand Pic.

En position dominante, sur les sommets, on retrouve les conglomérats et les grès du Permien.

Comme dans le vallon de la Pierre, les roches sont intensément fracturées. Sur les 3 sommets du Grand Pic par exemple, elles déterminent sa morphologie. L'érosion est plus facile dans les zones fracturées puisque les roches sont broyées. Il est donc logique

que les cols correspondent à des failles.
2 - La géomorphologie est caractérisée par la morphologie glaciaire :

- le **glacier** de Freydane est situé au pied de la paroi de 400 m de dénivelée du Grand Pic. Il a une superficie de 0.3 km². Ses altitudes minimales et maximales sont de 2450 m et 2620 m. Orienté NNW, il bénéficie aussi de l'ombre portée du Grand Pic et de l'apport en neige de ses cônes d'avalanche. Sa position particulière lui permet de se maintenir tant bien que mal bien que sa zone d'accumulation de neige soit quasi inexistante.

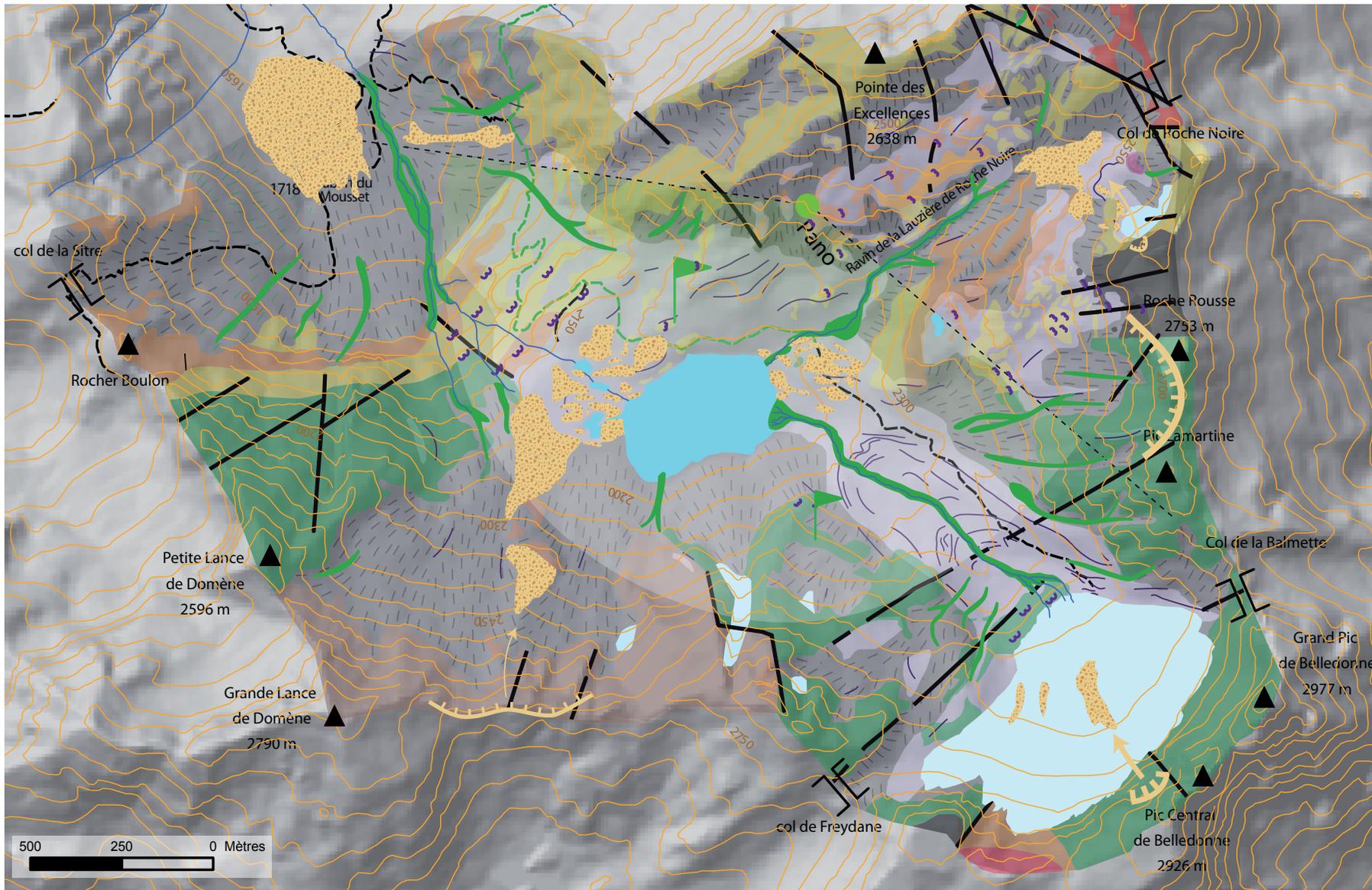
- les **moraines** récentes et peu dégradées en amont du lac. La plus spectaculaire est la moraine en rive droite du glacier de Freydane.

