

## **Modalités de fonctionnement d'une synéclyse saharienne : l'exemple du bassin intracratonique d'Illizi (S.E algérien) au Carbonifère**

Ahmed NEDJARI\*\*\*, Arezki AMRANE\* et Farid AMROUCHE\*

\* Université des Sciences de la Technologie Houari Boumediène,  
B.P. 32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger - Algérie

\*\* URG Unité de Recherche en Géologie, 2 Rue Didouche Mourad Alger - Algérie

**Résumé :** Au cours du Paléozoïque supérieur, la Plateforme Saharienne est structurée en synéclyses. Ces ensembles bien que beaucoup explorés, sont très peu caractérisés sur le plan de la géodynamique.

L'analyse d'un exemple, le bassin d'Illizi, confirme cette appellation. Elle montre un bassin ovale, qui fonctionne sans interruption du Tournaisien à l'Autunien daté, contrôlé par les accidents panafricains hérités du socle, mais réactivés.

Cette synéclyse passe par plusieurs stades: une initiation et un creusement au Tournaisien-Viséen avec des faciès profonds de prodelta puis de front de delta, une phase de maturité au Serpukovien-Bashkirien dans un régime de plateforme perturbé parfois par des arrivées sableuses, un comblement au Moscovien-Permien *pro parte* dans un environnement persistant de plateforme tidale mais avec de fréquents confinements à l'origine des évaporites, puis de playas.

La subsidence faible (<10 m/MA) en est le mécanisme fondamental qui enregistre fidèlement les variations eustatiques et climatiques.

**Mots clefs :** Algérie - Sahara - Illizi - Paléozoïque supérieur - Carbonifère - Bassin - Géodynamique - Subsidence.

### **Evolutionary characteristics of a Saharian syncline : the case of the Carboniferous intracratonic Illizi basin (S.E, Algeria)**

**Abstract :** During upper Palaeozoic era, the Sahara was structured in «sag basins». These basins are well explored but not enough geodynamically characterised.

The analysis of an example, Illizi basin (S.E Sahara), show a oval one, weakly directed by basement inherited Pan African faults. These synclines moved through several stages : an initiation phase during Tournaisian and Viséan period with prodelta and front delta facies, a maturity phase (Serpukhovian - Bashkirian) in a platform environment sometimes interrupted by sandy fans, a filling phase (Moscovian-Autunian) characterized by a tidal platform frequently confined with evaporites and playas facies.

The subsidence, weak but regular was the fundamental mechanism which assured a faithful transcription of climatic and eustatic variations.

**Keys words:** Algeria - Sahara - Illizi - Upper Paleozoic - Carboniferous - Basin - Geodynamic - Subsidence

## I. DES SYNÉCLISES À CARACTÉRISER

Au cours d'une longue période d'exploration du fait de recherches pétrolières, les bassins sahariens hercyniens ont suscités passions et intérêts:

- en raison de la qualité exceptionnelle des affleurements,
- de leur position carrefour entre les mondes "eurasien" et "euraméricain",
- pour les ressources associées.

De ce fait, ils sont assez bien connus dans leur ensemble. L'essentiel des travaux est d'ordre stratigraphique ou focalisé sur la recherche de pièges. Ces bassins sont ainsi très peu caractérisés sur le plan de la géodynamique mais tout le monde s'accorde pour les ranger dans la catégorie des synéclises telles que définies par Palov (1903) in A. Perrodon (1972).

Les synéclises (Perrodon, 1972) ou "sag basins" -terme plus en vogue- sont de vastes portions de plateforme, plus ou moins ovales, de quelques centaines ou milliers de kilomètres carrés. Ces bassins occupent une situation intraplaque sur un socle stable. Ce socle, affaissé en grande profondeur, est drapé de sédiments continus et épais de quelques kilomètres. Sur les bordures, cette couverture, en raison de relèvements est moins importante et comporte des lacunes.

Le remplissage est à dominante détritique avec des passées carbonatées de grande extension. Les mers y sont épidermiques et favorisent parfois l'apparition d'évaporites. Le contrôle tectonique semble mineur.

La subsidence est inférieure à 10 m/MA.

Ces synéclises sont un bon enregistrement des cycles eustatiques.

