

NOUVELLES DONNÉES STRUCTURALES SUR LA BORDURE NORD ORIENTALE DU BASSIN DE L'AHNET (NORD-OUEST HOGGAR, ALGÉRIE). IMPLICATIONS DANS LA STRUCTURATION DES SÉRIES PALÉOZOÏQUES.

Mehdi Amine GUEMACHE*¹, Hamou DJELLIT*, Mohamed El Messaoud DERDER*,
Sofiane GHARBI* et Hayet YMMEL*.

RÉSUMÉ

Dans cette note on montre que la bordure nord orientale du bassin paléozoïque de l'Ahnet (au Nord-Ouest du Hoggar, Algérie) correspond à un accident majeur transpressif dextre actif au Paléozoïque supérieur. L'analyse des structures et des microstructures tectoniques associées à cet accident permet de dégager des jeux compressifs et décrochants dextres. La chronologie de ces deux composantes est discutée à travers deux modèles d'évolution possibles : (1) déviation anti-horaire du champ de contraintes, avec un raccourcissement orienté successivement est-ouest puis NE-SO; (2) déformation à double déversement de type structure en fleur positive au-dessus d'un décrochement de socle majeur, guidée par une compression NE-SO. Ce deuxième modèle paraît être le plus réaliste, puisqu'il est en accord avec l'ensemble des travaux antérieurs.

Mots clés - Bassin de l'Ahnet - Accident d'In Nahas - Analyse structurale - Décro-chevauchement-Modèles.

NEW STRUCTURAL DATA ON THE NORTH-EASTERN BOUNDARY OF THE AHNET BASIN (NORTH-WEST HOGGAR, ALGERIA). IMPLICATIONS ON THE STRUCTURATION OF THE PALAEOZOIC SERIES.

ABSTRACT

In this work, we show that the North-Eastern boundary of the Ahnet Paleozoic Basin (North-West Hoggar, Algeria) corresponds to a major dextral transpressive fault, active during the Upper Palaeozoic. The analysis of tectonic structures and microstructures associated with this fault allows characterizing compressive and dextral strike-slip components. The chronology of both components is discussed through two possible models of evolution: (1) counter clockwise deviation of the stress field, with successively East-West then NE-SW shortening; (2) Positive flower structure above a major shear zone, within a NE-SW shortening. The second model seems to be the most realistic, since it agrees with previous studies.

Keywords - Ahnet Basin - In Nahas fault - Structural analysis - Transpressive strike-slip fault - Models.

*Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG) : BP. 63, route de l'Observatoire, Bouzaréah 16340, Alger, Algérie.

¹Correspondant : m.guemache@craag.dz

- Manuscrit déposé le 22 Juillet 2007, accepté après révision le 11 Mars 2009.

1 - INTRODUCTION

Les bassins intracratoniques de la plate-forme saharienne (fig. 1), connus pour leurs gisements en hydrocarbures, montrent d'épaisses séries (localement jusqu'à 10 km) allant du Cambrien au Moscovien, plissées et recouvertes en discordance par les dépôts relativement peu déformés du Mésozoïque. Leur structure actuelle serait un héritage des plissements hercyniens (Beuf et *al.*, 1971; Conrad, 1981; Haddoum et *al.*, 2001), contrecoups des événements tectoniques ayant affecté à cette époque l'Europe et la Berberie au nord (Conrad, 1981; Haddoum et *al.*, 2001) et les Mauritanides – Appalaches à l'ouest (Haddoum et *al.*, 2001). Ainsi, est-il admis (Beuf et *al.*, 1971; Donzeau, 1972; Conrad, 1981; Haddoum et *al.*, 2001; Smith et *al.*, 2006) que leur structuration résulte de la réactivation hercynienne puis alpine, des grands accidents nord-sud décrits dans le socle sous-jacent (voir Caby, 1983). Ces accidents sont nés au cours de l'orogénèse panafricaine (850–520 Ma), lorsque le Bouclier Touareg s'est formé par l'amalgamation d'une vingtaine de terranes, suite à la convergence est-ouest entre le Craton Ouest Africain et le Métacraton Saharien (Black et *al.*, 1994; Liégeois et *al.*, 1994). Mais bien qu'invoqués par plusieurs travaux, les traces de ces rejeux restaient cartographiquement imprécises et leurs structures au sol le plus souvent méconnues et mal localisées. Des investigations effectuées à la limite nord-orientale du bassin de l'Ahnet, à l'aplomb de l'anomalie gravimétrique positive signalée par Takherist (1991), ont permis de mettre en évidence un accident transpressif dextre, matérialisé au sol par des structures ductiles-fragiles, encore non décrites à ce jour dans ces régions de la Plate-forme saharienne algérienne. A cet effet, on présente dans ce travail les premiers éléments de raisonnement, fondés sur l'analyse des données de terrain, sur le rôle de la réactivation varisque (*s.l.*) des accidents panafricains dans la structuration des bassins du Nord-Ouest du Hoggar.

2 - RAPPELS GÉOLOGIQUES

Au Nord-Ouest du Hoggar, les déformations des épaisses séries (5 à 6 km) paléozoïques des secteurs de l'Ahnet, du Mouydir et de l'Azzel-Matti (fig. 1) se marquent par quatre grands groupes de plis dont la répartition géographique et les directions axiales semblent dépendre à la fois du lieu, de la lithologie et des niveaux stratigraphiques affectés (Donzeau, 1972; Conrad, 1984). Ainsi, ont été reconnus dans les formations gréseuses tassiliennes (Cambro-Ordovicien à Dévonien inférieur), le long du môle d'Arak et à proximité de la fenêtre précambrienne du Bled el Mass : (a) des plis N160°, dissymétriques et déversés dans la première localité (môle d'Arak), symétriques ou dissymétriques à flancs raides dans la deuxième (Bled el Mass); (b) des plis orientés selon trois principales directions axiales (N000°, N020° à N030° et N150° à N160°), dissymétriques et allongés, communs aux deux zones. Entre ces deux secteurs, dans le bassin de l'Ahnet, les plis dans le Dévonien supérieur et le Carbonifère argileux sont orientés N020° et N160°, symétriques (droits en dômes et cuvettes) loin des grandes failles et asymétriques lorsqu'ils en sont proches. Cette asymétrie traduit l'amortissement dans la partie supérieure de la série paléozoïque des failles inverses qui affectent les niveaux cassants plus anciens (Conrad, 1984; Haddoum et *al.*, 2001).

Les plis du secteur de l'Ahnet avec leurs deux directions principales (N160° et N020°) sont liés à deux phases tectoniques distinctes non homoaxiales réactivant les accidents méridiens panafricains (BEICIP, 1972a; Donzeau, 1972; Smith et *al.*, 2006). La première dextre, post-namurien - anté-jurassique, donne naissance aux plis N160°. La seconde sénestre, fini-jurassique, leur surimpose sa direction au N020°, avec une intensité comparable (Smith et *al.*, 2006). Un troisième rejeu est invoqué par certains auteurs au Crétacé, pour justifier les déformations souples (plis N020°) décrites dans les formations datant de cette époque (voir Conrad, 1984).

