

Structuration et exhumation des massifs cristallins des Maghrébides (Algérie) : les effets de la distension méditerranéenne.

Abdelkader SAADALLAH* et Renaud CABY**

* IST, USTHB, BP. 32 *El Alia* Alger (Algérie).

** CGG, USTL, 34060 Montpellier (France).

Résumé : La distension accompagnant l'ouverture de la mer Méditerranée (-23 à -18Ma) ne s'est pas seulement manifestée par la formation des bassins post-nappes mais probablement aussi dans la structuration des massifs internes des Maghrébides, à l'image des «Metamorphic Core Complexes». C'est ce dernier aspect qui est analysé dans cet article avec une tentative de reconstitution d'une coupe idéale de la zone interne illustrant la structure antérieure à la distension, en partant des piles tectoniques des différents massifs internes de l'Algérie.

Alors que les massifs de Ténès et du Chenoua ne montrent que la partie très superficielle, non métamorphique, de la chaîne, formée d'unités à matériel paléozoïque, mésozoïque et plus récent, celui d'Alger dévoile des schistes satinés recouvrant le long d'un contact soustractif cataclastique des métamorphites de l'amphibolite faciès de BP et HT à MT.

Ce contact soustractif majeur se trouve en Grande Kabylie entre les schistes satinés à métamorphisme paléozoïque et une pile inférieure formée de gneiss et métapélites dont le métamorphisme de HT s'achève à 25Ma.

Nous retrouvons encore ce contact soustractif cataclastique majeur en Petite Kabylie entre schistes satinés supérieurs et des roches profondes de la base de la croûte de HP et HT et des fragments de manteau supérieur.

A l'extrémité orientale, le massif de l'Edough montre des formations de HP et HT dont, le métamorphisme s'achève par une décompression entre 24 et 16Ma et qui sont surmontées en accordance soustractive par du tellien à faciès schiste vert.

En fin de compte, on observe de l'Ouest vers l'Est à travers ces massifs cristallins les niveaux de plus en plus profonds et métamorphiques d'une même pile tectonique.

Cette polarité W-E de l'exhumation des roches de plus en plus profondes vers l'Est se retrouve quand on analyse l'évolution de la structure de la Dorsale calcaire, de l'accident Sud Kabyle et dans le magmatisme post-tectonique qui se manifeste par un apport mantellique grandissant vers l'Est.

Tout ceci nous amène à proposer un doming orienté W-E grandissant vers l'Est.

Aussi la structure et la répartition des massifs cristallins et internes des Maghrébides semblent obéir, entre autres, à deux mécanismes liés : 1) la distension méditerranéenne et -2) à une exhumation des roches profondes de plus en plus importantes vers l'Est en liaison avec un doming asténosphérique.

Une polarité inverse se dessine clairement entre Oran et l'arc bético-rifain, où les écaillés de manteau mises en place à 21Ma affleurent plus largement.

Mots clés : Maghrébides, massifs internes, structuration alpine, distension méditerranéenne, contact soustractif, pile cristalline, nappe crocodile, métamorphisme BP et HP, doming asténosphérique, exhumation.

Mediterranean extension effects in the crystalline massifs of the Maghrebien belt (Algeria).

Abstract : The extension during the opening of the Mediterranean sea (-23 to -18My) caused not only the formation and the filling of the post-tectonic basins, but probably contribute also to the tectonostructuration of the internal massifs of the Maghrebien belt, as a Metamorphic Core Complex. This latter aspect is analysed in this paper with a tentative of a cross section idealised of the internal zone, showing the structuration before the extension, from the tectonic piles of the different internal massifs of Algeria.

In the both massifs of Tenes and Chenoua outcrops only a part of the Paleozoic and Mesozoic and recent covers, but in the massif of Algiers there are greenschists overlying metapelites of LP and HT to MT of amphibolites facies, along a soustractif cataclastic contact.

This important soustractif contact is located also in Great Kabylia between greenschists facies and the lower pile built up by metapelites and syntectonic granite of LP and HT including in its bottom the HP and HT crocodile nappe of Sidi Ali Bounab.

