

Problématique :

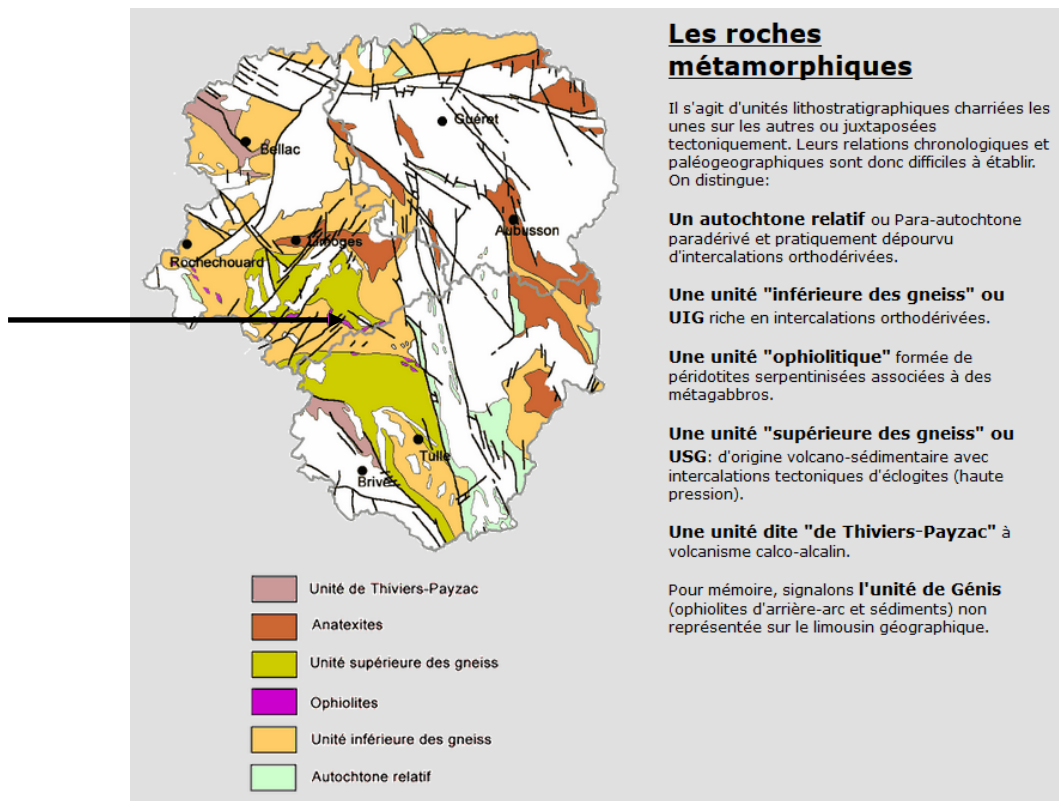
- Recherche de preuves de convergence
- Pourquoi le socle métamorphique et granitique du Limousin est-il le témoin de l'existence d'une chaîne de montagne présente il y a + de 300Ma (→ fabrication de reliefs, érosion) ?

Présentation générale de la région à partir de la carte géologique commentée :

Présence majoritaire de roches formées à une certaine profondeur → justification ?

Chaîne ancienne qui a laissée des traces dans toute l'Europe de l'Ouest mais des traces discontinues à l'affleurement suite aux différents mouvements, rejeux...

Arrêt n°1 :
ophiolites
à la limite USG-
LGU



❖ Arrêt n°1 : Masseret - La Porcherie, massif de péridotites serpentinisées.

1^{er} massif rocheux : roches ultrabasiques

(Rappels classification : roches acides à basiques puis ultrabasiques en fonction de leur richesse en silice (SiO₂) ; roches acides très riches (= beaucoup de Quartz), puis de - en - d'où ultrabasiques = pas de Quartz)

Sur la carte, on trouve plusieurs affleurements de ces roches d'est en ouest ; 2 sortes de roches métamorphiques :

- serpentinites (dont protolithe = péridotites = P)
- métagabbro (MG) aujourd'hui transformé en amphibolites = MG amphibolisé (dont protolithe = gabbro = G) aujourd'hui non visibles

G + P visibles aujourd'hui en bordure des continents : P, G traversés par des filons, surmontés par basaltes et des sédiments = ophiolites.

