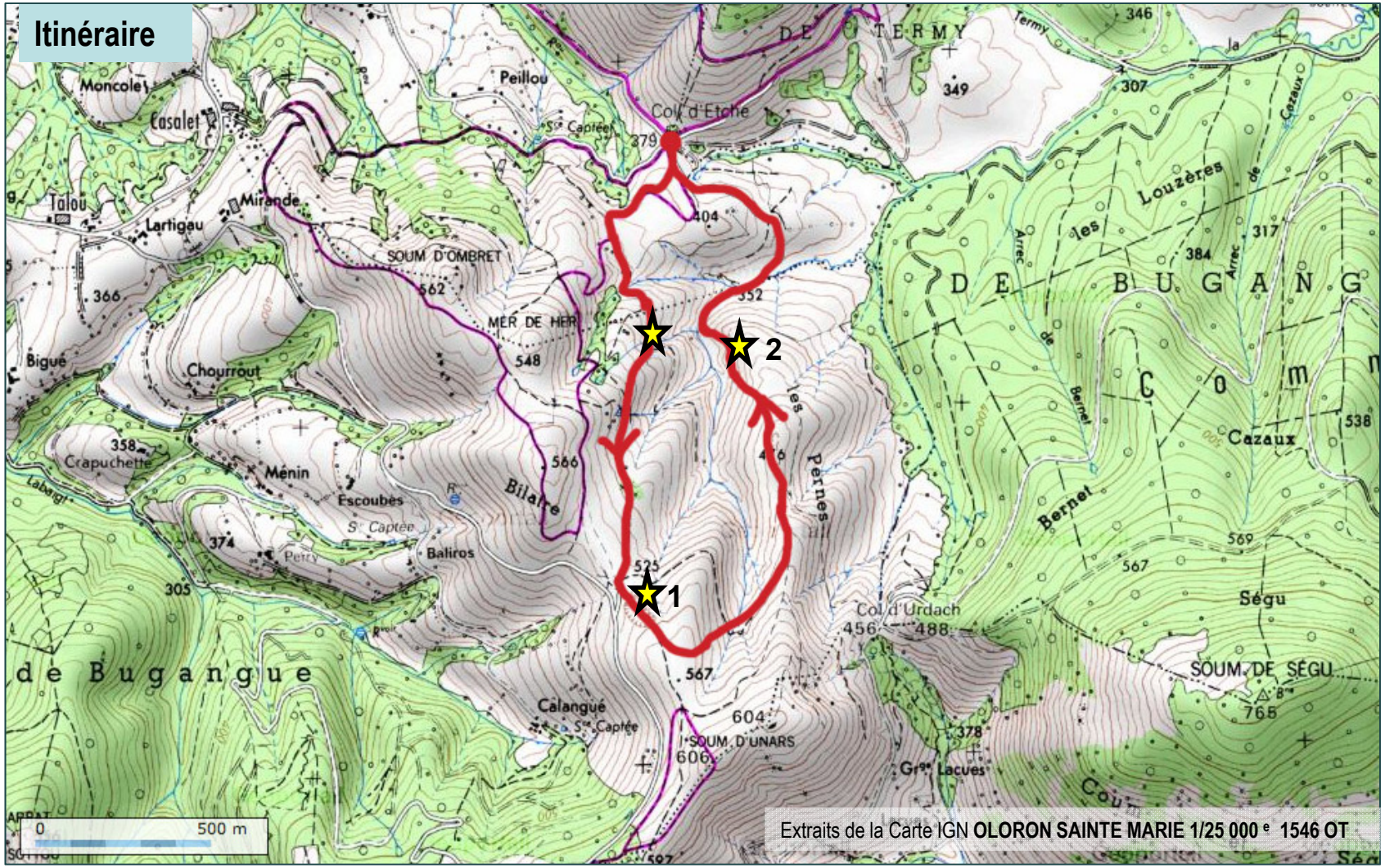
Des roches venues des profondeurs, les lherzolites
6 février 2011

GéolVal

Carrière de lherzolites: cote 525
Vue vers le sud, depuis la piste de Bilatre
Au fond, le col de Napatch

Echantillon de pegmatite à corindon

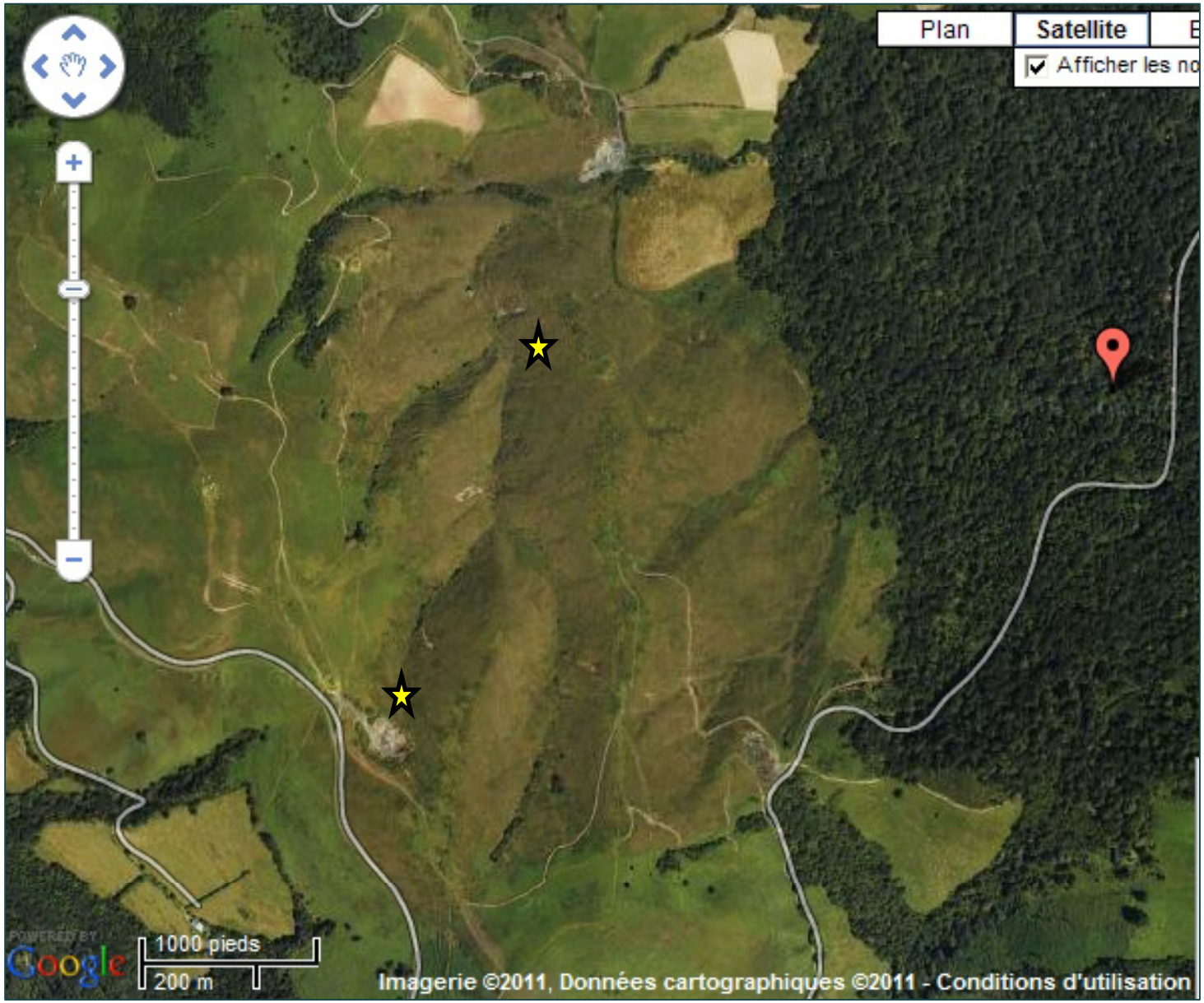
Des roches venues des profondeurs, les lherzolites
6 février 2011



Extension du massif de lherzolites: du col d'Etche au nord au col d'Urdach au Sud-est
Absence de forêt par rapport aux zones contigües d'altitudes et d'expositions comparables :
forêt de Bugange à l'Est, bois de Bugange à l'Ouest

★ **Filons de pegmatites (observés lors de la sortie) dans les lherzolites**

Des roches venues des profondeurs, les lherzolites
6 février 2011



Absence de boisement et pauvreté de la végétation au niveau du massif de lherzolites.