NOUVELLES DONNÉES STRUCTURALES SUR LA BORDURE NORD ORIENTALE DU BASSIN DE L'AHNET
(NORD-OUEST HOGGAR, ALGÉRIE). IMPLICATIONS DANS LA STRUCTURATION DES SÉRIES PALÉOZOÏQUES.

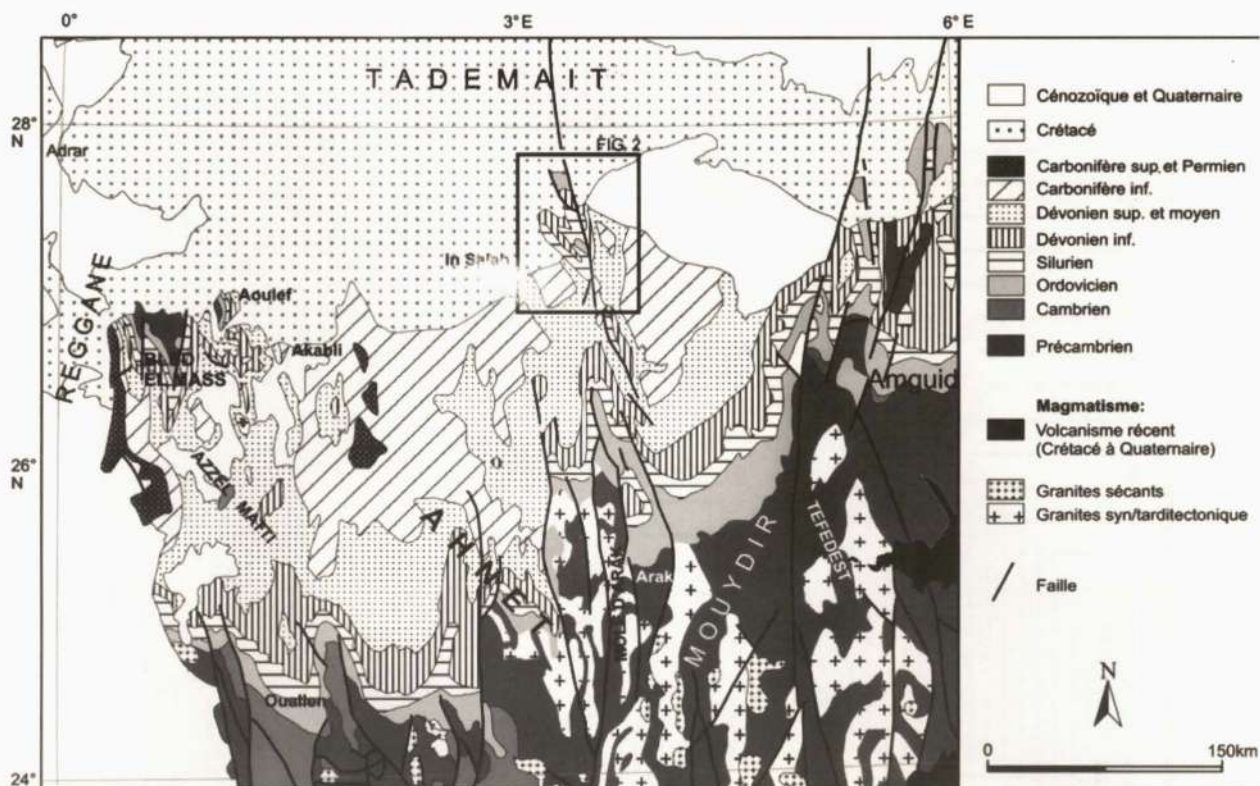


Fig. 1 - Carte géologique des bassins paléozoïques de l'Ahnet – Mouydir, avec situation du secteur d'étude (extraite de la Carte Géologique du Nord-Ouest de l'Afrique, éd. SNED, Alger, 1978).

Geological map of the Ahnet - Mouydir Palaeozoic Basins, with location of the study area (from the Geological Map of the North-West Africa, ed. SNED, Algiers, 1978).

3 - L'ACCIDENT TRANSPRESSIF DEXTRE DE LA BORDURE NORD-ORIENTALE DE L'AHNET

3.1. Localisation

L'accident est situé sur la bordure orientale du môle d'Arak, lequel sépare le bassin de l'Ahnet à l'est du bassin du Mouydir à l'ouest (Beuf *et al.*, 1971) (fig. 1). Orienté grossièrement nord-sud (fig. 2), non linéaire (tracé cartographique sinueux), il constitue un élément structural majeur de la région et se poursuit sur une longueur de 130 km environ, dans tout le Paléozoïque affleurant pour s'enfouir ensuite, au nord, sous les dépôts discordants du Mésozoïque, débutant dans ce secteur par le Crétacé. Dans la région d'In Nahas, au sud de Tamesguidat

(fig. 2), où nous l'avons analysé, il s'agit, comme nous le verrons plus loin, d'un décrochement transpressif dextre à caractère chevauchant vers l'est. Il est bien marqué dans la couverture paléozoïque et ne s'aligne pas avec les grandes failles méridiennes panafricaines affectant le socle sous-jacent. Il est en effet décalé d'environ 10 km vers l'est par rapport à la faille d'Arak (fig. 2). Plus au sud, à hauteur de la terminaison nord du djebel Idjerane (fig. 2), le décrochement transpressif étudié, que nous désignerons ici par accident d'In Nahas, rejoint la faille d'Arak (BEICIP, 1972a). Dans ce secteur, il est présenté comme un décrochement majeur accompagné parfois de plis déversés vers l'ouest, tel l'anticlinal du djebel Idjerane (Donzeau, 1972; Haddoum *et al.*, 2001).

