

ZIRCON n° 42

Janvier 2013



Ruines du château d'Artias

LE ZIRCON

Bulletin du GROUPE GEOLOGIQUE DE LA HAUTE-LOIRE

Une excursion dans la région de Brioude-Langeac

zone-clé pour la compréhension de la chaîne hercynienne française

par **Christian NICOLLET**

Illustrations et détail des itinéraires : **Marie-Antoinette et André Reymond**

suite à la conférence du 5 novembre 2010

et à la sortie du GGHL du 6 novembre 2010 donnée et guidée par l'auteur

On a très vite compris, avec l'avènement des théories de la dérive des continents, de l'expansion océanique, de la tectonique des plaques, que la majorité des chaînes de montagnes récentes (Alpes, Himalaya, etc.) résulte de la fermeture d'océans et de la collision de leurs marges. Il a été, par contre, plus difficile de démontrer qu'il en était de même pour les orogènes plus anciens, comme l'orogène hercynien. En effet, une telle interprétation géodynamique s'est heurtée à différents problèmes.

Dans ces orogènes :

- 1 - Les reliques des océans sont rendues méconnaissables par la déformation et le métamorphisme polyphasés durant la collision.
- 2 - Le métamorphisme de HP-BT¹, caractéristique de la subduction, a été oblitéré par un métamorphisme ultérieur de plus hautes températures.
- 3 - La caractérisation de chevauchements, témoins des déplacements horizontaux considérables, nécessite l'utilisation de critères plus complexes que la simple "superposition stratigraphique anormale" utilisée dans les orogènes récents.

À cela, il faut ajouter que les conditions d'affleurements sont bien moins bonnes que dans les chaînes récentes et que les grands panoramas montrant les grandes structures sont totalement absents !

C'est dans les années 70 que l'on a compris que, depuis au moins le néoprotérozoïque, les orogènes anciens sont les équivalents des orogènes récents, comme les Alpes. La région du Haut-Allier (au sens géographique) a joué un rôle important dans cette interprétation.

Ces différentes considérations théoriques ont été discutées au cours d'une conférence vendredi 5 novembre, et c'est par un temps maussade, mais avec un enthousiasme qui caractérise bien les GGHListes, que s'est effectuée le lendemain sur le terrain l'étude d'un chevauchement majeur dans la série métamorphique du Haut-Allier. En résumé, cette journée nous a montré le chevauchement du groupe leptyno-amphibolitique (GLA²), à évolution métamorphique rétrograde (depuis des HP : 15-20 kb) et anatectique (l'unité supérieure des gneiss : USG), sur un autochtone gneissique, à métamorphisme de moyennes pressions (6-8 kb ; unité inférieure des gneiss : UIG). La surface de chevauchement est soulignée par la présence de "boules", déca à hectométriques, de métapéridotites (= manteau) serpentinisées.

Nous avons ici tous les "ingrédients" nécessaires, présentés ci-dessus, à l'interprétation géodynamique de cette portion de l'orogène hercynien en terme d'orogène moderne :

- 1 - La composition chimique de certaines roches du GLA est équivalente à celle des basaltes des rides océaniques actuelles.
- 2 - Le GLA contient de rares reliques de roches de HP.
- 3 - La superposition de ces roches de HP dans l'USG sur l'UIG de plus faibles pressions montre la superposition de roches profondes sur des roches superficielles, ce qui est la définition d'un contact anormal de type chevauchement.

Outre ce bel exercice de compréhension de la géodynamique, l'excursion fut l'occasion de voir différentes lithologies métamorphiques : orthogneiss, gneiss à nodules de sillimanite, amphibolite, granulite, anatexite à cordiérite, serpentinite.

Arrêt 1 :

Itinéraire : depuis la Chomette, prendre la D41, puis la D22 jusqu'à Villeneuve-d'Allier ; traverser l'Allier, prendre la D585 sur la gauche. À proximité de Rougeac, suivre à droite une petite route, en direction de Ladignat. Rejoindre la D122. S'arrêter juste avant le Monteil.

Coord. : N45°10'35" ; E03°19'03"

Le premier affleurement : orthogneiss



¹ Haute Pression-Basse Température.

² CLA ou GLA : Complexe ou Groupe Leptyno-Amphibolitique constitué de matériaux océaniques et continentaux prouvant l'existence d'un océan avant la collision hercynienne.

