

Ministère de l'Energie et des Mines
Agence du Service Géologique de l'Algérie
Comité de Stratigraphie de l'Algérie

Le Quaternaire des bassins méditerranéens



MÉMOIRES DU SERVICE GÉOLOGIQUE DE L'ALGÉRIE **22**

Recueil de notes sélectionnées au Workshop
sur la Géologie du Quaternaire de l'Algérie

SÉTIF

Les 4 et 5 décembre 2019

ALGER, 2021

Ministère de l'Energie et des Mines
Agence du Service Géologique de l'Algérie
Lot n° 5, Boulevard 11 décembre 1960, El Biar - Alger

Présidente du Comité de Direction :
Karima BAKIR-TAFER
Tél. : 023. 37. 32. 20
Fax : 023. 37. 32. 69

Directeur de la Division Géo-Information
Abdelkrim KHELAF

Bibliothèque des Sciences de la Terre (BST)
Consultation documentaire - Echanges
Banque de Données - Dépôt légal
18A, Avenue Mustapha El Ouali, Alger 16 000
Tél. : 023. 49. 03. 26

Éditions - Fabrication - Secrétariat de Rédaction
Lot n° 5, Boulevard 11 décembre 1960, El Biar - Alger
Tél. : 023. 37. 32. 17
Responsable des Editions: Samira MENDIR

Editeur en chef : Ahmed NEDJARI

Comité scientifique

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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BELANTEUR 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BELHAI DJ. 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BENALI H. 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BENDAOU D. 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BOUGDAL 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BOUMA T. Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, *Université Farhat Abbas, Sétif*, (Algérie).
BOUTALEB 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BOUZENOUNE A. Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, *Université de Jijel*, (Algérie).
CHIKHI-AOUIEUR F. Cité les Asphodèles, Bt. A3, Appt. 48, Ben Aknoun, Alger (Algérie).
HADDOUN H. 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
HAMOUDI 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
LAOUAR R. Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, *Université Badji Mokhtar, Annaba*, (Algérie).
MANSOUR B. Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, *Université Oran 2, Oran*, (Algérie).
MARMI R. Laboratoire Géologie et Environnement, *Université Constantine 1, Constantine*, (Algérie).
MENANI M.-R. Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, *Université Hadj Lakhdar, Batna*, (Algérie).
MESBAH 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
MEZGHACHE H. Département de Géologie, *Université Badji Mokhtar, Annaba*, (Algérie).
OUALI-MEHADJI A. Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnements, *Université Oran 2, Oran*, (Algérie).
TALBI 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
TOUBAL A.-C. 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
ZELLOUF KH. Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie, *Université M'hamed Bougara, Boumerdès*, (Algérie).

Comité de lecture

ABDELLAH H. Laboratoire de Géo-Energie, Centre de Recherche et des Technologies de l'Energie, *Université de Carthage*, (Tunisie).
ABTOUT A. Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), *Alger*, (Algérie).
BENAÏSSA Z. 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
BENDJOUDI H. 1, rue Madone 75018, Paris, (France).
BENSALAH M. Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Faculté des Sciences, *Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen*, (Algérie).
BENHAMOU M. Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, *Université Oran 2, Oran*, (Algérie).
BESSEDIK M. Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnements, *Université Oran 2, Oran*, (Algérie).
BONIN B. Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences d'Orsay, *Université Paris Sud*, (France).
BOUHADAD Y. Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique, (CGS), *Alger*, (Algérie).
CHAÏD-SAOUDI Y. Institut d'Archéologie, *Université d'Alger 2, Alger*, (Algérie).
COTTIN J.-Y. *Université Jean Monnet Saint-Etienne*, (France).
DECONINCK J.-F. *Université de Bourgogne*, (France).
DJABRI L. Laboratoire Ressource en Eau et Développement Durable, Faculté des Sciences de la Terre, *Université Badji Mokhtar, Annaba*, (Algérie).
GROSHENY D. UMR 7566 Géo-Ressources, *Université de Lorraine*, (France).
GUIRAUD R. Blanche Colombe D, 23, rue de la La Sorbes, 34 070 Montpellier, (France).
HERNANDEZ J. 59, rue du Chateau des rentiers, 75 013 Paris, (France).
KAREL SCH. Observatoire des Sciences de la Terre, *Université Louis Pasteur, Strasbourg*, (France).
LEDOUX J.-E. 34, rue de la Paroisse, 77 300 Fontainebleau, (France).
LEGRAND-BLAIN M. 216 Cours Général de Gaulle, F33170 Gradignan, (France).
LIEGEAIS J.-P. 216 Geodynamics and Mineral Ressources, *Royal Museum for Central Africa, B-3080 Tervuren*, (Belgium).
MAHBOUBI M. Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire, *Université Oran 2, Oran*, (Algérie).
MANIA J. Polytech'Lille, *Université Lille 1, Lille*, (France).
MAOUCHE S. Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), *Alger*, (Algérie).
MOURI H. Department of Geology, *University of Johannesburg*, (South Africa).
NACHITE D. Faculté Polydisciplinaire de Larache, *Université Abdelmalek Essaadi*, (Maroc).
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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
OUZEGANE KH. 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 Boumediene, 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 Boumediene, Alger*, (Algérie).
OBERHANSLI R.-E. Bäckstrasse, 14467 Potsdam, (Allemagne).
TAQUET PH. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, (France).
TURKI M.-M. Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, *Campus Universitaire Tunis El Manar, Tunis*, (Tunisie).



