

Existence de plissements superposés dans le Précambrien de l'Aleksod (Ahaggar oriental).

Note préliminaire

par JEAN-MICHEL L. BERTRAND *.

Sommaire. — L'étude structurale de l'Aleksod (Ahaggar oriental) conduit à repenser le style tectonique du Précambrien de l'Ahaggar et la valeur de la discordance Suggarien-Pharusien. En particulier, une phase de plissements (plis P3) d'âge pharusien, accompagnée d'une rétro-morphose importante, replisse un substratum plus ancien; ses effets diminuent lorsqu'on s'éloigne du fossé pharusien de l'Arefsa. D'autre part le Suggarien est affecté par deux phases tectoniques tangentielles (plis P1 et P2) dont les axes perpendiculaires et les surfaces axiales voisines engendrent des structures complexes d'interférence de plis.

L'Aleksod (fig. 1 et 2) constitue la partie centrale de la chaîne Egéré-Arefsa définie par M. Le-

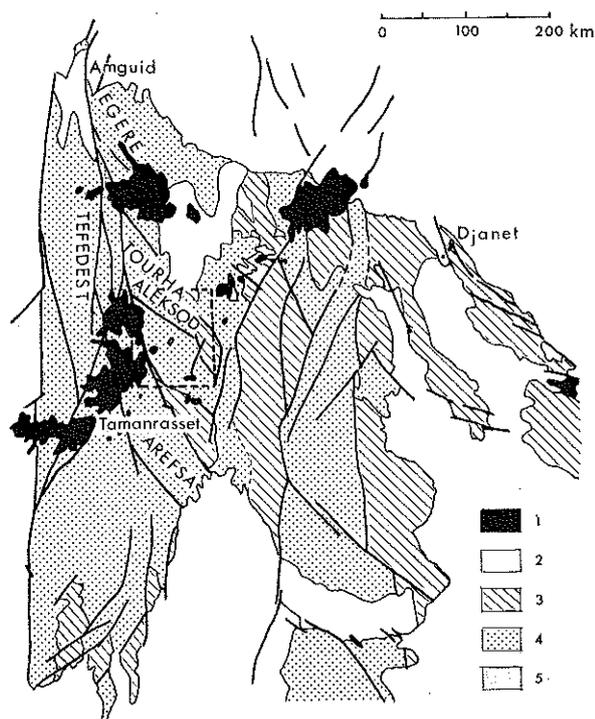


FIG. 1. — Schéma structural du Hoggar central et oriental (d'après M. LELUBRE [1961]). Situation de la zone étudiée.

1 : volcanisme récent ; 2 : Quaternaire ; 3 : Pharusien ; 4 : Suggarien ; 5 : série charnockitique des Gours Oumelalene.

lubre [1952]. A l'Ouest, l'accident de l'Oued Irharhar le sépare nettement du môle intensément granitisé de la Tefedest. Par contre vers l'Est, aucune discontinuité structurale n'existe avant le bassin pharusien de Tamasint-Serouenout étudié par B. Guérangé [1966]. La structure de l'Ahaggar oriental [Blaise, 1966] est dominée par l'existence de bassins d'extensions variable à remplissage volcano-détritique, ou de type flysch (Arefsa, Serkout, Serouenout-Temasint, Tazat, Tiririne), reposant, en discordance plus ou moins nette, sur un substratum gneissique très métamorphique. A partir de cette opposition, C. Kilian [1932, 1947] a défini les cycles pharusiens (Relaidinien) et suggariens correspondant respectivement au Précambrien récent peu métamorphique et à l'Archéen. A l'exception de ses marches occidentales où affleure la terminaison nord du bassin pharusien de l'Arefsa, le massif de l'Aleksod est entièrement formé de Suggarien.

Le Suggarien montre une opposition nette entre de grandes aires gneissiques (série de l'Archechoum) et des séries diversifiées à quartzites, amphibolites et marbres (série de l'Egéré, étudiée par L. Duplan [1967]). Dès 1952, M. Lelubre, tout en admettant l'appartenance de ces deux séries au même « cycle orogénique », a soup-

* Centre de recherches sur les zones arides, Centre nat. de la recherche scientifique. Pétrographie africaine, Fac. des sciences de Montpellier. Note présentée à la séance du 6 novembre 1967.

onné l'existence dans le Suggarien d'une « infrastructure » et d'une « superstructure » aux com- portements tectoniques différents. Pour cet auteur, l'infrastructure (série de l'Archchoum)

