

# GEODINAMICA ACTA

Anorthositic body (Saririaky, Madagascar), considered as an example of a rigid body in a ductile matrix at a crustal scale (a rolling structure). Satellite image, equalized channel 3 of the principal component analysis.

*Massif anorthositique (Saririaky, Madagascar), considéré comme un exemple de structure d'enroulement d'échelle crustale. Image satellitale; canal 3 de l'analyse en composantes principales égalisée.*



- A. KOLAŘÍKOVÁ, D. MARQUER, K. SCHULMANN – **Evolution of mass-transfer during progressive oblique under-thrusting of the Variscan foreland: eastern Bohemian Massif.** [Evolution des transferts de matière dans les domaines externes au cours de la collision oblique varisque : Massif de Bohême orientale] (9 fig.) ..... 81
- J.-E. MARTELAT, C. NICOLLET, J.-M. LARDEAUX, G. VIDAL, R. RAKOTONDRAZAFY – **Lithospheric tectonic structures developed under high-grade metamorphism in the Southern part of Madagascar.** [Structures tectoniques lithosphériques synchrones d'un métamorphisme de haute température : Exemple du Sud de Madagascar] (21 fig.) ..... 94
- M. LECOMPTE, J. CHODZKO, R. LHÉNAFF, A. MARRE – **Marls Gullying: canonical analysis of erosion and sedimentation sequences (Baronnies - France).** [Ravinement des marnes : analyse canonique des correspondances des séquences d'érosion et de sédimentation (Baronnies - France)] (6 fig.) ..... 115

# Lithospheric tectonic structures developed under high-grade metamorphism in the Southern part of Madagascar

## *Structures tectoniques lithosphériques synchrones d'un métamorphisme de haute température : Exemple du Sud de Madagascar*

Jean-Emmanuel MARTELAT\*<sup>et \*\*</sup>, Christian NICOLLET\*\*\*, Jean-Marc LARDEAUX\*, Gérard VIDAL\* and Raymond RAKOTONDRAZAFY\*\*\*

**ABSTRACT.** – This paper describes the tectono-metamorphic evolution of a segment of the Precambrian deep crust, in the southern Madagascar island. This crust corresponds to an Archaean basement reworked by a widespread, late pan-African event (550-580 Ma) during the formation of the Mozambican belt. The finite geometry and associated metamorphism are depicted by satellite imaging, field mapping and P-T estimations using both conventional thermobarometric methods and TWEEQ software program with internally consistent thermodynamic data and uniform set of solution models. The structural pattern developed during high-grade metamorphism shows the juxtaposition of domains with complex fold geometries separated by a 15 km wide ductile shear zone. Within the folded domains, kilometre scale interference patterns associated with strongly dipping metamorphic stretching lineations can be described as superposed folding (F1 and F2 folds). The tight and upright F2 folds result from East-West horizontal shortening. The shear zone is defined by homogeneous orientations of steep foliations, sub-horizontal stretching lineations, and kilometre scale strain gradient. Within the shear zone, we observe dominant non-coaxial criteria at various scales that are consistent with a sinistral strike-slip system during D2 deformation stage. Nevertheless, we have also found in the shear zone, geometries typical of a horizontal shortening. Such a strain pattern is characteristic of transpression tectonics.

The synkinematic metamorphic conditions are estimated on mafic garnetiferous metabasites. Results show that regional transpression tectonics has developed under very high and constant thermal regime (about 800°C). A pressure gap, of about 3 kbar between the domains separated by the shear zone is identified. This implies tectonic coupling of two different structural levels during transpressive tectonic.

\* *Laboratoire des Sciences de la Terre, E.N.S. Lyon et UCB Lyon I UMR 5570, 46 allée d'Italie, 69364 Lyon. France.*

\*\* *Département de Géologie, Université Blaise Pascal, URA 10, 5 rue Kessler, 63038 Clermont-Ferrand. France.*

\*\*\* *Laboratoire de Pétrologie, Université Antananarivo, BP 906, 101 Madagascar.*

**Key-words:** lower crust, granulite metamorphism, transpression, exhumation, Precambrian

**RÉSUMÉ.** – Ce travail présente des structures tectoniques syn-granulitiques particulières à la croûte inférieure précambrienne du Sud de Madagascar. Ce domaine est formé de terrains archéens déformés lors d'un épisode majeur tardipanafricain (550-580 Ma), associé à la collision de la chaîne Mozambicaine. La géométrie finie a été caractérisée par traitement d'images satellitaires et par l'étude des marqueurs tectoniques à différentes échelles. Les conditions de pression et de température associées ont été précisées par les témoins pétrologiques observés sur le terrain, ainsi que par l'utilisation de thermobaromètres conventionnels et du logiciel TWEEQ. Le champ de déformation finie synchrone d'un métamorphisme de faciès granulitique montre la juxtaposition de domaines contrastés. (1) Des domaines, à géométries complexes, présentant des interférences de plis d'échelle kilométrique, associés à des linéations d'étirement très redressées, qui résultent de la superposition de deux générations de plis (F1 et F2). La dernière génération de plis droits fermés (F2) correspond à un raccourcissement horizontal Est-Ouest. (2) Une zone de déformation ductile, large de 15 km, est définie par des fabriques planaires verticales régulières et par la localisation de la déformation à l'échelle kilométrique. Les linéations d'étirement au sein de la zone de cisaillement sont sub-horizontales et la majorité des critères cinématiques indiquent une déformation non-coaxiale caractéristique d'une zone transcurrente à jeu sénestre (étape de déformation D2). Localement, au sein de la zone de cisaillement, la géométrie est plus complexe, avec des critères cinématiques contradictoires et des marqueurs d'un raccourcissement horizontal. Cette géométrie finie est le résultat d'un contexte tectonique de type transpressif.

Le métamorphisme est quantifié à partir des metabasites à grenat, à l'aide des thermobaromètres classiques et du programme TWEEQ qui utilise des données thermodynamiques à compatibilité interne et un ensemble de solutions solides uniformes. Les conditions thermiques synchrones de la déformation sont homogènes, autour de 800°C, même au coeur de la zone de cisaillement. En revanche, il existe des différences de pressions (3 kbar) de part et d'autre de la zone de cisaillement. Dans l'exemple du Sud de Madagascar, les