Nous nous rassemblons à La Chomette à 9 heures avant de rejoindre ce premier affleurement d'orthoigneiss (c'est-à-dire un granite déformé et métamorphisé). C'est l'occasion de discuter de la difficulté de reconnaître le protolithe, la roche originelle, lorsque celle-ci a été déformée et métamorphisée.



Face à l'affleurement, le guide, ses commentaires, ses cartes...



L'unité chevauchée (granite folié, aplites, orthogneiss) présente des plis à deux échelles : des plis régionaux et des plissements serrés au niveau de l'échantillon résultant de la même phase de compression.

Il s'agit d'un granite cadomien, déformé à l'Hercynien.

Au cœur du massif orthogneissique du Céroux, on constate une faible orientation des minéraux, l'aspect est granitique.



Échantillon de l'affleurement 1 : un orthogneiss dont l'aspect est celui d'un granite

Itinéraire : suivre la D 122 sur 1,5 km, prendre à gauche la D 52 et tourner en direction d'Ally (D 21). Dépasser ce village puis celui de Cornut, moins de 1 km après Cornut prendre à gauche une petite route en direction de Montrome, on dépasse ce site minier (argent). Faire environ 500 m sur le chemin.

Arrêt 2 :

Coordonnées $N45^{\circ}09'29,6''$; $E03^{\circ}20'14''$

À proximité des moulins à vent d'Ally, modernes et anciens, un superbe gneiss à nodules de sillimanite nous permet de caler les conditions du métamorphisme régional de la collision hercynienne : nous sommes dans les conditions du faciès métamorphique "Amphibolite" d'un gradient métamorphique de Moyennes Pressions - Hautes Températures.



À proximité des éoliennes...



Devant l'affleurement :
rappel sur le point triple des silicates d'alumine

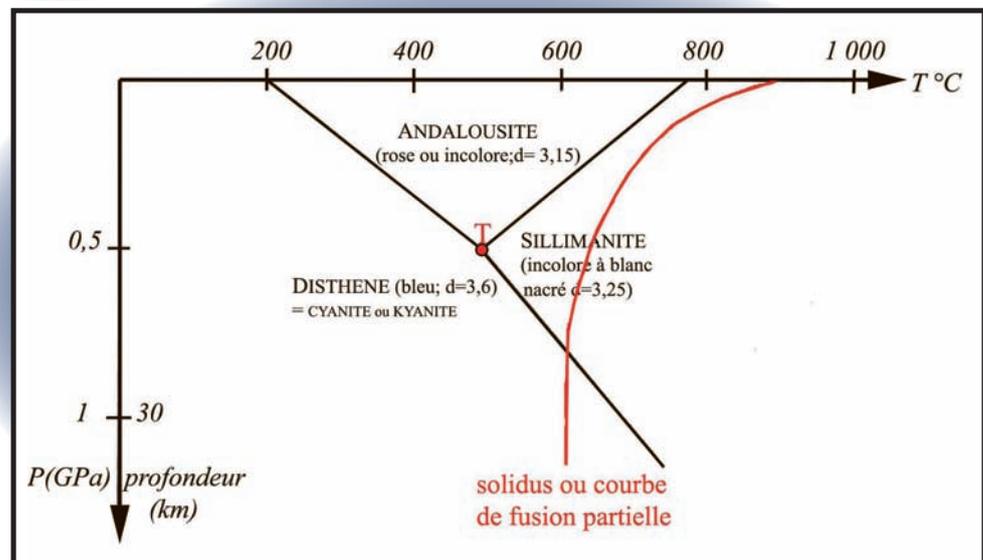
Andalousite, disthène (= cyanite, ou kyanite) et sillimanite sont trois silicates d'alumine qui ont la même composition chimique Al_2SiO_5 (ou si on l'exprime en oxydes : SiO_2, Al_2O_3). Les cristaux de chacun d'eux diffèrent par leurs formes et leurs propriétés (couleur, densité...), et chacun d'eux apparaît dans des conditions particulières de température et de pression. De ce fait, ce sont de bons indicateurs des conditions du métamorphisme.