- les **roches moutonnées** en aval du glacier de Freydane et au premier plan du panorama. Elles sont plus visibles que dans le vallon de la Pierre.

- le lac Blanc est un **lac d'origine glaciaire**.

Les **écroulements rocheux** sont aussi très présents. Leurs dépôts sont visibles notamment sur le verrou du lac Blanc, et sur le glacier de Freydane. Dans ces deux cas la zone de départ a été identifiée et dessinée. Il est intéressant de noter qu'elles coïncident avec des failles géologiques.

Les **éboulis** sont très présents en cônes. On remarque le très beau cône qui arrive en rive gauche du lac (**Photo 38, page 23**)



Carte 4 : géomorphologie et géologie du lac Blanc et ses reliefs proches

Morphologie glaciaire

A la suite du retrait des glaciers, les paysages du haut bassin du Vorz présentent de nombreuses formes d'érosion glaciaire, particulièrement marquées dans le cirque du Lac Blanc, qui contrastent avec les crêtes acérées et les versants déchiquetés des sommets (Grand Pic, Grande Lance de Domène etc.). La forme générale du fond des vallons est celle d'auges aux bords lisses, surmontées par des cirques glaciaires. Des verrous (verrou du Lac Blanc) et des ombilics (zones surcreusées par les glaciers comme celle qui abrite aujourd'hui le lac Blanc) alternent dans les vallées. Le verrou du Lac Blanc est par ailleurs rehaussé par des moraines frontales et des dépôts d'éroulement.

Dans le cirque du Lac Blanc, les tills sont essentiellement présents entre le glacier de Freydane et ses moraines de l'**Holocène-PAG (Petit Âge Glaciaire)**, sous la forme de tills de placage mis en place à la base du glacier.

Éroulements rocheux

- Éroulement de Roche Noire au Mousset ([page 16](#)).

- Éroulement de Roche Noire dans le vallon de la Lauzière. Il est plus réduit (2 000 m²). Sa cicatrice d'arrachement sur la face NW de Roche Noire est vaste (2 000 m²). Ces dimensions suggèrent un volume éroulé de 15 à 20 000 m³.

- Éroulement du Grand Pic sur le glacier de Freydane. En position presque centrale sur le glacier, un dépôt très récent de près de 5 000 m² s'étend au pied de la muraille des Trois Pics. La cicatrice d'arrachement est située quelques dizaines de mètres au-dessus

du glacier, à proximité immédiate de la brèche Reynier, et suggère un volume éroulé de l'ordre de 4500 m³.

Les roches

Au niveau du col de Roche Rousse et du sommet du Rocher Noir, affleurent des roches sédimentaires, au dessus des leptynites-amphibolites. Cette série sédimentaire est constituée à sa base par des conglomérats carbonifères (305 Ma), formés par l'accumulation de galets issus de l'érosion de reliefs pré-existants (chaîne hercynienne) et cimentés par des sables fins. En remontant la série, le grain de la roche devient plus fin, et on observe une transition progressive depuis les **conglomérats** vers des **grès** fossilifère (290 Ma).

