

Comité de Stratigraphie de l'Algérie
Service Géologique National - Algérie (eds)

LES BASSINS SAHARIENS



Recueil de notes sélectionnées au Colloque sur " Demain, les Bassins Sahariens "
(*Jubilé en hommage au professeur Jean FABRE*)
(Béni Abbès du 19 au 22 Avril 2009)



Mémoires 18
du
Service Géologique National - Algérie

Ministère de l'Energie et des Mines
Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier

EDITIONS DU SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL - ALGERIE

ALGER, 2011

Ministère de l'Energie et des Mines

Agence Nationale de la Géologie et Contrôle Minier
Val d'Hydra Tour B, Alger.

Président du Conseil d'Administration :

Mohamed Mouloud BENDALI

Tél: 021. 48. 85. 16.

Fax: 021. 48. 84. 64.

Service Géologique National (SGN)

Val d'Hydra Tour B, Alger.

Administrateur chargé du S.G.N : L'hacène BITAM

Tél: 021. 48. 83. 60.

Directeur: Amar CHERIGUI

Sous Direction Geoinformation

18A, Avenue Mustapha El Ouali, Alger 16 000

Tél : 021. 74. 08. 65

Sous Directrice: Karima TAFER

Bibliothèque des Sciences de la Terre (BST)

Consultation documentaire - Echanges

Banque de Données-Dépôt légal

18A, Avenue Mustapha El Ouali, Alger 16 000

Tél : 021. 74. 08. 65.

Editions - Fabrication - Secrétariat de rédaction

Val d'Hydra Tour B, Alger.

Responsable des Editions: Dalila BENMANSOUR

Comité scientifique

AÏFA T. Laboratoire de Géophysique Interne, Institut de Géologie, Université de Rennes I (France).

AÏSSA D.E. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

AÏT-OUALI R. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

AZZOUNI - SEKKAL A. Université -Abou Bakr Belkaid - Tlemcen, (Algérie).

BESSEDIK M. Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, (Algérie).

BOUMENDJEL K. Division Laboratoire Sonatrach Boumerdès (Algérie).

BLIU-DUVAL B. Président, Comité National Français de Géologie, (France).

BURG J.P. Geologisches Institut, ETH Zentrum, Zurich, (Suisse).

CABY R. Géosciences, Université de Montpellier II, (France).

CHOROWICZ P. Département de Géotectonique, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, (France).

COLOMBO F. Department de Geologia Dinamica, Universitat de Barcelona, (Espagne).

DERCOURT J. Laboratoire de Stratigraphie, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, (France).

DJEDDI M. Laboratoire de Physique de la Terre, Université M'Hamed Bouguera, Boumerdès, (Algérie).

DURAND-DELGA M. 8 Rue Charles - Lefebvre F-77210 Avon (France).

FABRE J. Le Formier, La Tania 73120 Courchevel, (France).

GUERRAK S. International Consulting Bureau, Alger, (Algérie).

GUIRAUD R. Immeuble Blanche Colombe, 23 rue de la Sorbes - 34070 - Montpellier (France).

HERNANDEZ J. Institut de Minéralogie et de Pétrographie, Université de Lausanne, (Suisse).

ISSAADI A. Département d'Hydrogéologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

KAZI-TANI N. Géoressources, Billière, Pau, (France).

KIENAST J.R. 18, rue Oscar Roty, 75015 Paris (France).

KOLLI O. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

MAHDJOUB Y. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

MARIGNAC Ch. Laboratoire de Géologie, Ecole des Mines de Nancy, (France).

MEGARTSI M. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

NEDJARI A. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

OUABADI A. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

OUZEGANE K. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger, (Algérie).

PEUCAT J.J. Géosciences Rennes, Institut de Géologie, Université de Rennes I, (France).

ROUSSEL J. Laboratoire de Géophysique et Géodynamique, Université d'Aix Marseille III, (France).

TOUAHRI B. A 28, Cité des Falaises, Ain Taya, Alger (Algérie).

VILA J.M. Laboratoire de Pétrophysique et de Tectonique, Université Paul Sabatier, Toulouse, (France).



Photos de couverture

Photo 1 : Centre de Recherche des Zones Arides (Béni Abbès).

Photo 2 : Vue de la ville de Béni Abbès.

Photo 3 : Photo de l'excursion (dalle à Orthocères sise au lieu dit "km 30", bassin de l'Ougarta).

photo 4 : Paléosol à *Prototaxites* (formation II, coupe de la Reculée, In Aménas).

