

Naissance, vie et mort d'un volcan : le paléovolcan du pic du Midi d'Ossau

**Dominique Rossier,
membre de la SAGA.**

Le magmatisme hercynien dans les Pyrénées

La formation au Paléogène de la chaîne des Pyrénées, telle que nous la connaissons, précède de peu le cycle alpin. Pourtant, les Pyrénées ont « existé » une première fois, comme modeste chaînon du puissant édifice hercynien formé à la fin de l'ère paléozoïque, 250 millions d'années auparavant !

Ainsi, la majeure partie de la zone axiale du massif pyrénéen est constituée d'une haute chaîne primaire, plissée, fracturée et soulevée au Westphalien, dans la seconde moitié du Carbonifère. C'est à la fin de ce cycle hercynien que se manifeste à grande échelle le magmatisme dans les Pyrénées. À cette époque, l'amincissement de la croûte, et sa fragilisation par les tensions créées par la tectonique des plaques, permet la remontée de nombreux plutons et leur intrusion dans les terrains encaissants du Paléozoïque. Ils se refroidissent à quelques milliers de mètres de la surface, et c'est l'érosion qui les mettra à jour ultérieurement. Plusieurs vastes formations de granitoïdes jalonnent ainsi l'axe de la haute chaîne primaire. Certaines sont emblématiques comme la Maladetta, avec l'Aneto, point culminant des Pyrénées, et aussi le Néouvielle, le massif de Cauterets-Panticosa, celui des Eaux-Chaudes...

Ultime manifestation tardi-hercynienne de ce magmatisme, le volcanisme stéphanien et stéphano-permien des Pyrénées atlantiques nous a laissé des témoins dont l'incomparable volcan en chaudron du Haut Ossau.

Nous vous invitons à le découvrir et ainsi à entrer dans la riche histoire géologique de cette belle région. D. R.

Introduction

Dans son « Guide des volcans de France »¹, Pascal Richet fait la promotion de notre pays comme « pays de volcans », et décrit ces monuments nationaux géologiques, par région... en omettant tout simplement les Pyrénées.

Nous lui pardonnons volontiers, puisque cela nous donne l'occasion de réparer sa coupable omission dans *Saga Information* ! À sa décharge, il faut reconnaître que notre fier volcan béarnais semble bien lointain, proche de la frontière avec l'Espagne, et qu'il est un cas exceptionnel sur la chaîne pyrénéenne² (figure 1). Il est vrai, aussi, qu'il s'agit d'un paléovolcan du Stéphaniens ; fatal préjugé : il n'aurait pas l'exquise fraîcheur des volcans d'Auvergne ! Quelle injustice, comme on va le voir !

Nous vous invitons donc à découvrir ce trésor géologique, qui a donné du fil à retordre à des générations de géologues. Notre exploration ressemblera à bien des égards à une enquête policière : de quels indices disposons-nous ? Quand et comment ont eu lieu les événements éruptifs ? Quels sont les responsables des tentatives de masquage et d'effacement de la structure volcanique d'origine, et quand ont-ils opéré ?

Dans un premier chapitre, nous promenant autour du pic du Midi d'Ossau, nous mettrons à jour les vestiges impressionnants d'une ancienne caldera³. Le parcours amorcé dans cette première partie sera complété dans la seconde et le schéma esquissé se verra précisé, jusqu'à obtenir un modèle à peu près complet où la tectonique majestueuse de la création des Pyrénées tiendra le rôle principal.



Figure 1. Carte du département des Pyrénées-Atlantiques.
(Schéma par Dominique Rossier).

¹ *Guide des volcans de France*, par Pascal Richet. Éd. BRGM, Belin.

² Une bonne revue est disponible dans le recueil d'articles du chapitre IX (*Magmatisme hercynien*) de la synthèse géologique et géophysique des Pyrénées, tome 1 (1995) [9].

³ *Caldera* signifie « chaudron » en espagnol. C'est un cratère géant de contour à peu près circulaire, produit par l'effondrement de la partie centrale d'un volcan, à la suite de la purge massive de la chambre magmatique sous-jacente (d'après *Dictionnaire de géologie*, par A. Foucault et al. Éd. Masson).

Chapitre I

Prémises d'une enquête sur un « chaudron brisé »

Mettons-nous à la place de l'explorateur naïf, curieux de volcanisme. Nous sommes descendus par le train, à Pau, et, guidé par l'Office du tourisme, nous avons visité le château qui a vu naître le bon roi Henri IV. Puis nous avons déambulé sur la promenade des Anglais qui domine le gave de Pau. C'est un beau jour d'été, et de là nous découvrons le panorama magique des Pyrénées, légèrement nimbé de brume. Juste en face de nous, sur l'horizon de la chaîne, une silhouette aiguë, dressée vers le ciel, fait le vide autour d'elle. Elle s'impose parmi ses pairs par sa fière allure. C'est le pic du Midi d'Ossau, sommet de légende pour les Béarnais qui entretiennent avec lui un vrai rapport d'affection. D'ailleurs, ils l'ont gratifié d'un prénom, le « Jean-Pierre » ! Son aspect monolithique, unique sur la chaîne, est déjà l'indice d'une anomalie géologique, et invite décidément à « aller voir ».

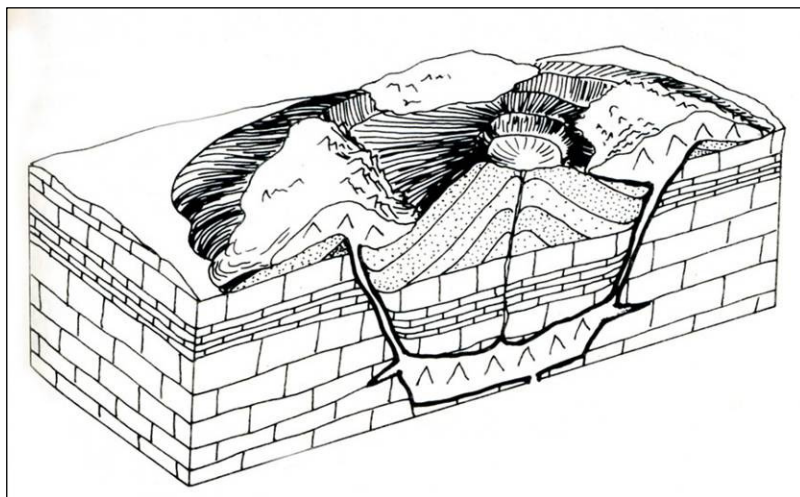
Remontons la vallée d'Ossau jusqu'au village de Gabas (détail de la carte de la figure 1), célèbre pour son excellent fromage de brebis. Nous emprunterons alors la piste pastorale qui mène au lac de Bioux-Artigues, au pied du pic. Là, nous sommes à pied d'œuvre, mais quelque peu écrasés par la masse du pic, culminant, 1 400 mètres plus haut, à 2 884 mètres. Cependant, où sont le volcan et la caldera annoncés ? Comment s'orienter et que rechercher ?

Et tout d'abord, que pouvons-nous espérer observer sur le terrain, en se rappelant la signification du terme « caldera » ? Le schéma de formation d'un « chaudron volcanique » (figure 2) fournit quelques pistes à suivre dans notre enquête :

- une structure effondrée et globalement circulaire, soulignée par des affleurements en anneaux concentriques de filons et d'intrusions, en anglais *ring dykes* ;
- une faille circulaire sur le pourtour de la structure. L'érosion aidant, elle peut apparaître dans la roche encaissante ;
- des coulées radiales, vers l'intérieur de l'arc, et aussi vers l'extérieur, des dépôts de cendres sur le pourtour, le tout formant des arcs plus ou moins marqués.

Figure 2.

Formation et évolution d'une caldera, avec succession de coulées et de dépôts de cendres, avant et après la phase critique d'effondrement et de purge de la chambre magmatique sous-jacente. Noter la *cheminée annulaire* : elle va jouer un grand rôle dans l'explication des structures que nous allons décrire [4].



Avant de nous engager dans de longues marches, avec de jolis dénivelés, jetons un coup d'œil sur l'image 3D tirée des photos du satellite Spot (figure 3), et voyons si nous identifions quelques-unes des pistes de l'enquête. Apparemment, la structure annulaire n'y est pas ! Mais, à bien y regarder, ce sont trois morceaux d'anneau, trois arcs (*ring dykes*) qui apparaissent, nettement soulignés vers l'extérieur par de profonds accidents (failles) circulaires. Mais ces arcs s'entremêlent !

L'anneau d'origine semble avoir été découpé, et même disloqué : voilà qui promet une enquête délicate ! De plus, comment expliquer que l'arc de Moundelhs se termine au sud par l'énorme masse du pic, dominant toutes les crêtes environnantes d'un millier de mètres ?

Au moins, nous savons maintenant où guider nos recherches, en suivant les contours des trois arcs. Commençons par l'arc de Moundelhs, puisqu'il a son extrémité septentrionale proche du lac de Bioux-Artigues, notre point d'arrivée.

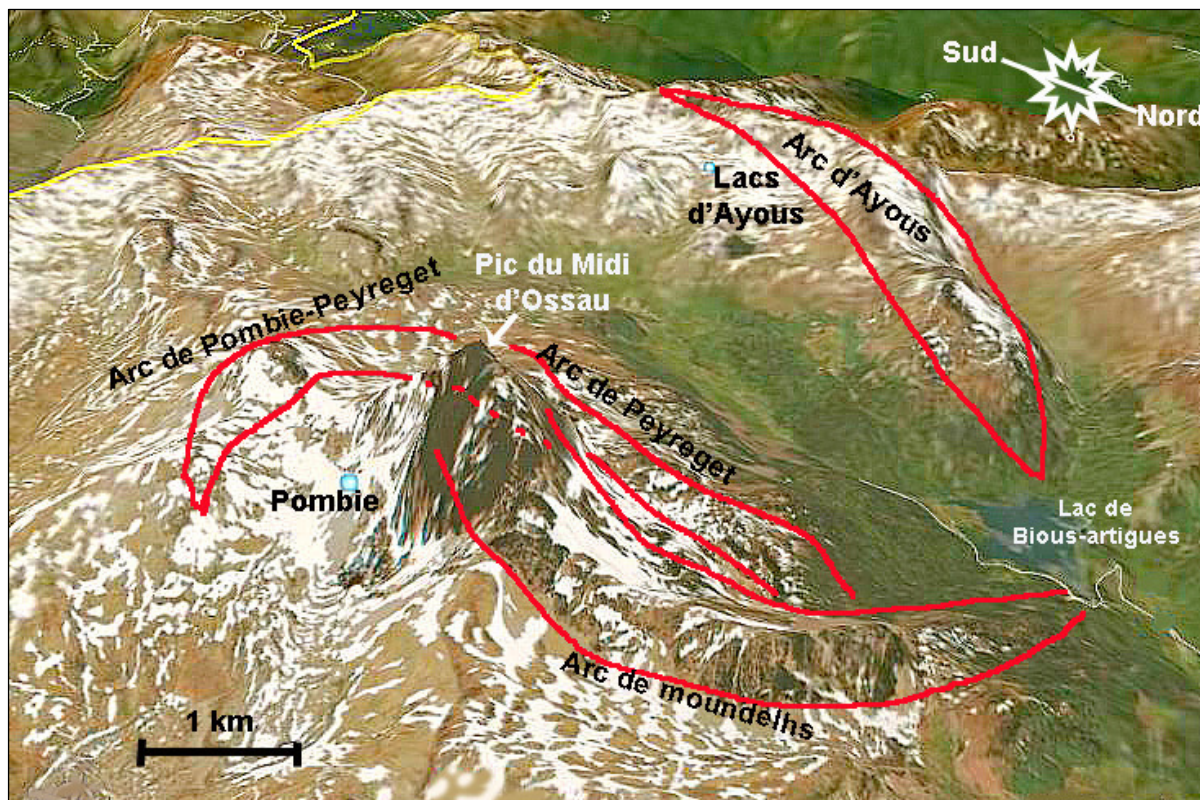


Figure 3. Vue à trois dimensions du secteur du pic du Midi d'Ossau, à partir des photos du satellite Spot (logiciel *Google Earth*). L'orientation de la vue, avec le sud vers la gauche, a été choisie parce que c'est celle qui fait le mieux apparaître le relief disloqué des trois arcs annulaires subsistants (*ring dykes*). Noter que l'arc de Moundelhs semble donner un énorme coup de butoir, à l'aide de la masse du pic, sur les flancs de l'arc de Pombie-Peyreget. La grande faille annulaire est bien visible en bordure extérieure des arcs de Moundelhs et d'Ayous. (*Schéma superposé au fond Google Earth, par D. R.*)

L'arc intrusif de Moundelhs et son prolongement jusqu'au Grand pic

Au-dessus de Bioux-Artigues, nous nous élevons dans le vallon de Magnabaigt, en longeant l'arc de Moundelhs. Les parois de l'arc sont verticales sur une centaine de mètres de hauteur (figure 4) et striées de prismes de refroidissement. Cette puissante structure n'est pas une coulée, mais un *dyke*, bloc intrusif⁴ refroidi à l'intérieur de la cheminée annulaire et dégagé par l'érosion.

La photo de la figure 5 fait bien apparaître la bordure figée au contact entre le magma refroidi et la roche encaissante. Celle-ci est constituée de pélites schisteuses du Carbonifère, datées du Westphalien moyen : nous verrons que le volcanisme de l'Ossau se situe un peu plus tard, au Stéphanien. La roche volcanique intrusive est une andésite acide, très homogène, à gros cristaux xénomorphes de feldspath et d'amphibole bien visibles à l'œil nu, flottant au milieu de la mésostase (voir note 8). Son caractère porphyrique, et sa belle couleur verte, font la réputation de l'andésite de l'Ossau.

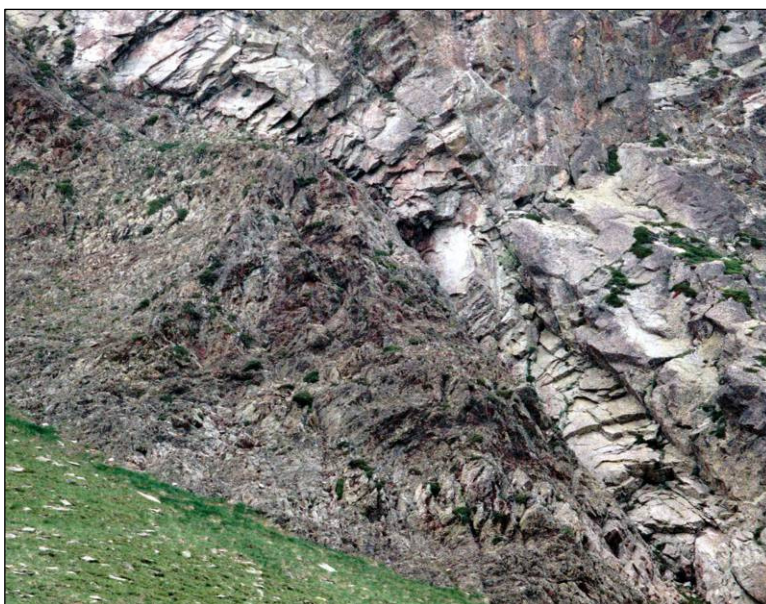
⁴ *Intrusif* : ce terme s'applique aux roches magmatiques, mises en place à l'état fluide sous la surface, et aux massifs qu'elles constituent (d'après le *Dictionnaire de géologie*, par A. Foucault et al. Éd. Masson).



Figure 4. Grand pic d'Ossau et arc de Moundelhs, vus de l'est. Le cheminement se fait le long du grand arc intrusif de Moundelhs, puis franchit le col de Suzon sur le flanc oriental du pic et dévale ensuite par des éboulis de gros blocs d'andésite jusqu'au pied de la face sud, dans le cirque de Pombie. (Photo du Parc national des Pyrénées, avec légendes D. R.).

Figure 5. Au pied du grand rempart de l'arc de Moundelhs, une bordure figée au contact entre les pélites du Carbonifère et l'intrusion d'andésite. (Photo D. R.).

Notre remontée du vallon de Magnabaigt, longeant le haut rempart de l'arc de Moundelhs, nous a maintenant rapprochés du pic. Au printemps, les prés sont piqués des taches jaunes et pourpres des *orchis sureau*. Nous franchissons le col de Suzon qui nous fait basculer vers le sud, dans le cirque de Pombie. Un pénible chaos⁵ de gros blocs d'andésite nous sépare du petit lac de Pombie, au bord duquel le Club Alpin a construit un refuge bien accueillant dans ce cadre minéral austère. Au moins, trouver des échantillons sains pour examen ne pose aucun problème (figure 8) !