Dans le graphique ci-dessous, les domaines de stabilité de ces trois polymorphes¹ sont limités par les droites qui se rejoignent au point triple **T**, qui marque les conditions P & T dans lesquelles ces trois cristaux peuvent coexister.

La courbe du solidus marque la limite entre le domaine dans lequel les roches sont à l'état solide (à gauche), et celui dans lequel elles commencent à fondre (à droite).

Les lignes droites limitent les domaines de stabilité de chacun des trois polymorphes.

On voit ainsi que l'andalousite est un minéral de BP, et la sillimanite de MP et HT...



Caché sous la mousse,
le gneiss à nodules de sillimanite



Les nodules, composés de sillimanite et quartz, sont de taille centimétrique

¹ **Polymorphe** : (adj.) En minéralogie, qualifie les minéraux qui ont des compositions chimiques identiques mais qui cristallisent de façon différente.

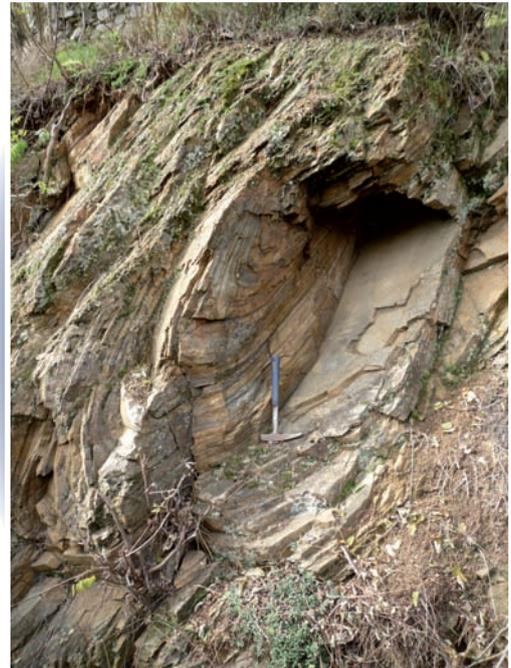
Après cet arrêt, nous poursuivons (arrêts 3 et 4) la découverte de la bordure du massif d'orthogneiss du Célox. Retour à Montrôme pour ensuite rejoindre la D21 jusqu'à Lavoûte-Chilhac. Prendre à gauche la D585 (direction Villeneuve-d'Allier) sur un km environ. Nous descendons dans le Val-d'Allier, au nord de Lavoûte-Chilhac où la température est plus clémente, et pour cause : nous avons perdu près de 500 m de dénivelé !

Arrêt 3 :

En bordure de la D585, coordonnées N45°09'43,8" ; E03°24'35".

Après avoir garé les voitures sur les bas-côtés de la route, nous revenons en arrière pour admirer un magnifique pli isoclinal¹ affectant les lithologies caractéristiques du GLA : une fine alternance centimétrique de leptynites, de gneiss quartzo-feldspathiques et d'amphibolites. Ces roches métamorphiques sont stabilisées dans les conditions du faciès amphibolite d'un gradient de MP-HT, comme précédemment.

Pli isoclinal magnifique dans le Groupe Leptyno Amphibolitique



Fond océanique métamorphisé



Une partie claire (leptynique) et une partie foncée (amphibolitique), bien séparées, sur cet échantillon... pas tout à fait en place



Nous avons franchi le chevauchement, nous sommes ici dans la zone chevauchante : devant une croûte océanique métamorphisée.

¹ **Isoclinal** : adj. Se dit d'un pli dont les flancs sont parallèles entre eux.



Arrêt 4 :



L'affleurement

Continuer sur la D585, arrêt possible dans un grand virage, 500m avant Auzat, en vue de Saint-Illpize.