Photos 1, 2 et 3 : Collection Editions/SGN

Photo 4 : Collection A. Nedjari

SOMMAIRE

L. BITAM. Introduction.....	7
J. FABRE. <i>CENT CINQUANTE ANS DE GÉOLOGIE AU SAHARA CENTRAL ET OCCIDENTAL</i>	17
A. Les différentes approches du Sahara.....	18
1. L'approche interne des autochtones.....	18
1.1. L'approche géographique.....	18
1.2. Les eaux.....	21
1.3. Les substances utiles.....	21
1.4. L'approche historique.....	23
2. L'approche externe du colonisateur occidental.....	24
3. L'approche externe, économique et scientifique.....	26
B. La découverte.....	26
1. Les précurseurs.....	27
2. Les explorations de la fin du 19 ^{ème} siècle et du début du 20 ^{ème}	28
3. Reconnaissances économiques et scientifiques entre 1918 et 1953.....	31
3.1. Les acteurs.....	32
3.2. L'Infracambrien.....	35
3.3. Création de centres de recherches.....	35
3.4. Le chemin de fer trans-saharien.....	36
3.5. Le congrès d'Alger 1952.....	37
4. La révolution des années cinquante. Une nouvelle donnée.....	39
4.1. Le Sahara vu du ciel.....	39
4.2. Les pièges.....	40
4.3. Les âges radiométriques.....	42
4.4. La géophysique.....	42
4.5. Le magnétisme.....	43
4.6. Les nouveaux géologues. Rôle des colloques.....	44
C. Résultats.....	46
1. La prospection minière.....	46
2. Rôle de quelques laboratoires.....	47
3. De nouvelles interprétations des socles.....	48
3.1. L'événement Pan-Africain.....	48
3.2. Le socle de l'Ouest africain.....	52
4. Les couvertures.....	53
4.1. La nouvelle vision offerte par la sédimentologie.....	53
4.2. Biostratigraphie, paléoécologie.....	54
4.3. Paléogéographies.....	54
4.4. Chartes eustatiques.....	55
4.5. Paléogéographies régionales.....	55
4.6. Tectonique intra-plaque.....	56
4.7. Magmatismes.....	56
5. L'histoire récente.....	57
5.1. Néotectonique.....	57
5.2. Morphologie.....	58
5.3. Climats.....	58
5.4. Le vent.....	58
6. Un Sahara exemplaire.....	60
D. Conclusion.....	62
Bibliographie.....	63
<hr/>	
A. NÉDJARI, R. AÏT OUALI, R. HAMDIDOUCHE, A. BENHAMOUCHE, F. DEBAGHI, F. AMROUCHE ET K. MESSAMRI. LA GÉOLOGIE SAHARIENNE RÉVISITÉE	85
A. Introduction.....	88
1. L'aventure de la région de l'Ougarta au cours du Paléozoïque (R. HAMDIDOUCHE, A. NÉDJARI ET R. AÏT OUALI).....	88
2. L'histoire hercynienne dans quelques bassins au Sahara (A. NÉDJARI, F. AMROUCHE, A. BENHAMOUCHE, F. DEBAGHI ET R. AÏT OUALI).....	89

3. Quelques pages de l'histoire alpine au Sahara (A. NÉDJARI, R. AÏT OUALI, L. BITAM, P. TAQUET, A. BENHAMOUCHE, R. HAMDIDOUCHE ET K. MESSAMRI)	91
B. L' aventure de la région de l'Ougarta au cours du Paléozoïque (R. HAMDIDOUCHE, A. NÉDJARI ET R. AÏT OUALI).....	92
1. Introduction.....	92
2. Le substratum anté-Paléozoïque.....	92
2.1. La série flyschoidé.....	92
2.2. La série volcanique.....	92
2.3. Le conglomérat de base ou de Ben Tadjine.....	94
3. La couverture paléozoïque.....	95
3.1. Le cycle cambro-ordovicien.....	95
3.1.1. Le Cambrien.....	96
3.1.2. L'Ordovicien.....	96
3.2. Le cycle siluro-dévonien.....	97
3.2.1. Le Silurien.....	97
3.2.2. Le passage Odovicien-Silurien : une phase tectonique en contexte glaciaire.....	100
3.2.3. Le Dévonien.....	101
a. La série de Dkhissa.....	101
b. La série argilo calcaire de Teferguenit.....	101
c. La série de Marhouma.....	103
4. La tectonique.....	103
4.1. Modèle de tectogénèse.....	103
4.2. Un autre point de vue.....	104
5. Apport de la géophysique.....	104
6. Subsidence.....	106
7. Conclusion.....	106
C. L'histoire hercynienne dans quelques bassins au Sahara (A. NÉDJARI, F. DEBAGHI, R. AÏT OUALI ET F. AMROUCHE).....	107
I. Le bassin de Béchar à l'hercynien : avant fosse, comblement littoral et continental, paléopédogénèses (A. NÉDJARI).....	107
1. Un modèle de bassin d'avant fosse.....	107
1.1. Présentation du bassin.....	107
1.2. Une histoire complexe.....	109
1.3. La configuration actuelle.....	110
1.4. Un modèle.....	111
2. La sédimentation littorale et continental dans les bassin houillers d'Abadla et du Mézarif	111
2.1. Le bassin d'Abadla.....	111
2.1.1. La série de référence.....	112
2.2. Le bassin de Mézarif.....	115
2.2.1. La série de référence.....	115
3. Les paléosols du Moscovo-Permien du bassin de Béchar.....	117
3.1. Typologie.....	118
3.1.1. Les paléosols à ferruginisations en anneaux de Liesegang.....	118
3.1.2. Les paléosols à marmorisations.....	120
a. Les paléosols à pédogenèse simple (type 1).....	120
b. Les paléosols à pédogenèse polyphasée (type 2).....	121
3.1.3. Les paléopélosols.....	121
3.1.4. Bilan.....	122
3.1.5. Approche géodynamique de l'événement paléosol.....	122
II. Le bassin d'Illizi au Permo-Carbonifère (F. AMROUCHE ET A. NÉDJARI)	124
1. Le bassin.....	124
2. Une synclise à caractériser.....	124
3. Analyse du modèle.....	125
4. Caractères généraux.....	128
III. Le bassin de Timimoun, un bassin intracratonique mobile (F. DEBAGHI, R. AÏT OUALI ET A. NÉDJARI).....	128
1. Une situation particulière.....	128
2. Présentation du bassin.....	128
3. Contexte géologique et structural du secteur étudié.....	130
4. Analyse séquentielle du remplissage sédimentaire d'un bassin mobile.....	130
4.1. Analyse du remplissage sédimentaire d'un bassin mobile.....	130
4.1.1. Une sédimentation deltaïque en contexte mobile.....	132