Des preuves de la différenciation du magma au cours de l'histoire du volcan

Nous sommes maintenant au pied de la pointe Jean Santé, puissant contrefort du pic (figure 6), dominant le petit « cirque de Pombie » de sa vertigineuse face sud. Son aspect monolithique est impressionnant. Les meilleurs grimpeurs palois aiment se frayer de multiples cheminements jusqu'au sommet en utilisant le relief créé par la prismation de la roche et par les fissures de retrait (figure 7).

⁵ Un éboulis de gros blocs se dénomme *raillère* en béarnais.

L'examen d'échantillons frais, prélevés dans les débris d'un récent éboulement en pleine face, nous permet d'identifier une dacite. Son aspect porphyrique, d'un beau vert bleuté, est proche de celui de l'andésite acide déjà décrite, omniprésente dans les structures intrusives du paléovolcan. Mais de petits cristaux de quartz apparaissent nettement, ce qui lui donne son caractère plus acide de dacite. Cependant, nous la reconnaissons à coup sûr, grâce à un autre minéral visible à l'œil nu, dont la présence surprend dans une roche volcanique : ce sont de beaux grenats almandins roses, millimétriques, bien formés, parfois assez abondants (fig. 9). Nous reviendrons plus loin sur la signification de ces grenats.

Figure 6. Sur cette photo, prise depuis le col de Pombie, le monolithe de la pointe Jean Santé, encadré par de grands éboulis, se détache en avant du grand pic du Midi d'Ossau. L'itinéraire descend du col de Suzon, à droite du pic. L'ensemble Grand pic/Petit pic est intrusif. (Photo du Parc national des Pyrénées, avec légendes D. R.).

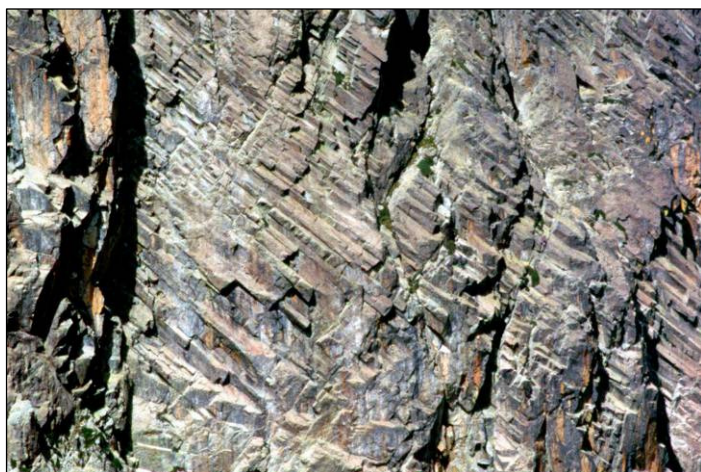


Figure 7. En plein milieu de la face sud de la pointe Jean Santé, la prismation accroche la lumière. Elle est inclinée à 45°, preuve des bouleversements tectoniques qui ont affecté l'ensemble du système intrusif, très longtemps après l'épisode volcanique. L'échelle des prismations est donnée par la dimension en largeur de la prise de vue au téléobjectif, soit 30 mètres. (Photo D. R.).

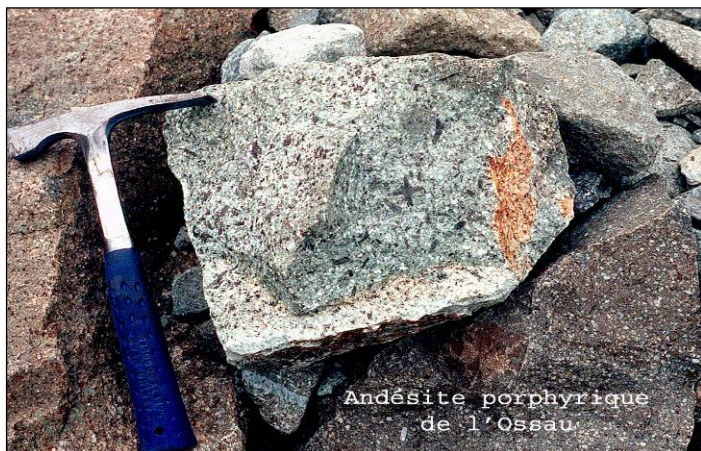


Figure 8. L'andésite acide de l'Ossau est « porphyrique »⁶. Sur le cliché, les cristaux sombres de hornblende apparaissent nettement ; certains sont centimétriques. Sur cassure fraîche, la roche, où le feldspath plagioclase abonde, apparaît d'un beau vert pâle. En surface, elle est légèrement rubéfiée par l'altération des minéraux ferromagnésiens et par la libération des oxydes de fer. (Photo D. R.).

⁶ *Porphyrique* : se dit d'une roche volcanique où les cristaux de grande taille sont dispersés au sein d'une pâte homogène, elle-même dépourvue de cristaux visibles (d'après *Dictionnaire de géologie*, par A. Foucault et al. Éd. Masson).

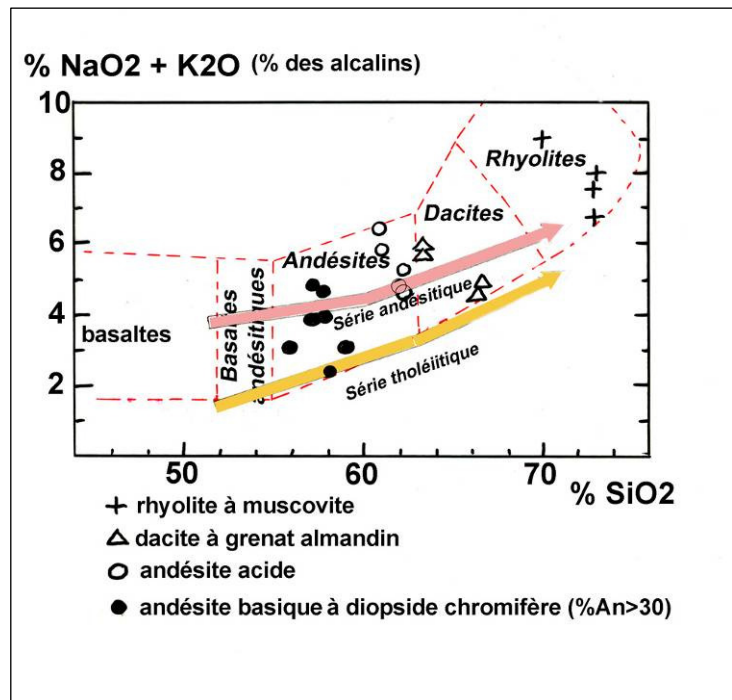
Figure 9. (Coupe polie). Comme l'andésite intrusive à laquelle elle ressemble beaucoup, la dacite intrusive de l'Ossau est porphyrique, avec de beaux cristaux, parfois centimétriques, d'amphibole, et des grenats almandins d'un rose pâle (entourés d'un trait sur le cliché). (Photo D. R.).



La présence de dacite au milieu de l'énorme masse d'andésite ne doit pas surprendre. Le volcanisme hercynien tardif, dont l'Ossau est issu, a duré plusieurs millions d'années au cours desquelles la composition du magma a évolué.

La montée et la mise en place des magmas de compositions différenciées dans les *cheminées annulaires* se sont faites en plusieurs épisodes, chacun contribuant à la fracturation, puis à l'élargissement des conduits. À l'intérieur, de nouvelles intrusions s'accrochent aux parois, ou décollent et entraînent les matériaux. La présence simultanée d'andésite et de dacite s'explique par le chimisme de la série volcanique de l'Ossau, identifiée sur la figure 10. Ce diagramme est inspiré du schéma standard de différenciation magmatique, limité aux faibles teneurs en alcalins. Les dacites dérivent des andésites, et celles-ci des basaltes par augmentation de la teneur en silice du magma en cours de différenciation, et aussi diminution progressive du taux de minéraux ferromagnésiens.

Figure 10. Les compositions chimiques des andésites et des dacites de l'Ossau sont en moyenne centrées sur la série andésitique classique, qui est à basse teneur en alcalins, c'est-à-dire en sodium et en potassium. Tous les points reportés sur le schéma sont des déterminations faites par François Bixel sur des roches prélevées sur le volcan d'Ossau. Quelques points d'andésite basique (moins de silice) sortent de la série pour se rapprocher de la série tholéiitique, comme nous le verrons dans la suite. (Schéma par D. Rossier, d'après les données de la thèse de F. Bixel [8]).



Cependant, à aucun endroit, on n'observe de basaltes au sens strict. Le modèle, qui est ainsi suggéré, suppose que la montée initiale de magmas basaltiques, depuis le manteau, s'est manifestée indirectement par le réchauffement et la fusion des roches de la croûte qui, elles, ont pu s'exprimer dans les effusions et les intrusions observées. C'est le modèle proposé par François Bixel dans sa thèse et dans ses articles [3] [8]. Il est représenté sur la figure 11.

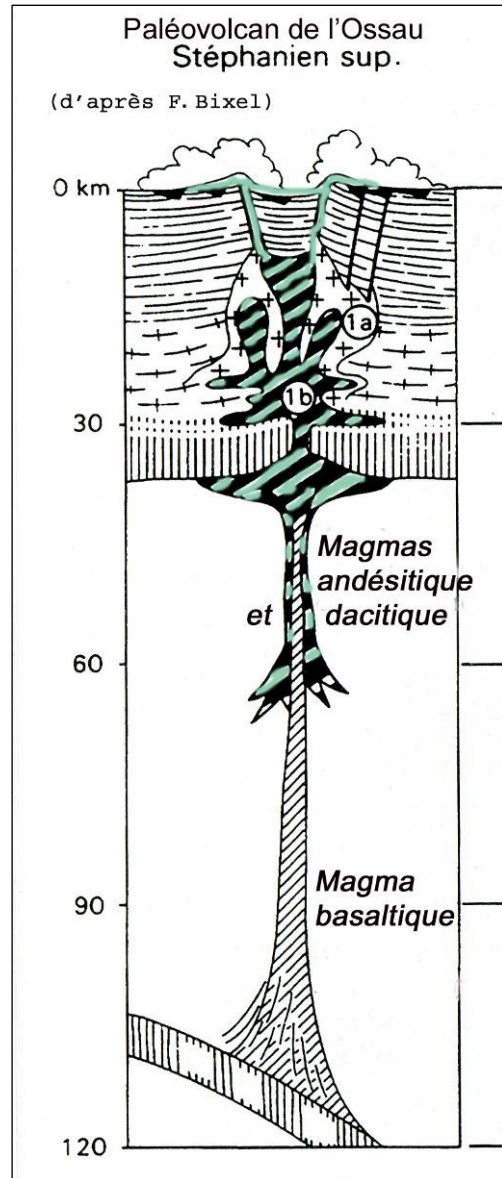
Figure 11. Modèle d'émission des magmas andésitique et dacitique de l'Ossau, d'après F. Bixel [3].

François Bixel

Le moment est venu de rendre hommage au géologue qui a certainement le plus contribué à la connaissance du volcan d'Ossau, François Bixel. Les travaux de l'équipe qu'il a animée il y a plus de trente ans sont encore maintenant une référence internationale.

En combinant des études approfondies de pétrologie et de tectonique, François Bixel a abouti à une synthèse impressionnante ; il a véritablement élucidé l'architecture et l'histoire du volcan. C'est ce qui nous permet aujourd'hui de parler de « naissance, vie et mort du volcan » ! Nous utiliserons fréquemment ses résultats, et ses schémas explicatifs, comme celui ci-contre, du modèle d'émission des magmas.

Toutefois, il reste à expliquer la présence assez atypique de grenats dans les dacites. Les grenats de composition almandin sont banals dans les roches métamorphiques, mais beaucoup moins fréquents dans les roches volcaniques. F. Bixel a étudié cette question et a éliminé l'hypothèse du métamorphisme [3]. Son explication part du chimisme hyperalumineux des dacites d'Ossau. Or, la faible teneur en alcalins ne permet pas la mobilisation de toute l'alumine dans les feldspaths. Aussi, l'alumine s'exprime dans un grenat almandin, $Al_2Fe_3(SiO_4)_3$, pauvre en spessartite (Mn), mais assez riche en grossulaire (Ca). L'origine de ces grenats est donc purement magmatique, et réside dans l'anatexie crustale⁷ à grandes profondeurs, comme cela est illustré sur le schéma de F. Bixel (figure 11).



Le phénomène de différenciation magmatique peut être observé directement ! En effet, à l'extrémité orientale de la base de la pointe Jean Santé, une écaille épaisse se détache (figure 12). Au-dessus, la grande paroi d'andésite a fait intrusion postérieurement et elle se raccorde à elle par une bordure figée.

Figure 12. Écaille d'andésite basique à diopside chromifère et plagioclases riches en calcium, à la base de la pointe Jean Santé. (Photo D. R.).

⁷ Anatexie vient du grec et signifie fusion. Elle peut être partielle, puis évoluer vers la fusion totale.

Un peu d'escalade permet d'aller échantillonner l'écaïlle, pour constater qu'elle est faite d'une andésite nettement plus basique (moins acide) que celle déjà décrite. Le plagioclase a un caractère calcique renforcé. Et, surtout, un simple examen de coupe polie fait apparaître des cristaux de clinopyroxène zonés (cœur d'augite et diopside chromifère), visibles sur la photo de la figure 13 et l'agrandissement de la figure 13 bis.

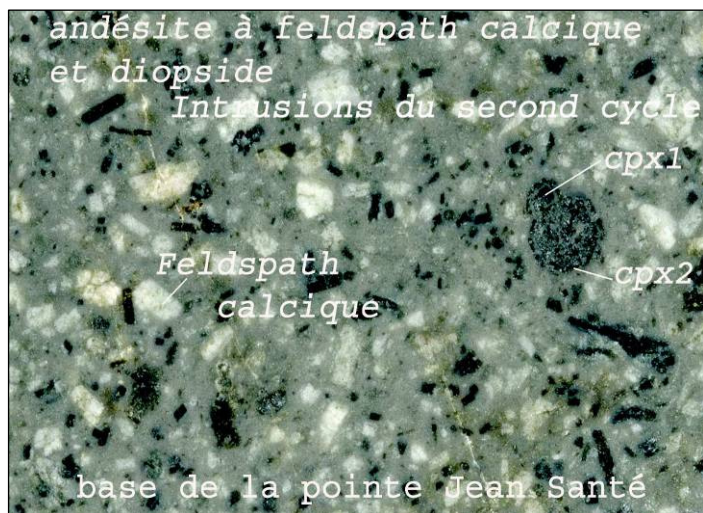
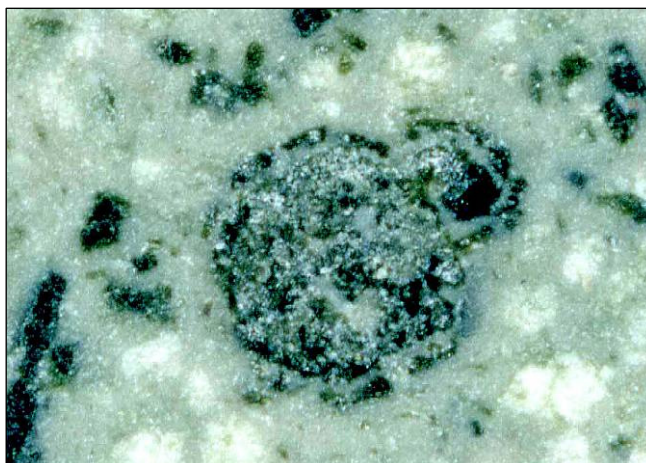


Figure 13. Cristaux millimétriques de pyroxènes zonés dans l'andésite basique prélevée à la base de la pointe Jean Santé. Cpx désigne les clinopyroxènes. (Photo D. R., prise sur une coupe polie).

Figure 13 bis. Agrandissement des clinopyroxènes zonés de l'andésite basique de la figure 13. Noter la forme octogonale d'une section droite du prisme d'augite, d'environ 2 mm de « diamètre ». (Photo D. R.).



