

# Les marqueurs de la convergence dans le Limousin

## 1) La notion de marqueurs de convergence:

La recherche de marqueurs de convergence sur le terrain nécessite au préalable de définir les objets recherchés.

Toute chaîne de montagne intracontinentale est le résultat d'un ensemble de phases tectoniques bien identifiées avec divergence et convergence (sachant que divergence et convergence sont concomitantes la plus grande partie du temps puisque dorsale et zones de subduction fonctionnent le plus souvent ensemble).

<b>Divergence</b>	Rift continental	Ouverture océanique	Dorsale active		
<b>Convergence</b>			Subduction	Obduction	Collision continentale

Même si on met généralement en évidence la présence de témoins de marge passive au sein des chaînes de montagne en TS, l'étude des marqueurs de convergence au sens strict ne doit logiquement prendre en compte que subduction, obduction, et collision continentale.

On se propose de présenter successivement, les marqueurs pétrographiques puis les marqueurs structuraux

### 1.1) Les marqueurs pétrographiques

**Les marqueurs de la subduction:** On recherchera tout ce qui met en évidence la présence passée d'un prisme d'accrétion, les traces de magmatisme calco-alcalin, et les traces de métamorphisme HP/BT (éclogites, schistes à glaucophane).

**Les marqueurs de l'obduction:** On recherchera la présence de successions ophiolitiques au sein d'une chaîne de montagne. Au sens premier, la présence d'ophiolites n'est un marqueur de la convergence que parce qu'elle implique un processus d'obduction.

**Les marqueurs de la collision continentale:** Ce seront pour l'essentiel des roches métamorphiques dont les anatexites et les granites associés.

### 1.2) Les marqueurs structuraux:

On cherchera à mettre en évidence tout ce qui témoigne d'un raccourcissement. Ce seront les plissements avec ou sans acquisition de schistosité et de foliation et les failles inverses, chevauchements et charriages.

Par souci d'exactitude, on notera la présence de plissements dans les chaînes de « coulissage » (faille de San Andréa) et l'existence de distension avec magmatisme liée à la fin de l'évolution des chaînes de montagnes intracontinentales (Velay dans la Chaîne hercynienne).

## 2) Le cas particulier du Limousin

Le Limousin fait partie intégrante de la chaîne hercynienne, chaîne complexe ancienne et pénéplanée. On se trouve donc dans des niveaux structuraux profonds avec un métamorphisme et un magmatisme important ce qui rend la lecture difficile.

On trouvera beaucoup d'avantage à comparer avec les Alpes (proches), l'Himalaya ou tout autre endroit où les structures sont mieux conservées.