4.1.2. Mise en place d'un delta distal à proximal au Tournaisien.....	132
4.1.3. Dualité entre progradation deltaïque et pulsations marines au cours du Tournaisien supérieur-Viséen inférieur.....	132
4.1.4. Installation d'une plate forme carbonatée au Viséen supérieur-Namurien.....	133
4.2. Stratigraphie séquentielle.....	134
5. Histoire géodynamique.....	134
5.1. Introduction.....	134
5.2. Analyse de la subsidence.....	134
5.3. Les données sismiques.....	134
6. Conclusion.....	138
IV. Le bassin de Tindouf au Carbonifère, un bassin atypique (F. AMROUCHE ET A. NÉDJARI).....	138
1. Un bassin peu étudié.....	138
2. Analyse du Carbonifère du flanc nord.....	139
3. Evolution.....	142
4. Quelques éléments de la géodynamique de ce bassin.....	144
5. Conclusion.....	144
D. Quelques pages de l'histoire alpine au sahara (A. NÉDJARI, R. AÏT OUALI, A. BENHAMOUCHE, R. HAMDIDOUCHE ET K. MESSAMRI).....	145
I. Le trias saharien : une approche événementielle, redéfinitions des formations, schéma géodynamique (A. NÉDJARI ET R. AÏT OUALI).....	145
1. Historique et démarche.....	145
2. Un nouveau découpage; une organisation spatiale; une évolution géodynamique plus nuancée par l'utilisation des paléaltérations et des paléopédogénèses.....	147
3. Confrontation du modèle aux données des surfaces : derniers développements dans le Zarzaïtine inférieur (In Aménas).....	147
4. Conclusion.....	154
II. Le Crétacé inférieur des régions de Timimoun-El Goléa et d'Aoulef-Reggan (K. MESSAMRI, R. AÏT OUALI ET A. NÉDJARI).....	155
1. Introduction.....	155
2. Les formations du Crétacé de la région de Timimoun-El Goléa.....	155
3. Les formations du Crétacé de la région d'Aoulef-Reggan.....	156
4. Conclusion.....	158
III. Les formations hamadiennes de la région de Tindouf (A. BENHAMOUCHE ET A. NÉDJARI).....	160
1. Une approche événementielle.....	160
2. Réseau hydrographique et structuration du bassin de Tindouf.....	160
3. Formations, discontinuités et séquences.....	160
4. Mise au point sur les âges proposés, corrélations.....	163
5. Conclusion.....	163
IV. Un bassin salifère lié à l'ouverture de l'Atlantique Sud : le bassin de Béchar-Kenadsa (R. HAMDIDOUCHE, A. NÉDJARI ET R. AÏT OUALI).....	165
1. Une relique d'avant fosse réactivée en un bassin salifère.....	165
2. Caractérisation du bassin.....	165
Conclusions générales.....	169
Bibliographie.....	170

Introduction

Par

Lhacène Bitam (*) et Ahmed Nedjari (**)

UN COLLOQUE-JUBILÉ AUTOUR D'IDÉES ET DE LIEUX

Lors de la clôture du 3^{ème} Séminaire de Stratigraphie de 2007 qui se tenait dans la ville de Laghouat, le Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes (FSTGAT-USTHB) lançait l'idée d'un hommage à Jean Fabre, grande figure de la géologie saharienne.

L'ANGCM-Service Géologique National-Algérie, le Comité de Stratigraphie de l'Algérie, les géologues des Universités d'Oran et de Tlemcen, ainsi que les Institutions SONATRACH, CRAAG, ANRH et ORGM ont spontanément adhéré à ce projet (annexe 1).

Trois sujets pour lesquels J. Fabre s'est beaucoup investi sont retenus pour constituer les thèmes de ce Colloque restreint et spécialisé auquel étaient conviés des chercheurs sahariens de renom, des personnalités scientifiques et, d'anciens étudiants : (i) les bassins sahariens...et demain ?, (ii) le CRZA en devenir, (iii) l'Ougarta : peut-il postuler à être un Géopark ? (annexe 2).

La géologie saharienne arrivant à une période charnière de son existence, à la jonction de trois générations dans les idées, les outils et les hommes, il fallait quitter un " hier " avec toutes ses leçons pour préparer un " demain " qui arrive à grandes enjambées.

C'est à Béni-Abbés que revient légitimement le droit d'accueillir cette rencontre. Parce que c'est ici que Menchikoff, ce géologue d'exception, a pensé et bâti une oasis dans une oasis. Son Centre de Recherches sur les Zones Arides (CRZA), dont les bases ont été jetées en 1938 autour d'une habitation locale acquise à ses frais, s'est rapidement imposé comme le lieu privilégié d'observations, d'expérimentations, de confrontations d'idées et de rédaction des plus belles pages géologiques sur les questions sahariennes. Aujourd'hui, ce Centre se meurt dans l'indifférence. Il faut le sauver.

Tout autour de cette oasis, la région de l'Ougarta est un musée à ciel ouvert victime de ses richesses. Elle connaît régulièrement des dégradations et des agressions que son élévation au statut de Géopark, par ailleurs amplement justifié, pourrait endiguer.

