

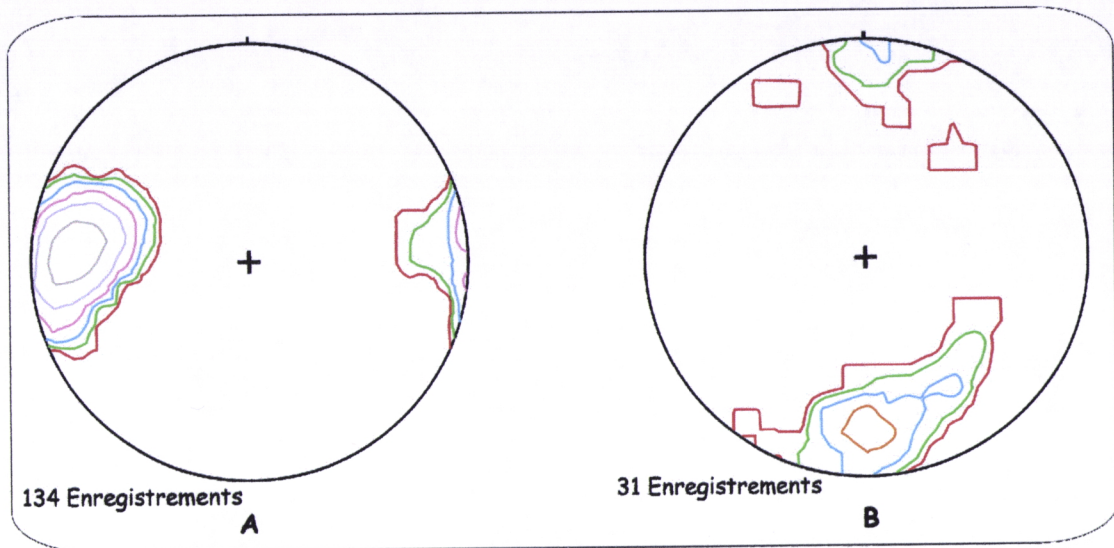


Fig. 18 : Projection stéréographique ; A : des Plans de la schistosité, B : de la linéation d'étirement

En outre de ces taches étirées marqueur de la déformation hercynienne au niveau des schistes, on observe en plusieurs endroits dans les roches volcano-sédimentaires de la région, de beaux porphyroblastes symétriques (Photo. 13) qui démontrent que la déformation synschisteuse est coaxiale.

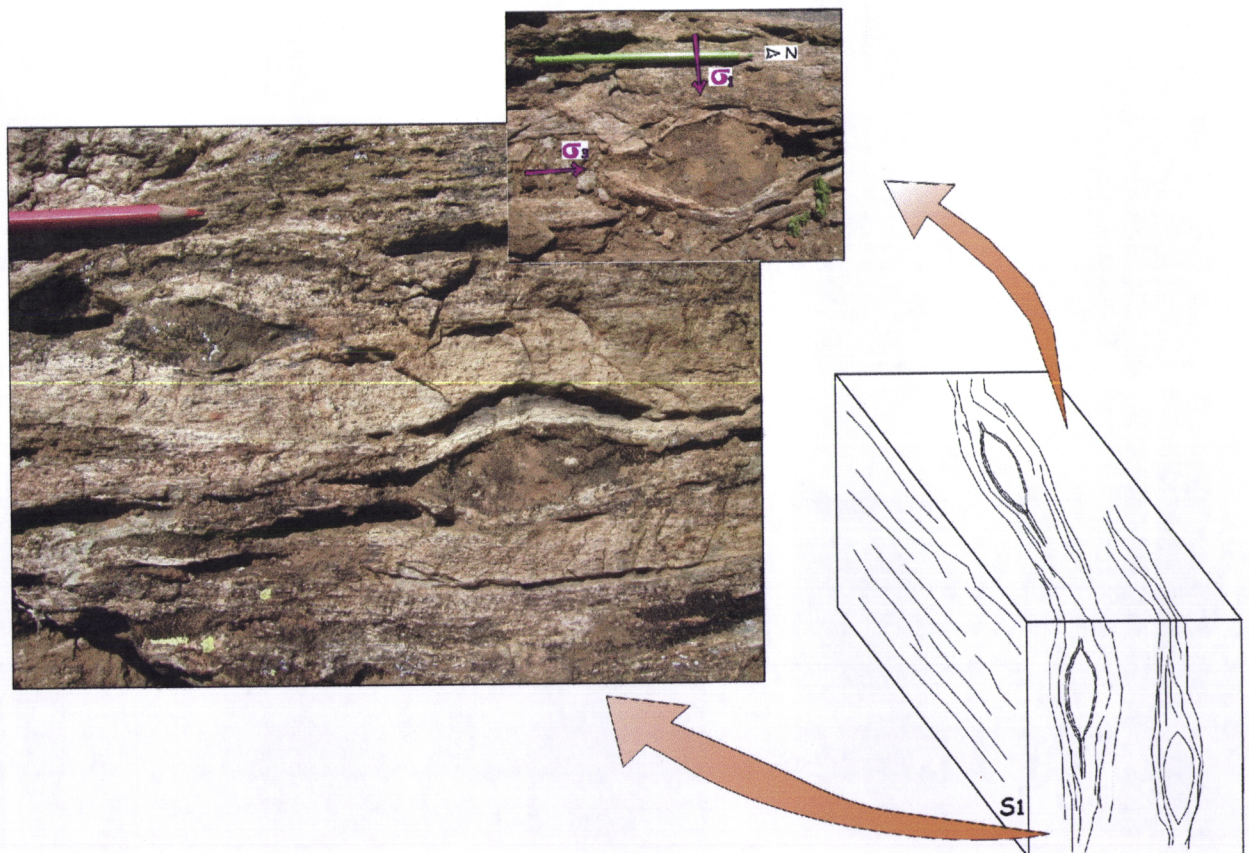
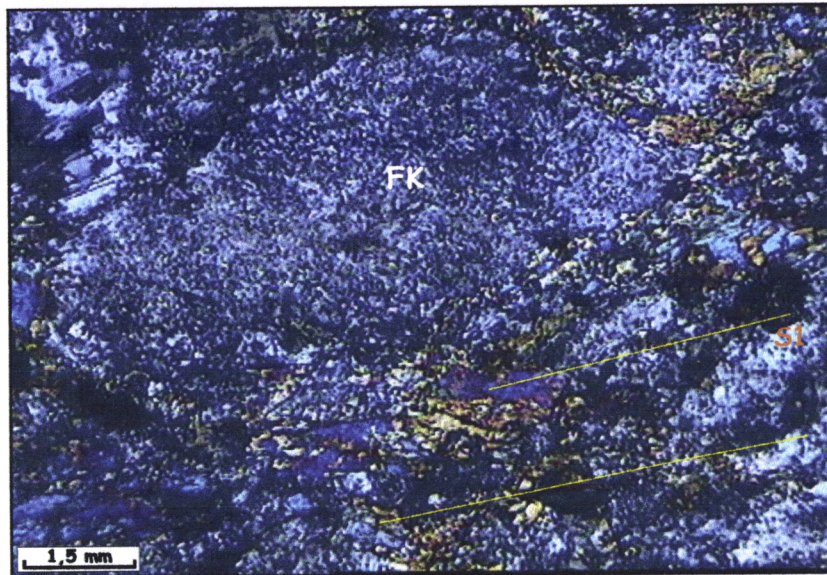
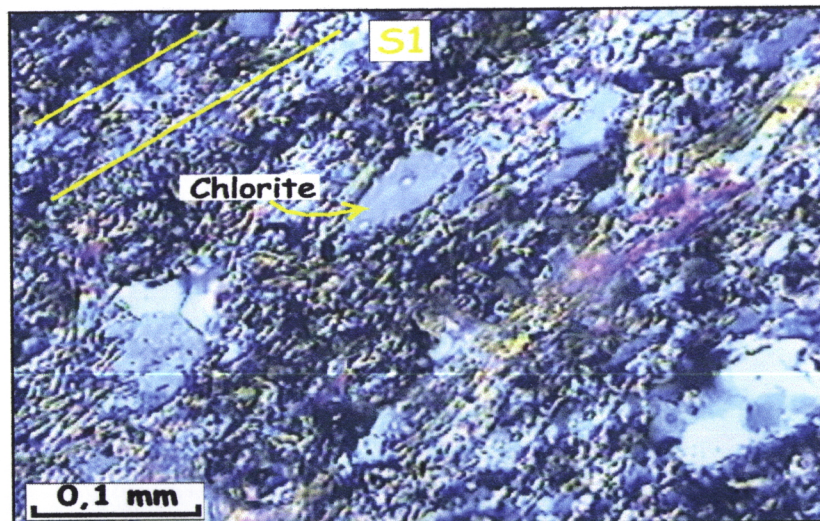


Photo.13 : Porphyroblastes symétriques dans les roches volcano-sédimentaires prouvent une déformation synschisteuse coaxiale (les deux photos ont été prises dans deux plans perpendiculaires entre eux)

D'autre part, en lame mince (Vue microscopique en lumière polarisée), le caractère coaxial de la déformation est souligné par des structures symétriques autant dans les schistes que dans les roches volcano-sédimentaires.