La lherzolite est riche en olivine (silicate ferro-magnésien) mais pauvre en sodium, potassium et calcium; or ces cations sont indispensables à la nutrition des végétaux, d'où une couverture végétale de landes basses sur les massifs de lherzolites (ici de teinte plus beige que les prairies qui l'entourent.)

La toponymie traduit souvent cette pauvreté:
- Mont Chauve
- Moncaup (31)
- Montcalm (09)
- Bald [ou Bare] Mountain en anglais

Carte géologique

Zone de collines:

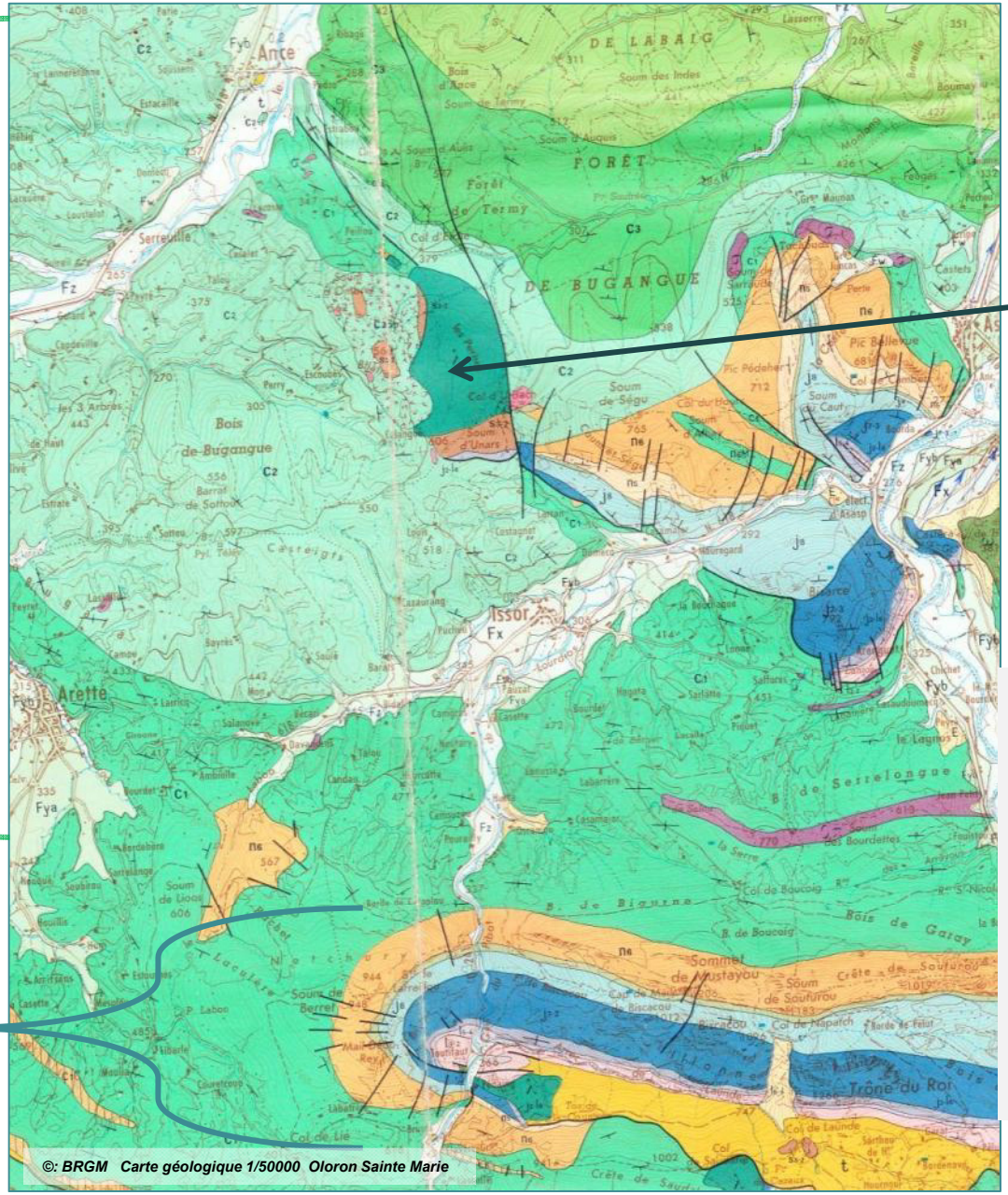
marne schisteuses et « flyschs »

Roches sédimentaires de bassin de -110 à – 80 Ma

Anticlinal de Sarrance:

Calcaires et dolomies

Roches sédimentaires de plate forme de -250 à -110 Ma



Massif de lherzolites d'Urdach avec filons de pegmatites:

Lherzolites = péridotite
roche d'origine profonde, issue du manteau, à cristaux de péridots (olivine) et de pyroxènes.

pegmatite: roche magmatique à grands cristaux

Datation absolue
Certains filons sont datés à -101 Ma dans les cristaux de zircon - $Zr[SiO_4]$ – qu'ils contiennent.

Les Lherzolites présentées dans la notice de la carte géologique éditée en 1971:

Les Lherzolites sont des péridotites qui correspondent à un assemblage de haute température et de haute pression;

Localisées dans la zone nord pyrénéenne
Cf p 4

Les lherzolites dans lesPyrénées

Légende :***CFNP et CFSP*** = chevauchement frontral, respectivement, nord-pyrénéen et sud-pyrénéen; ***FNP*** = faille nord-pyrénéenne; 1: sédiments du Cénozoique; 2 : formations sédimentaires du Mésozoïque, localement métamorphiques; 3: formations métamorphiques et plutoniques du Paléozoïque; 4 : failles et chevauchements majeurs; .5 : corps de péridotites (dont lherzolites); 6 : écailles de granulites.
ECORS : tracé du profil de sismique profonde dans les Pyrénées centrales.

Source:**Carte structurale simplifiée montrant la répartition et la situation des corps de péridotites, et des lentilles granulitiques, dans le contexte structural des Pyrénées** (modifiée d'après Vielzeuf et Kornprobst, 1984). In http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/geoltheque/pages/lhers/plusloin5.htm

Lherzolites à l'affleurement

Divers affleurements de lherzolites

Lherzolite = péridotite : roche ultrabasique d'origine profonde, issue du manteau, à cristaux de péridots (olivine) et de pyroxènes . Couleur noire, rouille si altération météorique.
Au cours de leur mise en place, les lherzolites peuvent être serpentinisées; serpentinisation: transformation par hydratation de l'olivine (minéral anhydre) en serpentine (minéral hydraté). Les lherzolites présentent par endroit un faciès rubané à cristaux exprimés.

Ophicalcite (calcite + serpentine) en « croute » et dans des fractures de la lherzolite
(carrière 525)