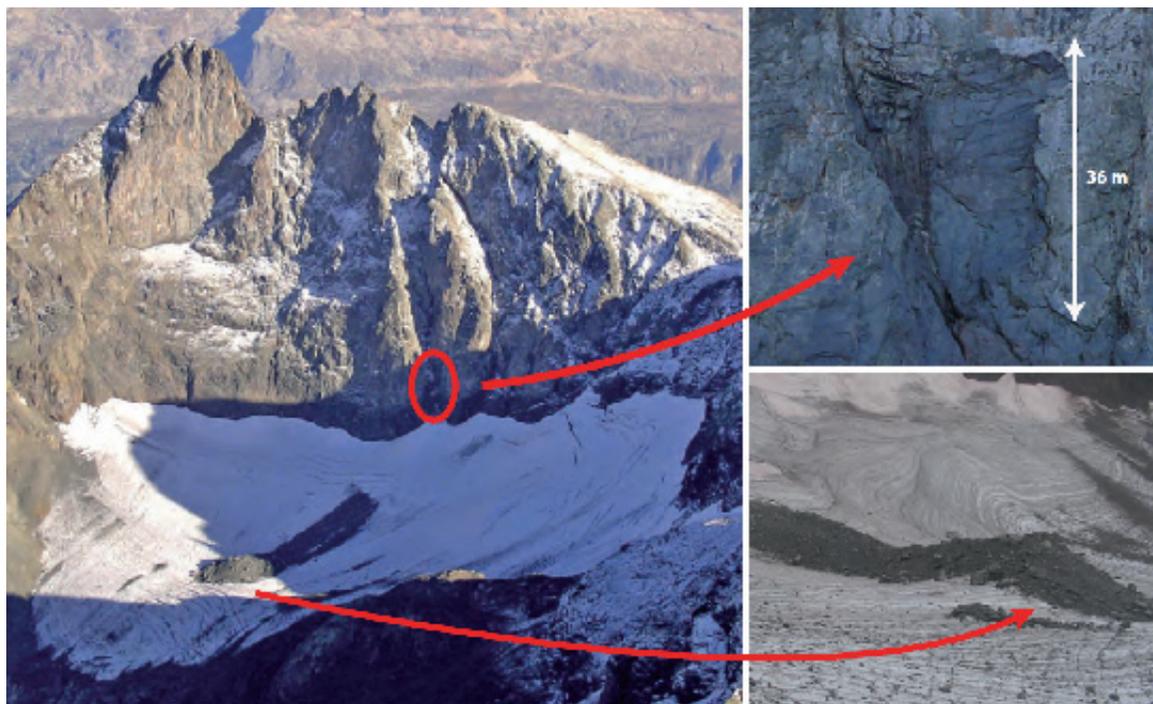


Photo 27:

Éroulement de la croix de Belledonne, en rive gauche du couloir nord de la brèche du Hammel
Haut droit : Niche d'arrachement
Bas droit : dépôt d'éroulement

Légende des cartes géomorphologiques

Relief

	Courbes de niveau, 50 m
	Col principal
	Sommet principal

Hydrologie

	Cours d'eau
	Formation torrentielle
	Névé permanent
	Glacier
	Cône de déjection torrentielle

Morphologie glaciaire

	Roches moutonnées
	Moraines
	Till
	Glacier rocheux

Dynamique des versants

	Eboulis
	Éroulement rocheux

Géologie

	Alternance leptynite-amphibolite
	Amphibolite
	Micaschiste
	Gneiss
	Grès et conglomérats du Permohouiller
	Faillance

Les glaciers et les formes caractéristiques associées dans le paysage

Un **glacier** est une masse de glace plus ou moins étendue qui se forme par le tassement de couches de neige accumulées. Écrasée sous son propre poids, la neige expulse l'air qu'elle contient, se soude en une masse compacte et se transforme en glace.

Les **glaciers**, de par leur poids, les roches qu'ils contiennent, les eaux de fonte qu'ils produisent, la nature et la dureté de la roche sur laquelle ils se déplacent ainsi que de leur grande capacité de transport, érodent et modèlent le paysage en laissant des formes caractéristiques de leur passage :

Roches moutonnées : Les roches moutonnées sont un substrat rocheux qui a acquis une surface bosselée du même aspect qu'une toison de laine. Les roches moutonnées peuvent s'étendre sur des kilomètres.

Stries glaciaires : Les stries glaciaires sont des entailles et des rainures dans la roche formées soit par le passage d'un rocher enchâssé dans la glace et qui a agi à la manière d'un burin, soit par le passage d'un cours d'eau sous-glaciaire qui a usé la roche.

Lac d'origine glaciaire : Les lacs formés par les glaciers se logent soit dans les parties surcreusées par le glacier, soit sont retenus par des moraines laissées par les glaciers lors de leur retrait. C'est le cas du lac Blanc issu de l'érosion puis de la fonte du glacier de Freydane.