Microphoto. 1 : Etirement symétrique d'un blast de feldspath potassique au niveau des roches volcano-sédimentaires acide de la mine d'Azegour



Microphoto. 2 : Etirement symétrique du chlorite dans les schistes tachetés près de la piste Azegour/Amizmiz

La région d'Azegour est caractérisée en gros par la présence de grands plis N-S organisés en anticlinaux et synclinaux. Ces plis se manifestent par des axes subhorizontaux et des plans subverticaux (Fig. 19) (PERMINGEAT, 1957).

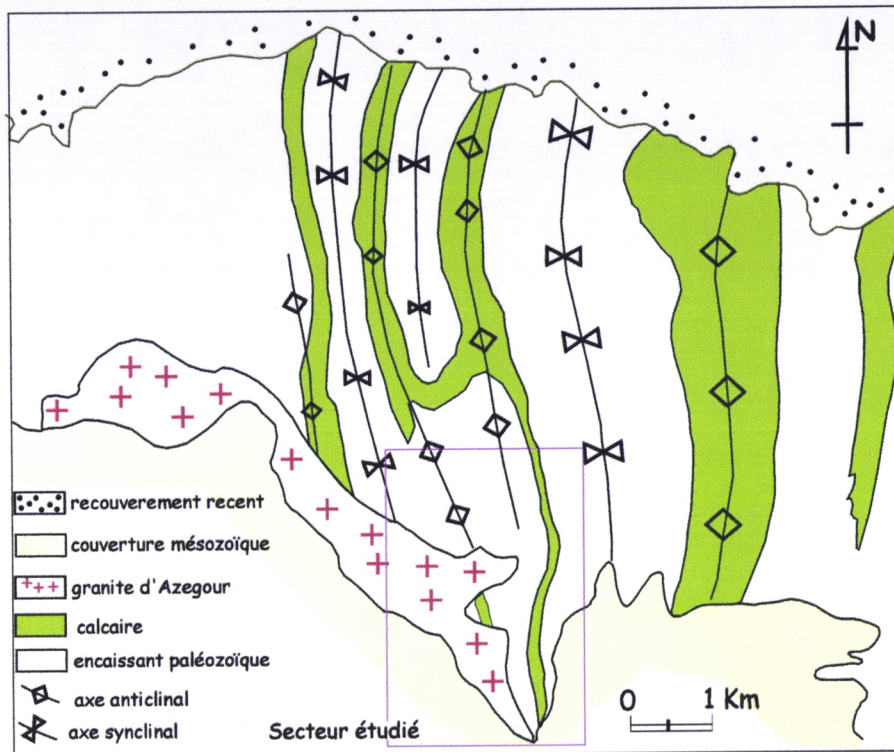


Fig. 19 : Structures cartographiques dans l'encaissant du granite (PERMINGEAT, 1957)

Toujours en examinant la déformation continue dans l'encaissant, les calcaires du secteur exposent différentes familles de structures plicatives mineures ayant des axes subméridiens et plongeant en faible degré soit vers le Sud soit vers le Nord (Fig. 20 & Photo. 14).

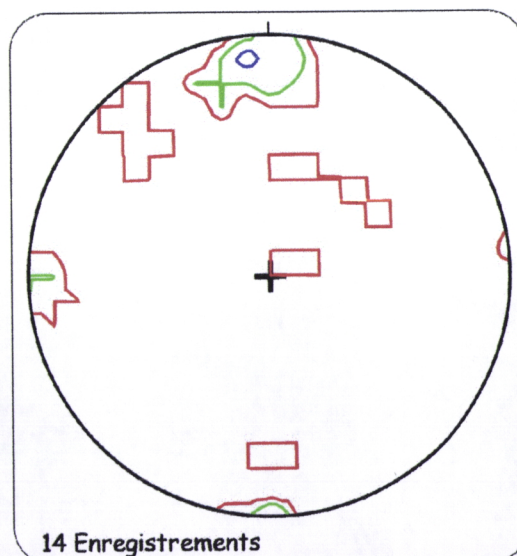


Fig. 20 : Projection stéréographique des axes de plis des calcaires et de schistes



Photo. 14 : Des plis avec plan axial N-S et subvertical au niveau des calcaires riche en grenats au niveau de la vallée de Tizgui

Ce pendant, il existe un autre type de plis dans la région qui se présente avec des plans axiaux subhorizontaux et avec des flancs courts et des flancs longs indiquant une vergence géométrique vers l'Est. Or, vu que les plans de la schistosité S_1 ont une vergence géométrique locale vers l'Ouest nous avons nommé ce type de plis : des plis antithétiques (Fig. 21 & Photo. 15).

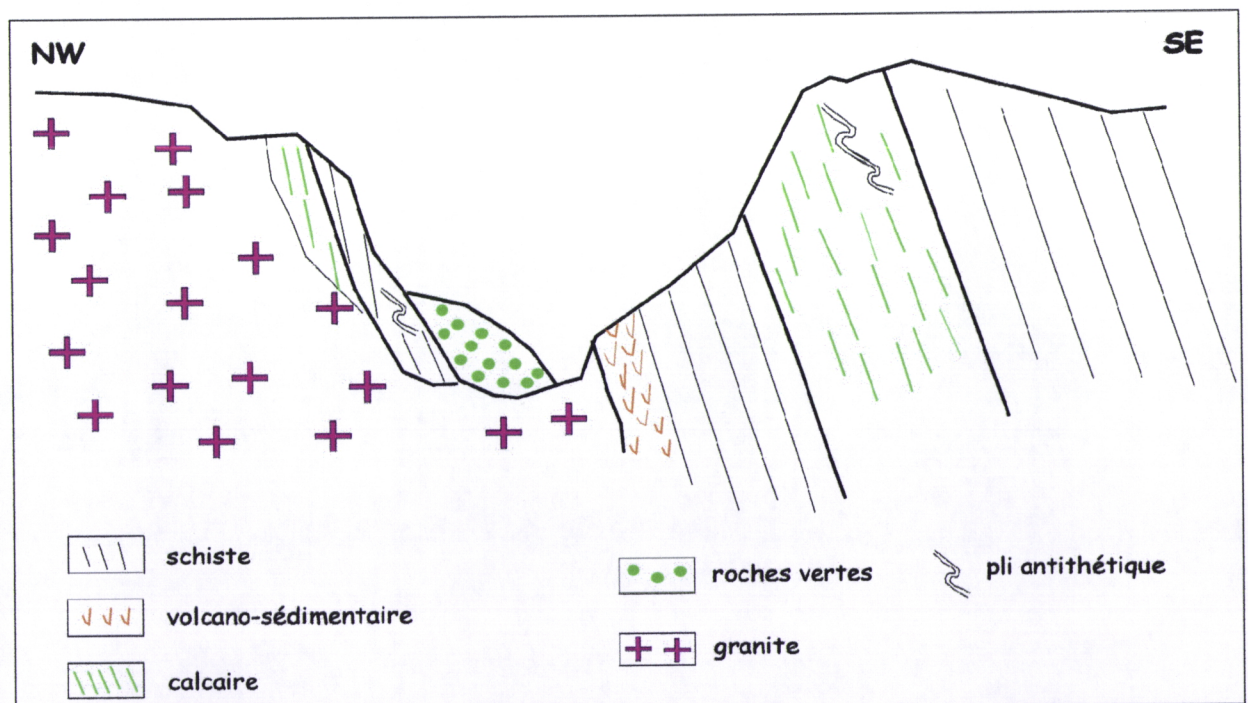


Fig. 21 : Coupe schématique individualisant les plis antithétiques au niveau des calcaires et des schistes

