

# **Contribution à l'étude des zones de cisaillement panafricaines.**

## **Tectonique, microtectonique et cinématique des mylonites de Tirek (Hoggar, Algérie).**

**A. A T T O U M\***

\*Office National de la Recherche Géologique et Minière (ORGM), BP 102, Boumerdès (Algérie).

**Résumé:** L'accident subméri dien (2°30) qui marque la limite Est du môle In Ouzzal est souligné par une zone mylonitique rectiligne qui se suit sur plusieurs centaines de km. Cette zone est étudiée en détail au niveau de Tirek où elle s'exprime sur une largeur de 3 km.

La foliation mylonitique orientée Nord-Sud est verticale et porte une nette linéation horizontale.

Les observations structurales et microstructurales permettent d'interpréter cette fracture lithosphérique comme un décrochement syn-métamorphe dextre né à la suite d'une déformation cisailante non coaxiale et progressive qui se fait dans un plan vertical.

Cette déformation est liée avec une collision oblique entre le craton ouest africain et le bouclier touareg dont les mouvements les plus évidents sont tardifs par rapport au déroulement de l'orogénèse panafricaine.

**Mots clés:** Môle In Ouzzal (UGO), Tirek, granulite, pan-africain, foliation, linéation, plis en fourreau, pétrofabrique.

**Contribution to study of panafrican shear zone.**

**Tectonic, microtectonic and kinematic of Tirek mylonites (Hoggar, Algeria).**

**Abstract :** The eastern fault zone that bounds to the east the In Ouzzal granulite unit (UGO) has been studied in detail in the Tirek area. It is a rectilinear vertical mylonite zone up to 3 Km wide. From West to East the progressive mylonitisation of granulites and cross cutting dikes can be followed :

**zone 1 :** inhomogeneous development of an incipient vertical foliation defined by flattening of quartz cutting the granulite banding ;

**zone 2 :** a porphyroclastic fabric with synkinematic growth of green biotite affects all acidic granulites and most of the other rocks ;

**zone 3 :** ultramylonites with a mosaic microstructure in all rock types.

An horizontal stretching lineation is present throughout zones 2 and 3 and the mylonitic foliation is statistically vertical. However, complex refolding of the mylonitic foliation is frequent at places in folds with eye-shaped sections :

Such structures are not interpreted in terms of polyphase deformation due to change of regional stress in time. They are thought to be related to various rates of slip movement within the mylonitic foliation.

Field observations and microstructures (quartz C-axis fabrics, textures, pressure shadows used as rotational deformation criteria...) lead to interpret the UGO mylonites zone of the Tirek area as vertical lithospheric fault with a dextral wrench movement.

**Key words:** In Ouzzal granulite unit (UGO), Tirek, panafrican, foliation, lineation, sheath folds, fabrics.

## 1 - Introduction

Les grandes zones de cisaillement s'accompagnent généralement par des couloirs de mylonites avec une foliation et une linéation d'allongement caractéristique (Caby, 1968; Caby et Boullier, 1977). Le môle In Ouzzal ou unité granulitique In Ouzzal (UGO) datée à 3 300 MA (Allègre et Caby, 1972), est délimité à l'Est et à l'Ouest par deux grands accidents subméridiens. Ces grandes zones de fractures subméridiennes sont en fait un des caractères structuraux de tout le bouclier touareg (Caby, 1968). Elles ont fonctionné tout au long de son évolution orogénique et expriment une tectonique en transgression et expulsion latérale des blocs tout comme les grandes failles d'Asie au Nord de la collision himalayenne (Peltzer *et al.*, 1982).

La faille est-ouzzalienne est une fracture subméridienne qui se suit sur plusieurs centaines de km. Cet accident qui correspond au méridien 2°30 a été étudié en détail dans la région de Tirek, à l'extrême Sud du Hoggar occidental, entre les parallèles 21° et 22° de latitude nord (fig. 1).

L'évolution tectonométamorphique de la région y a individualisé 3 domaines distincts (fig. 2) :

1 - à l'Ouest, le môle granulitique In-Ouzzal (UGO) composé de granulites anté-panafricaines;

2 - à l'Est, le domaine plissé d'orthogneiss alcalins et de quartzites, qui représente la bordure occidentale du rameau oriental de la chaîne panafricaine;

3 - la zone mylonitique elle-même, incluant un cortège filonien et un massif de gabbro-diorites, considérés comme mis en place pendant le fonctionnement de la zone de cisaillement.

## 2 - Localisation et roches affectées

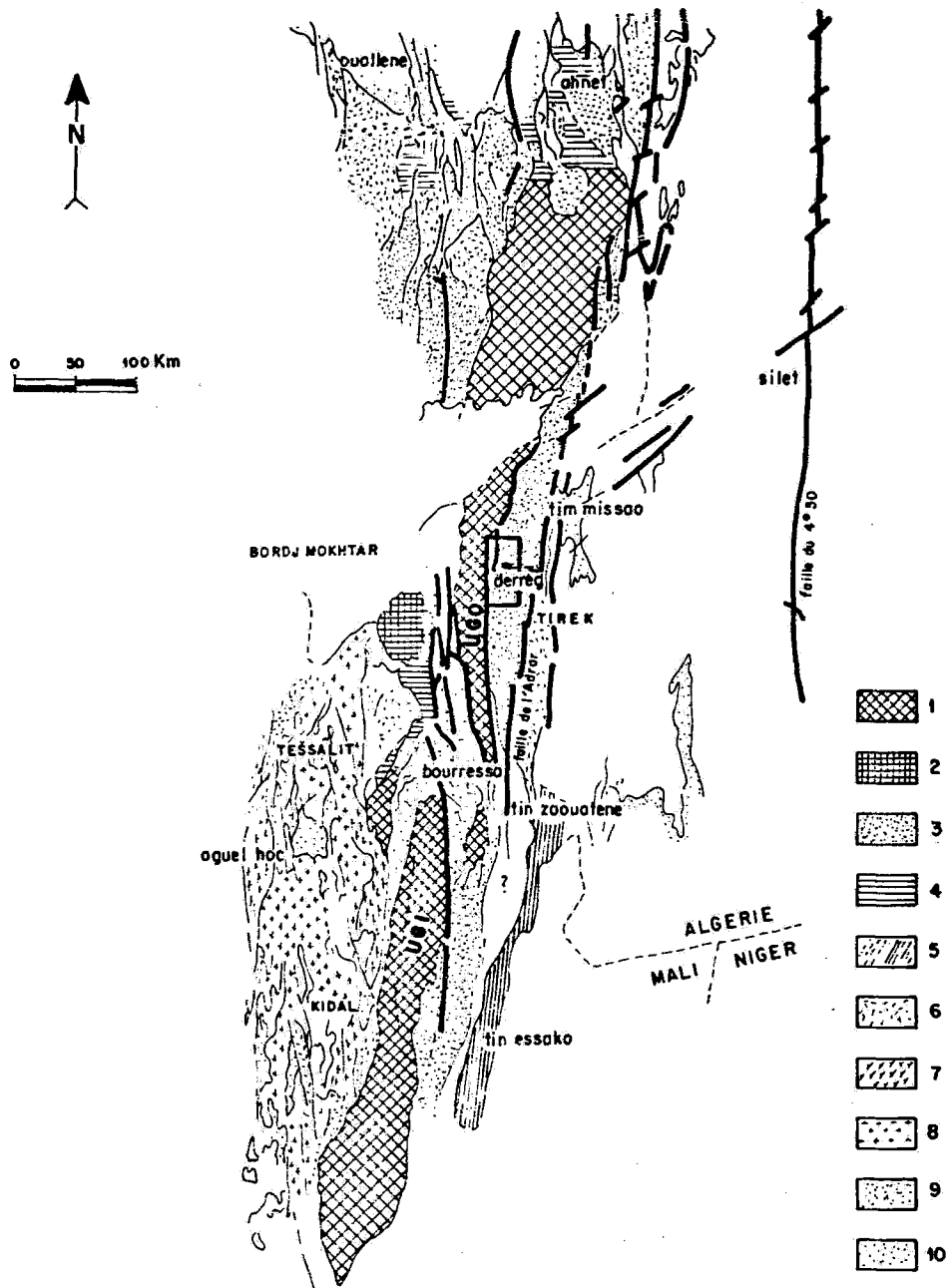
Nettement visible sur les photographies aériennes au 1.50.000, la bordure orientale de l'UGO, correspond à une zone mylonitique rectiligne de 3 km de large réactivée par des mouvements récents. Le matériel déformé dans ce couloir correspond aux granulites du môle avec leur cortège de dykes de composition variable (dykes basiques, doléritiques et aplo-pegmatitiques).