Photo 28:
Glacier de Freydane



Photo 29:
Plus impressionnant, le **glacier** d'Aletsch en Suisse est le plus grand glacier d'Europe

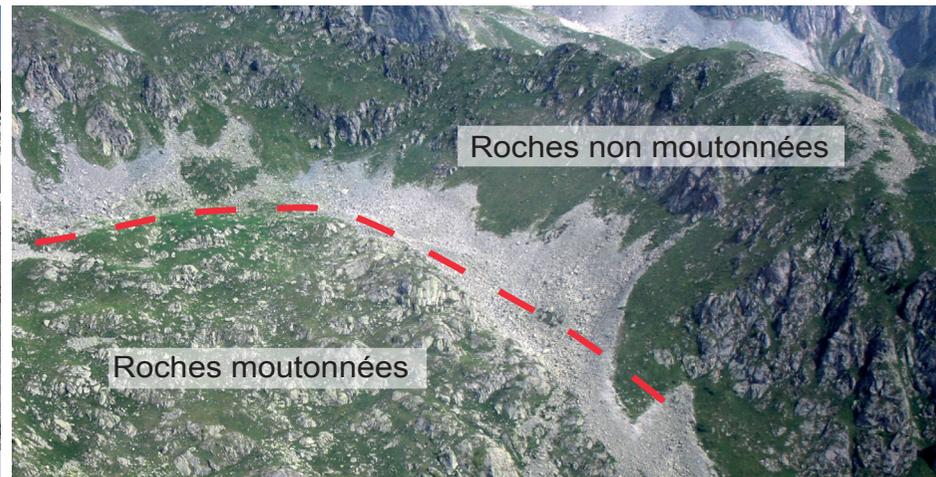


Photo 30:
Roches moutonnées versant vallée du Glandon du massif de Belledonne.
C'est leur forme ronde et douce qui permet de les définir comme telles, ainsi que des stries qui signent le passage d'un glacier aujourd'hui disparu.



Photo 31:
Superbes **stries glaciaires** dans les grès **moutonnés** au col de Roche Rousse.

Seuil glaciaire : Un seuil glaciaire est une partie rocheuse en saillie dans le fond d'une vallée qui a gêné le glacier dans son déplacement. Les seuils glaciaires comportent souvent à leur surface des roches moutonnées, des abrupts d'arrachement, etc. et une partie surcreusée de la vallée en amont.



Les **moraines** sont des crêtes allongées formées de matériaux de taille variable (des argiles jusqu'au rochers de plusieurs dizaines de tonnes), transportés et déposés par le glacier lors de sa fonte (photos 32-33).

Une moraine peut être **frontale** (la plus courante) lorsqu'elle se trouve à l'avant du glacier, **latérale** lorsqu'elle se trouve sur ses côtés. Les moraines sont de taille et de hauteur très variable (quelques dizaines de centimètres à plusieurs dizaines de mètres).

Un **till** correspond à l'accumulation de débris de roches entraînés puis abandonnés par le glacier (mélange de blocs, graviers, sables, limons, argiles). Ils nappent le fond des vallées.



Un **glacier rocheux** est une masse de débris rocheux mélangés à de la glace se déplaçant à très faible vitesse (quelques centimètres à quelques mètres par an) sur un versant. Sur plusieurs milliers d'années, ce déplacement engendre une morphologie semblable à une coulée de lave (photo 35).



Photo 32:

Moraine ancienne végétalisée au Banc des Laux, en amont du lac Blanc. Le personnage suit la crête érodée (forme ronde) de la moraine.



Photo 33:

Moraine latérale récente en rive gauche du glacier de Freydane. Remarquer son arête sommitale fine et ses flancs en début de végétalisation

Photo 34:

Le ressaut rocheux que franchit le chemin qui mène du refuge Jean Collet, avec ses formes rondes liées à l'érosion du glacier de Freydane est un **seuil glaciaire**. La présence de ce ressaut en rocher massif a obligé le glacier à creuser la dépression aujourd'hui remplie d'eau, le Lac Blanc



Photo 35:

Gauche : **glacier rocheux** du vallon de la Mine de Fer
Droite : **glacier rocheux** de Laurichard dans les Hautes Alpes, près du col du Lautaret. De par sa grande taille et sa dynamique active, sa ressemblance avec une coulée de lave est plus visible que sur la photo de gauche.

Le temps des glaciers

Le **petit âge glaciaire (PAG)** est une période climatique froide survenue en Europe et en Amérique du Nord, d'environ 1550-1580 à 1850-1860. Elle se caractérise par des périodes d'avancées puis de maximum successifs des glaciers, auxquelles correspondent plusieurs minimums de températures moyennes très nets. Elle succède à l'**optimum climatique médiéval (OCM)**, une période plus chaude. Cependant, elle est contemporaine d'une série bien plus longue d'hivers froids, entre les 18e et 20e siècles. Dans les Alpes, l'extension maximale des glaciers se serait produite pendant les années 1850-1860.

En paléoclimatologie, le terme **Tardiglaciaire** désigne la dernière phase du **Pléistocène**, précédant l'époque actuelle de l'**Holocène**.