JEAN FABRE

Pour Jean Fabre, tout a commencé en 1953 dans le Grand Sud-Ouest, quand alors jeune géologue au BRGG – le Bureau de Recherches Géologiques et Géophysiques – ses patrons lui proposent une " mission charbon " à Tindouf en marge des travaux qu'il mène sur les zones houillères des Alpes, dont on lui a confié l'étude... et ce fut la découverte de Béni Abbés. Des équipes y étudient la physiologie et l'éthologie du chameau et celles des rongeurs, on dresse la carte botanique, et d'autres s'intéressent aux vents de sables et à l'eau dans les dunes.

C'est un changement radical d'avec le pays chtimi de son enfance.

(*) Administrateur chargé du Service Géologique National (Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier) ; Président du Comité d'Organisation.

(**) Professeur, Directeur du Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes (FSTGAT-USTHB) ; Président du Comité de Stratigraphie de l'Algérie.

Car Jean Fabre vient du Nord de la France. Il est né en 1925 à Lille où son père avait été envoyé comme pasteur auprès de la dure population des “ gueules noires”, ces mineurs du charbon. Puis, ce fut la Vendée, à Pouzauges, où il termine ses classes primaires avec succès en remportant le concours des bourses qui devait lui permettre d’entrer en 6^{ème} au lycée David d’Angers. Avec les préparatifs de la guerre et son avènement, la famille Fabre se réinstalle à Lille. Là, il fréquente l’Université avec succès en obtenant en 1947 une licence en Sciences, couronnée d’un Prix scientifique. C’est déjà un géologue doué.

De 1947 à 1958, il travaille donc au BRGG, dans les Alpes, sur des zones houillères qui lui serviront de sujet pour sa thèse d’Etat qu’il soutient en 1958 à Paris. Fort brillamment d’ailleurs, ses qualités d’observateur pointu et de chercheur rigoureux sont confirmées par l’obtention de deux distinctions : le Prix de l’Académie des Sciences, et le Prix de la Société Géologique de France.

Fort de sa thèse, il quitte le monde de l’Industrie pour celui de la Recherche. Il intègre ainsi en 1959 le CNRS, lequel s’empresse de l’affecter à la Faculté des Sciences d’Alger, alors prestigieux second pôle scientifique de France. Il y côtoie les grands noms de la géologie algérienne que sont les Fabriés, Mattauer, Durand Delga, et autres Caire et Polvéche. Jean Fabre excelle dans la Géologie Historique qu’il enseignera jusqu’en 1972. Ces étudiants de l’époque se souviennent encore de ses cours qui débutaient dans l’Ougarta et finissaient en Afrique de l’Ouest. Un véritable régal pour les amateurs de voyages dans le temps et l’espace.

Mais au-delà, cela lui permet de retourner au Sahara, dans la petite oasis de Béni-Abbés, au Centre de Recherches sur les Zones Arides où, son créateur Menchikoff, âgé, fatigué, cherche un successeur. Son œuvre, il ne veut pas la confier à n’importe qui. Et voila que le destin met sur son chemin Jean Fabre. Ce dernier n’a que 34 ans, il est jeune, dynamique, doué et passionné par le Sahara. C’est l’homme de la situation. Il accepte et dirigera l’activité scientifique du Centre pendant 15 ans, de 1959 à 1974.

Durant ces “ années algériennes”, Jean Fabre a essentiellement travaillé sur les bassins sédimentaires, notamment le permo-carbonifère. Mais du fait de sa situation au Sahara où tout est mis à nu, il a dû aussi comprendre les périodes plus récentes ou plus anciennes. Il a du aussi appréhender la partie tectonique. Outre de nombreuses publications, souvent à caractère synthétique, on lui doit des ouvrages de référence, dont une « Introduction à la géologie du Sahara algérien » et, une « Carte géologique du Nord-Ouest de l’Afrique à 1/5 000 000^{ème} » que publie la SNED-Alger en 1976 et 1978. De nombreux géologues sont formés à son école et lui doivent leur carrière au Sahara.

En 1972, Jean Fabre met fin à sa résidence permanente en Algérie. Il rejoint d’abord une unité du CNRS au Centre de Géologie et de Géophysique de Montpellier, puis 10 ans plus tard, l’université Joseph Fourier de Grenoble d’où il prendra sa retraite administrative en 1990. A partir de Montpellier et Grenoble, le sujet n’a pas varié : ce sera toujours le Sahara. Il rédige de nombreux articles et élabore des cartes géologiques. On retiendra sa contribution au Lexique stratigraphique international dans l’« Introduction géologique et termes stratigraphiques de l’Afrique de l’Ouest ».

Géologiquement, Jean Fabre n’a jamais été en retraite. Il n’a jamais cessé de parcourir le désert. En Algérie, la communauté des géologues connaît au moins trois grands projets dans lesquels il était largement impliqué.

Il y a d’abord, avec le Service Géologique de l’Algérie, le projet baptisé « Géodynamique du craton ouest africain central et oriental » (1990-1994) qui a offert l’opportunité à 11 équipes de 32 chercheurs universitaires et de l’industrie des deux bords de la méditerranée d’étudier dans ses aspects méthodologiques, fondamentaux, cartographiques et économiques, le Grand sud ouest algérien, du bassin de Béchar au Tanezrouft en passant par l’Ougarta et les Eglab. Le Service Géologique en a publié un Mémoire de 17 notes sur 311 pages, en complément à 11 autres notes, 04 cartes géologiques, 03 mémoires de thèse, et 02 Workshops.

Ensuite, il y a les missions de terrain avec Théodore Monod dans le désert mauritanien, dont la longue et minutieuse préparation a abouti à la diffusion d’un épisode de la célèbre série télévisée “Ushuaïa”. Ainsi est bouclée une histoire qui aurait commencé avec sa lecture d’écolier du célèbre “Méharées”.