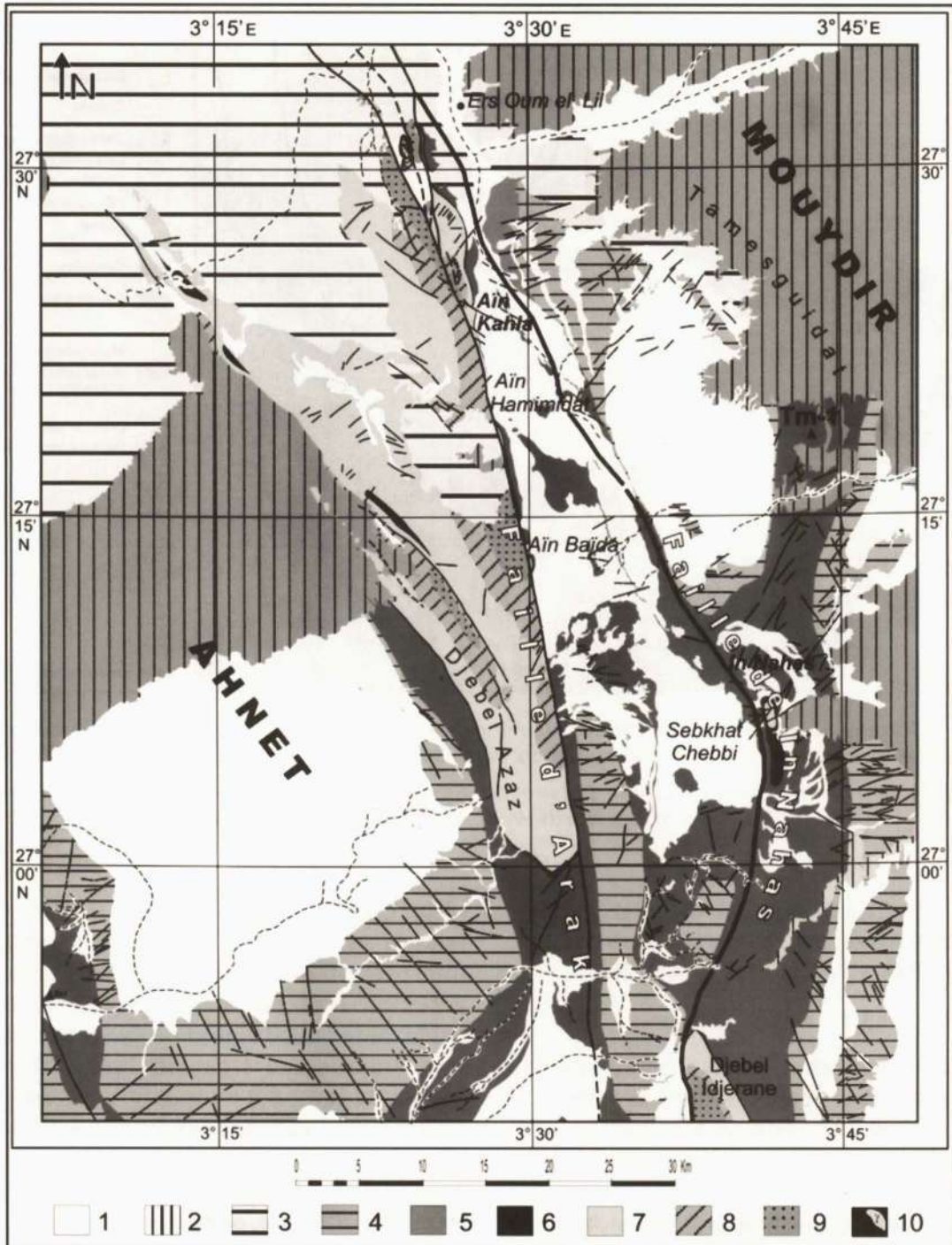


Fig. 2 - Carte géologique de la région d'étude (modifiée et complétée d'après la carte géologique de Ers Oum El Lil au 1/200.000^e; BEICIP, 1972b).

Geological map of the study area (modified and completed from the geological map of the Ers Oum El Lil on 1/200 000 scale; BEICIP, 1972b).

3.2 - Microstructures et cinématique de la déformation

Au sol, l'accident d'In Nahas est matérialisé par une bande de déformation totalisant 100 m de largeur. Parmi les terrains déformés engagés dans la zone de cisaillement, on reconnaît clairement des faciès lithologiques du Frasnien (argiles et grès silteux), du Famennien (pélites, argiles, grès et calcaires) et localement des grès du Strunien. Les structures illustrant son activité sont : (a) une schistosité de pression/solution d'orientation N160° à fort plongement (70°) vers l'ouest, plan axial de plis nord-sud déversés vers l'est, bien marqué dans les niveaux tendres argilo-silteux et pélitiques; (b) des phénomènes de lenticulation sigmoïde et/ou boudinage dans les couches dures gréseuses; (c) des cisaillements plats tardifs sur la schistosité générale organisés localement en schistosité de type strain-slip-cleavage; (d) des plis à axes verticaux ou fortement plongeant vers le nord.

La répartition spatiale de la déformation obéit à un gradient d'intensité de plus en plus fort à mesure que l'on se rapproche de la zone de cisaillement. Ainsi, on reconnaît de part et d'autre de celle-ci (fig. 2) : (1) un compartiment structural ouest, caractérisé par des plis d'amplitude kilométrique évoluant progressivement, à l'approche de la bande de déformation maximale, vers des plis hectométriques puis décimétriques, pour ensuite finir en plis métriques synschisteux dans la zone de cisaillement; (2) un compartiment structural est où, en plus des plis organisés de la même manière que précédemment, on observe des failles inverses en rampes et paliers, un réseau de décrochements conjugués (NE-SO dextres et NO-SE sénestres) et localement des recouvrements anormaux (décollements).

En l'absence de marqueurs linéaires (linéation d'étirement) de la déformation, permettant une analyse des mouvements en section XZ classique, la cinématique déduite à partir des éléments structuraux qui suivent, a été effectuée dans

la section perpendiculaire, d'une part, aux axes de plis (axe b) congénères de l'activité de l'accident et, d'autre part, à la schistosité générale.

3.2.1. Le caractère décrochant de l'accident

Le jeu en décrochement dextre de l'accident d'In Nahas est lisible le long de la bande de déformation le matérialisant au sol, depuis la localité de Aïn Kahla au nord jusqu'à la terminaison septentrionale du Djebel Idjerane au sud. Au lieu où la piste In Salah - Amguid l'intercepte (fig. 1), il se marque par : (1) des structures S/C (Berthé et *al.*, 1979) (fig. 3a) où les plans C, synthétiques, disposés à 20° - 30° par rapport à la schistosité générale N160° à N180°-70°OSO caractérisent une déformation non coaxiale dextre; (2) des lenticulations sigmoïdes (fig. 3b), obtenues à partir des nodules synsédimentaires ferrugineux (septarias) connus dans les dépôts du Frasnien. D'aspect ovoïde, ces structures sédimentaires acquièrent dans la zone de déformation maximale des formes allongées, sigmoïdes, disposant leurs grands axes conformément aux plans C précédents; (3) des plis à axes verticaux (fig. 3c) dont la géométrie (plis à flanc long/flanc court à regard nord, dessinant un « Z ») et la disposition (axes verticaux) traduisent un cisaillement dextre le long de la bande de déformation matérialisant l'accident au sol; (4) localement, le jeu en décrochement dextre s'accompagne de plis en échelon, disposés obliquement sur la trace matérialisant au sol l'accident. Bien visibles sur la bordure est du compartiment structural occidental, au sud de la Sebkhath Chebbi (fig. 2), ces plis reprennent selon une direction N140° à N150°, les plis méridiens au N160° à N180° d'extension régionale (*cf. infra*). En somme, les plis N160° à N180° sont antérieurs au jeu en décrochement; lorsqu'ils sont repris dans l'accident, leurs axes dessinent des « S » tronqués à leurs extrémités par un cisaillement dextre, conforme à celui déduit de l'ensemble des structures précédentes.