Le **Tardiglaciaire** dure de la fin du dernier maximum glaciaire (il y a environ 18 000 ans) à la dernière oscillation froide appelée **Dryas récent** (il y a 11 650 ans soit vers 9700 ans av. J.-C.).

Le **Tardiglaciaire** correspond à l'ultime subdivision de la dernière glaciation de **Würm** dans les Alpes, durant laquelle le climat se réchauffe globalement même s'il est marqué par des oscillations froides. Il précède la période interglaciaire actuelle, globalement chaude, qu'est l'Holocène.



Photo 36:

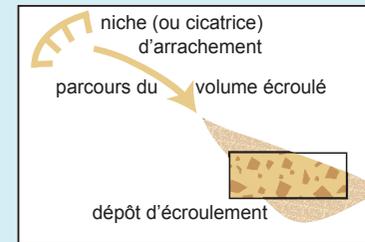
Le lac de Crop, comme le lac Blanc, est un **lac d'origine glaciaire**



Photo 37:

A une autre échelle, le lac du Bourget est un **lac d'origine glaciaire**, ainsi que les lacs d'Annecy, Léman etc.

Dynamique des versants



Un **écroulement rocheux** correspond à un volume important de roche qui se détache brutalement d'une paroi et s'écroule à son pied pour former un dépôt sous la forme d'un amas de blocs de différentes tailles. Cet amas s'appelle un **dépôt d'écroulement**. Le volume de roche écroulé laisse à son départ une **«cicatrice»** claire sur la paroi. C'est ainsi que l'on peut voir ce que l'on appelle la **niche d'arrachement**. La cicatrice est due à la patine des roches. L'eau qui ruisselle dessus lorsqu'il pleut, provoque des réactions chimiques en surface qui changent sa couleur. C'est la raison pour laquelle les géologues ont toujours un marteau. En effet, pour étudier correctement une roche, il faut la casser afin d'avoir une cassure fraîche, dépourvue de patine.

Un **éboulis** résulte de la chute fréquente de petits volumes rocheux sur les pentes, liée aux processus d'érosion par les agents atmosphériques tels que les alternances gel-dégel qui font exploser les blocs.



Photo 38:

Cône d'éboulis en aval (Nord) du Pic Couttet, plonge dans le lac Blanc.

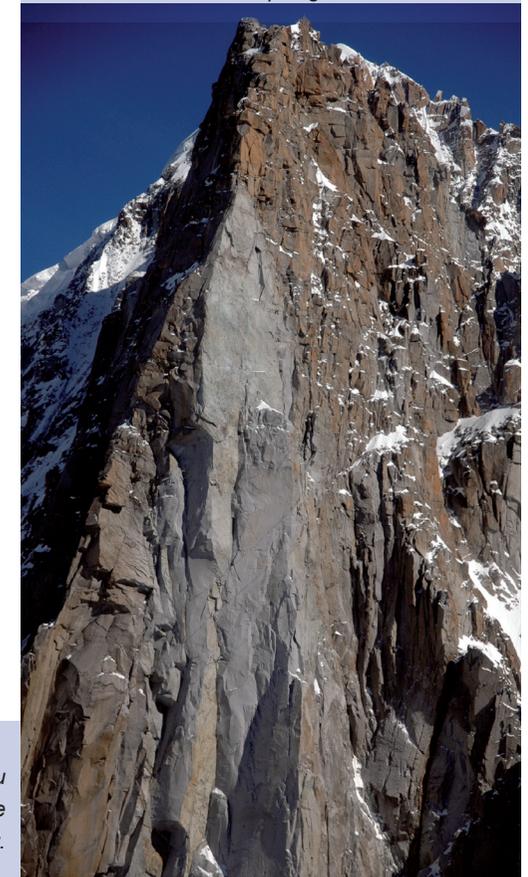


Photo 39:

Niche d'arrachement de 2003 au Dru (massif du Mont-Blanc). Les teintes claires et dorées du granite non patiné et patiné apparaissent clairement.

Les torrents

Formation torrentielle : Terme générique pour toutes les morphologies particulières aux lits des torrents. Les torrents se distinguent des rivières par une forte pente, l'eau court donc très vite et leur donne une grande force pour arracher les argiles, cailloux et même les blocs rocheux de leur lit lorsqu'ils sont en crue. On distingue alors les morphologies d'arrachement des morphologies de dépôt. En effet, dès la fin de la crue, l'eau perd sa capacité de transport et dépose à nouveau les blocs (très lourds) puis les cailloux (lourds) et enfin les argiles (légères).