Enfin, il y a la rédaction/publication d’une réactualisation en 572 pages de la « Géologie du Sahara occidental et central », véritable testament scientifique. Les connaisseurs reconnaîtront en couverture de l’ouvrage une aquarelle du massif d’In Ecker dans le Hoggar, peinte par son ami et complice, Russel Black.

La géologie algérienne garde de Jean Fabre l'image d'un homme simple, disponible et attentif. Et ce, malgré sa haute culture, son grand savoir, ses connaissances géologiques intarissables et certaines fonctions qu'il a occupé, comme celle de maire de son village en Savoie. Il porte toujours en lui cet éternel éveil des sens dès qu'on parle du Sahara et, il ne s'arrêtera probablement jamais de prodiguer ses encouragements aux jeunes diplômés d'aller à la rencontre du terrain.

Aux dires de ceux qui l'entourent, Jean Fabre parle toujours avec amour et émotion de l'Algérie comme d'une vraie patrie et, c'est un grand moment pour lui d'y retourner retrouver cette Terre et ceux qu'il aime.

Pour tout cela, et pour bien d'autres choses encore, la géologie algérienne a voulu l'honorer par ce Colloque-Jubilé en lui disant simplement : merci Jean.



CENT CINQUANTE ANS DE GÉOLOGIE AU SAHARA CENTRAL ET OCCIDENTAL

(Esquisse de l'exploration d'une terre « inconnue » à la révélation d'un domaine exemplaire)

Jean Fabre*

RÉSUMÉ

La découverte géologique du Sahara occidental et central s'enracine dans la connaissance de sa topographie par les nomades, Touaregs et Reguibat, et des matériaux utiles par les habitants des oasis, les ksouriens. A la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, le Service Géographique de l'Armée dresse des cartes d'itinéraires – une occasion pour certains de récolter des fossiles qu'ils apportent en particulier au laboratoire de géologie de la Sorbonne. Les premières expéditions scientifiques, allemandes, anglaises, françaises, donnent quelques jalons : des séries fossilifères mésozoïques et paléozoïques surmontent des socles cristallins. Après la première guerre mondiale, sous l'impulsion en particulier de la Société du chemin de fer de la Méditerranée au Niger, une nouvelle génération de géologues propose des cartes géologiques du désert et découvre l'existence de formations sédimentaires non métamorphiques intermédiaires, d'âge Cambrien – Précambrien terminal (Infracambrien) fossilifères. Dans la seconde moitié du XX^e siècle le développement de la prospection pétrolière, minière et académique, étoffée par la géophysique, la géochimie, l'analyse structurale, la photographie aérienne puis les images satellites, permet une meilleure compréhension des ensembles, comme des interprétations sédimentologiques étendues, la révélation de glaciations et leur impact, ainsi que l'analyse des orogénèses précambriennes, notamment la nature de l'événement Pan-Africain. Aujourd'hui le Sahara et ses affleurements vastes de divers âges, devient un modèle et un test pour de nombreuses recherches de pétrologie, de tectonique précambrienne, de néotectonique, de géomorphologie et d'évolution Quaternaire, où de jeunes géologues, algériens, marocains, tunisiens prennent une place croissante.

Mots clés - Biostratigraphie - Charbon - Chemin de fer trans-saharien - Complexes annulaires - Cratons - Dinosaures - Glaciations - Gondwana - Ignimbrites - Imagerie satellites - Lacs - Minerais de fer- Nomades - Ophiolites - Paléoécologie - Récifs - Savane - Subduction- Terranes - Tholeiites- Tropical - Vent.

150 YEARS OF THE CENTRAL AND WESTERN SAHARA GEOLOGICAL DISCOVERY.

(A sketch drawing the evolution from a Terra Incognita to the revelation of its geological exemplarity).

ABSTRACT

The geological discovery of Western and Central Sahara is rooted in the autochthonous knowledge of its topography-geomorphology by the Nomads, Tuaregs and Reguibat, and useful materials by inhabitants of the oases. During the Late 19th century and the beginning of the 20th, the French Army Geographical Survey drew itinerary maps. Some fossils are brought to the Sorbonne Geological Laboratory. The first English, French and German scientific expeditions provided some marks as occurrences of fossiliferous Mesozoic and Palaeozoic series overlapping crystalline basement in Central and Western Sahara. After the First World War, a new generation of geologists, impelled by the Trans-Saharan Railway Project, proposed geological interpretation maps of the Desert and discovered Neo-Proterozoic-Cambrian sedimentary non metamorphic series. During the second half of 20th, the development of oil

*Ex. Professeur à l'Université d'ALGER. Le Formier. LA TANIA, 73120 Courchevel, France.

and mineral prospecting, geophysics, geochemistry, structural analysis and the aerial photographs, then satellite imagery, allowed not only better geological mapping and sedimentary interpretation but also the discovery of phenomena as glaciations and Precambrian orogenesis, especially the true nature of the Pan-African event. Today, the Sahara and its vast and diversified outcrops is a model for researches in Petrology, Precambrian tectonics, Neotectonics, Geomorphology, Quaternary evolution where young Algerian, Moroccan and Tunisian scientists take an increasing and valuable part.

Key words - Biostratigraphy - Coal - Trans-saharan railway - Ring complexes - Dinosaurs - Glaciations - Ignimbrites - Sats imagery - Lakes - Iron deposits - Nomads - Ophiolites - Palaeoecology - Reefs - Savan - Subduction - Terranes - Tholeiites - Tropical - Wind.