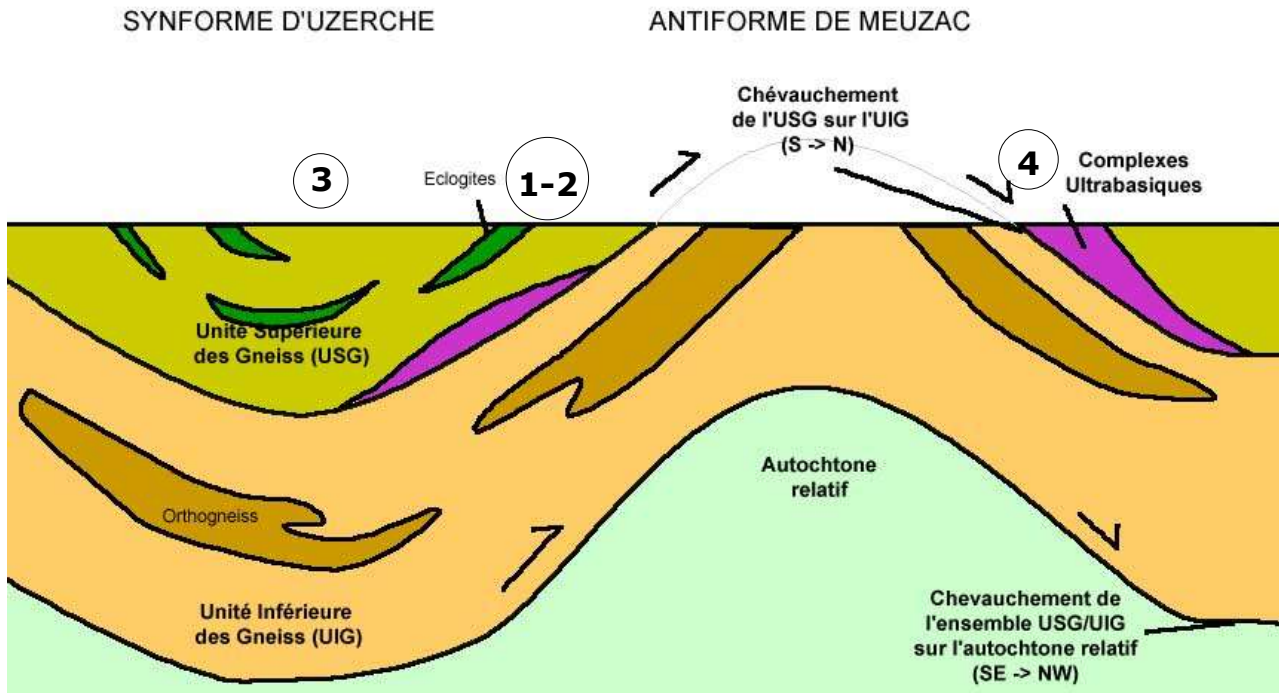
Dans ce contexte, les marqueurs les plus faciles à mettre en évidence seront: les « ophiolites », les éclogites, les roches métamorphiques, les anatexites et les granites de fusion crustale.

## 2.1) Structure du Limousin:

Le Limousin Central présente une structure en nappes superposées correspondant à deux phases successives de l'orogénèse hercynienne:

- La première au dévonien moyen et supérieur (400 à 360 MA) voit la fermeture de l'océan Massif Central et le charriage de l'Unité Supérieure des Gneiss sur l'Unité Inférieure des Gneiss avec des lambeaux de lithosphère océaniques pris dans le chevauchement. Les linéations indiquent un mouvement Sud-Nord.
- La seconde au carbonifère supérieur (330-300MA) correspond au contrecoup de la fermeture de l'océan Rhéique au nord. Il y a charriage de l'ensemble USG/UIG sur un autochtone relatif. Les linéations indiquent un mouvement SE-NW avec des composantes cisailantes et chevauchantes complexes.

La figure ci-dessous montre une coupe simplifiée à travers les structures rencontrées lors de la sortie

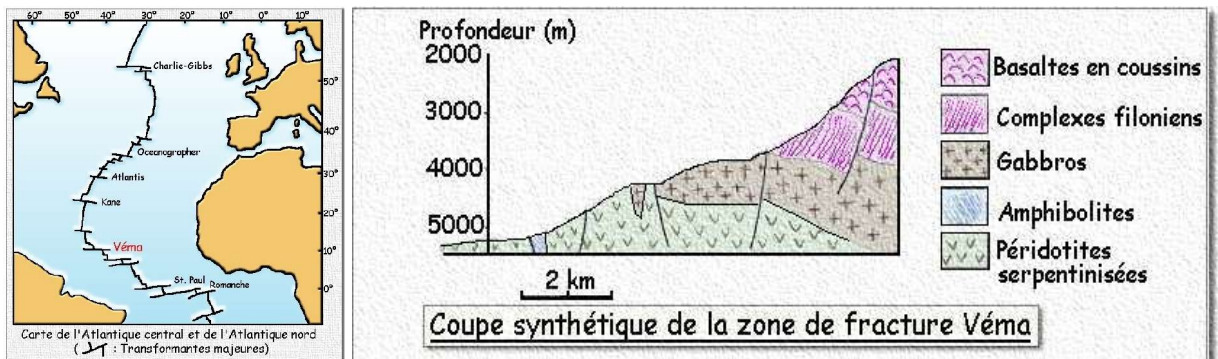


## 2.2) Les ophiolites:

On les définit comme des portions de lithosphère océanique charriées sur de la lithosphère continentale.