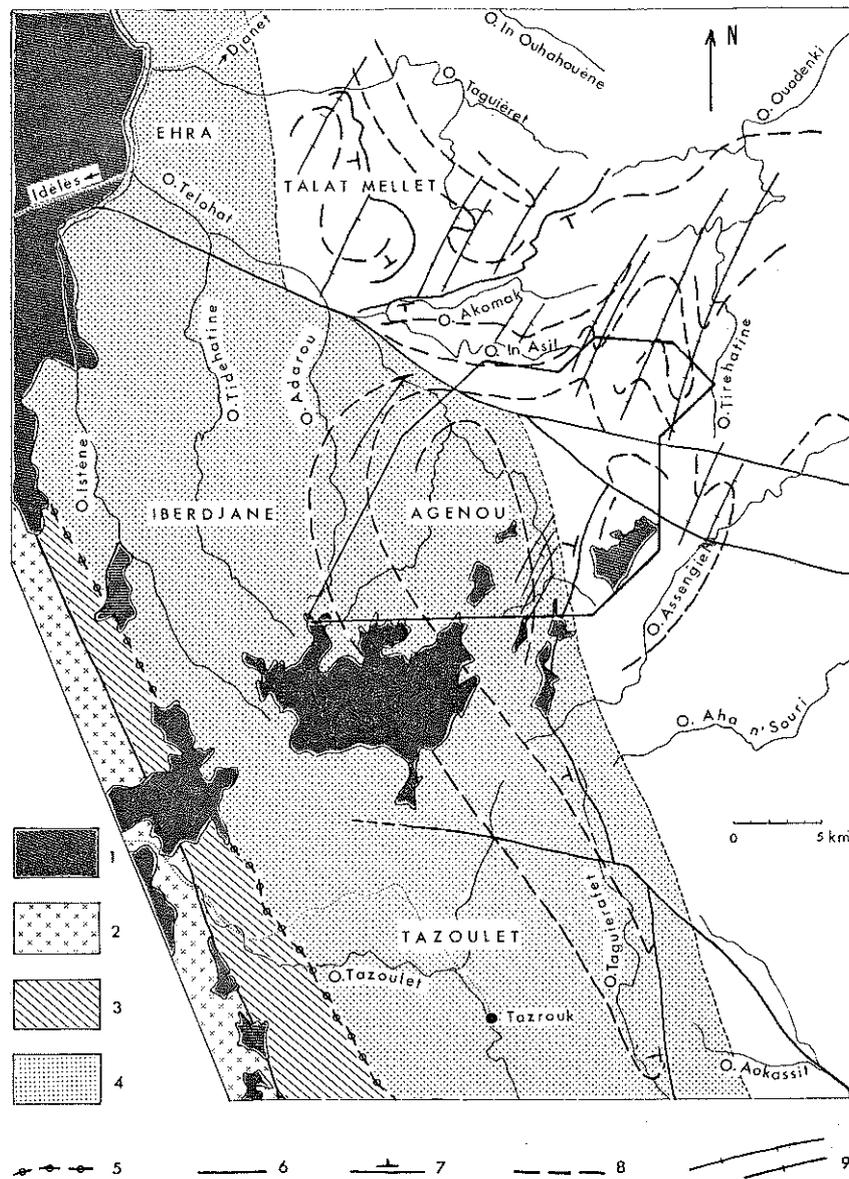


FIG. 2. — Esquisse structurale de l'Aleksod et de la Tazoulet. Situation du bloc-diagramme (fig. 4).

1 : volcanisme récent ; 2 : granite de la Tefedest ; 3 : Pharusien de l'Arefsa ; 4 : couloir « des plis P3 » en territoire suggarien ; 5 : discordance ; 6 : faille ; 7 : contact anormal avec plonge-

ment ; 8 : projection sur la surface topographique des plans axiaux des grandes structures P1 (allongements des motifs cartographiques) ; 9 : axes de plis P2.

formerait de grands dômes autour desquels viendrait se mouler la superstructure : dans cette hypothèse, les structures complexes de l'Aleksod

pouvaient être interprétées comme une immense virgation des plis de la série supérieure, moulés autour du dôme gneissique du Tala-Mellet.

I. LITHOLOGIE ET STRUCTURE D'ENSEMBLE.

1) *Le Pharusien de l'Arejsa*. Bordé à l'Ouest par une zone de fracture, il repose à l'Est en discordance angulaire sur le Suggarien. Cette discordance est souvent masquée par une intense schistosité parallèle au plan axial des plis les plus récents. D'abondants phénocristaux reliques soulignent l'origine volcanique ou volcano-détritique des leptites qui forment ici l'essentiel de la série. Il faut signaler aussi la présence de conglomérats à galets de gneiss, et de micaschistes feldspathiques à staurotide.

2) *Le Suggarien*. Dans l'exposé qui suit, j'adopterai pour les gneiss très feldspathiques la nomenclature de A. Berthelsen et H. Sorensen (Congrès de Copenhague). Ces auteurs distinguent :

- des gneiss rubanés (banded gneiss) : alternance millimétrique à métrique de matériel différent (leptynites, amphibolites, etc.) ;
- des gneiss veinés (veined gneiss) : alternance d'un mélanosome (au sens de K. R. Mehnert) quelconque et d'un leucosome à structure granitoïde ou pegmatoïde ;
- des gneiss homogènes (homogenous gneiss) : aucun rubanement (gneiss œillés, gneiss granitoïdes, gneiss à texture fibreuse).

Cinq ensembles structuraux peuvent être définis du Nord au Sud dans le Suggarien de la région étudiée (voir fig. 2) :

A) Le dôme de gneiss homogènes de l'Oued In Ouhaouène, entouré d'un cortex de gneiss veinés et rubanés qui s'enfoncent doucement sous les unités méridionales ;

B) Le massif du Talat-Mellet, qui forme la pointe nord-ouest de l'Aleksod, est constitué par un ensemble de gneiss veinés à feldspath potassique ; au cœur de cette structure (géométriquement dessous) apparaissent des quartzites phylliteux ;

C) L'ensemble In Asil-Ouadenki chevauche vers le Nord, en contact anormal cisailant, l'ensemble précédent. La séquence lithologique suivante peut y être définie (la polarité est inconnue) :

- a) gneiss veinés plagioclasiques à amphibole (gneiss d'In Asil) ;
- b) la « série de Ouadenki » qui comprend :
 - des amphibolites à grenat et pyroxène formant à la guelta d'Ouadenki une masse de près de 200 m de puissance.
 - un ensemble de marbres à minéraux, de quartzites, de gneiss leucocrates à muscovite, de gneiss mésocrates à biotite et grenat, de micaschistes à grenat et disthène, d'amphibolites.

