

Une approche géologique des Pyrénées Ariégeoises (Haute Ariège)

1^{er}-7 juin 2014 avec Isabelle Corbières et Éric Delgado

Carnet réalisé par Bernadette Aubrée, avec le concours de Richard Frith et Jeannine Bavard.

Supervision : Isabelle Corbières

Photos : Bernadette Aubrée

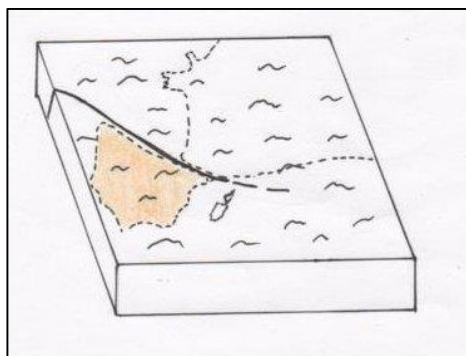
A l'échelle géologique, les Pyrénées sont des montagnes jeunes. Elles ont pris naissance il y a 40 millions d'années dans une mer peu profonde, par la collision de la plaque ibérique et de la plaque européenne

Mais l'histoire de la chaîne débute il y a 500 millions d'années, au cambro-ordovicien (paléozoïque). A cette époque, la mer était déjà là comme le confirment les fossiles trouvés dans les dépôts de sédiments.

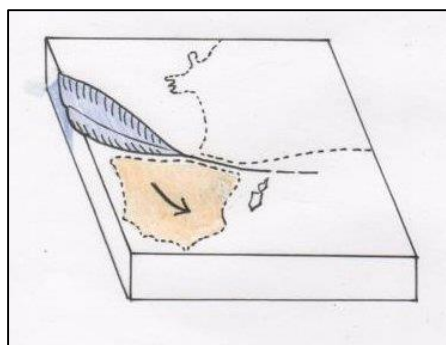
- ❖ **Tout au long de l'ère primaire**, les couches de dépôts se sont accumulées et progressivement transformées en roches. L'orogénèse hercynienne (Dévonien-Permien) qui affecte la Laurasie et le Gondwana, donne naissance à une gigantesque chaîne de montagne, la chaîne hercynienne (ou varisque). Des poches de magma remontent et se figent, les roches soumises à de fortes températures se métamorphosent, les fluides transportent des minéraux. Dans le même temps, l'érosion affecte les sommets et il suffit de quelques dizaines de millions d'années pour que la chaîne soit rabotée. Au milieu de roches sédimentaires plissées et métamorphisées affleurent alors les matériaux profonds : massifs granitiques et métamorphiques, filons minéralisés.
- ❖ **A l'ère secondaire**, une longue période de calme s'installe où la mer va progressivement inonder le socle résiduel de la chaîne hercynienne. Vers moins 100 millions d'années (Albien-Cénomanién), un rift se forme par distension générée par l'ouverture du Golfe de Gascogne (lui-même enfant de l'ouverture de l'Atlantique Nord) ; ce rifting, bloqué probablement par l'ouverture de l'Atlantique plus au sud, n'ira pas jusqu'à l'océanisation et sera comblé par des sédiments argileux et sableux. La plaque ibérique était alors 200km plus au NW ; à ce moment elle effectue un coulisement puis une rotation qui l'amène au S de sa position actuelle. La formation des Pyrénées actuelles peut commencer : le rift se referme, les deux bords espagnol et aquitain collisionnent et s'encastrent l'un dans l'autre.
- ❖ **Au début du tertiaire** (65 Ma) la chaîne émerge. A la fin du crétacé, la rotation prend fin et la plaque remonte vers le N avec un raccourcissement qui va durer jusqu'à l'éocène. Les anciennes cassures rejouent, le vieux socle aplani est porté en altitude par ce renouveau géologique, écrasant les terrains qui l'avaient recouvert et qui glissent les uns sur les autres, alors que la plaque ibérique plonge sous la plaque Europe. A peine les Pyrénées sont-elles formées que les voilà déjà aplanies au moins à 30 Ma (voire 40-45Ma) et à minima dans leur partie orientale. L'érosion favorisée par le climat chaud et humide de l'époque tertiaire attaque la nouvelle chaîne et les rivières déposent à ses pieds des quantités considérables d'alluvions (sables et galets). L'édifice actuel se met en place à l'aube du Quaternaire par réhaussement de cette montagne jeune mais déjà érodée. Les plus hauts sommets laissent aujourd'hui apparaître les roches les plus anciennes (500 Ma).

- ❖ **Durant le dernier million d'années**, les glaciers qui modèlent les vallées et les cirques et les eaux souterraines creusent dans les roches calcaires d'importants réseaux de grottes.

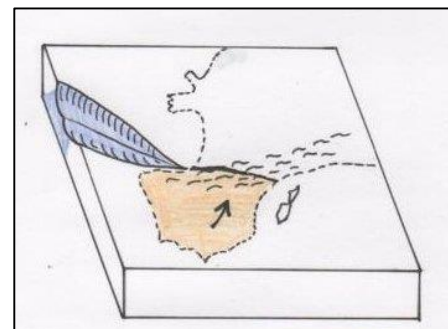
280 MA



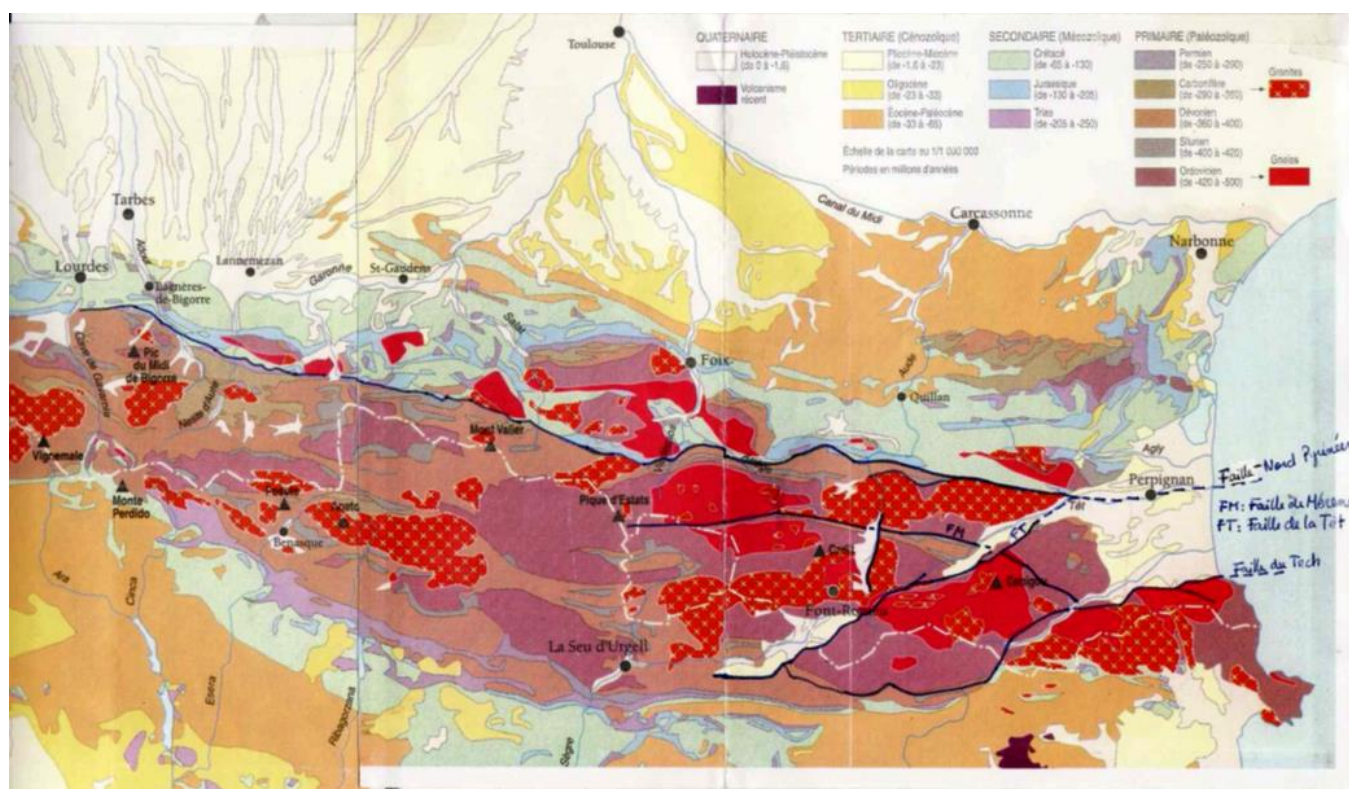
100 MA



50MA



Source : GéoPyrène (Isabelle Corbières)



Carte géologique simplifiée des Pyrénées, tirée de « Roches et Paysages des Pyrénées, facile à reconnaître », épuisé, de Philippe MAYOUX, RANDO éditions/randonnées pyrénéennes, BP 24 - 65421 IBOS cedex, épuisé.

Source : GéoPyrène (Isabelle Corbières)

L'Est de la chaîne présente des particularités. Pour ce séjour, nous sommes restés en Haute Ariège, avec une incursion en Cerdagne à la recherche du soleil. Les quelques sites que nous avons pu observer ont permis d'appréhender la complexité de ces montagnes si différentes des Alpes.

Les Pyrénées ariégeoises se situent à l'Est des Pyrénées. Elles comprennent majoritairement les terrains primaires (restes de la vieille chaîne de montagnes hercynienne, appelé SOCLE) constituant les hauts sommets de la chaîne axiale plus large à l'Est qu'à l'Ouest de la chaîne.

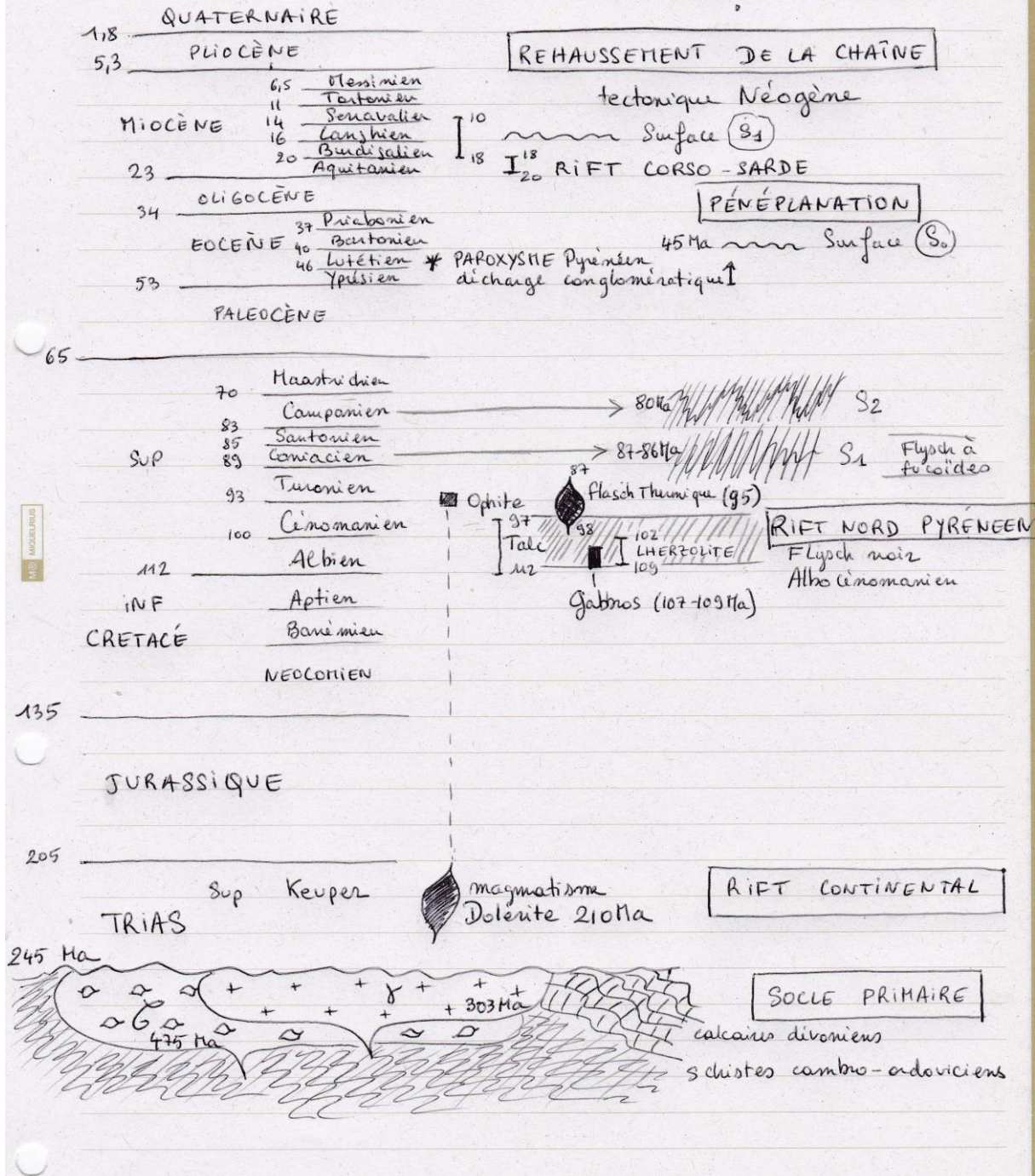
La chaîne axiale est jalonnée par des massifs plutoniques de gneiss (475 Ma) comme le massif de l'Aston, et de granite (300 Ma) comme le granite de Quérigut, enchâssés dans la couverture primaire schisteuse (schistes cambro-ordoviciens) et carbonatées (marbres et calcaires dévonien). La chaîne axiale est délimitée au Nord par la Faille Nord Pyrénéenne. (Géopyrène - I. Corbières)

Sommaire

Lundi 2 juin	Brèches, Lherzolite et autres merveilles.....p. 6
Mardi 3 juin	Dans la douceur du talc.....p. 18
Mercredi 4 juin	Enquête dans le brouillard et marinade sulfureuse.....p. 29
Jeudi 5 juin	Traquer la faille de Llo.....p. 34
Vendredi 6 juin	La mine et le vent des cols.....p. 46
Samedi 7 juin	Cerise sur le gâteau : la grotte de Niaux.....p. 55

Repères Chronologiques

et voilà !