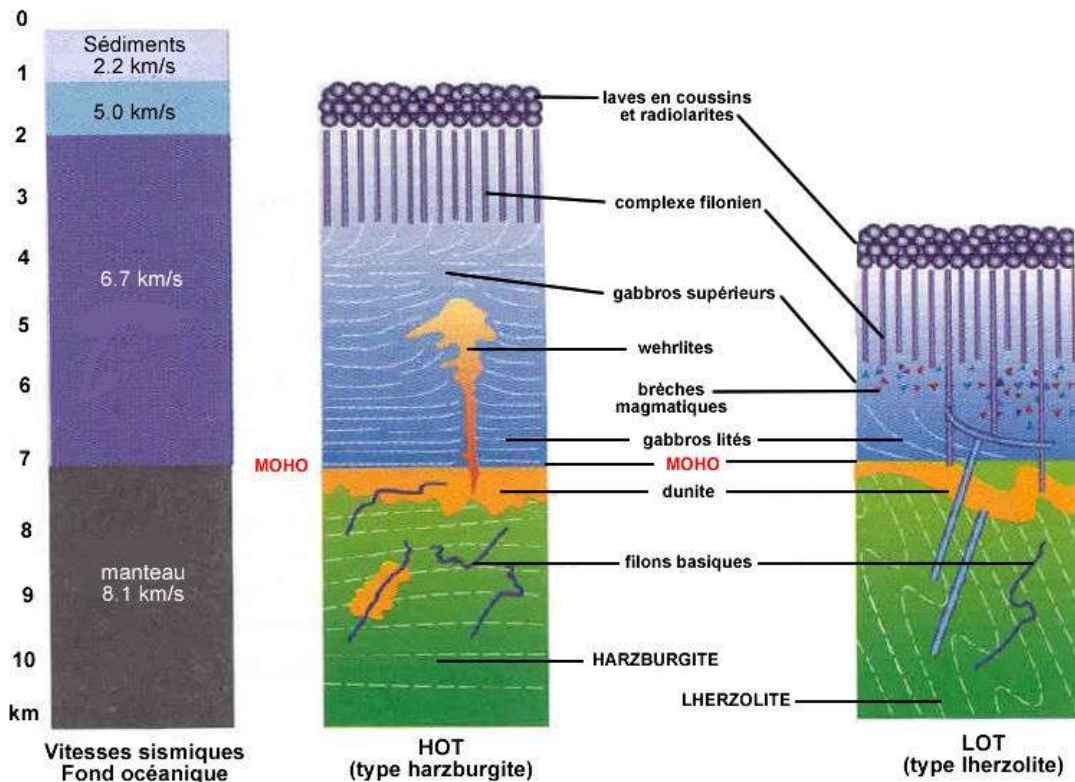
### 2.2.1) Observation de lithosphère océanique in situ:

Les données historiques les plus connues viennent de la faille VEMA, en Atlantique Sud. Le long de cet escarpement de faille transformante, les observations ont mis en évidence la succession ci-dessous. <http://svt.ac-rouen.fr/geologie/penrose/vema.htm>



## 2.2.2) Les ophiolites:

Depuis longtemps, les géologues avaient remarqué des associations proches dans de nombreuses chaînes de montagne en particulier dans les Alpes. On distingua deux types de séquences avec des intermédiaires: <http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-diversite-des-ophiolites.xml>



En complément de nombreuses autres observations, il apparaît alors clairement que les ophiolites sont des lambeaux de lithosphère océanique. Les HOT sont typiquement associées à des dorsales rapides (type Pacifique) et les LOT à des dorsales lentes (type Atlantique). Ces données sont confirmées par la géochimie.