D) Le massif d'Agenou et la Tazoulet sont séparés des deux derniers ensembles par la grande faille de l'Oued Tirhermine. On peut y définir la séquence suivante dont la polarité n'est pas connue :

- a) gneiss rubanés amphiboliques ;
- b) la « série d'Agenou » où des micaschistes à disthène et grenat (prédominants) sont associés à des marbres, des quartzites et des amphibolites ;
- c) gneiss veinés plagioclasiques à amphibole (gneiss type In Asil) ;
- d) la « série de l'Oued Telohat » qui ressemble à la « série d'Agenou » mais est plus riche en amphibolites et en gneiss mésocrates à biotite et grenat.

E) L'ensemble des Hauts-Plateaux de l'Oued Assengiel et de l'Aokassit est constitué de gneiss veinés leucocrates à muscovite. Limité au Nord par la faille de l'Oued Tirhermine, il s'enfoncé à l'Ouest sous l'ensemble Agenou-Tazoulet.

Les ensembles C et D se prêtent particulièrement, par la variété de leur lithologie, à une étude tectonique détaillée. Certaines ressemblances entre ces deux séquences (malheureusement non polarisées) font penser en première approximation à une série unique dont on ne connaîtrait qu'une partie dans l'ensemble In Asil-Ouadenki.

Des séries du même type que les séries d'Agenou, de Ouadenki et de l'Oued Telohat ont déjà été décrites dans l'Ahaggar oriental. On peut les rapprocher des séries « suggariennes » de l'Egéré [Lelubre, 1952 ; Duplan, 1967] et de Tin Essertes dans le massif du Tourha [Royer et Zundel, 1957], mais aussi de séries « pharusiennes » telles que la série inférieure de Tit n'Afara (B. Guérangé) dans le bassin de Temasint qui repose en discordance sur un socle suggarien.

II. TECTONIQUE. — La structure de l'Aleksod est dominée par la juxtaposition et la superposition de grands plis, géométriquement complexes, à plans axiaux subhorizontaux, et de plis plus simples, droits ou légèrement déversés. Du fait de l'absence de polarité des différentes formations, on ne peut parler que de synformes et d'antiformes¹, c'est-à-dire que l'étude de la tectonique n'est possible qu'au seul point de vue de la géométrie : le style et l'amplitude des plis peuvent être définis mais jamais leur sens de déversement réel. La superposition de plusieurs systèmes de plis successifs peut être décelée à l'aide de deux types de critères : l'étude des « linéations » et des « schistosités » et l'examen des « motifs cartographiques »², c'est-à-dire de

1. « Synform » et « antiform » des auteurs anglo-saxons.
2. « Outcrop pattern » des auteurs anglo-saxons.

l'arrangement, en surface et en volume, de niveaux repères les uns par rapport aux autres. Ces méthodes m'ont permis de mettre en évidence dans le massif de l'Aleksod trois phases tectoniques principales, l'existence de déformations plus anciennes n'étant nullement exclues (voir fig. 4).

Pour la clarté de l'exposé, je commencerai par la phase la plus récente.

A) *Phase III (plis P3)*. Ce système de plis, bien visible dans la Tazoulet et dans le chaînon d'Ehra, est disposé suivant un vaste couloir sub-méridien large d'une vingtaine de kilomètres (voir fig. 2) qui inclut le Nord du bassin pharusien de l'Arefsa. Il affecte donc aussi bien le « Pharusien » que les formations « suggariennes ». Ce sont des plis droits, parfois asymétriques tendant à se resserrer et à devenir isoclinaux dans le

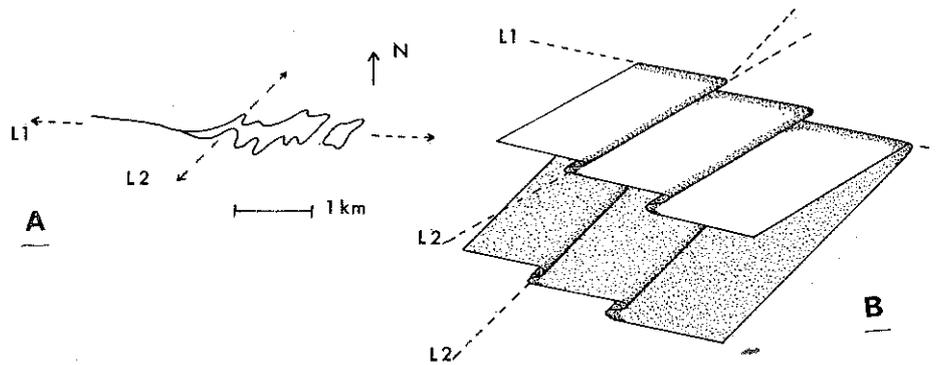


FIG. 3. — Sources de l'Oued Tիրherminc.

