

# Relations entre déformations et cristallisations et chemins « P.T.t.d. » des micaschistes polyphasés d'Échassières Modèle d'évolution géodynamique

Cl. Audren \*, J.L. Feybesse \*\*, M. Tegye \*\*, Cl. Triboulet \*\*\*

Mots-clés : Micaschiste, Microtectonique, Condition pression température, Métamorphisme progressif, Métamorphisme rétro, Cisaillement, Tectonique tangentielle, Orogénie hercynienne.  
Allier (Échassières).

## Résumé

Dans les micaschistes d'Échassières, recoupés par le forage G.P.F., Éch. 1, l'analyse de la déformation (géométrie et cinématique des structures) couplée à l'analyse pétrologique quantitative (géothermobarométrie microstructurale) permet de construire les chemins Pression-Température-Temps-Déformation (chemins P-T-t-d) suivis par les micaschistes du toit et du fond, et de reconstituer leur évolution tectonométamorphique au cours du temps.

Cette évolution d'abord prograde (M1) puis rétrograde (M2) est continue depuis un stade de haute pression/moyenne température, vers un stade de moyenne pression/haute température, jusqu'à un stade de basse pression/moyenne température.

La déformation régionale associée au chemin rétrograde (remontée associée à une dénudation), se traduit par un cisaillement tangentiel du Sud-Est vers le Nord-Ouest, caractérisant la mise en place de nappes au cours d'une collision.

L'analyse géométrique des chemins P-T-t-d montre que les micaschistes du toit et du fond appartiennent à deux unités structurales qui se sont empilées de façon hétérochrone. Les micaschistes du fond se sont mis en place sous les micaschistes du toit par sous-charriage, à la fin du chemin prograde, selon le même régime de déformation (empilement à trois couches).

Cette histoire tectonométamorphique complexe est tout à fait comparable aux événements éohercyniens enregistrés par les micaschistes de la zone axiale de la chaîne hercynienne, en Bretagne méridionale.

## Abstract

*Relations between deformation and crystallization and Pressure - Temperature - Time - Deformation paths of the Echassières polyphase micaschists. A model of geodynamic evolution*

The Echassières borehole (Géologie Profonde de la France program) situated at the top of a granitic dôme (Beauvoir granite) has cross-cut the upper (0 to -96 m) and lower (-870 to -900 m) micaschists host rocks, belonging to metamorphic variscan, series of « La Sioule » (North Massif central).

Microstructural (geometric and kinematic) and associated quantitative petrological studies (geothermobarometry) allows us to construct pressure-temperature-time deformation paths (P-T-t-d paths) followed by upper and lower micaschists, and to emphasize their tectonic/metamorphic evolution.

This prograde (M1 metamorphism) to retrograde (M2 metamorphism) evolution is continuous throughout time from high pressure/medium temperature, to medium pressure/high temperature, then low pressure/medium temperature.

The main regional deformation associated to the retrograde (uplift) path consist of a strong tangential shearing SE to NW movement, produced by nappe emplacement during crustal collision. Shapes of P-T-t-d paths show that upper and lower micaschists belong to independent structural units stacked one after the other. The lower micaschists were probably underthrust below the upper one, about the end of the retrograde path, during the same continuous deformation history (stacking of three units).

This complex tectonic/metamorphic history is equivalent to tectonic/metamorphic events of pre-hercynian age, recorded by rocks of the axial zone of the Hercynian orogeny in South-Brittany.

NDLR : L'analyse thermobarométrique et structurale sera publiée ultérieurement. Les données structurales et les compositions des minéraux paraîtront dans Documents du BRGM n° 124.