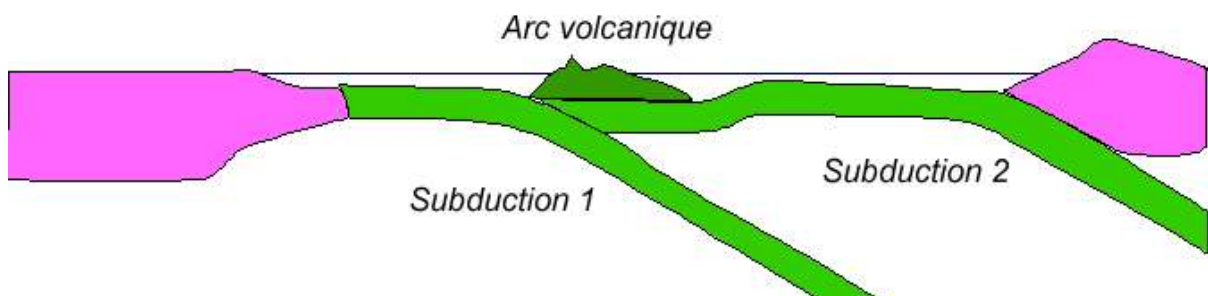
La lithosphère océanique étant plus dense que la lithosphère continentale, elle doit normalement plonger sous cette dernière au niveau des zones de subduction. Il reste alors à découvrir le mécanisme qui conduit à la mise en place des écailles ophiolitiques sur de la lithosphère continentale.

Une des hypothèses les plus logiques invoque la rencontre de lithosphère continentale avec une zone de subduction.

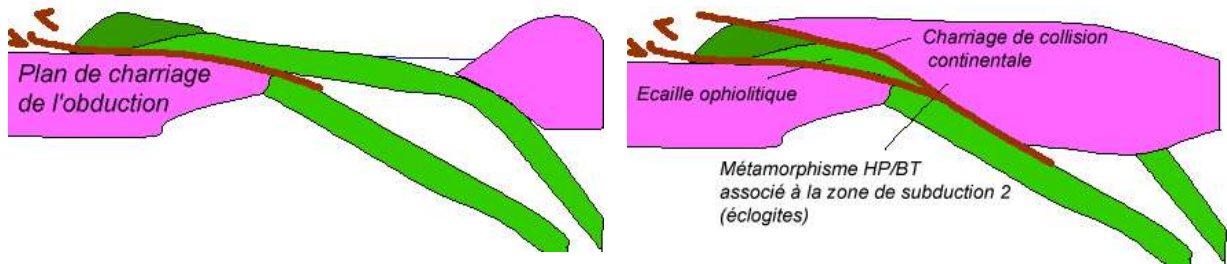
La présence d'un découplage au niveau de la zone de subduction initie le charriage de la lithosphère océanique subductante sur la lithosphère continentale et permet de s'affranchir des contraintes liées à la différence de densité (ophiolites de l'Oman).

S'il y a fermeture du bassin d'arrière arc par la suite, les ophiolites obductées sont chevauchées par la lithosphère continentale, donnant naissance à une succession :

- lithosphère continentale,
- écaille ophiolitique,
- lithosphère continentale avec métamorphisme HP/BT







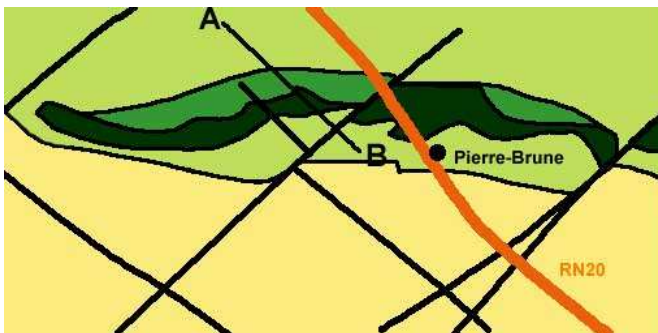
### 2.2.3) Les « ophiolites » du Limousin:

Les ophiolites typiques sont des formations rencontrées dans les niveaux structuraux superficiels des chaînes.