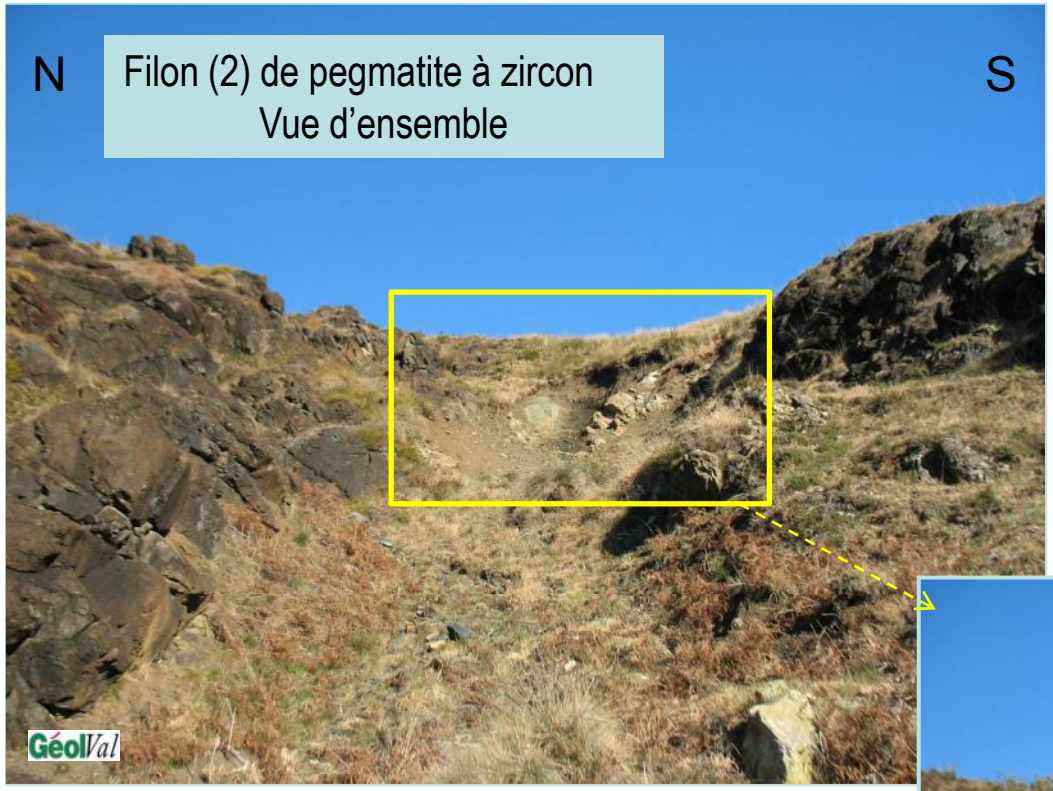
Des filons de pegmatites dans les Lherzolites

Filon (1) de pegmatite à corindon
Carrière cote 525

Lherzolite éponte filon éponte Lherzolite

Filon: intrusion recoupant les structures de la roche encaissante (ici, les lherzolites)
Pegmatite: roche magmatique à cristaux de grande tailles (de 1cm à plusieurs dm)
Corindon: oxyde d'aluminium Al_2O_3: minéral incolore à diversement coloré de dureté 9
Eponte: surface limitant un filon et bordure de la roche encaissante au contact

Des filons de pegmatites dans les Lherzolites



Filon (2) de pegmatite à zircon
Vue d'ensemble

Un des filons de pegmatite à corindon et muscovite
Vue de détail

Filon (2) de pegmatite à zircon
Vue rapprochée

Filon: intrusion recoupant les structures de l'encaissant (ici, les lherzolites)
Pegmatite: roche magmatique à cristaux de grande tailles (de 1cm à plusieurs dm)
Corindon: oxyde d'aluminium Al_2O_3; minéral incolore à diversement coloré de dureté 9
Muscovite: mica blanc
Zircon: silicate de zirconium $Zr[SiO_4]$; minéral contenant souvent des traces de Th et d'U radioactifs, d'où son intérêt en datation absolue

Le gisement de corindon bleu de la lherzolite du col d'Urdach

Photo: Jean-Eric ROSE

LE GISEMENT DE CORINDON

[…] Un autre échantillon (ci contre), qui sert de référence, contenait de nombreux grands cristaux fracturés de corindon gris vert.

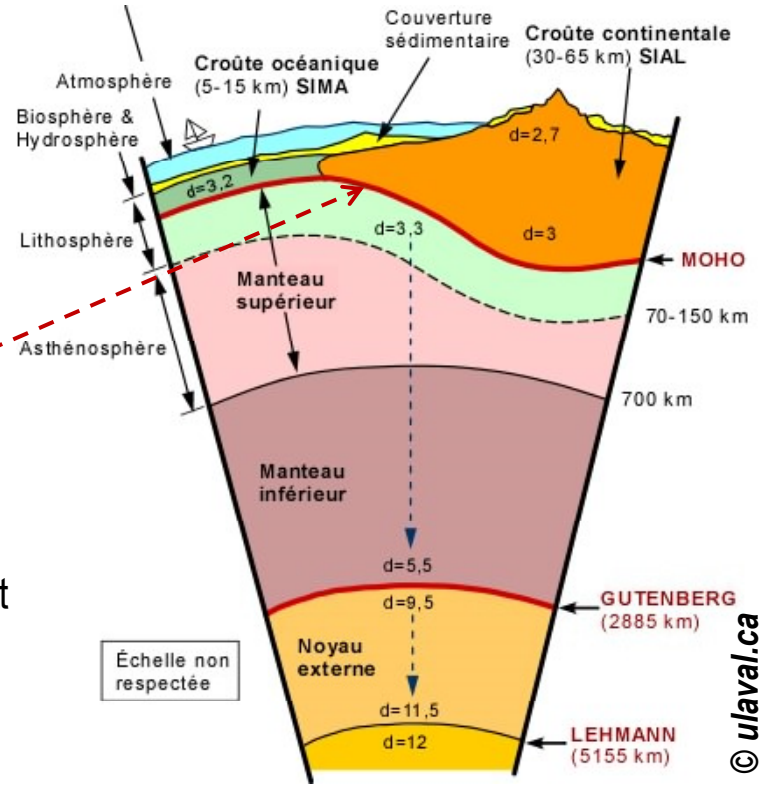
La minéralogie est simple :
-feldspath blanc vert (80 %), vraisemblablement l'oligoclase andésine
-mica blanc argent (10%), vraisemblablement la muscovite ou le phlogopite;
-le corindon pierreux (10%) de couleur variable, généralement vert bleu sombre à bleu verdâtre, en cristaux automorphes trapus en forme de barillet, d'autres en baguettes, souvent fracturés.

Au cœur des corindons, certains échantillons présentent des zones de saphir gemme de taille millimétrique. .[…]

Plus d'informations au sujet des filons à corindons

- **L'invention du bleu** *Jean-Eric ROSE - Le règne Minéral n° 92*
- **Les pegmatites à corindon du col d'Urdach -** *Luc FAUVAIN, Benoit RAY, Philippe OTT d'ESTEVOU, Jean-Eric ROSE, Bernard MOUTHIER*

Origine et mise en place des lherzolites des Pyrénées: état des connaissances



•Les lherzolites sont des roches mantelliques (du manteau). Or, sous la croûte continentale d'épaisseur normale, le manteau supérieur se situe à une profondeur d'environ 35 km.

•Leur présence à l'affleurement pose le problème du mécanisme de leur mise en place dans le « paysage sédimentaire », question qui fait l'objet de débats scientifiques, encore aujourd'hui. La communauté scientifique s'accorde globalement à en situer l'âge vers -100 Ma (limite Albien/Cénomanien) .

•Concernant le mécanisme de mise en place, 2 grandes tendances sont actuellement en cours de discussion:

1. **Processus fondé sur des mouvements verticaux**: remontée de manteau par le biais de failles profondes sub-verticales associées à phase d'extension de l'Albien (-100 Ma). Dans cette hypothèse , les lherzolites sont associées aux escarpements du bassin albien et aux brèches qui s'y forment.
2. **Processus fondé sur des mouvements horizontaux:** dénudation du manteau par amincissement de la croûte continentale (failles sub-horizontales ou plates) au cours de la phase d'extension de l'Albien (-100 Ma). Dans cette hypothèse, les lherzolites constituent le fond du bassin où se déposent les marnes albiennes.