Dans le cadre d'un mémoire (Amrane et Amrouche 1996), nous avons voulu cerner les mécanismes de fonctionnement de ce type de bassin à partir de l'étude d'un cas.

Ce choix s'est porté sur le bassin d'Illizi (Sud-Est du Sahara algérien, fig. 1a).

En raison de la persistance de la Téthys dans ce seul bassin saharien au cours du Carbonifère supérieur, son remplissage est continu du Tournaisien au Permien *pro parte*.

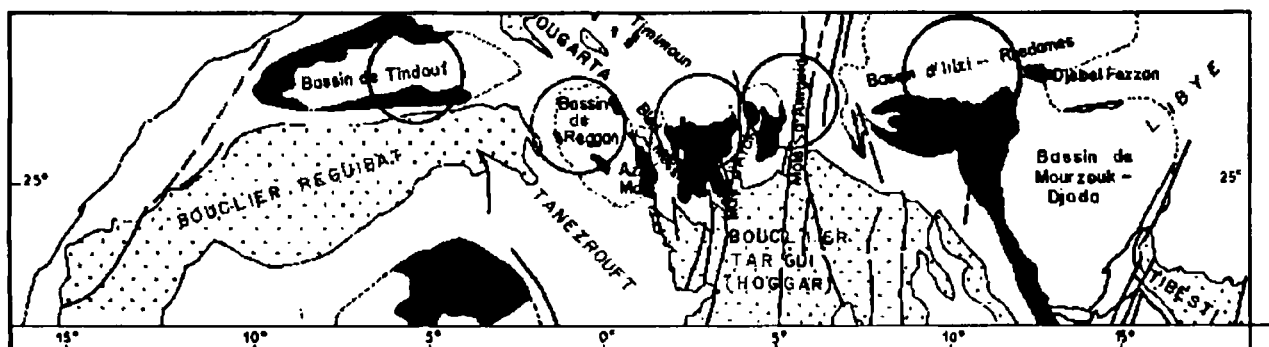
Cette opération s'appuie sur:

- l'analyse de l'information accessible (thèses et publications: Attar, 1987; Chaouch, 1992; Conrad, 1984; Conrad *et al.*, 1984; Conrad, 1985; Coquet *et al.*, 1988; Donzeau, 1981; Fabre, 1975; Fabre *et al.*, 1971; Fabre, 1977 et 1988; Legrand-Blain, 1980, 1983 et 1985; Meziane Bettahar Meziane, 1992; des documents pétroliers),
- des compléments avec en particulier un traitement de la subsidence et une analyse des étapes de l'évolution du bassin.

## II. ANALYSE DU MODELE

### 1. La géométrie d'ensemble

Le bassin d'Illizi tel qu'il est défini, occupe au Sud Est du Sahara algérien près de 100.000 Km<sup>2</sup>. De forme plus ou moins ovale, la synéclise d'Illizi



**Fig 1a - Le bassin d'Illizi : localisation**  
*Illizi basin : location*

s'inscrit dans un rectangle allongé Est-Ouest guidé par les accidents subméridiens, précambriens réactivés au Paléozoïque. Des môles, Amguid, la Tihemboka, forment respectivement ses "bordures" ouest et est. Ce bassin s'adosse au Sud sur le massif du Hoggar.

## 2. Le contexte géodynamique

A la fin des temps hercyniens, la cinématique des plaques (Sougy, 1969; Irving, 1983; Matte, 1986) est à la convergence. Elle aboutira à la reconstitution de la Pangea. De ce fait, la collision entre le continent "africain" et le monde «euraméricain» amène à une nouvelle redistribution des éléments géostructuraux et des paysages (Kazi-Tani 1986) avec en particulier, un avant pays saharien (Nedjari, 1991 et 1994) en amont d'une marge active ou s'édifie et s'érode une chaîne varisque.

Cet avant pays, au front du bouclier Reguibat, est structuré en synéclises (fig 1b) : Tindouf, Reggane, Ahnet, Mouydir, Illizi, coincées entre des zones exondées (Terre des Chaambas, Ougarta, Sahara occidental) figées et décapées lors de la phase anté-viséenne (Kazi-Tani, 1986).