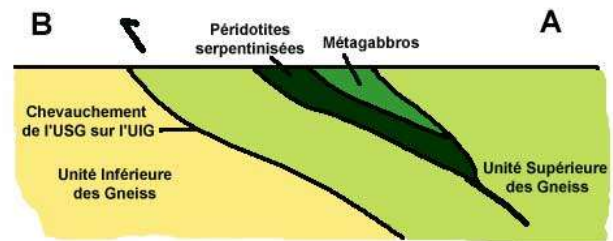
Dans les niveaux structuraux profonds, il semble que l'on rencontrera uniquement des vestiges sous forme de lambeaux dispersés le long de la suture.

En Limousin les grands massifs ultrabasiques composites ou non (Les Landes du Cluzeau-La Flotte, La Porcherie, Sarzac, La Roche Noire, Les Landes de St Laurent, Puy Chény, Pierre Brune) sont considérés comme des vestiges de croûte océanique sur la base de l'association péridotites-gabbros (souvent gabbros au dessus des péridotites, voir coupe), de la nature des péridotites originelles, et de la géochimie de l'ensemble.

Il est intéressant de noter que l'argilisation des gabbros a eu pour conséquence l'association systématique des massifs ultrabasiques avec des tuileries, très nette à la Flotte-Le Cluzeau (J.P. Floc'h).



Coupe interprétative dans le massif ultrabasique composite de Pierre-Brune (D'après la carte géologique au 1/50 000)



## 2.3) Les éclogites:

### 2.1.1) Un peu d'histoire

Eskola définit des faciès métamorphiques à partir d'assemblages de minéraux caractéristique pour des protolithes (roches d'origine) basiques (à composition de basalte), parmi ces derniers, le faciès « éclogite » désignait des roches avec un assemblage à omphacite (pyroxène sodique composé d'une solution solide de diopside et de jadéite) et de grenat riche en magnésium. Par la suite on désignera sous le nom d'éclogite toute roche passée par des

conditions de métamorphisme à haute pression et moyenne température du domaine de stabilité de l'assemblage omphacite (jadéite)–grenat. Ces conditions sont majoritairement réalisées dans les zones de subduction pour des profondeurs supérieures à celle atteintes lors du métamorphisme dans le faciès « schistes bleus » (à glaucophane)

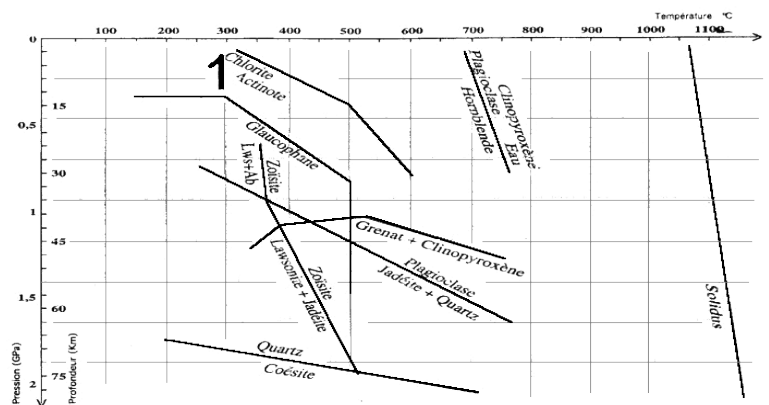


Tableau des réactions métamorphiques : le minéral est présent du côté du trait où son nom est placé.

### **2.1.2) La rétromorphose:**

L'assemblage omphacite/grenat n'est stable que dans les conditions du domaine des éclogites. Dans d'autres conditions il va tendre à se déstabiliser au profit d'autres assemblages de plus basses pressions et températures. Cette réaction va prendre un certain temps et laisser des reliques de l'ancien assemblage.