Trois zones de déformation progressive peuvent être schématiquement distinguées au sein de cette zone mylonitique.

**Zone 1** - Développement inhomogène d'une foliation verticale marquée par l'aplatissement du quartz, et sécante au rubanement granulitique. En lame mince, même les granulites d'apparence intacte montrent un quartz déformé avec une extinction onduleuse bien marquée. Une recristallisation rétomorphique dans le faciès schistes verts s'observe sous forme de lisérés réactionnels de la même façon que dans les faciès non déformés, et ceux à nouvelle foliation peu marquée (présence de calcite, chlorite, et stilpnomélane, biotite brune autour d'ilménite, actinote autour de pyroxène).

**Zone 2** - Développement constant d'une microstructure porphyroclastique avec croissance syn-cinématique de microbiotite. La foliation mylonitique est statistiquement subverticale. Des boudins et lentilles de roches metabasiques et de mobilisats pegmatitiques sont encore présents. En lame mince on observe des porphyroclastes de forme arrondie dans une matrice constituée essentiellement d'une mosaïque partiellement recristallisée comprenant quartz, feldspaths, biotite, mica blanc et chlorite.

## TECTONIQUE, MICROTECTONIQUE ET CINEMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGERIE)



- 1 - Socle granulitique éburnéen. 2 - Socle non granulitique éburnéen. 3 - Protérozoïque moyen (Pr 2).  
 4 - Protérozoïque supérieur (Pr 3). 5 - Orthogneiss et quartzites de Tin Essòko. 6 - Séries volcano-sédimentaires du Protérozoïque terminal (Pr 4). 7 - Gneiss encaissants du Batholite Ouest Iforas.  
 8 - Batholite. 9 - Séries pourprée et Nigritien. 10 - Grès ordovicien.

Fig. 1 - Carte synthétique de la partie occidentale de la chaîne panafricaine d'Afrique occidentale (A.M. Boullier, 1982). - En encadré région étudiée -.

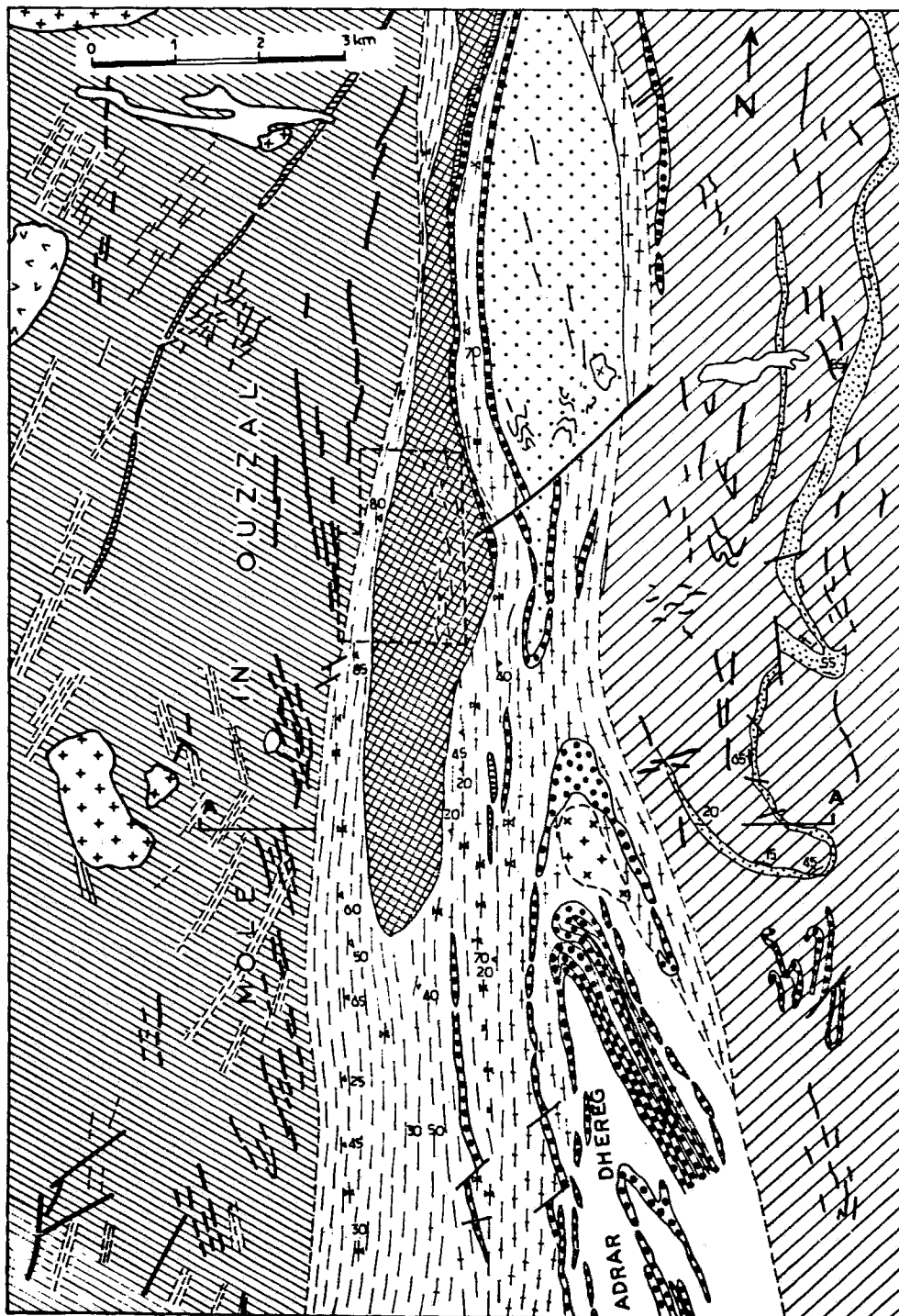


Fig. 2a - Esquisse géologique de la région de Tirek.