## 3. Le remplissage et les stades d'évolution

L'histoire du bassin d'Illizi, en discordance cartographique sur un substratum d'âge varié, commence au Tournaisien et se déroule sur une période de 100 MA.

Les assises sédimentaires sont assez bien connues (Legrand Blain, 1985; Fabre, 1976 et 1988; Attar, 1987). Elles correspondent à des faciès deltaïques développés sur une plateforme carbonatée, qui évoluent progressivement à des formations continentales parfois confinées.

Nous les regroupons en quatre mégaséquences (fig. 2) dans un cycle complet (Perrodon 1977) qui va de l'ouverture du bassin à sa sénescence avec :

- **Un stade d'initiation** (Tournaisien-Viséen, Mégaséquence I). Au cours de cette phase, le bassin est le siège d'une importante sédimentation deltaïque (400 à 600m). Des faciès argileux, profonds de prodelta, aisément assimilables à des flyschs, forment l'essentiel.

L'évolution conduit ensuite au Viséen, par le rattrapage de la subsidence par sédimentation, à des sables de front de delta, puis à des faciès de plaine deltaïque.



## MODALITÉS DE FONCTIONNEMENT D'UNE SYNÉCLISE SAHARIENNE : L'EXEMPLE DU BASSIN INTRACRATONIQUE D'ILLIZI

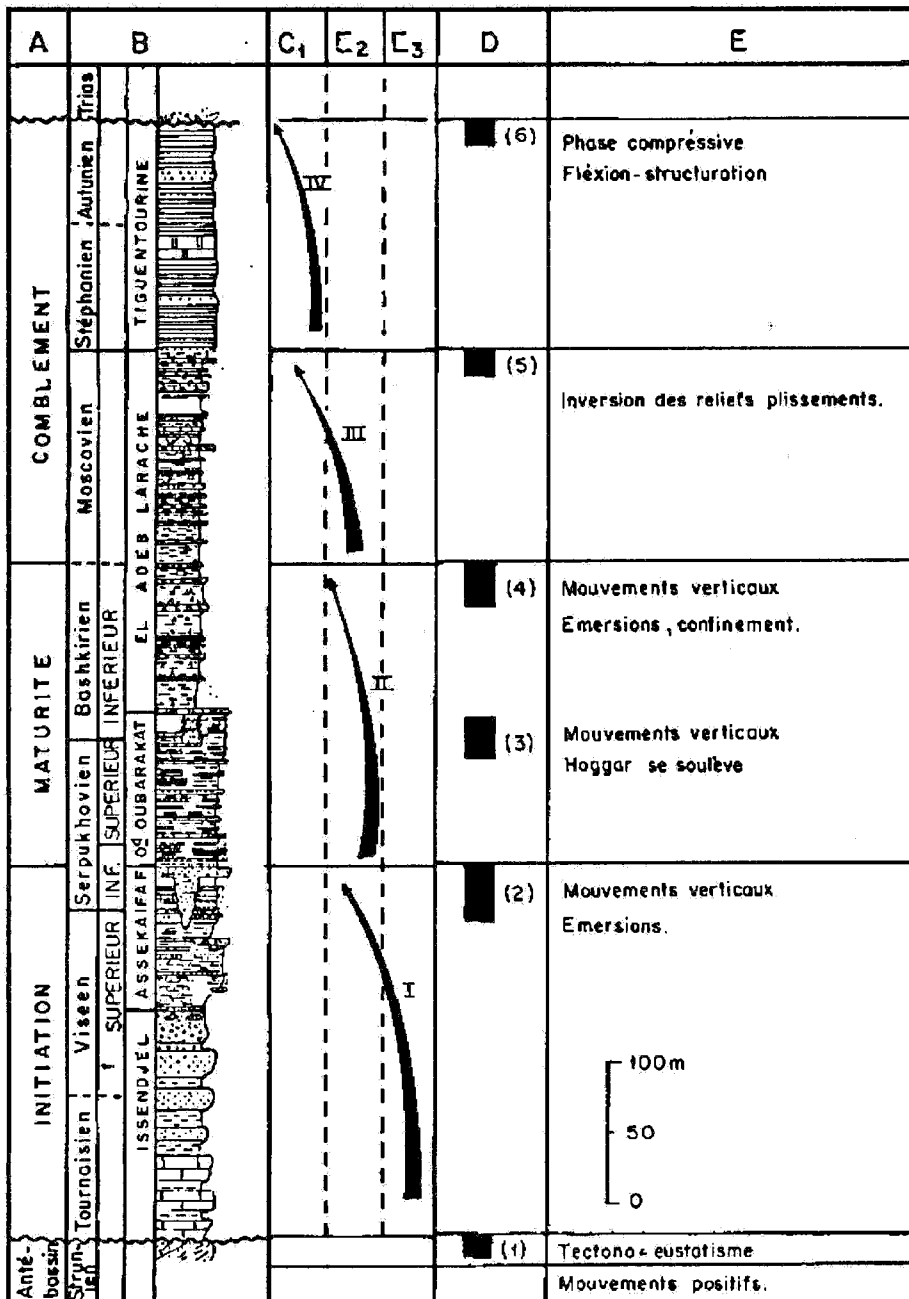


Fig. 2 - Evolution du bassin d'Illizi au cours du Permo-carbonifère (lithostratigraphie synthétique d'après Legrand Blain 1988 complexe)

*Illizi basin evolution during permian and carboniferous periods (synthetic lithostratigraphy after Legrand Blain 1988)*

**A-** Stades majeurs (*Major stages*); **B-** Lithostratigraphie (*Lithostratigraphy*); **C-** Evolution mégaséquentielle (*Megasequential evolution*); **C1-** Continental (*Continental*); **C2-** Tidal (*Tidal*); **C3-** Bassin (*Basin*); **I-II-III-IV-** Mégaséquence (*Megasequence*); **D-** Activité tectonique (*Tectonic activity*); **E-** Type de tectonique (*Tectonic type*).

Les arrivées abondantes, de matériel silico-clastique, témoignent d'une intense érosion liée aux mouvements verticaux des môles (Conrad, 1984; Donzeau *et al.*, 1981) mis en évidence dans les autres bassins sahariens et en pays varisque (Ball *et al.*, 1975; Beauchamp *et al.*, 1987; Piqué, 1979).