\* Université de Rennes

\*\* B.R.G.M. Orléans

\*\*\* Université de Paris VI

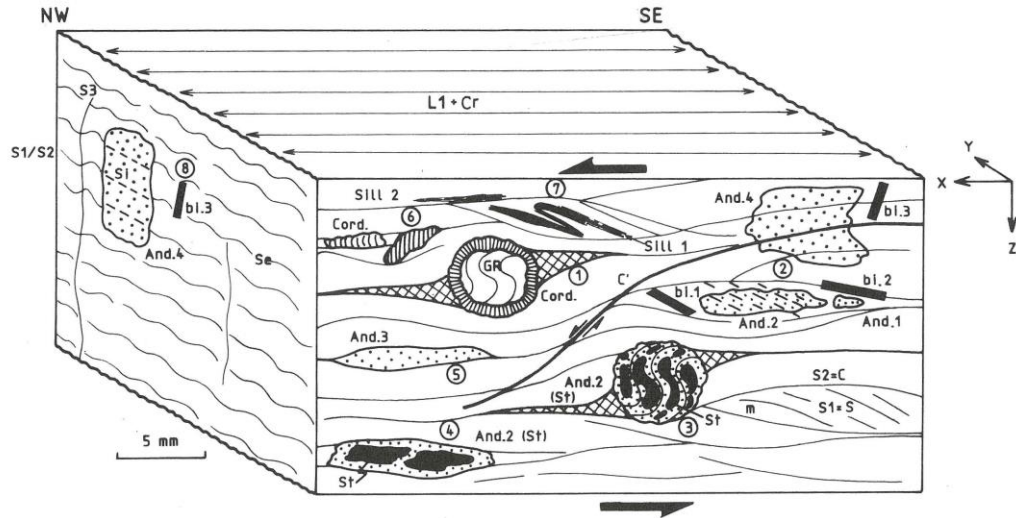


Fig. 1. — Synthèse géométrique et cinématique des microstructures dans les micaschistes du toit et du fond.  
Bloc diagramme représentant les microstructures dans les trois directions de l'espace X, Y et Z. L'axe X est parallèle à l'allongement régional L1.  
La direction de cisaillement tangentielle est du SE vers le NW.

Geometrical and kinematical synthesis of metamorphic micro-textures in micaschists from the top and the bottom of the borehole, with respect to the X, Y, Z axis frame. The X direction is parallel to the L1 regional lineation. The tangential shearing sens is from SE to NW direction.

S1: schistosité résiduelle dans les microlithons (m)  
S2=c: schistosité régionale = plan de cisaillement tangentielle  
S3: plan axial de la crénulation dans le plan YZ  
Cr: crénulation parallèle à L1 (plan XY)  
c': plan de cisaillement synthétique senestre (plan XZ)  
L1: linéation d'allongement régionale

And: andalousite 1, 2, 3, 4; — bi: biotite 1, 2, 3; — Sill: sillimanite 1, 2; — Cord: cordiérite ou assemblages à cordiérite + biotite; — And (st): staurolite blindée dans l'andalousite; — St: staurolite; — Si: schistosité interne aux minéraux; — Se: schistosité externe aux minéraux (S2 = c; S1 = S4)

1 à 8: sites microstructuraux repérés en lame mince à une profondeur donnée.  
La linéation d'allongement est parallèle à une crénulation constante dans l'ensemble des micaschistes. Cette linéation est toujours bien marquée sur les plans de S2 et statistiquement orientée autour de N110°-120°, avec une dispersion maximum entre N100° et N150°. La crénulation de S2 et le plan S3 sont attribués à l'effet mécanique de mise en place du granite des Colettes, et au métamorphisme thermique de basse pression associé.

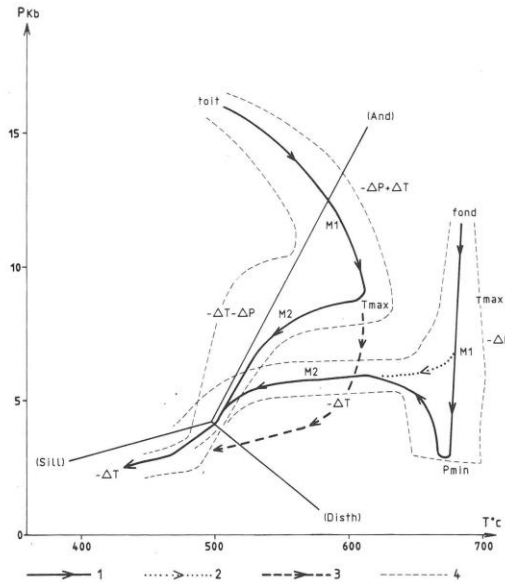


Fig. 2. — Comparaison des chemins P-T-t des micaschistes du toit et du fond

Comparison between P-T-t paths in micaschists from the top and the bottom of the borehole.