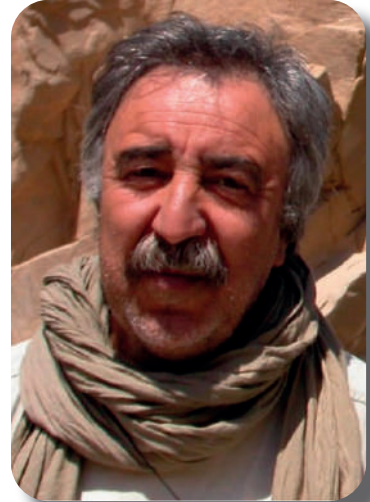
Quaternaire du Béni Abbès
(Ougarta, Béchar)

(Collection ASGA)

ISBN : 978-2-87791-021-7
Printed in Algeria



**HOMMAGE À MONSIEUR
- AMAR MOULFI -
(1955-2021)**



Amar MOULFI compte parmi les algériens épris de justice et de liberté. Par son immense générosité, il se tenait toujours prêt à aider autrui. Né le 17 juin 1955 à Sidi Aïch dans une famille modeste, il grandit à Bordj El Kiffan (ex Fort de l'Eau, Alger) où il poursuit ses études primaires avant de rejoindre le lycée ABANE RAMDANE d'El Harrach pour le cycle secondaire. Très sportif, il fait partie de l'équipe de football de Fort de l'Eau en catégorie junior puis senior.

Après l'obtention du baccalauréat, en 1976, il s'inscrit à l'Institut des Sciences de la Terre (Géologie) de l'Université des Sciences et de la Technologie d'Alger (USTA) où il obtient un DES dans la première promotion de Géologie Marine. Dès lors, il s'engage dans la préparation d'une thèse de Magister dans cette spécialité.

Il participe activement à la mise en place du laboratoire de Géologie Marine à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB) parallèlement aux travaux de recherches au sein du CROP (Centre de Recherches Océanographiques et des Pêches) à l'Amirauté d'Alger.

Avec l'acquisition du Navire Océanique « M. S. Benyahia » en 1983, il dirige la même année l'équipe de Géologie Marine et la première mission océanographique à bord de ce bateau, dans la Baie de Bou Ismail, son terrain d'étude. Il soutient brillamment sa thèse de Magister et se consacre à l'enseignement théorique et pratique ainsi qu'à l'encadrement des étudiants sur le terrain aussi bien en tronc communs (Bou Saada, Tikjda) qu'en spécialité (Ingéniorat de Géologie Marine).

Très aimé, respecté et apprécié aussi bien par ses étudiants que par ses collègues, il ne ménage aucun effort pour la transmission des connaissances et du savoir pour des générations d'étudiants.

Durant plus d'une année, Dda Amar aura été l'ange gardien de notre chère et regrettée Mimiche (Pr. Yamina Mahdjoub), en veillant sur elle, particulièrement durant les derniers mois par une présence quotidienne, avant son décès..., leurs décès.

Dda Amar a laissé un vide immense. Sa fidélité, son honnêteté et sa générosité resteront à jamais gravées dans nos cœurs et dans nos mémoires.

Lazreg BENSLAMA
Enseignant - Chercheur
(FSTGAT/USTHB)

SOMMAIRE

K. BAKIR-TAFER - Préface.....	9
M. MEGHRAOUI, S. MAOUCHE, Y. CHAÏD-SAOUDI, S. BAGDI-ISSAAD, M. DERDER ET A. NEDJARI - Les caractéristiques du Quaternaire du Nord de l'Algérie : apports de la tectonique active, géomorphologie, paléontologie-préhistoire, paléo-climatologie et paléo-magnétisme.....	11
M. SAHNOUNI, J.-M. PARÈS, M. DUVAL, I. CÁCERES, Z. HARICHANE, J. VAN DER MADE, A. PÉREZ-GONZALÈZ, S. ABDESSADOK, N. KANDI, A. DERRADJI, M. MEDIG, K. BOULAGHRAIEF, R. CHELLI-CHEHEB ET S. SEMAW - Mise en évidence d'outils lithiques et de traces de découpe datés de 2,44 et de 1,92 millions d'années dans le site de Aïn Boucherit (Sétif, Algérie) et leurs implications pour la première occupation humaine en Afrique du Nord.....	55
J. VAN DER MADE, K. BOULAGHRAIEF, R. CHELLI-CHEHEB, M. DUVAL, J.-M. PARÈS, I. CÁCERES, S. SEMAW ET M. SAHNOUNI - La faune du Pleistocène inférieur en Afrique du Nord: de la biostratigraphie à la biochronologie.....	73
S. MAHBOUBI ET M. BENAMMI - Nouvelles données chronologiques des dépôts continentaux mio-pliocènes du Bassin de Beni Fouda (Nord-Est d'Algérie): micromammifères et magnétostratigraphie.....	91
A. CHAKROUN, D. ZAGHBIB-TURKI ET M.-M. TURKI - Synthèse sur le Pléistocène de la zone côtière de Tunisie.....	109
G. AUMASSIP - Changements climatiques et occupation humaine au Sahara.....	129
M.-R. PALOMBO - Le Quaternaire italien dans une perspective méditerranéenne: état de l'art et perspectives.....	161