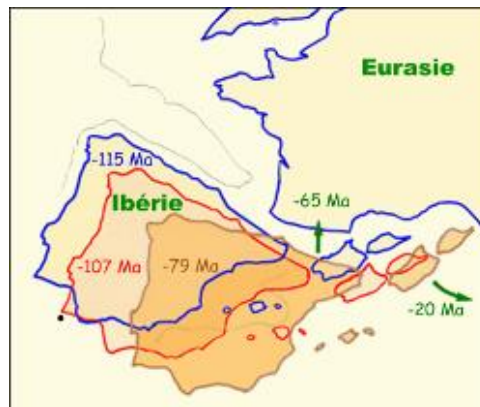


Isabelle Corbières – GéoPyrene

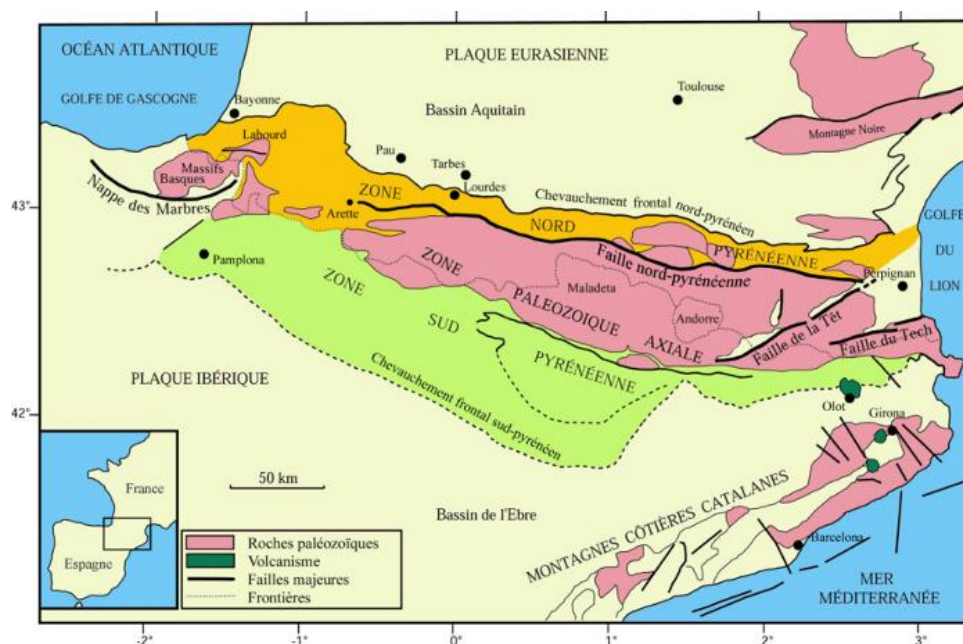
La sismicité pyrénéenne

Les Pyrénées sont l'une des régions de France métropolitaine où le risque sismique est le plus important.

Cette activité sismique est due à la confrontation entre deux plaques tectoniques : la petite plaque Ibérie (qui coïncide grosso-modo, pour sa partie émergée, avec la péninsule ibérique), et l'immense plaque Eurasie. Cette confrontation a commencé vers le milieu du Crétacé, il y a environ 100 millions d'années, par un épisode d'extension où les deux plaques s'éloignaient l'une de l'autre. Le mouvement s'est ensuite inversé, et les deux plaques se sont rapprochées en un épisode compressif, à partir de la fin du Crétacé (-65 Ma), qui les a vu entrer en collision. C'est lors de cette collision que se sont formées les Pyrénées (ou plutôt reformées, après l'orogénèse hercynienne et l'érosion subséquente), qui forment donc une frontière active entre ces deux plaques. La suture se situe plus précisément au niveau de la Faille Nord-Pyrénéenne, que l'on peut suivre du Pays Basque à la Méditerranée. C'est d'ailleurs aux environs de la Faille Nord-Pyrénéenne que la sismicité est le plus concentrée, du Pays Basque à la Bigorre. Plus à l'est, elle devient diffuse, avec quelques essais dans les régions de la Maladetta, des Pyrénées-Orientales, et du nord de la Catalogne.



Voir le site du Réseau de Surveillance sismique des Pyrénées





Au départ d'Ussat les Bains, l'itinéraire court pour atteindre l'étang de Lers est barré par des travaux. Nous empruntons donc une route en direction de Foix (nord) qui traverse des reliefs calcaires résidus des glaciations, appelés localement **quiès**. Au maximum de la glaciation quaternaire (60 000 ans), le plus long glacier faisait 50km de long et descendait jusqu'au nord de Foix (traces morainiques). La hauteur de glace vers Tarascon et Foix était de 600m. Le paysage au nord de Foix, est marqué par le chevauchement nord pyrénéen.

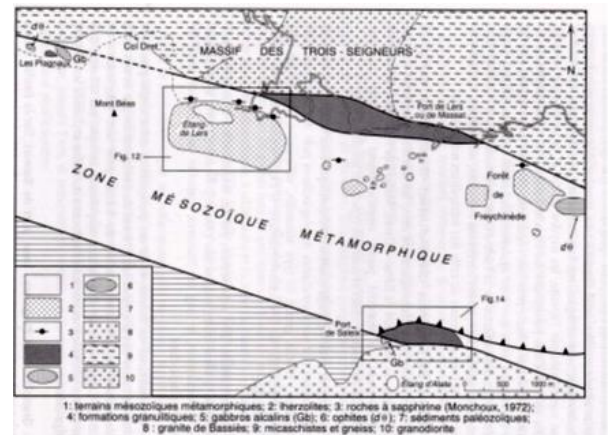
Vers l'Ouest (St Giron) la route est encadrée au nord par les écailles calcaires nord-pyrénéennes, au sud par le massif granitique de l'Arize, un des rares massifs granitique au nord de la Faille Nord Pyrénéenne (FNP).

Architecture locale

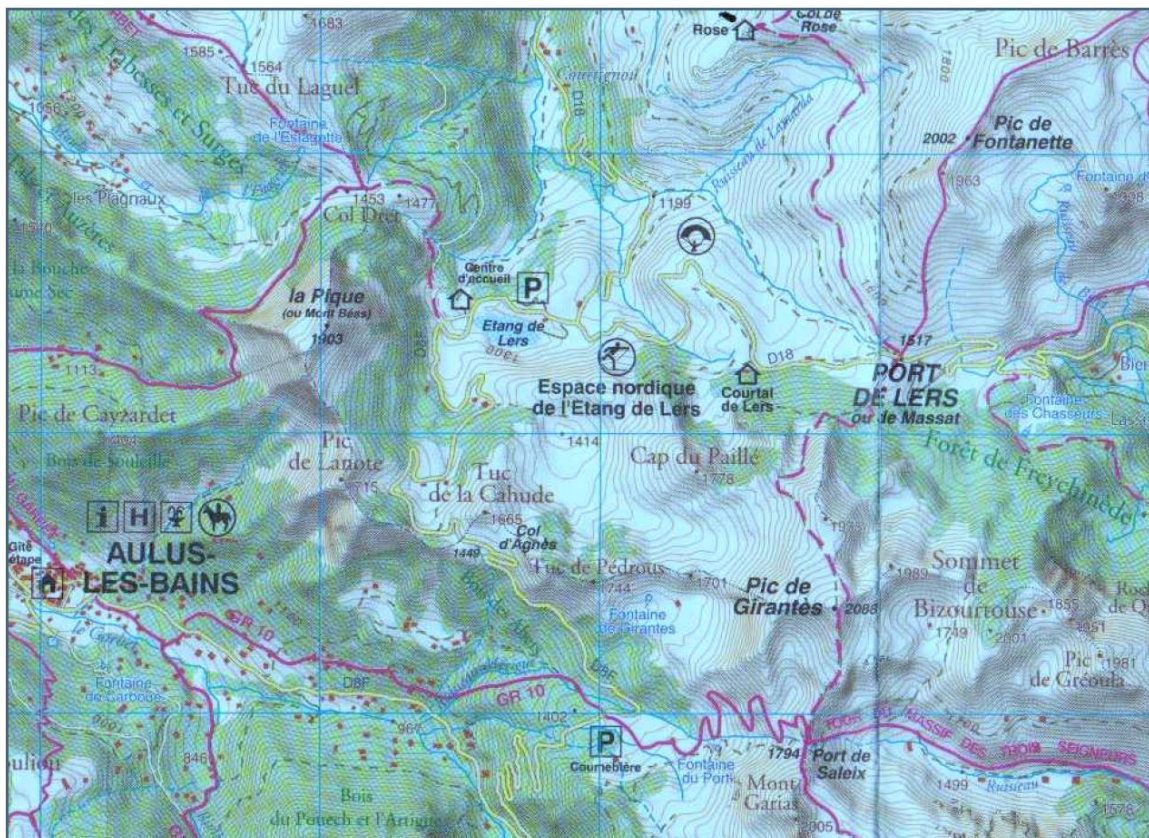
Historiquement les maisons ariégeoises étaient couvertes de chaume, les pignons sont en escalier comme dans le Vercors ou le Bugey, afin d'assurer l'accès au toit et/ou protéger latéralement du vent la couverture de chaume. Ces maisons sont dites en "pas de moineaux" ; la tradition de ces pignons ne s'est malheureusement pas conservée.



Dans le bassin sédimentaire d'Aulus (zone mésozoïque métamorphique, environ 2km de large), la FNP se dédouble localement en faille de Lers au nord et FNP au sud. Les thermes d'Aulus ont été édifiés en 1989. Une étude, menée en 1992 par le CHU de Toulouse, a permis d'évaluer les effets d'une cure thermique sur le taux de cholestérol, de triglycérides et de glucoses.



Après Aulus-les-Bains, au fond de l'auge glaciaire de la vallée du Salat, nous atteignons le col d'Agnes, point de départ de la journée. La météo ne permet pas de faire une lecture de paysage. Les sommets sont très accrochés et la vue bouchée par les nuages. On entrevoit la haute chaîne de roches hercyniennes et le massif granitique de Cagasteille au sud, dont le cirque est barré par la cascade de l'Ars. Le col d'Agnes est près de la limite de cette haute chaîne. Avant le col, en bord de route, présence de calcaire bréchifié, de dolomies et probablement de cargneules. Le col lui-même est dans les sédiments triasiques avec au-delà des calcaires du jurassique (voir pages 6 et 7 du document d'Isabelle). La lherzolite affleure dans ces calcaires jurassiques. On observe plusieurs bassins de ce type le long de la faille nord pyrénéenne (FNP), mis à jour par un dédoublement local de la FNP (ici faille de Lhers) donnant naissance au thermalisme.



Temps 1 Une "carrière" de marbre



Une carrière proche du col nous permet d'identifier la roche : calcaire métamorphisé, recristallisé avec présence de calcite appelé *marbre*. Des petites baguettes allongées blanches peuvent être observées dans ce marbre : ce sont des scapolites (tectosilicate quadratique). Ils sont présents dans les roches métamorphiques calcaïques surtout lors de métamorphisme de contact avec des granitoïdes. Il y a eu recristallisation isotrope (pas de direction privilégiée des baguettes de scapolite) à haute température lors de la remontée du manteau. Ce métamorphisme de contact est daté à 100 Ma (mi crétacé) soit lors du rifting albo-cénomaniens qui a précédé la formation des Pyrénées.

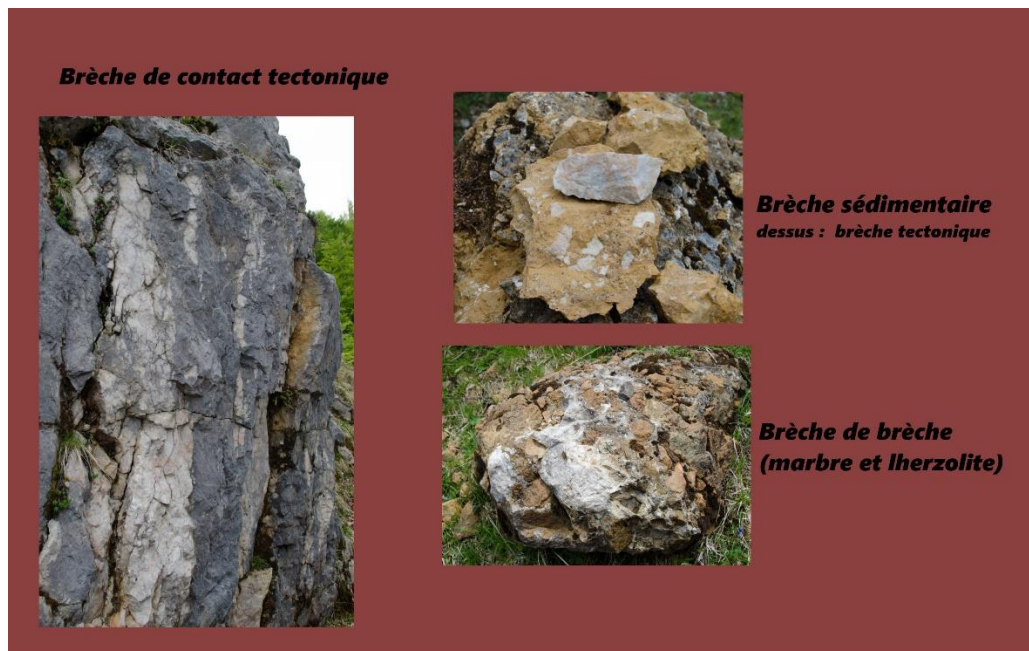
On observe ici le terme moyen de cette série isomorphe, en baguettes allongées et blanchâtres par altération : le *dipyre*

Dans un contexte d'étirement et d'amincissement crustal – rift continental albo-cénomaniens-, les calcaires du jurassique se trouvent au contact du manteau.

Les HT favorisent un métamorphisme de contact.

La période à retenir : - 100 Ma (mi crétacé) soit lors du rifting albo-cénomaniens

Temps 2 Brèches



- ✓ En descendant du col vers l'étang de Lhers, on observe des **brèches de marbre blanc** prises dans une matrice calcaire plus colorée. Ces formations sont plus récentes que la formation des scapolites, elles montrent qu'il y a eu compression car ces brèches sont d'origine tectonique : elles sont éclatées sans transport avec recristallisation immédiate

brèche de contrainte tectonique : brèche non sédimentaire, résultant de la fragmentation des roches dans un contact tectonique ; les débris sont cimentés sur place par un ciment cristallin à partir des eaux circulant dans la zone broyée. La recristallisation est immédiate.

- ✓ En dessous de la route, présence d'un **bloc bréchique sédimentaire** (conglomérat de roches à ciment friable) ayant les mêmes composants mais qui ne semble pas avoir un rapport avec le contexte. Elle est interprétée ici comme un remplissage de karst quaternaire, sachant qu'une autre théorie l'interprète comme une brèche sédimentaire sous-marine (Lagabrielle et al 2010) par dénudation de la lherzolite au fond du rift.

- ✓ Plus bas en bord de route observation de brèche composite : **marbre et lherzolite** : C'est la zone de contact entre les deux matériaux.

La lherzolite est une roche magmatique qui contient de 50 à 60% d'**olivine**, 25 à 30% d'**enstatite** (orthopyroxènes), 5 à 20% de **diopside** (clinopyroxènes) et 2 à 3% de **spinelles**. L'olivine est jaunâtre, dans la masse; l'enstatite est beige et le diopside vert cuivreux.



La mise en place de la lherzolite est progressive et tardive, elle s'est faite à l'occasion d'un amincissement de la croûte avec un métamorphisme HT il y a environ 100Ma. Elle a conservé la composition du manteau d'il y a 2Ga.

La mise en place de cette lherzolite est donc pré pyrénéenne,

- L'ouverture de l'atlantique nord et la rotation de la plaque ibérique provoquent un rifting oblique avec une augmentation rapide de la température entre 87 et 98Ma (cénomanién).
- L'ouverture de l'atlantique sud bloque l'océanisation et fait avorter le rifting. La mise en place de l'écaille de lherzolite de Lers sous l'effet de la tectonique commence il y a -110 Ma et se prolonge jusqu'à -90 Ma (sur environ 1km de diamètre).
- Elle se fait dans les calcaires du jurassique avec une exhumation lors de l'orogénèse pyrénéenne (albién), contemporaine du remaniement de débris sédimentaires (brèches dans les marbres).