TECTONIQUE, MICROTECTONIQUE ET CINEMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGERIE)

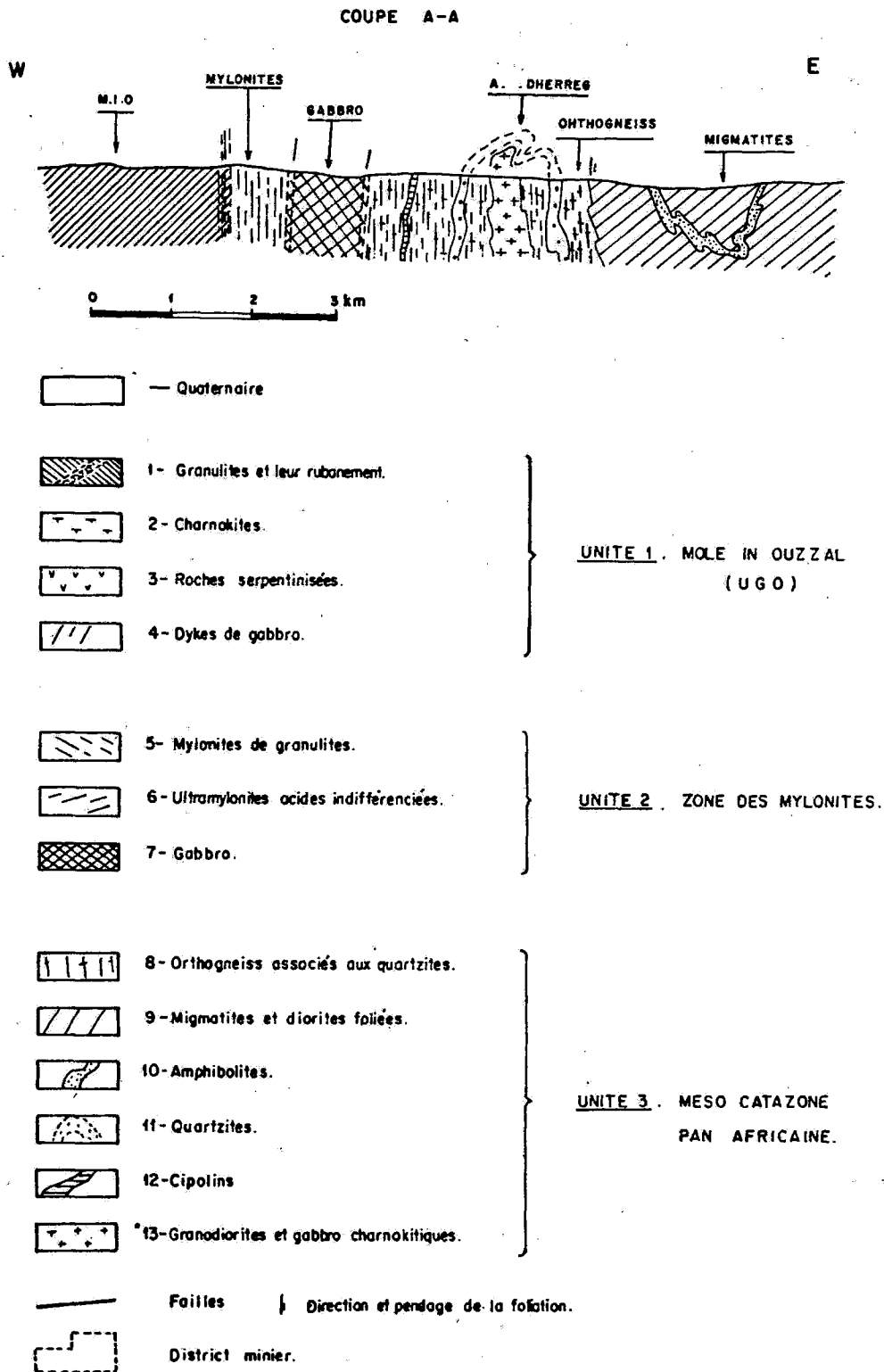


Fig. 2b - Coupe géologique de la région de Tirek.

Les « platten quartz », rubans polycristallins de plusieurs centimètres de long dérivent de la déformation importante des quartz à gros grains présents dans les anciens mobilisats pegmatiques.

**Zone 3** : Ultramylonites verticales avec une structure en mosaïque qui affecte tous les faciès. Celles-ci sont finement rubannées et ont sur le terrain un aspect de rhyolite avec linéation d'allongement subhorizontale caractéristique. En lame mince les clastes de mésoperthite sont encore reconnaissables dans la zone centrale des mylonites, mais leur recristallisation secondaire en microcline et plagioclase avec effacement progressif des mésoperthites tigrées, devient peu à peu complète à l'approche du massif du gabbro d'une part, et dans les ultramylonites situées à l'Est de ce massif, d'autre part.

### 3 - Caractéristiques pétrostructurales de la zone mylonitique

Les « rétrogranulites » déformées d'aspect clair - car généralement acides - ont une foliation très prononcée qui leur confère un aspect finement rubanné caractéristique.

La déformation est progressive en partant des granulites intactes aux ultramylonites par l'intermédiaire d'une zone caractérisée par le développement inhomogène d'une foliation N-S verticale marquée notamment par l'élongation du quartz qui passe progressivement au « platten-quartz ». Le gradient de déformation est très rapide : en allant de l'Ouest à l'Est, on observe le passage, en quelques mètres de granulites équantes aux ultramylonites de granulite.

La foliation porte toujours une nette linéation d'étirement et d'allongement statistiquement horizontale et de direction N-S. Le matériel granulitique originel est reconnaissable dans toute

la largeur de la zone mylonitique jusqu'aux gneiss alcalins roses du compartiment oriental qui dans un couloir étroit se mylonitisent à leur tour.

Macroscopiquement, ces roches dérivant de la déformation intense de granulites montrent une alternance de lits quartzo-feldspathiques d'épaisseur millimétrique et une granulométrie extrêmement fine, des rubans de quartz et parfois des clastes de feldspath dont le grand axe est orienté NS.

Ces tectonites présentent un aspect microscopique constant dépendant peu du faciès pétrographique :

- une mésostase finement grenue formée par des fragments de minéraux anciens (quartz-feldspath) ou nouvellement cristallisés (quartz-micas);
- des phénoclastes essentiellement de feldspath mésoperthitique, parfois altérés et souvent sigmoïdes.