This important soustractif cataclastic contact is located again in Little Kabylia between the upper greenschists and the lower deep rocks (HP and HT) of the bottom of the crust.

In the eastern part of the belt the massif of Edough is built up by the HP and HT formations covered by greenschists and mantellic rocks are concerned in the pile in the eastern part of this massif.

We deduce to a prograde tendency to the East at an uplift more and more important with a mantellic contribution at the Eastern part of the belt.

This W to E polarity deducing from the exhumation of the more and more deepest rocks may be found also when we analyse the spatial evolution of the structural built of the Calcareous Range and also when we look to South Kabylia Fault and more again when we consider the magmatic post-tectonic event with its mantellic contribution bigger and bigger to the East.

All these data let us to propose a doming trending WE, prograding to the East until to implicate mantellic slices in the oriental part.

So the structure and the dispatching of the crystalline massifs and internal ones of the Maghrebien belt seem to be controled by two process linked to each other : the first one is the Mediterranean extension and the second one is the exhumation of the deeper rocks more and more important to the far East; all these are concerned with an asthenospheric doming.

Key words : Maghrebien belt, internal massifs, alpine structuration, Mediterranean extension, soustractif contact, crystalline pile, crocodile nappe, LP and HP metamorphism, doming, uplift.

La structuration des massifs internes des Maghrébides est l'aboutissement d'une série d'évènements, plus ou moins bien connus, dont les effets tectono-métamorphiques, tectono-magmatiques et tectono-sédimentaires ont été plus ou moins déterminants.

Les évènements essentiels que nous pouvons retenir, sont d'âge : hercynien, créacé supérieur, éocène moyen-supérieur, miocène inférieur et la distension accompagnant l'ouverture de la mer Méditerranée.

Ce dernier évènement ne semble pas avoir retenu suffisamment l'attention des géologues et ses effets ont été, dans une certaine mesure, sous-estimés.

Aussi, dans cet article nous asseyons de mettre en évidence les rapports de cause à effet qui peuvent exister entre des structures et la distension méditerranéenne, problème soulevé dernièrement pour le massif de l'Edough (Caby et Hammor, 1992).

Partant des structures actuelles des massifs

STRUCTURATION ET EXHUMATION DES MASSIFS CRISTALLINS DES MAGHREBIDES (ALGERIE).

internes, nous essayons de reconstituer la structure la plus probable de la zone interne, idéalisée par une coupe (Fig.2), avant la distension méditerranéenne.

L'ouverture de la mer Méditerranée, s'initia vers -23 à -18Ma (Rehault *et al.*, 1985) de l'Est vers l'Ouest, le long d'un rift de direction NE-SW. Aussi les directions d'extension sont sensiblement NW-SE, avec un taux d'extension de plus en plus faible et jeune au fur et à mesure qu'on se déplace vers l'Ouest. (Fig.1).

Cette ouverture s'accompagne de failles transverses en majorité de direction NW-SE avec souvent des effets transformants dissymétriques. Ces failles semblent se prolonger avec des accidents, dans la chaîne des Maghrébides (Fig.1). Certaines failles épousent, dans une partie de leur trajectoire, l'Accident Sud Kabyle (A.S.K.) polyphasé, alors que d'autres le décalent.

La direction d'extension NW-SE se retrouve avec la formation des bassins post-nappes, sécants sur les structures antérieures, avec souvent de