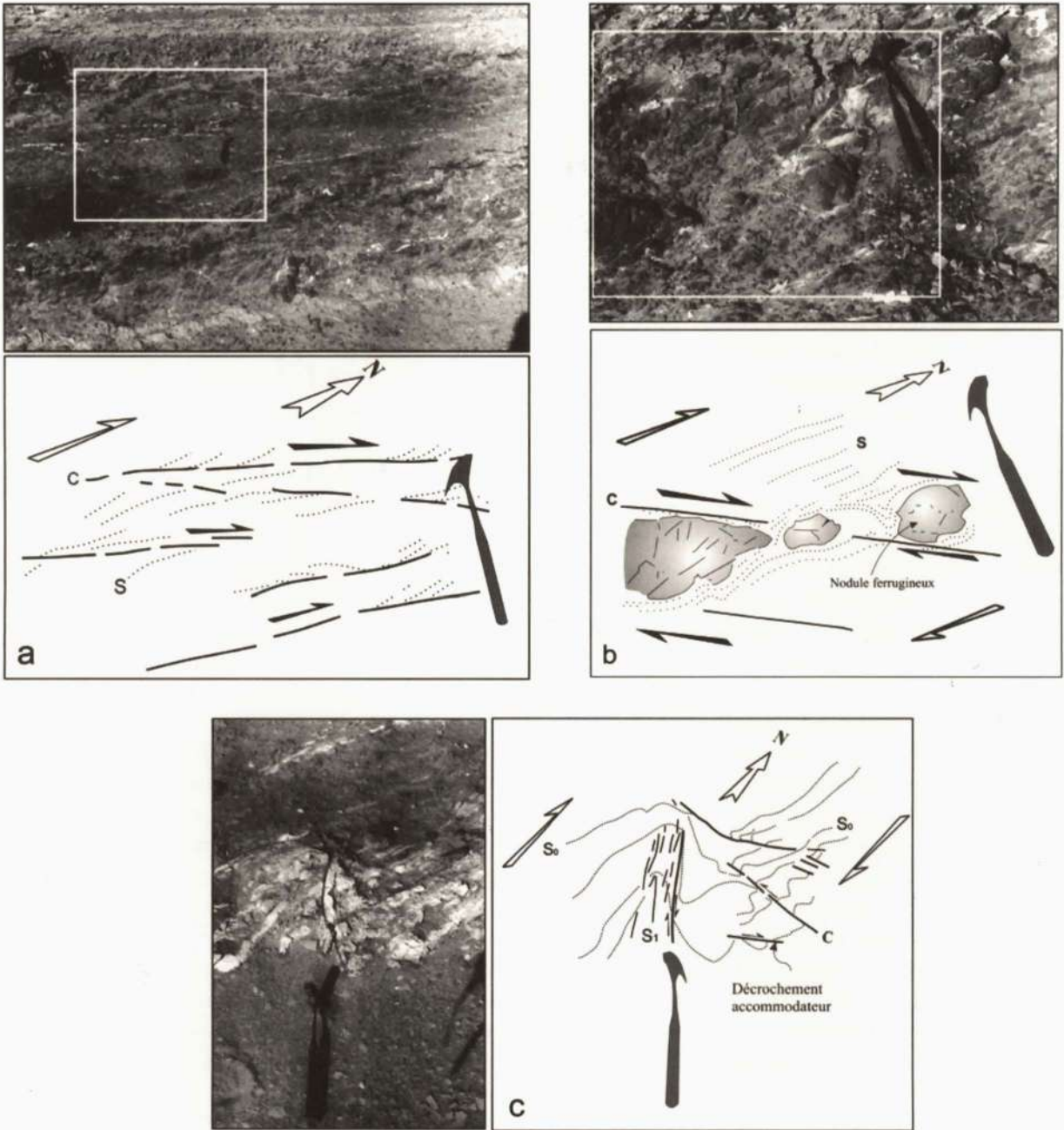


Fig. 3 - Les structures indiquant le jeu décrochant dextre de l'accident d'In Nahas.

The structures indicating the right-lateral shear of the In Nahas Fault.

(a) Les relations géométriques entre la schistosité générale S orientée nord-sud et les cisaillements dextres C (**Geometrical relationship between the N-S-trending cleavages S and the shear planes C**).

(b) Allure sigmoïde d'objets anté-tectoniques (ici des nodules ferrugineux) indiquant un jeu dextre (**Sigmoid style of ante-tectonic objects (here ferruginous nodules) indicating a right-lateral shear**).

(c) Les plis à axes verticaux dont la forme en Z indique un cisaillement dextre (**Fold with vertical axis whose Z shape indicates a right-lateral shear**).

3.2.2 - *Le caractère chevauchant de l'accident*

Dans le même secteur où ont été observées les structures témoignant de la composante en décrochement dextre de l'accident d'In Nahas, d'autres structures expriment également des déformations compressives dont l'organisation d'ensemble (répartition spatiale et géométrie) traduit des transports en chevauchement vers l'est. Il s'agit de (fig. 4) :

1. Plis synschisteux à axes horizontaux nord-sud (fig. 4a) : Ce sont des plis à flancs longs/flancs courts et anisopaques, puisque épaissis aux charnières (notamment les replis centimétriques de second ordre). Leurs flancs courts à regard est sont fortement redressés, voire localement franchement déversés vers l'est. D'amplitude variable, de plus en plus petits de l'extérieur vers l'intérieur de la bande de déformation maximale, ils évoluent loin de l'accident en plis droits ouverts (de plus grande amplitude) à flancs longs/flancs courts d'orientation générale N160° à N180°, dissymétriques, droits et/ou déjetés, déjà décrits par Donzeau (1972). Ils s'accompagnent par ailleurs de replis centimétriques déversés, voire couchés vers l'est (fig. 4a). Ils sont orientés (fig. 2) de façon homogène (N160° à N180°) lorsqu'ils sont suffisamment éloignés de l'accident, et deviennent à axe courbe (exemple l'anticlinal d'In Nahas et son prolongement au sud) ou franchement plissés selon une direction au N140° à proximité de celui-ci (par exemple la suite des plis longeant l'accident dans le compartiment ouest, à la limite orientale et au Sud de la Sebkhath Chebbi signalés plus haut). Les zones où les axes de ces plis sont perturbés correspondent dans le premier cas (axe courbe) à la bordure occidentale du compartiment est et dans le deuxième cas à la bordure orientale du compartiment ouest. Les plis à axes courbes peuvent s'expliquer par un écrasement inhomogène au front du compartiment structural ouest, comme en témoigne le taux d'aplatissement de plus en plus marqué, illustré par la

réduction de leur amplitude à l'approche de l'accident. Leur courbure, acquise dans les derniers stades de la déformation, traduit une accommodation de la matière sous l'action d'une composante compressive normale à leur axe. Les plis N140° à N150° résulteraient de l'activité de la composante décrochante dextre. En somme, l'organisation de ces plis suggère un mouvement le long du décrochement transpressif dextre décomposable en deux stades : stade 1 : écrasement sensiblement est-ouest à OSO-ENE, avec plissement N180° à N160° et schistosité de plan axial; stade 2 : situation de blocage et/ou déviation du champ de contraintes sur des structures anciennes et cisaillement décrochant sensiblement nord-sud.