Interprétation de ces séries donnée dans les années 60 grâce au programme d'exploration du plancher océanique.

Ici, ce plancher océanique n'est donc plus à sa place initiale. A bougé → impliqué dans un raccourcissement et une compression sur des 100^{aines} de km avec une superposition de différentes couches.

Si le basalte n'est plus présent (charrié et/ou érodé), il reste toujours G au-dessus de P = massif ophiolitique qui n'a pas une répartition quelconque (région du Lonzac, St Yrieix). On les trouve toujours « pincés » entre LGU ET UGU.

Grandes unités du Limousin :

- LGU (ici pas nécessairement le plus ancien car la convergence amène à un mélange des couches) : au cœur de l'antiforme. Contient surtout des orthogneiss dérivés de roches magmatiques, ici de granite. Il s'agit d'orthogneiss porphyrique (= avec de grands feldspaths ; si forces s'exercent d'où font des yeux = gneiss ocellés.
- UGU (car contenu différent du LGU) : au-dessus LGU dans un synforme.
- Entre les deux on trouve ces massifs ophiolitiques ultrabasiques.

D'où LGU présente une abondance de « granite » métamorphisé (= ancien socle continental) + ancien morceau de plancher océanique (ophiolites) → preuve de convergence.

Massif à serpentine de la Porcherie : protolithe = lherzolites à plagioclases (caractéristiques de la LO).

On a trouvé aussi ici des associations minéralogiques correspondant à des **amphibolites** claires (MG métamorphisées) avec **disthène** et corindons = métamorphisme de moyenne pression donc s'est enfoncé mais pas profondément puis est remonté sur le continent.

(NOTA BENE : Selon leur origine, on distingue deux classes d'amphibolites :

- les orthoamphibolites dérivent du métamorphisme de roches magmatiques (ou éruptives) basiques (basaltes, andésites, dolérites, gabbros). Elles sont largement représentées dans les séries métamorphiques d'origine « eugéosynclinale » où elles représentent le volcanisme basique antérieur à l'orogénèse souvent interprété comme représentant un témoin de croûte océanique engagé dans l'orogène (ophiolite). Ces amphibolites sont plus rares dans les séries d'origine « miogéosynclinales ». Enfin, les intrusions basiques mises en place lors des stades précoces de l'orogénèse sont souvent transformées en orthoamphibolites.
- les paraamphibolites, qui sont issues du métamorphisme de roches sédimentaires, généralement des marnes ; dans ce cas, elles sont souvent étroitement associées à des marbres. On les rencontre dans tous les types de séries géosynclinales.

Certaines amphibolites peuvent avoir une origine mixte : métamorphisme de tufs basiques remaniés en cours de sédimentation. Les deux sortes d'amphibolites sont parfois associées dans les mêmes gisements.)



Chlorite + talc ou calcite ???

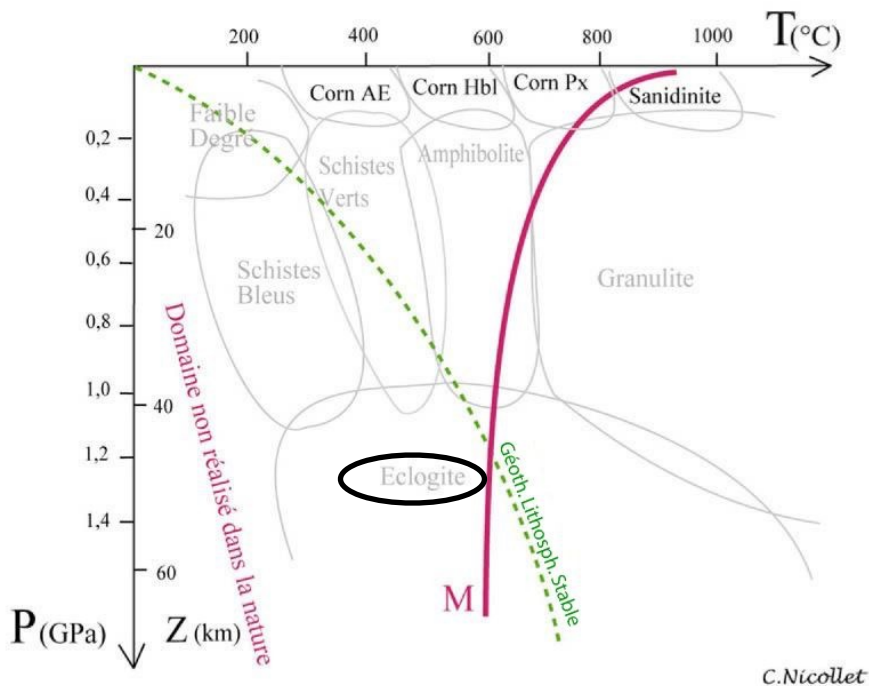
ière, éclogite rétro-morphosée.