Cette version, qui est celle de Debroas (2012), concilie les scénarios sédimentaires et tectoniques : le processus est tectonique mais ponctuellement, avec l'érosion, de la sédimentation se produit dans des poches karstiques. Pour Debroas, le remplissage sédimentaire de poche karstique daterait du Quaternaire et non du cénomanién. Toutefois, il ne faut pas écarter la théorie de Lagabrielle. (voir reproduction d'un article en fin de chapitre)



La brèche de Lers est une brèche tectonique perturbée sur laquelle on observe des placages (concrétions) d'origine sédimentaire par remplissage de poches karstiques. Brèche de phase d'extension : un fluide sous pression éclate la roche qui recristallise (bréchification hydraulique)

Temps 3 Affleurement et lherzite



serpentine



pyroxénite



litage

Affleurement de bord de route en approche de l'étang de Lers :

Dans un cumulat de basalte, on observe

- ❖ de la ***serpentinite*** en placage dans les diaclases Phénomène de surface qui suppose l'existence d'un milieu hydraté.
- ❖ Des filons de ***lherzite*** (sombres) : pyroxène, amphibole et hornblende C'est le témoignage d'un événement magmatique du rifting albien (100 Ma) : hornblendite ou ***ariégite à amphibole*** ou encore ***lherzite***

Temps 4 La Lherzolite de l'étang de Lers (Lherz)

Etymologiquement Lers qui s'écrivait encore Lhers il y a peu viendrait de l'ars qui signifie ours en celte ou basque. Il faut remarquer la faible végétation sur la lherzolite, la végétation n'aime pas les roches ultrabasiques riches en Mg, Fe et Ca.



L'étang de Lers est dominé par le plus célèbre massif de lherzolite pyrénéen. La lherzolite lui doit son nom depuis 1797 pour avoir été signalée pour la première fois entre l'étang et le port de Lherz en Mai 1787. Les conditions d'affleurement au sein des marbres blancs qui l'entourent, sont des plus spectaculaires. Il est également le mieux conservé, l'un des plus grands (1800x900m) et des plus faciles d'accès

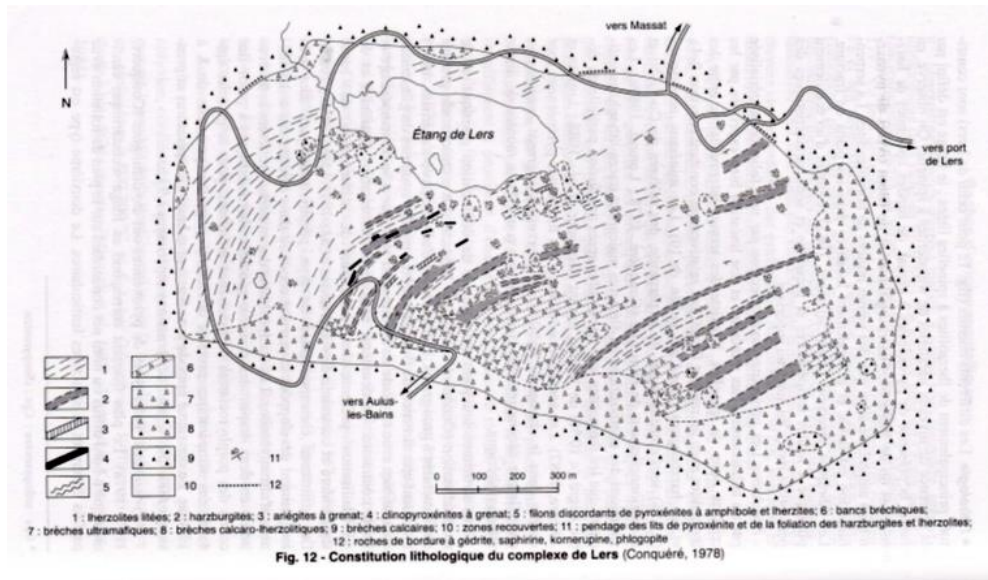
A l'échelle de l'échantillon, les lherzolites sont des roches de densité élevée ($d = 3.3$ contre 2.3 pour les calcaires). Elles se reconnaissent facilement à leur couleur superficielle d'altération brune à orangée et à celle verte d'intensité variable de leur cassure fraîche. Elles sont composées de cristaux identifiables à l'œil nu en raison de leur taille millimétrique ou, plus rarement, centimétrique.

(E.J Debroas)

Publication d'Elie Jean Debroas à propos de la lherzolite de l'étang de Lers

<http://agso.brgm.fr/HTML/Debroas%202011.pdf>

L'avortement du rift a empêché l'océanisation, on ne trouve donc pas de laves en coussin (pillows lava) et très peu de gabbros. Par contre on trouve de la harzburgite (que nous n'avons pas vue) datée de 2,2 MA, une des plus vieilles roches de France et la plus vieille des Pyrénées. La lherzolite serait postérieure à la harzburgite, qui aurait été contaminée par des venues basaltiques du manteau sous-jacent (harzburgite + basalte → lherzolite)



Temps 4 En route vers la mine

Sur le chemin du Port de Saleix (où nous n'irons pas en raison du brouillard), nous passons dans un massif granitique.

Rencontre avec un troupeau de Gasconnes, race bovine originaire de la région de Saint Gaudens. *Parfaitement adaptée au relief et aux herbages pyrénéens la Gasconne est une race bovine allaitante robuste et puissante, qui s'accommode facilement des fortes amplitudes climatiques et des reliefs accidentés. Principale race rustique des Pyrénées, élevée pour la viande, ses qualités exceptionnelles lui permettent d'occuper les coteaux caillouteux et les flancs de montagne escarpés à végétation pauvre.*



Le troupeau s'éparpille dans les estives parsemées

- de blocs erratiques ressemblant à des millefeuilles composés de couches schisteuses à lits clairs de quartzite : microconglomérats du cambro-ordovicien, flysch antéhercynien dans l'encaissant du pluton granitique,
- de blocs de galène (sulfure de plomb)
- de granodiorite



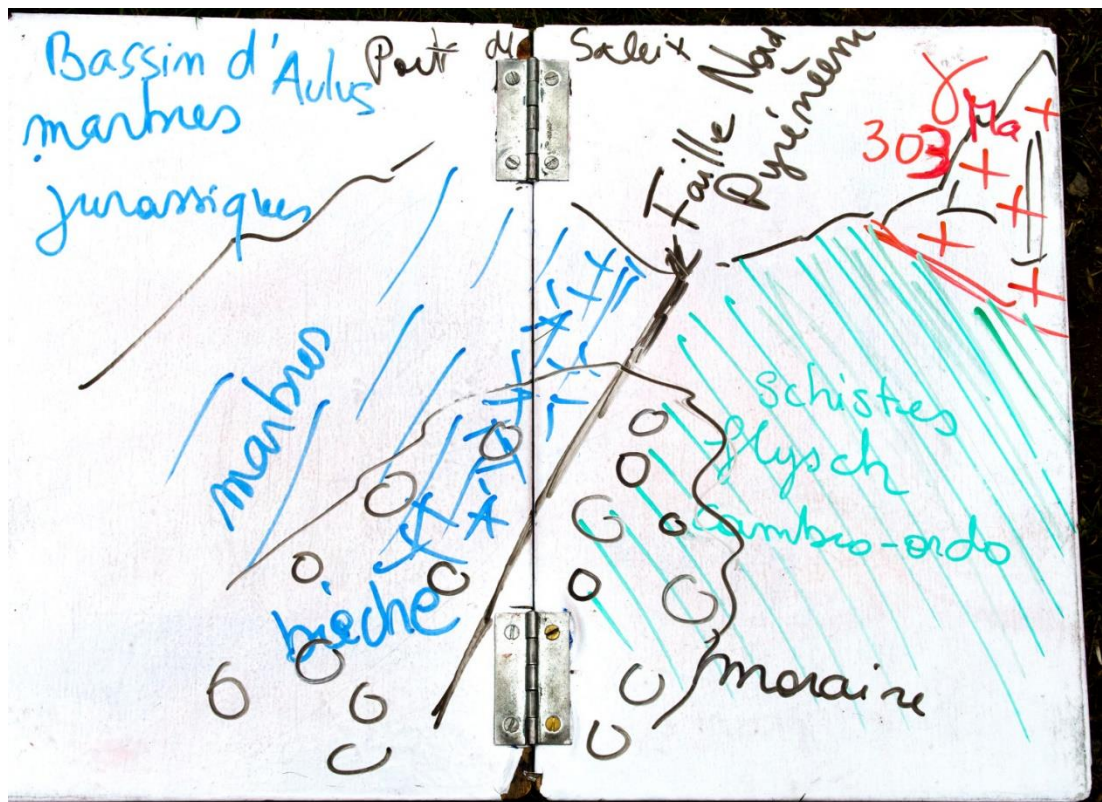
Nous sommes sur la plaque ibérique, proches de la FNP.



La mine d'Argentière s'ouvre dans un contexte de vieux marbres. A l'entrée de la mine, des couches calcaires sont bien visibles dans les flyschs, nous sommes à la limite du pluton granitique. Les circulations d'eau dans le granite dissolvent des minéraux et la présence de calcaire (marbre) favorise leur dépôt voir (carte géologique page 6). Il y a plusieurs mines dans ce secteur et la plupart des mines pyrénéennes de fer, plomb, argent et autres métaux sont dans ce contexte : limite d'un pluton granitique et de son encaissant avec présence de couches de marbre. Pour mémoire, le granite est très fracturé avec l'existence de nombreuses brèches :  clatement de la roche par l'hydraulique!

On y trouve du fer (sulfures de fer), de la galène (sulfures de plomb), de la blende (sulfure de zinc à 25% de fer)

Résumons



Les questions du jour

- ❖ Les péridotites d'Oman sont-elles des lherzolites ? Quelle est la différence ?
- ❖ Tous les massifs granitiques (le socle), à l'exception de celui des Trois Seigneurs, de l'Alize et de Tabe (St Barthélémy) sont au sud de la FNP. Pourquoi ?

Yves Lagabriele – GeoSciences Rennes

Directeur de Recherche 1ère classe CNRS Equipe : Systèmes tectoniques

Recherches actuelles

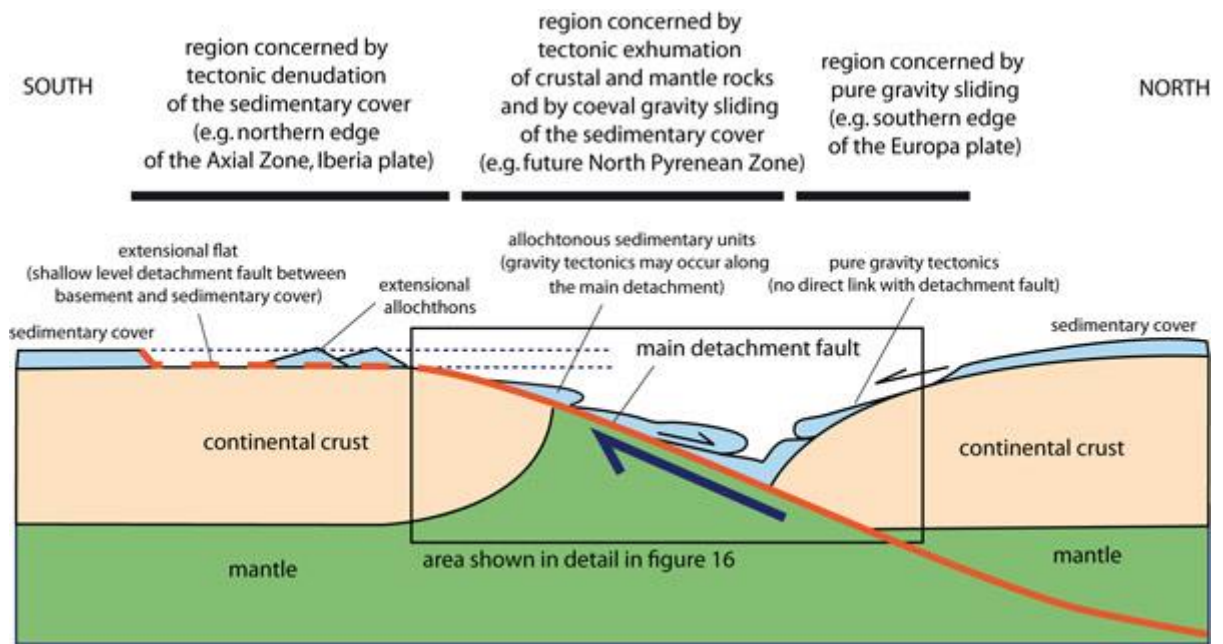
Dans les Pyrénées, le réexamen du contexte géologique des ultrabasites de l'étang de Lherz et l'étude détaillée des massifs ultrabasiques des Chaînons Béarnais nous ont conduit à proposer un modèle nouveau pour la mise en place des lherzolites au sein du système pyrénéen (Lagabriele et Bodinier, 2008 ; Lagabriele et al. 2010). Nos travaux montrent l'importance des processus de remaniement sédimentaire des produits ultrabasiques dans l'évolution des bassins albiens. Une exhumation du manteau au fond de ces bassins est proposée, ainsi qu'une évolution thermique expliquant le métamorphisme pyrénéen. Ces travaux alimentent un débat déjà ancien sur l'origine des brèches à éléments de lherzolite et nous pensons apporter de solides arguments en faveur d'une exhumation albo-cénomaniennne du manteau dans un contexte de type pied de marge passive à thermicité très élevée.



Légende des photos. Illustrations de deux faits de terrain importants visibles dans la Zone Nord Pyrénéenne. A droite, des microbrèches à éléments de marbres et à multiples débris ultrabasiques remplissent les fissures de la lherzolite de Lherz. C'est la preuve d'un contact sédimentaire entre le manteau et les métasédiments de la ZNP et donc de l'exhumation du manteau au fond des bassins crétacés. A gauche, plus haut dans la série, au-dessus des lherzolites, des écoulement de débris (debris-flows) tantôt ultrabasiques, tantôt carbonatés témoignent d'un remplissage du bassin par deux sources : le manteau exhumé d'un côté et les métasédiments mésozoïques affleurant sur les parois du bassin de l'autre.

L'intérêt des Pyrénées réside dans le fait qu'il s'agit d'un analogue à l'air libre de marges passives. Les marges actuelles sont déjà largement étudiées et prospectées, mais en raison des profondeurs abyssales où elles se situent et de la présence de puissantes formations post-rift, les parties les plus distales sont totalement inaccessibles. L'étude d'analogues fossiles, émergés à la faveur des inversions tectoniques est une alternative efficace à ces lacunes d'observation et d'échantillonnage.