A : motif structural correspondant à la superposition simple de petits plis P2 (linéation L2) sur un grand pli de phase I (L1). La seule linéation visible sur le terrain est la linéation L2 qui correspond à l'allongement de la plupart des minéraux et à la

déformation postcrystalline des gneiss veinés et rubanés. B : reconstitution schématique; la linéation L2 prend des plongements variables suivant la position des replis P2 par rapport à P1 (voir J. G. Ramsay [1963]).

bassin de l'Arefsa. Les plans axiaux de ces plis (subverticaux) correspondent à la foliation métamorphique (celle-ci recoupe donc, dans les charnières de plis, le litage stratigraphique souvent bien visible); dans les faciès suggariens, cette nouvelle foliation détermine l'apparition de « meneaux » (« mullion structure ») et de structures en fuseaux analogues à celles décrites à l'île de Groix dans un contexte structural identique : reprise d'un socle par un épisode thermotectonique ultérieur [Ruhland et Jeannette, 1966]. L'axe des grands plis³, parallèle aux linéations mésoscopiques (allongements des meneaux, étirement de galets, axes de pli de détail, allongement des minéraux), est toujours voisin de 340°.

Les structures en meneaux sont caractéristiques, à petite échelle, des déformations de phase III en pays suggarien; la foliation métamorphique ancienne (parallèle aux plans axiaux de plis couchés anciens) y est plissée par la phase III. La superposition, sur l'ancienne foliation, d'une foliation nouvelle accompagnée de la recristallisation de minéraux phylliteux (biotite et muscovite) peut expliquer la formation de ces meneaux. Leur répartition spatiale irrégu-

lière indique qu'ils correspondent plutôt à l'exagération, due à la phase III, de plis de détail de grandes structures plus anciennes (voir fig. 5); en effet, la densité maximale correspond aux fermetures périclinales des plis couchés anciens que l'on peut souvent observer dans les flancs des plis P3.

L'inexistence de plis P3 hors du « couloir » parallèle au bassin pharusien de l'Arefsa, le parallélisme des plans de schistosité dans le Suggarien et dans le Pharusien, la rétomorphose liée à l'expansion des structures en meneaux dans le Suggarien, montrent clairement l'âge pharusien de cette phase de plissement.

B) *Phase II (plis P2)*. L'étude de ces plis est plus délicate que celle des plis P3 car il s'agit de déformations contemporaines d'un métamorphisme intense (disthène-almandin-muscovite faciès de H. G. F. Winkler [1965]): dans les gneiss, ces déformations se traduisent par des

3. Dans ce qui suit, les axes des plis et les linéations seront définis par l'azimut géographique (de 0 à 360 dans le sens des aiguilles d'une montre) de leur plongement, la valeur de celui-ci pouvant constituer un second chiffre. Ex. : 340,10°.

« plis intrafoliaux »⁴. Dans les ensembles structuraux d'Agénou et de Ouadenki où une lithologie variée offre de bons niveaux repères, il est

possible d'observer de grands plis couchés isoclinaux⁵, d'échelle variable (hectométrique à kilométrique) dont l'axe est très constant (210°).

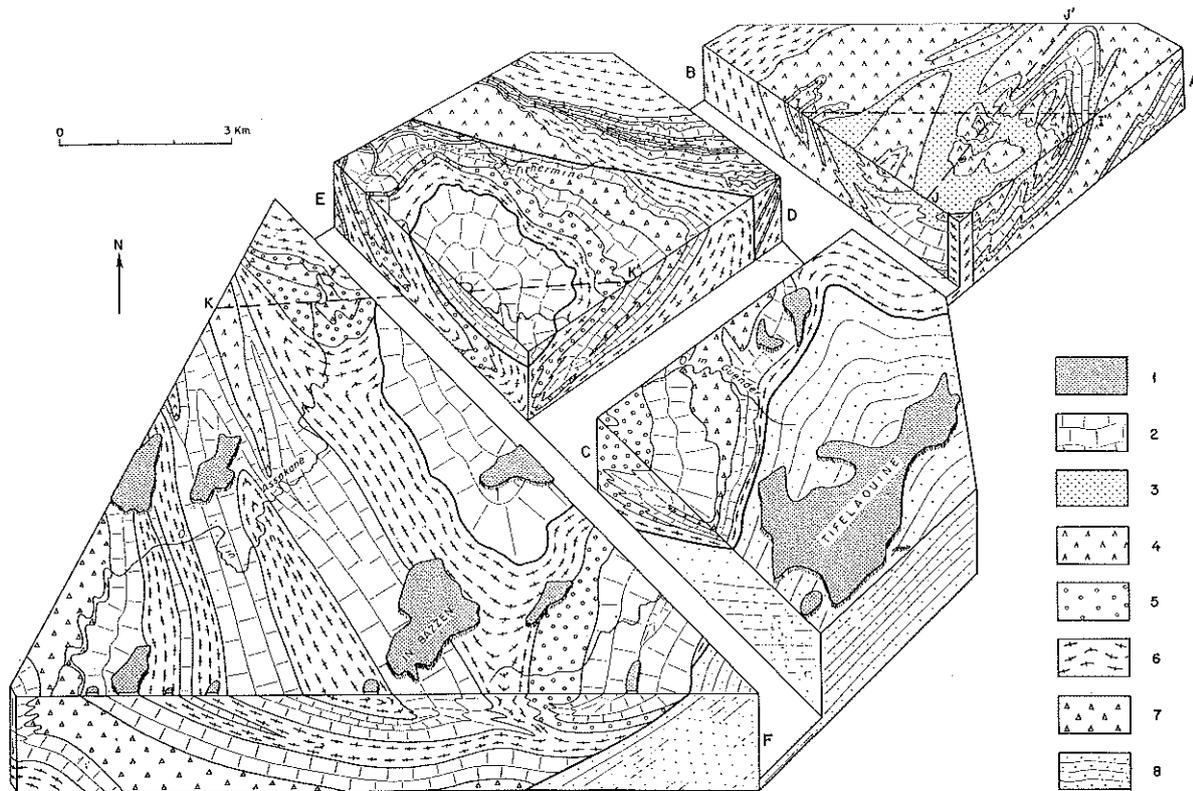


FIG. 4. — Bloc-diagramme schématique du massif d'Agénou.