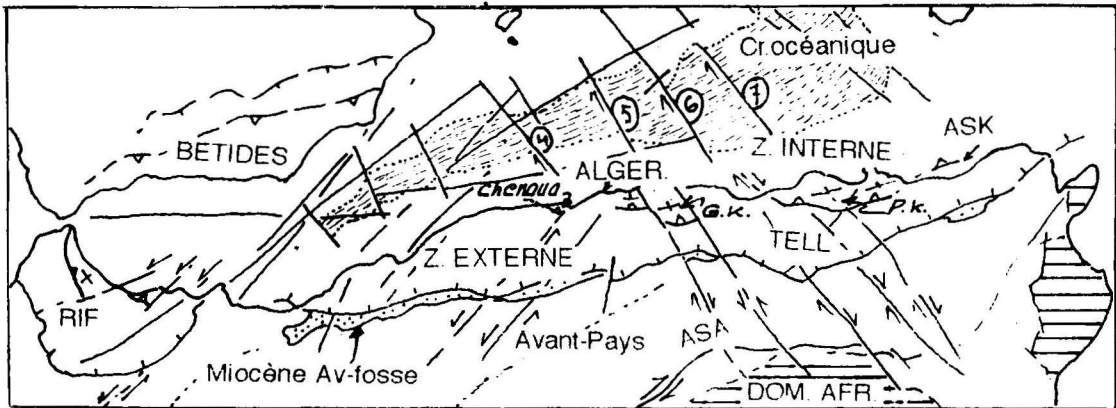


Fig. 1 - Schéma structural des Maghrébides

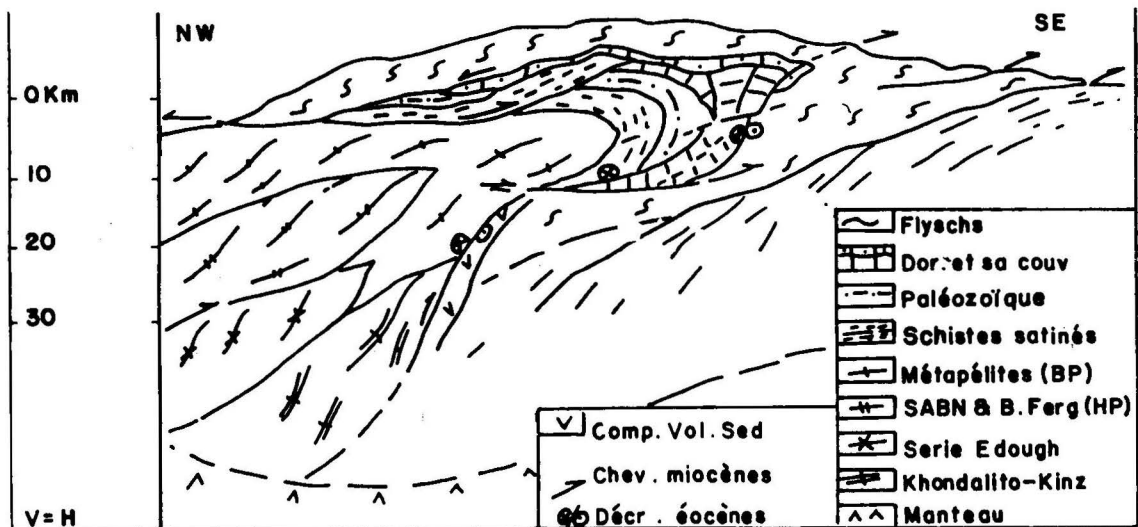


Fig. 2 - Coupe idéale illustrant l'allure de l'édifice alpin (zone interne des Maghrébides) vers la fin des chevauchements du Miocène inférieur. Noter que des décrochements de l'Eocène sont repris par certains chevauchements. Cet édifice va subir la distension méditerranéenne.

grandes épaisseurs de dépôts (plus de 5000m dans le bassin du Chélif) et une forme en blocs basculés, en général vers le Nord, conforme à la distension méditerranéenne.

Ces deux aspects structuraux, failles transverses et bassin post-nappes, ne sont pas les seules caractéristiques de la distension. L'édifice des massifs internes et la pile cristalline montrent des structures qui peuvent être mis en relation avec cette distension méditerranéenne.

Le massif de Ténès, le plus occidental des massifs internes, ne montre que les terrains de la dorsale calcaire, bordés au Nord et au Sud par des failles d'effondrement (Fig.3).