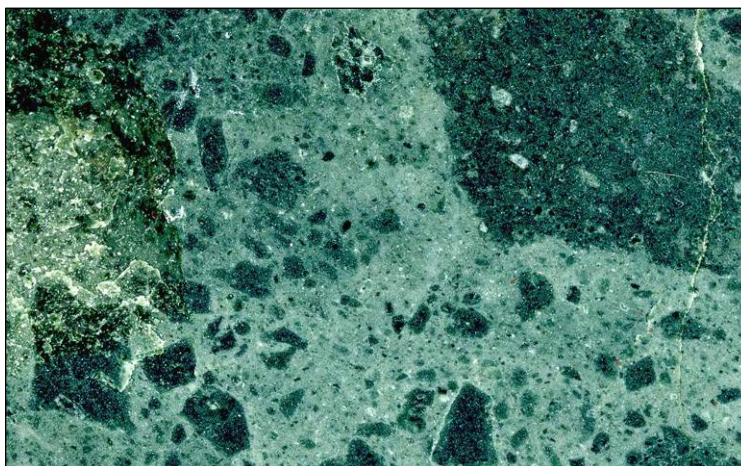
La composition des plagioclases est celle de l'andésine (> 30 % d'anorthite). La silice ne s'exprime que dans la mésostase⁸. C'est ce type d'andésite que François Bixel classe dans les andésites basiques, et dont la composition se rapproche plus de la série tholéïitique que de la série andésitique proprement dite, majoritaire dans l'Ossau (voir figure 10). Le modèle de la figure 11 suggère qu'il y a eu, pour une certaine période, contamination locale du magma andésitique par la remontée de magma basaltique *stricto sensu*.

Première rencontre avec un grand accident de chevauchement

Continuant notre exploration du « chaudron » volcanique, nous nous élevons vers l'ouest, au-dessus du cirque de Pombie, dans les éboulis à la base de la pointe Emmanuelle, contrefort sud du Petit pic. Ce dernier est le jumeau, plus modeste, du Grand pic, bien visible sur la photo de la figure 6. Et là, surprise ! La monotonie de la roche volcanique, andésite ou dacite, se trouve rompue. Nous franchissons des barres rocheuses en grès rouge, puis, à la base de la pointe Emmanuelle, la roche perd son caractère homogène : nous sommes en présence de brèches aux couleurs vives, où les débris anguleux d'andésite, de dacite et de pélite sont pris dans un ciment grésopélitique pourpre, violacé ou vert (figure 14).

⁸ Mésostase désigne la matière interstitielle vitreuse ou microcristalline remplissant les espaces entre les cristaux dans les roches volcaniques.

Figure 14. Coupe polie d'une brèche prélevée au pied de la pointe Emmanuelle (brèche vient du latin *breccia*, pierre brisée). (Photo D. R.).



Au-dessus de nous, la paroi est faillée de haut en bas : c'est une zone fortement tectonisée, qui se prolonge plus au sud encore, là où le contrefort s'abaisse jusqu'au col de Peyreget et vient buter sur le pic du même nom.

Un faisceau de failles apparaît là, dirigé d'est en ouest. Plusieurs affleurements parallèles de grès et de pélites sont pincés dans les failles, qui se révèlent être des failles inverses. Nous verrons, dans le deuxième chapitre, la signification essentielle de *chevauchement* qu'il faut attribuer à cet accident tectonique pour la compréhension de la structure de l'Ossau. Ces sédiments grésopélitiques sont datés du Permien, et ont donc été déposés après les événements du volcanisme de l'Ossau, qui eux datent du Stéphanien, à l'extrême fin du Carbonifère.

Le second arc intrusif : l'arc de Pombie-Peyreget, concentré des différents types de roches volcaniques de l'Ossau

Avant de décrire plus en détail le grand accident, nous allons découvrir le second arc intrusif du chaudron, annoncé dans notre introduction et sur la figure 3 : l'arc de Peyreget, ou de Pombie-Peyreget, puisque son extrémité sud-est est visible de l'intérieur du cirque de Pombie. Nous gagnons cette extrémité au petit col du Soum de Pombie (cote 2 129 m sur la carte) et, de là, nous suivons la base externe de l'arc, comme nous l'avons fait pour l'arc de Moundelhs. Nous pouvons suivre la progression sur la carte de la figure 15, grâce aux repères de lettres blanches *A* et *B*. L'arc de Peyreget paraît plus modeste que le premier. La belle crête acérée visible sur la photo de la figure 16, prise précisément du point repère *A*, est faite d'une brèche intrusive de dacite. La dacite prélevée est, par endroits, riche en grenats almandins (figure 17).



Figure 16. Crête dans la partie méridionale et orientale de l'arc intrusif de Pombie-Peyreget. Photo prise au repère *A* (lettre blanche) de la figure 15. (Photo D. R.).

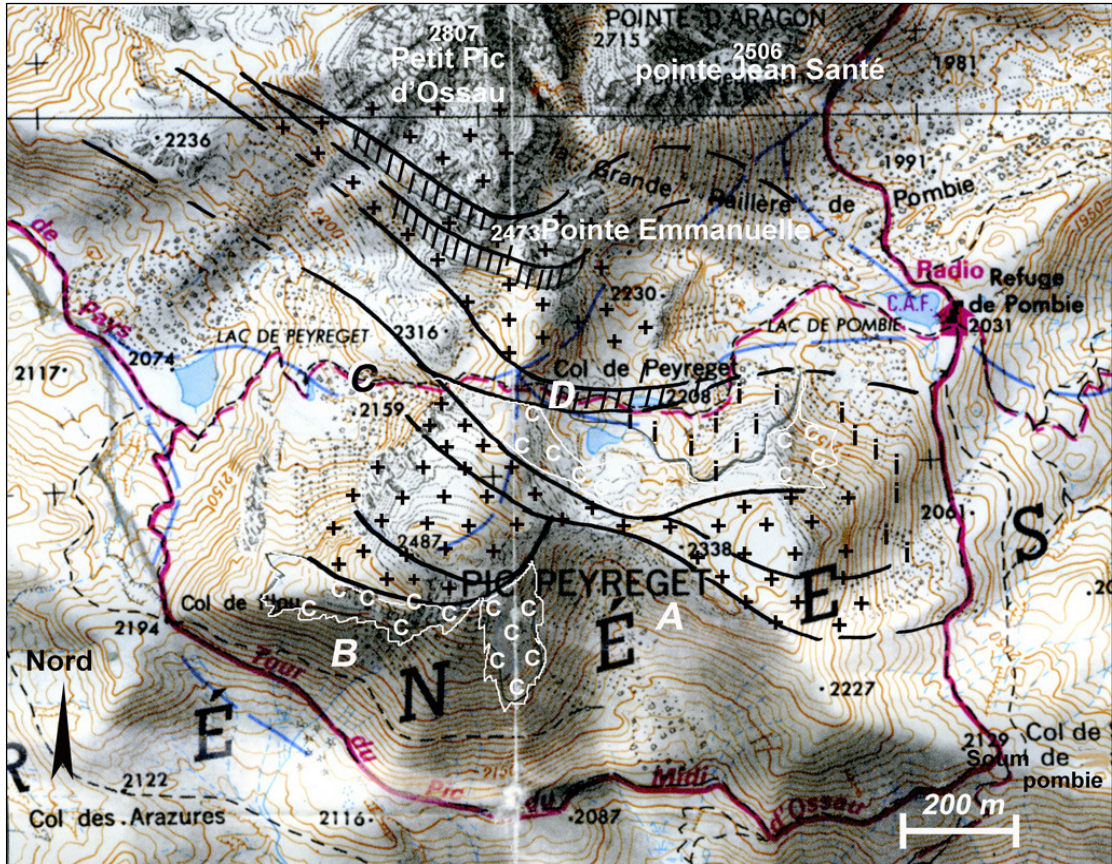


Figure 15. Itinéraire suivi pour longer le début de l'arc intrusif de Pombie-Peyreget (repères en lettres blanches *A* et *B*) et pour faire le tour du pic de Peyreget (repères *A*, *B*, *C* et *D*). On a représenté, en superposition à un agrandissement de la carte IGN à 1/25 000, le réseau de failles du grand accident de chevauchement, de direction générale est-ouest.

Symboles + : pour les roches intrusives, principalement de brèche dacitique ;
 c : pour les coulées d'andésite, de part et d'autre de l'arc intrusif ;
 i : pour les ignimbrites à rhyolite.

Les zones hachurées //////////////// représentent les vestiges des sédiments du Permien, pincés dans les failles inverses du grand accident. Noter, en haut de la carte, que la masse du Petit pic, avec son prolongement de la pointe Emmanuelle, semble entrer en collision avec l'arc de Peyreget. (Schéma D. R., sur fond IGI).

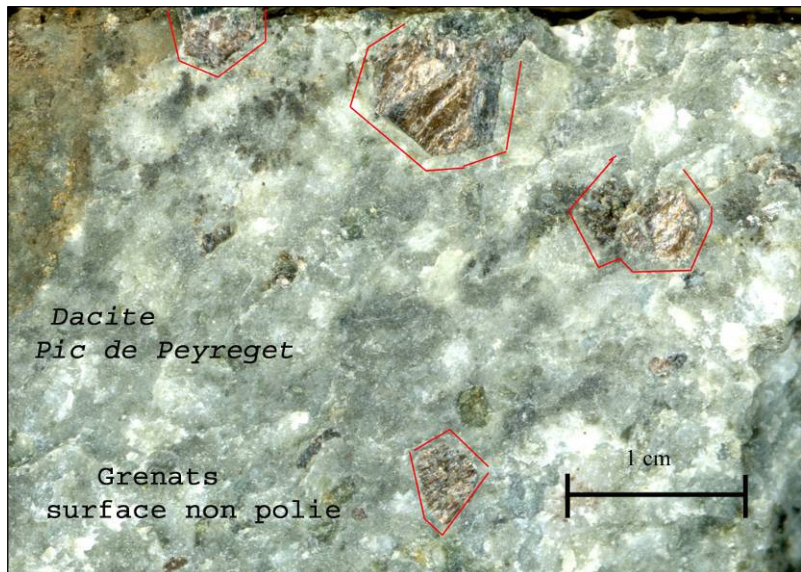


Figure 17. Les grenats almandins de la dacite de Peyreget, abondants, sont subcentimétriques et visibles à l'œil nu. Ils sont entourés d'un trait fin rouge sur la photo. (Photo D. R.).

À la dacite sont mêlées quelques enclaves de schistes, arrachées au socle lors de l'intrusion.

Continuant notre progression, nous notons que l'arc s'incurve et remonte vers le nord. Au point repère **B**, c'est le front vertical d'une belle coulée d'andésite qui peut être observé, avec par endroits une bordure figée bien prismée sur une hauteur de plusieurs mètres. Elle s'est épanchée vers l'extérieur de la caldera comme le montre la photo de la figure 18. C'est la première coulée que nous observons depuis le début de notre exploration. Elle semble sortir des flancs sud-ouest du pic de Peyreget, pour s'étaler sur le vieux socle grésopélimitique du Carbonifère. En arrière et au-dessus de la coulée, un culot de dacite a résisté à l'érosion et dresse ses flèches vers le ciel. Le sommet du pic, qui correspond au cœur massif d'andésite de l'arc intrusif, est lui arrondi. Le relief tourmenté du culot de dacite s'explique par une viscosité à l'émission plus élevée que celle de l'andésite.

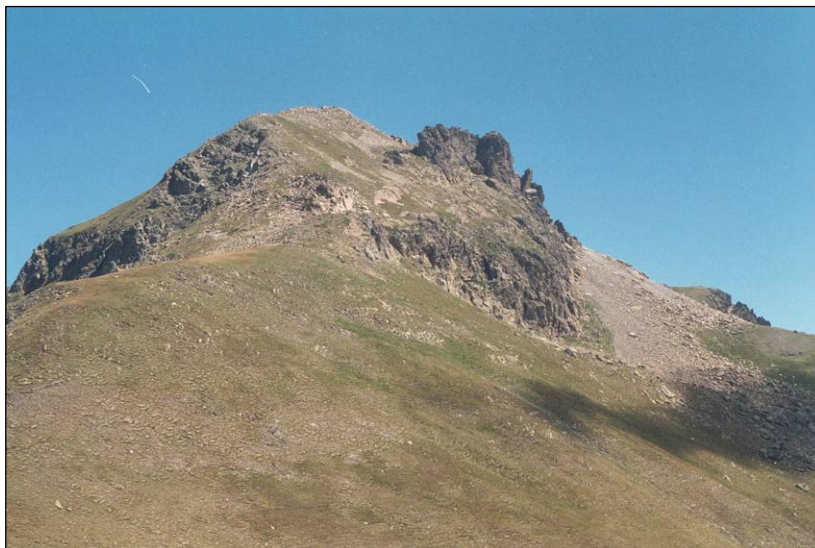


Figure 18. Face sud-ouest du pic de Peyreget, vue un peu au-dessus du col de Liou (cote 2 194).

Au premier plan, le socle grésopélimitique. Au centre, la coulée d'andésite tournée vers l'extérieur de la caldera. Se découpant sur la crête sud, le culot de dacite et ses aiguilles. (Photo D. R.).

Au nord du col de Riou, le haut relief de l'arc de Peyreget est interrompu par le grand accident décrit plus haut, dont l'important réseau de failles se matérialise par l'entaille descendant du col de Peyreget (cote 2 208 de la figure 15). Pour retrouver l'arc et l'observer, il faudra franchir la dépression ainsi creusée, qui a permis la formation du lac de Peyreget au pied du col (cote 2 074), puis remonter vers le nord, en contournant le flanc ouest du Petit pic d'Ossau. C'est ce que nous décrirons au début du second chapitre. Notons que la cohérence entre les deux segments de l'arc apparaît bien sur les photos aériennes, malgré la discontinuité créée par le grand accident de chevauchement.

Avant de clôturer le premier chapitre, terminons le tour du pic de Peyreget, dont nous avons déjà exploré le versant sud. Le versant nord (lettres repères **C** et **D** de la figure 15) va nous offrir une belle moisson d'informations pétrographiques et tectoniques. En effet, ayant franchi le col de Peyreget et amorçant la descente vers le petit lac et le refuge de Pombie, nous nous coulons dans une des failles du réseau du grand accident tectonique déjà observé. De nouveau apparaissent des roches fortement

tectonisées et, par endroit, des lambeaux de grès du Permien, pincés dans les coulées de roche volcanique. Le sentier longe un impressionnant miroir de faille dont le plan, d'axe est-ouest, plonge vers le sud (figure 19).

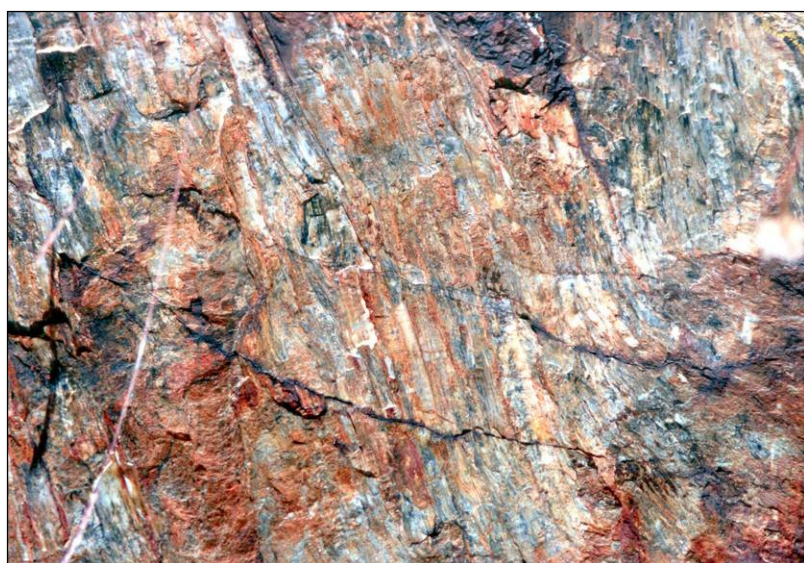


Figure 19. Le grand miroir de faille, dans la descente du col de Peyreget, vers le lac de Pombie. (Photo D. R.).

Plus bas, sur la rive droite des « laquets », petits lacs à la base du pic de Peyreget, le relief prend un aspect lunaire et chaotique (figure 20). Les gros blocs et les ressauts de roche volcanique montrent une surface grumeleuse (figure 21). Ce n'est ni une intrusion, ni une coulée ; ce n'est pas non plus une brèche !... Il s'agit d'ignimbrite (des deux mots latins : *ignis*, feu, et *imber*, pluie), provenant d'une phase précoce d'éruption explosive, accompagnée d'une nuée ardente. La roche est formée par accumulation de petits débris millimétriques à centimétriques, projetés puis retombés et soudés à chaud par la cendre brûlante.

Figure 20. Paysage de couleurs vives aux environs des « laquets » du versant nord de Peyreget. Blocs et ressauts d'ignimbrite composent un paysage lunaire. (Photo D. R.).