Cône de déjection torrentiel : se dit lorsque le torrent dépose des cailloux quand l'eau perd sa force, non pas parce que le débit diminue comme à la fin d'une crue, mais parce que la pente diminue. Alors les dépôts ont la forme d'un cône, à l'arrivée dans une vallée, où comme sur la [photo 39](#) au débouché dans le lac Blanc.

Le torrent du Vorz a connu une crue exceptionnelle les 22 - 24 août 2005

Les [photos 41, 42 et 44](#) illustrent cette crue. (Photos de Dominique Thillet)



Photo 40:

Formation torrentielle : dépôts de blocs et cailloux dans le lit d'un torrent temporaire (ici on ne voit pas d'eau, l'eau coule seulement lorsqu'il pleut). Photo prise sur le chemin d'accès au refuge Jean Collet depuis le hameau de la Gorge, entre le Pleynet et le Mousset).



Photo 42:

Crue 2005 : La force combinée de l'eau et des blocs charriés par le torrent ont enlevé l'écorce de cet arbre.



Photo 43:

Le cône de déjection du Vorz dans le lac Blanc.



Photo 44:

Crue 2005 : le Vorz a arraché des blocs et des arbres de son lit en amont, puis les a déposés près du village de la Gorge

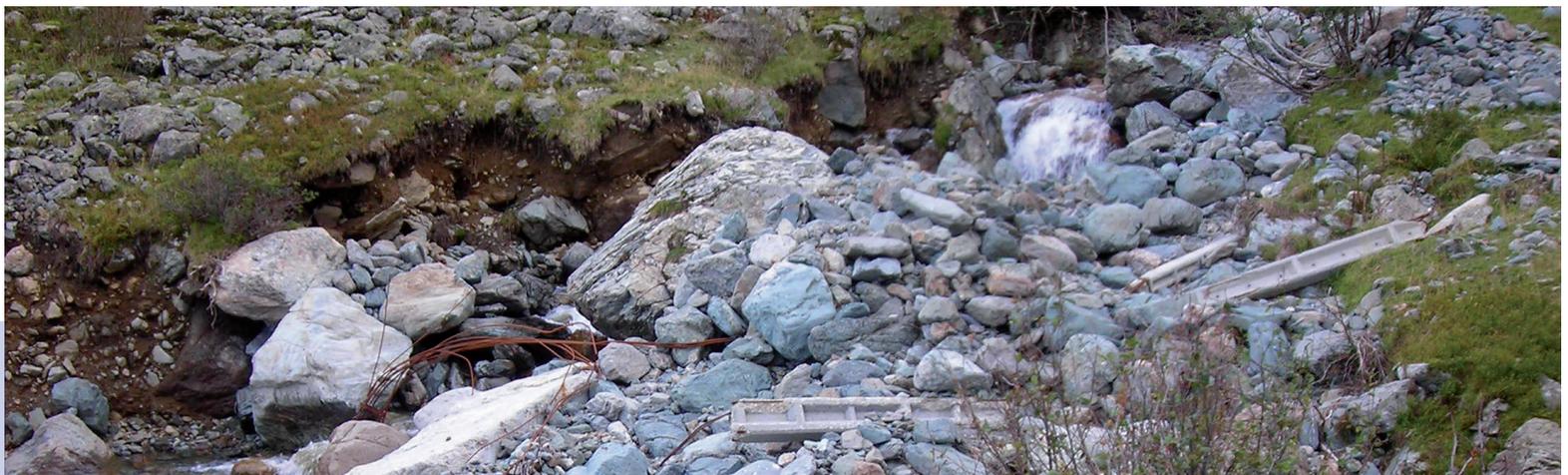


Photo 41:

Sur le replat du Mousset, le Vorz en crue a détruit le béton des piliers d'une ancienne passerelle, mis à nu les ferrailles et les a tordues.

Les Roches

Les différents grands types de roches présents dans les environs du refuge Jean Collet

Roches sédimentaires : roches qui résultent de l'accumulation et du compactage de débris d'origine :

- Minérale, il s'agit alors de roches **détritiques** provenant de la dégradation d'autres roches,
- Organique (restes végétaux ou animaux), ou sous l'action des micro-organismes.
- Ou de précipitations chimiques.

Ici on trouvera des roches **sédimentaires détritiques** qui résultent de l'érosion des continents. L'érosion est importante en montagne. Les écroulements rocheux, et l'action des glaciers en sont deux exemples. Les produits de cette érosion sont ensuite transportés par les fleuves jusqu'à la mer.