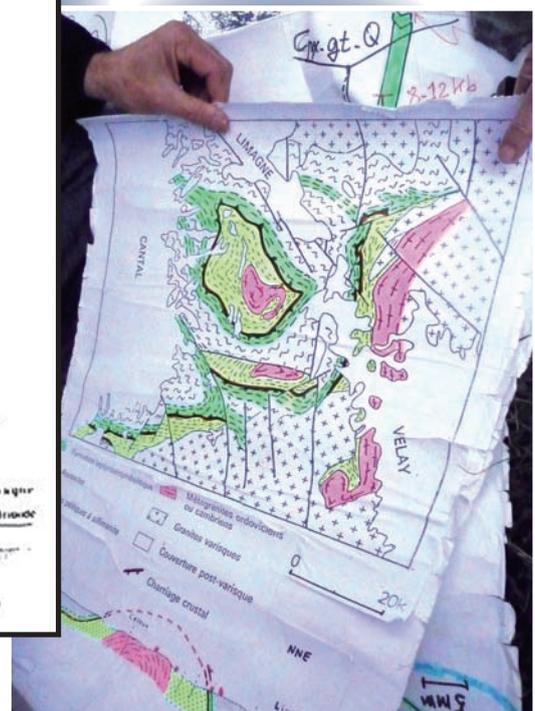
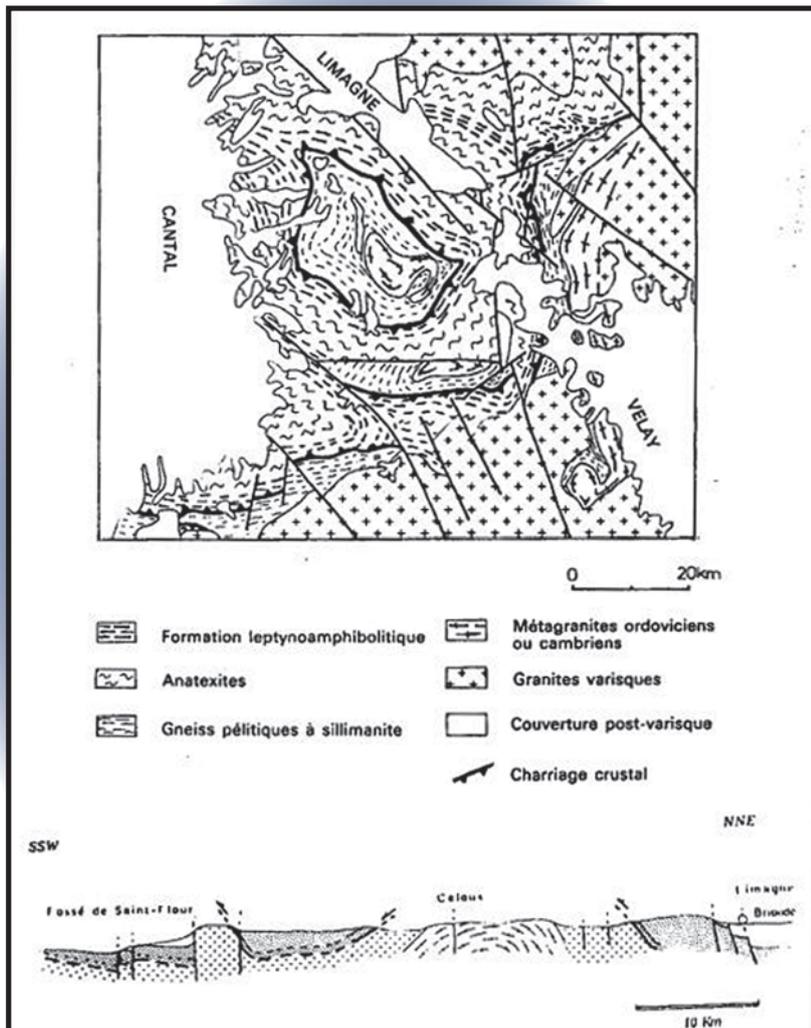
Un bref arrêt à cet affleurement permet de revenir sur l'origine du protolithe discuté au tout début de la journée : nous avons encore ici un orthogneiss, mais tellement déformé que son origine granitique n'est pas identifiable par la seule observation de terrain.



Orthogneiss

À ce stade de l'excursion, la géométrie des affleurements, avec des pendages variables de la foliation, montre que nous avons observé une structure anticlinale : les pendages varient, de l'Ouest vers l'Est, depuis (presque) l'horizontale jusqu'à environ 40-45° ; ceci montre que nous sommes sur le flanc Est d'une structure antiforme. Celle-ci correspond à un raccourcissement modeste (tout au plus 20%).

Depuis le cœur de la structure, nous avons la superposition suivante : l'orthogneiss, les gneiss à sillimanite et le GLA. Rien ne suggère ici des déplacements horizontaux importants...