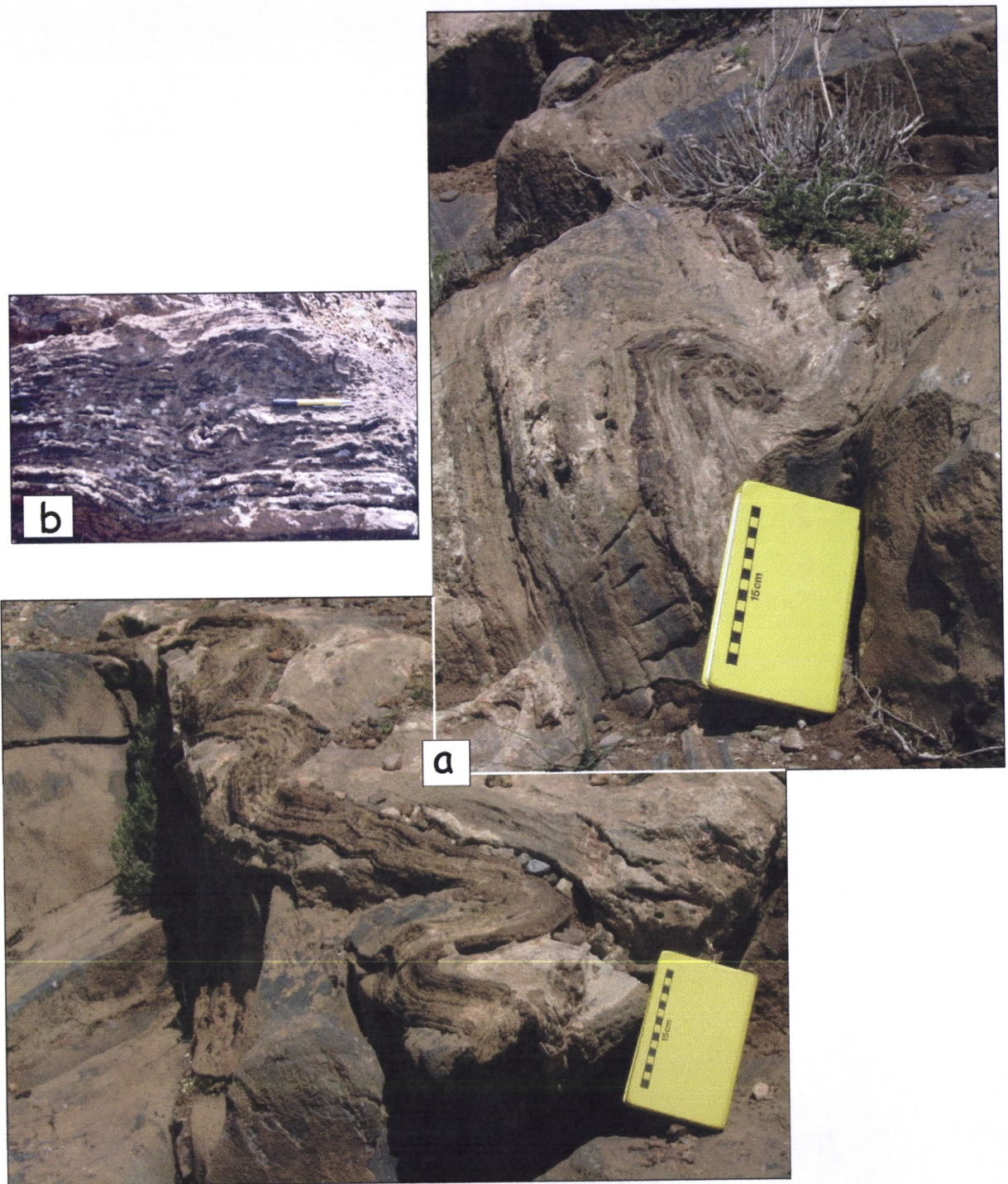


Photo. 15 : Plis antithétiques dans les calcaires avec plans axiaux peu pentés, **a :** localisés à une centaine mètres de la mine d'Azegour, **b :** localisés à l'Est de Tal'at Zegwar

Ce genre de plis se trouve aussi bien dans les calcaires que dans les schistes, au niveau de ces derniers on a aperçu des plis antithétiques au contact du bloc paléozoïque effondré dans le granite (Fig. 21 & Photo. 16).

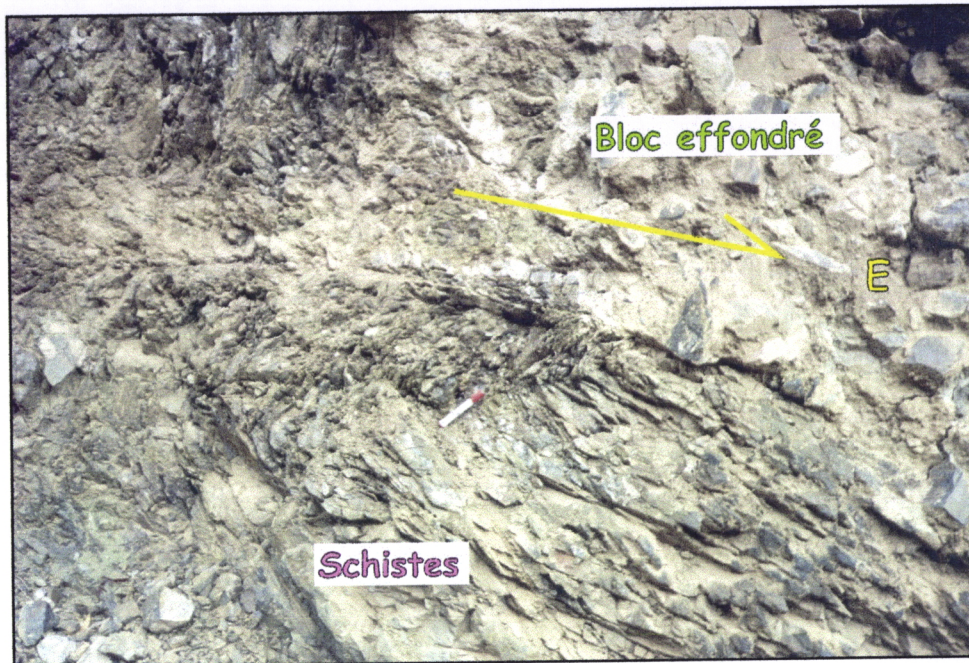


Photo. 16 : Un plis antithétiques avec plan axial $N74\ 30^{\circ}NW$, se situant dans les schistes qui se trouvent en bas du bloc paléozoïque effondré

La structuration de ce type de plis est encore controversée ; pourtant il semble que dans la région étudiée, les plis antithétiques sont le résultat d'une combinaison entre deux effets : un lithologique et autre tectonique :

- Le premier est probablement lié à la différence rhéologique des lits d'une couche donnée. Les calcaires par exemple de la région sont parfois non silicifiés et autres fois très riche en silice ;
- Le deuxième est essentiellement lié au champ de contraintes locales. En effet la contrainte compressive sensiblement orientée E-W a généré les plis cartographiques orientés N-S (les anticlinaux et les synclinaux) constituant la structure majeure de la région (Fig. 19).

En effet, et comme nous avons évoqué, c'est au niveaux des flancs des plis cartographique 'plis de premier ordre' (Fig. 22), où on y rencontre les plis mineurs ou de seconds ordres ayants les mêmes caractéristiques géométriques et cinématiques ou ayants une autre allure, même anti-cinématiques, et qui sont dans ce cas les plis antithétiques. Concernant ces derniers, une situation similaire à celle d'Azegour a été appliquée au Nord de Portugal (Dias, 1986) considère que les plis antithétiques pouvant être le résultat d'une déformation interne d'un bloc limité par

deux accidents chevauchants avec des mouvements différentiels générant en conséquence une déformation antithétique à l'intérieur du bloc.

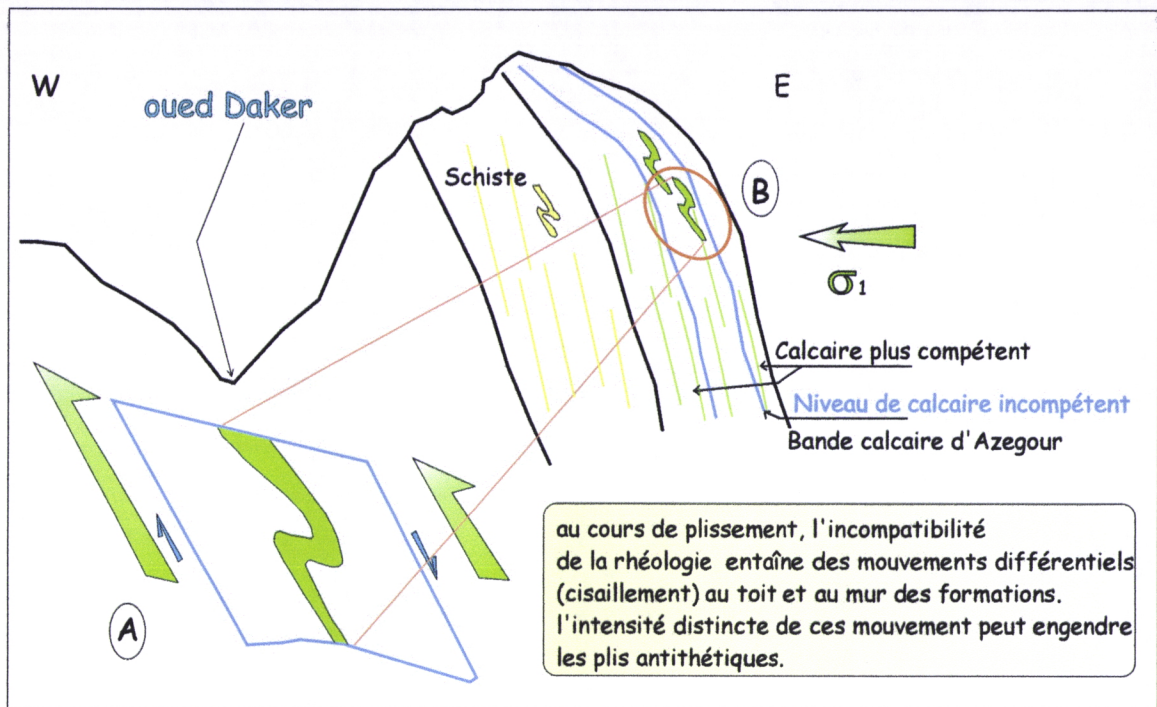


Fig. 22 : Plis antithétiques à Azegour

A- coupe schématique structurale ;

B- Modèle de la genèse des plis antithétiques.