Roches cristallines : elles sont constituées d'un assemblage de cristaux qui se voient à l'oeil nu comme ici dans le cas des gneiss.

Roche métamorphique signifie qu'à un moment de leur existence, ces roches ont vécu une transformation (métamorphose) liée à un changement de leur milieu : entraînées en profondeur par des mouvements tectoniques, elles ont subi une augmentation de pression mais aussi de température, et s'y sont adaptées. Les minéraux qui les constituent se sont modifiés et/ou se sont réorientés. Revenues à la surface, elles nous présentent leur nouveau visage, qui témoigne de leur aventure.



Photo 45:

Amphibolite, échantillon 23 du refuge Jean Collet. Le lit vert pistache correspond à une veine riche en un minéral appelé la **pistachite**.

Les **amphibolites** sont des **roches métamorphiques** essentiellement constituées d'amphibole, un minéral vert sombre. Elles sont issues ici du métamorphisme de basaltes ou de gabbros, deux roches caractéristiques de la croûte océanique. Conclusion : les amphibolites du Grand Pic et des Trois Officiers sont en fait des vestiges d'une croûte océanique anté-alpine !!!! un joli voyage de plusieurs dizaines de km des profondeurs jusqu'à 3000 m d'altitude.

*N.B. Le **basalte** et le **gabbro** sont issus de magmas de même composition, identiques à ceux qu'on trouve dans les océans actuels. Ce qui les différencie est la vitesse de refroidissement de ce magma. Un refroidissement rapide en surface donne les basaltes sans minéraux visibles à l'oeil nu, un refroidissement lent en profondeur donne les gabbros avec des minéraux bien cristallisés.*

Les **gneiss** sont des roches **cristallines** et **métamorphiques**. Les actions combinées de la pression en profondeur et de la température amène à la cristallisation de nouveaux minéraux. Les forces tectoniques réorientent ces minéraux dans le même sens au fur et à mesure qu'ils apparaissent. Les gneiss sont reconnaissables par l'alternance de petits lits clairs et de fins niveaux plus sombres.



Photo 46:

Gneiss



Photo 47:

Gneiss, alternance de lits clairs à quartz et feldspath et sombres à biotite (micas)



Photo 48:

Leptynite



Photo 49:

Leptynite, échantillon 26 du refuge Jean Collet

Les **leptynites** sont des gneiss très finement cristallisés, où on ne voit pas les cristaux à l'œil nu.



Photo 50:
Alternance leptynite-amphibolite, échantillon 26 du refuge Jean Collet

Photo 51:
Schiste, échantillon 19 du refuge Jean Collet prélevé près du col de la mine de Fer.

Alternance de leptynites et d'amphibolites. Comme leur nom l'indique les deux roches alternent et donnent un aspect zébré à l'ensemble. Les bandes sombres sont des amphibolites et les bandes claires sont des leptynites.



Les **schistes** sont des **roches métamorphiques** qui ont subi des pressions conduisant à une structure feuilletée et aussi des températures élevées. Si un minéral particulier les caractérise, son nom est ajouté comme ici le **mica**. Le mot mica signifie littéralement « qui brille dans le sable ». Le mica est ce minéral blanc

qui brille. Certains des **micaschistes** du Vorz sont précisés « à grenat ». Les **grenats** sont des minéraux semi-précieux qui peuvent être utilisés pour la confection de bijoux. Ici, ils ne sont pas d'une qualité suffisante et sont très dégradés. On les repère sous la forme de nodules sombres dispersés sur les micaschistes.

Photo 52:

Bloc de **Conglomérat** de Roche Noire trouvé dans les matériaux transportés par le Vorz au Pleynet

Photo 53:

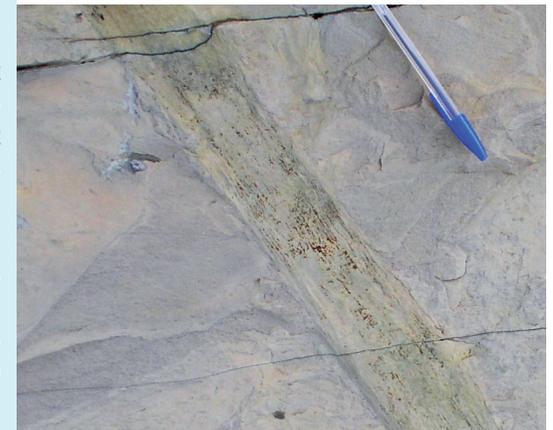
Grès de Roche Noire avec des fossiles végétaux du Carbonifère

Bas droit : tige végétale
 En dessus : feuilles de fougères



Les **conglomérats** sont des roches sédimentaires détritiques. Ils sont constitués de galets (formes rondes) de roches de toutes natures, transportés et roulés par un cours d'eau puis consolidés par un ciment.