2. Cisaillements plats et schistosité de *strain-slip-cleavage* à caractère tardif : de nombreux plans de cisaillement tronçonnent les plis décrits précédemment. Orientés dans leur ensemble sensiblement nord-sud, subhorizontaux ou inclinés tantôt vers l'ouest tantôt vers l'est, ces plans découpent les plis en panneaux empilés les uns sur les autres. Les microcrochons, affectant les strates et/ou la schistosité générale, illustrent des transports vers l'est. D'autre part, localement, dans la bande déformée, on observe une schistosité de fracture de type *strain-slip-clivage*. Celle-ci s'exprime par des plans subhorizontaux, visibles surtout sur les flancs courts fortement redressés, déjetés ou déversés à regard est, des plis précédents. Ces plans crochètent les couches et la schistosité générale conformément à des cisaillements, à valeur de microfailles inverses, à vergence est.

3. Failles inverses (fig. 4c) : Dans le compartiment est, la propagation de la déformation compressive s'exprime par les failles inverses et les décrochements conjugués signalés plus haut. Les deux plus importantes failles inverses en rampes et paliers s'observent : la première sur le flanc est de l'anticlinal de Tamesguidat, là où a été implanté le forage pétrolier Tm1 (fig. 2);

la seconde, à une centaine de mètres au nord-est de la terminaison périclinale nord de l'anticlinal d'In Nahas. Il s'agit dans les deux cas de failles d'une quinzaine de mètres de long composées de segments plats (paliers) et de segments inclinés (rampes), orientés N160° à N180° et plongeant de 60° vers l'ouest. A l'aplomb des segments inclinés, on observe des crochons dont la géométrie est typique des anticlinaux de rampes classiques dans ce genre de structures. Ces failles s'expriment bien dans les niveaux inférieurs de la série affectée. Elles s'estompent progressivement dans les niveaux supérieurs, tout en s'aplatissant pour finir, sur les segments plats (paliers) par emprunter les interfaces lithologiques soulignées par les horizons plastiques argileux. Les niveaux compétents gréseux sont sectionnés suivant des cisaillements inverses à vergence est, compatibles avec les crochons, ou anticlinaux de rampes, qui accompagnent à plus grande échelle les failles inverses.

La non-émergence en surface de ces cisaillements en plats et rampes témoigne vraisemblablement d'une propagation de la déformation, absorbée sous forme de transports (limités ?) le long des interfaces bancs compétents/bancs incompétents argileux. Somme toute, il s'agirait de décollements – dont l'ampleur reste à déterminer – de type tégumentaire, accompagnés de «voitures» anticlinales. Par leur organisation, ces plis et les failles inverses qui les tronquent rappellent les plis de propagation au sens de Boyer et Elliot (1982), ou «anticlinal stack». Ils

accommodent le transport cumulé sur les plats et les rampes tout en développant un dressant en flanc déjeté ou déversé vers l'est.

4. Décrochements accommodateurs : il s'agit d'un réseau de failles conjuguées à plongement fort, parfois vertical (NE-SO dextres et NO-SE sénestres), compatible avec une compression horizontale et sensiblement est-ouest (fig. 4d), identique à la direction dégagée à partir des structures compressives décrite auparavant. Matérialisés au sol par des miroirs à stries horizontales dans les niveaux compétents, ces décrochements sont très bien exprimés dans le compartiment est, mais absents ou très discrets dans le compartiment ouest, où la déformation est surtout dominée par les structures souples à grands rayon de courbure.