C'est sur ce thème qu'a été réalisée l'une des excursions de la RST d'octobre 2010

Plus d'informations: ***Géochronique n°116 - décembre 2010 – Actualités : RST 2010 Bordeaux***

Excursion dans les bassins pyrénéens de Mauléon et d'Ainsa –

Les Brèches d'Urdach, témoins de l'exhumation du manteau pyrénéen dans un escarpement de faille vraconnien-cénomanien inférieur (Zone nord-pyrénéenne, Pyrénées-Atlantiques, France)

Elie-Jean Debroas*, Joseph Canérot** et Michel Bilotte***

Article soumis à Géologie de la France - 2010

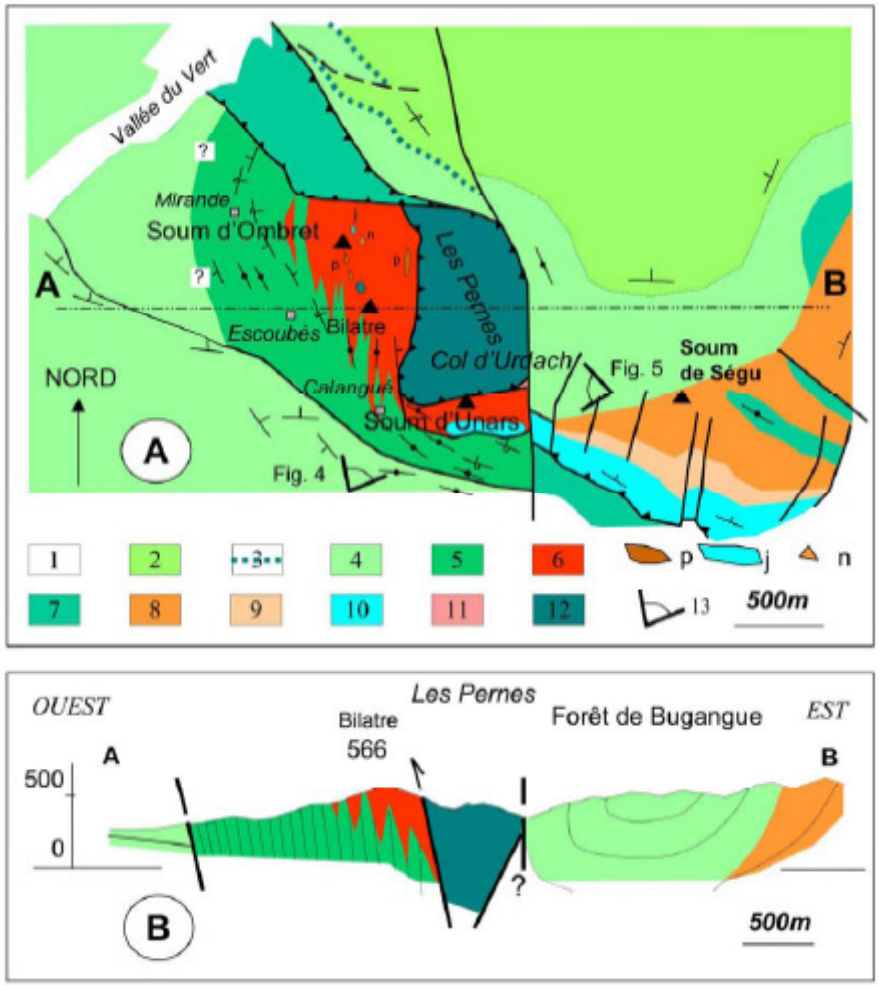
Fig. 2 – Position structurale actuelle du prisme des Brèches d'Urdach et du massif de lherzolite au sein des flyschs crétacés.

A : Carte géologique interprétative schématique (d'après la carte géologique 1/50 000 d'Oloron-Sainte-Marie, modifiée).

B : Coupe géologique interprétative schématique AB.

Légende

1 : Alluvions quaternaires discordantes;
2 : Flysch du Sénonien inférieur;
3 : Mégaturbidite du col d'Osquich (limite Turonien-Coniacien);
4 : Flysch calcaire du Cénomanien supérieur et du Turonien; 5 : Flysch noir du Vraconnien-Cénomanien inférieur;
6 : Brèches d'Urdach avec olistolites et cordons d'olistolites (p : de schistes ou de quartzites paléozoïques bréchifiés ; j : de dolomies et calcaires jurassiques ; n : de calcaires aptiens) ;
7 : Marnes noires de l'Albien inférieur ;
8 : Calcaires de l'Aptien supérieur ;
9 : Marnes de l'Aptien inférieur ;
10 : Calcaires et dolomies du Barrémien et du Jurassique supérieur :
11 : Gneiss ;
12 : Lherzolite ;
13 : Point de vue (Fig. 4 et 5).