A l'échelle de la lame mince (fig. 3), on observe des rubans très allongés de quartz (platten-quartz)



**Fig. 3 - Ultramylonite de leptynite**  
(Dessin de lame mince, x50)

A noter l'important allongement des rubans polycristallins de quartz (platten-quartz). Echantillon (A534) dont l'OPR du quartz a été étudié.

et contenant une grande quantité de sous-grains à extinction roulante et aux limites subperpendiculaires à la foliation mylonitique. Ces rubans sont de type à grands grains irréguliers. Les inter-rubans sont constitués d'une mosaïque de quartz, de feldspath et souvent de néobiotite verte, brune ou plus rarement brun-rouge, ce qui implique des températures de l'ordre de 400-450°C.

#### 4 - Marqueurs de la déformation

Les marqueurs de la déformation sont des objets qui témoignent des variations d'orientation des champs d'allongement et de raccourcissement de l'ellipsoïde de déformation finie (Lagarde, 1978). La nature de ces objets varie en fonction de l'échelle d'observation.

- A l'échelle de l'affleurement, ce sont principalement la foliation, la linéation et les axes des microplis. La foliation définit le plan d'aplatissement de l'ellipsoïde de déformation finie (x y z) et la linéation, l'axe x de l'ellipsoïde de déformation finie.

- A l'échelle de l'échantillon et de la lame mince, ce sont la schistosité, les zones abritées et les orientations préférentielles du réseau (OPR).

##### 4.1 - La foliation S1

La carte géologique schématique et la coupe (fig. 2) montrent que l'ensemble du matériel constituant la zone mylonitique est intensément schistosé.

L'ensemble de ce matériel a acquis au cours de la déformation une foliation statistiquement verticale marquée par l'orientation des minéraux dans le plan de schistosité (fig.4). Il faut noter cependant qu'à petite échelle, notamment dans la partie centrale, la foliation mylonitique peut

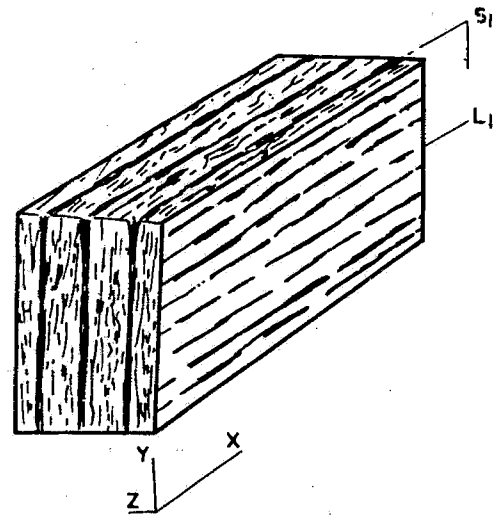


Fig. 4 - Bloc-diagramme de mylonite de granulite.

changer de pendage. Localement, celle-ci devient subhorizontale ou est replissée (pl. 1). Ces variations sont dues à la présence de lentilles et cigares de roches moins déformées autour desquels se moule la foliation mylonitique.

En lame mince, la schistosité S1 est matérialisée par une cristallisation syn-cinématique des micas et chlorites. Dans certains échantillons une microbiotite de recristallisation récente marque en lame mince une schistosité de «strain-slip» S2 qui est plan axial des plis à axes verticaux affectant le rubanement mylonitique lui-même. De pareils cas s'observent notamment dans les zones de rejeux récents et pourraient être de génération plus tardive (pl. 4, A,B).

##### 4.2 - Le boudinage

Un boudinage très évolué affecte les intrusions filoniennes basiques. Les boudins se disposent dans le plan de foliation. Celle-ci change légèrement d'orientation au contact des boudins pour les contourner. Due aux contrastes lithologiques et à la différence de compétence entre la matrice et le matériel basique constituant les dykes, cette déformation produit 2 types de boudins.

- Des boudins à structure interne équante.
- Des boudins de même composition que les roches mylonitiques encaissantes présentant une structure foliée avec une schistosité interne oblique à la foliation mylonitique externe.

#### 4.3 - Linéation d'allongement L1

Bien visible sur le plan de foliation, la linéation d'allongement est présente dans tous les matériaux déformés du couloir mylonitique. Conséquemment à la direction de la foliation, celle-ci est statistiquement horizontale et orientée Nord-Sud avec des rares plongements dans un des deux sens (fig.5).

Dans les leptynites, la linéation d'allongement est matérialisée par les rubans de quartz (plattenquartz) qui sont horizontalement allongés dans le plan de schistosité (fig.4).

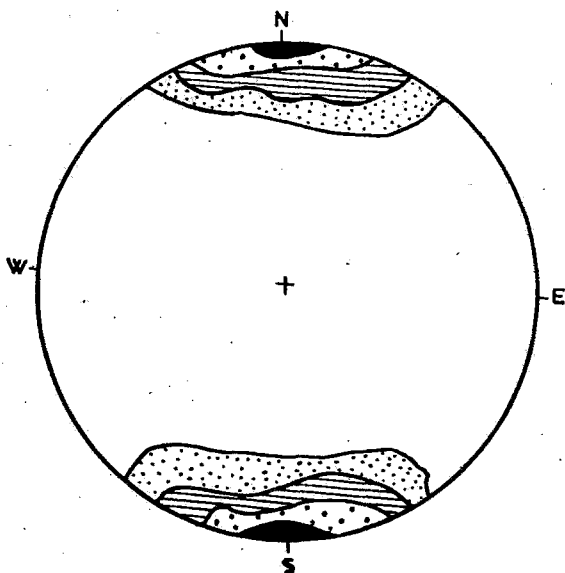


Fig. 5 - Projection stéréographique des pôles des linéations par rapport au plan de foliation dans les mylonites de granulites.

(voir carte des linéations).

Hémisphère inférieur 276 mesures; contours pour 2%, 20% et 40%, max. 45% (pour 1% d'Aire).

À l'échelle de la lame mince des recristallisations syn-cinématiques sont orientées dans le plan de schistosité (lamelles de phyllites) et la présence de clastes étirés (et parfois tronçonnés) matérialisent une linéation minérale et d'étirement parallèle à la direction d'allongement.

#### 4.4 - Le plissement

Les plis dans les mylonites s'observent à toutes les échelles ; et sont de deux types :

1 - Des plis d'entraînement reprenant le rubanement mylonitique. Ces plis sont asymétriques avec une forme caractéristique de flanc long et flanc court indiquant un net mouvement dextre. Leur plan axial est peu oblique à la direction de la foliation avec un axe plongeant subvertical (pl. 2, B,C).

2 - Des plis isoclinaux très serrés à plans axiaux et axes subverticaux et admettant la foliation mylonitique comme schistosité de plan axial. Localement, ils peuvent avoir des charnières courbes et les axes des plis ont des plongements variables et des directions comprises entre Nord 340 et Nord 00. L'angle entre la linéation L1 et les axes des plis est de par là même très variable quoique souvent perpendiculaire (pl. 2, A,D).

D'après nos données de terrain, il nous semble que les deux types de plissement sont congénères : nous n'avons en effet, jamais observé de polyphasage.