CONTENTS

K. BAKIR-TAFER - Preface.....	9
M. MEGHRAOUI, S. MAOUCHE, Y. CHAÏD-SAOUDI, S. BAGDI-ISSAAD, M. DERDER AND A. NEDJARI - The characteristics of Quaternary deposits in Northern Algeria : contribution of active tectonics, geomorphology, paleontology-prehistory, paleoclimatology and paleomagnetism.....	11
M. SAHNOUNI, J.-M. PARÈS, M. DUVAL, I. CÁCERES, Z. HARICHANE, J. VAN DER MADE, A. PÉREZ-GONZALÈZ, S. ABDESSADOK, N. KANDI, A. DERRADJI, M. MEDIG, K. BOULAGHRAIEF, R. CHELLI-CHEHEB AND S. SEMAW - Evidence of stone tools and cutmarked bones dates to 2.44 and 1.92 millions years ago from Aïn Boucherit (Sétif, Algeria) and their implications on the first human occupation in North Africa.....	55
J. VAN DER MADE, K. BOULAGHRAIEF, R. CHELLI-CHEHEB, M. DUVAL, J.-M. PARÈS, I. CÁCERES, S. SEMAW AND M. SAHNOUNI - The North African Early Pleistocene faunal sequence: from biostratigraphy to biochronology.....	73
S. MAHBOUBI AND M. BENAMMI - New chronological data on the Mio-Pliocene continental deposits of the Beni Fouda Basin (Northeastern Algeria): small mammals and magnetostratigraphy.....	91
A. CHAKROUN, D. ZAGHBIB-TURKI AND M.-M. TURKI - Synthesis on the Pleistocene of the coastal zone of Tunisia.....	109
G. AUMASSIP - Climate changes and human occupation in the Sahara.....	129
M.-R. PALOMBO - The Italian Quaternary in a mediterranean perspective: state of the art and perspectives....	161

PRÉFACE

Par Karima BAKIR-TAFER

Présidente du Comité de Direction de l'ASGA

Le Quaternaire correspond à la période ultime de l'histoire géologique de la Terre. Si cette période est caractérisée par l'apparition des premiers hommes, elle a également été le témoin d'évènements majeurs: inversion des pôles magnétiques, séismes, tsunamis, éruptions volcaniques, changements climatiques répétés: cycles de refroidissement ou glaciations séparés par des périodes de réchauffement qui ont entraîné des modifications de la faune et de la flore à l'origine parfois de leur extinction.

Le Quaternaire, aujourd'hui, fait l'objet de vives discussions au sein de la communauté scientifique car l'étude des dépôts de cet âge revêt une grande importance, non seulement pour la compréhension de cette page de l'histoire de la Terre, mais aussi sur un plan pratique telle la conception de projets qui relèvent du génie civil nécessitant une bonne connaissance de la géologie des assises, de la sismicité et autres phénomènes naturels.

En Algérie, cette période est très peu étudiée et les géologues qui s'y intéressent abordent des sujets variés souvent en "solitaires".

Pour toutes ces raisons, un workshop sur cette thématique a été organisé.

Cet évènement géoscientifique s'est déroulé les 4 et 5 décembre 2019 à l'université Ferhat Abbas-Sétif 1. Organisé conjointement par l'Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA), le Comité de Stratigraphie de l'Algérie (CSA) et l'Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre /Université Ferhat Abbas-Sétif I, il a permis de regrouper soixante-cinq (65) chercheurs dont dix (10) venus de six (6) pays étrangers avec des contributions de haut niveau. Une sortie de terrain sur deux sites géologiques : site de Aïn Hanech- Aïn Boucherit et site du Plateau de Aïn El Bey a clôturé l'évènement.

Les notes publiées dans cet ouvrage reflètent, une partie, de ce que furent les communications et les discussions : des conférences majeures données par des spécialistes du bassin méditerranéen : Espagne, France, Italie, Tunisie, Maroc et Algérie. Chaque orateur a présenté un état des connaissances sur le Quaternaire du pays, objet de ses recherches.

Ainsi, ce workshop a permis :

- La publication, dans le présent ouvrage, de mises au point sur les travaux récents portant sur le Quaternaire des bassins méditerranéens ;
- La constitution d'un groupe quaternaire affilié au CSA /ASGA.

L'organisation, d'un séminaire dédié au Quaternaire du bassin méditerranéen a été l'une des recommandations issues de cet atelier.

Cette première initiative incitera certainement les autres quaternaristes à rejoindre ce groupe et œuvrer de concert dans la relance, l'orientation, la validation et l'harmonisation des études futures.

LES CARACTÉRISTIQUES DU QUATERNAIRE DU NORD DE L'ALGÉRIE : APPORTS DE LA TECTONIQUE ACTIVE, GÉOMORPHOLOGIE, PALÉONTOLOGIE-PRÉHISTOIRE, PALÉO-CLIMATOLOGIE ET PALÉO-MAGNÉTISME.

Mustapha MEGHRAOUI¹, Said MAOUCHE², Yasmina CHAÏD-SAOUDI³, Souhila BAGDI-ISSAAD^{1 et 3}, Mohamed DERDER² et Ahmed NEDJARI³

RÉSUMÉ

Les ensembles géologiques du Quaternaire représentent une part importante des terrains géologiques en Algérie. On identifie les affleurements quaternaires essentiellement dans les bassins sédimentaires liés à l'Atlas du Sahara, les Hauts Plateaux de l'Est et à l'Atlas du Tell. Une autre partie importante des dépôts quaternaires sont au Sahara, liée aux plateformes et regs, et dans les vallées telles que celles de la Saoura. Toutefois, et malgré de nombreuses études stratigraphiques, structurales et tectoniques, de tectonique active, géotechniques, anthropologiques, archéologiques, paléomagnétiques et paléoclimatologiques, on déplore un manque de cartes détaillées du Quaternaire. Les anciens levés géologiques étant dédiés aux formations paléozoïques, mésozoïques et tertiaires, peu de place a été consacré au Quaternaire.

Après un bref rappel des concepts et travaux anciens, cet article propose une mise à jour des données récentes sur le Quaternaire du Nord de l'Algérie. Dans les principaux bassins néogènes, l'expression de ce système, tout en obéissant à la périodicité terrestre des cycles glaciaires/interglaciaires (0,04 Ma, 0,10 Ma) et aux cycles transgressifs et régressifs, est liée à la dynamique propre à chacun d'eux, à leur âge, leur latitude, leur continentalité ou eustatisme et à leur tectonique. Dans les bassins du Chélif, de la Tafna et du Hodna, plusieurs faciès autochtones sont décrits, Chélifien I, Chélifien II, Tafna I, Tafna II, Hodna et Fodda. Leur succession stratigraphique et leurs subdivisions semblent correspondre à celles actuellement admises au Maroc oriental. Le Quaternaire marin, quant à lui, considéré par de nombreux auteurs comme un cycle climato-sédimentaire, est ici plus amplement documenté notamment dans sa phase tyrrhénienne régressive qu'appuient de nombreuses datations. Dans les deux contextes, les bouleversements stratigraphiques et les failles d'ordre tectonique sont clairement démontrées.