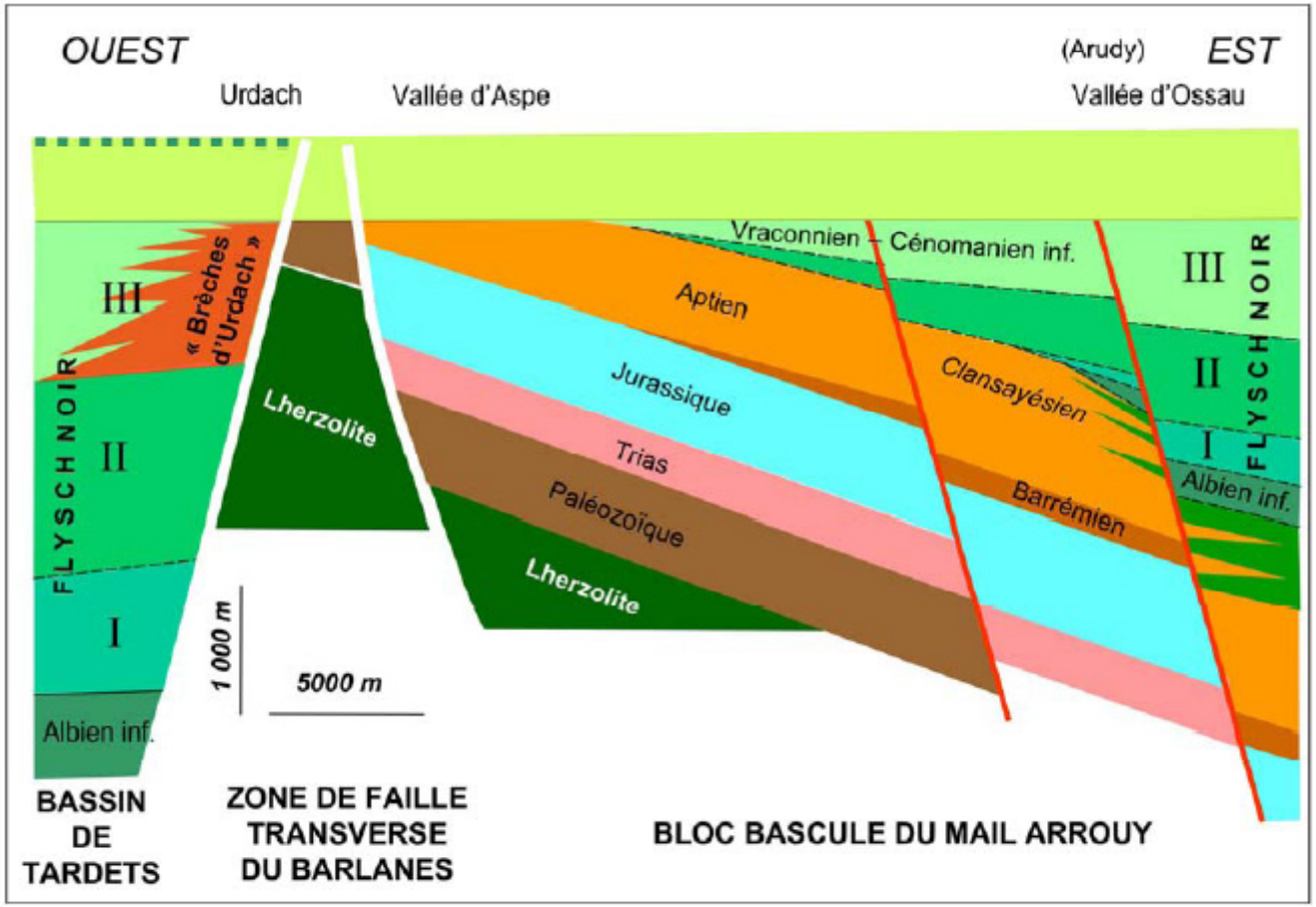


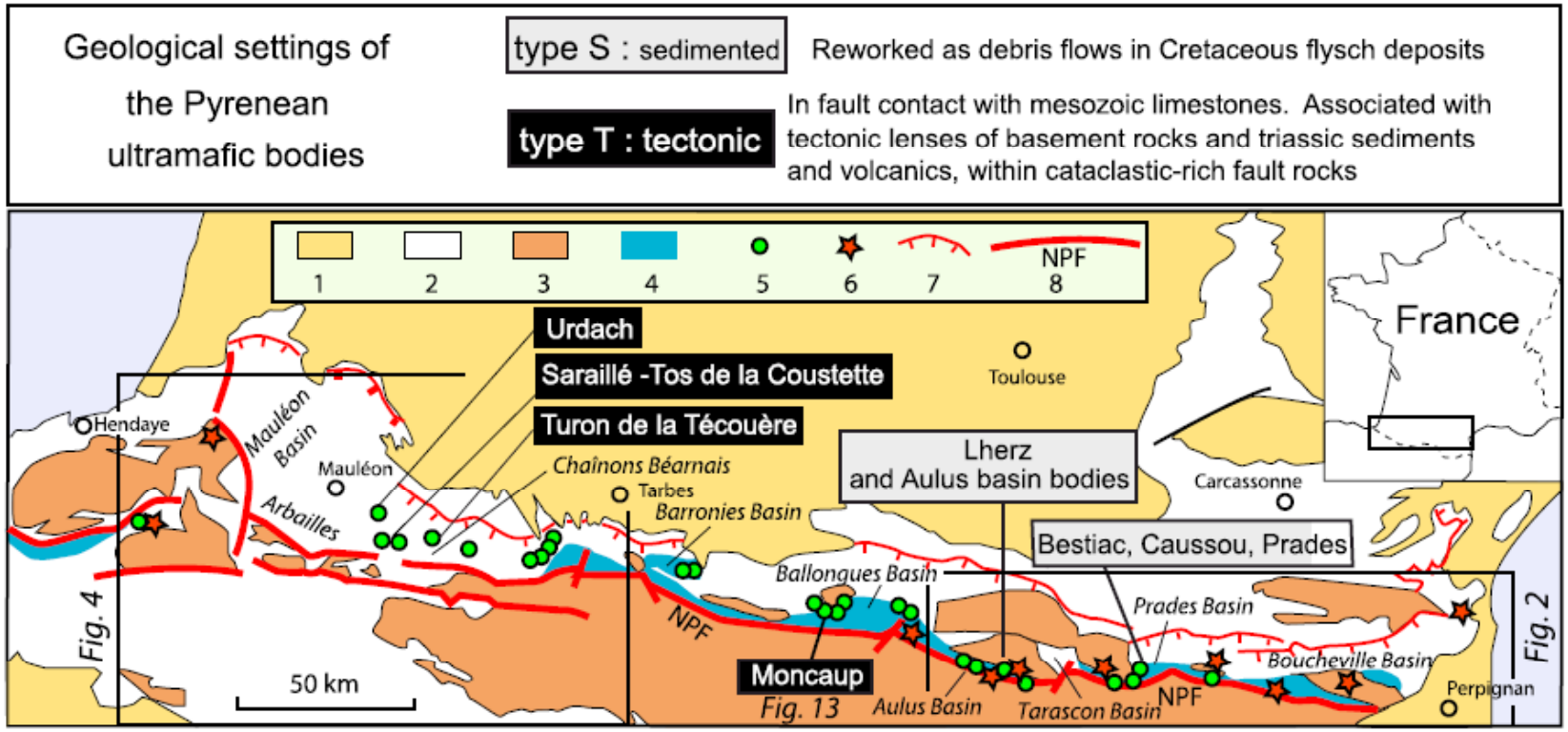
Fig. 6 – Position du prisme des Brèches d'Urdach avant l'inversion structurale. Au Vraconnien-Cénomanien inférieur, 1000m de Brèches d'Urdach s'accumulent au pied des escarpements synsédimentaires qui séparent le bloc basculé oriental du Mail Arrouy et le bassin subsident occidental de Tardets (zone de failles normales transverses du Barlanès). Pendant le Cénomanien et le Turonien cette zone de failles est enfouie sous le flysch calcaire. Vers la limite Turonien-Coniacien, un léger paléorelief, hérité ou réactivé, paraît encore contrôler l'extension vers l'est de la mégaturbidite du col d'Osquich au-dessus de la même zone de failles.

Les Brèches d'Urdach, témoins de l'exhumation du manteau pyrénéen dans un escarpement de faille vraconnien-cénomanien inférieur (Zone nord-pyrénéenne, Pyrénées-Atlantiques, France)

Elie-Jean Debroas*, Joseph Canérot** et Michel Bilotte***

Article soumis à Géologie de la France - 2010

Les lherzolites des Pyrénées: publications récentes – équipe Montpellier

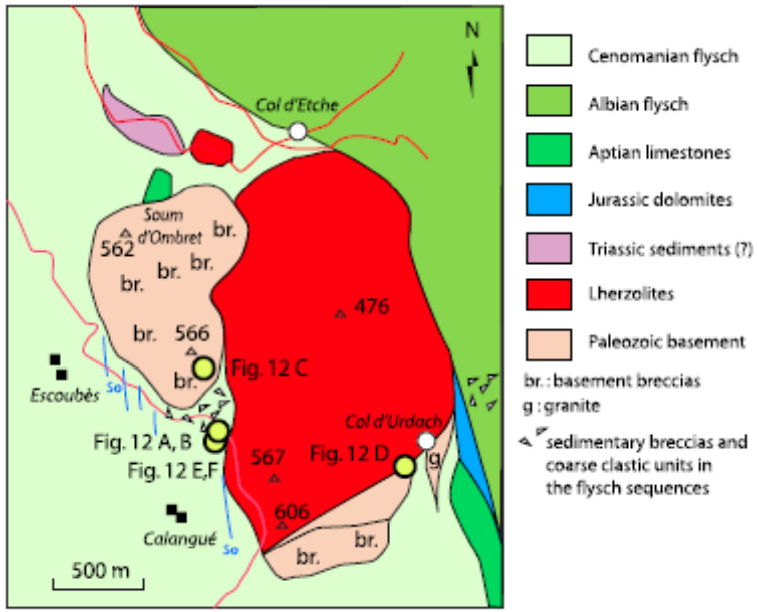


1 : Oligocene and post-Oligocene ; 2 : Mesozoic and Eocene ; 3 : Paleozoic basement ; 4 : area of HT-LP Pyrenean metamorphism ; 5 : lherzolite bodies ; 6 : outcrops of granulitic basement rocks ; 7 : main external thrusts ; 8 : North Pyrenean Fault

Figure 1. Simplified map of the Pyrenean belt with the location of the main ultramafic bodies and outcrops of lower crust. S type (sedimented) and T type (tectonic) lherzolites are distinguished on the basis of their geological setting as discussed in text. The main mid-Cretaceous basins are shown in italic. Location of Figures 2, 4, and 13 is indicated.

TECTONICS, VOL. 29, 2010 - Mantle exhumation, crustal denudation, and gravity tectonics during Cretaceous rifting in the Pyrenean realm (SW Europe): Insights from the geological setting of the lherzolite bodies
Yves Lagabrielle, Pierre Labaume,and Michel de Saint Blanquat