Néanmoins, il est plausible que pendant le champ de contraintes responsable de la formation des plis de premier ordre orientés N-S et les plis de second ordre a aussi mis en jeu les couloirs de cisaillements dextre orienté N60 à N70. Ceux-ci, peuvent être des éventuelles facteurs qui ont contrôlé l'effondrement du bloc paléozoïque dans le granite (Fig. 23).

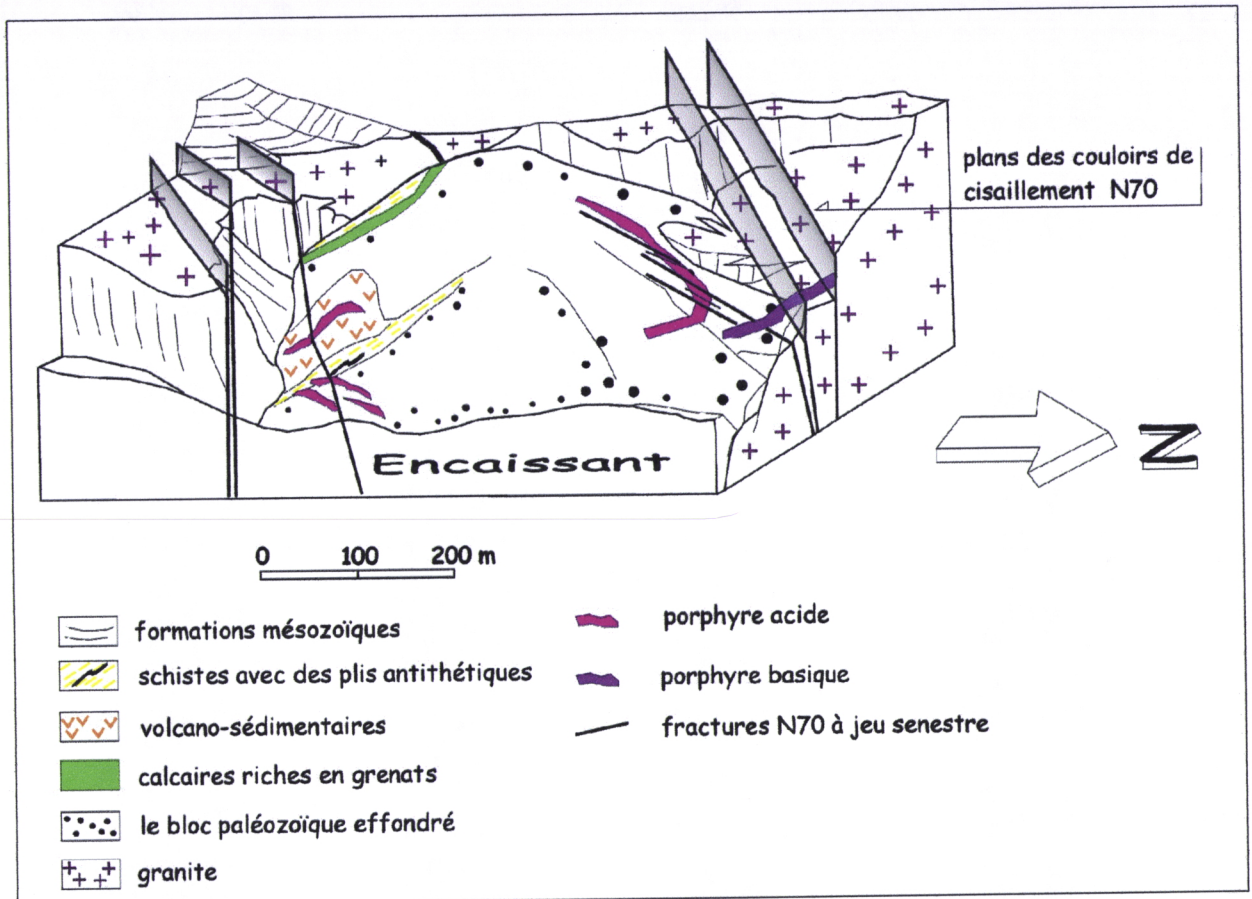


Fig. 23 : Bloc diagramme montrant la situation structurale du bloc paléozoïque effondré dans le granite

I.2. LA DÉFORMATION DISCONTINUE

En revanche, concernant la déformation fragile dans l'encaissant, il paraît que ce dernier, par sa composition lithologique prédominante schisteuse, il absorbe la déformation discontinue. Inversement les porphyres aussi bien acides ou basiques manifestent une éclatante fracturation N60 à N70 (Photo. 17), celle ci en se manifestant en couloirs de cisaillement les décale en plusieurs localisations par un mouvement senestre généralement de faible rejet, allant au maximum à deux mètres (Photo. 18).



Photo.17 : La famille de fracturation N60 à N70 affectant un porphyre acide dans l'encaissant schisteux

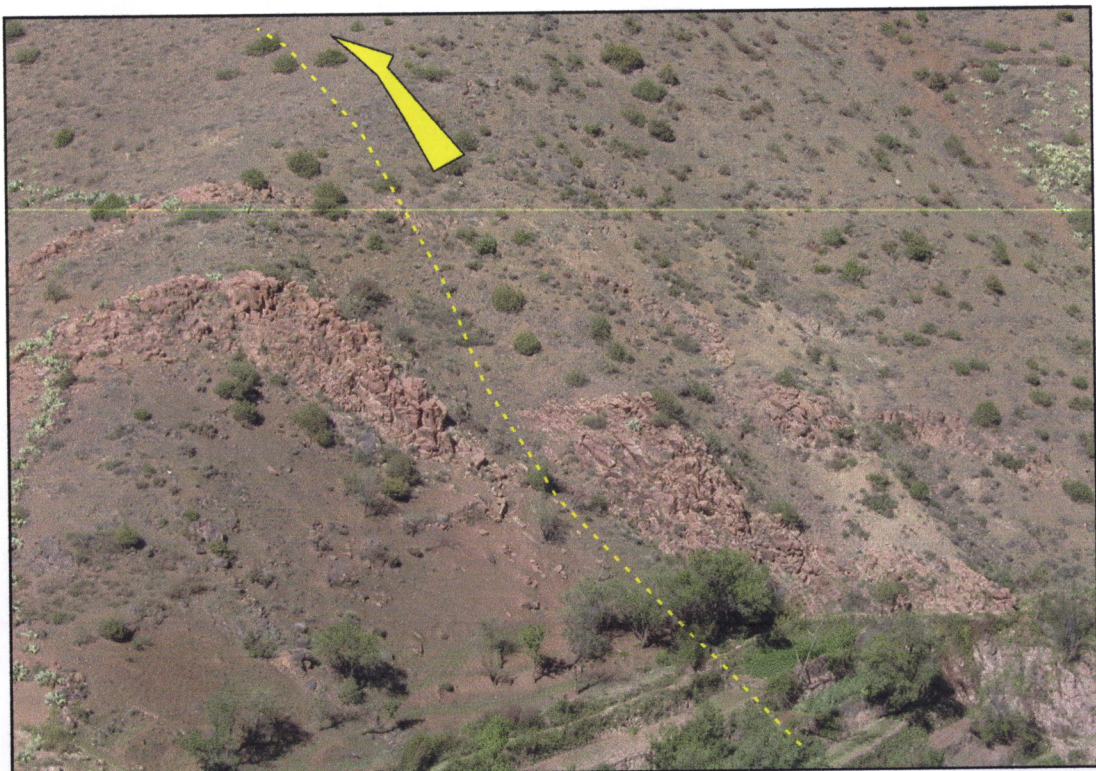


Photo.18 : Un couloir de cisaillement N70 décale deux porphyres acides d'attitude N54 82NW