A : Coupe presque parallèle aux axes P2 ; quelques replis P2 affectent les flancs d'un grand pli P1 ; un pli P2 plus important permet la réapparition renversée de toute la structure P1. — B : Replissement par la phase II de la charnière d'un grand pli P1. — C : Terminaison périclinale d'une synforme de première phase ; le massif d'Agénou vient chevaucher, en contact anormal oblique par rapport aux structures plissées, les gneiss de l'Aokassit. — D et E : La grande synforme couchée de l'Oued Tirhermine d'axe NW-SE est complexe : il apparaît (coupe E) un redoublement du niveau (5) à cœur de gneiss rubanés amphiboliques (7) qui peut correspondre à une structure ancienne replissée par P1. En contact anormal, la klippe d'Agénou repose sur ces plis ; sa base est soulignée par un niveau de calcaire. — F : Plis anciens (phase I) repris en on-

duations par la phase III. L'ensemble suggarien chevauche en bloc les gneiss de l'Aokassit. — I-I', J-J', K-K' : coupes de la fig. 6.

- 1 : volcanisme récent ; 2 : séries diversifiées à marbres, quartzites, micaschistes à disthène (Agénou. Oued Telohat) ; 3 : gneiss leucocrates à muscovite de l'ensemble In Asil-Ouadenki ; 4 : amphibolites à pyroxène et grenat ; 5 : gneiss veinés plagioclasiques à biotite, de grain moyen ; 6 : gneiss veinés plagioclasiques à amphibole, largement grenus (gneiss type In Asil) ; 7 : gneiss rubanés amphiboliques ; 8 : gneiss veinés leucocrates de l'Aokassit.

L'échelle de ce bloc-diagramme, indicative, correspond aux deux faces frontales (perspective à deux points de fuite).

A l'E du « couloir » P3, les linéations d'échelle mésoscopique liées à cette phase dominent, et dans de nombreux cas existent seules.

Il faut noter l'opposition qui existe au sein des ensembles structuraux définis ci-dessus, entre les faciès d'origine sédimentaire (marbres, quartzites) ou volcanique (roches vertes) et les unités de gneiss veinés (gneiss type In Asil) ou rubanés. A ces deux groupes de faciès correspondent, par

rapport à cette phase, des évolutions microstructurales différentes : les gneiss veinés et

4. Terme défini par J. Grollet et P. Vialon (d'après le terme anglo-saxon intrafolial fold). Dans les gneiss veinés tous les intermédiaires existent entre des gneiss non déformés, des gneiss intensément plissés à l'échelle du centimètre et des gneiss fibreux, pseudo-homogène, admettant une linéation parallèle aux grandes structures P2.

5. Voir coupe II' du bloc-diagramme (fig. 6).

rubanés, qui affleurent sur des grandes surfaces, sont toujours affectés d'importantes déformations postcrystallines tandis que les séries d'Agenou, de Ouadenki et de l'Oued Telohat ne montrent que des cristallisations syntectoniques (parfois post-tectoniques). Il existe donc une importante *discontinuité microstructurale* entre ces deux groupes de faciès.

Il est intéressant de rapprocher ces résultats des structures étudiées par B. Guérangé dans le bassin de Temasint. Cet auteur définit, dans ce bassin pharusien trois phases de plissement. Les plissements S1, isoclinaux et couchés sont des plis synschisteux dont l'axe, au moins dans la partie occidentale du bassin, ont une direction voisine de celle des plis P2 de l'Aleksod. J'ai