De nos jours, différents travaux scientifiques liés aux ensembles sédimentaires et volcaniques quaternaires mettent en évidence la richesse des résultats incluant les datations isotopiques et paléontologiques utilisées dans les différentes spécialités. De par sa spécificité de dépôts superficiels, le Quaternaire est intimement lié à la géomorphologie et à la tectonique active ou géologie

¹ Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre (EOST), Institut Terre et Environnement de Strasbourg, UMR 7063, France. E-mail : m.meghraoui@unistra.fr.

² Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), Algérie.
E-mail : said.maouche@gmail.com; mderder58@yahoo.fr.

³ Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes (LGBSO), FSTGAT, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Algérie. E-mail : yasmina.chaid@univ-alger2.dz; souhila.bagdi@gmail.com.

des tremblements de terre. L'importance du Quaternaire réside également dans les nombreuses implications sur les connaissances en sciences de la Terre telles qu'en géodynamique, et notamment dans le domaine économique d'exploitation des matériaux de construction.

Durant le Plio-Pléistocène, les faunes présentent un cachet Est-africain avec une diversité moindre par endroits et par moments sans réel renouvellement au niveau générique mais une distribution taxonomique différente et quelques marqueurs biostratigraphiques et écologiques. La notion de province biogéographique paléarctique du Nord de l'Afrique n'acquiert réellement de sens qu'au Tyrrhénien, avec l'arrivée de quelques taxons eurasiatiques et l'apparition, bien que rare, d'un endémisme au niveau de la microfaune. Les volets culturels et anthropobiologiques, plus difficiles à corréliser aux données physiques en raison des nombreux mécanismes qui contrôlent leur évolution, sont néanmoins interrogés. La mise en perspective des nouveaux sites et le renvoi bibliographique des travaux non publiés visent à informer et élargir les champs de la documentation.

La relance des études sur le Quaternaire dans le cadre de projets nationaux et internationaux du Comité de Stratigraphie de l'Algérie (CSA) et de l'Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA), avec adhésion aux associations internationales (IUGS, INQUA), sont un objectif primordial du groupe de travail sur le Quaternaire en Algérie. Loin d'être exhaustif, cet apport sur les caractéristiques du Quaternaire du Nord de l'Algérie constitue un premier pas vers l'élaboration d'une nomenclature du Quaternaire d'Algérie avec ses formations, ses membres, ses stratotypes et ses contenus paléontologiques et préhistoriques. Elle prépare au réinvestissement des recherches sur le Quaternaire en Algérie à des fins d'approfondissement des connaissances mais aussi socio-économiques et écologiques.

Mots-clés - Nomenclature - Quaternaire - Algérie du Nord - Bassins sédimentaires - Tectonique - Datations - Mammifères - Faciès culturels - Climat - Eustatisme.

THE CHARACTERISTICS OF QUATERNARY DEPOSITS IN NORTHERN ALGERIA: CONTRIBUTION OF ACTIVE TECTONICS, GEOMORPHOLOGY, PALEONTOLOGY-PREHISTORY, PALEOCLIMATOLOGY AND PALEOMAGNETISM

ABSTRACT

The Quaternary geological units represent an important part of the geological terrain in Algeria. Quaternary outcrops are identified mainly in sedimentary basins related to the Sahara Atlas, the Eastern High Plateaux and the Tell Atlas. Another important part of the Quaternary deposits is in the Sahara related to the platforms and regs, and in the valleys such as the Saoura. However, despite numerous stratigraphic, structural, tectonic, active tectonic, geotechnical, anthropological, archaeological, paleomagnetic, and paleoclimatological studies, there is a lack of detailed Quaternary maps. As the former geological mapping and studies were dedicated to the Paleozoic, Mesozoic, and Tertiary formations, little attention was devoted to the Quaternary.

After a brief review of old concepts and works, this article proposes an update of recent data on the Quaternary of northern Algeria. In the main Neogene basins, the expression of this system, while obeying the terrestrial periodicity of glacial/interglacial cycles (0.04 Ma, 0.10 Ma) and transgressive and regressive cycles, is related to the dynamics of each of them, to their age, latitude, continentality or eustatism and tectonics. In the Chelif, Tafna and Hodna basins, seve-

ral autochthonous facies are described, Chelifian I, Chelifian II, Tafna I, Tafna II, Hodna and Fodda. Their stratigraphic succession and subdivisions seem to correspond to those currently accepted in eastern Morocco. The marine Quaternary, considered by many authors as a climatic-sedimentary cycle, is more fully documented here, particularly in its Tyrrhenian regressive phase, which is supported by numerous dates. In both contexts, stratigraphic upheavals and tectonic faults are clearly demonstrated.

Nowadays, different scientific works related to the Quaternary sedimentary and volcanic assemblages highlight the richness of the results including isotopic and paleontological dating used in the different specialties. Because of its specificity of superficial deposits, the Quaternary is intimately linked to geomorphology and active tectonics or earthquake geology. The importance of the Quaternary also lies in the numerous implications on the knowledge of Earth science such as geodynamics, and notably in the economic field of exploitation of building materials.

During the Plio-Pleistocene, the faunas present an East African cachet with a lower diversity in places and at times without real renewal at the generic level but a different taxonomic distribution and some biostratigraphic and ecological markers. The notion of a biogeographic province of North Africa does not really acquire meaning until the Tyrrhenian, with the arrival of some Eurasian taxa and the appearance, albeit rare, of endemism at the microfaunal level. The cultural and anthropobiological aspects, which are more difficult to correlate with the physical data because of the numerous mechanisms that control their evolution, are nevertheless questioned. The perspective of new sites and the bibliographic reference of unpublished works aim at informing and widening the fields of documentation.