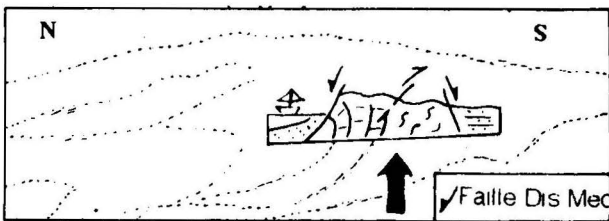


Fig. 3 - Coupe schématique du massif de Ténès avec situation probable dans la coupe idéale, représentée en pointillé (cf. fig.2).

La flèche dirigée vers le haut indique la position du dôme asthénosphérique. Il en est de même des figures 4 et 5.

Le massif du Chenoua, montre une portion exhumée constituée de la dorsale, des formations paléozoïques et des schistes (Fig.4).

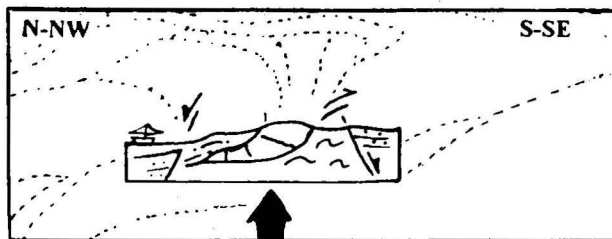


Fig. 4 - Coupe du Chenoua.

Le massif d'Alger, montre une partie surélevée constituée par une pile de nappes, avec notamment des métamorphites de l'amphibolites

faciès de BP et HP et HT et MT recouvertes par des schistes satinés le long d'un contact cataclastique soustractif, que nous interprétons comme acquis au cours de cette extension méditerranéenne (Fig.5). Ce contact de base des schistes, d'une importance moindre dans le massif d'Alger, se retrouve dans tous les autres édifices cristallins avec parfois une valeur plus importante.

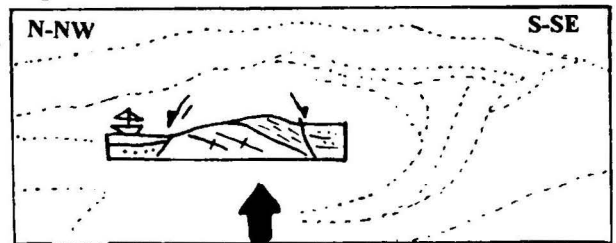


Fig. 5 - Coupe du massif d'Alger.

Cette structure d'ensemble en «uplift» montre dans son détail (Saadallah, 1981) un agencement de blocs limités par des bandes de grandes épaisseurs (d'échelle hectométrique) de gouges et zones cataclastiques souvent chaotiques. Ces blocs montrent une polarité d'Ouest en Est, où les niveaux inférieurs de la pile tectonique des Maghrébides affleurent au fur et à mesure qu'on se déplace vers l'Est.

La Grande Kabylie montre aussi dans sa structure d'ensemble surélevée cette polarité qui fait que dans sa partie extrême occidentale (Beni Amrane) il n'y a pratiquement que les schistes satinés, alors que sa partie orientale (Djema Saarij) montre les niveaux les plus bas de l'édifice cristallin (Saadallah, 1992).

La pile tectonique (Fig.6), montre les schistes satinés, recouvrant par contact cataclastique, une série métapélitique avec des orthogneiss, le tout dans les conditions de BP et HT à MT. L'unité la plus profonde étant constituée par la nappe de SABN (Sidi Ali Bou Nab) de HP et HT, que nous interprétons comme une extrusion de type crocodile.

STRUCTURATION ET EXHUMATION DES MASSIFS CRISTALLINS DES MAGHREBIDES (ALGERIE).

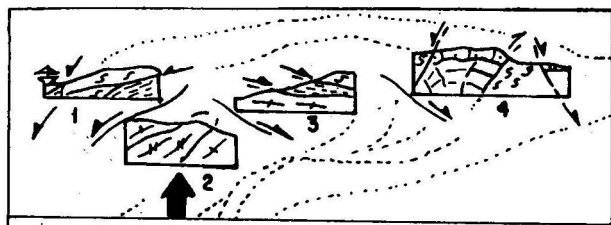


Fig. 6 - Coupe de la Grande Kabylie.