- **Un stade de maturité** : La phase de maturité s'échelonne du Bashkirien au Serpukhovien (400m de sédiments) dans une ambiance de plateforme tidale marno-calcaire développée en raison de l'arrêt des apports détritiques. La sédimentation évaporitique qui l'accompagne préfigure du vieillissement de ce bassin.

- **Stade de comblement** : Au cours de cette longue période (Moscovien-Permien *pro parte*), l'évolution enregistrée est régressive. Une plateforme carbonatée tidale avec de fréquents confinements s'instaure. Des faciès rouges de type playa la comblent définitivement dès l'Autunien.

#### 4. Analyse de la subsidence

La subsidence est approchée à travers l'analyse du sondage TST 1, localisé au Nord du bassin (X=09° 29' 49"E; Y=28°48'20"N). Ce choix est motivé par le fait que ce sondage est complet (Tournaisien à Autunien) et en raison de la qualité des enregistrements du Sonic.

La méthode utilisée est celle du backstriping. Elle consiste à déterminer au cours du temps la subsidence tectonique d'un bassin, déchargé de sa couverture sédimentaire, mais recouvert d'une tranche d'eau mesurée par rapport au niveau marin actuel.

Cette méthode requiert l'utilisation d'un programme informatisé. Nous avons utilisé le programme BUSURB (Burial and subsidence analysis).

Cette analyse montre (fig. 3) une courbe dans laquelle l'enfoncement brutal débute au Tournaisien pour s'atténuer au Viséen. Cette rapidité est à l'origine des faciès de prodelta. Le rattrapage de la subsidence, à la fin du Viséen inférieur, par la sédimentation conduit à un milieu moins profond (front de delta et plaine deltaïque). Ceci correspond à la phase d'initiation.

Au Viséen supérieur, on note un soulèvement du substratum (phase de serrage -Conrad, 1984) avec érosions, émergences bien visibles dans la formation Assekaïfaf.