The revival of studies on the Quaternary within the framework of national and international projects of the Committee of Stratigraphy of Algeria (CSA) and the Algerian Geological Survey Agency (ASGA), with membership in international associations (IUGS, INQUA), are a primary objective of the working group on the Quaternary in Algeria. Far from being exhaustive, this contribution on the characteristics of the Quaternary of northern Algeria constitutes a first step towards the elaboration of a nomenclature of the Quaternary of Algeria with its formations, its members, its stratotypes and its paleontological and prehistoric contents. It prepares the reinvestment of research on the Quaternary in Algeria for the purpose of deepening knowledge but also towards the socio-economic and ecological issues.

Keywords - Nomenclature - Quaternary - Northern Algeria - Sedimentary basins - Tectonics - Datations - Mammals - Cultural facies - Climate - Eustatism.

MISE EN ÉVIDENCE D'OUTILS LITHIQUES ET DE TRACES DE DÉCOUPE DATÉS DE 2,44 ET DE 1,92 MILLIONS D'ANNÉES DANS LE SITE DE AÏN BOUCHERIT (SÉTIF, ALGÉRIE) ET LEURS IMPLICATIONS POUR LA PREMIÈRE OCCUPATION HUMAINE EN AFRIQUE DU NORD

Mohamed SAHNOUNI^{1,2 et 3}, Josep María PARÈS¹, Mathieu DUVAL^{1 et 4}, Isabel CÁCERES⁵, Zoheir HARICHANE^{2 et 6}, Jan VAN DER MADE⁷, Alfredo PÉREZ-GONZALÈZ¹, Salah ABDESSADOK^{2 et 8}, Nadia KANDI⁹, Abdelkader DERRADJI^{2 et 10}, Mohamed MEDIG¹⁰, Kamel BOULAGHRAIEF^{2 et 11}, Razika CHELLI-CHEHEB^{2 et 10} et Sileshi SEMAW¹

RÉSUMÉ

Les sites pléistocènes inférieurs d'Afrique de l'Est et ceux de Gona (Éthiopie) datés de 2,6 millions d'années en particulier, ont livré les plus anciens outils oldowayens et ossements portant des traces de découpe induites par l'utilisation de ces outils taillés par les hominidés indubitablement reconnus à ce jour. Par comparaison, les artefacts lithiques oldowayens datés d'environ 1,8 million d'années et recueillis à Aïn Hanech (Algérie) ont été pendant longtemps considérés comme les plus anciens restes archéologiques d'Afrique du Nord. Dans cet article, nous rapportons la découverte récente de traces d'activité humaine plus anciennes. Il s'agit d'outils taillés associés directement à des traces de découpe qui ont été recueillis dans deux niveaux archéologiques distincts (inférieur : AB-Lw, et supérieur : AB-Up) du site de Aïn Boucherit, situé dans la zone d'étude de Aïn Hanech. À l'aide d'une approche multi-méthode combinant le paléomagnétisme, la datation par Résonance Paramagnétique Électronique (RPE ou ESR) et la biochronologie des grands mammifères, l'âge des niveaux archéologiques de Aïn Boucherit est

¹ Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), Espagne. E-mails: mohamed.sahnouni@cenieh.es; josep.pares@cenieh.es; alfredopg41@hotmail.com.

² Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques et Historiques (CNRPAH), Algérie. E-mail: harichanezoheir@gmail.com.

³ Stone Age Institute & Anthropology Department, Indiana University, Bloomington, Indiana, USA.

⁴ Australian Research Centre for Human Evolution, Griffith University, Australie. E-mail: m.duval@griffith.edu.au.

⁵ Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), & Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili, Espagne. E-mail: icaceres@iphes.cat.

⁶ Musée Public National du Bardo, Algérie.

⁷ Museo Nacional de Ciencias Naturales & Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Espagne. E-mail: mcnjv538@mncn.csic.es.

⁸ Histoire Naturelle de l'Homme Préhistorique (HNHP), UMR7194, Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS, Université Perpignan Via Domitia, Alliance Sorbonne Université, France. E-mail: salah.abdessadok@mnhn.fr.

⁹ Département d'Archéologie, Université Lamine Debaghine Sétif 2, Algérie. E-mail: nadia.kandi@gmail.com.

¹⁰ Institut d'Archéologie, Université Alger 2, Algérie. E-mails: derradjikader@yahoo.fr ; med_medig@yahoo.fr.

¹¹ Dipartimento di Studi Umanistici, Università Degli Studi di Ferrara, Italie. E-mail: boulaghraifkamel@yahoo.fr.

estimé à ~2,44 Ma pour AB-Lw et à ~1,92 Ma pour AB-Up. Ces résultats démontrent que Aïn Boucherit préserve les plus anciennes traces archéologiques connues à ce jour en dehors du Rift Est Africain, révélant ainsi que les premiers hominidés habitaient la frange méditerranéenne en Afrique du Nord beaucoup plus tôt qu'on ne le pensait. Ces preuves plaident fortement en faveur d'une dispersion ancienne et rapide de la manufacture et de l'utilisation d'outils lithiques de type oldowayen depuis l'Afrique de l'Est, ou même d'un scénario d'une possible origine de cette technologie lithique en Afrique de l'Est et en Afrique du Nord.

Mots-clés - Première occupation humaine en Afrique du Nord - Artefacts oldowayens - Traces de découpe - Aïn Boucherit - Algérie.