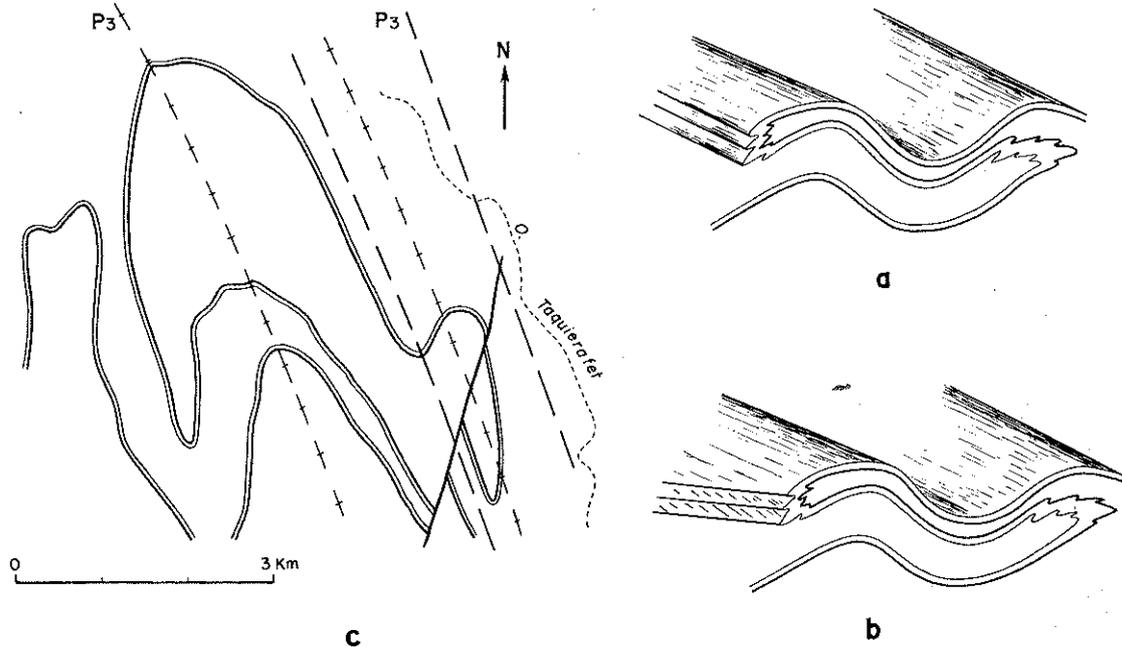


FIG. 5. — Reconstitution schématique de la superposition des plis P3 sur des structures plus anciennes.

La linéation (meneaux) L3 étant seule observable sur le terrain, deux possibilités sont difficilement identifiables : a, P3 et P(3-n) sont homoaxiaux ; b, P3 fait un angle faible avec la direction plus ancienne, les meneaux sont alors moins réguliers (obliques par rapport aux charnières anciennes) mais

correspondent toujours à L3 ; c : motif cartographique correspondant à la figure b. Le trait double correspond au contact de la série d'Agenou (trait mince) et des gneiss rubanés amphiboliques de Tazrouk (trait épais).

déjà signalé la ressemblance lithologique existant entre certaines formations de Temasint et les « séries sédimentogènes » de l'Aleksod. Il est prématuré de tirer des conclusions de ces ressemblances mais on ne peut pas exclure la possibilité d'un âge pharusien pour les plis P2 de l'Aleksod (et peut-être pour certaines séries de paragneiss). L'absence apparente de linéations P2 dans le « couloir P3 » peut n'être due qu'à une accordance tectonique des directions de plis anciens liée au serrage maximal du bassin pharusien de l'Arefsa au niveau de Tazrouk : des plis plus anciens ont pu être, à la faveur de ce serrage, complètement oblitérés par les plis P3. Vers le Sud où le bassin pharusien s'élargit, l'existence de structures plus anciennes (peut-être P2) n'est donc pas exclue.

C) *Phase I (plis P1)*. Cette phase a produit des plis couchés de grande ampleur dont la flèche peut atteindre plusieurs kilomètres. Il est possible de reconstituer, dans certains cas, l'allure de ces plis couchés avant qu'ils n'aient été replissés par P2, mais l'évaluation de leur axe et surtout de leur sens de déversement est délicate (voir fig. 3).

Au N du massif d'Agenou⁶, un de ces plis semble avoir été épargné en partie par la phase II ; les mesures des axes des plis de détail, légèrement étalées par la synforme perchée d'Agenou (P3), montrent un maximum à 135°. Cette direction concordant avec l'allongement des « motifs cartographiques » de grands plis P1