Dans UGU. Eclogite à l'origine surtout assemblage primaire grenu de pyroxène et grenat.
 Protolithe = Gabbro ; métamorphisme de grande profondeur et déshydratation.
 D'habitude, si subduction rapide, métamorphisme HP-BT (environ 400°C) donc pas
 entièrement déshydratée (zone 5).

Eclogites du Puy
 des Ferrières



Ici Gabbro jusqu'à 80 km donc subduction assez lente, donc HP-HT (600 à 700°C).



Les **facteurs contrôlant le métamorphisme** sont essentiellement la **pression (P)** et la **température (T)**. Aussi, les modifications métamorphiques seront mesurées sur des **diagrammes P-T**. On constate que le métamorphisme intéresse la majorité de l'espace PT. Seul, le domaine à gauche de la figure, à HP, très BT n'est pas réalisé dans la nature, sur Terre. La **diagenèse** marque la limite, à BT, BP, du domaine " Faible Degré ". La **courbe d'anatexie (M)** indique la limite entre le domaine des **transformations à l'état solide** du métamorphisme et celui du magmatisme. Cette courbe d'anatexie indique les conditions au-delà desquelles les roches commencent à fondre en produisant un magma de composition granitique : les roches subissent une fusion partielle. Cette limite est mouvante, ce qui explique la présence de faciès métamorphique (zones entourées) à plus HT. Ces **faciès du métamorphisme** permettent de faire des subdivisions dans ce vaste domaine. Le **Géotherme Lithosphère Stable (GLS)** indique l'augmentation de la T en fonction de la profondeur à l'intérieur d'une plaque lithosphérique continentale. **On remarque que les roches métamorphiques enregistrent généralement des conditions thermiques différentes de celles de ce géotherme GLS. (source : Nicollet)**

La déshydratation amène à une éclogite de type grenat + jadéite mais lors de son retour vers la surface, la roche va s'hydrater et subir une rétro-morphose : le pyroxène vert omphacite (jadéite) devient grisâtre et le grenat est +tôt rosé que rouge = pyrope.

Une « réaction coronitique » du métamorphisme est clairement visible autour des « grenats » : couronne sombre (amphibole claire (ferro-magnésien) = hornblende + plagioclases)

CCL : Présence de MB/MG éclogitisé (marqueur de **subduction**) puis rétro-morphosé donc retour vers la surface = marqueur de **collision**.

La paragenèse primaire des éclogités du Puy des Ferrières est un témoin du phénomène de subduction lente (les MT/HT montrent que les isothermes ont réussi à se rééquilibrer, si c'était du schiste bleu BT/HP, ce serait un signe que la vitesse de la subduction a entraîné les isothermes).

La succession de paragenèses secondaires (rétromorphose) qui aboutit aux amphibolites se fait au cours de la collision, en fait elle est rétrograde alors que pour des roches non métamorphosées à l'avance elle serait prograde.