Les marges du domaine Pyrénéen se distinguent des marges de type Ibérie-Terre-Neuve ou encore des marges Alpines par la constance des manifestation d'une haute thermicité syn-rift (c'est le métamorphisme pyrénéen) et par l'absence des « extensional allochthons ». Pour les parties internes du rift, ceci implique un boudinage de la croûte entière lors du rifting, imposant le repos direct des sédiments pré-rift sur le manteau subcontinental par sous-tirage crustal en régime thermique anormal. C'est le résultat majeur du travail réalisé dans le cadre de la thèse de Camille Clerc (financement CNRS/Total)



Légende de la figure. Modèle simple montrant l'exhumation du manteau au fond du bassin pyrénéen à l'Albo-Cénomani (Lagabrielle, Labaume, de Saint Blanquat, Tectonics, 2010).

<http://www.geosciences.univ-rennes1.fr/spip.php?rubrique606>



Une journée en trois temps mais toujours dans les failles

- La carrière de talc de Trimouns (faille de Trimouns)
- Les drôles de cailloux de Lordat (FNP)
- La lherzolite encore (effets de la faille)

Après la montée par la route des Corniches au départ de Luzenac et après avoir salué au passage l'église romane d'Unac (que nous ne verrons qu'au retour et au soleil), la carrière de Trimouns est la première étape



- **Temps 1 La carrière de talc de Trimouns**

La carrière de talc de Trimouns est aujourd'hui une des plus grandes carrières de talc du monde à ciel ouvert, avec une superficie de 1 100 hectares. Elle surplombe à 1800 mètres d'altitude la vallée de l'Ariège et produit 8% de la production des 250 carrières existantes. Les chinois concurrencent fortement mais la qualité et la variété du talc de Luzenac lui permet de se maintenir.

L'exploitation du gisement de talc de Trimouns a commencé au 19^{ème} siècle. Le talc était descendu à dos de mulets puis dans des charrettes à bœufs. Actuellement il est descendu par un téléphérique à godets de 1,4t, qui produit assez d'électricité pour satisfaire les besoins de la carrière. Le téléphérique est long de 5km, avec une dénivellation de 1000m et la descente prend 24 min. Etant en altitude la carrière n'est exploitée que de mai à octobre mais l'usine produit ses 400 000t de talc toute l'année, un important stockage étant prévu au niveau de l'usine situé 1000m plus bas



L'exploitation de la carrière a été assurée par la Société des Talcs de Luzenac 1905 à 1988, avant d'être reprise par le Groupe Luzenac, filiale de la société Rio Tinto. En 2007, des inquiétudes ont pesé sur l'avenir du site au moment du rachat du groupe Alcan, dont dépend la société, par Rio Tinto, le leader mondial de l'aluminium.

Durant l'été 2011, la carrière de talc de Trimouns (et toutes les activités du Groupe Luzenac) a été reprise par le groupe Imerys.

C'est un berger qui aurait découvert le talc au col de Trimouns. La carrière a été creusée à partir de l'affleurement du col et a "évidé" la montagne, refaçonant le paysage en déversant sur le flanc sud les stériles : c'est la verse que l'on voit en arrivant à la carrière et qui comble petit à petit le vallon. Pour 1 T de talc, on laisse de côté 10 à 11 T de stérile.

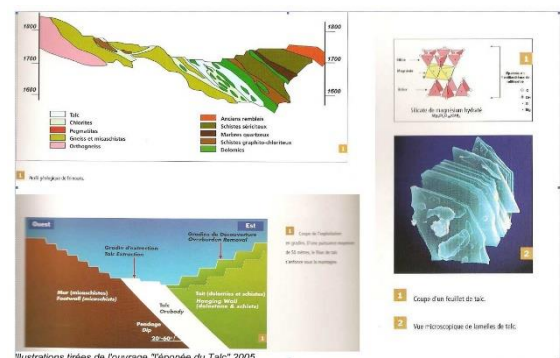
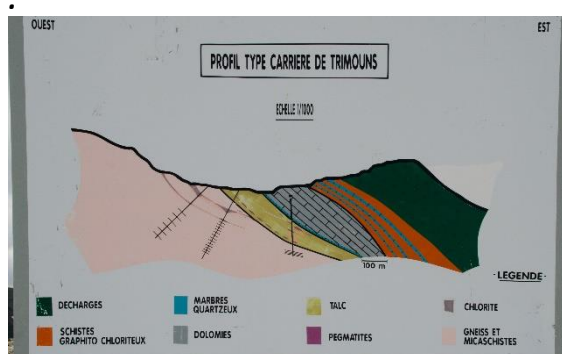


L'épaisseur du filon est de 50m, aujourd'hui les sondages confirment la présence de talc sur 20m d'épaisseur, laissant une espérance d'exploitation de 30 à 50 ans.

Le talc est le minéral le plus tendre, il présente une structure lamellaire (phyllosilicate), il est hydrophobe et lipophile

La carrière est située sur la faille de Trimouns. La FNP passe à Lordat en contrebas et le massif de Tabé (St Barthélémy) est un massif hercynien de la plaque européenne. On y trouve granite, gneiss, schistes et marbre (couverture sédimentaire primaire)

- le toit du gisement est dans la dolomie (talc pur avec lentilles de chlorite)
- le mur du gisement est de micaschistes. (chlorite)



Le gisement est beaucoup plus récent que la couverture sédimentaire, la dolomie chevauchant les micaschistes. Le talc s'est formé à l'interface entre ces couches. La datation montre que la cristallisation du talc est contemporaine du rifting pyrénéen en bordure de la FNP.



Les circulations hydrothermales dans la faille en présence de ces roches (micaschistes et dolomie) de part et d'autre ont permis la formation du talc $\text{-Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ par **métasomatose** (*métamorphisme qui s'accompagne d'une modification de la composition chimiques des roches originelles*). Il y a apport de silice qui entre en réaction avec la dolomie fournissant le magnésium. La réaction se produit à faible profondeur, 200 à 300°C. Les marbres sont métamorphisés lors de cette même période.



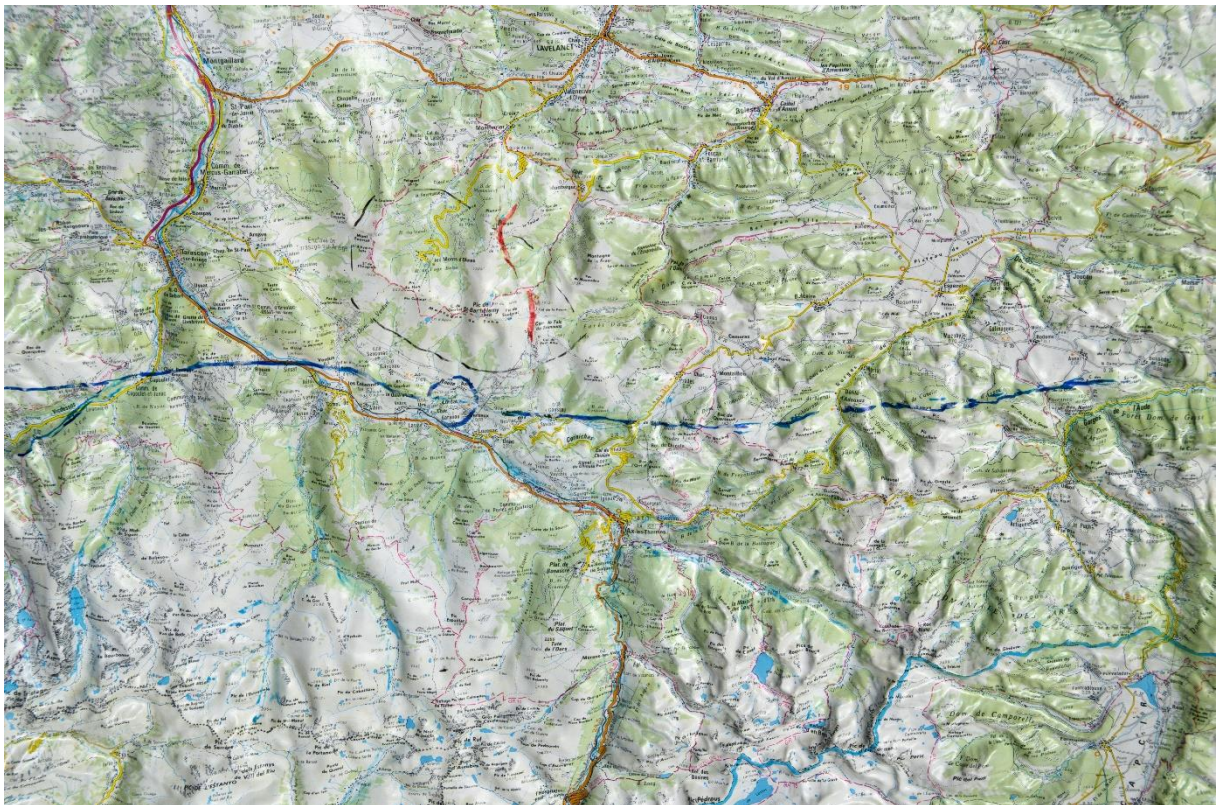
Dans ce gisement hétérogène en épaisseur et en qualité, le talc pur (blanc) représente 3% de la production: on l'utilise essentiellement en pharmacie, en cosmétologie, pour la fabrication des dentifrices, des parfums mais également dans les confiseries, la charcuterie industrielle... ou en chirurgie des poumons pour recoller la plèvre. Les 97% restants sont constitués par le talc dit industriel qui rentre notamment dans la composition de la pâte à papier (meilleure impression), la céramique, la peinture (meilleure application), le caoutchouc, les explosifs, les matières plastiques...

Le talc extrait de la mine contient 5% d'eau. Il est broyé après passage au four et vendu sous 53 types différents dont la granulométrie va de 43 à 2 microns. Il est livré en camions citerne car réduit en poudre il coule comme un liquide.

70% de la production est exportée, mais la France importe malgré tout du talc, chinois notamment, qui est moins cher.

Le talc peut provoquer une maladie professionnelle : la talcose, quand il est manipulé en poudre et est en suspension dans l'air. Pas de masque dans la carrière car il est à l'air libre et encore sous forme de roche, par contre le masque est nécessaire à l'usine où il est broyé.

FNP (en bleu) et Faille de Trimouns (en rouge)



Avant de redescendre au village de Lordat et de franchir à nouveau la FNP, observons de la carrière le paysage qui s'ouvre vers le sud : le massif de l'Aston, frontalier avec l'Andorre, offre ses gneiss (gneiss œillés sur le plateau de Beille) au sommet de Rhule quand les sommets de Serrère et de Coume d'Enfer (pyramidaux) sont de schistes. C'est la bordure du pluton d'Ax-les-Thermes



- **Temps 2 Les drôles de cailloux de Lordat**

Le village de Lordat est dominé par son château, construit sur un piton rocheux au Xe siècle, remanié au XIV^e siècle. En 1582, le futur Henri IV donne l'ordre de le démanteler. Il n'en subsiste aujourd'hui que trois enceintes, une porte et un donjon rectangulaire, vestiges classés par les Monuments historiques. Propriété privée. le château abrite aujourd'hui une trentaine de rapaces surtout européens (aigles, vautours, milans, faucons, chouettes, hiboux).

Le château vu par



Marie-Laurence

Andrée



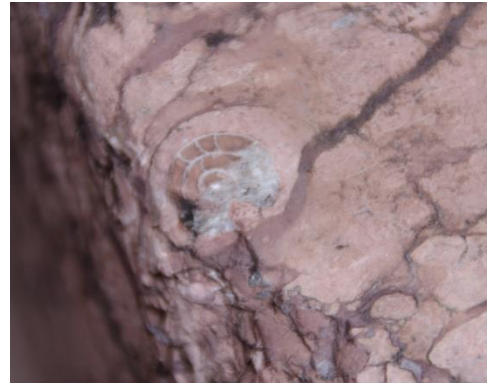
De la hauteur du calvaire, on observe un paysage façonné par le glacier qui a laissé quelques buttes résiduelles.



La roche environnante est un **marbre griotte**, calcaire à nodules rougeâtre ou verdâtre, du dévonien. Les nodules correspondent parfois à des **gognatites** (céphalopodes ammonoïdés caractérisés par leur siphon ventral, fossiles stratigraphiques du dévonien) et sont prises dans un ciment micassé.



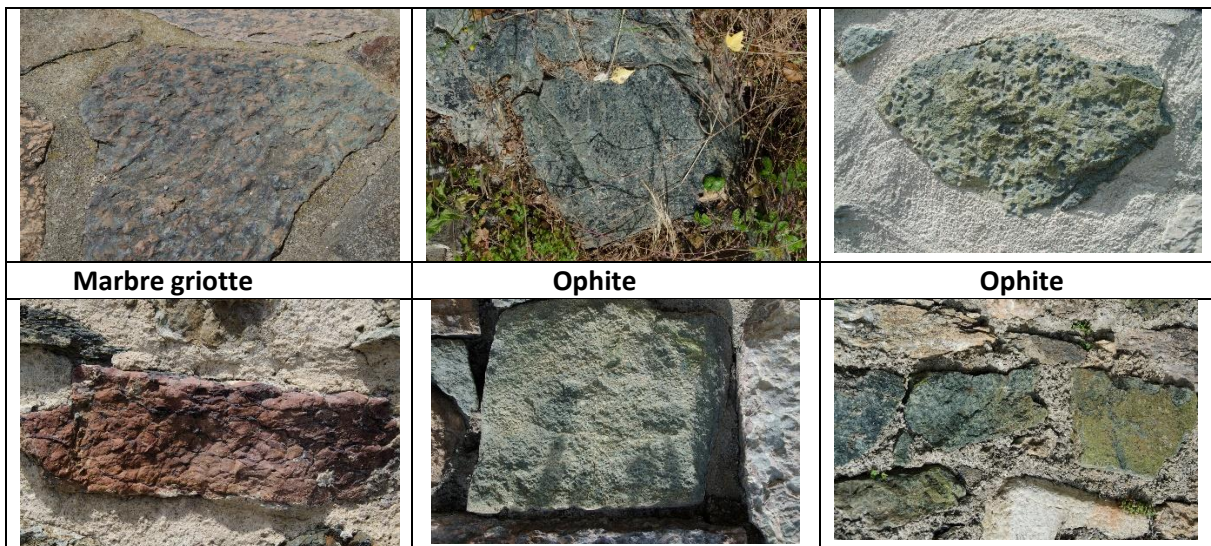
Marbre griotte



Gognatite

Ce marbre fait partie des roches utilisées pour les constructions dans le village, murs et devant de porte. On y trouve aussi une roche verte : **l'ophite pyrénéenne**, dolérite métamorphisée avec des cristaux de pyroxène en forme d'étoile, englobant des plagioclases. Elle est issue de la cristallisation assez lente d'un magma donnant naissance à une texture microgrenue intermédiaire entre la texture grenue du gabbro et la texture magmatique volcanique du basalte. Les affleurements d'ophite sont le plus souvent des filons intrusifs. C'est la serpentine, la chlorite ou l'épidote qui lui donne cette couleur verte.

La datation de l'ophite donne un âge de 200Ma, elle est donc associée au volcanisme triasique du rifting pré pyrénéen.



Après un rafraîchissement à la fontaine en brèche de marbre du village, nous franchissons la faille nord-pyrénéenne devant un mur de marbre très bréchifié où Mike déniché le marqueur de la faille : des scapolites.



Scapolite

- **Temps 3 La lherzolite de Bestiac**

Un peu plus bas vers la vallée, après avoir traversé le village de Bestiac, un chemin caillouteux s'ouvre vers un affleurement de lherzolite.