Replacer la coupe de la Grande Kabylie occidentale dans la coupe interprétative, consisterait à la découper en 4 blocs: 1 - N. SABN; 2- SABN; 3- S. SABN; 4 - Dorsale calcaire, qu'un dôme profond axé sous SABN, va niveler à la côte actuelle.

Le cristallin de la Petite Kabylie, dans sa partie occidentale, à travers les travaux de Djellit (1987), montre un édifice constitué par des roches profondes, de la base de la croûte inférieure, les khondalito - kinzigites de HP et HT recouvertes, anormalement le long d'un contact cataclastique soustractif important, par les schistes satinés (Fig. 7).

La coupe schématique (Fig.8) de la partie orientale de la Petite Kabylie dessinée à partir des travaux et cartes de Bouillin, 1979; Djellit, 1987; Mahdjoub, 1991; montre toujours les schistes satinés recouvrant un édifice où des métapélites avec des orthogneiss de BP et HT recouvrent des formations de HP et HT (l'unité de Beni Ferguène) assimilable à la nappe de SABN de Grande Kabylie.

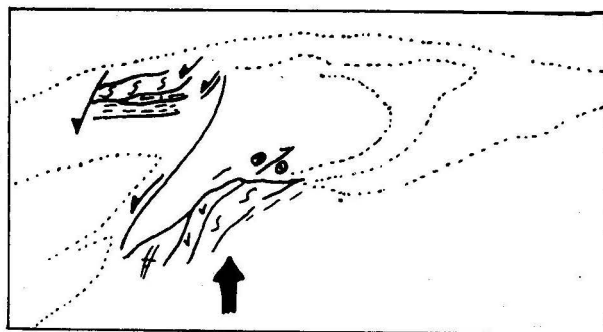
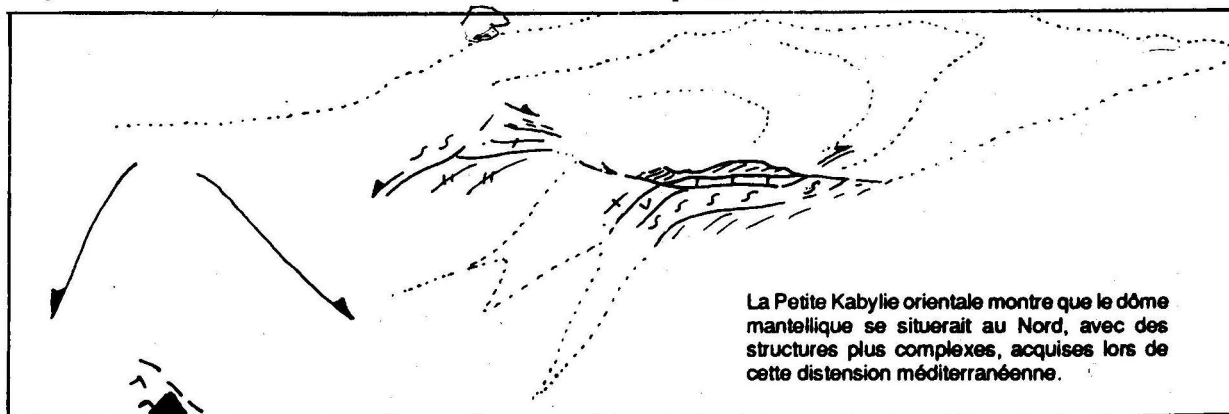


Fig. 7 - Coupe de la Petite Kabylie occidentale.

La Petite Kabylie occidentale montre un décollement soustractif très important entre les schistes satinés et les khondalito-kinzigites.