Donc on peut dire que les éclogités actuelles sont le résultat d'une subduction (Jadeite-Grenat) suivi d'une collision (rétromorphose). Si elles étaient remontées directement il est vraisemblable qu'elles auraient conservé tout ou partie de la paragenèse primaire (Mont Viso dans les Alpes)



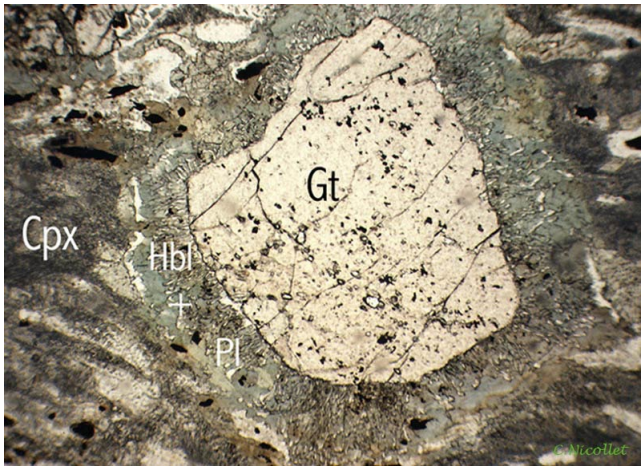
Evolution rétrograde d'une éclogitite :

Dans cette ancienne éclogitite, le grenat (rouge, Gt) et le clinopyroxène (brun, Cpx) ne sont plus en équilibre, comme en témoigne la couronne noire autour du grenat. L'[observation au microscope](#) montre que cette bordure est constituée de hornblende et de plagioclase...

... et provient de la déstabilisation de l'assemblage $Gt + Cpx$ conformément à la réaction $Gt + Cpx + Q = Hbl + Pl$. (Observation en LN).

Une observation avec un plus fort grossissement montre que le Cpx est en fait constitué d'un agrégat de Cpx + Pl. Celui-ci résulte de la déstabilisation du Cpx primaire de l'éclogite qui est de l'omphacite, Cpx sodique (ou jadéitique).

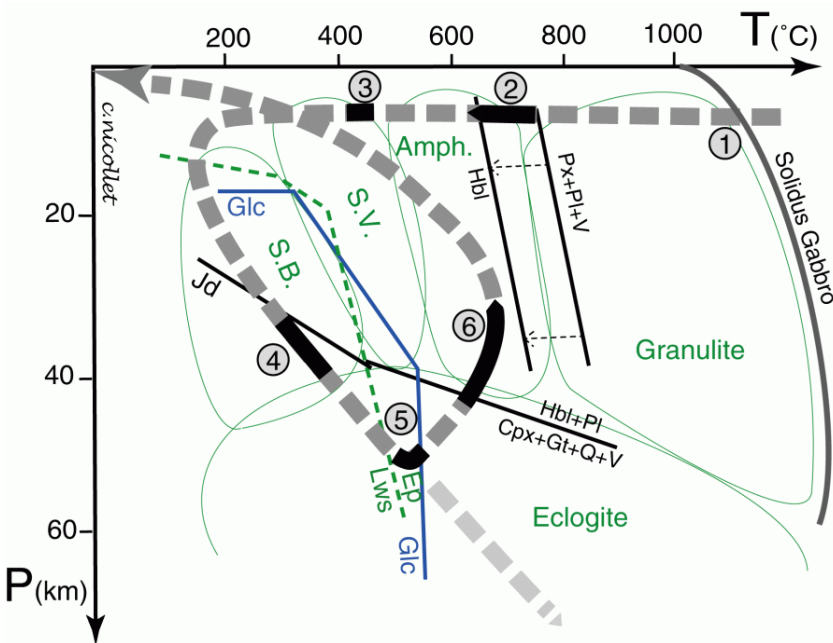
Sur le Trajet, ces transformations permettent de tracer la flèche n°6



LPNA **éclogite rétroformosée**



LPA **éclogite rétroformosée**



Un **gabbro** cristallisant à la ride entre 2 et 6 km de profondeur, se refroidit lentement en s'éloignant de celle-ci. La lithosphère océanique en extension peut être localement déformée ductilement (=qui se déforme sans rupture) lorsqu'elle est encore très chaude. D'autre part, les circulations de vapeur d'eau sont abondantes, comme en témoignent les fumeurs noirs. En conséquence, toutes les conditions sont remplies pour que ces roches recristallisent et soient métamorphosées. Au **point 2**, le **métagabbro** dans le **faciès amphibolite** ($\searrow T$), puis au **point 3**, dans le **faciès Schistes Verts** ($\searrow T$ continue).