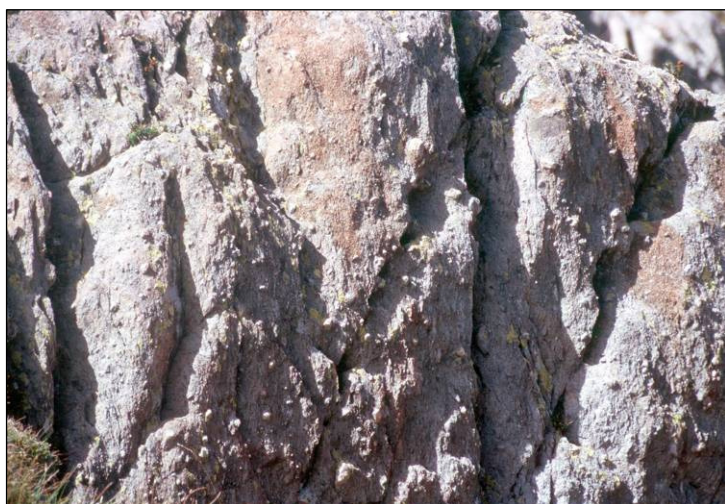


Figure 21. L'érosion a sculpté les blocs d'ignimbrite, faisant ressortir de la surface les débris accumulés lors de l'épisode explosif. (Photo D. R.).

Certaines de ces cendres ont une composition encore plus acide que celle des dacites décrites précédemment ; ce sont des rhyolites, dont nous aurons l'occasion d'expliquer l'origine dans le second chapitre. La figure 10, dont nous nous sommes servis pour

caractériser chaque roche volcanique rencontrée dans notre périple, montre que les rhyolites sont le terme ultime de la « série andésitique » du volcanisme ossalois.

Premières conclusions

Nos premiers pas autour du pic du Midi d'Ossau nous ont permis de découvrir les vestiges d'une caldera primitive : deux fragments d'arcs intrusifs et, associés à ces arcs, des brèches d'arrachement aux parois de la cheminée annulaire, des coulées et des dépôts de cendre volcanique. Les vastes dimensions et l'organisation de la caldera commencent à se deviner !

Les roches volcaniques échantillonnées sont variées, mais cette diversité s'explique par la différenciation au sein de la chambre magmatique : au cours du temps, le magma aurait émis des roches représentatives de toute la série dite « série andésitique ». De plus, nous avons trouvé trace d'un épisode d'explosion cataclysmique, qui va nous conduire à tenter de reconstituer l'histoire du paléovolcan. Mais le « chaudron » est brisé ! Et les traces d'un grand bouleversement tectonique sont évidentes : le second chapitre nous donnera-t-il la clé de l'énigme ?

Chapitre II

Comment l'enquête reconstitue la vie du paléovolcan, puis son bouleversement tectonique

D'abord se repérer avant de repartir

Avant de reprendre notre marche à la découverte du « chaudron brisé », repérons-nous sur la carte IGN, à l'aide de la figure 22. Pour bien localiser les observations, la carte a été reproduite avec des surcharges de couleur pour tous les terrains volcaniques de cette région. Nous avons eu recours à un code de couleurs simplifié, mais qui permet de distinguer, d'une part les trois principaux types de roches volcaniques : andésites et dacites, en vert, et rhyolites en rose ; et, d'autre part, de faire ressortir la distinction, déjà faite précédemment, entre coulées (roches effusives, en vert vif), intrusions (vert-bleu) et cendres (ignimbrites, en jaune pointillé de rouge).

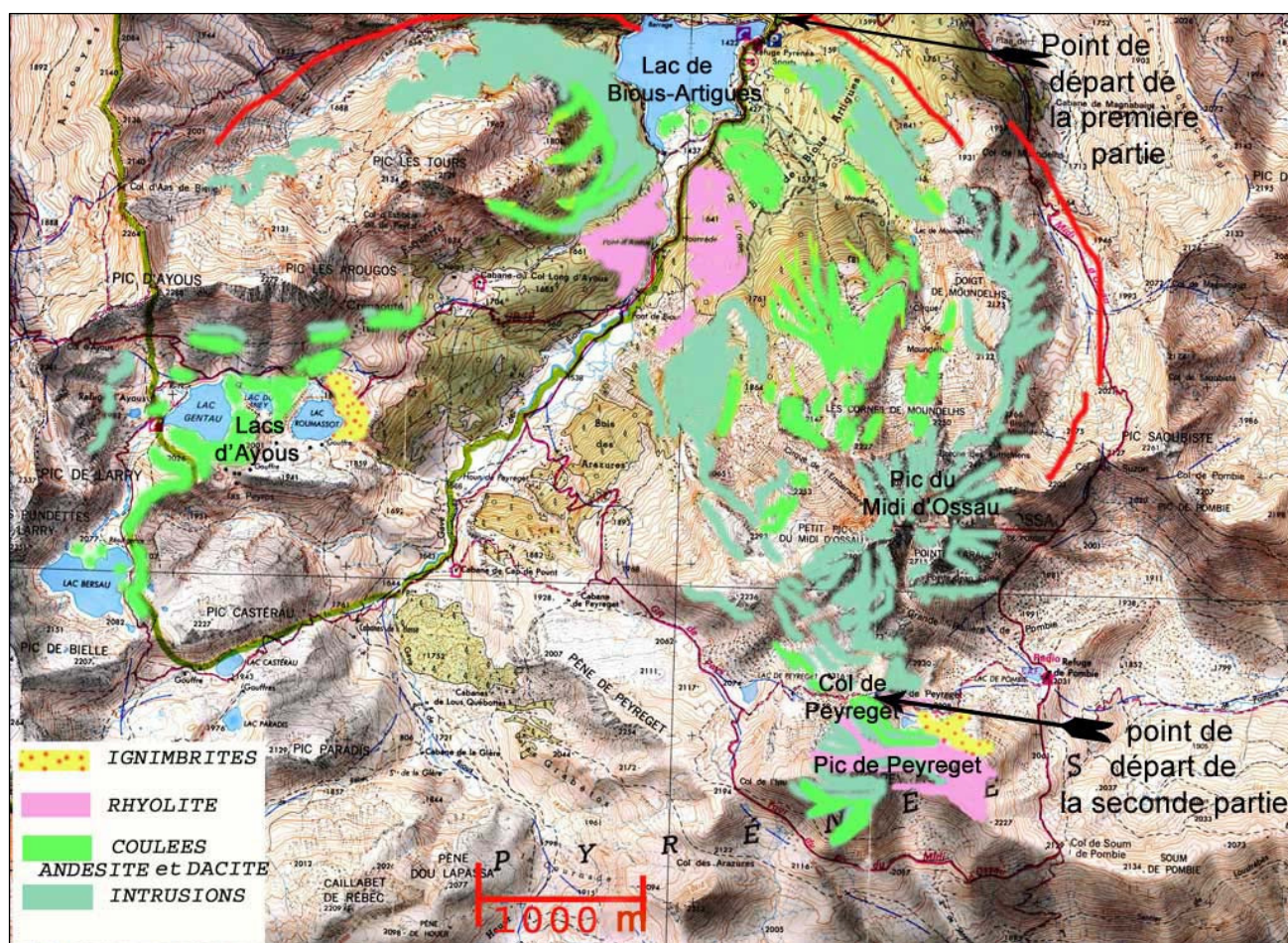


Figure 22. La reproduction de la carte IGN, en fond, permet de repérer les chemins parcourus et les points de départ. Seuls les affleurements de roches volcaniques sont indiqués à l'aide du code de couleur simplifié, de façon à ne pas surcharger la figure. La première partie de notre exploration s'est déroulée en suivant le sentier balisé, tracé en rouge sur le fond, à la bordure orientale de la caldera, puis autour de l'édifice intrusif du pic de Peyreget ; la seconde partie va se porter sur le centre de la caldera, mais hors sentier, puis sur la bordure ouest du complexe volcanique, cette fois en suivant un bon sentier. Les dépressions, témoins de la grande faille annulaire, sont indiquées par les arcs de cercle en traits rouges épais. (Schéma D. R., sur fond carte IGI 1547 OT).

Un panorama entièrement différent : mais où est la caldera ?

Nous allons maintenant quitter le versant oriental du complexe volcanique pour regagner le col de Peyreget, en remontant par la dépression du grand accident de chevauchement qui sépare le pic du Midi d'Ossau du pic de Peyreget. Il s'agit de compléter l'exploration, par la visite du cœur de la caldera et de tout le versant ouest. Avant de longer le segment nord de l'arc de Peyreget, comme nous l'avons annoncé dans le premier chapitre, observons le panorama qui se déploie vers l'ouest, depuis le col (figure 23). Un paysage très différent apparaît qui va nous permettre de localiser la marge occidentale de la caldera et aussi de nous poser la question de sa place dans les terrains encaissants du Paléozoïque.

À gauche, au premier plan, se dresse le Pène de Peyreget⁹, terminé vers le sud par de belles falaises blanches visibles depuis le col de Liou ; elles sont connues pour leur caractère récifal, recelant Poly-piers et Stromatopores du Givétien (Dévonien moyen). Ces calcaires massifs sont surmontés par les sédiments marins de la première moitié du Carbonifère. Ceux-ci créent dans le paysage un relief caractéristique, formé par les grandes vagues semblant s'élançer vers le ciel jusqu'aux deux sommets visibles du col, le Pène de Peyreget et le pic de Casterau (figure 23) ; ils sont représentés colorés avec la teinte bleue du Carbonifère, sur le dessin d'interprétation de cette photo.

Également évident sur la photo et son dessin associé, le grand accident tectonique est-ouest décrit à la fin du premier chapitre, que nous retrouvons ici, indiqué sur le dessin par le signe habituellement consacré aux accidents de chevauchement : un trait épais, auquel est associé un petit triangle indiquant la direction du chevauchement. L'accident est bien visible au pied du Pène de Peyreget, où les vestiges de terrains du Westphalien ont été charriés sur le glacis des calcaires du Viséen (voir l'échelle des temps au Carbonifère, figure 39). L'accident peut être suivi jusqu'à l'extrémité nord des lacs d'Ayous, où il dessine les entailles et les cannelures bien nettes du ressaut rocheux sous le lac Roumassot (noté **LR** sur le dessin).

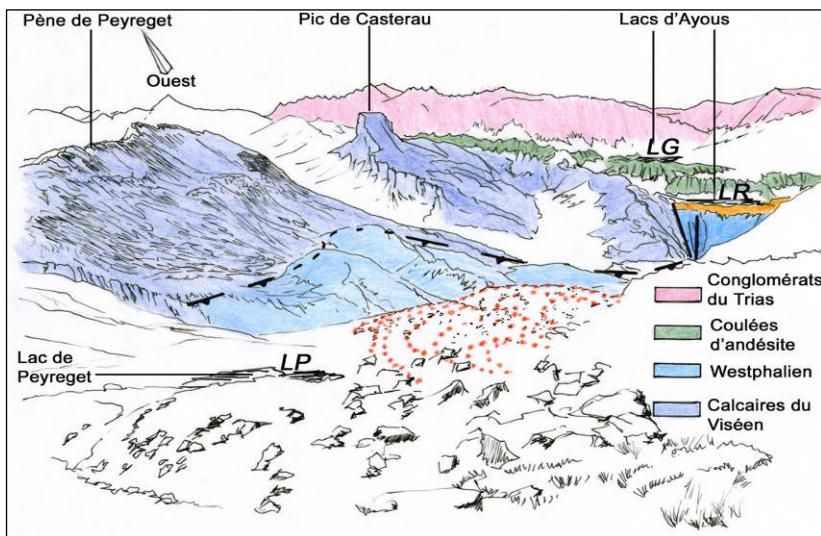


Figure 23. Photo prise vers l'ouest, depuis le col de Peyreget, et dessin d'interprétation. Au second plan de cette vue plongeante, on aperçoit le lac de Peyreget en contrebas (noté **LP** sur le

dessin), au-dessus d'une zone d'éboulements de blocs d'andésite, écroulés de la face orientale du Petit pic d'Ossau. On distingue aussi les vestiges d'arcs morainiques de l'âge glaciaire, dont le relief est indiqué par les pointillés rouges. (Photo et dessin D. R.).

Le volcanisme (au-delà des blocs et des éboulis du premier plan) aurait-il soudain disparu du paysage ? En effet, il nous manque au moins une bonne moitié du « chaudron », d'après nos investigations de la première partie de notre excursion !

Il faut porter le regard au fond du paysage, sous l'horizon barré par la masse des grès et conglomérats rouges du Permien (figure 23), pour retrouver le volcanisme et un bon fragment de notre chaudron.

⁹ À ne pas confondre avec le pic de Peyreget, relief volcanique visité dans le premier chapitre (voir figure 22).

En effet, le regard est immanquablement attiré par le puissant alignement horizontal de barres rocheuses surmontant les calcaires du Viséen, à droite du Castérou : elles sont en vert foncé sur le dessin d'interprétation et nous verrons qu'il s'agit d'un arc bien conservé de fronts de coulées d'andésite. Ce sont ces coulées qui retiennent le merveilleux chapelet des lacs d'Ayous, bien connu des randonneurs. Deux d'entre eux sont mentionnés sur le dessin : **LG** pour le lac Gentau, et **LR** pour le Roumassot. À vrai dire, ce dernier est retenu par une épaisse bordure d'ignimbrites, indiquée sur le dessin par la tache orangée ; ces cendres ont été déposées sur le socle du Carbonifère. Mais là, nous anticipons sur le terme de notre voyage ! Revenons à l'itinéraire prévu, qui va nous faire pénétrer au cœur même de la caldera.

Pour l'heure, nous retenons que l'édifice semble avoir été défoncé et disloqué, et qu'il y a sans doute un lien avec l'existence du grand accident de chevauchement est-ouest ; mais comment, et quand ?

Voyage hors sentier, au cœur de la caldera

Après avoir contourné à flanc la pointe 2 236 m (carte IGN), à partir du col de Peyreget, il est possible, pour un montagnard expérimenté, de longer le segment nord de l'arc de Peyreget, jusqu'à une brèche providentielle à 2 050 m d'altitude ; c'est la porte d'entrée vers l'intérieur de la caldera, vaste cuvette fortement inclinée vers le nord ! Un dernier regard en arrière : la vue panoramique sur les lacs d'Ayous est à couper le souffle, et nous en aurons bien besoin pour la dernière partie de notre exploration.

L'exploration de cet immense chaos de 200 hectares n'est pas une partie de plaisir : une fois franchie, la porte offerte par la brèche semble se refermer et le visiteur est pris au piège d'un terrain dangereux où il doit chevaucher, pendant des heures, de gros blocs d'andésite plus ou moins stables. Mais ce lieu sauvage, où seuls pénètrent les isards, réserve de grandes émotions à l'amateur volcanologue. Au pied des vertigineuses parois qui s'élancent vers le couple Grand pic/Petit pic, plusieurs immenses pierriers forment un ensemble complexe de cirques séparés par des coulées d'andésite et de dacite, entourées d'aiguilles et de culots intrusifs (figures 24 et 25). La forme digitée d'une grande coulée est schématisée en vert émeraude, au centre de la cuvette de la caldera, sur la carte simplifiée de la figure 22.

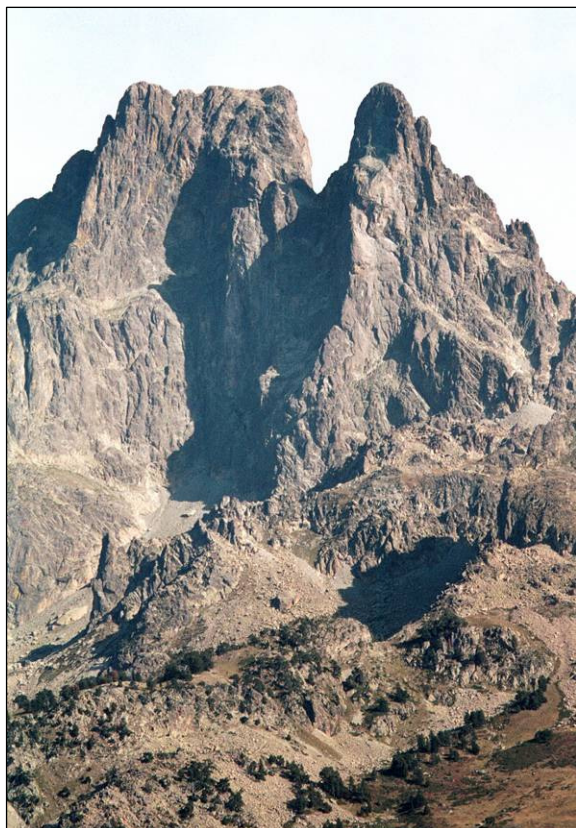


Figure 24.

Photo prise au téléobjectif depuis le chemin qui mène du lac de Bious-Artigues aux lacs d'Ayous. On a ainsi le recul nécessaire pour embrasser d'un seul coup d'œil :
- les faces nord des pics d'Ossau, le Grand pic et le Petit pic, séparés par une brèche profonde ;
- le cirque dit de l'Embaradère, à la base des parois, prolongé par les coulées internes de la caldera.
Au premier plan, on aperçoit la brèche « providentielle », ouverte dans l'arc intrusif de Peyreget, et qui permet de s'introduire dans le cirque de l'Embaradère.
La face nord atteint dans son plus grand déploiement une hauteur de 500 mètres.
(Photo D. R.).