LA GÉOLOGIE SAHARIENNE REVISITÉE (1980-2009)

Ahmed NEDJARI*, Rachid AÏT OUALI*, Farida DEBAGHI**, Rachid HAMDIDOUCHE*,
Azzedine BENHAMOUCHE*, Farid AMROUCHE
et Kamel MESSAMRI*

RÉSUMÉ

La Géologie Saharienne est revisitée depuis les années 80, à la lumière des développements et concepts nouveaux qu'offraient les sciences de la terre.

Les objectifs, s'articulent autour d'une harmonisation des nomenclatures en terme de séries, formations, membres...dans l'analyse des remplissages des bassins et la caractérisation de ces derniers sur le plan de la géodynamique.

Ces travaux portent sur :

- **L'aventure au cours du Paléozoïque de la région de l'Ougarta** : La relation socle couverture est réexaminée et il est mis en évidence un profil d'altération anté-couverture affectant le substratum volcanique à Bou Kbeïssat . Cette couverture sédimentaire est classiquement subdivisée par différents auteurs en unités lithostratigraphiques classiques. Ce découpage ne nous semble pas satisfaisant car les unités définies ne sont pas équivalentes. Aussi, un autre en séries et formations, basé sur les événements majeurs est proposé.

Par ailleurs, des observations récentes nuancent l'image de stabilité véhiculée jusque là par les précédents travaux. Elles montrent des instabilités à diverses époques liées à la position particulièrement sensible de cette région du Sahara Occidental. La stabilité tectonique est toute relative : les phases calédoniennes et hercyniennes sont bien enregistrées.

- **L'histoire hercynienne dans quelques bassins au Sahara** : Avec les temps hercyniens, une nouvelle reconfiguration des paysages par une redistribution des éléments géostructuraux montre un avant pays saharien en amont d'une marge active où s'édifie et s'érode la chaîne varisque.

Cet avant pays saharien est structuré en synclises (Tindouf, Reggane, Ahnet, Mouydir, Illizi ...) peu caractérisées. Nous avons voulu pallier à cela en analysant les mécanismes de fonctionnement de ce type de bassin par l'étude du cas le plus complet, celui d'Illizi dans le SE , un cas typique.

A l'autre extrémité de la Plateforme Saharienne, le bassin de Tindouf et le bassin de Timimoun au cours de la même période, proches de la zone de suture sont difficiles à ranger dans un pareil moule. Ils se montrent atypiques en raison de leur extrême mobilité.

Dans le Sud-Ouest oranais, en bordure nord du craton saharien, le bassin de Béchar est un bassin mobile à la périphérie de la chaîne varisque issu de la dynamique de rapprochement et des collisions subductions sur les bordures des plaques. L'analyse montre un bon modèle de bassin d'avant fosse. C'est un bassin fortement subsident avec des assises sédimentaires très épaisses, plus de 7000m qui jalonnent un cycle complet allant de l'ouverture du bassin à sa sénescence. Les traces de pédogenèse sont particulièrement bien développées dans les faciès de plaine deltaïque et franchement continentaux de son remplissage littoral et continental de la phase de comblement. Leur analyse fine a permis une typologie des paléosols. La répétition des sols et leur situation en sommet de séquences, complète l'analyse séquentielle et montre à plusieurs niveaux scalaires des événements importants dans le remplissage. Cette approche événementielle, mise au point dans ces formations en raison de

*Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes, FSTGAT/USTHB, BP. 32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

** ANGCM, Tour B, Val d'Hydra, Alger.

la qualité du matériel, allait par la suite, se montrer un outil fort utile dans l'étude des formations continentales du Trias, du Continental Intercalaire et Terminal sahariens .

- Quelques pages de l'histoire alpine au Sahara : Au Trias, dans un coin NE de la Plateforme Saharienne, la Province Triasique, des méga-fossés subsidents , hétérochrones et complexes dans leur organisation, sont livrés à la sédimentation continentale sous climat aride. Dans les accidents réactivés, un magmatisme vient panser ces blessures. Ce Trias affleure peu, mais il est très développé en profondeur dans les bassins.

Les approches développées jusque là dans la définition des unités de dépôt, des limites lithologiques, nous conduisent à proposer dans une autre approche, une stratigraphie événementielle; un nouveau découpage, une organisation spatiale et une évolution géodynamique plus nuancés.

Au cours du Mésozoïque, dès l'Albien probablement et en relation avec l'ouverture de l'Océan Atlantique Sud, la région de Béchar-Kenadsa, relique de l'avant fosse varisque, est réactivée en un bassin d'avant pays, mais qui se singularise par une puissante série évaporitique au Sénonien. Il fut analysé sommairement lors d'une exploration minière (Deleau, 1951), puis prospecté dans le détail au cours d'une recherche de sels de potassium et de magnésium par l'EREM (1989, 1992). Nous avons repris son étude systématique (Hamdidouche et *al.*, 2003).

La suite de l'histoire est essentiellement continentale et génère deux grands continentaux : le Continental Intercalaire et le Continental Terminal . Nous les avons réexaminés avec la même optique dans les régions de Timimoun, Reggan et Aoulef (Messamri, Aït Ouali, Nedjari) pour le premier et dans le bassin de Tindouf pour les formations hamadiennes (Benhamouche, Nedjari). De nouveaux découpages sont proposés.

Mots clefs - Sahara - Ougarta - Béchar - Illizi - Tindouf - Timimoun - Bassins - Géodynamique -Trias-Hercynien - Pédogénèse - Hamadas - Continental Intercalaire - Continental Terminal.