À l'extrémité orientale, le massif de l'Edough montre des formations profondes de HP et HT recouvertes par des schistes épimétamorphiques (Brunel *et al.*, 1987; Caby et Hammor, 1992). Au Nord de la Petite Kabylie les péridotites de Collo démontrent bien que des fragments de manteau sont impliqués dans cet édifice.

Cet apport mantellique se manifeste à travers le magmatisme post-tectonique, dont la mise en place est contemporaine de la distension méditerranéenne par des granitoïdes proparté d'origine mantellique ou par des mélanges de magma (Ouabadi, 1987). Une polarité W-E semble se dégager avec une contribution de plus en plus importante vers l'Est.



La Petite Kabylie orientale montre que le dôme mantellique se situerait au Nord, avec des structures plus complexes, acquises lors de cette distension méditerranéenne.

Fig. 8 - Coupe de la Petite Kabylie, (à noter la position du dôme asthénosphérique).

Cette tendance générale dans l'exhumation des niveaux profonds avec une polarité de l'Ouest vers l'Est se retrouve quand on analyse l'évolution de la structure de la Dorsale calcaire et de l'Accident Sud Kabyle. La structure en fleur de la Dorsale acquise au cours de l'Eocène moyen-supérieur, au cours d'une tectonique transpressive dextre, a été reprise par la tectonique tangentielle du Miocène inférieur. L'évolution dans l'espace dans le sens W-E montre:

- le haut de la structure de la Dorsale calcaire affleurante à Ténès (Fig.3);
- pratiquement des niveaux plus bas dans le Chenoua (Fig.4);
- absence dans le massif d'Alger, car probablement effondrée dans le bassin de la Mitidja (Fig.5)
- des niveaux intermédiaires à l'Est de la Grande Kabylie, alors que la partie occidentale montre les niveaux supérieurs (Fig. 6)
- les niveaux inférieurs horizontaux de la structure en fleur déversée en Petite Kabylie (Fig. 7 et 8);
- et absence dans le massif de l'Edough, car nous sommes déjà dans les niveaux plus inférieurs, et/ou plus internes de l'édifice interne.

A la lueur de ces informations structurales, tectonométamorphiques et magmatiques, nous proposons une coupe schématique, idéale et interprétative à l'échelle de la croûte, réalisée en projetant sur une même verticale les différents massifs (Fig.2), qui illustre la structure acquise à la suite de la tectonique tangentielle du Miocène inférieur. Dans la zone interne de la zone épaissie, sous les flyschs crétacés, nous pouvons avoir les terrains non métamorphiques d'âge paléozoïque recouvrant les schistes satinés épimétamorphiques. Sous les schistes satinés,

les métapélites avec leurs orthogneiss d'Alger, de Grande Kabylie et de Petite Kabylie peuvent être considérés comme un ensemble d'un même niveau crustal de BP et M à HT. Nous proposons de mettre dans un même ensemble la nappe de SABN de Grande Kabylie et l'unité de Beni-Ferguène de Petite Kabylie, dans des conditions de HP et HT. Les études concernant le massif de l'Edough sont encore insuffisantes, aussi à partir des données en notre possession nous proposons de situer la (ou les ?) série (s) de l'Edough dans la croûte inférieure dans des conditions de HP et HT, plus profondes que celles de SABN (Caby et Hammor, 1992; et travaux en cours, signalent des éclogites et un métamorphisme de HP avec faciès comparable aux schistes blancs.) La série khondalito-kinzigitique de la Petite Kabylie occidentale (Djellit, 1987), constitue la série la plus profonde et la plus chaude connue dans les piles cristallines des massifs internes du Nord de l'Algérie.

A noter que les unités à métamorphisme de plus HP sont toujours les plus profondes, c'est une suite tectono-métamorphique normale, il n'y a pas d'inversion de pression sauf dans le massif de SABN en Grande Kabylie.