EVIDENCE OF STONE TOOLS AND CUTMARKED BONES DATED TO 2.44 AND 1.92 MILLIONS YEARS AGO FROM AÏN BOUCHERIT (SETIF, ALGERIA) AND THEIR IMPLICATIONS ON THE FIRST HUMAN OCCUPATION IN NORTH AFRICA

ABSTRACT

The earliest archaeological evidence for the Oldowan and associated fossil bones with evidence of butchery is known within the 2.6-1.9 million years ago time (Ma) interval primarily from East Africa, including the sites of Gona, Omo and Hadar in Ethiopia, and West-Turkana and Kanjera in Kenya. Because of the overwhelming evidence from this area, most paleoanthropologists believe that early hominids dispersed into Northern Africa much later. Continued research at Aïn Hanech and El-Kherba sites (Eastern Algeria) over the past two decades expanded the geographic range and pushed back the evidence for ancestral hominid fashioning of stone tools and carnivory to ~1.8 Ma, showing the potential of this area for discovery of even older archaeological occurrences. In order to examine whether or not early hominids inhabited North Africa prior to 2 Ma, we recently explored the nearby deposits at Aïn Boucherit. The explorations resulted in the discovery of stone tools and associated cutmarked and hammer-stone percussed fossil bones that are older than those documented earlier at Aïn Hanech and El Kherba. The age of the Aïn Boucherit archaeological materials is constrained by means of paleomagnetism, Electron Spin Resonance (ESR) applied to quartz grains, and mammalian biostratigraphy. In this article, we report evidence of Oldowan stone tools and associated hominid-modified fossil bones excavated from two distinct archaeological strata (lower and upper), situated in a sedimentary outcrop cut by a deep ravine at Aïn Boucherit, dated to ~2.44 and ~1.92 Ma respectively for the specimens from the lower stratum and upper stratum.

The archaeological strata belong to the Aïn Hanech Formation, which contains six stratigraphic members, top to bottom, from P to U, consisting of a cyclothemic sedimentation of fluvio-riverine origin with expanses of shallow waters. The lowermost artefact-bearing stratum (AB-Lw) is located in the sequence near the top of Member P, the lower part of which consists of 10 m thick unsorted pebbles contained in mottled pink silt and yellow red sediments. The upper part is equally silty but with higher clay content. Oldowan artefacts in association with a sizable faunal assemblage *in situ*, some with evidence of stone tool cutmarks have been excavated from AB-Lw. The materials were sealed in fine-grained sediments consisting primarily of silt, fine sand, and clay. The lithic artifacts were overall fresh but taphonomic investigations show that the bones were subjected to some alterations. The second artifact-bearing stratum (AB-Up), 9 m higher in the sequence, is sealed by the 3.5 m thick Member R overlying deposits. AB-Up is characterized by light brown sandy silt and scattered gravels capped by pale brown sandy silt, and light brown silt. An excavation in this stratum yielded a faunal assemblage

associated with Oldowan artifacts encased in a fine-grained sediment formed primarily of silty clay and fine sand, underlain by gravels. The fine-grained sediment context, the fresh quality of the artifacts with a large number of debitage, and the absence of preferred orientation or high dip of the remains suggest a low energy depositional environment. Microscopic observations also show some taphonomic alterations related to water activities but sorting of skeletal parts is entirely absent.

The lithic assemblages of the Aïn Boucherit AB-Lw and the AB-Up archaeological levels are made of limestone and flint, and consist of 17 and 231 specimens, respectively. The technological and typological features of the Aïn Boucherit stone assemblages are similar with the Oldowan from the Early Pleistocene sites in East Africa. The artifact assemblage from AB-Lw includes 7 cores, 9 flakes, and one retouched piece. Despite marked technological similarities, some of the Aïn Boucherit cores are predominantly polyhedral/subspherical. The cores are variably flaked with most retaining residual cortical areas, ranging from lightly flaked with 2-8 scars to heavily flaked with up to 29 scars. Most of the flakes retain cortex. The retouched specimen is a denticulate-like on a cortical flake made of flint. In AB-Up abundant stone artifacts were recovered comprising of 121 cores, 60 whole flakes, 3 retouched flakes, and 47 fragments. The cores are primarily made of limestone with a few made of flint. The cores include unifacial and bifacial choppers, polyhedrons, subspheroids and spheroids, and split cobbles. They were variably flaked, from light to heavy; and over half still retaining cortex. There are also faceted subspheroids bearing pitting marks suggesting possible pounding activities. The flakes are predominantly made of limestone, and nearly half of the specimens have cortical dorsal surfaces and cortical platforms. The retouched pieces, chiefly in flint, are small in size and can be typologically characterized as scrapers and denticulate-like.

The faunal assemblages of AB-Lw and AB-Up include 296 and 277 fossil bones, respectively. The fossil bones are primarily composed of small and medium-sized bovids and equids. Very small and medium-sized animals have the best skeletal representations; the appendicular parts in both levels being the most abundant, followed by cranial and axial elements. Bone surface preservation is generally good, though much better in AB-Lw. Evidence of cutmarked and hammerstone-percussed bones is abundant in both assemblages. Cutmarks are characterized by isolated or grouped striae with straight trajectory and oblique or transversal orientations. Although variable in depth, with some being shallow, much of the specimens have narrow V-shaped cutmarks in cross-section with clear internal micro striation and hertzian cones. In AB-Lw, cutmarks are identified on 7.1% of the assemblage, half of which belong to very small or small-sized animals. Cutmarks are present primarily on limb bones, on ribs, and on cranial remains. The location of the cutmarks suggests skinning, evisceration, and defleshing activities. Four of the bones show hominid induced percussion marks, including percussion pits, cortical extractions, impact notches, and a bone flake, implying marrow extraction. The AB-Up bone assemblage yielded 2 cutmarked bones and 7 hammerstone-percussed bones.