4 - DISCUSSION

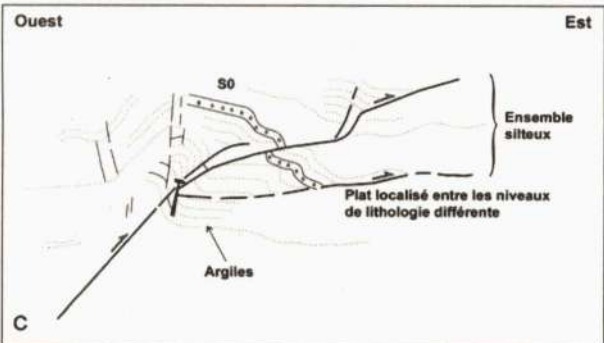
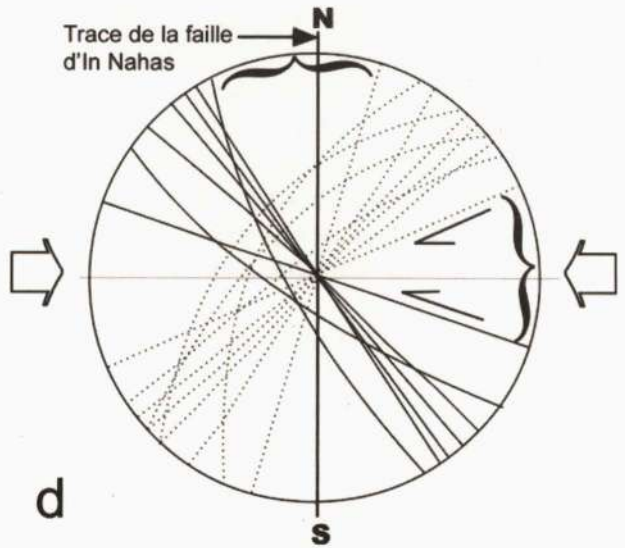
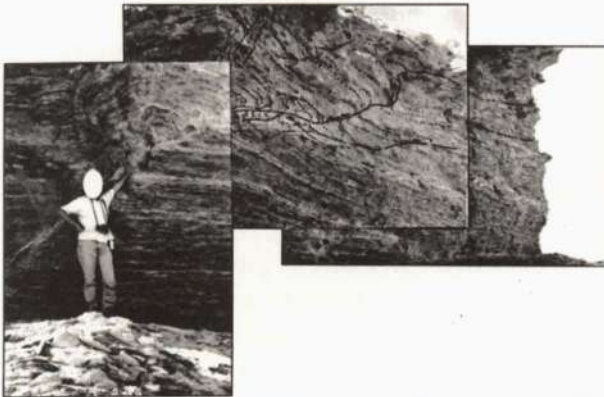
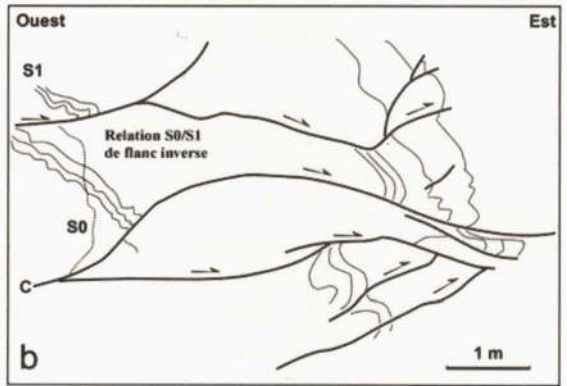
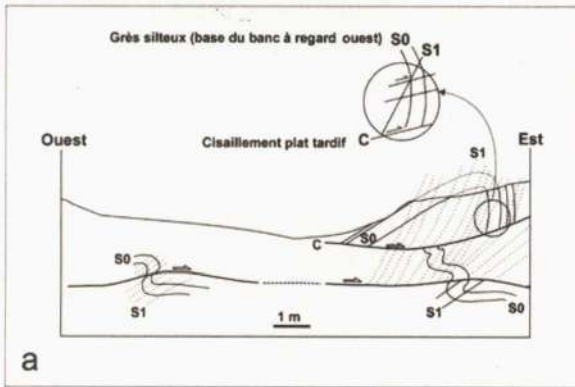
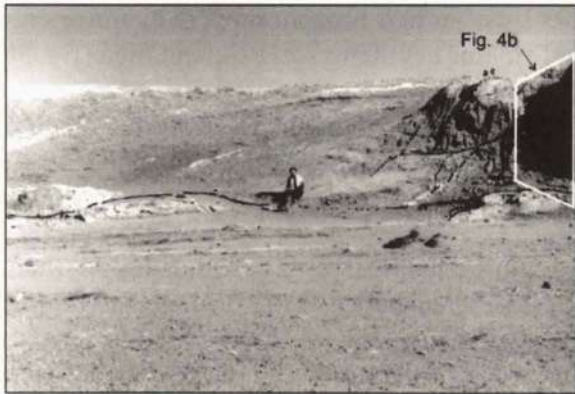
Par ses structures ductiles (ou à la limite du ductile/fragile), souples et fragiles et par sa situation au-dessus de l'anomalie gravimétrique positive signalée par Takherist (1991), l'accident d'In Nahas constitue un élément structural majeur dans le secteur étudié, contrairement aux données anciennes qui attribuaient un rôle prépondérant uniquement à la faille d'Arak, visible plus à l'ouest (Beuf et *al.*, 1971). Cet accident est par ailleurs disposé le long de la bordure orientale du môle d'Arak, réputé pour être une zone mobile durant le Paléozoïque (Beuf et *al.*, 1971; BEICIP, 1972a; Haddoum et *al.*, 2001).

Fig. 4 - Les structures décrivant le caractère chevauchant à vergence est de l'accident d'In Nahas.

The structures describing the east-verging thrusting motion of the In Nahas fault.

(a) Pli synschisteux avec replis de flanc (relation S_0/S_1 de flanc inverse) (*Syn-schistose folds with refoldings of limb (S_0/S_1 , relation of reverse limb)*). (b) les cisaillements plats tardifs (*the late flat shearings*). (c) Faille inverse en rampes et paliers (*Reverse fault with ramps and flats*). (d) projection stéréographique à aires égales en hémisphère inférieur des décrochements accommodateurs NE-SO dextres et NO-SE sénestres, permettant de déduire une direction de raccourcissement est-ouest (flèches blanches). La trace de la faille nord-sud d'In Nahas est signalée (*Equal-area projection on lower hemisphere of the accommodating strike-slip faults, indicating an East-West shortening (white arrows). The N-S In Nahas fault trace is indicated*).

NOUVELLES DONNÉES STRUCTURALES SUR LA BORDURE NORD ORIENTALE DU BASSIN DE L'AHNET (NORD-OUEST HOGGAR, ALGÉRIE). IMPLICATIONS DANS LA STRUCTURATION DES SÉRIES PALÉOZOÏQUES.



L'analyse des marqueurs de la déformation congénère permet de constater que les structures souples et fragiles qui lui sont associées, malgré leurs différences de styles, leur distribution et leur organisation inhomogène, répartie en secteurs définissant des zones très déformées et d'autres qui le sont moins, peuvent s'inscrire dans une seule phase de déformation qui s'explique par deux modèles :

1. Déviation anti-horaire du champ de contraintes sur des structures préexistantes, d'un raccourcissement est-ouest générateur des plis méridiens précoces vers un raccourcissement NE-SO responsable des structures de la composante cisailante dextre. En effet, l'organisation et la géométrie des structures liées à la composante compressive (déversement des plis N160° à N180° et la courbure des axes de certains d'entre eux, les décollements locaux, les failles inverses et les décrochements accommodateurs) suggèrent qu'elles sont congénères d'une déformation continue progressive qui s'est amorcée par un écrasement est-ouest pour ensuite évoluer vers un raccourcissement NE-SO, responsable du régime décrochant dextre et des perturbations des axes de plis ébauchés dans les stades précoces. Dans ce cas, les structures du compartiment est (failles inverses accompagnés de «voissures» d'antiformes ou plis à flancs longs/flancs courts redressés) exprimeraient des duplèxes en liaison avec des chevauchements tégumentaires à vergence est. L'accident d'In Nahas représenterait l'émergence d'un de ces chevauchements (fig. 5a).

2. Déformation à double déversement de type structure en fleur positive (Richard et Cobbold, 1989) par accommodation de la couverture paléozoïque à l'aplomb d'un décrochement transpressif dextre profond enraciné dans le socle sous-jacent, commandée par un serrage NE-SO. Dans cette hypothèse, les doubles déversements observés, vers l'ouest sur le Djebel Idjerrane (Donzeau, 1972; Haddoum et al., 2001) et

vers l'est un peu plus au nord dans notre étude sur le même accident, s'expliquent bien (fig. 5b).

Ce deuxième modèle est manifestement le plus en accord avec les travaux antérieurs qui se sont intéressés au Hoggar et aux bassins paléozoïques qui le bordent, dont ceux de l'Ahnet et du Mouydir, dans l'histoire desquels les décrochements lithosphériques subméridiens ont toujours joué un rôle majeur dans la structuration des séries observées à l'affleurement, en particulier celles du Paléozoïque. Toutefois, le premier modèle présente une vision originale sur la tectonique finipaléozoïque, qui devrait être prise en compte dans les études géologiques et géophysiques futures.