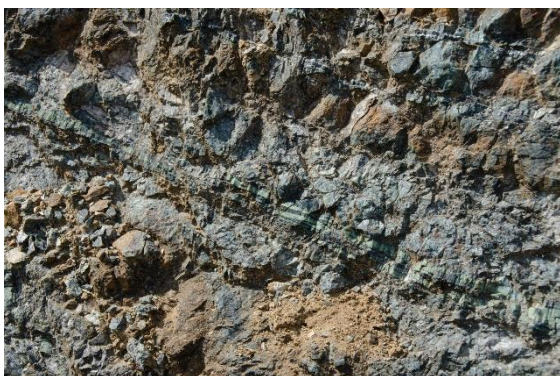
En guise d'apéritif, un bloc erratique de pegmatite nous offre qu'elques incrustations de tourmaline



L'affleurement de lherzolite est au contact des marbres. On y reconnaît l'enstatite (orthopyroxène) brun verdâtre et le diopside vert (clinopyroxène), avec l'olivine.

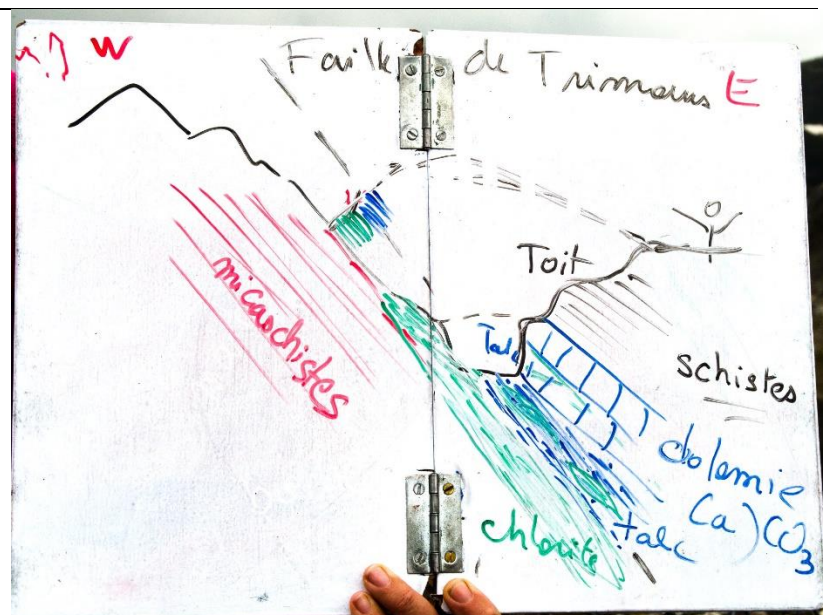


L'affleurement est très altéré, recoupé de filons gris verts de pyroxénite entrelardés d'amiante (amphibole trémolite ?). Datés de 100 Ma et liés à l'histoire de la lherzolite.

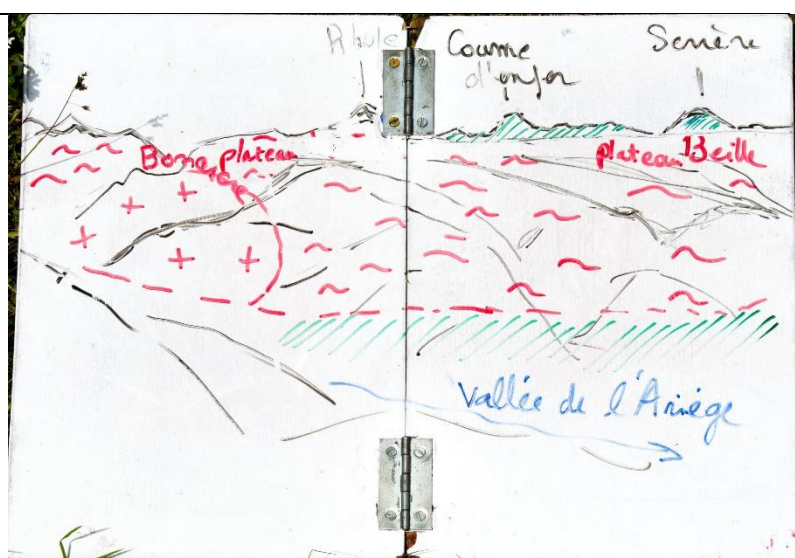


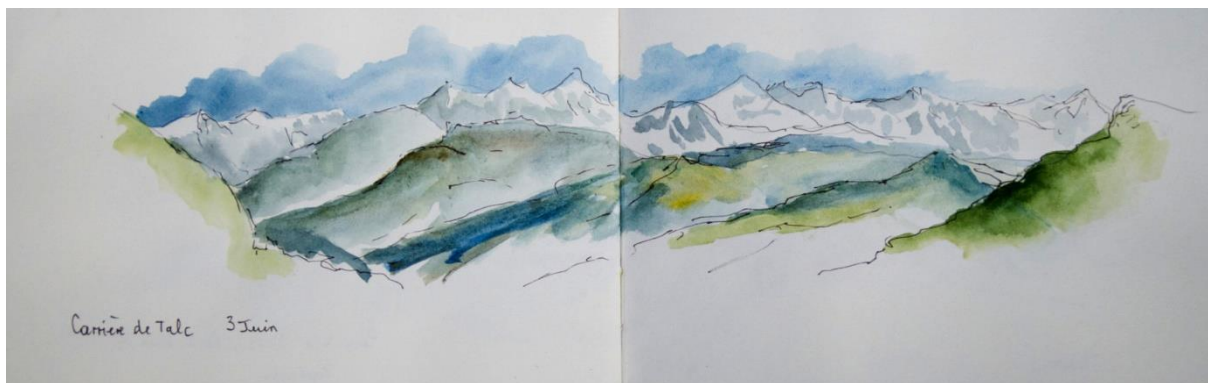
Résumons en quelques ardoises

Le talc

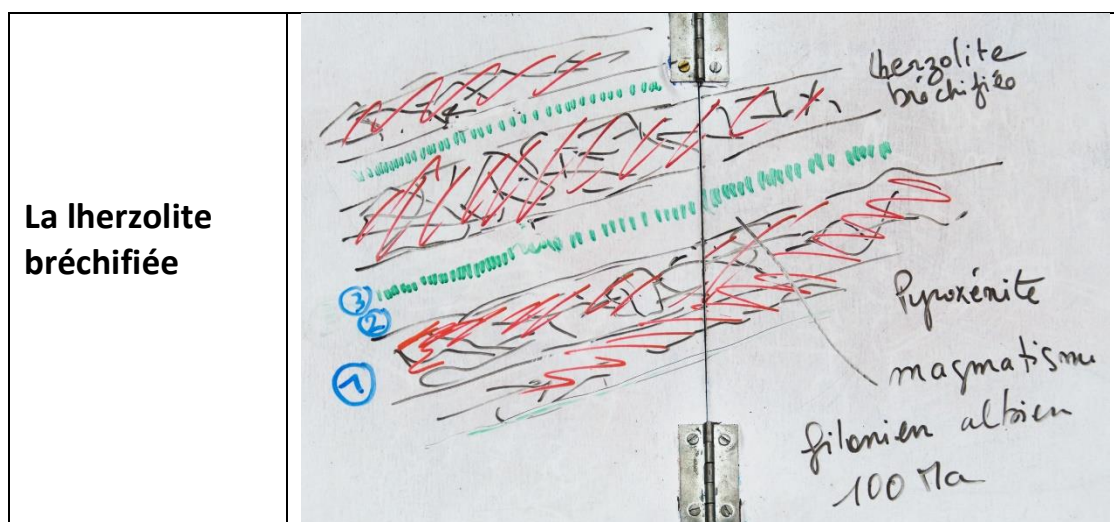


Le paysage :
massif de l'Aston





Le massif de l'Aston vu par Marie-Laurence



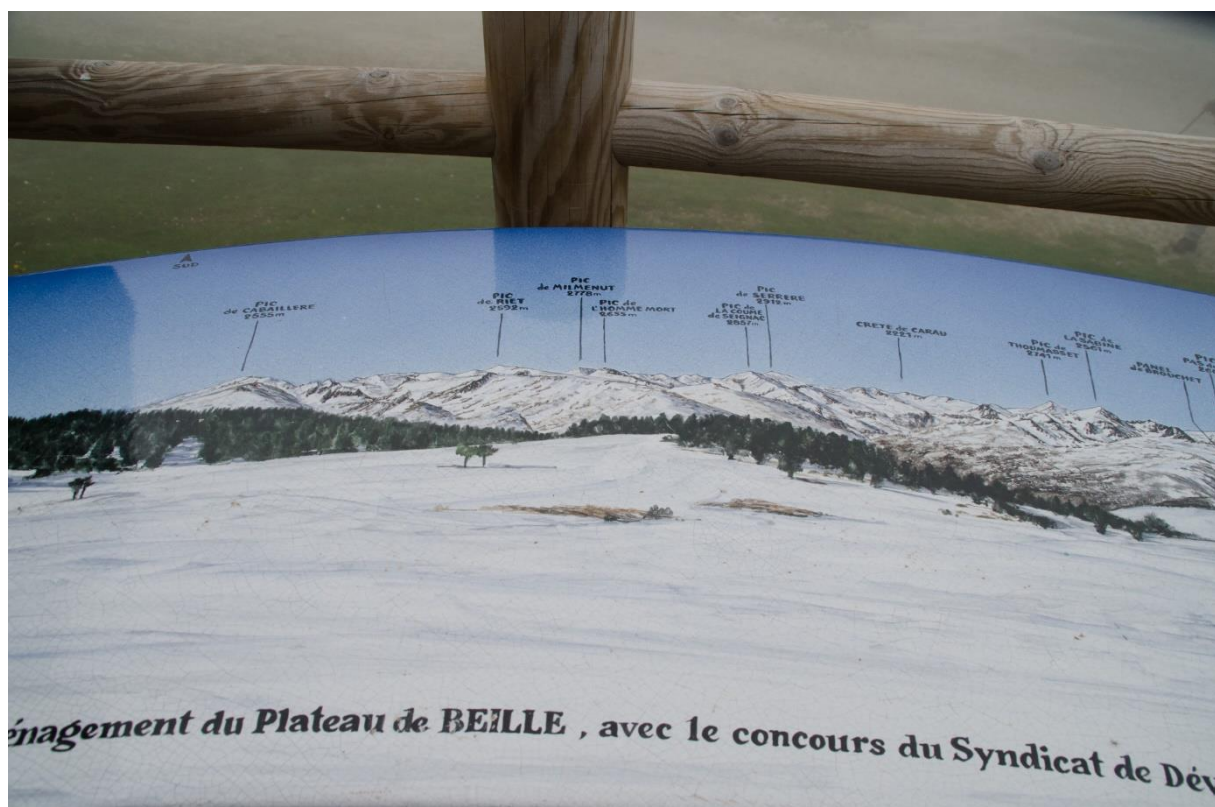


**Enquête dans le
brouillard
et marinade
sulfureuse**

4 juin 2014

- **Temps 1 Enquête dans le brouillard**

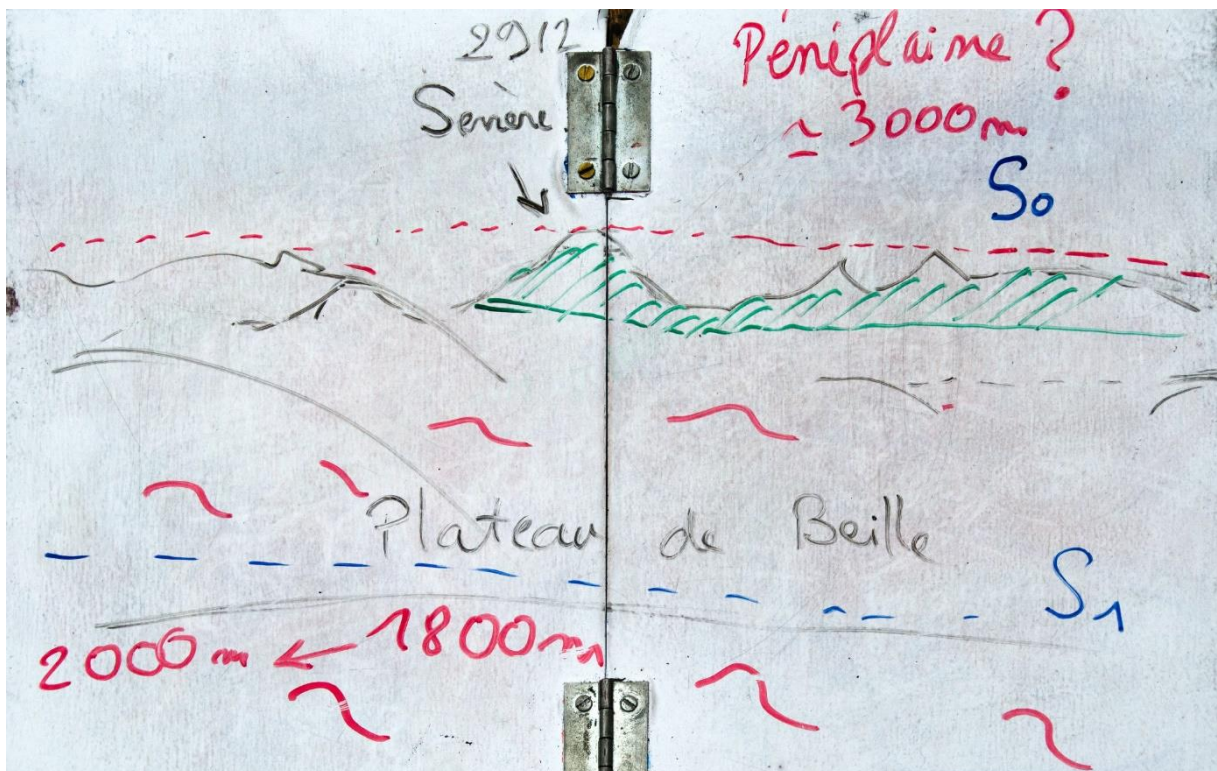
Mercredi : la promesse d'un merveilleux paysage sur le **plateau de Beille** s'évapore dans un brouillard tenace. Nous devons nous satisfaire d'une table d'orientation, d'un dessin sur ardoise et de beaucoup d'imagination.



Ce que nous aurions pu voir...

Le massif de l'Aston montre de nombreux replats et dômes herbeux en position sommitale, séparés par des vallées glaciaires. Les pics de la frontière se raccordent latéralement à ces morceaux de surface. Cette surface correspond à une surface d'érosion, comme l'attestent les altérites du plateau de Beille (arènes sur gneiss), correspondant à une pénéplaine qui ne peut être hercynienne, mais affecte les Pyrénées elles-mêmes. Cette surface a été largement morcelée par les glaciations du Quaternaire. Au loin apparaît une ligne de crête en schistes (Serrère) qui borde le massif plutonique de l'Aston (orthogneiss).