Les lherzolites des Pyrénées: publications récentes – équipe Montpellier



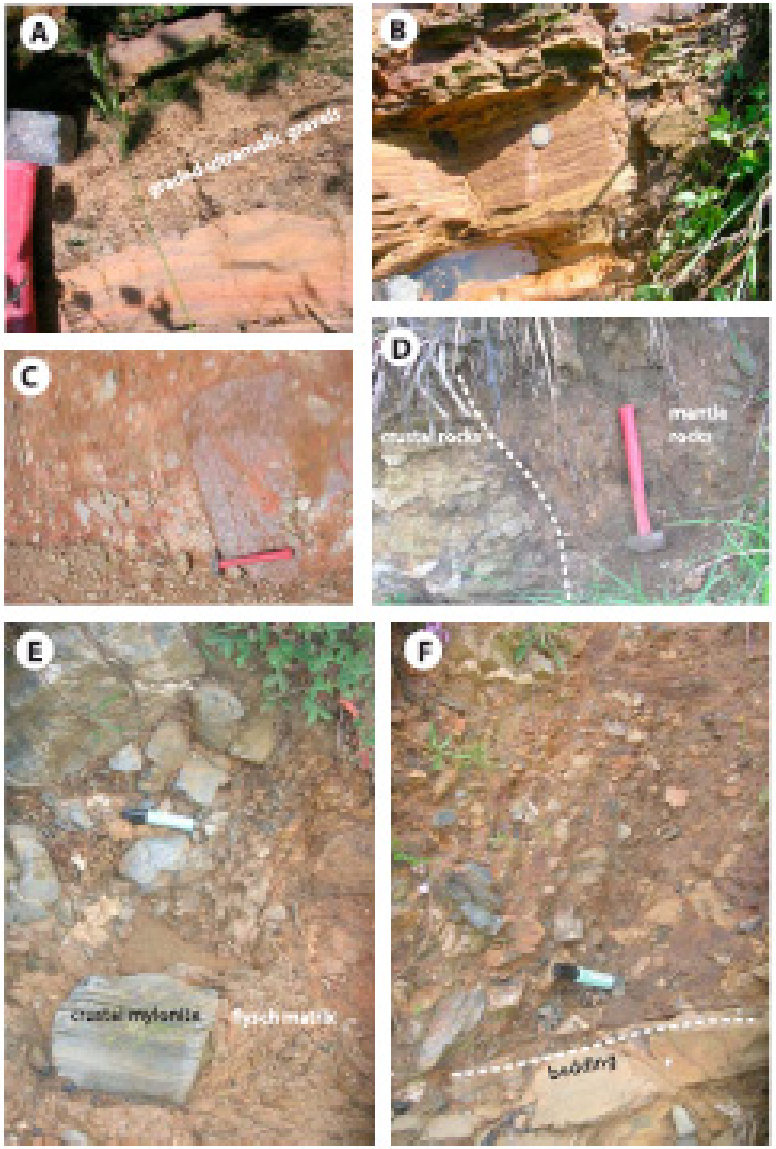


Figure 12. Photographs of significant geological features from the Urdach tectonosedimentary detachment complex (location in Figure 11).

(A and B) Gravel- to silt-sized bedded ultramafic debris in the Cenomanian flysch;
(C) breccia of Soum d'Ombret composed of fragments of Paleozoic basement rocks and rare clasts of ultramafic material;
(D) the fault contact between the Urdach lherzolites and Paleozoic crustal rocks; and
(E and F) Paleozoic basement breccia forming separate chaotic levels within the Cenomanian flysch, as observed in the trench bordering the road northwest of the Urdach body.

TECTONICS, VOL. 29, 2010 - Mantle exhumation, crustal denudation, and gravity tectonics during Cretaceous rifting in the Pyrenean realm (SW Europe): Insights from the geological setting of the lherzolite bodies
Yves Lagabrielle, Pierre Labaume,and Michel de Saint Blanquat

Les lherzolites des Pyrénées: publications récentes – équipe Montpellier

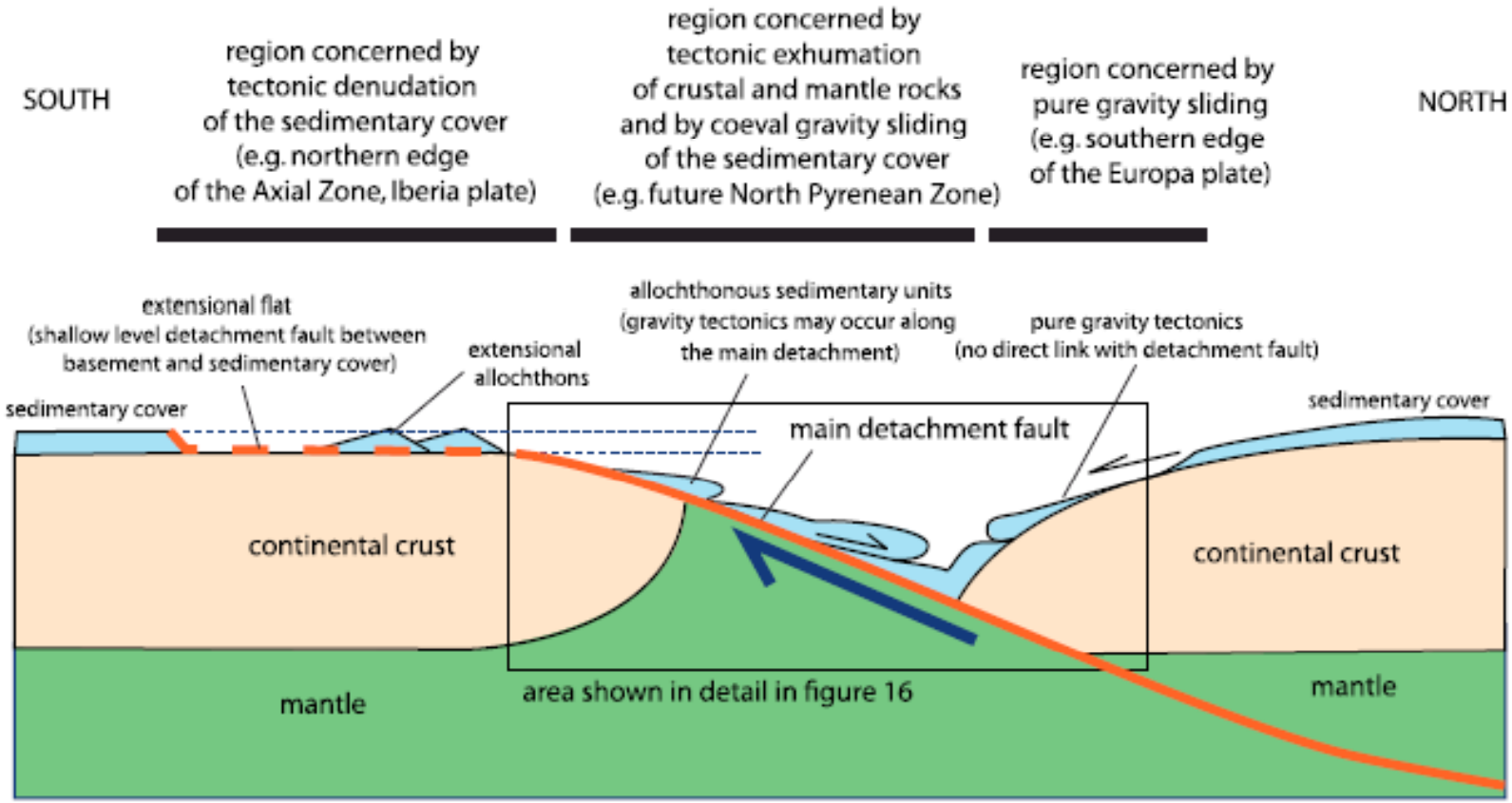


Figure 15. A conceptual model of detachment tectonics and gravity sliding which applies to the precollisonal evolution of the Pyrenees.

TECTONICS, VOL. 29, 2010 - Mantle exhumation, crustal denudation, and gravity tectonics during Cretaceous rifting in the Pyrenean realm (SW Europe): Insights from the geological setting of the lherzolite bodies
Yves Lagabrielle, Pierre Labaume,and Michel de Saint Blanquat