Or, lorsque cette fracturation se proclame comme des couloirs de cisaillement senestres, ces derniers se trouvent souvent en continuité avec ceux affectant le granite (Fig. 24). Il s'aperçoit que les zones de l'encaissant affectées par une intense fracturation, exposent occasionnellement une lithologie largement différente en comparaison avec celles qui sont moins fracturées. Que nous avons constaté que la composition lithologique principale au niveau superficielle de la mine d'Azegour, où couronne une fracturation dominante N60 à N70, est surtout formée de la grenatite (Photo. 19). Celle-ci peut-être la conséquence de la combinaison des facteurs thermiques (métamorphisme du contact de granite) et des facteurs tectoniques locomotrices (circulation de fluides hydrothermaux riches en fer, aluminium et silice provenant du magma granitique)

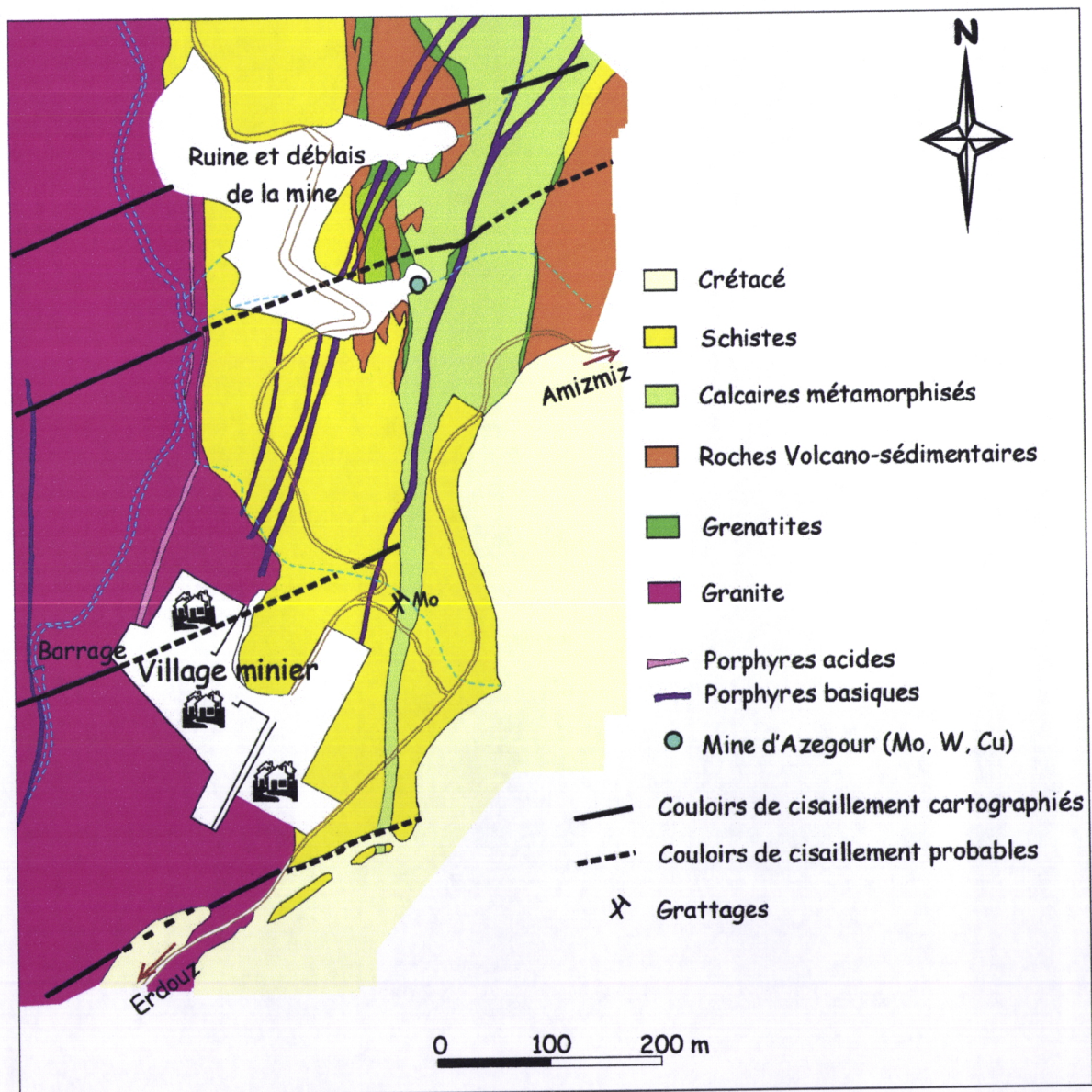


Fig. 24 : cartographie détaillée de la portion SE du granite et son de encaissant, illustrant le prolongement des couloirs de cisaillement ENE



Photo. 19 : Les grenatites de la zone superficielle de la mine d'Azegour

II. LA DÉFORMATION AU SEIN DU GRANITE

II.1. DÉFORMATION DISCONTINUE

II.1.1. ANALYSE GÉOMÉTRIQUE

Le granite d'Azegour est essentiellement déformé fragilement. Cette déformation discontinue est remarquablement manifestante par différentes familles de fractures qu'on peut les subdiviser en quatre orientations primordiales (Fig. 25) :

- Une direction N60 à N70, dominante ;
- Une famille de fracturation orientée N-S, à N165 ;
- Une direction de fracturation N120, plus discrète ;
- Et une famille de fractures subhorizontale.

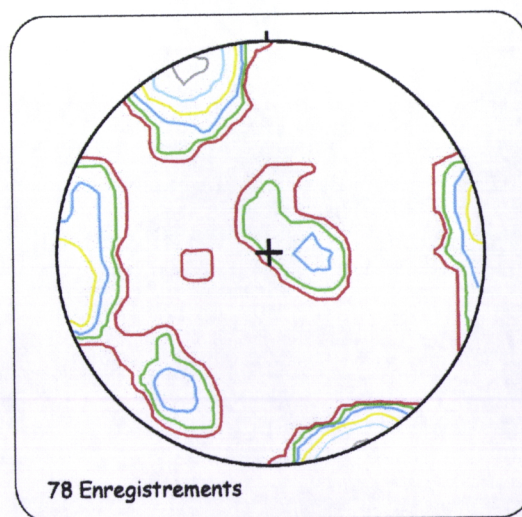


Fig. 25 : Projection stéréographique des différentes familles de fractures affectant le granite d'Azegour

D'autre part, on constate qu'à l'intérieur de l'intrusion la déformation fragile est très inégalement répartie (Fig. 26)

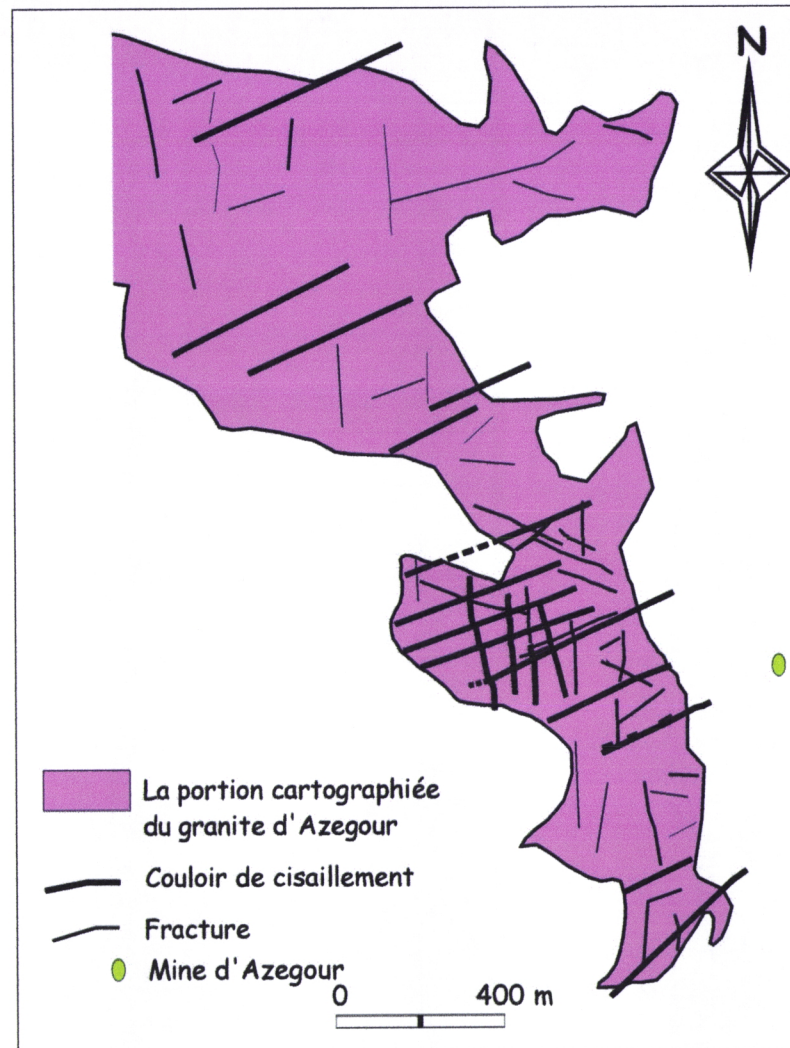


Fig. 26 : Répartition des principales familles de la fracturation du granite

II.1.2. ANALYSE CINÉMATIQUE

- La direction N60 à N70 est la plus fréquente, elle se contemple dans tout le massif et en quelques fois même dans l'encaissant (Fig. 27). Elle représente aussi un endroit propice pour le cheminement des fluides hydrothermaux, formant par conséquent en certains cas, des petits filons d'oxydes de fer ou de la barytine ; mais sans aucune importance pour l'exploitation.