Cette surface d'érosion se dédouble selon 2 niveaux, la S₀, "Surface originelle", la plus perchée, à hauteur des plus hauts pics aux environs de 2800m, daterait du début de l'éocène, entre 45 et 30 Ma. La seconde, aux alentours de 1800 à 2000m, est plus récente, post-aquitaine, entre 18 et 10 Ma (complément d'information donné par Isabelle à la relecture du document)



Sur le chemin, on marche sur du **sable** contenant visiblement du quartz et des micas, c'est de l'**arène granitique**. On peut ramasser des échantillons de gneiss, granite et quartz sur le talus altéré.



Un affleurement montre des gneiss œillés (gneiss de l'Aston) fortement altérés au milieu d'arène.



Le gneiss est recoupé par des filons de granite.

- ✓ Le granite est un granite à deux micas daté de 300 Ma : granite d'anatexie de la croûte continentale fin collision hercynienne
- ✓ la datation du gneiss a fait l'objet d'une polémique suite à l'amélioration des méthodes, la première datation (580 Ma) l'interprétée comme un socle cadomien, précambrien a été remise en cause en donnant un résultat moderne à 475 Ma (ordovicien) bien plus satisfaisant relativement à la marge d'erreur. Feu le socle anté-cambrien des Pyrénées (*commentaire d'Isabelle*)

L'arénisation révèle un climat chaud et humide, elle recouvre des calcaires datés à 40/48Ma et les glaciers l'ont recoupée. La fin de l'arénisation donc de la pénéplanation, peut-être datée à 30Ma soit un peu avant l'orogénèse pyrénéenne. Avec le climat actuel, l'arénisation ne se poursuit pas, c'est une arène fossile.

Le scénario proposé : les Pyrénées se soulèvent avant cette phase d'érosion. On la retrouve dans toute la partie orientale de la chaîne. Par contre, elle n'a pas été mise en évidence dans la partie haute de la chaîne mais il y aurait des indices dans la partie occidentale. Le plateau ainsi formé continue de se soulever (6mm par an) malgré l'extension en cours. Il s'agirait d'un rebond isostatique avec remontée de la racine crustale (inversion de la subduction continentale), renforcé par le rifting méditerranéen corso-sarde dont l'ouverture, entraînant la séparation des Baléares, s'arrête il y a 20/18 Ma. Ceci expliquerait le décalage (ou désaxage) entre la FNP et l'orogène.



- **Temps 2** **Marinade sulfureuse**

Ax-les-Thermes est, dans la vallée de l'Ariège, une station thermale anciennement connue. Elle a le privilège de voir jaillir partout au cœur de la cité, les eaux **les plus chaudes des Pyrénées** (77°) aux vapeurs sulfurées. Sans doute les Romains connaissaient-ils déjà l'eau thermale d'Ax-les-Thermes, mais c'est à partir de 1260 qu'elle est véritablement canalisée et utilisée à des fins thérapeutiques. En effet, sous Saint-Louis, le Comte de Foix fait construire l'hôpital et le Bassin des Ladres (lépreux) pour que les soldats ayant contracté la lèpre ou des blessures durant les croisades puissent y être recueillis et soignés.



Le bassin des Ladres



Toute ressemblance avec des personnes connues est purement fortuite...

La station est située dans la zone axiale pyrénéenne. Les **sources d'eaux sulfurées** d'Aix-les-Thermes sont liées à la présence d'un massif granitique (granite d'Aix) et à une remontée rapide des eaux chaudes depuis de grandes profondeurs par les diaclases du granite en bordure de l'encaissant imperméable et schisteux du pluton granitique, au point bas topographique, d'où une température élevée à l'émergence. L'eau issue des granites sort directement de cette formation après avoir traversé des alluvions d'origine granitique. Les émergences sont localisées le long de fractures situées à proximité du contact des granites et des schistes en bordure subverticale. L'alimentation de la nappe se fait par infiltration des eaux de pluies dans le massif granitique vers 2000m sur 4 km de descente et elle atteint 120°C en se chargeant de sulfures, sodium, chlore.



Les schistes en rive droite de l'Ariège



Le granite au Rocher de la Vierge

Les caractéristiques de sources:

- des **eaux sulfurées** à fortes odeurs (ces odeurs sont caractéristiques des eaux sulfurées dégagant un parfum d'œuf pourri ; l'odeur est plus ou moins tenace selon la température et le teneur en soufre de l'eau).
- des **eaux sodiques et alcalines**.
- des **eaux thérapeutiques**.

...et les eaux ludiques dans lesquelles nous avons trempé avec bonheur...



...avant de rejoindre notre gîte du soir à l'Hospitalet, au pied du Col de Puymorens où Eric nous a régallé-e-s de la légende de Pyrène.



Traquer la faille de Llo

5 juin 2014

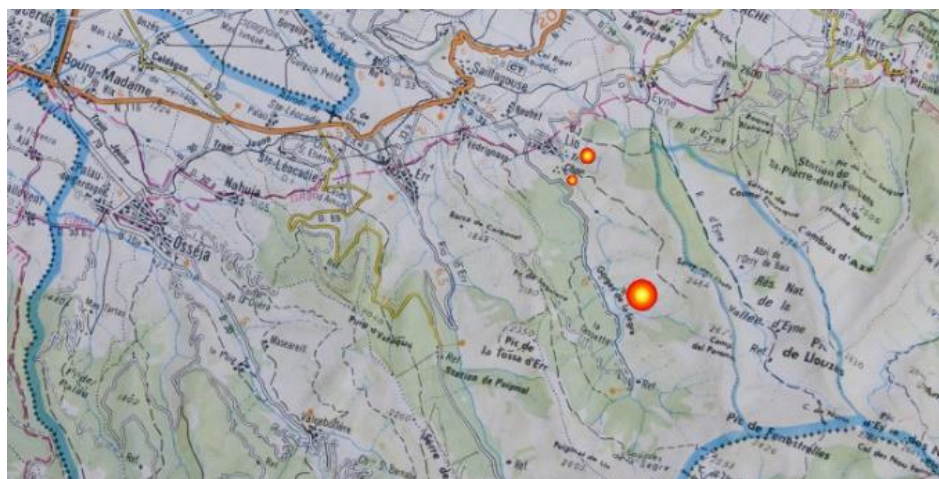
De l'Hospitalet, nous traversons les gneiss du même nom.

La soulane (adret dans les Alpes), versant le plus ensoleillé accueille une végétation de genêts, précurseurs du bouleau qui favorise quant à lui l'implantation du pin à crochet.

Le versant nord (ubac dans les Alpes) voit pousser et fleurir les rhododendrons qui recherchent la protection de la couverture neigeuse en hiver

Précision donnée par Eric

Le brouillard nous accueille au Col de Puymorens, point de départ des observations prévues ce jour. Le plan B est déclenché et décision est prise d'aller chercher le soleil en Cerdagne, un peu plus au sud. Le but sera le petit village de Llo, les gorges du Sègre et la chapelle de San Feliu.



Dans la descente de la vallée du Carol, on passe des schistes au granite. Le glacier de l'Ariège franchissait le col et sa moraine frontale se retrouve à la butte de Puigcerdà, en Cerdagne espagnole. Les maisons de la vallée sont couvertes de lloses (lauzes) taillées dans les schistes ardoisiers, pélite cambro-ordovicienne exploitée au Puigmal.

Le **Puigmal** (prononcer *Pouijmal*), deuxième sommet des Pyrénées-Orientales après le pic Carlit (2921m) culmine à 2910 m. Il est situé à la frontière de la France et de l'Espagne.

Llo (1400 m d'altitude) est situé en bordure sud de la Cerdagne, au pied de l'escarpement du Puigmal et à l'entrée des gorges du Sègre. Les eaux thermales de Llo sont naturellement riches en soufre et minéraux, aux propriétés reconnues pour la relaxation, pour les douleurs rhumatismales ou musculaires ainsi que pour les soins de la peau et des cheveux.

- **Temps 1 L'église Saint Fructueux.**



"Cette église a traversée l'histoire sans subir de transformation,. D'origine romane, son architecture semble dater de la seconde moitié du XII^e siècle, avec le rajout des 5 chapelles durant le XVIII^e siècle. Elle fut édifée pour remplacer la chapelle castrale, devenue trop petite pour l'ensemble de la population, la paroisse de Llo (nommée "Allone" au X^e siècle) ayant considérablement grossi. Architecturalement, il s'agit d'un édifice du pur style roman, c'est à dire que ses formes extérieures trahissent sa structure interne. On constate donc qu'elle est à nef unique. Le toit est formé d'un berceau brisé, ce qui est relativement classique pour cette époque. L'abside est semi-circulaire, orientée à l'Est. Par opposition, la façade principale de l'édifice est à l'Ouest, façade au-dessus de laquelle se trouve le clocher-mur en bretèche comportant trois ouvertures comportant des cloches dites "en demoiselles".

Le portail de marbre blanc est l'élément le plus important, il est abrité par un massif en saillie. Il est attribué à un sculpteur originaire de l'abbaye de Ripoll en Espagne qui serait venu exercer ses talents

en Cerdagne, en particulier à Hix. L'archivolte extérieure est ornée d'un tore non sculpté retombant sur des chapiteaux de marbre sommant les colonnes de granit au décor de palmettes rappelant ceux de la fenêtre d'Hix, puis viennent deux moulures concaves. La première est ornée d'un galon gaufré, la seconde de "clous", de colimaçons, de têtes humaines, de mufles, de têtes de monstres et même de chauve-souris... Cette seconde moulure, comme la voussure extérieure, retombe sur des chapiteaux décorés de palmettes, des colonnes lisses terminent cet ensemble complexe."

- **Temps 2 Les gorges du Sègre**

A l'entrée des gorges du Sègre, face aux thermes, une première halte permet d'observer un affleurement très fracturé, composée d'une roche grenue dans laquelle on repère quartz et feldspath et qui se désagrège sous les doigts: le gneiss, broyé dans l'épaisseur du mouvement des roches, est **cataclasé**.¹



Le miroir de faille est sans cristallisation de calcite ou quartz, on dit qu'il est froid. Il ne donne donc pas d'indication sur le sens du déplacement. Le décalage éventuel des niveaux de gneiss pourrait peut-être permettre d'apprécier le mouvement (senestre) mais l'argument actuel est d'ordre géomorphologique : l'abaissement de la surface d'érosion sous la Cerdagne (*lecture du paysage au sommet*). Au sud de la FNP, la faille de la Têt longe la bordure sud de la Cerdagne (voir carte en introduction)

C'est une faille normale dans un contexte d'extension avec effondrement tectonique de la Cerdagne, bassin intra-montagneux. Il y a des failles du même type au sud de la FNP (faille de la Tech). Ces failles E-W sont des failles cévenoles.

¹ Cataclase : broyage d'une roche et de ses éléments qui sont réduits en petits débris anguleux, tordus et étirés. Réalisé avec une certaine ampleur, ce phénomène définit le métamorphisme cataclastique avec formation de mylonite



La faille recoupe la foliation du gneiss, plus plate que la faille, et on observe des filons de quartz amorphe et de la calcite, témoins d'infiltrations hydrothermales. Les eaux sulfurées sont ici, comme à Aulus-les Bains, Ussat-les-Bains, Ax-les-Thermes, Amélie-les Bains plus à l'Est, mais aussi Cauterets ou Argelès-Gazost à l'Ouest, associé à des massifs granito-gneissiques favorisant d'importantes réserves d'eau. Certaines d'entre elles sont sulfureuses et carbonatées car les sources se mélangent avec des eaux superficielles en traversant le karst sus-jacent.

En remontant la vallée du Sègre, on passe des gneiss aux micaschistes. La schistosité du micaschiste et la foliation des gneiss résultent du métamorphisme régional. Ici on observe des directions différentes



Il faut prendre un peu de recul pour tenter de comprendre la cohabitation gneiss/micaschiste. Les micaschistes du Puigmal, fournisseur des lauzes, sont datés de 500 Ma (cambro-ordovicien). Le gneiss (orthogneiss) est un peu plus jeune : 475 Ma (âge du granite originel) comme sur le plateau de Beille.

Deux hypothèses sont proposées :

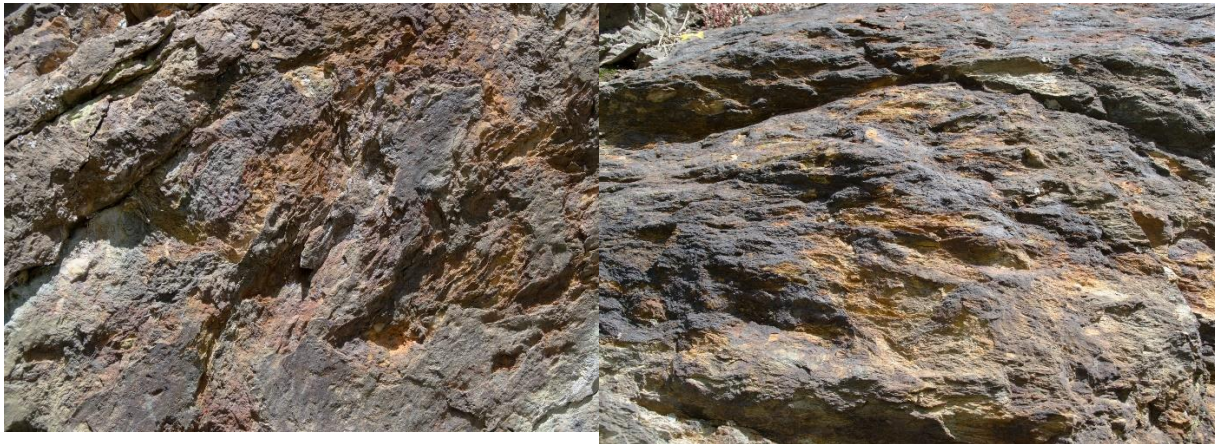
- 1- Le gneiss est un pluton en forme de laccolite et donc une *masse de roches intrusives bombée à la partie supérieure, s'insinuant dans une série sédimentaire* ;
- 2- Il s'agit d'un contact anormal, le gneiss chevauche les micaschistes.



Le gneiss "coiffe" le micaschiste

La réponse est aussi au sommet !

L'affleurement suivant montre un ***champ de fracturation dans les schistes***. Il présente des zones froides (faille) et des déformations plastiques, (micro-cisaillements antérieurs à la faille) de couleur sombre-rouille hercyniennes. Ce sont des couloirs de mylonite², associés à la faille de la Têt.



² roche cataclastique obtenue suite au broyage plus ou moins fin d'une roche, d'origine magmatique ou métamorphique, et de ses éléments, réduits en petits débris anguleux, tordus et étirés au point que les cristaux originels ne soient plus identifiables à l'œil nu.

L'affleurement suivant découvre un niveau de marbre intercalé dans les micaschistes. C'est un marbre azoïque (aucun fossile n'y a été trouvé), présumé cambrien



C'est un marbre rubanné (calcite plus ou moins chargée en éléments carbonés), présentant des niveaux plus sombres riches en matières organiques : ce sont des cipolins

La présence de cette strate de calcaire, sédimentation de faible profondeur, dans des micaschistes qui sont des sédiments argileux de profondeur, est difficile à expliquer : changement climatique ? intermède carbonaté ? variation du niveau marin ?

On retrouve les marbres sur le sentier après un virage en épingle, surmontant un banc charbonneux : charbon marin présumé cambrien.