Reconstituer les structures actuelles des massifs internes à partir de cette coupe idéale fait ressortir un «doming» ;

- axé sous la dorsale calcaire, pour le massif de Ténès (Fig.3);
- sous la partie nord de la Dorsale calcaire, dans le massif du Chenoua (Fig. 4);
- sous la zone cristalline, au Nord de la Dorsale calcaire, pour le massif d'Alger (Fig. 5);
- sous la zone de SABN, en Grande Kabylie (Fig.6);
- sous une zone encore plus au Nord du cristallin

dans la partie occidentale de la Petite Kabylie (Fig. 7) avec une exhumation très importante;

- et sous une zone encore plus au Nord du cristallin de Petite Kabylie (Fig. 8).

Dans cette exhumation nous constatons que son importance est grandissante dans le sens Ouest-Est avec en même temps un déplacement vers l'intérieur de la zone interne. Ce doming implique y compris des écaillés de manteau, de plus en plus évident vers l'Est.

En conclusion les structures des massifs internes des Maghrébides et leurs piles cristallines montrent:

- que les niveaux les plus profonds affleurent au fur et à mesure qu'on se déplace vers l'Est; ce fait s'observe d'une part, à l'échelle de toute la zone interne et d'autre part, à l'échelle pratiquement de chaque massif kabyle;

- les contacts tectoniques limitant les unités cristallines entre elles, peuvent être hiérarchisés, en fonction de leur importance et dans ce cadre le contact de base de l'unité des schistes satinés, de cataclastique se présente comme un décollement majeur soustractif, avec parfois plus d'une dizaine de kilomètres de terrains supprimés à sa base;

- une contribution mantellique de plus en plus évident suivant la polarité W-E.

Aussi la structure et la répartition des massifs cristallins et internes des Maghrébides semblent obéir, entre autre, à deux mécanismes liés: la distension méditerranéenne de direction NW-SE, et une exhumation des roches profondes de plus en plus importante vers l'Est.

BIBLIOGRAPHIE

Bouillin, J.P. 1979. Carte géologique de la Kabylie de Collo et d'El Milia; *C.N.R.S (France)*.

Brunel, M., Hammor, D., Misseri, M., Gleizes, G. and Bouloton, J. 1988. Cisaillements synmétamorphiques avec transport vers le Nord - Ouest dans le massif cristallin de l'Edough (wilaya d'Annaba, Algérie): une faille normale ductile hercynienne? *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 306 Série II: 1039-1045.

Caby, R. et Hammor, D. 1992. Le massif cristallin de l'Edough (Algérie): un « metamorphic core complex » d'âge miocène dans les Maghrébides. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 314, 829 - 835.

Djellit, H. 1987. Evolution tectono-métamorphique du socle kabyle et polarité de mise en place des nappes de flyschs en Petite Kabylie occidentale (Algérie). *Thèse doct. 1/1*. Univ. Paris-Sud. 206 p.

Mahdjoub, Y. 1991. Cinématique des déformations et évolution P, T anté-alpine et alpines en Petite Kabylie (Algérie Nord Orientale). Un modèle d'évolution du Domaine tellien interne. *Thèse ès Sciences 1/1*. Univ. U.S.T.H.B. Alger, 193 p.

Ouabadi, A. 1987. Etude pétrologique du complexe magmatique du Nord de la Kabylie de Collo. *Thèse de Magister*. Univ. U.S.T.H.B. Alger. pp. 169.

Rehault, J.P., Boillot, G. and Mauffret, A. 1984. The Western Mediterranean basin, geological evolution. *Mar. Geol.*, 55: 447-477.

Saadallah, A. 1981. Le massif cristallophyllien d'El-Djazaïr (Algérie): évolution d'un charriage à vergence nord dans les internides des Maghrébides. *Thèse 3ème cycle 1/1*. Univ. USTHB Alger, 160 p., Carte h.t., au 1/25.000 du Massif d'Alger.

Saadallah, A. 1992. Le cristallin de la Grande Kabylie (Algérie): sa place dans la chaîne des Maghrébides. *Thèse ès Sciences 1/1*. Univ. USTHB Alger 260 p., Carte h.t. au 1/100.000 de la Grande Kabylie.