Dans le cas général, les plis reprennent la foliation mylonitique préalablement formée et scellée par les minéraux syn-cinématiques. Toutefois, nous avons pu observer en lame mince des plis avec une schistosité S2 de plan axial soulignée par une biotite allongée (pl. 4, C). Les rubans de quartz étant eux-même replissés, une telle biotite peut traduire la persistance des mêmes condi-



tions de température ( $T \approx 400^\circ\text{C}$ ) tout au long des divers stades de la déformation sans exclure aussi la possibilité d'une augmentation notable de la température au voisinage du massif de gabbro.

#### 4.5 - Les plis en fourreau

Des structures fermées et des charnières «en nez» ont été rencontrées dans différents affleurements d'ultramylonites (pl. 3).

Ces structures qui reprennent autant les ultramylonites de granulites que les gneiss et les quartzites de la série «orthogneiss et quartzites» de l'Est, correspondent à des sections de plis en fourreau d'échelle décimétrique à métrique et sont accompagnés par des linéations en «fer à cheval» dans les plans de schistosité. Une coupe perpendiculaire à l'axe du pli montre en effet une structure «en oeil» caractéristique (fig. 6) mais le plus souvent encore en lentille excessivement aplatie.

Bien que constitués de matériel complètement différent et n'ayant aucun lien géochronologique, ces plis en fourreau sont très comparables à ceux décrits notamment en Ile de croix (Quinquis, 1978) en Corse (Faure et Malavieille, 1980) et dans la zone interne des Alpes suisses (Mattauer, 1981).



Fig. 6 - Structure annulaire dans ultramylonite d'aplite. Section perpendiculaire à la linéation. (Echantillon n° A.81.1).

La linéation d'allongement (et minérale) est remplissée de façon passive autour de la charnière. Le «nez du fourreau» est variablement dirigé vers le Nord ou le Sud. L'axe du fourreau est par contre strictement Nord-Sud et donc parallèle à la linéation d'allongement.

La schistosité de plan axial est soulignée par une microbiotite mais devient rarement visible dans l'Est du couloir, où les recristallisations tardives cinématiques sont prédominantes.

De telles structures se produisent dans un matériel relativement homogène témoignant d'un comportement passif du plissement et devraient correspondre aux stades tardifs de la mylonitisation. La nature rhéologique du matériel mylonitique, l'intensité du cisaillement et les perturbations initiales sont les principaux éléments conduisant au développement des fourreaux (P. Cobold et S. Quinquis, 1980). Ces derniers sont caractéristiques d'une déformation non coaxiale. L'axe du fourreau représente la direction d'extension maximale et celle du transport tectonique.

Là où seule est présente une foliation mylonitique, la linéation d'allongement d'orientation NS. indique la direction de mouvement.

En accord avec Mattauer (1981), nous estimons que la géométrie finale de tels plis résulte de la longue évolution d'une déformation progressive traduisant un cisaillement ductile profond. Les déformations superposées s'observent à toutes les échelles mais il nous est apparu sur le terrain «illusoire de chercher à les séparer en phases tectoniques, distinctes».

#### 5 - Les microstructures

La déformation majeure s'étant produite à basse et moyenne température ( $T \approx 400^\circ\text{C}$ ), la cata-

clase, essentiellement celle des mésoperthites, est le terme dominant au niveau du grain. Néanmoins, la déformation ductile est partout présente et est accompagnée par quantité de microstructures directement liées à l'évolution de cette déformation : réduction de la taille des grains par fracturation et dissolution ; bandes de déformation et orientations préférentielles du réseau ; recristallisation en zones abritées.

### 5.1 - Les Minéraux tronçonnés (pl. 5,D)

La fracturation et la réduction de la taille des grains est bien visible à l'échelle de la lame mince et affecte notamment les clastes de feldspath mésoperthitique. Les fractures sont de direction oblique à S1 (l'angle entre les deux directions est compris dans l'intervalle 20 - 45°). Ces fractures sont remplies d'une mosaïque de quartz, épidote, chlorite et calcite qui se continue dans la matrice et qui témoigne ainsi que la fracturation elle-même est contemporaine de la mylonitisation. Les rubans de quartz ont quant à eux une structure microstalline bien marquée.

La fracture est là aussi, oblique à la direction de la schistosité et déduit de façon très nette le sens dextre du cisaillement (Etchécopar, 1974 ; Malavieille, 1982). La forme des grains résiduels est souvent dissymétrique et presque sigmoïde. Leur sens de rotation confirme un même sens du cisaillement.

### 5.2 - Les Micas sigmoïdes

La présence dans les micas d'un clivage parfait fait que la déformation entraîne un glissement généralisé le long des clivages qui aboutit à des kinks et dans les zones de déformation intense, à des micas sigmoïdes ou amygdalaires (Burg et Laurent, 1978 ; Lagarde, 1978). Toutefois, dans les mylonites de quartzite de Tirek (domaine de

l'Est) la forme sigmoïde des micas blancs ne semble pas due au glissement sur les plans de clivage (du moins en lame mince, ce phénomène ne semble pas s'observer), mais essentiellement aux dissolutions sur les bords du minéral (pl. 5C). La forme dissymétrique de ces micas donne elle aussi un sens dextre au cisaillement.

### 5.3 - Cristallisation dans les zones abritées (pl. 5 A et B)

L'observation en lame mince des mylonites de leptynite ainsi que les mylonites de granite aplitique de l'unité granulitique montre des clastes essentiellement feldspathiques avec des zones abritées dissymétriques - surtout dans le plan xz - contenant des minéraux de recristallisation syn-cinématique (Choukroune, 1971, Malavieille *et al.*, 1982). Ces microstructures particulières dues à la rotation rigide des clastes dans une matrice moins compétente sont caractéristiques d'une déformation non coaxiale. La dissymétrie des zones abritées par rapport au plan d'aplatissement est utilisée comme critère de cisaillement. Dans notre cas, nous avons très fréquemment observé des figures dissymétriques en zones abritées qui traduisent un cisaillement dextre,

### 5.4 - Fabrication d'axes C du quartz

Les mesures d'axes C du quartz ont été effectuées dans des mylonites de leptynites à platten-quartz. Les lames sont taillées dans le plan xz. Les rubans polycristallins étant très répandus, la plupart des échantillons montrent une intense fabrication de réseau. Les mesures ont été effectuées à la platine universelle suivant des traverses parallèles à la schistosité et reportés sur canevas de Schmidt (hémisphère inférieur). Les comptages ont été faits en utilisant la grille de Dimitrievic. La fabrication étant définie de façon statistique, nous avons pour chaque lame choisi

4 rubans distincts. Sur chaque ruban, nous avons effectué 60 mesures de lame. Les diagrammes obtenus montrent des maxima qui se répartissent très souvent en petits cercles opposés (fig. 7) qui constitue une guirlande unique oblique à la schistosité  $S_1$ , caractéristique d'une déformation non coaxiale (Bouchez, 1977, Etchecoper, 1974) et d'un système de glissement basal dans le quartz étudié.

Ce type de fabrique est bien connu dans les zones de cisaillement ductile (Burg et Laurent, 1978, Berthé *et al.*, 1979). L'obliquité dans ce cas précis est compatible avec un cisaillement dextre.