1 — chemin P-T-t calculé; 2 — chemin possible dans les niveaux du fond dépourvus de spinelle; 3 — chemin P-T-t de type purement érosif dans un modèle d'empilement à deux couches; 4 — chemins P-T-t limites compte tenu des erreurs; M1 — premier épisode de métamorphisme; M2 — deuxième épisode de métamorphisme; T Max. — température maximum enregistrée par les micaschistes du toit et du fond; P min. — Pression minimum enregistrée par les micaschistes du fond dans les niveaux à spinelle.

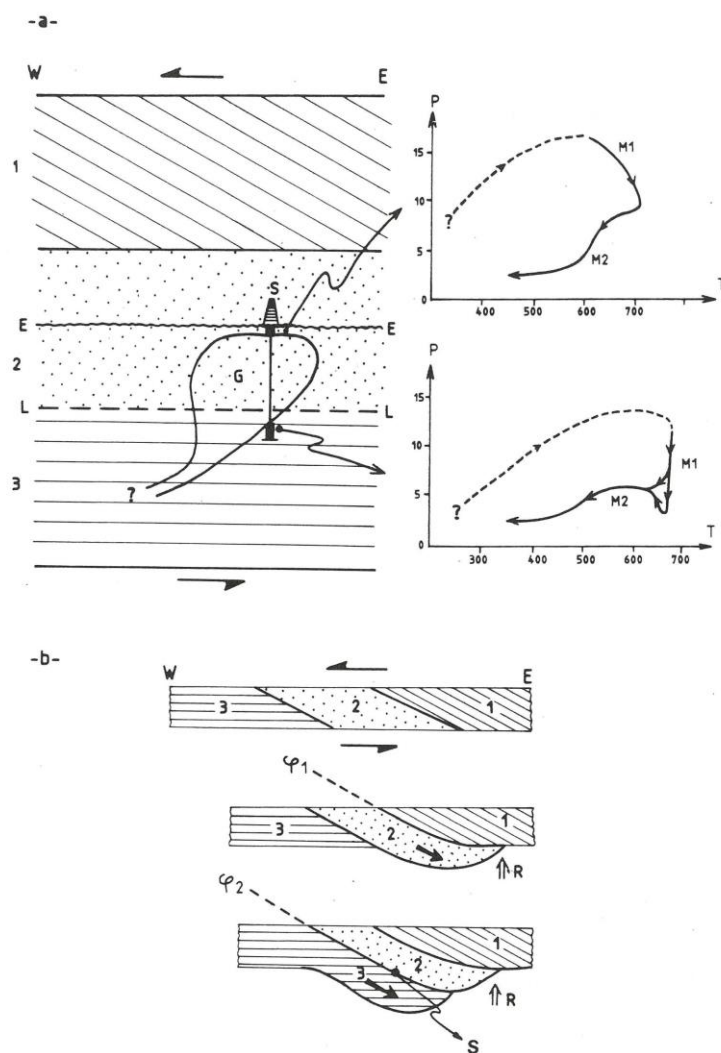


Fig. 3. — Évolution thermo-structurale des micaschistes d'Échassières illustrant le retard à l'empilement de nappes au cours d'une collision.

Thermo-structural evolution of micaschists from Échassières, illustrating the time delay during the stacking of three crustal units in a collision process.

- a — Reconstitution de l'empilement possible des nappes, et chemins P-T-t-d correspondant aux unités 2 (toit) et 3 (fond).  
 b — Schéma illustrant l'évolution structurale possible des micaschistes d'Échassières par sous-charriages successifs d'unités crustales (1, 2, 3) appartenant à la même croûte continentale initiale.  
 Cartoon illustrating a possible structural evolution of micaschists from Échassières by successive underthrusting of crustal units (1, 2, 3) belonging to the same early continental crust.  
 1 : unité structurale supérieure constituée de roches inconnues actuellement complètement érodée.  
 2 : unité structurale moyenne constituée de micaschistes affleurant actuellement (premier sous-charriage 2 → 1) avec le chemin P-T-t-d correspondant (M1 → M2).  
 3 : unité structurale inférieure constituée de micaschistes inconnus à l'affleurement (second sous-charriage 2 → 3) avec le chemin P-T-t-d correspondant (M1 → M2).  
 S : emplacement du sondage d'Échassières (a) et position des micaschistes étudiés à la limite des unités 2 et 3 sur le schéma (b).  
 E : surface d'érosion actuelle ; L : limite possible entre les unités 2 et 3 ; G : granite de Beauvoir postérieur à l'histoire métamorphique des nappes.