Si le (méta)gabbro est entraîné dans une zone de subduction, minéralogie typique du **faciès Schistes Bleus**, puis du **faciès Eclogite**.

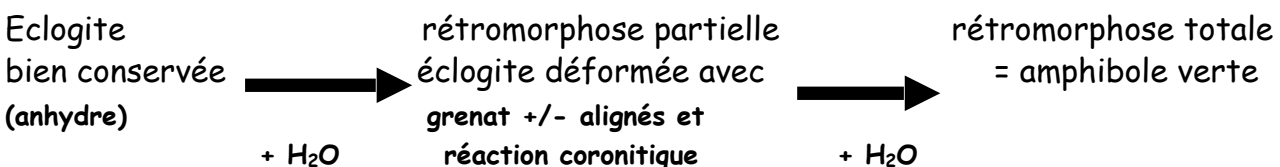
Lorsque la lithosphère océanique est subduquée en totalité, la croûte des marges continentales peut entrer en collision. L'éclogite peut être incorporée dans cette collision.

Au début de la collision, lorsque la croûte continentale est sous-charriée sous la portion de croûte océanique éclogitisée, cette dernière est ramenée vers la surface tandis que le gradient thermique évolue vers de plus hautes T. La pression exercée sur l'éclogite diminue tandis que celle-ci se réchauffe : la **roche** s'équilibre dans les conditions du **faciès amphibolite**.

Lorsque le mouvement de convergence s'interrompt, la croûte continentale épaissie est en déséquilibre gravitaire. Elle va s'amincir afin de revenir à l'épaisseur normale d'une croûte d'une lithosphère stable. Des échantillons profonds sont ramenés à la surface. (C.Nicollet)

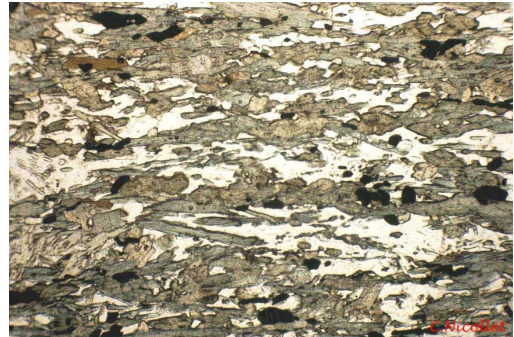
Rq : si rétroformose totale d'où = avec beaucoup de fluide, il ne reste que amphibole verte = hornblende verte et plagioclase (voir insert. Nicollet ci-après)

On peut trouver tous les stades de rétroformose de l'éclogite en fonction de du degré d'hydratation : (évolution rétrograde d'une éclogite)



Amphibolite à Fantômes de Grenat

Les minéraux de l'éclogite ont complètement disparu et la roche est une amphibolite à Hornblende verte et Plagioclase. Cependant, les amas sphériques à plagioclase blanc dominant et hornblende suggèrent la présence d'anciens grenats : ci-dessus, en macro (segment blanc : 1 cm) et ci-dessous, au microscope. Ces roches se placent sur la flèche 6 du trajet.



Dans la LGU (???), on trouve des paragneiss gris. Para- car d'origine sédimentaire : existence d'un bassin marginal avec dépôts volcaniques (cendres + coulées) + apports sédiments continentaux (surtout grès). Paragneiss gris car provient de cette roche sédimentaire détritique (arénite) type grauwackes → grauwacke métamorphisé = métagrauwackes = paragneiss gris
Et on retrouve toujours les éclogites dans ces paragneiss gris.

❖ Arrêt n°3 : Cornil - le long ancienne N89, anatexie dans les leptynites d'Albussac, granite d'anatexie.