En effet cette famille constitue probablement l'emplacement des anciennes anisotropies d'ailleurs répandues dans toute la Meseta marocaine et en particulier dans le Haut Atlas occidental.

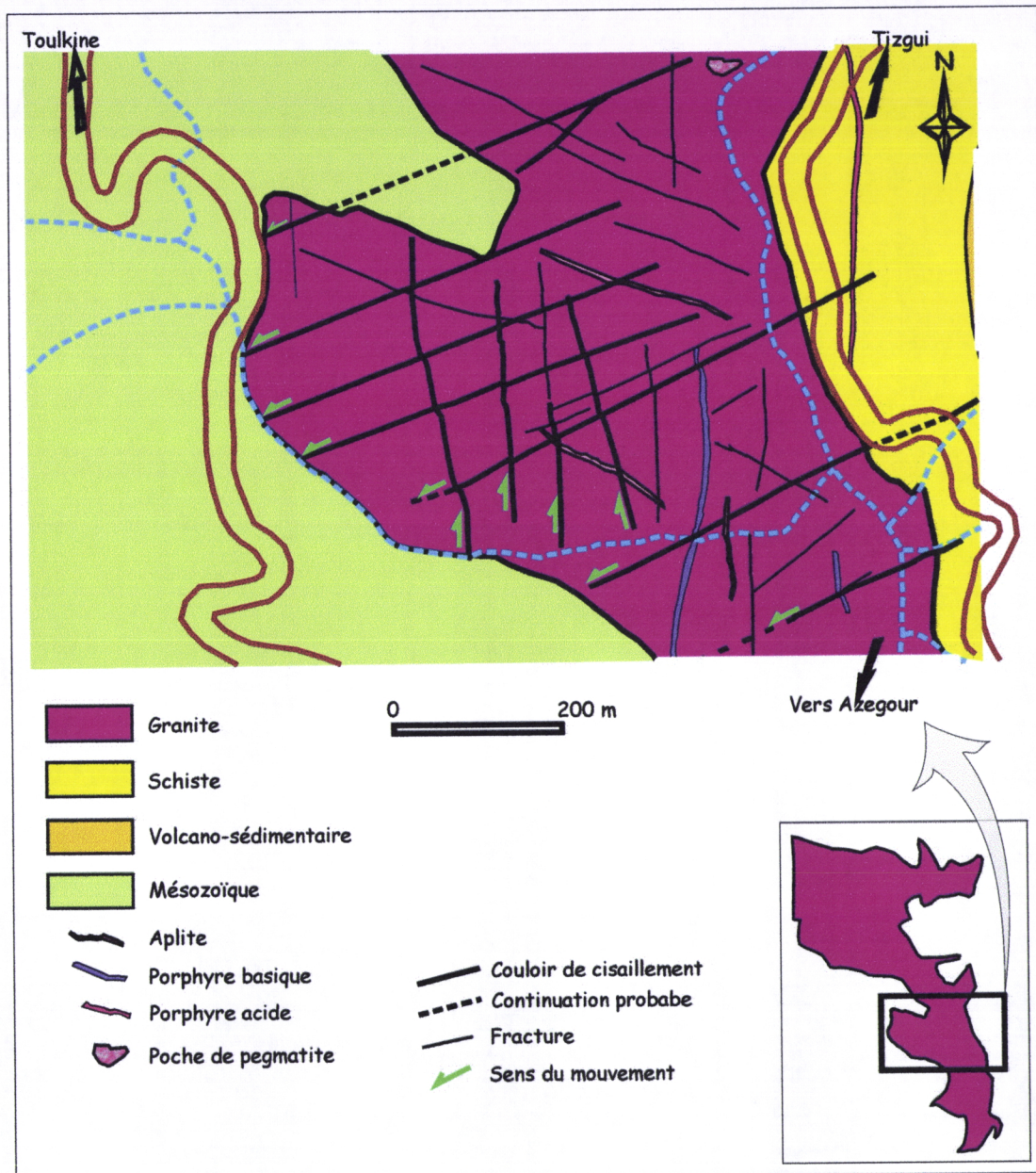


Fig. 27 : Croquis cartographique d'une portion du granite d'Azegour, illustrant la cinématique de la déformation fragile

Ces fractures subverticales ont une grandes importances structurales, vue qu'elles sont animées d'un mouvement à jeu senestre d'une amplitude moyenne de 1 m. Ceci se prouve lorsqu'elles recoupent et décalent les petits filons d'aplite orientés dans la majorité des cas suivant une direction N120 ou N-S (Photo. 20), ainsi que les porphyres présents dans l'encaissant (Photo. 21).

Cette direction de fissuration générant en plusieurs cas des couloirs de cisaillement a été probablement mise en place en profitant les anciens plans d'anisotropies détectées dans toute la chaîne hercynienne marocaine et particulièrement au Haut Atlas occidental.

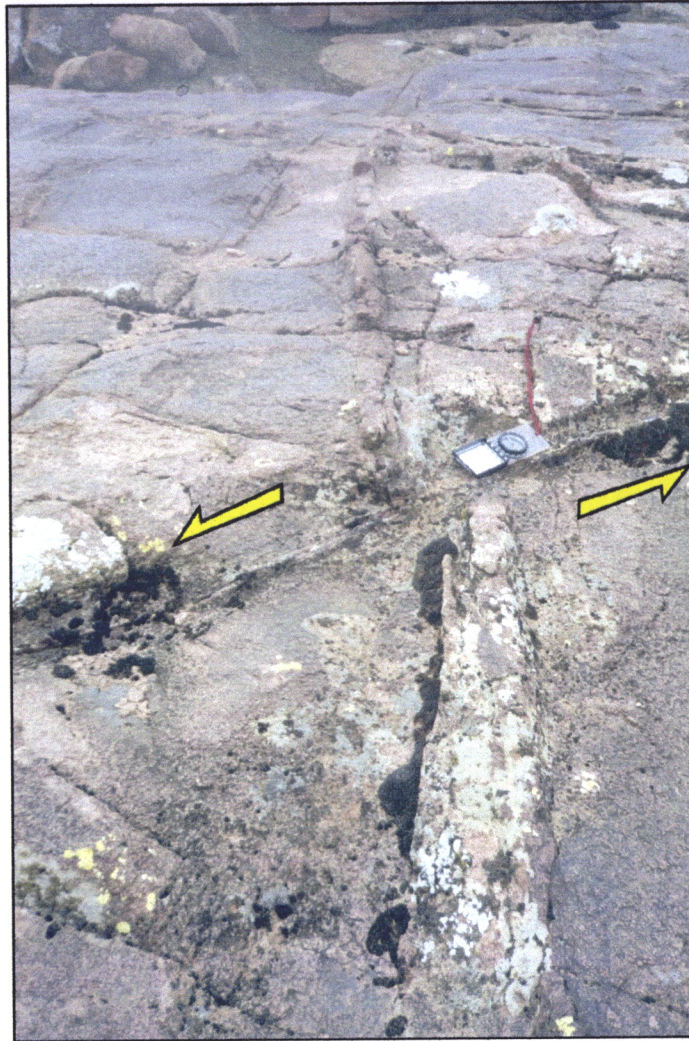


Photo. 20 : Exemple d'une fracture N65 affectant une aplité intrusive une fracture orientée N-S