Les **grès** correspondent, dans la même logique que les conglomérats, à du sable consolidé par un ciment. Les grains peuvent, comme les galets, être de différente nature.



La fracturation

Une **faille** est un plan ou une zone de rupture le long duquel deux blocs rocheux se déplacent l'un par rapport à l'autre. Ce déplacement est dû aux forces tectoniques, qui résultent notamment de la tectonique des plaques à l'origine de la formation des Alpes.

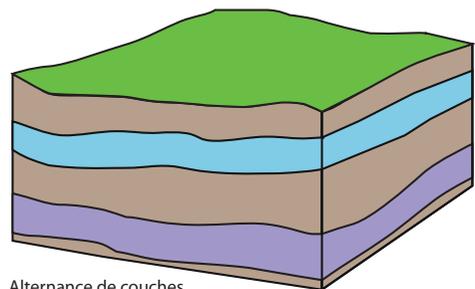
Les failles existent depuis l'échelle microscopique (millimétrique) jusqu'à celle des plaques tectoniques (plusieurs centaines de kilomètres).

Pour les voir, on dispose d'indices qui sont ici :

- Les **miroirs de failles** (photo 54)
- Les **brèches de failles** (photo 56)
- La forme des versants rocheux (photo 55)

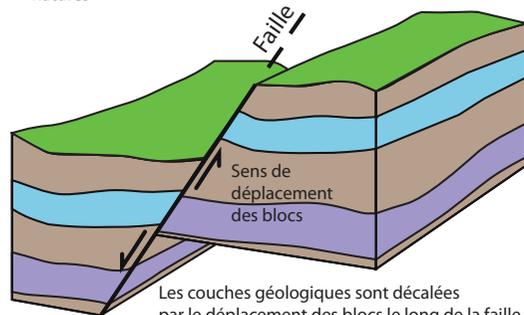
Un **miroir de faille** est une surface de friction sur laquelle s'est fait le glissement des deux compartiments, il se manifeste par un poli qui porte des stries. Ces stries indiquent la direction et aussi parfois le sens de déplacement des deux compartiments.

Les **brèches** sont des morceaux anguleux de roche fragmentés sous l'effet des mouvements des compartiments de la faille et/ou qui explosent sous la pression de fluides circulant dans la faille. Ces blocs sont ensuite cimentés par la cristallisation de quartz dont les éléments (silice et oxygène) sont contenus dans les fluides chimiques.



Etat initial

Alternance de couches géologiques de différentes natures



Etat après fracturation

Les couches géologiques sont décalées par le déplacement des blocs le long de la faille



Photo 55:

Ce détail de versant surligne en noir les **failles** qui correspondent à des discontinuités, des dièdres, des fissures. Quand on regarde bien, on s'aperçoit que la morphologie des parois rocheuses est dictée par la présence des **failles**.



Photo 54:

Miroir de faille entre le col de Roche Rousse et le sommet de Roche Noire



Photo 56:

Brèche de faille au col de Roche Rousse

Les auteurs :

Françoise Allignol, Dominique Gasquet et Ludovic Ravanel, Laboratoire EDYTEM, Université de Savoie / CNRS, et **Jean-Michel Bertrand**, LGCA, Université de Savoie / CNRS.

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier les personnes qui nous ont aidés.

Un grand Merci aux «gens de terrain» pour leur accueil, leur gentillesse, leur intérêt pour notre travail, leur relecture et leurs corrections éclairées :

- **Blandine et Jean-Marie Hézard**, gardiens du refuge Jean Collet jusqu'en 2010 ;
- la **Société des Touristes du Dauphiné** propriétaire du refuge Jean Collet ;
- **Yves**, berger ;
- **Claude Blanc-Coquand**, Maire de Ste Agnès.

Sont remerciés également :

Serge Fudral, géologue qui a participé aux travaux de terrain ;

Arnaud Pêcher géologue, membre du comité scientifique du CAF pour son travail de relecture minutieuse ;

Ludovic Chanut, pilote et instructeur ULM au Vol du Choucas (Versoud) sans qui les vues aériennes n'auraient pas pu être prises.

Et en voici quelques dernières... juste pour le plaisir des yeux.