Les déformations décrites dans ce travail seraient intervenues, en accord avec les résultats des études précédentes (Beuf et al., 1971; BEICIP, 1972a; Donzeau, 1972; Donzeau et al., 1981; Conrad, 1981; Haddoum et al., 2001; Smith et al., 2006) à l'Hercynien (Paléozoïque supérieur), entre le Dévonien supérieur et le Permien. En effet, dans les bassins de l'Ahnet, du Mouydir et de Reggane, les terrains les plus anciens recouvrant en discordance les séries déformées du Paléozoïque supérieur sont ceux du Jurassique, composés de dépôts continentaux et de dolérites (Reggane) associées à l'ouverture de l'Atlantique central à environ 200 Ma (Logan et Duddy, 1998).

Placées dans un cadre régional, les déformations décrites ici expriment les contrecoups en domaine intracontinental de la collision est-ouest entre les continents Laurussia et Gondwana qui a produit la chaîne hercynienne des Mauritanides-Appalaches dès la fin du Dévonien et durant le Carbonifère - Permien et provoqué les mouvements polyphasés dans la région de l'Ougarta entre le Carbonifère et le Permien (Donzeau et al., 1981; Villeneuve et al., 1991; Ziegler et al., 1995). Le rift NO-SE de l'Ougarta, formé entre le Cambrien et le Dévonien, a subi une inversion tectonique entre la fin du Carbonifère et le début du Permien suivant un raccourcissement NE-SO

NOUVELLES DONNÉES STRUCTURALES SUR LA BORDURE NORD ORIENTALE DU BASSIN DE L'AHNET
(NORD-OUEST HOGGAR, ALGÉRIE). IMPLICATIONS DANS LA STRUCTURATION DES SÉRIES PALÉOZOÏQUES.

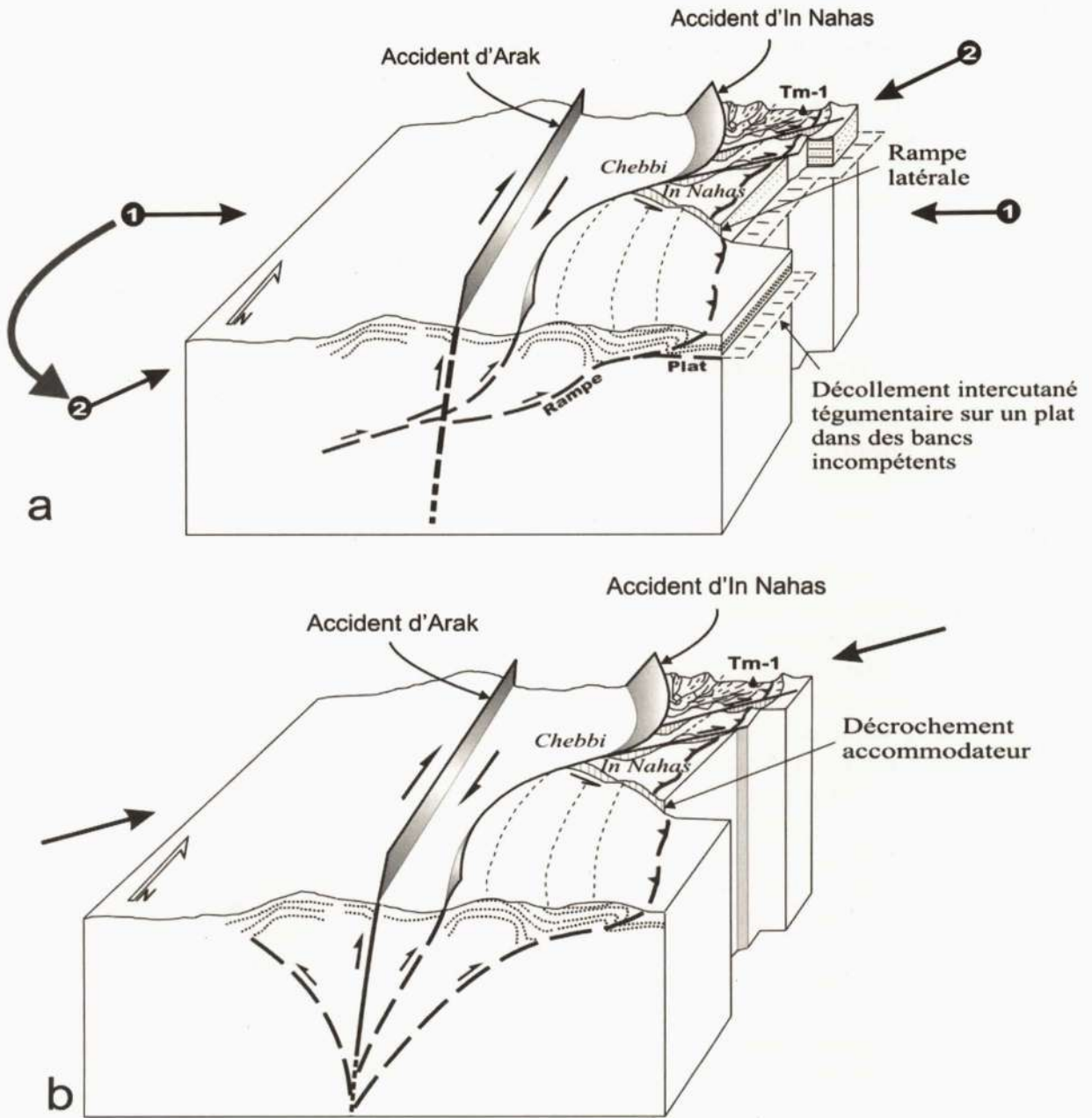


Fig. 5 - Blocs diagrammes représentant les deux modèles envisagés.

Representative 3D view schematising both considered models

(a) le modèle de déviation du champ de contraintes sur des structures préexistantes, d'un raccourcissement est-ouest (1) vers un raccourcissement NE-SO (2) (*the pattern of stress field deviation on pre-existing structures, from an E-W shortening (1) to a NE-SW shortening (2)*). (b) le modèle de structure en fleur, avec des accidents qui divergent vers le sommet, admettant localement une composante tangentielle superficielle, avec des structures chevauchantes en rampes et paliers (*the pattern of flower structure, with faults diverging towards the top, which might include locally a tangential component, with thrusting structures as ramps and flats*).

(Fabre, 1976; Ziegler et al., 1995). Ce raccourcissement explique, dans chacun des deux modèles proposés, les mouvements décrochants dextres le long de l'accident d'In Nahas. En considérant le premier modèle (déviations anti-horaires du champ de contraintes), le serrage précoce, d'orientation est-ouest, exprimerait les premiers effets lointains de la collision est-ouest qui a formé la chaîne des Mauritanides – Appalaches au cours du Dévonien supérieur – Carbonifère.