REVISITED SAHARAN GEOLOGY (1980-2009)

ABSTRACT

Think to the development and the new concepts offered by the earth sciences, the Saharan geology had been revisited since the eighties.

The objectives are articulated with the harmonization of the nomenclature in term of series, formations and members in the analysis of basins fillings and their characterization in the geodynamic field.

These works are concerning:

- The adventure during the Palaeozoic in the Ougarta area: The relation basement / coverage is re-examined. A pre-coverage isochronous profile affecting the volcanic substratum in Bou Kbeïssat is highlighted. This sedimentary coverage is classically subdivided by the different authors into classic lithostratigraphic units. This cutting seems to be not satisfactory because of the defined units which are not equivalent. Another series and formations nomenclature based on major events was also proposed.

Otherwise, recent observations nuance the stability served as a vehicle for the previous works. They show many unstabilities held in different epochs and linked to the position particularly sensitive of this area of Western Sahara.

- The Hercynian history in some Saharan Basins: In the Hercynian era, a new reconfiguration of landscapes by a redistribution of geostructural elements shows a Saharan Foreland in the upstream of an active margin where the Variscan Chain is edified and eroded. This Saharan Foreland is structured in not much characterized synclises (Tindouf, Ahnet, Mouydir, Illizi...).

We would like to mitigate this by analyzing the functioning mechanisms of this type of basins by the study of the most complete and typical case which is the basin of Illizi in the SE.

In the other extremity of the Saharan Platform, the Tindouf and Timimoun basins close to the suture zone can't be arranged in the similar mould for the same period and seem to be atypical because of their extreme mobility.

Along the Saharan Craton in the NW oranais, the Bechar Basin is considered as a mobile basin in the periphery of the Variscan Chain issued from the joining and collision/ subduction along the plates.

The analysis shows a good foredeep basin model. It is highly subsident with thick sedimentary beds of more than 7000m which stake a complete cycle from the opening of the basin until its senescence.

The pedogenesis traces are particularly well developed in the delta plain and continental facies. Their analysis has permitted the definition of paleosoils typology. The repetition of soils and their position at the top of sequences complete the sequential analysis and show in many scalar levels very important events in the filling.

This factual approach focused on these formations because of the material quality, would then serve as a useful tool in the study of the continental, Intercalated continental and Terminal Saharan continental Trias formations.

- Some pages of the Alpine History in the Sahara : In the NE corner of the Saharan Platform, the subsident, heterochronous and complex Triassic province and mega ditch are delivered to continental sedimentation under dry climate.

In the reactivated leaps, magmatism comes healing the wounds.

This Trias outcrops but it is more developed in the depth of the basins.

The developed approaches until then in the definition of the deposit units, the lithologic limits lead us to propose in another approach a factual stratigraphy, a new cutting, a spatial organization and a more nuanced geodynamic evolution.

During the Mesozoic, and probably from the Albian in relation with the opening of the South Atlantic Ocean, the area of Bechar-Kenadsa which is a relic of the Variscan foredeep is reactivated into a foreland basin which is distinguished by its Senonian large evaporitic series. It was basically analysed in a mining prospection (Deleau, 1951) and then detailed during a prospection for potassium and magnesium salt by the EREM (1989, 1992), we have taken up his systematic study (Hamdidouche and *al.*, 2003).

The continuation of the history is essentially continental and generates two large continental: Intercalated and Terminal Continental.

We have re-examined them with the same optic in the areas of Timimoun, Reggane and Aoulef (Messamri, Aït Ouali, Nedjari) for the first, and in the Basin of Tindouf for the Hammadian formations (Benhamouche, Nedjari), then new cuttings have been proposed.

Keywords - Sahara - Ougarta - Bechar - Illizi - Tindouf - Timimoun - Basins - Geodynamics - Trias - Hercynian-Pedogenesis - Hammada - Intercalated Continental - Terminal Continental.

Note aux auteurs

1. Généralités

Les manuscrits et les correspondances doivent être adressés à Monsieur Le Directeur du Service Géologique National / ANGCM, Ministère de l'Energie et des Mines, Val d'Hydra Tour B Alger, Algérie.

Le Bulletin

Les articles destinés à une publication dans le Bulletin doivent être inédits ou de synthèse. Ils peuvent être rédigés en français ou en anglais.

Les manuscrits sont envoyés en triple exemplaires (figures et tableaux inclus). L'article doit être saisi en double interligne (y compris la bibliographie) avec une marge de 2,5 cm sur tous les côtés sans surcharge ni rature, sur du papier de format A4 (21 cm x 29,7cm).

Sont admis tous les articles en Sciences de la Terre relatifs à l'Algérie, aux régions du Bassin méditerranéen et à l'Afrique.

Tous les articles doivent comporter en français et en anglais des mots clés, un titre et un résumé.

Le résumé en anglais devra être plus substantiel dans le cas d'un article en français et inversement.

Une version abrégée en anglais (Abridged English Version) est également exigée pour les notes rédigées en français et inversement.

Chaque article sera soumis à un comité de lecture et ne sera publié qu'après son accord.

Les Mémoires

Pour une publication dans la série des Mémoires, le texte et les planches originaux du manuscrit sont exigés. Le Service Géologique National se réserve le droit de publier les Mémoires sous leur forme originale ou par composition.

2. Texte

La première page de l'article doit contenir le titre, le nom de l'auteur et son adresse professionnelle.

Le texte doit être subdivisé en chapitres et sous-chapitres.