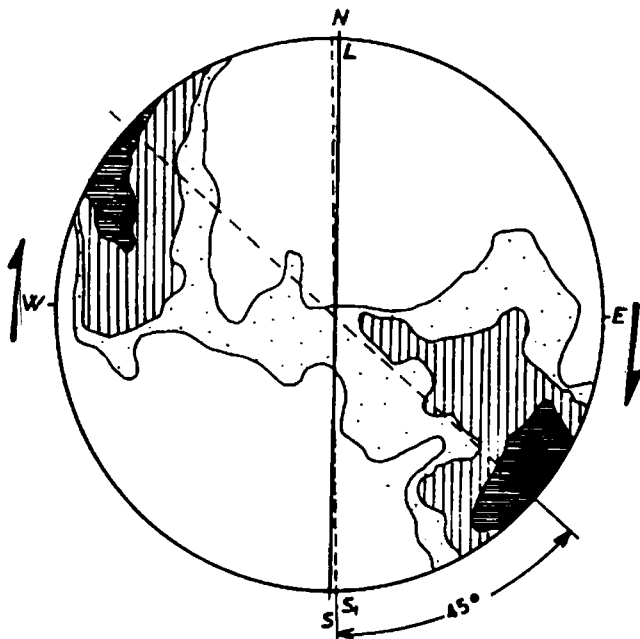


Fig. 7 - Mylonite de leptynite

(Echantillon n° A 534, voir pl. 5 B et D) 240 mesures d'axes C du quartz. Contours pour 1%, 2%, 5% et 10% pour 1% d'aire. Max. 12% lame perpendiculaire à la schistosité et parallèle à la linéation d'allongement  $L_1$ .

## 6 - Conclusion

Les observations structurales faites à toutes les échelles apportent les arguments d'une déformation cisailante dans un plan vertical et de sens dextre. Cette déformation non coaxiale est progressive et se fait dans le plan xz. La présence de biotite (brune et/ou verte) syn-cinématique permet de fixer la température de cette déformation à 400-450°C.

La linéation d'allongement  $L_1$  de direction statistiquement Nord-Sud matérialise la direction du transport tectonique : c'est une linéation «a».

L'axe de rotation est proche de l'axe Y.

La déformation affecte d'une manière progressive les granulites anté-panafricaines du môle In-Ouzzal (à l'Ouest) et les roches du domaine oriental (à l'Est) déjà structuré et métamorphisé au cours du Panafricain.

Les intrusions filoniennes, ainsi que le massif de gabbro d'origine mantellique localisés dans la zone de cisaillement, impliquent qu'il s'agit d'une fracture lithosphérique liée avec une collision oblique (de direction Nord Ouest-Sud Est) entre le craton ouest africain et le bouclier touareg et dont les mouvements les plus évidents sont tardifs par rapport au déroulement de l'orogénèse panafricaine.

## Remerciements

L'auteur tient à remercier vivement Monsieur R. Caby pour ses conseils et critiques et les corrections apportées au manuscrit.

## Bibliographie

- Allègre, C.J., Caby, R. 1972.** Chronologie absolue du Précambrien de l'Ahaggar occidental. *C.R., Acad. Sci., Paris, série D*, 2095-2098.
- Attoum, A. 1983.** Etude géologique et structurale des mylonites panafricaines et des minéralisations aurifères associées dans le secteur de Tirek (Hoggar, Algérie). *Thèse de Docteur-Ingénieur USTL, Montpellier*.
- Berthé, D., Choukroune, P., Gapais, D. 1979.** Orientations préférentielles du quartz et orthogneissification progressive en régime cisailant. L'exemple du cisaillement sud armoricain. *Bull. Minéralogie*, 102, 265-272.
- Bouchez, J.L. 1977.** Le quartz et la cinématique des zones ductiles. *Thèse d'Etat, Nantes*, 176 p.
- Burg, J.P., Laurent, P.H. 1978.** Analysis of a shear zone in a granodiorite. *Tectonophysics*, 47, 15-42.
- Caby, R. 1968.** Une zone de décrochement à l'échelle de l'Afrique dans le Précambrien de l'Ahaggar occidental, *BSGF*, X, 7, 577-587.
- Caby, R., Bouillier, A.M. 1977.** Le môle granulitique des Iforas (Mali). Nature et comportement au cours de l'orogénèse panafricaine. *5° RAST, Rennes*, p. 124.
- Caby, R., Bertrand, J.M.L., Black, R. 1981.** Pan-African ocean closure and continental collision in the Hoggar-Iforas segment, central Sahara. In: Precambrian plate tectonics, *Ed. A. Kröner, Elsevier Sc. publ.*, 407-434.
- Choukroune, P. 1971.** Contribution à l'étude des mécanismes de la déformation avec schistosité grâce aux cristallisations syn-cinématiques dans les zones abritées. *BSGF*, XIII, n°3-4, 257-271.
- Cobbold, P.R., Quinquis, H. 1980.** Development of sheath folds in shear regimes. *Journ. struct. geol.*, 2, 1/2, 119-126.
- Faure, M., Malavieille J. 1980.** Les plis en fourreau de substratum de la nappe des schistes lustrés de Corse. Signification cinématique, *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 290, D, 1349-1352.
- Lagarde, 1978.** La déformation des roches dans les domaines à schistosité subhorizontale. *Thèse 3° cycle, Rennes*, 164 p.
- Malavieille, J. 1982.** Etude tectonique et microtectonique de la déformation ductile dans les grands chevauchements crustaux : Exemple des Alpes franco-italiennes et de la Corse. *Thèse 3° cycle, USTL, Montpellier*.
- Malavieille, J., Etchecopar, A., Burg, J.P. 1982.** Analyse de la géométrie des zones abritées : Simulation et application à des exemples naturels. *C.R. Acad. Sci., Paris*.
- Mattauer, M. 1981.** Plis en fourreau d'échelle plurikilométrique dans la zone interne des Alpes suisses (Couverture nord de la nappe du Mont Rose). *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 293, II, 929-932.
- Peltzer, G., Tapponier, P., Cobbold, P. 1982.** Les grands décrochements de l'Est asiatique, évolution dans le temps et comparaison avec un modèle expérimental. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 294, 1341-1348.
- Quinquis, M., Audren, C.L., Brun, J.P., Cobbold, P. 1978.** Intense progressive shear in the Ile de Croix Blue - schists and compatibility with subduction or obduction. *Nature*, 273, 5457; 43-43.

## PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

TRÉTONIQUE, MICROTRÉTONIQUE ET CINÉMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGÉRIE)

**PLANCHE 1****ALLURE DE LA FOLIATION MYLONITIQUE**

**A - Ultramylonite de granulite à foliation verticale orientée N-S.**

La foliation est localement plissotée et est recoupée par une veine transverse de quartz blanc rosâtre.

**B - Foliation plate dans les ultramylonites de leptynite.**

La linéation d'étirement bien visible est strictement N-S.