Malgré les difficultés d'accès, François Bixel et son équipe ont soigneusement cartographié l'intérieur de la caldera, prélevant d'innombrables échantillons pour identifier leur composition chimique, et déterminer la chronologie des coulées successives en fonction de la différenciation du magma. Sur les échantillons, les géologues ont fait également des observations systématiques de « fluidalité », c'est-à-dire du mode et de la direction d'écoulement de la lave au moment de son refroidissement [1].

La fluidalité est illustrée sur un échantillon d'andésite que nous avons prélevé sur l'une des coulées au bas du cirque de l'Embarradère (figure 26).

Figure 25.
Le culot intrusif d'andésite acide (ou de dacite ?) de la pointe 2 293 m, photographié dans la lumière du matin, depuis le cirque de l'Embarradère. On distingue le dessin régulier des prismes de refroidissement, inclinés à 45°. (Photo D. R.).

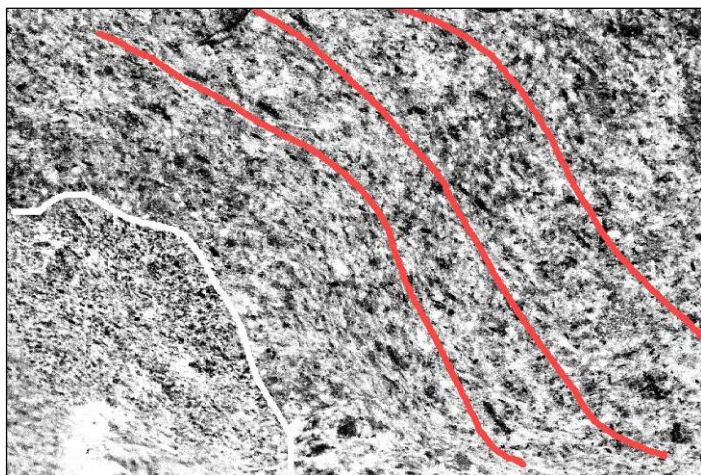


Figure 26. Lignes de « fluidalité » dans un échantillon d'andésite prélevé dans une coulée, au bas de l'Embarradère. Les lignes sont marquées par l'orientation des biotites et des innombrables baguettes de hornblende qui ponctuent la texture porphyrique de cette lave acide. Leur allure générale est donnée par les lignes tracées en rouge. La ligne blanche entoure une enclave à cristaux plus fins, emballée dans le bloc de lave, mais dont la direction de fluidalité semble proche. (Photo D. R.).

La cartographie de la fluidalité, dressée et publiée par F. Bixel [1], a constitué une base particulièrement utile pour établir la géométrie et la dynamique des épanchements successifs, au cours de l'histoire de la caldera. Il a montré que l'intérieur de cette caldera avait ployé sous le poids des coulées accumulées.

Le dôme de la crête de l'Ours : une intrusion précoce dans l'arc du volcan en formation

Non sans peine ni fatigue, le visiteur sortira du piège du chaos de l'Embarradère, en descendant par des éboulis, hors sentier, puis en revenant vers l'extrémité inférieure de l'arc de Peyreget, pour gagner un dôme boisé au sommet de la « crête de l'Ours ». Celle-ci s'élève au-dessus du lac de Bioux-Artigues (figure 27).

Unique dans tout le système volcanique du l'Ossau, le dôme mérite vraiment la visite : rassurons le visiteur, il peut aussi l'atteindre sans difficulté par des pistes forestières, à partir du rivage sud du lac de Bioux-Artigues !



Figure 27. La photo est prise depuis le chemin des lacs d’Ayous, comme celle de la figure 24 dont elle est la suite vers le nord. Elle donne une vue plongeante sur le replat de sédiments fluviaux du gave¹⁰ qui se jette plus bas dans le lac de Bioux-Artigues, situé plus à gauche mais non visible sur la photo. On voit ainsi que l’exploration complète de l’arc intrusif de Peyreget, dont on voit l’extrémité septentrionale, ramène au-dessus du point de départ de la première partie de nos explorations. La photo donne aussi une idée de la forte déclivité à l’intérieur des cirques occupés par les coulées et les chaos rocheux (Moundelhs et Embarradère), au cœur de la caldera. La flèche blanche signale le curieux dôme qui culmine au sommet de la crête de l’Ours, juste au-dessus et au sud du lac.
(Photo D. R.).

L’originalité de ce dôme réside dans sa structure clairement anticlinale et dans la composition et la texture de la roche volcanique dont il est constitué. Il s’agit de rhyolite¹¹, une roche très claire, pas ou faiblement porphyrique, donc bien différente des andésites et des dacites omniprésentes dans les coulées et les arcs intrusifs de l’Ossau. Elle est riche en quartz et en feldspath potassique, dépourvue de minéraux sombres ferromagnésiens et, à vrai dire, sa composition est exactement celle d’un granite alcalin classique ! Mais il s’agit bel et bien d’une roche volcanique, qui a fait intrusion en ce point exact à l’extrémité de l’arc de Peyreget. On peut trouver des échantillons frais et peu altérés au bord du lac et au sommet du dôme (figure 28).

La texture de la roche, très homogène, n’est que partiellement vitreuse, et le plus souvent finement et uniformément recristallisée, comme on le voit sur la figure 28. Sur certains affleurements, comme on le verra au sommet du dôme, des phénocristaux globuleux de quartz et de feldspath apparaissent. Cependant, pour les rhyolites échantillonnées à la base du dôme, au bord du lac, le plus curieux est la présence de phénocristaux de muscovite, c’est-à-dire d’un mica blanc alumineux, très fréquent dans les roches magmatiques et métamorphiques, mais inhabituel dans une roche volcanique. L’explication est développée plus loin, et se comprend dans le cadre de l’histoire du paléovolcan et dans la succession des épisodes volcaniques.

Comme les laves rhyolitiques sont extrêmement visqueuses, elles ne peuvent pas s’étaler en coulée, et elles s’accumulent autour de leur point d’émission localisé à cet endroit : c’est ce qui explique la forme si caractéristique en dôme, visible sur la figure 27. Il s’agit donc plus d’une intrusion que d’une coulée, avec un temps de refroidissement beaucoup plus long, permettant la recristallisation partielle.

¹⁰ « Gave » est le terme générique, en langue béarnaise, pour désigner un torrent.

¹¹ Rhyolite : du grec *rhein*, couler. En toute rigueur, le terme désigne une roche effusive de teinte claire où la phase vitreuse est majoritaire ; dans la rhyolite de l’Ossau, cette phase est partiellement recristallisée.



Figure 28.

Surface polie de la rhyolite du dôme de la crête de l'Ours. Les paillettes de muscovite se détachent, brillantes sur le fond quartzo-feldspathique vitreux ou microcristallisé. Elles ont souvent une forme hexagonale allongée dans le sens de l'écoulement des nappes, et sont toujours disposées parallèlement aux plans de fluidalité (voir plus loin à ce sujet). Échantillon prélevé au bord du lac de Bious-Artigues, à la base du dôme. (Photo D. R.).

C'est au sommet du dôme que nous avons découvert le bel affleurement de rhyolite que nous allons décrire. Depuis plusieurs dizaines d'années, les pins ont poussé densément sur la crête de l'Ours, et c'est à l'occasion d'une forte tempête qu'un bouquet de pins a été déraciné juste au sommet du dôme (altitude 1 730 m). Le réseau des racines, très superficiel, s'est entièrement soulevé avec toute la terre retenue, découvrant sur plus d'une dizaine de mètres carrés la roche intacte : elle se présente idéalement plane et polie pour l'observation (figure 29).

Figure 29.

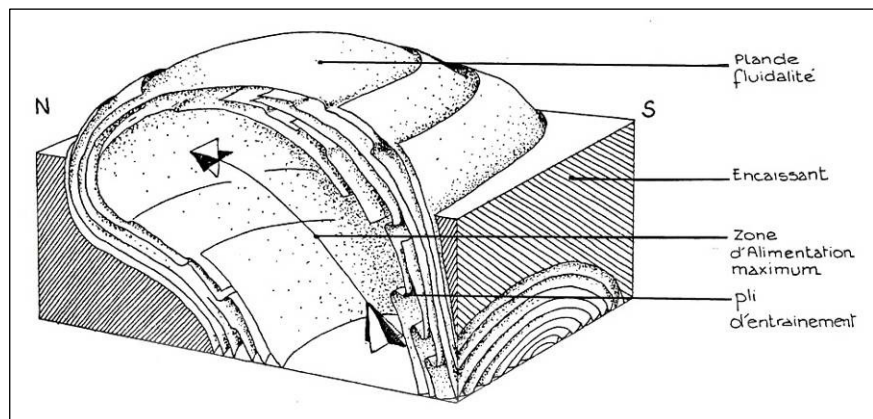
Surface de l'intrusion de rhyolite, au sommet du dôme de la crête de l'Ours. C'est une roche compacte, de couleur très claire. On remarque la structure litée, régulièrement rythmée, qui exprime le mode d'écoulement en nappes épaisses et pâteuses, qui se sont plissées et superposées les unes sur les autres, lors de l'émission et du refroidissement. (Photo D. R.).



La « fluidalité » des écoulements de rhyolite est différente de celle des andésites, démontrée sur la figure 26 plus haut. En effet, l'andésite est beaucoup plus fluide que la rhyolite, cette dernière étant rendue visqueuse par l'abondance de la silice libre. Les directions de fluidalité ont été soigneusement cartographiées par les géologues, de sorte que François Bixel a pu en tirer un modèle qui tente de reconstituer l'édification du dôme et la position de la source d'épanchement (figure 30).

Figure 30.

Modèle pour le dôme de rhyolite de la crête de l'Ours. Représentation schématique de la forme de l'intrusion publiée par F. Bixel, en 1973 [1].



La structure anticlinale, en couches et en enveloppes concentriques déversées vers le nord, a été établie par les mesures d'orientation et de pendage faites sur les plans de fluidalité.

Les couches à la périphérie ont été en contact avec la roche encaissante, freinées par elle et ralenties dans leur mouvement. Si bien que les couches successives, qui continuent à être entraînées et étirées sous les couches figées à la périphérie, frottent sur ces dernières. Ces mouvements relatifs entre couches créent des zones interstitielles de broyage, qui se traduisent par les liserés colorés qui marquent les limites des lits, comme on le voit sur la photo de la figure 29. Ces liserés correspondent à des zones de fragilité, qui apparaissent en creux entre les lits.

Quelques mètres plus loin de l'emplacement d'où la photo de la figure 29 a été prise, la belle apparence homogène de la dalle de rhyolite est rompue et elle apparaît au contraire bréchique, comme le montre la figure 31. À cet endroit, le dôme a été fracturé et pénétré par l'intrusion d'une dacite en tout point semblable à celle décrite dans le premier chapitre. Elle est immédiatement reconnaissable par son caractère porphyrique et à ses grenats rouges ressortant sur le fond microlithique sombre.

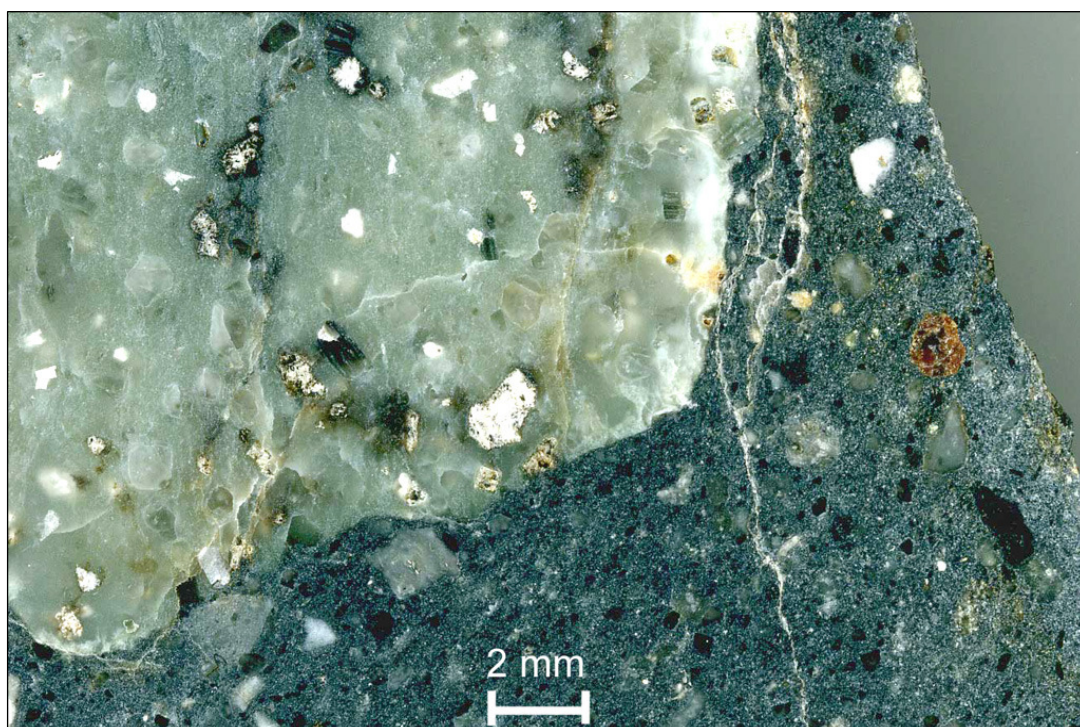


Figure 31. Brèche rhyodacitique, au sommet de dôme de la crête de l'Ours. Le contact entre la rhyolite et la dacite est franc. Sur cette coupe polie, on remarquera la différence très nette de texture entre les deux roches. Dans la rhyolite, on distingue dans la pâte vitreuse des phénocristaux millimétriques de quartz, ainsi que de feldspath blanc pur. La texture est un peu différente de celle de la figure 28, parce que le lieu de prélèvement n'est pas le même. Dans la dacite, sur le bord droit de l'échantillon, un grenat almandin, rouge sombre, se détache. (Photo D. R.).

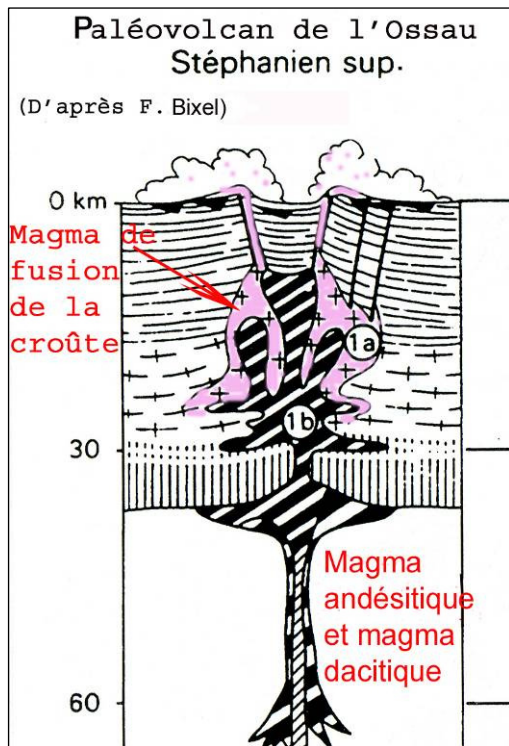
François Bixel s'est penché sur le problème posé par la présence exceptionnelle de la muscovite dans la rhyolite de l'Ossau. En faisant remarquer que la muscovite ne peut se développer dans un liquide rhyolitique (à des températures égales ou supérieures à 800 °C) que pour des pressions élevées, il a conclu¹² que : « [...] La genèse de ces rhyolites à muscovite a dû s'effectuer à une profondeur supérieure à celle du réservoir, profondeur correspondant à l'écorce moyenne ou profonde, soit de 10 à 20 km¹³ ».

Ce qui veut dire que ces rhyolites de l'Ossau sont probablement d'origine anatectique¹⁴, c'est-à-dire issues de la fusion de la partie de l'encaissant située quelque part sous la chambre magmatique du

¹² Voir référence [3] dans la bibliographie en fin d'article.

¹³ Rappelons que le diamètre de la caldera est de 6 km.

volcan. Voici donc une première et précieuse indication sur l'origine du magma. Il est vrai que la déduction n'est valable que pour cette portion réduite et très locale de l'arc. De plus, François Bixel a établi que l'épisode correspondant à l'intrusion des rhyolites est un des tout premiers dans l'histoire du volcan, et contemporain, ou suivi de peu, par l'effusion et l'intrusion des dacites à almandin.