6. Voir coupe KK' du bloc-diagramme (fig. 6).

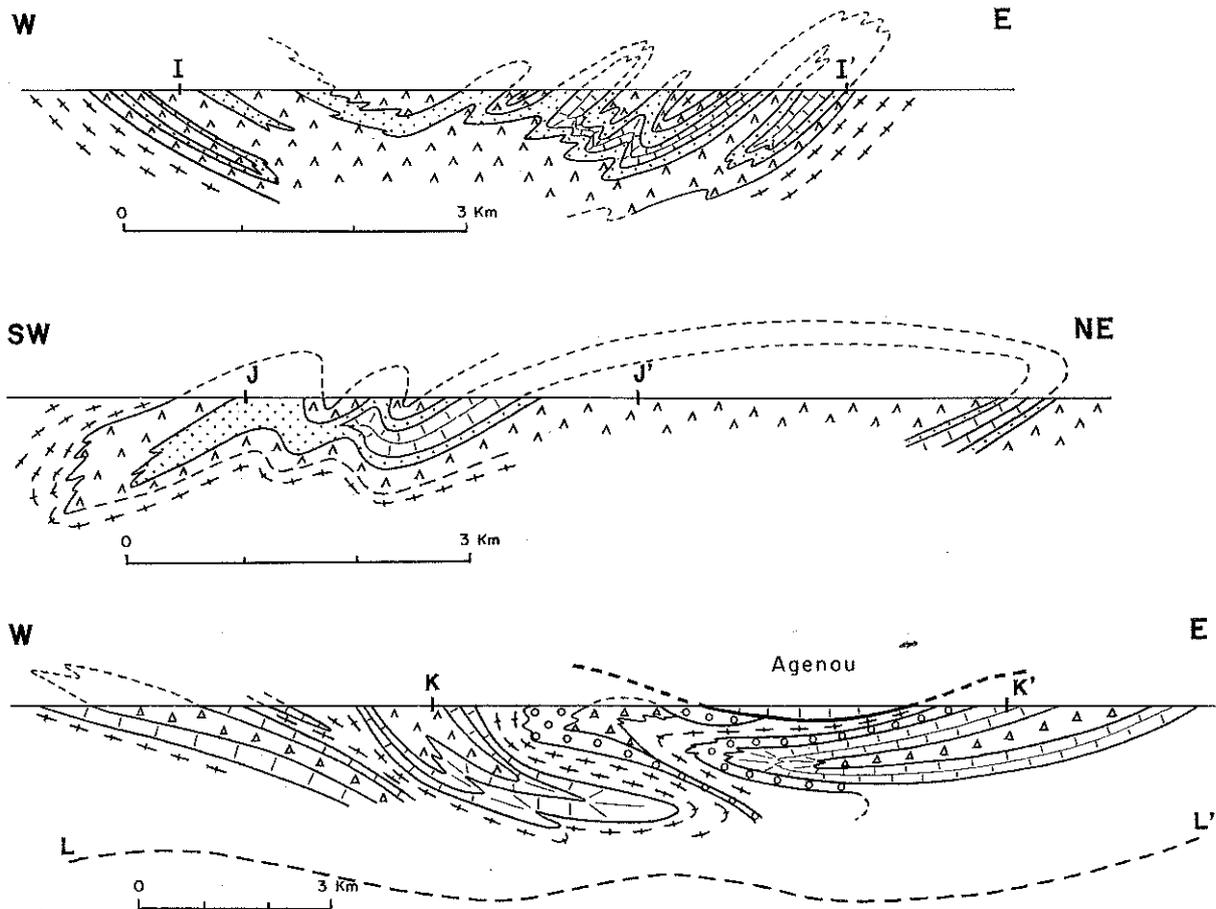


FIG. 6. — Coupes du bloc-diagramme (fig. 4).

Coupe II' : *style de la phase II*. Le cœur d'un grand pli P1 apparaît à l'Est, totalement repris par les plis P2. — Coupe JJ' : *style de la phase I*. L'interférence des deux phases produit des structures en dômes et en bassins : il n'est donc pas possible, même dans une coupe parallèle aux plis P2, d'éliminer totalement les effets de cette phase. La plongée de l'ensemble du pli au Nord-Est correspond à un surdéversement lié à P2 (voir

coupe A, fig. 4). — Coupe KK' et profil LL' : cette coupe se situe en bordure du « couloir pharusien ». Les plis P3 sont schématisés par le profil LL'. Ils ne se manifestent donc ici que par un gauchissement à grand rayon de courbure de l'édifice plissé ancien (phase I). La klippe d'Agénou est conservée à la faveur d'un ensoleillement dû à la phase III. Même légende que fig. 4.

dans d'autres massifs, on peut admettre que l'axe moyen des structures P1 devait être environ NW-SE. Cette direction peut être observée aussi à plus petite échelle dans des « îlots reliques » qui ont échappé aux déformations de la phase II mais, en règle générale, la linéation et la foliation liées à P2 ont détruit toutes les traces de plissement plus ancien. Seules les figures d'interférence de plis, conduisant à des « motifs cartographiques » complexes, soulignent l'existence de plis P1 (fig. 7) ⁷.

D) *Charriages cisailants*. Des contacts anormaux cisailants, à pendage faible, existent dans l'Aleksod. L'ampleur des « charriages » auxquels

ils correspondent est pour l'instant inconnue. Ces contacts anormaux qui recoupent les structures P1 et P2 et parfois P3, s'accompagnent d'une rétromorphose importante (localisée au contact lui-même) et semblent assez tardifs. Ils constituent un trait fondamental de la structure de l'Aleksod car ils peuvent se suivre sur de grandes distances.

CONCLUSIONS. — Grâce à l'étude structurale, on peut mettre en évidence dans le massif de l'Aleksod un certain nombre de faits :

7. Des structures de ce type ont été étudiées en grand détail en Écosse [Ramsay, 1962, 1963] et au Groenland [Berthelsen, 1960].

— l'existence d'une discordance « pharusienne » mettant en contact une série volcano-détritique, où, malgré un métamorphisme avancé (épidote-amphibolite faciès), la roche originelle est presque toujours reconnaissable, et un socle violemment plissé composé de gneiss et de séries diversifiées très métamorphiques (amphibolite faciès) ;

— l'importance de phases tectoniques tangentielles dans l'édification de la structure : deux phases successives de plis couchés ;

— l'existence d'une phase de plissement souple, à plans axiaux subverticaux liée au serrage du bassin pharusien de l'Arefsa et affectant de façon notable le socle « suggarien » voisin.