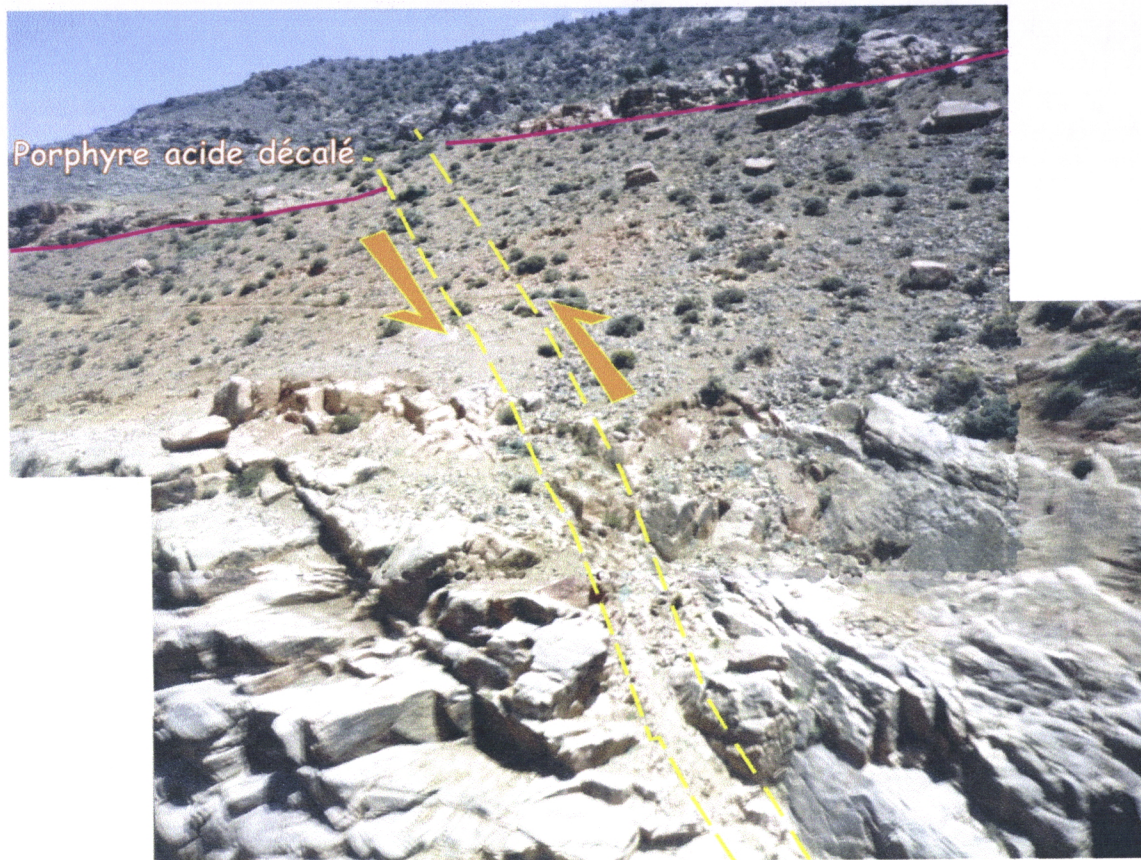


Photo. 21 : Un exemple de couloirs de cisaillement N60 à N70 senestre affectant aussi bien le granite que son encaissant

- Une autre famille de fracturation orientée N-S, à NNW, abondante aussi dans le massif granitique et animée par un mouvement dextre démontré de plusieurs façons, et ceci selon l'ampleur et l'intensité de la fracture. Par exemple on a découvert :
 - Des mouvements qui se façonnent par l'ouverture des fentes en situation de 'releasing bend' (Photo. 22) ;
 - Le décalage des aplites (Photo. 23) ;
 - des stries subhorizontales, à légèrement inclinées vers le sud, s'individualisant dans les miroirs des fissures lorsque ces dernières présentent une ampleur assez importante (Photo. 24). Cette famille représente par excellence la direction privilégiée des petits filons d'hématite, de quartz, d'oxydes de fer, et aussi des porphyres qui pénètrent le granite.



Photo.22 : fente en situation de 'releasing bend', réalisée par une cassure N-S

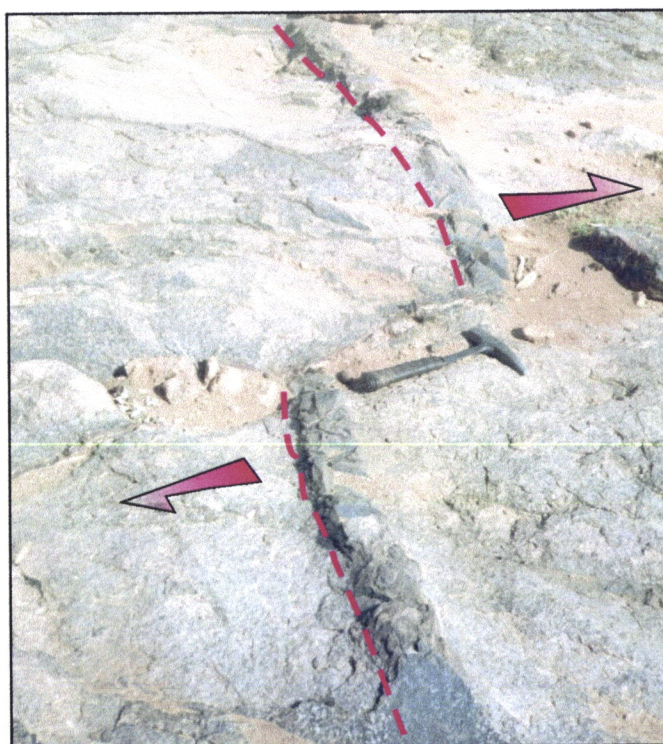


Photo. 23 : Un filon aplitique N120 décalé le jeu dextre d'un couloir de cisaillement N-S



Photo. 24 : Un couloir de cisaillement N-S senestre, manifestant des stries légèrement incliné vers le S

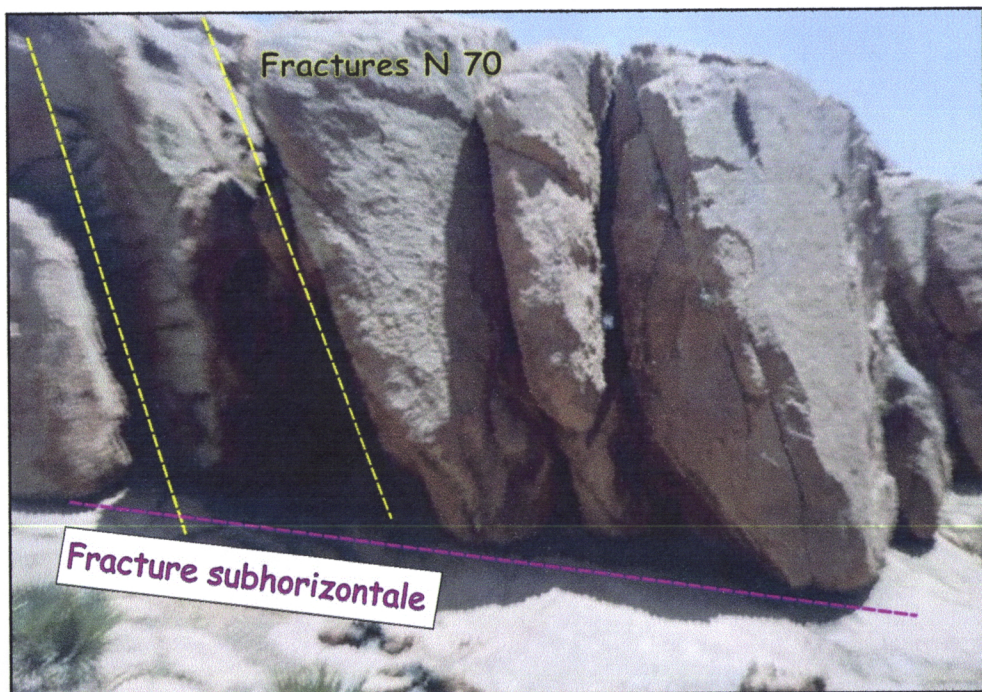


Photo. 25 : blocs isolés par l'intersection des fractures N 70 et des fractures subhorizontales

- Une direction de fracturation N 120, plus discrète par rapport aux précédentes, elle est habituellement le chemin de la majorité des filons aplitiques du massif granitique d'Azegour.
- Enfin la famille de fracture subhorizontale, qui en se rejoignant aux autres découpe des blocs de différentes grandeurs (Photo.25).

II.1.3 INTERPRÉTATION

En examinant ces distinctes familles indiquées ci-dessus, il s'aperçoit que les plus marquantes sur le massif granitique sont celles orientées N70 et N-S. Notamment leur mobilité animée successivement d'un jeu senestre et dextre, ne se fait pas au hasard. Dans plusieurs occasions, se montre que l'une affecte l'autre ce qui prouve alors leur contemporanéité.