La conservation des paragenèses de haute pression reste assez mal comprise. Elle est favorisée par une remontée rapide, des conditions anhydres et le phénomène de « blindage » des minéraux.

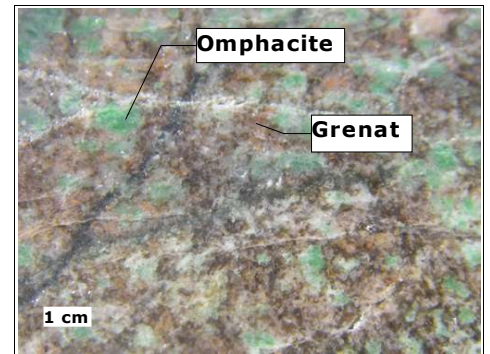
### **2.1.3) Les éclogites du Limousin central:**

Elles présentent une chimie de laves tholéitiques compatible avec un magmatisme de rift. Elles sont très majoritairement conservées dans l'Unité Supérieure des Gneiss, tout spécialement dans la synforme d'Uzerche.

Elles sont toujours largement rétromorphosées dans le faciès amphibolite. Le plus souvent, seuls les grenats avec auréoles réactionnelles vertes d'amphibole et l'assemblage amphibole (hornblende verte) – plagioclase témoignent de leur ancienne nature éclogitique.

On peut distinguer plusieurs stades:

- Les éclogites non rétromorphosées sont très rares, on n'en connaît que deux affleurements sur le secteur. Le plus facile d'accès est un ensemble de boules situées immédiatement du hameau du Puy de Bavaud au sud de Benayes. La roche est massive, très reconnaissable à ses omphacites vert vif. Par contre le grenat, très magnésien apparaît brun à incolore et demeure peu reconnaissable à l'oeil nu.



**Éclogite non rétromorphosée,  
Puy de Bavaud (19)**

- Le premier stade de rétromorphose voit la transformation de l'omphacite en un assemblage de plagioclase et amphibole incolore connu sous le nom de « kéliphytoïde », le plus souvent une auréole réactionnelle riche en hornblende verte (amphibole) se forme autour des grenats. Ce sont les faciès classiques du Puy des Ferrières.



**Éclogites rétromorphosées  
Puy des Ferrières (19)**



*Sur l'échantillon de gauche, on voit l'association plagioclase (blanc), amphibole (vert clair) qui a remplacé l'omphacite, les auréoles sombres autour des grenats correspondent à une réaction de déstabilisation produisant de l'amphibole verte (hornblende).*

*Sur l'échantillon de droite, on voit l'association plagioclase-amphibole remplacée par de la hornblende (amphibole) vert foncé. On peut noter que cette réaction qui correspond à une hydratation est guidée par des fissures de la roche*

- La roche est progressivement envahi par de la hornblende verte et devient une amphibolite à grenat assez banale.
- Une réaction ultérieure verra la disparition des grenats et la mise en place d'ocelles de plagioclase

Les deux derniers stades correspondent à des amphibolites qui ne se distinguent pas des amphibolites banales n'ayant jamais connu de passage par la haute pression et le faciès éclogite.

## **2.4) L'anatexie et la production de magmas granitiques:**

### **2.4.1) Quelques généralités sur l'anatexie**

La température à laquelle une roche commence à fondre dépend de trois facteurs: sa composition chimique (plus elle est basique, plus elle fond à haute température), la pression qui augmente la température de fusion et la présence d'eau qui l'abaisse.

Les roches ayant subi ce phénomène sont appelées anatexites. On emploie parfois le terme un peu ancien de migmatites qui correspond plus à des roches très hétérogènes

### **2.4.2) Les roches anatectiques**

Au début du phénomène d'anatexie, la fusion va se développer uniquement dans les niveaux favorables qui ont une composition proche de 33% de quartz, 33% de feldspath alcalin, 33% de plagioclase. Cette composition particulière est nommée composition eutectique.