Marbre sur charbon



Plis spectaculaires dans les micaschistes

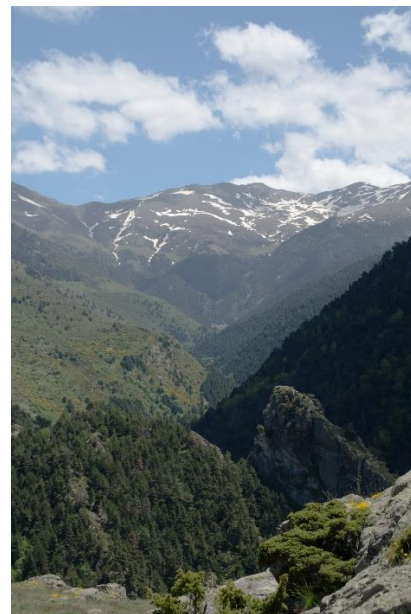
- Temps 3 La klippe de San Feliu



Face à nous, le piton de San Feliu domine la Cerdagne. (dans le fond, le massif du Carlit dans les nuages). Le sommet du piton est de gneiss, sur une base de micaschistes et bordé par une faille mylonitique hercynienne. A gauche (rive gauche du Sègre), on retrouve sur le flanc une dalle de gneiss sur les micaschistes. A droite, des marbres. Les schistes sont cisailés et déformés par le chevauchement du gneiss. **Le piton est une klippe résiduelle d'un *chevauchement hercynien* plus vaste qui aurait joué au moment de la formation des Pyrénées**



Le Carlit



Le Puigmal

La chapelle de San Feliu (XIème siècle) est érigée au sommet de la klippe.



Vue par Andrée

C'était l'ancienne chapelle du vieux château de Llo. Elle fut aussi le siège d'un petit prieuré, et en 1260, un moine l'occupait.



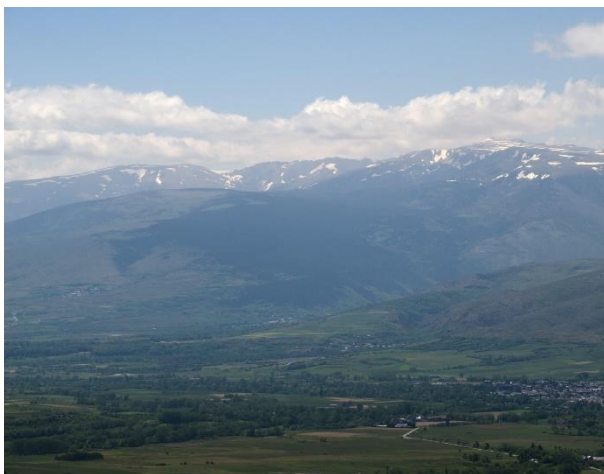
- **Temps 4 Coupe Nord Sud**

Au sommet de la klippe, le paysage s'ouvre sur le bassin d'effondrement de la Cerdagne avec la vue sur Targassone et sa tour de centrale solaire, Odeillo avec son four solaire et la station de Font-Romeu. En toile de fond, le massif du Carlit à droite et le Campcardos (2905 m) à gauche avec son plateau perché qui raccorde la chaîne à la Cerdagne par des pentes assez douces.



Le plateau et toutes les zones émoussées en avant du Carlit sont dans le granite : on retrouve la surface S0 du plateau de Beille. Mais ici, elle passe sous le bassin et on la retrouve au sommet du Puigmal.

Le bassin était recouvert de dépôts argileux (badlands) qui témoignent d'un épisode lacustre (12-10 Ma) associé à une forte érosion. L'effondrement du bassin entre deux failles normales remonte à 20Ma. Cet événement est sans doute lié au rifting corso-sarde et à l'océanisation qui a suivi. Ce phénomène s'est prolongé à l'intérieur des terres émergées selon un jeu de failles normales d'orientation SW-NE. L'ensemble a ensuite pris de l'altitude avec le rehaussement des Pyrénées que nous connaissons encore et qui a débuté il y a 2 à 5Ma.



Le plateau perché du Campcardos



Badlands (dépôts argileux jaunâtres)

<u>Chronologie :</u>	30 Ma	<i>pénéplaine</i>
	20 Ma	<i>phase d'extension (failles normales et rifting corso-sarde)</i>
	10-12 Ma	<i>lac</i>
	5-2 Ma	<i>rehaussement final</i>

Quelle influence a eu la glaciation ?

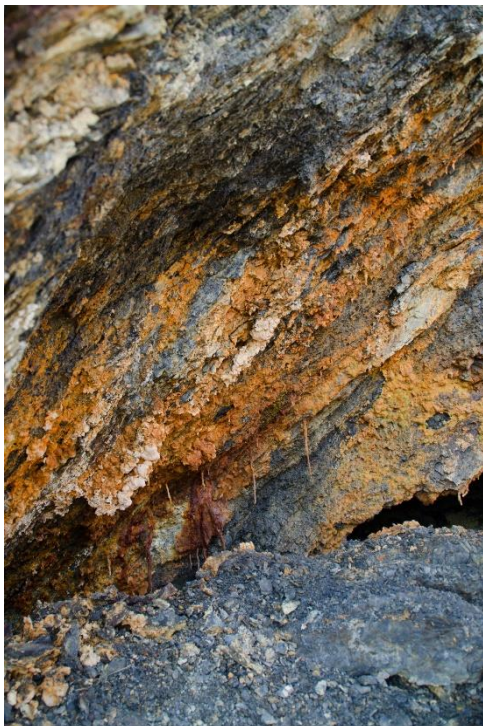
Le glacier du Carol descend du Pyumorens (vallée du même nom) jusqu'à la butte de Puigcerdà où on trouve sa moraine frontale. C'était une calotte de 4 à 500 m d'épaisseur dont dépassait le Carlit. La Cerdagne n'a jamais été englacée. Le seul autre glacier du secteur, celui des Bouillouses était une calotte glaciaire du type Groenlandais et a laissé une zone d'inlandsis.

Dans l'ensemble des Pyrénées orientales, on ne retrouve que les traces de glaciation du Wurm ce qui laisse supposer que cette glaciation a eu une extension au moins égale à celles des glaciations précédentes. Les glaciers en face SE sont plus développés qu'en face N en raison de l'impact des plateaux d'altitude suralimentés en neige par les vents dominants NW.

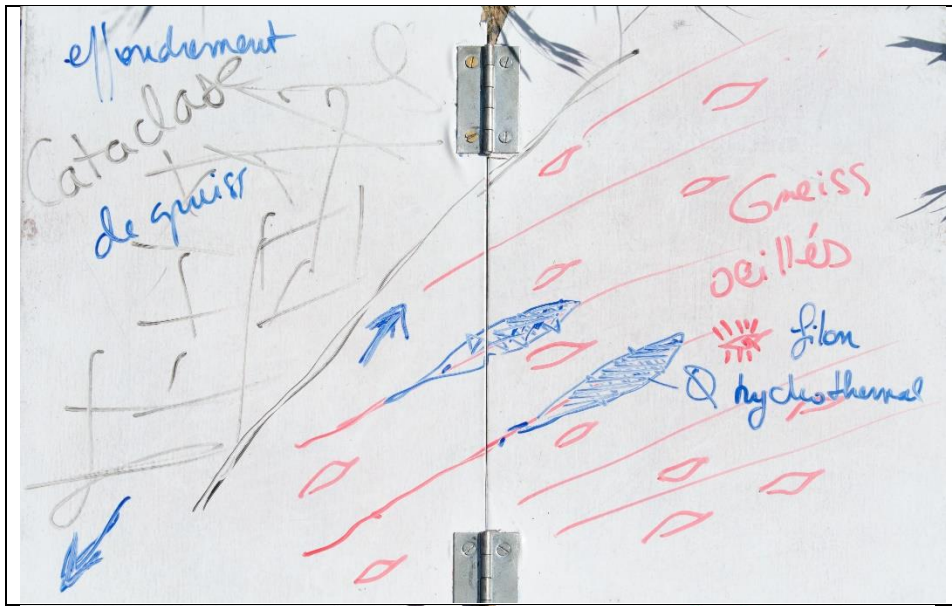
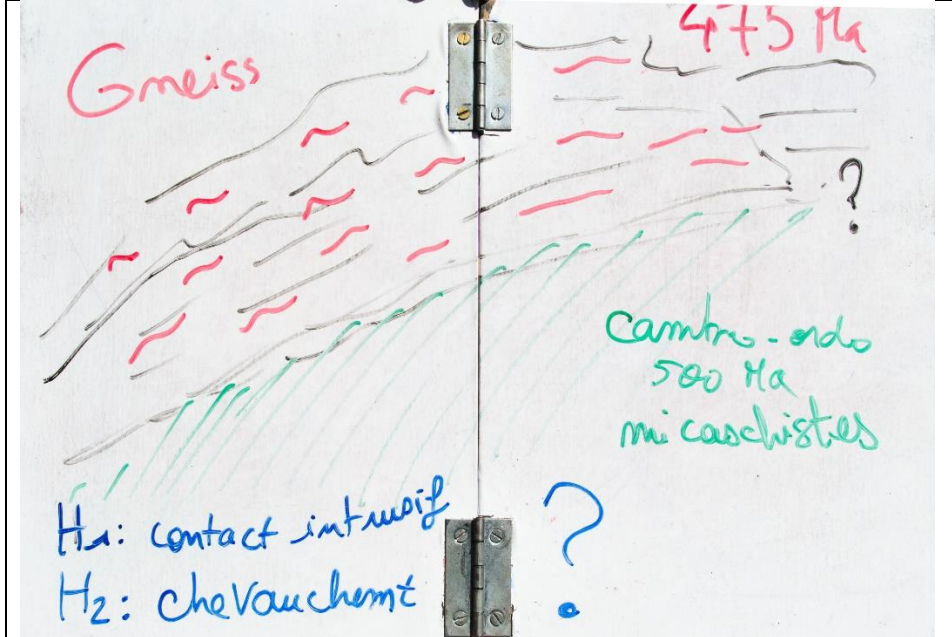
- **Temps 5** **Descente sur le village de Llo par la faille mylonitique.**

Avant de prendre un sentier raide et ramenant rapidement dans le village, nous observons quelques traces d'une occupation humaine de l'âge de bronze, traces les plus anciennes d'habitat en Cerdagne.

Dans le village de superbes concrétions de soufre offrent des couleurs allant du gris fer au jaune pâle : preuve de la circulation hydrothermale dans une brèche de la faille.

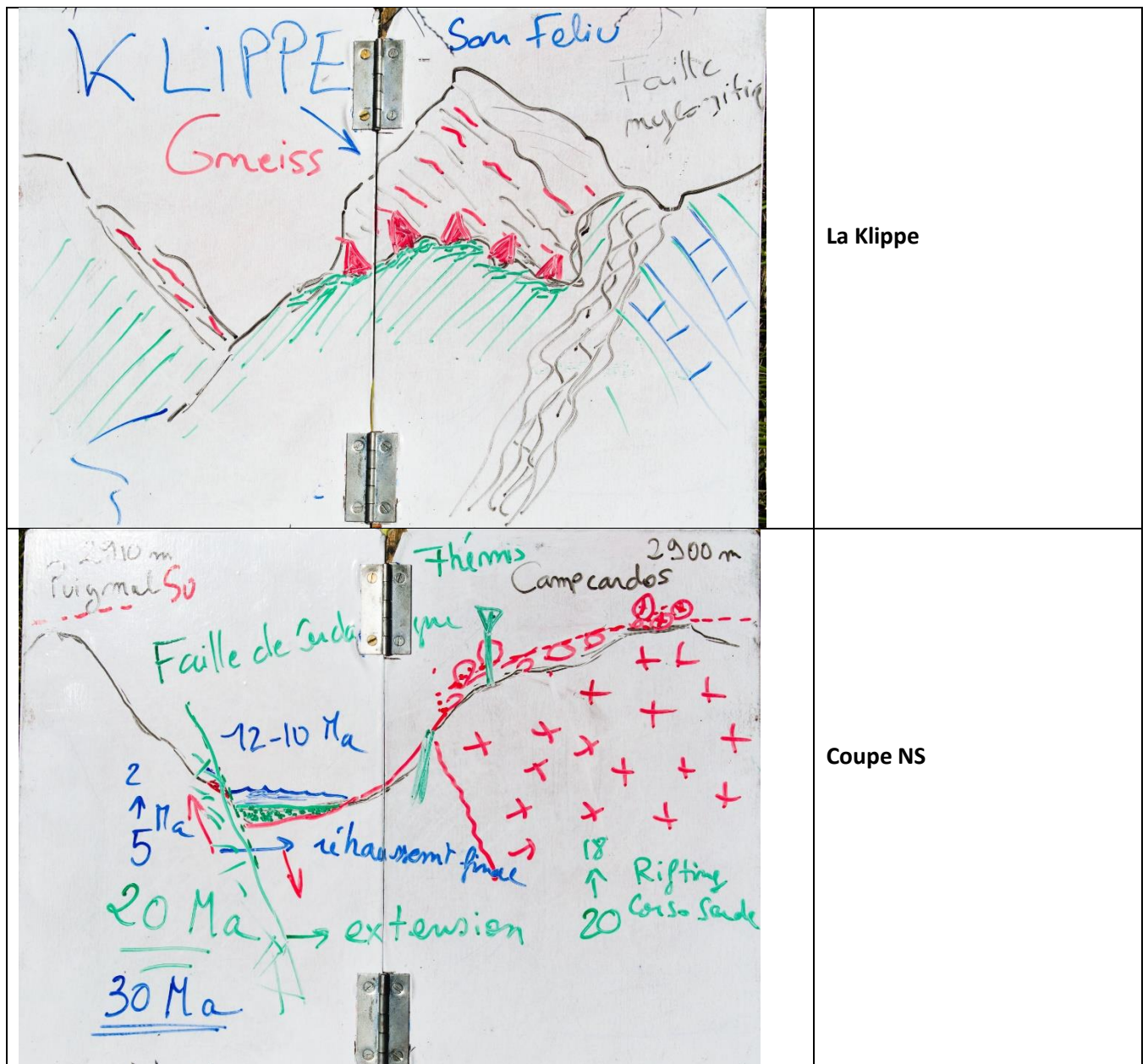


Résumons avec quelques ardoises

	Cataclase
	Intrusion ou Chevauchement ?