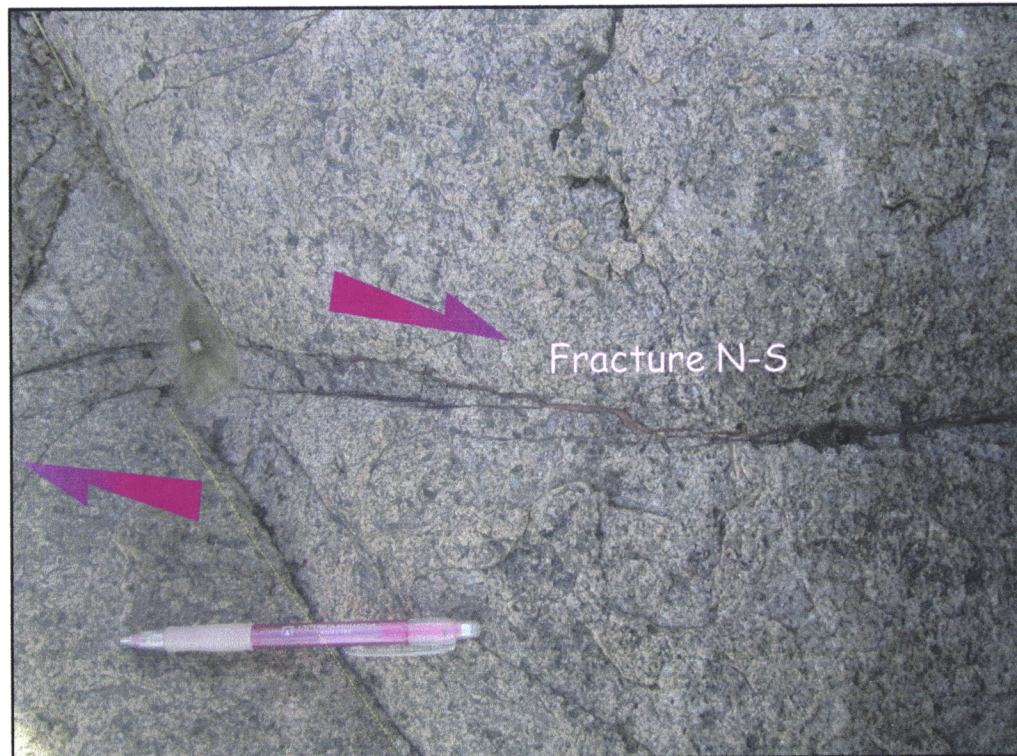


Photo. 26 : Une fracture N-S décale par un mouvement dextre une autre fracture N65

Pour cela, nous avons adopté le modèle de Riedel comme une solution pour comprendre le comportement cinématique de ces deux principales familles de couloirs de cisaillement.

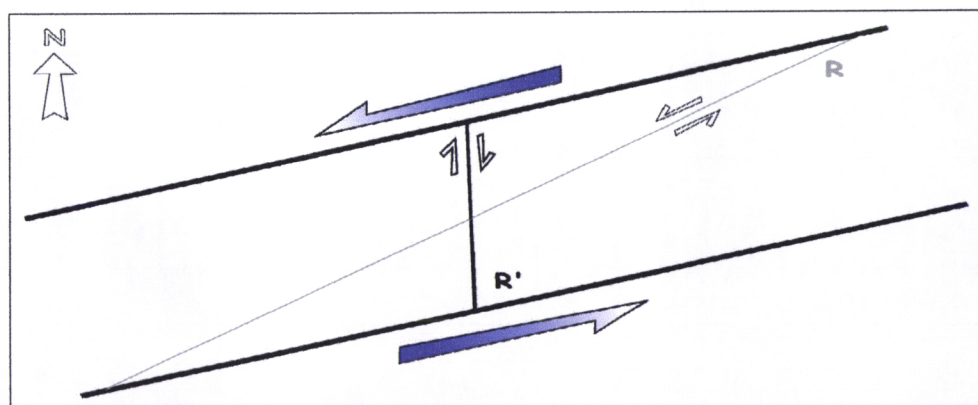


Fig. 28 : Interprétation cinématique des fractures N70 et N-S (R : fracture de Riedel, R' : fracture de anti-Riedel)

En effet, comme montre la photographie 27, les couloirs de cisaillement N60 à N70 senestre génèrent un réseau de fractures de telle sorte que la famille N-S peut être des fractures anti-Riedel, alors que les fractures Riedel (orientées NE) ne sont que de petites cassures sans grandes importances à l'échelle du granite cartographeur mis à part le couloir de cisaillement orienté N 45 à l'extrême sud du granite d'Azegour.

D'autre part, il faut y indiquer que les fractures N-S ne sont pas obligatoirement liées aux celles orientées N70, car en plusieurs situations ces dernières s'aperçoivent décaler par les fractures N-S dextres (Photo. 26).

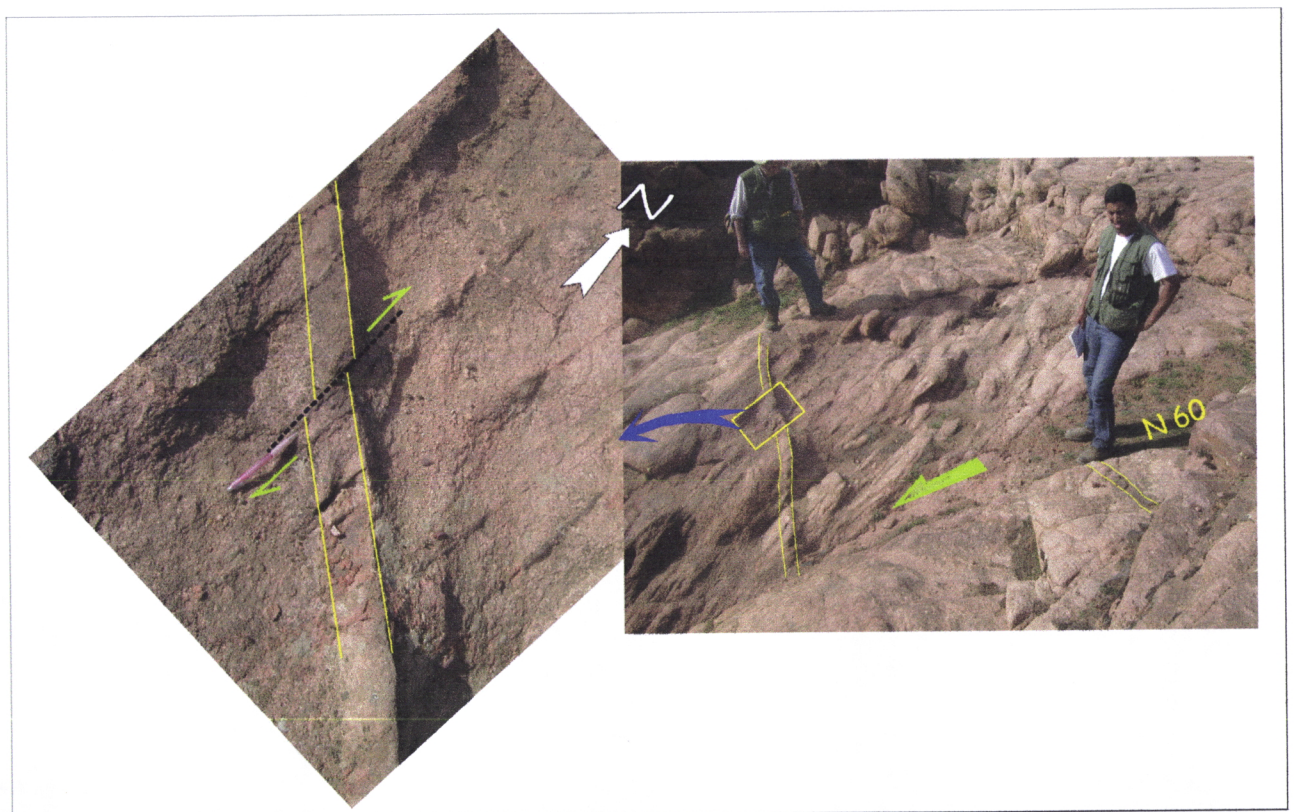


Photo. 27 : Un couloir de cisaillement N60 et des fractures N-S animées d'un mouvement dextre se moule dans le modèle de Riedel

En ce qui concerne les fractures N120, elles sont probablement liées aux anciennes orientations ductiles ayant jouées d'une façon très forte dans des régions voisines (e.g. Adassil (HADANI, 2003) et Imarine/Haouz (MADIH, 2003)) pendant un épisode tardi-schisteuse. En outre la raison pour laquelle cette famille est moins sentie dans le granite d'Azegour, c'est le fait que celui-ci se considère l'un des massifs granitiques les plus tardi-hercyniens de la Meseta marocaine (271 ± 3 Ma ; MRINI, 1985) et aussi car il se localise loin des zones de cisaillement N120 à jeu senestre.