**C - Foliation replissée et virgation des linéations dans les ultramylonites de leptynite.**

**D - Débit en mullions subhorizontaux dans les mylonites de gneiss alcalin.  
Est de la zone mylonitique.**

## TECTONIQUE, MICROTECTONIQUE ET CINEMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGERIE)



## PLANCHE 2

### ALLURE DU REPLISSEMENT DE LA FOLIATION

**A - Ultramyonite de granulite à foliation replissée en plis isoclinaux très serrés.**

La linéation subhorizontale suit le plan de foliation. Les flancs du pli sont eux-mêmes replissés en plis d'entraînement asymétriques. Le plan axial des plis est subvertical à léger pendage vers l'Ouest.

**B - Mobilisat d'aplo-pegmatite replissée asymétriquement avec flanc long et flanc court dans le gabbro-diorite folié (contact entre le massif du gabbro et les mylonites de l'Ouest).**

Le plan axial du pli est légèrement oblique à la schistosité  $S_1$ .

**C - Ultramyonite de granite aplitique replissée.**

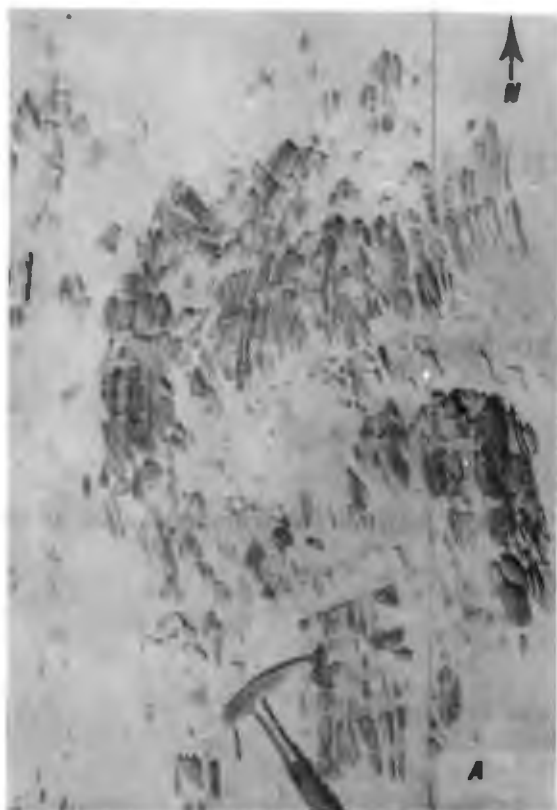
Les plis asymétriques avec flanc long et flanc court traduisent un cisaillement dextre. Présence d'une schistosité  $S_2$  de pli-fracture qui est plan axial du pli.

**D - Ultramyonite de granulite à foliation replissée en plis semblables très serrés et à plan axial vertical de direction N-S.**

Présence d'une pseudoschistosité  $S_2$  de pli-fracture qui est plan axial. Noter la présence de diaclases récentes qui recouperont toutes les structures.



## TECTONIQUE, MICROTECTONIQUE ET CINEMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGERIE)



## PLANCHE 3

### LES PLIS EN FOURREAU

**A - Section transversale d'un pli en fourreau d'échelle métrique dans les mylonites de l'Est.**

La linéation d'étirement  $L_1$  tourne autour de la charnière du pli.

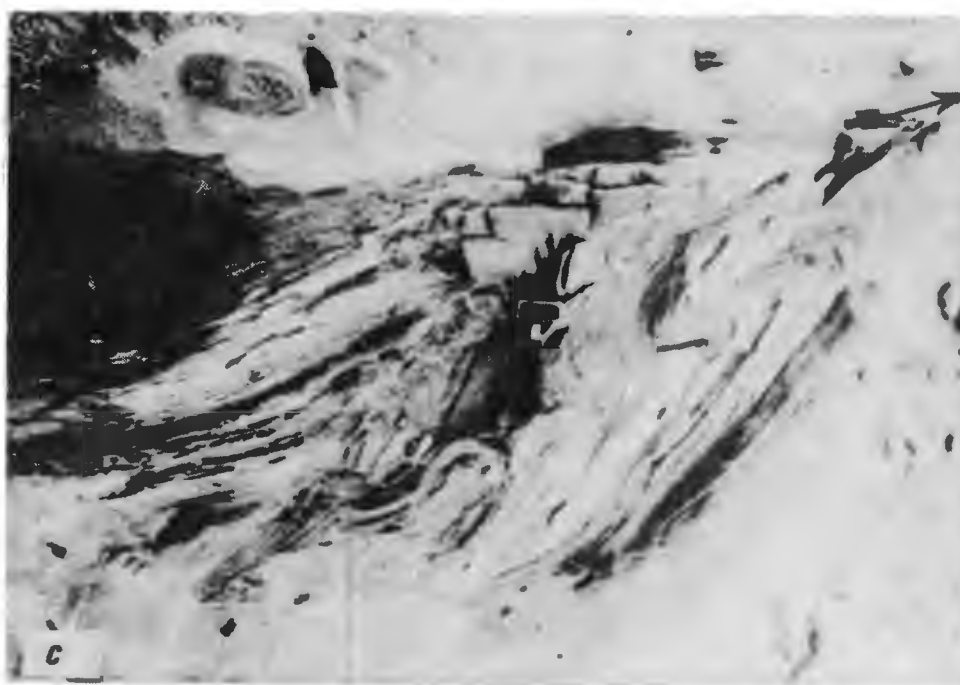
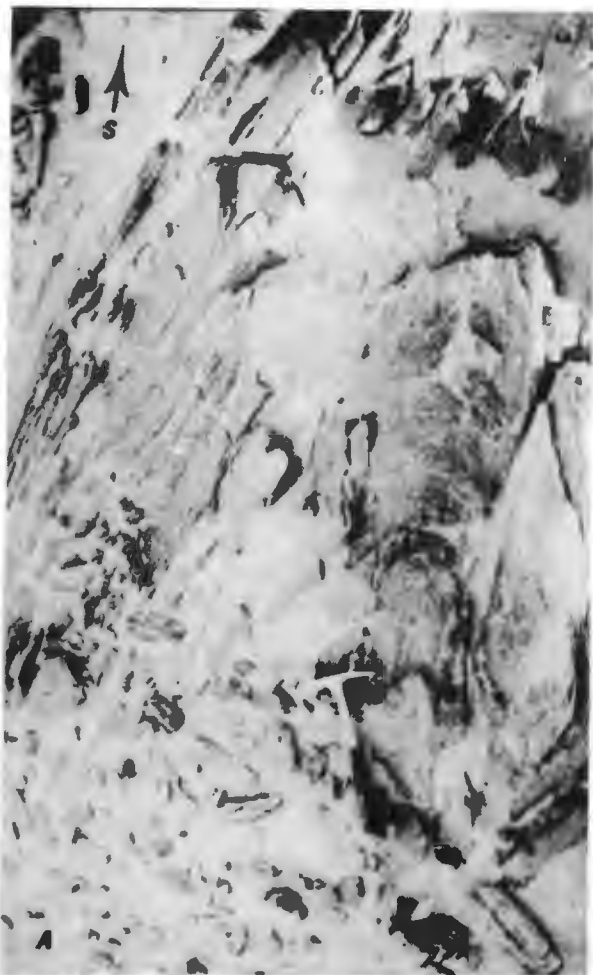
**B - Rubannement mylonitique affecté par les plis dysharmoniques dans les ultramylonites de l'Ouest (leptynites).**

La linéation d'allongement est subhorizontale ; les axes des plis sont ici verticaux et sont  $\pm$  perpendiculaires à la linéation. Cependant, en lame mince la schistosité mylonitique soulignée par la biotite et mica blanc est plan axial de ces plis (pl 4.C). La linéation mylonitique est donc bien une linéation «a».