Les lherzolites des Pyrénées: publications récentes – équipe Strasbourg

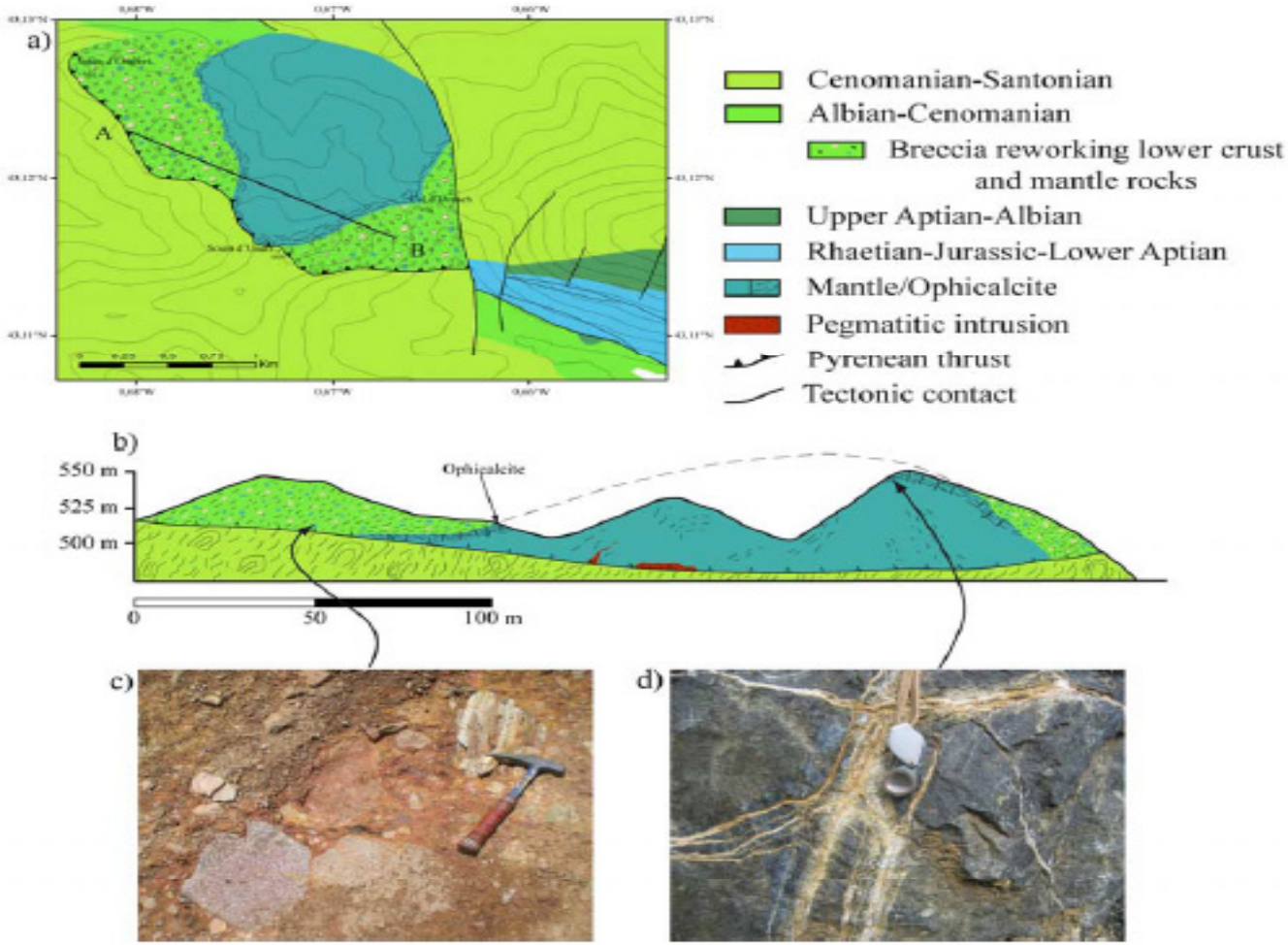


Figure 8. (a) Simplified geological map and (b) cross section across the massif d'Urdach; Photographs showing (c) sedimentary breccia consisting of reworked mantle and crustal rocks overlying exhumed serpentinized mantle and (d) ophicalcite capping the serpentinized exhumed mantle rocks.

Tectonosedimentary evolution related to extreme crustal thinning ahead of a propagating ocean: Example of the western Pyrenees

Suzon Jammes,1 Gianreto Manatschal,1 Luc Lavier,2,3 and Emmanuel Masini1

ReTECTONICS, VOL. 28 2009

Les lherzolites des Pyrénées: publications récentes – équipe Strasbourg

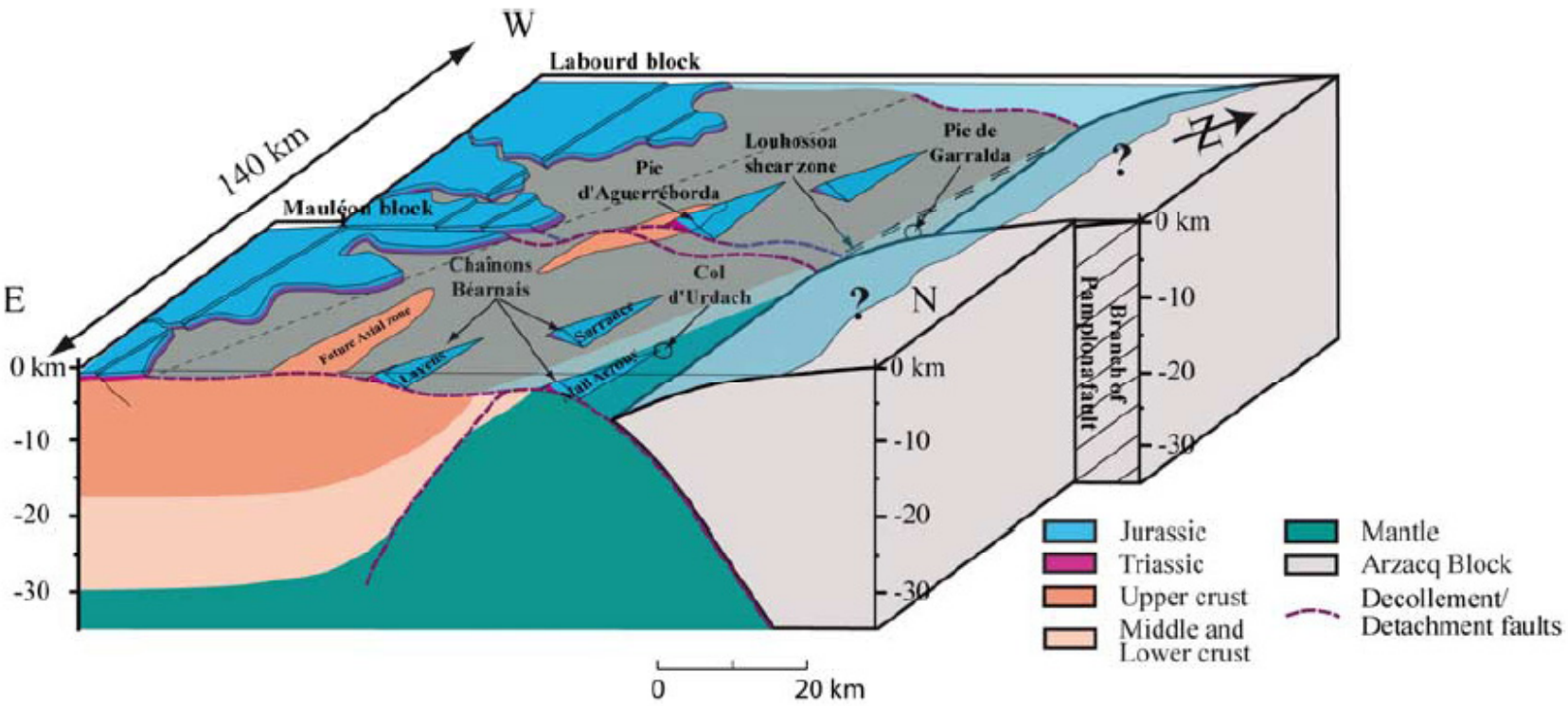
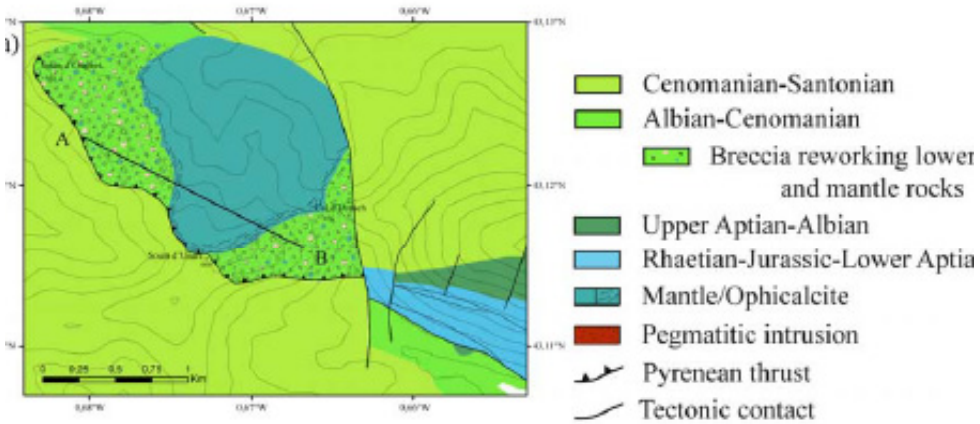