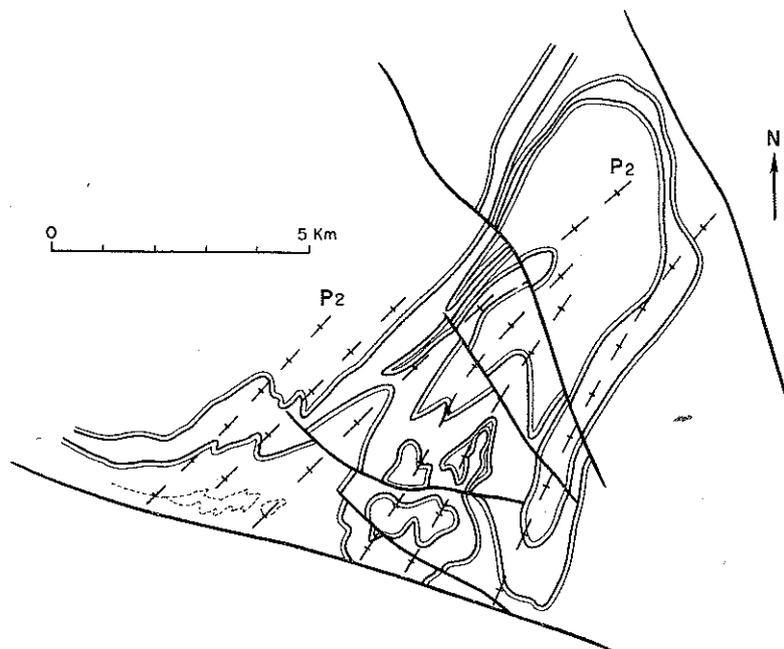


FIG. 7. — Ensemble In Asil-Ouadenki. Motif cartographique correspondant à la superposition des phases I et II.

Le trait double correspond au contact des amphibolites à grenat et pyroxène (trait fin) et des gneiss leucocrates à muscovite (trait épais). Superposition de plis couchés P2 à déversement

apparent Sud-Est sur une grande structure P1 à déversement apparent vers le Nord-Est.

Cette phase P3 produit les structures les plus visibles dans le paysage.

De nombreux problèmes restent à résoudre, en particulier :

— l'âge des deux phases de plis couchés et en particulier de la seconde qui présente beaucoup d'analogie avec la première phase isoclinale du bassin pharusien de Temasint (B. Guérangé) ;

— l'âge et la signification des charriages cisailants ;

— la distinction infrastructure-superstructure de M. Lelubre, que l'on peut traduire dans l'Aleksod par massifs gneissiques-séries d'Agenou Ouadenki, ne pourrait-elle correspondre à une relation socle-couverture ?

Bibliographie.

BERTHEISEN A. (1960). — Structural studies in the Pre-Cambrian of western Greenland. II : Geology of Tovqussap Nunà. *Medd. Grønland*, Bd 123 (1), 223 p., 84 fig., 4 cartes.

BLAISE J. (1966). — Sur la géologie du socle antécambrien dans le Hoggar oriental (Sahara central). *C. R. Ac. Sc.*, t. 262, p. 2125-2128.

— (1966). — Sur l'histoire des formations antécassi-

liennes du Tazat (Hoggar oriental, Sahara central). *Ibid.*, t. 263, p. 468-471.

DUPLAN L. (1959). — Les conditions de sédimentation de la série de l'Egéré dans l'Antécambrien du Hoggar (Sahara central). *Ibid.*, t. 249, p. 2359-2361.

— (1967). — La chaîne de l'Egéré. Thèse, Univ. Toulouse. Inédit.

- GROLIER J. et VIALON P. (1964). — La foliation des schistes cristallins. Étude de sa genèse à l'aide de quelques exemples. *B. S. G. F.*, (7), VI, p. 309-321.
- GUÉRANGÉ B. (1966). — L'Antécambrien de Temasint. Rapp. interne Bur. Rech. géol. et min. Inédit (Alg. 66. A.1).
- KILIAN C. (1932). — Sur des conglomérats précambriens du Sahara central. Le Suggarien et le Pharusien. *C. R. somm. S. G. F.*, p. 87.
- (1947). — Du Précambrien d'Afrique. *C. R. Ac. Sc.*, t. 224, p. 350.
- LELUBRE M. (1952). — Recherches sur la géologie de l'Ahaggar central et occidental (Sahara central). *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, 2^e sér., n° 22.
- (1961). — Les problèmes de la géologie de l'Antécambrien en Ahaggar. *B. S. G. F.*, (7), III, p. 133-142.
- MEHNERT K. R. (1957). — La pétrographie et la succession de la granitisation dans la Forêt-Noire. II. *Neues Jhrb. Min., Abh.*, Bd 90 (1), p. 39-90, 30 fig., 2 tabl. (trad. B. R. G. M., n° 4506).
- RAMSAY J. G. (1962). — Interference patterns produced by the superposition of folds of similar type. *Journ. Geol.*, vol. 70, p. 466-481.
- (1963). — Structure and metamorphism of the Moine and Lewisian rocks of the North West Caledonides. In «The British Caledonides», ed. M. R. W. JOHNSON and F. W. STEWART. Edinburgh, Oliver and Boyd Ltd.
- ROYER C. et ZUNDEL J. (1957). — Rapport de fin de mission B. R. M. A. Inédit.
- RUHLAND M. et JEANNETTE D. (1967). — Les structures en fuseaux : témoins de tectoniques superposées, île de Groix (France). In Étages tectoniques (Coll. Neuchâtel, avr. 1966), p. 269-278, 8 fig. Neuchâtel, la Baconnière édit.
- SORENSEN H. (édit.) (1961). — Symposium of migmatite nomenclature. *Rep. 21st Sess. intern. geol. Congr., Norden 1960*, part 26, p. 54-78.
- WINKLER G. F. (1965). — Die Genese der metamorphen Gesteine. Berlin-Heidelberg, Springer Verl. (trad. franç. par J. P. VON ELLER et H. WOLF. Gap, édit. Ophrys, 1966).