Dans le premier chapitre, nous avons déjà utilisé un modèle d'émission proposé par François Bixel pour les magmas andésitiques et dacitiques, c'est la figure 11 de ce premier chapitre. Il peut maintenant être complété par le schéma de la figure 32 ci-contre. Il montre le magma dacito-andésitique (noté 1b), dont l'origine est une anatexie crustale beaucoup plus profonde que pour les rhyolites, réchauffer jusqu'à la fusion les terrains de la croûte (notés 1a) et colorés en mauve, et leur permettre de se frayer un chemin jusqu'à la surface. Dans les deux cas, il est question d'anatexie, mais à des profondeurs bien différentes, et avec une chronologie évidente qui place dans l'ordre d'arrivée les rhyolites, puis les dacites et enfin les andésites, plus ou moins acides.

Figure 32. Schéma de la formation par anatexie du magma rhyolitique, lors du premier épisode volcanique. La datation de l'épisode au Stéphanien est facilitée par le fait suivant : certains affleurements de rhyolite au bord du lac de Bioux-Artigues sont bréchiques, avec des fragments de schistes de la roche encaissante, datés du Namurien-Westphalien : voir l'échelle des temps au Carbonifère (figure 39). (Schéma d'après F. Bixel [3]).

Remarque et rappel : en toute rigueur, le dôme de la crête de l'Ours n'est pas le seul endroit de l'arc intrusif où les rhyolites se manifestent. Elles apparaissent également dans les cendres ignimbritiques rencontrées à la fin de la première partie de notre voyage autour de la caldera. I nous allons également les retrouver quand nous marcherons à la rencontre du premier lac d'Ayous.

Dernière étape de l'exploration : coulées et ignimbrites des lacs d'Ayous

Avant de poursuivre à partir du lac de Bioux-Artigues, mais cette fois vers le sud-ouest, repérons-nous sur la carte de la figure 22. Le sentier qui monte aux lacs d'Ayous est probablement l'un des plus fréquentés du Parc National des Pyrénées. On a déjà vu qu'il réserve, tout le long du parcours, une vue saisissante sur les grandes faces nord (figures 24 et 27). Il conduit, par paliers successifs, à chacun des lacs d'Ayous, tout d'abord au lac Roumassot, puis au lac du Miey beaucoup plus petit, et au lac Gentau non loin duquel a été construit le refuge d'Ayous (refuge CAF, figure 33).

Figure 33. Le refuge d'Ayous, au-dessus du lac Gentau. À l'arrière-plan, on distingue la masse imposante et stratifiée des conglomérats et grès rouges du Permien (Photo D. R.).



¹⁴ Anatexie est le mot grec qui signifie fusion.

La progression se fait tout d'abord vers l'ouest. Mais, en parvenant au-dessus du petit lac de Miey et en contournant le lac Gentau, le sentier va progressivement s'incurver vers le sud, jusqu'au lac Bersau, extrémité de ce « chapelet » incomparable. Ce dernier lac est le plus grand, et les falaises calcaires du pic Casterau se reflètent dans ses flots. L'ensemble forme une sorte de cirque ouvert vers l'est et le sud, et enclos par le chaînon semi-circulaire qui bouche l'horizon ; celui-ci peut être franchi par le col d'Ayous, indiqué sur la figure 34.

Pour bien comprendre les observations que nous allons faire, il est bon de prendre du recul. Pour cela, nous utiliserons la vue panoramique prise vers l'ouest depuis ce que nous avons appelé la « brèche providentielle »¹⁵, cotée 2 050 m. Sur la photo de la figure 34, l'arc volcanique apparaît pris en sandwich entre le socle du Carbonifère et les dépôts rouges du Permien. Ceci confirme bien l'âge stéphanien déjà mentionné pour l'épisode volcanique de l'Ossau. À la base, les fronts des coulées d'andésite se détachent avec netteté et dessinent une falaise discontinue qui se déroule à peu près horizontalement sur environ 2 000 mètres. Cette falaise borde le vaste plateau, en forme de cirque, qui retient les lacs.

Au fond du cirque, le plateau vient mourir au pied du puissant chaînon dont le soubassement est armé par l'arc intrusif lui-même, composé d'andésites et de dacites. Cependant, la partie intrusive proprement dite est enfouie, et en grande partie dissimulée, sous l'énorme masse des conglomérats et grès argileux, rouges et versicolores, du Permien [7].

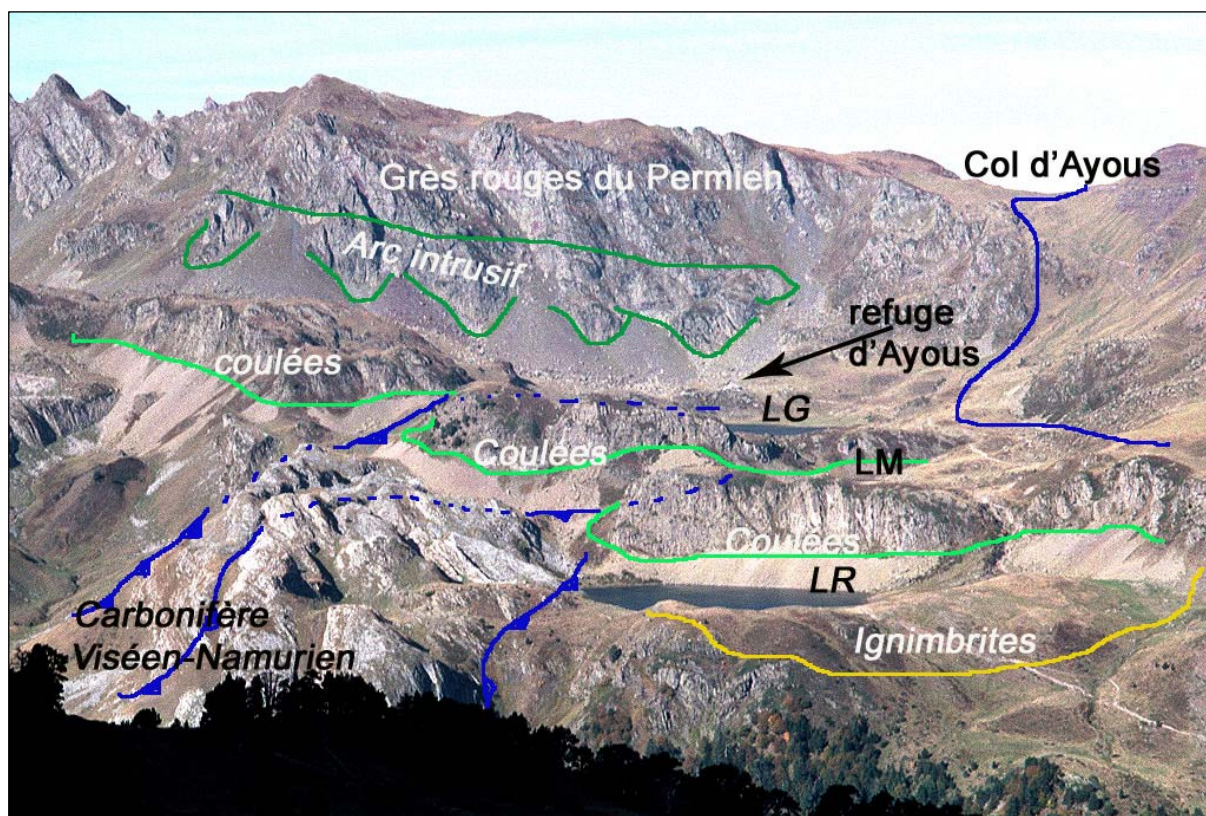


Figure 34. Panorama de la région des lacs d'Ayous, pris au téléobjectif vers l'ouest, depuis la brèche à 2 050 m. Bien que prise sous un angle différent, cette vue peut être raccordée à celle de la figure 23.

Liseré vert vif : base des fronts de coulées d'andésite de l'arc d'Ayous. **Liseré jaune** : dépôt d'ignimbrites en avant du premier lac, le lac de Roumassot. **Liseré vert foncé** : affleurements d'andésites et dacites de l'arc intrusif d'Ayous. **Lignes bleues** : faisceau de failles autour du grand accident de chevauchement, de direction est-ouest.

LR : lac Roumassot, **LM** : lac Miey, **LG** : lac Gentau.

Le lac Bersau est trop à gauche (au sud) pour apparaître sur la photo. (Photo D. R.).

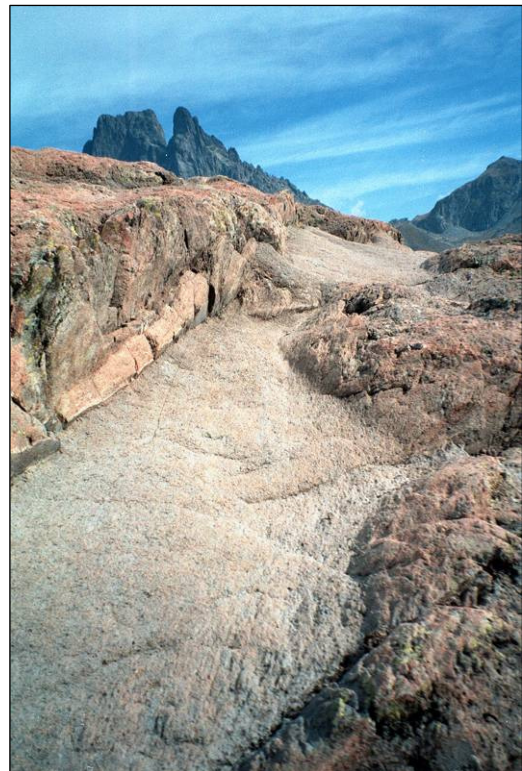
¹⁵ C'est cette brèche qui nous a permis auparavant de pénétrer au cœur de la caldera.

La tectonique de chevauchement est bien visible sur la photo de la figure 34 : le socle calcaire du Namurien/Westphalien, à l'avant du système volcanique, est plissé et découpé par les failles en compartiments chevauchants et déversés vers le sud. Il s'agit de la même formation sédimentaire, de la fin du Carbonifère, que celle que nous avons décrite du haut du col de Peyreget, pour le Pène de Peyreget et le pic Casterau. Elle précède juste l'épisode volcanique du Stéphanien, comme on peut le voir sur l'échelle des temps géologiques de la figure 39.

La photo montre que les fracturations ont également affecté le complexe volcanique et découpé en tronçons la falaise en bordure des coulées.

Sur la même figure, le sentier d'accès au plateau volcanique apparaît à l'angle droit inférieur. Les premiers affleurements rencontrés à l'approche du lac Roumassot attirent l'attention : ce sont des ignimbrites, les plus belles et les plus « fraîches » de tout le complexe de l'Ossau !

La figure 35 bis montre ce petit massif, avec la silhouette jumelle de l'Ossau en arrière-plan. Le dépôt de débris a été éventré pendant sa formation et une cendre extrêmement fine est venue combler la fissure à la fin de l'épisode d'éruption explosive. C'est une roche claire, légèrement rosée, dont la composition est celle de la rhyolite. Elle est massive, homogène et plus dure que du béton ! Les fins débris (figure 35) ont été intimement soudés à chaud dans la nuée ardente de l'éruption.



Figures 35 et 35 bis. Affleurement d'ignimbrites du lac Roumassot. (Photo D. R.).



Le sentier quitte le lac Roumassot, dominé par le front de coulée, pour gagner le lac Miey. Pour gravir le palier supérieur, il se coule dans une faille entaillant la falaise du front, dans des brèches à dacite qui ont fait intrusion dans la coulée d'andésite.

Le petit lac Miey est serti comme un joyau dans le plateau au plafond de la coulée. Celui-ci est décoré de curieux motifs géométriques polygonaux (figure 36).

Figure 36. Coulée du lac Miey et ses motifs polygonaux. (Photo D. R.).

La forme en dôme résulte de l'action de l'érosion glaciaire sur la masse relativement dure et compacte de la coulée. Cependant, l'érosion fait apparaître en relief les différences de dureté entre l'intérieur des polygones d'andésite et leur pourtour en silice pure. Lors de son refroidissement rapide, la masse de la coulée s'est fragmentée en prismes, à cause de la rétraction de la lave, et ce sont les sections de ces prismes que l'érosion glaciaire fait apparaître. Les fluides chauds émis au moment du refroidissement, ou lors d'une phase ultérieure, ont déposé un gel de silice qui a rempli les interstices entre les prismes.

Dans le cas des coulées des lacs d'Ayous, il s'ajoute à cet effet géométrique classique, d'origine thermique, un bel effet de couleur ! En effet, l'andésite est colorée en surface d'un rouge ferrugineux intense, faisant contraste avec les filets bleutés des interstices de silice.

Ces caractères se retrouvent plus haut, sur les rives du lac Gentau, auquel mène le sentier (figures 37 et 37 bis).



Figures 37 et 37 bis. La géométrie et l'agencement des prismes de refroidissement révélés par l'érosion glaciaire sur les rives du lac Gentau. (Photo D. R.).

Synthèse et conclusions des deux chapitres

Nous voici parvenus au terme de notre exploration du système volcanique de l'Ossau.

L'enquête reste bien modeste au regard de la grande complexité rencontrée. Essayons pourtant de réunir les pièces du puzzle pour reconstituer la structure d'origine et l'histoire de l'édifice. Une première synthèse avait été faite au terme du premier chapitre : comment l'enrichir avec les observations du second ?

Premier résultat : nous avons pu suivre jusqu'au bout l'arc de Peyreget, pourtant interrompu par un profond accident. Au passage, nous avons pu pénétrer dans le sanctuaire chaotique du cœur de la caldera et échantillonner ses coulées. À son extrémité, au-dessus du lac de Bioux-Artigues, une belle surprise nous attend : la forme parfaite d'un dôme intrusif de rhyolite. On commence à entrevoir la chronologie des événements éruptifs du complexe : l'antériorité des émissions de rhyolite est attestée puisqu'elles ont subi une pénétration intrusive par des dacites.

Second résultat : l'identification de la pièce manquante du « chaudron brisé » ; c'est le troisième arc intrusif, celui des lacs d'Ayous, à la forme incurvée presque parfaite. Mais, cette fois, le paysage est dominé par l'ordonnement majestueux de coulées d'andésite, présentant les lacs comme des perles dans leur écrin. La position entre les vieux terrains de la fin du Carbonifère et les lourds dépôts rouges du Permien éclairent définitivement sur la date de l'épisode volcanique, au Stéphanien, ou juste après. Et c'est aussi dans ce décor que nous observons les plus belles ignimbrites rhyolitiques du complexe, témoin d'un épisode cataclysmique précoce de nuées ardentes.

Le schéma de la figure 38 offre un cadre explicatif très simplifié, et quelque peu arbitraire, pour le déroulement en quatre épisodes de la vie du volcan. Nous n'avons aucune idée de la durée exacte de ces épisodes. Mais, compte tenu de la taille du « chaudron » et de l'énorme masse des débris volcaniques, les modèles physiques enseignent que son histoire, de ses débuts explosifs jusqu'à son lent refroidissement, n'a pas pu se dérouler en moins de quelques millions d'années !

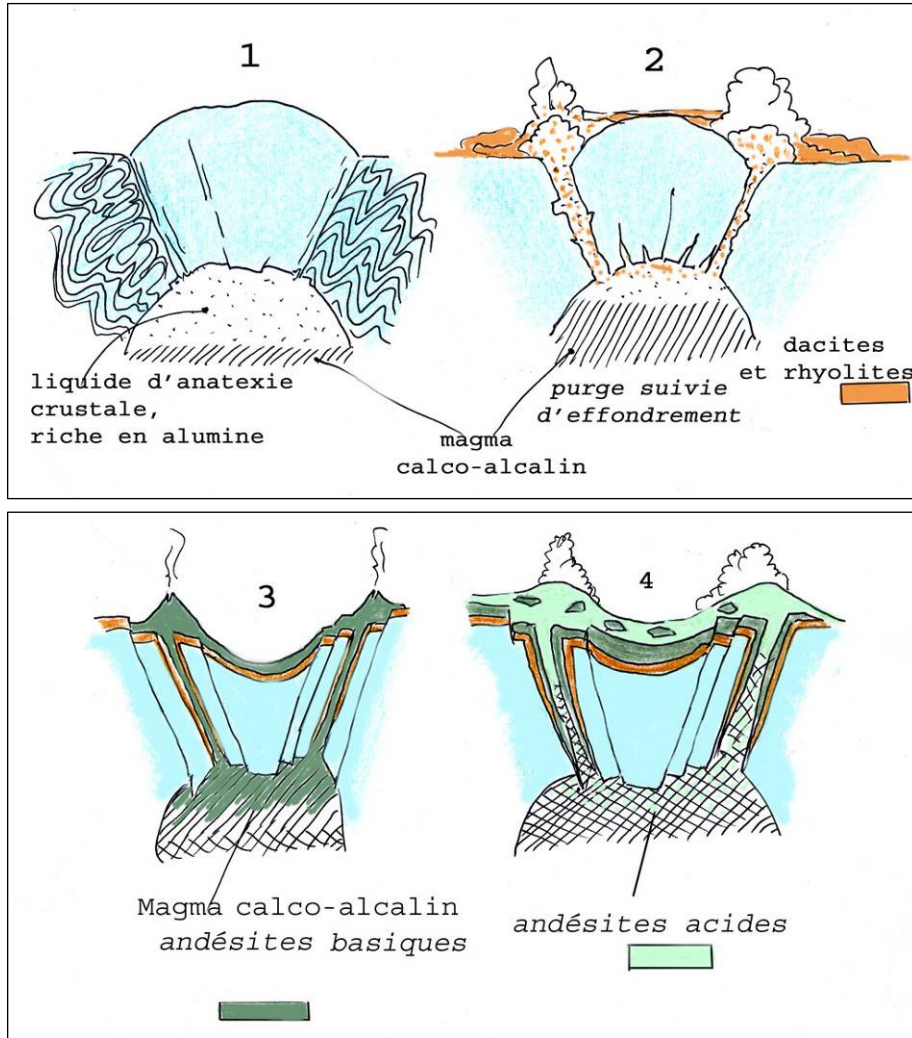


Figure 38.