Sur un même affleurement, on observera deux parties dans la roche :

- une partie ancienne non affectée par l'anatexie, le **paléosome** qui correspond au matériel originel, en général gneissique.
- Une partie nouvelle partiellement ou totalement fondue, le **néosome**. Le néosome est lui-même divisé en deux parties:
  - le **leucosome**, partie claire, à gros grain, constituée d'un assemblage de quartz + feldspath qui correspond au liquide recristallisé.
  - le **mélanosome**, partie sombre qui borde le leucosome, formé de minéraux colorés (biotite, sillimanite, cordiérite). Il correspond à un résidu réfractaire à la fusion.

#### **Les différentes anatexites:**

##### Les métatexites:

C'est le **stade initial de l'anatexie**. Le taux de fusion étant faible, seules quelques zones de la roche originelle sont concernées.

On a donc sur la même roche coexistence de paléosome et de néosome:

La structure du gneiss est conservée et leucosome et paléosome s'agencent parallèlement à la foliation donnant naissance à un gneiss rubané, une **métatexite rubanée**.

Dans quelques cas, le néosome s'injecte dans le paléosome sous forme de veines souvent plissées.

• **En résumé : Métatexite = Paléosome + Néosome**

##### Les diatexites:

L'anatexie est plus intense, toutes les parties de la roche étant affectées par la fusion. Le paléosome a pratiquement totalement disparu, subsistant parfois en enclaves de petite taille appelées **restites**.

Le rubanement acquis aux premiers stades de l'anatexie est quelquefois conservé. On parle alors de **diatexite rubanée**.

Le rubanement peut disparaître et le mélanosome tend à se mélanger avec le liquide granitique. La roche n'a plus de texture nette ; on parle alors de **diatexite nébulitique**.

• **En résumé : Diatexite = Néosome seul (leucosome + mélanosome)**

##### Les Granites d'anatexie:

Le terme ultime de l'anatexie est la fusion complète de la roche de départ.

Les minéraux résiduels comme la biotite du mélanosome commencent à fondre et se mélangent au liquide.

La roche devient un gigantesque leucosome sans orientation nette. Le granite d'anatexie possède alors une composition globale similaire à celle du gneiss de départ

Ce leucosome porte le nom de granite et lorsqu'il est encore associé aux migmatites, on parle de granite d'anatexie.

• **En résumé : Granite d'anatexie = Leucosome**

### **2.1.1) L'anatexie dans les chaînes de collision**

En contexte de chaîne de collision, sauf cas assez exceptionnel, la fusion touchera des roches d'origine pélitique (paragneiss et micaschistes) et granitique (orthogneiss). Les orthogneiss sont eux même par leur composition granitique plus enclins à fondre que les métapélites. Les granites produits appartiennent toujours à la famille des granites crustaux, souvent à deux micas (leucogranites des auteurs français). On peut distinguer plusieurs cas de figure:

- libération d'eau et élévation de température le long d'un chevauchement majeur. On observe alors un métamorphisme inverse avec anatexie du sommet de la pile. Dans ce cas, les mobilisats sont clairement syntectoniques et pris dans les déformations (plis). Attention il arrive que des mobilisats post-tectoniques empruntent des charnières préexistantes rendant les interprétations difficiles.
- En fin d'orogénèse, il y a remontée adiabatique de matériel chaud, ce phénomène provoque une fusion massive des roches au sein des dômes thermiques ainsi créés. Un des plus spectaculaire en France est celui du complexe migmatitique du Velay. La limite de l'anatexie est nettement discordante sur les structures tectoniques
- Notons cependant que pour de nombreux granites du Massif Central, une initiation de la fusion crustale par arrivée de magma basique (à température beaucoup plus élevée) en base de croûte a été envisagée