Le Puigmal vu par Marie-Laurence



Et la journée se termine au son de l'accordéon





**La mine et le vent des
Cols
5 juin 2014**

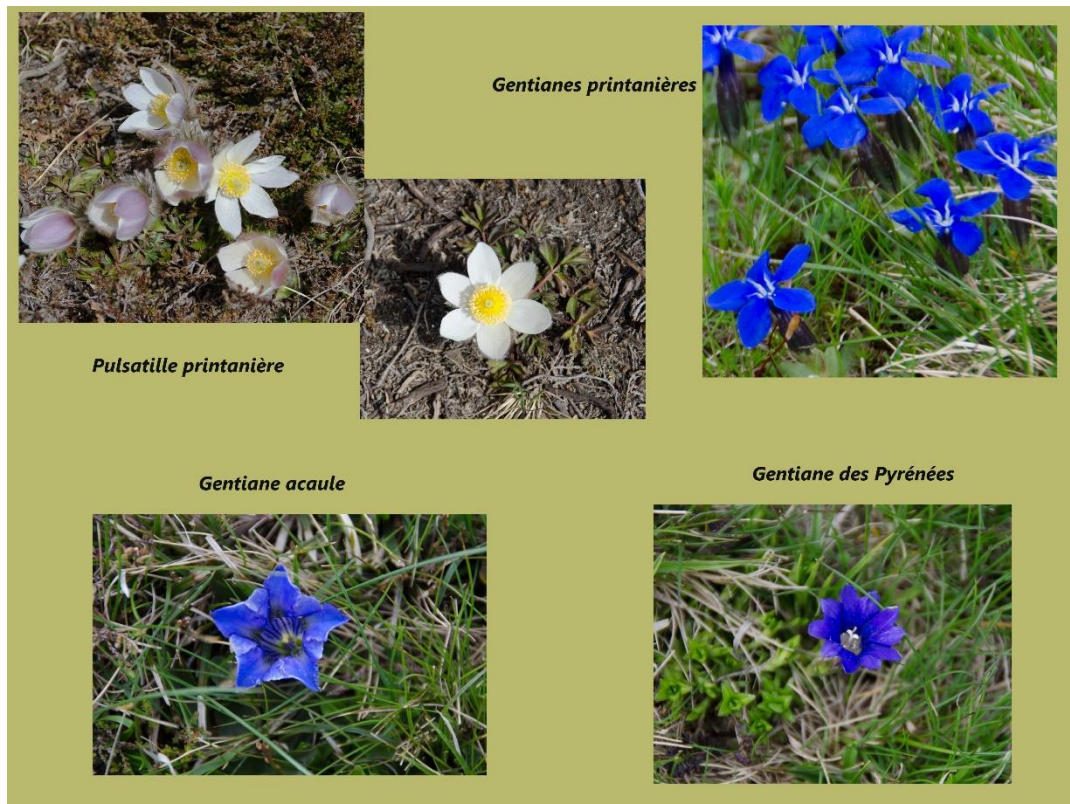


Pour cette dernière journée, deux cols sont au programme : le Col de Puymorens (1920m), point de passage entre la vallée de l'Ariège et la vallée du Carol, et le Port d'Envalira (2409m), le plus haut col des Pyrénées, situé en Andorre.

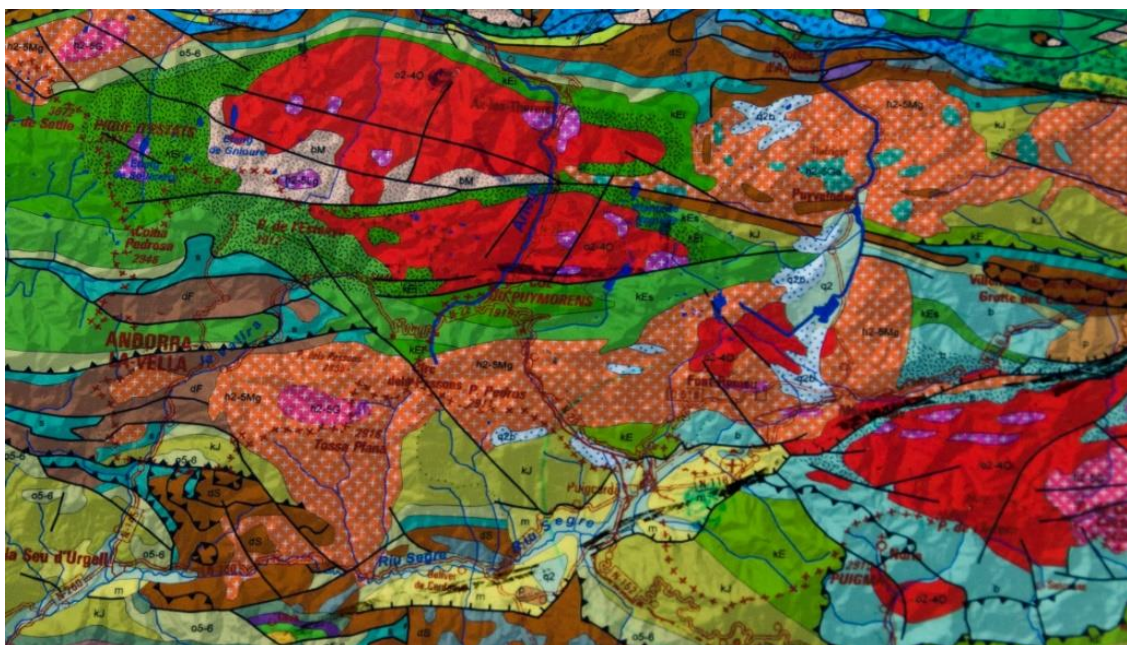


▪ Temps 1 Vers la mine de fer

Nous partons vers la mine de fer de Puymorens par un large chemin en pente tranquille. Les estives sont encore parsemées de quelques plaques de neige et la floraison est abondante.



Le col lui-même est dans les micaschistes (donc dans un relief doux), au nord le gneiss de l'Hospitalet, au sud-ouest, le granite de Mont-Louis (avec le Carlit)

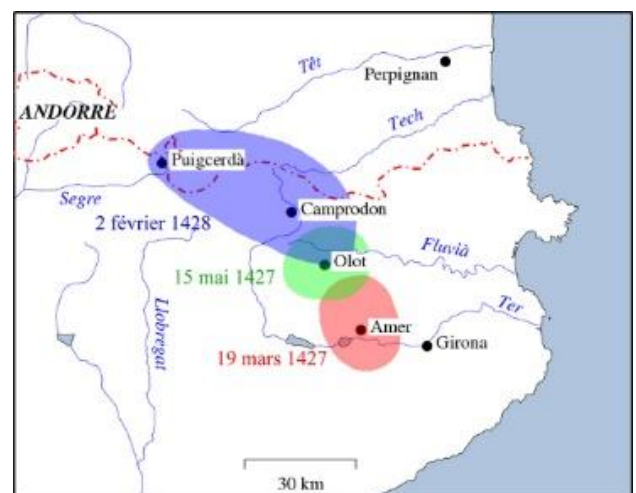


Sur le chemin, on rencontre une roche litée présentant des tâches noires, des petits micas, mais pas de feldspath : roche d'un métamorphisme de contact entre granite et schistes (HT-BP) : il s'agit d'un schiste tacheté –**cornéenne**–, les tâches noires étant de la cordiérite, les zones claires de la séricite. Baptisons-la **léopardite** sur proposition d'Isabelle



La balade est l'occasion de parler des séismes pyrénéens, en particulier de la crise catalane de 1427-1428, qui a vu à Puigcerdà la déstabilisation de la moraine, déjà fragilisée par la déforestation.

Pendant plus de deux ans, une crise sismique d'une violence inouïe secoue toute la Catalogne. Elle débute le 13 mars 1427 dans la région d'Amer (près de Gérone) et culmine le 2 février 1428, date à laquelle se produit le plus fort séisme jamais répertorié dans toute l'histoire des Pyrénées. Ce dernier occasionne des dégâts catastrophiques à toute la région de Puigcerdà, Prats-de-Mollo, Camprodon et jusqu'à Olot. Les pertes humaines se chiffrent par centaines. Des édifices s'écroulent à Bordeaux, à Albi, au Puy-en-Velay. De nombreuses églises ou chapelles sont détruites dans toute la Catalogne espagnole. A Besalu, des bâtiments tombent dans une crevasse, et un champ de blé affaîssé se transforme en lac. A Lloret, des projections de pierre et de boue "aussi hautes qu'un arbre" sont mentionnées.



Des traces d'izard sont visibles dans la boue du chemin qui s'ouvre sur le paysage des gneiss de l'Hospitalet



▪ Temps 2 La mine de Fer

La mine se situe en limite granite/schistes, dans une métasomatose³ de contact hercynienne. Les "jus" sont enrichis par intercalation de marbres qui jouent le rôle de pompe à métaux : la sidérite dans le marbre et l'hématite dans le micaschiste permettent le remplacement du calcium par le fer dans la calcite.



Les annales des mines (1838) signalent que "le minerais forme un vaste gisement encaissé dans le terrain de transition qui forme les hautes montagnes d'Andorre. Il se présente en couches subordonnées à des schistes noirs plus ou moins bitumineux. Il est très compacte (sic), d'un gris d'acier. L'analyse indique la présence de l'hydroxyde associé au fer magnétique. Les ressources immenses que présente le gisement de Puymorens, sa position sur un des versants de la Haute Vallée de l'Ariège, la richesse du minerais... Un jour... les mines de Puymorens, jetées dans les usines de l'Ariège par une route carrossable, aideront à l'approvisionnement des forges et au développement du travail du fer."

³ Cas extrême du métamorphisme s'accompagnant d'un changement de la composition chimique globale des roches originelles avec apport de

certaines éléments chimiques et départ d'autres (Na, K, Si, etc ...).

A plus de 2000 m d'altitude, les bâtiments ont accueilli jusqu'à 300 personnes, dont 25 à 30 familles. L'école a reçu une trentaine d'enfants. Ouverte en 1843, l'exploitation a cessé en 1960. On trouve des informations sur le panneau affiché au gîte d'étape de l'Hospitalet, bâtiment qui accueillait à l'origine les bureaux de la mine



Le minerai est riche en hématite, sidérite et magnétite. Il a une densité de 4,2 et contient 60 % de fer dont 90 % de magnétite, 0,3% d'oxyde de manganèse et 2 % de silice

L'exploitation est concédée en 1623 au Sieur de Puigcerdà par le roi d'Aragon. En 1859 la mine produit 720 T/an ; en 1869, la Sté Mellat Ariège emploie 300 ouvriers et produit 18 000 T/an qui sont chargées à la gare de l'Hospitalet et partent vers Tarascon/Ariège. En 1884 l'exploitation se fait à ciel ouvert sur 100m de gradins



La descente se fait dans les pentes herbeuses où les fleurs de printemps sont abondantes



Jonquilles



Anémones Pulsatille



Bugle Pyramidal



Gentianes

Temps 3 Le Port d'Envalira

Le point de vue de la halte



Vu par Andrée



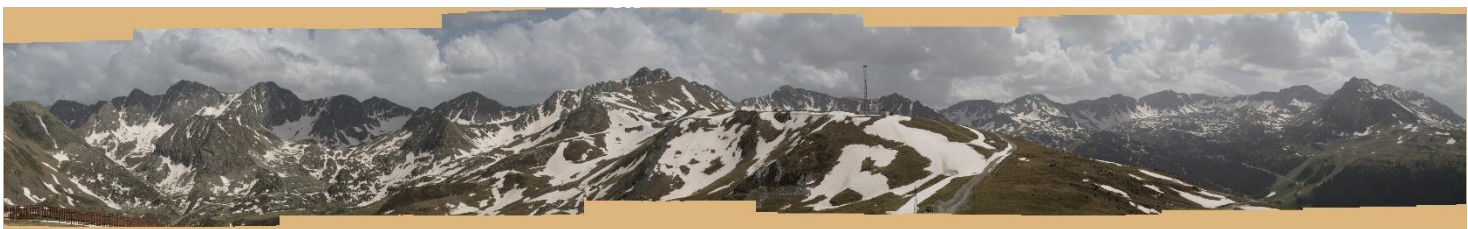
Vu par Marie-Laurence

Nous nous posons sur une éminence au col d'Envalira pour observer le paysage :

- au Nord, le gneiss de l'Hospitalet avec au fond (NE) la pyramide tronquée du Carlit dans les schistes



- au Sud, le granite et le relief glaciaire



- Entre, des sédiments cambro-ordoviciens avec des niveaux de marbre.

Au Nord, on retrouve la surface d'érosion et les plateaux perchés vers le Carlit. La même surface est observable au Sud, sur granites, alors parsemé de chaos granitiques. Face à nous le cirque des Pessons, taillé dans le granite. (Voir la carte géologique envoyée par Isabelle)



- en jaune : placages d'altérites⁴ sur schistes ou arène granitique (nous sommes sur ce type de surface) Il semblait qu'on ne pouvait en trouver qu'à l'est de la chaîne mais on en trouve aussi au Pays Basque. Cette surface a été rehaussée de 2000 m dans les derniers millions d'années.

Le Pic Nègre d'Envalira (sud) culmine à 2825 m (granite) ; sur notre droite vers le NW, on retrouve le Pic de Serrère (schistes-Massif de l'Aston) qui atteint 2912m. Face à nous (sud), l'empreinte de la glaciation est bien visible



Cirque des Pessons



⁴ Formation superficielle résultant de l'altération et de la fragmentation sur place de roches

antérieures sans transformation pédologique notable



Le groupe (presqu'au complet) sur le placage d'altérites au Port d'Envalira



Avant de retrouver l'urgonien du Vercors et de la Chartreuse, la grotte de Niaux est notre dernière étape en Ariège.

L'entrée de la grotte domine le village de Niaux, proche de Tarascon-sur-Ariège dans la vallée du Vicdessos. L'entrée actuelle est artificielle, l'accès initial se situe plus loin et est aujourd'hui fermé.

La grotte s'ouvre à près de 700 m d'altitude au-dessus de la rivière dans le massif du Cap de Lesse. L'important abri sous roche était occupé par les Magdaléniens, entre 15 et 10 000 ans, à la fin des glaciations. On peut imaginer qu'à cette époque le relief n'était pas celui que nous pouvons observer de l'entrée de la grotte.

Les Magdaléniens sont des chasseurs-cueilleurs nomades qui ont acquis une grande maîtrise dans la taille de la pierre, produisent des outils en os et bois de cervidés, travaillent le cuir. Ce sont aussi des artistes comme le prouvent les extraordinaires dessins que l'on peut voir dans cette grotte en particulier.

La grotte a été très visitée. Les premières visites attestées datent du XVII^e siècle. Les premières visites touristiques commencent au XIX^e. On trouve beaucoup de graffitis, chacun voulant laisser la trace de son passage.

Aujourd'hui, les visites sont très réglementées afin de préserver au mieux l'environnement : pas plus de 20 personnes par visite et un nombre limité de visites quotidiennes.

Nous pénétrons dans la grotte munis de lampes portatives, la protection de l'environnement fragile du milieu empêchant tout éclairage interne permanent. Le but est le Salon Noir où se trouvent les fresques visibles par les visiteurs. D'autres fresques ont été trouvées dans les galeries profondes du réseau Clastres, elles ne sont pas accessibles au public.

Les galeries d'accès au Salon Noir sont vastes, parfois inondées. Il nous est fortement demandé de ne pas toucher les parois. Les stalagmites ont souvent été tronçonnées par des visiteurs désireux d'emporter un "trophée-souvenir" Avant d'arriver au Salon Noir, après le franchissement d'une impressionnante dune de sable, on peut observer de nombreux signes géométriques peints en rouge, caractéristiques de l'art magdalénien.

Et puis, plus n'est besoin de mots, il suffit d'ouvrir les yeux (mais nous n'avons pas tout vu).



Evidemment, les photos ne sont pas de moi mais trouvées sur internet

Ce qu'Andrée en a dessiné



Et l'occupation contemporaine : les Paléos dans leur habitat naturel (selon Jeannine).



Photo Jeannine B.