1^{er} épisode. La montée souterraine de la roche en fusion forme une chambre magmatique, qui fait gonfler la roche encaissante au toit de la chambre. Elle crée une zone de failles circulaires, sur un diamètre d'environ 6 km.

2^e épisode. Un liquide d'anatexie, de composition proche de celle d'un banal granite, fait intrusion par les failles (rhyolite) et s'échappe après des épisodes d'explosions violentes et de nuées ardentes (ignimbrites). Ce liquide est accompagné, ou immédiatement suivi, de laves dacitiques d'origine plus profonde, qui font intrusion dans les cheminées annulaires et s'épanchent en premières coulées. Le centre du chaudron s'effondre, créant la faille annulaire.

3^e et 4^e épisodes. C'est une longue succession d'épanchements de laves de la série andésitique (voir les figures 10 et 11 du premier chapitre), qui s'accumulent à l'intérieur et à l'extérieur du chaudron. La montée et la mise en place des magmas de compositions différenciées dans les cheminées annulaires se font par fracturation puis élargissement des conduits. À l'intérieur, de nouvelles intrusions s'accrochent aux parois, ou décollent et entraînent les matériaux, produisant de grandes quantités de brèches. (Dessin D. R. d'après [3]).

Le modèle exposé donne une représentation simplifiée de la formation de la « caldera » et de son histoire strictement « volcanique » au Stéphanien, il y a 300 millions d'années ; quelques millions d'années après, elle disparaissait, ensevelie sous les dépôts du Permien, provenant de l'érosion massive et rapide de la chaîne hercynienne ! (Voir l'échelle des temps de ces événements sur la figure 39).

Figure 39.

L'échelle des temps géologiques, représentée ci-contre, est restreinte aux 60 millions du Carbonifère. Celui-ci est placé entre la fin du Dévonien et le début du Permien. Les dépôts rouges caractéristiques du Permien sont aussi visibles dans le paysage, comme nous l'avons vu plus haut, et même, dans quelques cas, imbriqués (« pincés ») dans les affleurements volcaniques ! (Schéma par D. R.).

Cependant, le modèle de la figure 38 ne répond aucunement à la question posée dès le début de l'article :

Pourquoi, quand et comment le « chaudron » a-t-il été brisé ?

Or, les traces d'un grand bouleversement tectonique sont évidentes, nous l'avons observé à plusieurs reprises :

- le cercle annulaire du « chaudron » est tronçonné et disloqué en trois morceaux ;
- un grand accident chevauchant et un faisceau de failles séparent le Grand pic d'Ossau du pic de Peyreget ;
- ce même accident se manifeste dans les terrains paléozoïques encaissants. Il est particulièrement visible, sur le socle carbonifère, à l'avant du lac Roumassot.

Nous ajoutons à ce tableau une ultime observation sur une particularité, un peu cachée mais remarquable, à la base du Petit pic d'Ossau ; elle a joué sans doute un rôle décisif dans la compréhension de la tectonique du système.

Elle apparaît, en observant attentivement la base du Petit pic d'Ossau, sous la forme d'une longue « cicatrice » rouge : figure 40, et surtout, zoom de la figure 40 bis.

Echelle des temps géologiques		
Paléozoïque		
(ère primaire)		
Permien		299 Ma
Carbonifère	STEPHANINIEN	
	Westphalien	
	Namurien	
	Viséen	
	Tournaisien	
Dévonien		359 Ma

Figure 40.

Cette vue est familière aux randonneurs qui passent au col de Liou, sur la bordure sud du massif (voir la fin du chapitre I). Les pointes jumelles sont celles du Petit pic, et à droite, celle du Grand pic d'Ossau, caché en partie par une crête dite de Peyreget, parce qu'elle aboutit au col du même nom. Une grande « cicatrice » de roches rouges court tout le long de la base du Petit pic et monte vers le col. (Photo D. R.).

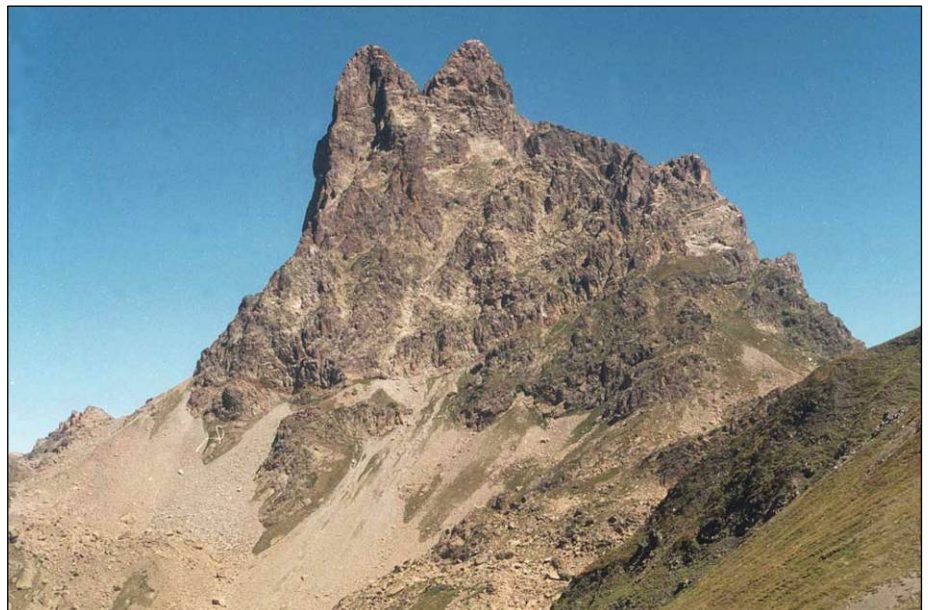


Figure 40 bis.
 Vue rapprochée
 de la « cicatrice » de roches rouges
 à la base du Petit pic d'Ossau.
 (Photo D. R.).

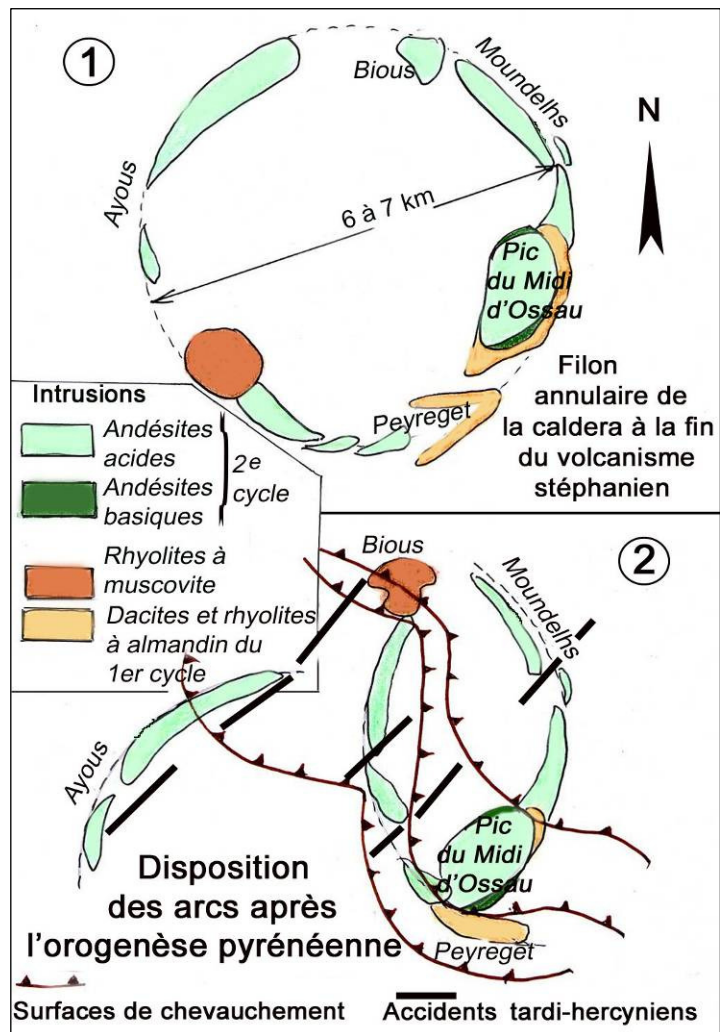


Il s'agit d'une surface de chevauchement, et non pas d'une bordure figée. La couleur rouge est due aux grès et aux conglomérats gréseux pincés et broyés dans le chevauchement. Il existe plusieurs accidents de ce type et de même orientation, au-dessus du col de Peyreget et dans ce contrefort du Petit pic. Leur direction est identique à celle des multiples affleurements de grès observés sur l'autre versant du col, le versant Pombie, dans la zone très tectonisée décrite dans le premier chapitre.

L'interprétation de cet ensemble d'observations nous est donnée par les travaux de François Bixel et des géologues qui ont travaillé avec lui, travaux cités en référence dans la bibliographie [2]. Elle est illustrée par le schéma de la figure 41, qui est une adaptation des illustrations de l'article cité.

Les auteurs de l'article ont reconstitué (planche 1 de la figure 41) l'anneau de la caldera, tel qu'ils l'imaginent à la fin de l'épisode volcanique stéphanien, avec son caractère composite. Les trois arcs d'andésite et de dacite, c'est-à-dire respectivement Moundelhs, Peyreget et Ayous, sont individualisés.

Point important pour la suite, l'arc de Moundelhs est fortement épaissi à la hauteur du futur pic du Midi d'Ossau. Enfin, l'arc de Moundelhs se termine par le dôme de rhyolites à muscovite de la crête de l'Ours.



La planche 2 représente la disposition actuelle des ruines du complexe volcanique. Ce n'est pas une reconstitution, comme la planche 1, mais une évidence, comme nous l'avons vu à partir des photos du satellite Spot (premier chapitre, figure 3) et aussi à partir de la carte géologique. Bien sûr, la disposition est reproduite schématiquement, pour faciliter la compréhension et le rapprochement avec la planche 1. Le bouleversement que traduit le passage de la planche 1 à la planche 2 s'explique en deux épisodes tectoniques.

Premier épisode : hercynien tardif

Les auteurs cités ont démontré que la structure circulaire avait été tout d'abord découpée, à peu près en deux moitiés légèrement disjointes, suivant l'axe nord-est/sud-ouest. La découpe s'est faite par les accidents tectoniques (failles) de la fin de l'ère hercynienne, lors du Permien, c'est-à-dire il y a à peu près 290 millions d'années (voir figure 39 pour l'échelle de temps).

Second et principal épisode : formation des Pyrénées

Le démembrement et la déformation de la structure se sont produits beaucoup plus tard, et résultent de l'orogénèse pyrénéenne, elle-même contemporaine de la tectonique alpine. On sait maintenant que la microplaque ibérique, bousculée par la plaque africaine venue du sud, est entrée en collision avec l'Aquitaine dans la seconde moitié du cycle alpin, il y a 40 millions d'années. La croûte s'est trouvée raccourcie, et d'énormes masses de terrains à la suture ont été soulevées, basculées et couchées vers le sud, puis charriées sur plusieurs kilomètres, aussi vers le sud, comme on l'observe sur les « nappes de charriage » de Gavarnie et du mont Perdu (figure 42). La hauteur du soulèvement a été considérable, de plusieurs milliers de mètres. Après érosion, il en subsiste tout de même un bourrelet de 2 000 à 3 000 mètres !

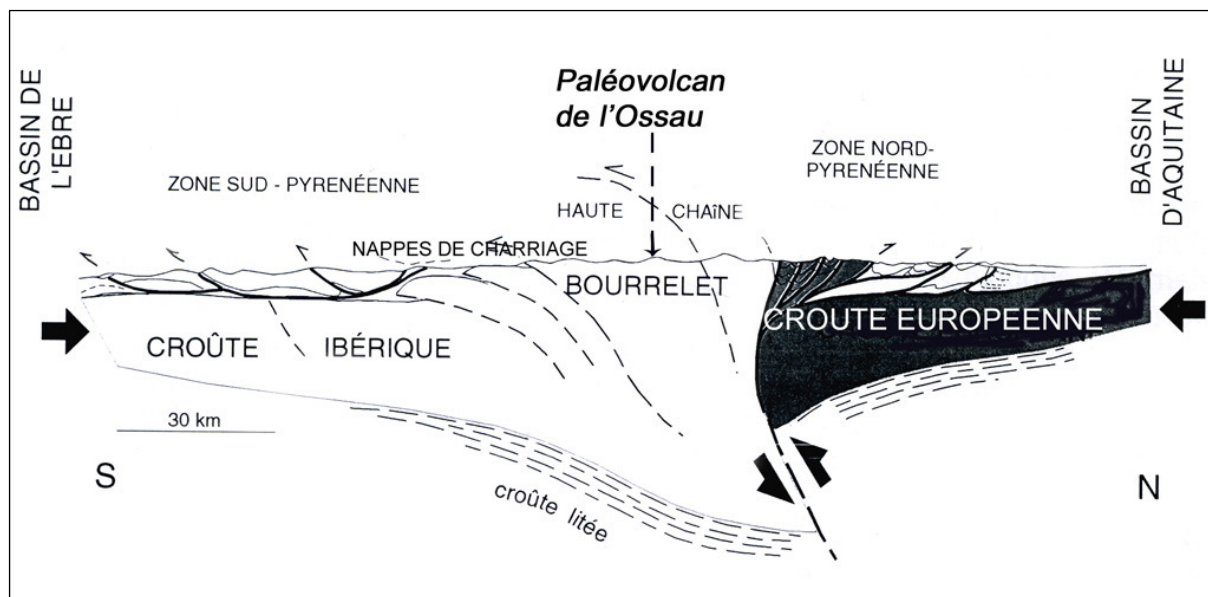


Figure 42. Coupe géologique schématique des Pyrénées, tirée et adaptée de [6].

Les accidents qui témoignent dans le paysage de ces mouvements de grande ampleur sont les surfaces de chevauchement. Or celles-ci sont bien présentes sur le site de l'Ossau, comme le montre la planche 2 de la figure 41, et comme cela est illustré de façon saisissante par le pincement des grès rouges à la base du Petit pic d'Ossau (figures 40 et 40 bis). Même si le raccourcissement n'a pas opéré de charriage sur des distances aussi importantes qu'à Gavarnie, c'est lui qui est responsable de la dislocation des arcs de la caldera primitive et de leur repliement, ainsi que du soulèvement de l'ensemble et de son mouvement de chevauchement vers le sud.

Tous les éléments sont maintenant réunis pour répondre aux questions que tout visiteur ne manquera pas de se poser :

- pourquoi le pic du Midi d'Ossau lui-même surgit-il ainsi et se dresse-t-il si haut au-dessus des vestiges de la caldera ?
- serait-il un édifice volcanique distinct de la caldera et de ses voisins plus modestes ?

Un élément de réponse à ces questions a déjà été donné dans le premier chapitre, quand nous avons longé l'arc intrusif de Moundelhs jusqu'au col de Suzon. Là, nous avons bien constaté que le pic, plus exactement le système formé par le Grand pic et le Petit pic du Midi d'Ossau, fait bien partie de cet arc intrusif, que nous avons aussi nommé « filon annulaire », et que les anglo-saxons appellent *ring dyke*. Ce n'est pas un édifice volcanique distinct.