For a long time, East Africa has been considered the place of origin of the earliest hominids and lithic technology. Aïn Boucherit has yielded Oldowan archaeology estimated to 2.44 Ma, near contemporary with the East African early Oldowan. It can be argued strongly that despite its considerable geographical distance from East Africa, the Aïn Boucherit evidence clearly argues either for a rapid expansion of stone tool manufacture and use from East Africa to other parts of the continent, or for a possible origin scenario of ancestral hominids and stone tool manufacture and use in both East and North Africa.

Keywords - Earliest human occupation in North Africa - Oldowan artifacts - Cutmarks - Aïn Boucherit - Algeria.

THE NORTH AFRICAN EARLY PLEISTOCENE FAUNAL SEQUENCE: FROM BIOSTRATIGRAPHY TO BIOCHRONOLOGY

Jan van der MADE¹, Kamel BOULAGHRAIEF², Razika CHELLI-CHEHEB^{2 et 3}, Mathieu DUVAL^{4 et 5},
Josep Maria PARÈS⁵, Isabel CÁCERES^{6 et 7}, Sileshi SEMAW^{5 et 8} and Mohamed SAHNOUNI^{2, 5 et 8}

ABSTRACT

The Early Pleistocene faunal record in North Africa is well known from classic localities, documented already in the 19th century and earlier part of the 20th century, such as Aïn Boucherit and Aïn Hanech. In the second half of the 20th century, radiometric dates became available and correlations were used to estimate the ages of the earliest Pleistocene North African sites. However, isolation and long-distance correlations were not favourable for a precise chronology of the North African fossil record, leading to major discrepancies on the ages of the sites, with age estimates differing as much as one million years. Such a situation hampers research on prehistory and the correlation of observed faunal change to the published detailed climatic and environmental records.

The Aïn Hanech and Oued Laatach Formations crop out in the small Oued Boucherit, where a series of fossiliferous and archaeological sites are situated in superposition in the lithostratigraphic sequence. These include the classic sites of Aïn Boucherit and Aïn Hanech, as well as the more recently discovered El-Kherba, a new fossiliferous level at Aïn Boucherit, as well as various minor localities. These sites are in a section or can be correlated to it, which has been dated using a combination of magnetostratigraphy, Electron Spin Resonance (ESR) applied to optically bleached quartz grains, sediment accumulation rates and biostratigraphy. The oldest fossiliferous site is situated in the Gilbert Chron and has an age exceeding 3.58 Ma, while the estimated ages of the archaeological sites are between 2.44 to 1.7 Ma. With these dates, biostratigraphy of this part of the North African record turns into biochronology. The lower paleontological and archaeological level at Aïn Boucherit has an inferred age of about 2.44 Ma and is, thus not more than about 140 ka, younger than the oldest sites with widely accepted stone tools, such as Gona EG10 and 12, and OGS 6 and 7 in Ethiopia, which are situated just above the Gauss.

Keywords-Quaternary - Prehistory - Fossil mammals - Magnetostratigraphy - Lithostratigraphy - Maghreb.

¹ Museo Nacional de Ciencias Naturales - Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Spain. E-mail : jvdm@mncn.csic.es.

² Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques et Historiques (CNRPAH), Algeria. E-mails : boulaghraifkamel@yahoo.fr, mohamed.sahnouni@cenieh.es.

³ Institut d'Archéologie, Université Alger 2, Algérie. E-mail: razika.chelli@gmail.com.

⁴ Australian Research Centre for Human Evolution, Griffith University, Australia. E-mail : mathieu.duval@cenieh.es.

⁵ Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), Sierra de Atapuerca 3, 09002 Burgos, Spain. E-mail : josep.pares@cenieh.es.

⁶ Universitat Rovira i Virgili (URV), Tarragona, Spain. E-mail : icaceres@iphes.cat.

⁷ IPHES, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Tarragona, Spain.

⁸ Stone Age Institute & Anthropology Department, Indiana University, Bloomington, Indiana, USA. E-mail : sileshi.semaw@cenieh.es.

LA FAUNE DU PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR EN AFRIQUE DU NORD: DE LA BIOSTRATIGRAPHIE À LA BIOCHRONOLOGIE

RÉSUMÉ

L'évolution des grands mammifères au cours du Pléistocène inférieur en Afrique du Nord est relativement bien connue grâce à plusieurs gisements archéo-paléontologiques, aujourd'hui considérés comme classiques, déjà connus au 19^{ème} siècle et au début du 20^{ème} siècle. Ces localités algériennes comprennent entre autres Aïn Jourdel, Aïn Boucherit et Aïn Hanech (Thomas, 1884; Pomel, 1895-1897, Arambourg, 1949a). La position chronologique relative de ces sites classiques n'a pas été contestée, au contraire de leur âge absolu.

Dans la seconde moitié du 20^{ème} siècle, des âges radiométriques sont disponibles et des corrélations ont pu être utilisées pour estimer l'âge des sites du Pléistocène inférieur en Afrique du Nord. Cependant, leur isolement relatif et l'incertitude des corrélations à longue distance ne permettaient pas d'établir une chronologie précise de l'enregistrement fossile nord-africain, et d'importants désaccords concernant l'interprétation de l'âge des sites sont apparus. Par exemple, l'âge estimé de Aïn Hanech variait selon les auteurs entre environ 0,8 ou 1 Ma (Jaeger, 1975; Geraads, 2002) et 1,8 Ma (Sahnouni et De Heinzelin, 1998; Sahnouni *et al.*, 2002, 2004), soit une différence de près d'un million d'années. De même, l'âge estimé de Aïn Boucherit variait entre 2,32 Ma (Sahnouni *et al.*, 2002, 2004) et environ 1,8 Ma (Geraads, 2002). Ces écarts ont affecté la fiabilité de l'échelle biochronologique générale de l'Afrique du Nord. Étant donné que certains sites, comme Aïn Hanech et El-Kherba, ont un important enregistrement archéologique (Arambourg, 1949a; Sahnouni *et al.*, 2004), leur étude du point de vue préhistorique, technologique ou culturel a également été gravement impactée par une telle incertitude dans leur datation.