Cette phase rapide est relayée par des saccades de moindre importance au Serpukhovien-Bashkirien inférieur, qui s'atténuent au Bashkirien supérieur. C'est la phase de maturité du bassin.

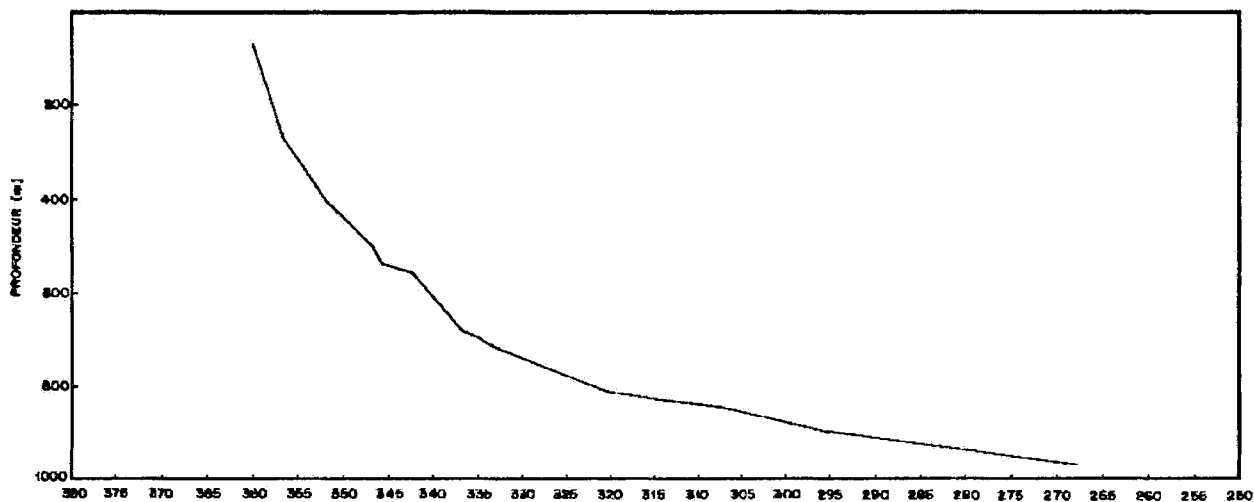
La relative stabilité au Bashkirien supérieur, la légère remontée du substratum favorisent le développement de carbonates. Cette plateforme évolue sporadiquement en plaine deltaïque dont le confinement entraîne le développement d'évaporites.

A partir du Moscovien, la subsidence reprend régulière mais atténuée. Elle est importante à l'Autunien associée aux mouvements tardi hercyniens. C'est la phase de comblement par des faciès continentaux.

Il ressort ainsi que même avec les saccades les plus importantes, la subsidence tectonique reste relativement faible comparée à celles des autres types de bassins. Le taux moyen de 8m/MA, illustre un régime de bassin intracra-tonique stable

#### 5. La sédimentation

La sédimentation est constituée de nappes d'altérites (Delfaud, 1984) issues d'une longue maturation sur place et parfois de faciès construits accrochés le long des axes hauts



**Fig.3 - Analyse de la subsidence tectonique dans le bassin d'Illizi au cours du Carbonifère. Sondage TST 1**  
***Tectonic subsidence analysis in Illizi basin during permian and carboniferous periods. TST 1 borehole***

(môles). Elle est le reflet d'une lutte incessante entre les épandages méridionaux et les assauts d'une Téthys, générés et réglés par l'eustatisme.

Le détritique s'organise en corps fluviodeltaïques à proximité des reliefs nourriciers. Il est localisé dans les zones à accidents réactivés. Les différentes phases transgressives amènent des faciès carbonatés tidaux. Les tendances au confinement et à l'isolement qui soulignent les phases de régressions engendrent parfois des évaporites.

Deux facteurs contrôlent ainsi les faciès sédimentaires : l'eustatisme et le climat.

La chute de niveau, à la limite Mississipien-Pensylvanien s'inscrit dans un grand cycle eustatique. Elle se traduit par un confinement généralisé (évaporites) et des érosions.

### 6. La tectonique:

Les événements tectoniques à Illizi, à l'instar des autres bassins sahariens (Conrad, 1984),

sont liés aux rejeux des accidents panafricains découpant le socle en panneaux subméridiens.