Cependant une réponse plus complète aux questions ci-dessus a été donnée par François Bixel. Il propose d'abord d'identifier le système Grand pic/Petit pic à un « laccolite », c'est-à-dire un épaississement très important du filon annulaire, qui s'est installé par intrusion et s'est étalé en profondeur et latéralement dans l'encaissant. Cependant, l'élément décisif pour répondre aux questions est lié au second épisode tectonique décrit plus haut. Lors de la formation des Pyrénées, le laccolite a été basculé et soulevé à une hauteur impressionnante. La meilleure façon de l'illustrer est de recourir à la technique des blocs-diagrammes, comme ceux des figures 43 et 43 bis. Ces figures sont inspirées directement des blocs-diagrammes dessinés par François Bixel lui-même. Celui-ci a utilisé la compilation des nombreuses mesures de structures fluidales effectuées sur le pic du Midi d'Ossau, pour traduire avec un talent très suggestif la pénétration de la roche encaissante par les multiples replis du magma, puis le basculement de l'ensemble par rapport à l'horizon.

Figure 43.

Le bloc-diagramme **A** représente le « laccolite » du pic du Midi d'Ossau avant l'époque de la formation des Pyrénées. Il est enterré sous les sédiments du Permien. Lors du raccourcissement opéré par l'orogénèse des Pyrénées, la poussée des plaques va d'abord basculer sa masse rigide vers le nord : la rotation est indiquée par la flèche marquée **1**. Puis cette énorme masse sera charriée en bloc vers le sud : mouvement indiqué par la flèche marquée **2**. Elle viendra chevaucher les sédiments du Permien, pinçant ces derniers suivant la surface de chevauchement : figure 43 bis.

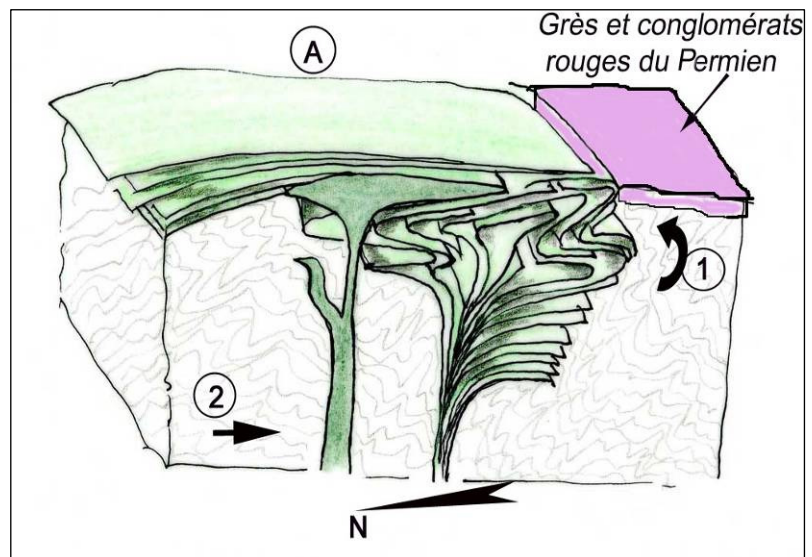
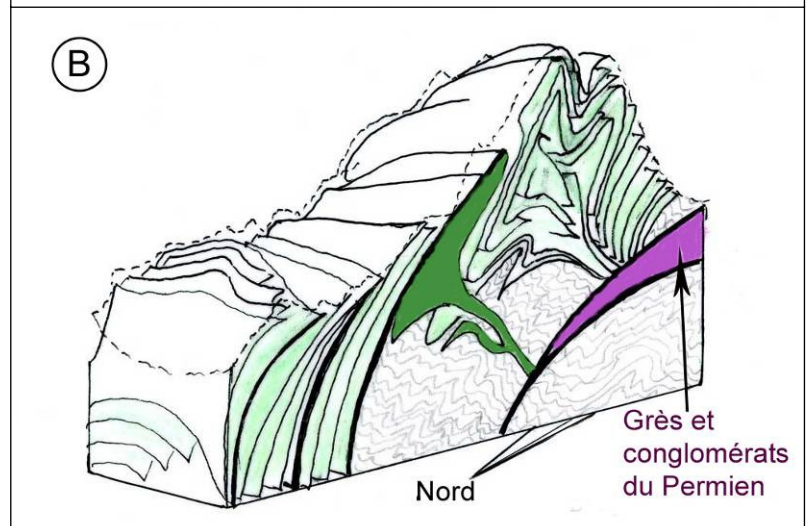


Figure 43 bis.

Bloc-diagramme **B** montrant le « laccolite » du pic du Midi d'Ossau dans sa position définitive, à la fin des grands mouvements de rotation et de chevauchement liés à l'orogénèse. (D'après dessins de F. Bixel).



Épilogue

Naissance, vie et mort du volcan de l'Ossau ?

Le projet initial était de retracer cette fabuleuse histoire en passant de l'observation à l'explication : projet bien ambitieux, le sujet nous dépassant par son ampleur ! Sauf à répéter ce que les géologues de profession ont mis des dizaines d'années à établir. Nous avons donc proposé une autre façon de dénouer l'énigme et de conduire l'enquête. Le souci était de se mettre à la disposition de l'amateur promeneur, amoureux de la montagne et de la nature « brute » qu'elle offre au regard.

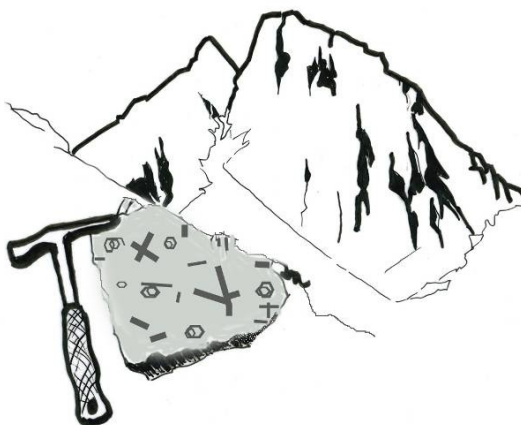
Formes et textures, couleurs, accidents observés peuvent être assemblés. Cependant on s'oblige, tout au long du récit, à imbriquer les bribes d'interprétation aux éléments d'observation. Le récit est donc biaisé tout le long, et il ne peut en être autrement si l'on veut retenir jusqu'au bout l'attention du lecteur.

Partir de ce que l'on voit ! Encore faut-il structurer la vision des choses. Voir, c'est se déplacer pour enchaîner les arrêts images et les lier, varier les séquences, inverser le sens sur un même itinéraire, ménager les surprises. Ce sont des allers-retours avec la carte, avec les cartes indispensables, et la boussole, et l'altimètre... Pour ne garder que le bonheur des souvenirs des découvertes, les notes et les photos prises, les échantillons récoltés, en oubliant les grandes fatigues. Puis tracer progressivement quelques signes, symboles, linéaments, qui soudain s'organisent et éclairent la feuille du carnet de route... Avec une idée fixe, dès le départ : le « chaudron brisé » !

Vient ensuite l'irruption du temps dans la description engagée. Le temps a opéré les transformations. La structure devinée révèle à son tour l'œuvre du temps. Pincements, discordances, ruptures, basculements et chevauchements... mais dans quel ordre ? Nouveau casse-tête, que seules les méthodes de la pétrographie et de la datation vont résoudre. Faisons confiance aux géologues !

Enfin, vient le subtil assemblage du stock d'observations avec celui des informations recueillies au cours des lectures. Le discours s'élabore, puis le moment des modèles arrive enfin. Méfiance ! Pourtant les modèles de François Bixel et de ses collègues géologues sont si séduisants. Trop beaux, trop simples ? Y aura-t-il un jour de jeunes et brillants géologues pour faire le retour sur le terrain, peut-être avec de nouveaux outils, de nouvelles méthodes ? Pour trouver des contradictions et établir un nouveau modèle ?

Pour l'heure, gouttons notre plaisir sur les sentiers, autour de ce monument naturel méconnu de notre pays... le pays des volcans.



Bibliographie

- [1] BIXEL F. (1973) – *Structure du complexe volcanique de l'Ossau (Pyrénées-Atlantiques)*. Bull. du BRGM (deuxième série), section 1, n° 3.
- [2] BIXEL F., KORNPORBST J. & VINCENT P. (1983) – *Le massif du pic du Midi d'Ossau : un « cauldron calco-alcalin » stéphano-permien dans la zone axiale des Pyrénées*. Rev. géogr. phys. géol. dynam., vol. 24, n° 4, pp. 315-328.
- [3] BIXEL F. (1988) – *Le volcanisme stéphano-permien des Pyrénées-Atlantiques*. Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine. 12, 2.
- [4] BIXEL F., CLIN M., LUCAS C., MAJESTÉ-MENJOULAS C., MIROUSE R. & ROGER P. (1983) – *Pyrénées : 500 millions d'années, itinéraires géologiques dans le Parc national*. Parc national des Pyrénées occidentales. En coédition avec le BRGM.
- [5] Carte géologique du pic du Midi d'Ossau et rio Gallego à 1/25 000 (1985). Notice par BIXEL F., CLIN M. & TIHAY J.-P. Éditée par l'Institut de géodynamique de l'université de Bordeaux III.
- Le lecteur souhaitant approfondir la géologie de la haute vallée d'Ossau trouvera une bibliographie très complète dans cette notice.
- [6] CANÉROT J., MAJESTÉ-MENJOULAS C. & TERNET Y. (Sept. 2001) – *La faille nord-pyrénéenne. Mythe ou réalité ?* A.G.S.O. (Association des géologues du Sud-Ouest).
- [7] Les dépôts rouges du Permien, dans les Pyrénées occidentales et centrales, ont été étudiés en détail par C. LUCAS, qui a consacré une thèse à ce sujet. Une vue d'ensemble des événements volcano-sédimentaires stéphano-permiens est donnée dans l'article suivant : *Magmatisme, tectonique et sédimentation dans les fossés stéphano-permiens des Pyrénées occidentales* (1983). BIXEL F. & LUCAS C. Rev. géogr. phys. géol. dynam., vol. 24, n° 4.
- [8] BIXEL F. (1984) – *Le volcanisme stéphano-permien des Pyrénées*. Thèse. Toulouse.
- [9] Collectif (1995) – *Magmatisme hercynien*. Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées. Tome I, « Cycle hercynien ». Éditions du BRGM.

Remerciements

Mes remerciements vont à tous ceux qui m'ont encouragé à rédiger cet article, et notamment :

- à Chantal Verdier et Charles Gerbet, membres du personnel du Parc National des Pyrénées ;
- à Patrick Viala, professeur de SVT au lycée climatique d'Argelès-Gazost (Hautes-Pyrénées), qui m'a aidé dans la bibliographie ;
- à mes amis de la SAGA et de la Commission de volcanisme, et tout particulièrement à mon collègue Philippe Berger-Sabatel qui, par ses relectures patientes, m'a permis d'améliorer la rédaction et la présentation de mes textes.

Le Parc National des Pyrénées

Créé en 1967, le Parc National des Pyrénées s'étend sur quelque 100 km le long de la frontière avec l'Espagne, de la vallée d'Aspe à l'ouest à la vallée d'Aure à l'est. Il se partage entre le département des Pyrénées-Atlantiques (région Aquitaine) et celui des Hautes-Pyrénées (région Midi-Pyrénées).

Sa zone de cœur est une bande étroite de hautes montagnes, de quelques kilomètres de large, où la faune et la flore sont intégralement protégées. Nul n'y habite en permanence, et cependant le pastoralisme y est très présent. Une vaste zone périphérique de 2 000 km² a été ménagée autour de la zone de cœur. Le développement de l'économie montagnarde y est fortement encouragé, incluant le tourisme et l'accueil des très nombreux visiteurs. Le complexe annulaire volcanique de l'Ossau est en grande partie dans le périmètre du cœur du Parc National, mais pas en totalité.

La surveillance du Parc, et de la réserve Naturelle du Néouvielle qui lui est rattachée, est confiée aux gardes répartis sur les six vallées de la zone de cœur. Toutes les informations sont disponibles dans les « maisons du parc national » de chaque vallée et sur le site internet : www.parc-pyrenees.com.

Miscellanées pyrénéennes

La géographie des Pyrénées

Les Pyrénées désigne une chaîne montagneuse située au sud-ouest de l'Europe et qui s'étend en longueur, sur environ 450 km, suivant une direction est-ouest, de la mer Méditerranée au golfe de Gascogne. Elle couvre une surface totale de quelque 55 000 km², dont 17 000 seulement en France.

Culminant à 3 404 mètres d'altitude avec le pic d'Aneto (en Espagne), les Pyrénées forment une véritable barrière séparant la péninsule ibérique, au sud, du reste de l'Europe continentale, au nord, constituant ainsi une frontière naturelle entre l'Espagne et la France. Elles abritent aussi la principauté d'Andorre.

La chaîne des Pyrénées traverse trois régions et six départements français, que l'on nomme, d'est en ouest, Languedoc-Roussillon (Pyrénées-Orientales et Aude), Midi-Pyrénées (Ariège, Haute-Garonne et Hautes-Pyrénées), et Aquitaine (Pyrénées-Atlantiques). Côté espagnol, elle traverse quatre communautés autonomes et sept provinces d'Espagne, que l'on nomme, d'est en ouest, Catalogne (Gérone, Barcelone et Lérida), Aragon (Huesca et Saragosse), Navarre (communauté composée d'une seule province du même nom) et Pays basque espagnol (Guipuscoa).

Les séismes en Pyrénées

Les Pyrénées sont la région la plus sismique de la France métropolitaine. Environ 600 séismes y sont localisés chaque année par l'Observatoire Midi-Pyrénées, grâce aux réseaux français et espagnols ; beaucoup sont situés dans les Hautes-Pyrénées et les Pyrénées-Atlantiques où, comme d'habitude, la vallée d'Ossau est en première ligne.

Depuis 1980, une dizaine de séismes allant de 4 à 5,1 sur l'échelle de Richter ont été enregistrés dans les secteurs de Pau et de Lourdes (un séisme de magnitude 5 est dix fois plus violent qu'un séisme de magnitude 4 !). Cette activité du sous-sol pyrénéen est, rappelons-le, provoquée par la rencontre des plaques qui forment l'écorce terrestre : la plaque ibérique, collée à celle de l'Eurasie où se trouve la France, est poussée par sa voisine africaine en remontant vers l'est.

Les Pyrénées sur la Lune

Montes Pyrenaeus (du latin signifiant : montagnes Pyrénées) désigne une chaîne de montagnes sur la Lune (l'unique satellite naturel de la Terre), nommée d'après la chaîne de montagnes terrestres des Pyrénées.

C'est Johannes Mädler, au XIX^e siècle, qui nomma ces montagnes du nom latin des montagnes des Pyrénées. Depuis lors, on a pris l'habitude de nommer les montagnes de la Lune du nom des montagnes terrestres ; on a ainsi sur l'astre sélène des *Montes Alpes*, *Montes Carpatius*, *Montes Caucasus*, etc. Le nom fut officiellement adopté par l'Union astronomique internationale (UAI) en 1961.

Le cirque de Gavarnie

Situé à 1 375 m d'altitude, Gavarnie, dans les Hautes-Pyrénées, est la porte d'entrée d'un gigantesque cirque naturel classé au patrimoine mondial de l'humanité par l'Unesco en 1997, dans l'ensemble Pyrénées-mont Perdu (*monte Perdido*, en Espagne).

Considéré comme un cirque de type glaciaire, il a pourtant été largement façonné antérieurement par une érosion karstique évidente. Si les lignes générales de l'auge furent modelées par les glaciers quaternaires, sa profondeur ne s'explique pas sans l'intervention des eaux souterraines. D'innombrables grottes et avens, sept émergences de ruisseaux hypogés, deux percées hydrogéologiques complètes en témoignent encore.

Les parois du cirque sont des murailles énormes d'une hauteur de près de 1 500 mètres, en trois étages successifs. Les gradins sont constitués par des assises de grès calcaireux du Crétacé supérieur, plissés et faillés. Les crêtes sont formées par deux couches de calcaire éocène blanc et ocre, surmontées de lentilles de schistes noirs formant l'éperon de Marboré (3 248 m). Point culminant des vertigineuses falaises du cirque, difficile d'accès, celui-ci est un belvédère saisissant au-dessus du cirque de Gavarnie.

De la paroi, dégringolent treize cascades, dont la « Grande Cascade », la plus haute chute d'eau de France, d'une hauteur totale de 423 mètres. Alimentée par le gave de Pau, elle se divise en deux sauts dont le plus important rattrape un dénivelé de 281 mètres. À son pied, une plate-forme d'environ six kilomètres de large est encombrée d'un chaos de rocailles et de blocs rocheux épars entre lesquels s'élève le sentier d'approche, le long du torrent.