Arrêt 5 :

Franchir la rivière à Villeneuve-d'Allier et gagner Saint-Ilpize par la D22.

Un affleurement en bord de rue juste avant d'atteindre l'église attire l'attention : il s'agit d'un gneiss à sillimanite et biotite avec fusion partielle marquée par les traînées claires. Ceci correspond à l'unité chevauchée.

**Unité chevauchée,
gneiss à sillimanite-biotite**



En attendant la suite de l'excursion, une petite pause s'impose au sommet du petit neck basaltique de Saint-Ilpize. Une vue en panoramique sur le Val d'Allier : un lieu idéal pour un pique-nique ; merci Hélène, merci Geneviève : quel plaisir que cette salade aux lentilles du Puy (bien sûr !) !

Après cette pause bien méritée, nous quittons les rives du Val d'Allier par la D22. Nous sommes toujours dans les gneiss à sillimanite, juste sous le contact avec le GLA.

Arrêt 6 :

En bordure de la D22 près de l'embranchement qui conduit au hameau de Cissac.

Coordonnées : N45°11'29,6" ; E03°24'15,4"



Dans le champ au-dessus du carrefour, se trouve une petite carrière de serpentinite. Cette roche résulte de l'hydratation de la péridotite du manteau. Nous remarquons sur la carte géologique au 1/50 000^e de Brioude que ce contact gneiss à sillimanite - GLA est jalonné de petits affleurements de serpentinites. Ces petits massifs ne sont pas nombreux, mais ils apportent un argument fort, suggérant que ce contact est un chevauchement tectonique majeur qui affecte toute la croûte et atteint le manteau.

Cissac : péridotite serpentinisée

Continuer sur la D22, dépasser Cerzat-du-Dragon, continuer sur la piste.

Arrêt 7 :

À moins de 1 km au Nord de Cerzat, descendre sur la rive droite du petit ruisseau, monter sur le flanc de la vallée.

Coordonnées : N45°12'26,3" ; E03°25'14"

À Cerzat-du-Dragon, nous sommes à nouveau dans le GLA pour trouver les témoins de reliques de HP. Elles ne sont pas faciles à débusquer dans les murettes perdues dans les bois ! Nous dégageons la mousse sur un petit affleurement pour découvrir la structure en amandes ou en boudin de ces roches des grandes profondeurs (= hautes pressions). Une longue discussion s'ensuit, avec diagrammes PT.

Bel échantillon de péridotite à grenat qui n'a pas été trouvé sur place... mais dans le sac de notre guide





Arrêt 8 :

Bel affleurement en bordure de route près de Cherlet. Coordonnées : N45°15'10" ; E03°24'28"

Ce dernier affleurement se situe un kilomètre au Sud du pont de Vieille-Brioude et c'est un nouvel argument pour le chevauchement. Il s'agit de gneiss migmatitiques qui se trouvent "en position haute", c'est-à-dire au dessus des roches métamorphiques non migmatitiques, une situation anormale qui avait été constatée il y a fort longtemps ! Ces roches contiennent de la cordiérite que les vaillants GGHListes ont du mal à découvrir à la lampe électrique !

**Une science obscure,
le métamorphisme ?**



En effet, ce n'est que tardivement que nous atteignons cet affleurement. Est-ce parce que les excursionnistes sont très passionnés et, de ce fait, très bavards ou bien parce que les journées sont trop courtes en cette saison ? Sans doute les deux ! Les lampes électriques ne suffisant plus, l'excursion s'arrête là, faute de lumière. Le groupe se disperse et se donne rendez-vous (pour certains) au mois de juin pour visiter une chaîne équivalente, mais plus jeune : les Alpes.

(Cette excursion alpine a fait l'objet d'un compte-rendu, par Michèle Wersinger, dans le Zircon n° 41)

Pour en savoir plus : <http://christian.nicollet.free.fr/page/enseignement/HautAllier/HA.html>

Les cartes utiles pour cette excursion :

Carte IGN 1/25 000° 2634 Est Paulhaguet

Carte IGN 1/25 000° 2634 Ouest Brioude

Carte IGN 1/25 000° 2635 Est Langeac

Carte IGN 1/25 000° 2635 Ouest Lavoûte-Chilhac

Carte géologique 1/50 000° 766 Brioude

Carte géologique 1/50 000° 790 Langeac