**C - Plis en fourreau dans les quartzites de l'unité 3 (pointe nord de l'Adrar Dherreg).**

La linéation d'allongement est replissée sur le flanc : linéation en «fer à cheval» caractéristique. Le «nez» du fourreau est orienté vers le Nord.

## TECTONIQUE, MICROTECTONIQUE ET CINEMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGERIE)



## PLANCHE 4

### LES MICROPLIS DANS LES ULTRAMYLONITES OBSERVATIONS EN LAMES MINCES

#### **A - Microplis semblables dans les ultramylonites de leptynite (x 5)**

Flancs replissés avec plis d'entraînement indiquant un mouvement dextre. La schistosité  $S_2$  plan axial est marquée par des microbiotites allongées. Sa direction est N350. Noter le «froissement» dans la charnière des micro-lits quartzo-feldspathiques. La matrice est composée d'une mosaïque de quartz + F.K. + Plagioclases ainsi que des micas et un grand nombre de minéraux opaques.

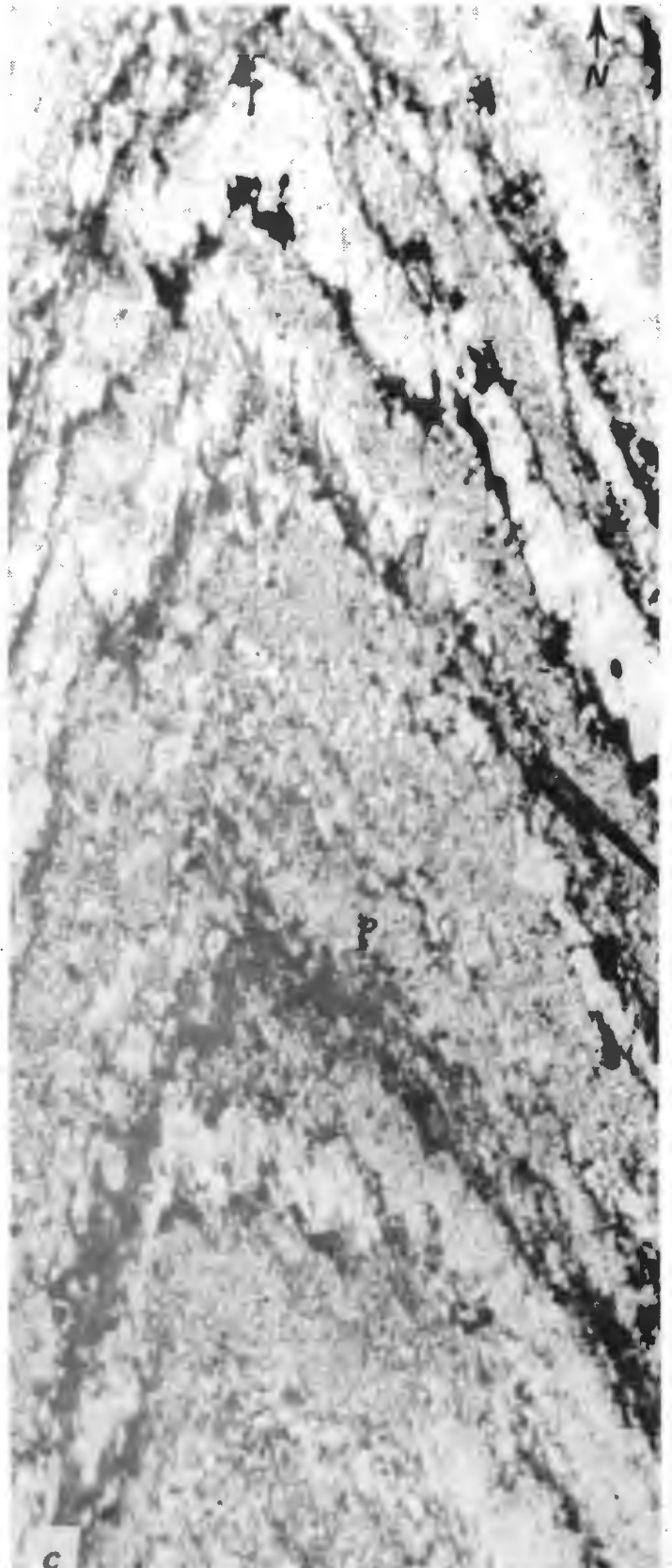
#### **B - Microplis cisailés dans les ultramylonites de leptynite (x 5).**

Le plan axial des microplis est vertical et de direction N-S. à N 0 5. Le joint qui affecte la charnière est souligné par la biotite. Les rubans de quartz sont polycristallins avec des cristaux de dimension très réduite. La matrice est composée de quartz, mica, biotite et calcite.

#### **C - Charnière de microplis dans les ultramylonites de leptynite (x 30).**

La foliation de plan axial est ici marquée par des micro-biotites allongées. Une telle schistosité qui contient la linéation d'étirement et qui est perpendiculaire à l'axe du pli est une linéation «a».

## TECTONIQUE, MICROTECTONIQUE ET CINEMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGERIE)



## PLANCHE 5

### ASPECTS DE LA DEFORMATION MYLONITIQUE A L'ECHELLE DE LA LAME MINCE

#### A - Mylonite d'aplo-pegmatite de la zone centrale (x 40).

Noter les rubans polycristallins de quartz bien formés. Le claste de FK a subi une rotation ; les cristallisations dans les zones abrités traduisent un cisaillement dextre. La schistosité  $S_1$  moule le claste de FK.

#### B - Mylonite de leptynite à platten quartz (x 80).

Le quartz présente de nombreux sous-grains. Il contient des inclusions diverses. Chlorite et muscovite enrobent les petits grains arrondis de FK. Noter la forme «en cornue» du phénoclaste de FK.

#### C - Quartzite folié à muscovite (x 80).

Les rubans de quartz sont bien formés et traduisent une fabrique de forme caractéristique. Noter la forme sigmoïde du mica blanc. Sa structure interne semble affectée par un kink. Présence de sillimanite en aiguilles «entrelacées» formant des agrégats eux-mêmes grossièrement sigmoïdes. Présence de néoblaste de cordiérite à «ombre de pression» de sillimanite. Le quartz est suturé. La forme dissymétrique des micas traduit également un cisaillement dextre.

#### D - Mylonite de leptynite (x 40)

Noter la structure microcristalline des rubans de quartz. Le claste de FK est tronçonné. La direction de la fracture est oblique à la direction de la foliation mylonitique.

## TECTONIQUE, MICROTECTONIQUE ET CINEMATIQUE DES MYLONITES DE TIREK (HOGGAR, ALGERIE)