Ces mouvements verticaux, en compression ou en distension, accompagnés ou non de coulissages, sont en partie responsables des érosions, des émergences, de la structuration et des plissements à grand rayon de courbure.

### III. CARACTERES GENERAUX

Le bassin d'Illizi est une synéclyse dont le fonctionnement au cours du Paléozoïque supérieur, continu, guidé par les accidents hérités du socle, passe par plusieurs stades : ouverture au Tournaisien, creusement, maturation, comblement. Ils sont contrôlés par un contexte général en compression qui prévaut sur toute la bordure nord ouest du Gondwana, mais dont les effets ne perturbent guère la vie relativement paisible de cet avant pays saharien.

C'est la dynamique interne qui guide cette évolution.

L'épaisseur actuelle de la croûte (Tadili *et al.*, in Kazi-Tani, 1986), 32 à 35 Km, peut être considérée comme équivalente en raison d'une couverture sédimentaire mésozoïque mince et non déformée.

On n'y connaît pas de magmatisme avéré.

La subsidence est le mécanisme fondamental. Faible mais régulière, plus ou moins accentuée par le rejeu des accidents panafricains, elle assure l'enregistrement fidèle des variations eustatiques et les pulsations climatiques. Elle ralentit associée aux serrages qui jalonnent les paroxysmes orogéniques qui bouleversent la chaîne varisque en aval. Ainsi ce bassin présente toutes les caractéristiques des synclises telles que définies.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ATTAR A., 1987. Evolution structurale du bassin d'Illizi. Rapport interne SONATRACH. Inédit.
- BALL E., FABRE J., GUELLAL S., MEGARD F. ET MOUSSINE-POUCHKINE A., 1975. Sur la présence de cisaillements plats d'âge hercynien dans le Carbonifère de Béchar. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 280, p. 2721-2724.
- BAUCHAMP J., IZART A., 1987. Early Carboniferous basin of the Atlas-Meseta domain (Morocco): sedimentary model and geodynamic evolution. *Geology*, V, 15, p. 797-800.
- CHAOUCH A., 1992. Génèse et mise en place des hydrocarbures dans les bassins de l'Erg Oriental (Sahara algérien). *Thèse de Doctorat d'Université*, Bordeaux 3. 347 p., 129 fig.
- CONRAD J., 1984. Les séries carbonifères du Sahara central algérien. Stratigraphie, sédimentation, évolution structurale. *Thèse Doct. Etat*, Univ. Aix-Marseille, St-Jérôme, 370 p., 69 fig., 11 pl.
- CONRAD J., LEMOSQUET Y., 1984. Du craton vers sa marge: évolution sédimentaire et structurale du bassin Ahnet-Timimoun-Béchar (Sahara algérien) au cours du Carbonifère. Données paléoclimatiques. *Bull. Soc. géol. France*, Paris (7), XXVI-6, p. 987-994, 4 fig.
- CONRAD J., 1985. Northwestern and central sahara areas. Stratigraphical and structural framework ; Timimoun area, Ahnet-Mouydir area, Reggan area, Tinfouf area. In : North Africa-The Carboniferous of the world, Wagner, Winkler prints, Granados Edit., I.U.G.S. Publ., vol. 2.
- COQUET R., DOUGINGER J., MASSA 1988. Nouvelles données palynologiques sur l'intervalle carbonifère Viséen/Moscovien. Bassin de Ghadames (Libye). Comparaisons avec les bassins sahariens. Appréciations des influences gondwaniennes et euraméricaines. *Rev. I.F.P.*, vol. 43, 1, p. 3-16.
- DELFAUD J., 1974. La sédimentation deltaïque ancienne. Exemples nord-sahariens. Colloque A.G.S.O. Sédimentation silico-clastique, Pau, Déc. 1973, *Bull. Centre Rech. Pau-SNPA*, 8, 1, p. 241-262, 13 fig.
- DONZEAU M. *et al.*, 1981. Comportement de la dalle saharienne et orogénèse varisque. *Bull. Soc. Hist. Nat. d'Afrique du Nord*, Alger, t. 69, fasc. 3 et 4, p. 137-172.
- FABRE J., MOUSSINE-POUCHKINE A., 1971. Régressions et transgressions permo-carbonifères sur le Nord-Ouest de la plateforme africaine : épirogenèse ou variation eustatique. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XIII, n° 1-2, p. 140-145, 2 fig.
- FABRE J., 1976. Introduction à la géologie du Sahara. *S.N.E.D.* Alger, éd. 422 p.
- FABRE J. ET MOUSSINE-POUCHKINE A., 1977. Un héritage panafricain dans le Gondwana. *Ann. Soc. géol. Nord*, XCVII, p. 273-278.
- FABRE J., 1988. Les séries paléozoïques d'Afrique : une approche. *Journal of African Earth Sciences*, vol. 7, n° 1, p. 1-10.
- KAZI-TANI N., 1986. Evolution géodynamique de la bordure Nord-Africaine : le domaine intraplaque Nord-Algérien. Approche mégaséquentielle. *Thèse Doct. ès-Sciences*, Univ. Pau, 857 p.
- IRVING E., 1983. Fragmentation and assembly of the continents, Midcarboniferous to Present. *Geophysical Surveys*, 56, p. 299-333, D. Reidel publ. Co.
- LEGRAND-BLAIN M., 1980. Le Carbonifère marin du bassin d'Illizi (Sahara algérien oriental). Mise au point stratigraphique. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 3, p. 81-83, 1 fig.