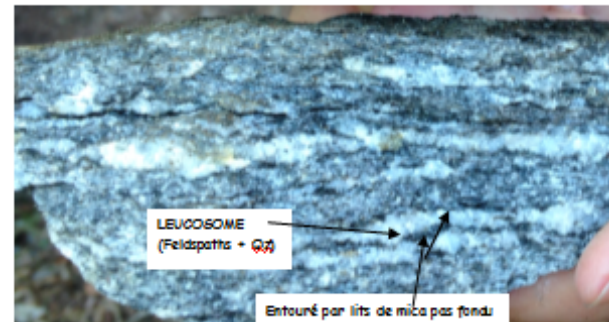
Granite de Cornil = granite de Chanteix = granite au cœur de l'antiforme de Tulle dans le LGU. Il s'agit de granite en filons ou massifs = corps intrusifs, associé à des gneiss. Dans la LGU, surtout des granitoïdes (ex : anciennes diorites (D) = métadiorites) transformées en gneiss à biotite et quelquefois hornblende + diorites quartziques (= tonalites) qui donnent orthogneiss.

Cet orthogneiss montre des traces de fusion partielle d'un taux peu élevé.

Dans ce gneiss mésocrate (= gris), présence de lentilles granitiques claires.

Faciès sombre qui confirme une composition chimique tonalitique.

Foliation peu pentée, quasi-horizontale est/ouest.



Ces lentilles claires proviennent d'un liquide formé à partir d'un « granite » qui s'est solidifié ensuite par refroidissement dans le gneiss → cristallisation.

Fusion par anatexie. Ici 10% de la roche a fondu et le « protolithe » (= gneiss) est bien conservé.

Rappels :

- Quand la fusion est + \nearrow , les liquides peuvent s'extraire de la roche silicatée et ceux-ci ayant une densité + \searrow que la roche, à la faveur d'une extension, \rightarrow départ du liquide.

- L'anatexie, comment ?

En profondeur, la $T \nearrow$. Pour faire fondre une roche, il faut une T d'environ 900°C ce qui correspond à la base de la croûte. Or ce n'est pas le cas car base croûte = roches solides. Il faut donc faire intervenir un second paramètre : la Pression. En profondeur, la $P \nearrow$ et la P tend à maintenir un état solide.

- Dans une chaîne de montagne, quand se forment les granites ?

1) La convergence raccourcit, enfouit les roches (subduction).

2) La subduction ralentit car :

- avec la LO, marge continentale amincie dont la densité est + faible ($d_{cc} = 2,7$) et sédiments

- la convergence freine la subduction

3) conséquence : les roches continentales sont amenées jusqu'à une centaine de km avec une augmentation régulière de la P et de la T .

4) A Tulle, plutôt subduction de bassins marginaux (= CC)

5) + une roche est proche de la compo du granite et + elle fond rapidement. Granite = $1/3 \text{ Plg} + 1/3 \text{ Flds alcalins} + 1/3 \text{ Qz}$. Et même si la roche n'a pas la compo du granite, le liquide qui en est issu a la même compo (soit $1/3 + 1/3 + 1/3$)

6) Ensuite la tectonique intervient : nappes de charriages \rightarrow la CC s'enfonce puis isostasie (CC - dense \rightarrow remonte)

7) Minéraux repères de l'enfouissement : chlorite \rightarrow biotite \rightarrow staurotide \rightarrow disthène \rightarrow sillimanite.

8) Pour la remontée : la $P \searrow$ et la T reste élevée et continue à \nearrow . La T la + haute est atteinte quand la P diminue \rightarrow roche fond par décompression.

9) Corps chaud en train de fondre forme un dôme anatectique mais l'encaissant freine la remontée donc la fusion augmente et la roche fond de + en +.

10) Extension post-orogénique \rightarrow croûte en extension donc les liquides intrusifs au cœur peuvent s'échapper et remonter en filons (ce qui correspond au granite de Cornil où les filons correspondent à la fusion de roches + profondes).



Filons de granite

Orthogneiss / migmatite



Granite de Cornil

Proposition d'une coupe de l'antiforme de Tulle :