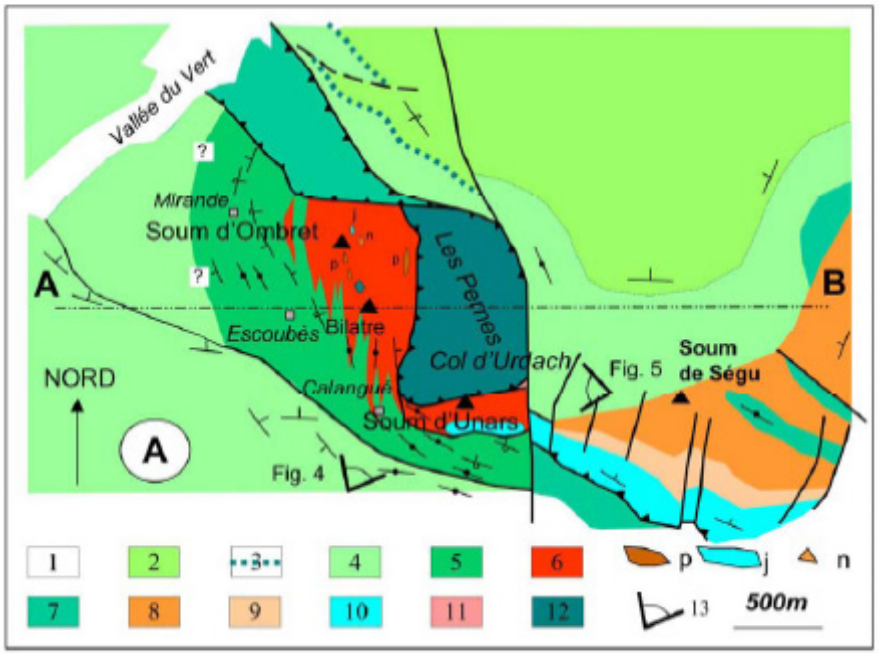
Figure 9. Restoration of the 3-D architecture of the Labourd-Mauléon area prior to onset of compression. Only the preextensional sedimentary cover is represented. In the reconstruction, the two major blocks (Mauléon block to the east and the Labourd block to the west) are separated by the Pamplona fault interpreted to represent an Albian SW-NE striking transfer fault. The major structure in the Labourd block is a detachment fault that exhumes midcrustal rocks at the seafloor. In the Mauléon block, extensional allochthons are interpreted to overlie in the deep distal domain directly exhumed mantle rocks (e.g., Chaînons Béarnais).

Tectonosedimentary evolution related to extreme crustal thinning ahead of a propagating ocean: Example of the western Pyrenees
Suzon Jammes,1 Gianreto Manatschal,1 Luc Lavier,2,3 and Emmanuel Masini1
ReTECTONICS, VOL. 28 2009

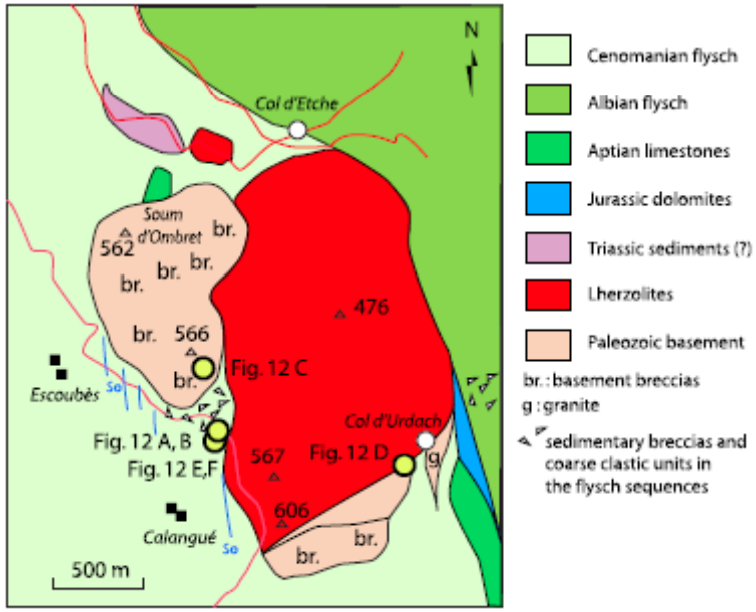
Les lherzolites d'Urdach: cartographies



S.Jammes et al (2009)



EJ Debroas et al (2010)



Y.Lagabrielle et al (2010)

Après avoir consulté la « littérature » récente concernant les pegmatites des lherzolites ouest-pyrénéennes, Thierry JUTEAU présent à l'excursion, propose la synthèse suivante:

- MONCHOUX Pierre, FONTAN François y DE PARSEVAL Philippe.- Igneous albitie dikes in orogenic lherzolites, western Pyrenees, France: a possible source for corundum and alkali feldsparxenocrysts in basaltic terranes. I. Mineralogical associations. *The canadian mineralogist*, Vol 44, pp. 817 - 842, 2006.
- PIN C., MONCHOUX P., PAQUETTE J.L., AZAMBRE B., WANG R.C. and MARTIN R.F. Igneous albitie dikes in orogenic lherzolites, western Pyrenees, France: a possible source for corundum and alkali feldsparxenocrysts in basaltic terranes. II. Geochemical and petrogenetic considerations. *The canadian mineralogist*, Vol 44, pp. 843 - 856, 2006.
- PIN C., PAQUETTE J.L., MONCHOUX P. and HAMMOUDA T.- First field scale occurrence of Si-Na-Al-trich low degree partial melt from the upper mantle. *Geology*, vol. 29, pp. 451 - 454, 2001.
- MARTIN R.F. and DE VITO C.- The patterns of enrichment in felsic pegmatites ultimately depends on tectonic setting. *The canadian mineralogist*, pp.2027 - 2048, 2001.

« De ces interprétations, j'ai retenu les points suivants:

1º) Les deux groupes de filons de pegmatites d'Urdach (à corindon et sans corindon) ont une même origine magmatique: elles résultent de la fusion commençante du manteau sous-continental pyrénéen, avec un taux de fusion partielle très faible, inférieur à 1%. ces pegmatites ont la même composition globale que des verres interstitiels riches en Si-Na-Al analysés dans certains nodules de lherzolites des basaltes alcalins du Massif central. Les rapports isotopiques (en particulier ceux du Sr et du Nd) indiquent sans aucune ambigüité une origine mantellique, et non crustale, comme le pensaient J. Fabriès et autres...

2º) Cependant il faut compliquer un peu le schéma, car les teneurs de ces roches en éléments en traces (Th, U, Zr, et surtout en Terres Rares légères LREE très fortement enrichies) suggèrent l'interaction de fluides métasomatiques carbonés et riches en alcalins dans la zone source, lors de la fusion partielle. Les auteurs évoquent des "diapirs de carbonatites issus des profondeurs"...

3º) La fusion partielle du manteau aurait été déclenchée à l'Albien, entre 108 et 103 Ma, lors de la remontée du manteau vers la surface par dénudation. La décompression subie aurait entraîné le franchissement du solidus de la péridotite et le début de la fusion partielle. Ces magmas légers et mobiles se seraient rassemblés dans des fractures et auraient migré vers la surface. Mais compte-tenu de leur très faible volume, elles ne véhiculaient pas de chaleur et se seraient solidifiées rapidement dans la roche-hôte avant d'atteindre la surface.
Ceci va tout à fait dans le sens des idées de Yves Lagabrielle...

4ª) Un peu plus tard, lors de l'extension crustale maximale, des volumes importants de basaltes alcalins se seraient mis en place dans les flychs albo-cénomaniens, suite à un taux de fusion partielle du manteau beaucoup plus important (5 à 8%?). En remontant dans le manteau, ces magmas alcalins auraient rencontré et désintégré certaines pegmatites, ramonant leurs grands cristaux, d'où la présence de grands xénocristaux résiduels d'albite, de corindon, etc... dans ces basaltes alcalins crétacés.

Voilà l'histoire telle que je l'ai comprise, je la soumets à vos réflexions et à vos questions... »