MODALITÉS DE FONCTIONNEMENT D'UNE SYNCLISE SAHARIENNE : L'EXEMPLE DU BASSIN INTRACRATONIQUE D'ILLIZI

- LEGRAND-BLAIN M., 1983.** Le Carbonifère marin du Sahara algérien. In Fabre (ed.) Afrique de l'Ouest. Lex. Strati. Intern. Pergamon Press, Oxford, p. 109-117.
- LEGRAND-BLAIN M., 1985.** Dynamique des Brachiopodes carbonifères sur la plateforme carbonatée du Sahara algérien. Paléoenvironnements, paléogéographie, évolution. *Thèse Doct. ès-Sciences*, Bordeaux I, 315 p.
- MATTE PH., 1986.** La chaîne varisque parmi les chaînes paléozoïques péri-atlantiques, modèle d'évolution et position des grands blocs continentaux au Permo-Carbonifère. *Bull. Soc. géol. France*, (8), t. II, n° 1, p. 9-24.
- MEZIANE BETTAHAR MEZIANE B., 1992.** Sédimentologie et reconstitution paléogéographique du bassin d'Illizi (Sahara sud oriental). Approche électroséquentielle. *Mémoire de fin d'études USTHB, IST Alger* 83 p.
- NEDJARI A., 1991.** Dynamique du remplissage littoral et continental moscovo-permien du bassin d'avant fosse de Béchar- (Algérie). Électroséquences, modèles sédimentaires, Paléopédogénèses. *Thèse Doct. Etat, USTHB Alger*. 289 p 183 fig. 9 pl. ph.
- NEDJARI A., 1994.** Images et événements fini hercynien de l'Ouest du Maghreb (Algérie, Maroc). *Mém. Serv. Géol. Algérie*, n°6, pp 13-40, 22 fig.
- NEDJARI A., 1995.** Le dernier grand épandage détritico hercynien au Sahara: exemple du bassin de Béchar-Abadla. *Bul. du Serv. géol. de l'Algérie*. Vol. 6, n°2, pp.195-209, 6 fig.
- PERRODON A., 1972.** Essai de classification des bassins sédimentaires. *Sci. de la Terre*, (14), 4, p. 301-328, 28 fig.
- PERRODON A., 1977.** Concepts, modèles et logique des bassins sédimentaires. *Bull. Centre Rech. Pau* 1-1pp. 111-130, 14 fig.
- PIQUE A., 1979.** Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne : La Méséta marocaine nord-occidentale. *Thèse Doct. Sci. Nat.*, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 253 p.
- SOUGY J., 1969.** Grandes lignes de la chaîne des Mauritanides et de son avant pays ( socle précambrien et sa couverture paléozoïque - Afrique de l'ouest). *Bull. Soc. géol. France*, 7, n° XI , p. 133-142