5 - CONCLUSION

L'accident d'In Nahas montre un tracé cartographique non-linéaire, des structures souples à axes tordus et/ou franchement sectionnés. Il possède une géométrie vraisemblablement complexe. Sollicité (ou réactivé, s'il s'agit d'une ancienne faille de socle) en mode de déformation continue, il constitue par sa géométrie un élément déterminant sur l'organisation et la distribution des structures visibles dans les séries paléozoïques. Il permet en outre de rattacher la distribution des grands groupes de plis et la perturbation locale de leurs directions axiales, constatées déjà par Donzeau (1972), à deux décrochements transpressifs dextres majeurs. Le premier se situe, grâce aux données présentées dans ce travail, sur la bordure orientale du bassin de l'Ahnet ; le second dans la zone très déformée de l'Azzel Matti, sur la bordure occidentale du bassin de l'Ahnet. Entre ces deux secteurs clés, les autres structures, avec leurs directions relativement homogènes (nord-sud), exprimeraient l'accommodation d'une couverture sur un socle découpé en panneaux mobiles grâce, notamment, aux deux décrochements majeurs transpressifs dextres susmentionnés.

Remerciements : Ce travail entre dans le cadre du Programme National de Recherche N°04/04/13/99. Les auteurs tiennent à remercier Madame Le Professeur K. Ouzegane (FSTGAT/USTHB, Alger) et le Professeur T. Aïfa (Université de Rennes, France) pour leur révision détaillée et leurs conseils avisés pour l'amélioration de ce travail, ainsi que les autorités militaires et civiles de la ville d'In Salah pour leur aide précieuse sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- BEICIP, 1972a.** Étude géologique et levés cartographiques au 1/200 000^e de l'Ahnet – Mouydir (Sahara Central). *Rapport interne Sonatrach*.
- BEICIP, 1972b.** Carte Géologique de l'Algérie au 1/200 000^e, feuille d'Ers Oum el Lil. *Service de la Carte Géologique de l'Algérie, Alger*.
- BEUF, S., BIJU-DUVAL, B., DE CHARPAL, O., ROGNON, P., GARIEL, O. ET BENNACEF, A. 1971.** Les grès du Paléozoïque inférieur au Sahara. Sédimentation et discontinuités. Evolution structurale d'un craton. *Ed. Technip, Paris*, 464 p.
- BERTHÉ, D., CHOUKROUNE, P. AND JEGOUZO, P. 1979.** Orthogneiss, mylonite and non coaxial deformation of granites: the example of the South Armorican shear zone. *J. Struct. Geol.*, 1, pp. 31-42.
- BLACK, R., LATOCHE, L., LIÉGEAIS, J.P., CABY, R. AND BERTRAND, J.M. 1994.** Pan-African displaced terranes in the Tuareg shield (central Sahara). *Geology*, 22, pp. 641-644.
- BOYER, S.E AND ELLIOT, D. 1982.** Thrust systems. The *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. V.66, N° 9, pp.1196-1230.
- CABY, R. 1983.** La chaîne pharusienne dans le Nord-Ouest de l'Ahaggar (Sahara Central, Algérie); sa place dans l'orogénèse du Précambrien supérieur en Afrique. *Service de la Carte Géologique de l'Algérie, Alger*, 290p., 329 fig.
- CONRAD, M. 1981.** La part des déformations post-hercyniennes et de la néotectonique dans la structuration du Sahara central algérien, un domaine relativement mobile de la plate-forme africaine. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 292, II, pp. 1058-1056.
- CONRAD, M. 1984.** Du craton vers sa marge : évolution sédimentaire et structurale des bassins Ahnet – Timimoun. *B.S.G.F.* 1984 (7), t. XXVI, 6, pp. 987-994.
- DONZEAU, M. 1972.** Les déformations hercyniennes dans le Paléozoïque des monts d'Ougarta (Sahara occidental algérien). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 274, pp. 3519-3522.

NOUVELLES DONNÉES STRUCTURALES SUR LA BORDURE NORD ORIENTALE DU BASSIN DE L'AHNET
(NORD-OUEST HOGGAR, ALGÉRIE). IMPLICATIONS DANS LA STRUCTURATION DES SÉRIES PALÉOZOÏQUES.

- DONZEAU, M., FABRE, J. ET MOUSSINE-POUCHKINE, A. 1981.** Comportement de la dalle saharienne et orogénèse varisque. Essai d'interprétation. *Bull. soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Alger*, 69, 3-4, pp. 137-172.
- FABRE, J. 1976.** Introduction à la Géologie Du Sahara Algérien et Des Régions Voisines. *Société Nati. d'Edit (SNED), Alger*, 422 p.
- HADDOUM, H., GUIRAUD, R. AND MOUSSINE-POUCHKINE, A., 2001.** Hercynian compressional deformations of the Ahnet-Mouydir Basin, Algerian Saharan platform: far-field stress effects of the Late Palaeozoic orogeny. *Terra Nova* 13,3, pp. 220-226.
- LIÉGEOIS, J.P., BLACK, R., NAVEZ, J. AND LATOUCHE, L. 1994.** Early and late Pan-African orogenies in the Air assembly of terranes (Tuareg shield, Niger). *Precambrian Research*, 67, pp. 59-88.
- LOGAN, P. AND DUDDY, I. 1998.** An investigation of the thermal history of the Ahnet and Reggane Basins, Central Algeria, and the consequences for hydrocarbon generation and accumulation. In: *Petroleum Geology of North Africa* (D. S. McGregor, R. T. J. Moody and D. D. Clark-Lowes, eds). *Geol. Soc. London, spec. publ.*, 132, pp. 131-155.
- RICHARD, P. ET COBBOLD, P. 1989.** Structures en fleur positives et décrochements crustaux: modélisation analogique et interprétation mécanique. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 308, n° 6, pp. 553-560.
- SMITH, B., DERDER, M. E. M., HENRY, B., BAYOU, B., YELLES, A. K., DJELLIT, H., AMENNA, M., GARCES, M., BEAMUD, E., CALLOT, J. P., ESCHARD, R., CHAMBERS, A., AÏFA, T., AIT OUALI, R. AND GANDRICHE H. 2006.** Relative importance of the Hercynian and post-Jurassic tectonic phases in the Saharan Platform: a palaeomagnetic study of Jurassic sills in the Reggane Basin (Algeria). *Geophysical Journal International* 167 (1), pp. 380-396. DOI:10.1111/j.1365-246X.2006.03105.x
- TAKHERIST, D. 1991.** Structure crustale, subsidence mésozoïque et flux de chaleur dans les bassins nord-sahariens (Algérie) : apport de la gravimétrie et des données de puits. *Pdh Thesis, univ. Montpellier*, 236 p.
- VILLENEUVE, M., BASSOT, J.P., ROBINEAU, B., DALLMEYER, R.D. AND PONSARD, J.F. 1991.** The Bassaride Orogen. In: *The West African Orogens and Circum-Atlantic Correlatives* (R. D. Dallmeyer and J. P. Lécorché, eds), pp. 151-185.
- ZIEGLER, P.A., CLOETINGH, S. AND VAN WEES, J.D., 1995.** Dynamics of intraplate compressional deformation. *Tectonophysics*, 252, pp. 7-59.