L'emploi de chiffres ou de lettres pour une meilleure compréhension de la hiérarchie des sous-titres est recommandé.

Les remerciements suivent le texte de l'article.

Les notes infrapaginales dans le texte ne sont pas admises.

La légende des figures en français et en anglais (numérotées en chiffres arabes) et des tableaux (en chiffres romains) sera placée à la fin du manuscrit. Seul le numéro des figures et des planches figurera au verso de celles-ci.

La pagination se fera à partir de la première page. Les auteurs sont priés d'adresser au SGN une copie de leur note sur CD en précisant le logiciel utilisé.

3. Références

Les références bibliographiques seront réunies à la fin du texte et seront classées par ordre alphabétique.

Pour se référer à un ouvrage, il y a lieu d'indiquer le nom de l'auteur suivi de l'initiale du prénom et d'un point.

la date de publication, le titre d'édition et le nombre de pages.

Leeder, M.R. 1985. Sedimentology. *George Allen & Unwin, London*, 344 p.

Pour un article dans une revue :

Selley, R.C. 1970. Studies of sequences in sediments using a sample mathematical device. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 125, pp. 557-581.

Pour un article dans un ouvrage :

Heckel, P.H. and Witzke, B.W. 1979. Devonian World palaeogeography determined from distribution of carbonates and related lithic palaeoclimatic indicators.

In : House, M.R., Scrutton, C.H. and Bassett, M.S. (Editors). The Devonian system. *Special paper in palaeontology*, 23, pp. 99-123.

Odin, G.S. 1985. Remarks and numerical scale of Ordovician to Devonian times. *In* : Smelling, N.J. (Editor). The chronology of the geological record. *Geological Society of London, Memoir* 10, pp. 93-98.

Le titre des revues doit être indiqué sans abréviations.

4. Illustrations

Les originaux de toutes les illustrations sont exigés et peuvent être remis sur papier ou en format numérique.

Les originaux sur papier doivent respecter les normes suivantes :

- Les dimensions maximales admises sont 17,2 cm x 25 cm pour les Mémoires et 16 cm x 21 cm pour le Bulletin.

- Les photos doivent être réalisées sur papier brillant noir et blanc ou couleur.

- Les planches sont montées séparément et les différentes parties des photos sont classées a, b, c...

- Les schémas doivent être faits sur papier calque ou papier transparent à l'encre de chine de bonne qualité et comporter une échelle graphique métrique.

- Les lettres et les chiffres ne doivent pas être inférieurs à un millimètre de hauteur après réduction. Ne seront publiées que les illustrations bien nettes et qui respectent l'échelle. Sur la marge gauche du manuscrit indiquer la position souhaitée des figures et tableaux.

Les originaux en format numérique doivent être montés séparément du texte. Ils doivent respecter les exigences suivantes :

- format JPEG.

- résolution à 300 DPI.

5. Tirés-à-part

Vingt cinq (25) exemplaire sont remis gratuitement aux auteurs. Des exemplaires supplémentaires, à titre onéreux, peuvent être obtenus sur demande.

Déjà parus

- 1 - Métallogénie du gisement de fer oolitique de Mécheri Abdelaziz. (Bassin de Tindouf, Sahara occidental, Algérie). S. Guerrak, 1988.
- 2 - Le Bassin de Tin-Seririne et ses minéralisations uranifères (Hoggar, Algérie). M. Mokaddem, 1990.
- 3 - Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine de l'Algérie (d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines). R Guiraud, 1990.
- 4 - Géochimie et métallogénie des minéralisations du Plomb et Zinc du Nord de l'Algérie. B. Touahri, 1992.
- 5 - Bibliographie géophysique de l'Algérie. (Liste arrêtée à décembre 1987). K. Benallal et K. Ourabia, 1992.
- 6 - Trias 93. J. Dercourt, M. Tefiani et J.M. Vila (eds), 1994.
- 7 - Pétrologie et géochimie des granites de type "Taourirt" : un exemple de province magmatique de transition entre les régimes orogéniques et anarogéniques au Panafricain (Hoggar, Algérie). A. Azzouni-Sekkal, 1995.
- 8 - Géodynamique du craton ouest africain central et oriental : héritage et évolution post-panafricains. L.Bitam et J. Fabre (eds), 1996.
- 9 - Recueil de versions abrégées des thèses de géologie minière de l'Algérie. 1998.
- 10 - Bibliographie analytique des Sciences de la Terre, volume I (A, Bet C). Ph. Morin, 2002.
- 11 - Stratigraphie de l'Algérie : contributions et mises au point. C.S.A / S.G.A. (eds), 2002.
- 12 - Le séisme de Zemmouri (Boumerdès, Algérie) du 21 Mai 2003 (Mw= 6,9) : constats et premiers enseignements. Groupe Géoscientifique d'Etude du Séisme (eds), 2004.
- 13 - Stratigraphie de l'Algérie : contributions et mises au point. C.S.A / S.G.A. (eds), 2006.
- 14 - Le bassin de l'Ougarta au Paléozoïque : une mobilité permanente (livret guide du field trip), A. Nedjari, R. Aït Ouali, F. Chikhi Aouimeur et L. Bitam, 2007.
- 15 - Guide pratique des sources thermales de l'Est algérien. H. Dib, 2008.
- 16 - Les principaux séismes du Nord-Est de l'Algérie A. Harbi et S. Maouche, 2009.
- 17 - Stratigraphie de l'Algérie : contributions et mises au point. C.S.A / S.G.N. (eds), 2011.