Les formations de Aïn Hanech et de l'Oued Laatach affleurent dans le petit Oued Boucherit, où une série de sites fossilifères et archéologiques se succèdent au sein de la séquence lithostratigraphique. Ils sont géographiquement très proches et sont pour la plupart visibles les uns des autres. Ces sites sont brièvement présentés et leurs listes fauniques sont données dans ce travail. Il s'agit notamment des sites classiques de Aïn Boucherit, de Aïn Hanech ainsi que d'El-Kherba découvert plus récemment, d'un nouveau niveau fossilifère à Aïn Boucherit, et de niveaux où une tortue géante et un éléphant primitif ont été trouvés, à Aïn Boucherit RN77pk124. La faune de la plupart de ces sites a été décrite et discutées par Arambourg (1970 et 1979), Sahnouni et Van der Made (2009), Van der Made et Sahnouni (2013), Van der Made *et al.* (2017) et Sahnouni *et al.* (2017 et 2018). Ces sites ont été positionnés, ou peuvent y être corrélés, au sein d'une section composite qui a été datée à l'aide d'une approche combinant la magnétostratigraphie, la méthode de Résonance Paramagnétique Electronique (plus connues via son acronyme en anglais ESR) appliquées à des grains de quartz blanchis optiquement, une évaluation du taux d'accumulation de sédiments et la biostratigraphie (Parès *et al.*, 2014; Sahnouni *et al.*, 2018; Sahnouni *et al.*, ce volume). Le site fossilifère le plus ancien est situé dans la période magnétique Gilbert et a un âge supérieur à 3,58 Ma, tandis que les âges estimés des sites archéologiques varient d'environ 2,4 à 1,7 Ma.

Ces nouvelles datations ont de nombreuses implications. Tout d'abord, Aïn Boucherit possède les plus anciens outils lithiques d'Afrique du Nord (Sahnouni *et al.*, 2018). Si le site avait un âge d'environ 1,8 Ma comme suggéré précédemment par certains, le site serait environ 0,8 Ma plus jeune que les sites les plus anciens avec des outils lithiques largement acceptés, tels que Gona EG10 et 12 et OGS 6 et 7, qui sont chronologiquement situés juste au-dessus de la période magnétique Gauss (2,58 Ma) (Semaw *et al.*, 1997 et 2003). Cependant, avec un âge calculé d'environ 2,44 Ma (Sahnouni *et al.*, 2018), il en résulte un scénario totale-

ment différent dans lequel les industries les plus anciennes d'Afrique de l'Est et d'Afrique du Nord sont très proches en âge (environ 140 000 ans) et dans lesquelles la présence humaine en Afrique du Nord a clairement précédé celle en Eurasie. Ensuite, la nouvelle datation de Aïn Boucherit implique également que la première apparition d'*Equus* en Afrique n'est pas beaucoup plus tardive que dans le reste de l'Eurasie, où son apparition est proche de la limite Gauss-Matuyama à 2,58 Ma (Eisenmann et Brunet 1973; Lindsay *et al.*, 1980; Alberdi *et al.*, 1997; Bernor *et al.*, 2018). *Equus* était présent dans Aïn Boucherit au moins 170 ka avant la première apparition, largement acceptée en Afrique à 2,32 Ma, dans le Mb G de la Shungura Fm (Bernor *et al.*, 2010), ramenée plus récemment à <2,27 Ma (McDougall *et al.*, 2012). *Equus* est également présent à Aïn Jourdel qui, selon le niveau évolutif de *Connochaetes tournoueri*, est plus ancien que Aïn Boucherit (Vrba, 1995). Ahl al Oughlam, avec une abondance d'*Hipparion*, mais pas d'*Equus*, est probablement plus vieux que 2,58 Ma, soit d'un âge plus ancien qu'estimé précédemment. Grâce au cadre chronostratigraphique des sites de l'Oued Boucherit, les âges des autres sites peuvent également être estimés de manière plus fiable et précise, démontrant ainsi que la biostratigraphie de cette région au sein de l'enregistrement nord-africain puisse se transformer en biochronologie.

Mots-clés- Quaternaire - Préhistoire - Mammifères fossiles - Magnétostratigraphie-Lithostratigraphie - Maghreb.

NEW CHRONOLOGICAL DATA ON THE MIO-PLIOCE-NE CONTINENTAL DEPOSITS OF THE BENI FOUDA BASIN (NORTHEASTERN ALGERIA): SMALL MAMMALS AND MAGNETOSTRATIGRAPHY

Salamet MAHBOUBI¹ and Mouloud BENAMMI²

ABSTRACT

A combined magnetostratigraphic and small mammal investigation was carried out to acquire better age control on the sedimentary infill of the Beni Fouda basin in northeastern Algeria. In this work, we describe a new section located at 300 m further north of the classic section described by Jaeger (1977). The present magnetostratigraphic investigation provides new elements with respect to discriminate against the absolute age of three fossil sites, Amama 1, 2, and 3.

The biochronological data obtained from the rodent fauna assemblage, combined with radiometric dating, allowed us to correlate the sequence of magnetic polarities of our section with the geomagnetic times scale of Gradstein *et al.* (2004). The paleomagnetic analyses show that the main minerals carriers of the magnetization in sediments are titanomagnetites, magnetite, and goethite. The directions of polarity sites are antipodal, and the reversing test is positive, indicating that the natural remanent magnetization is primary. Based on these data, the succession of the Miocene formation polarities (section 1) extends between C3.Br1n and C4r.1r. These results suggest that the sequence would be deposited between 8.2 and 7.3 Ma with an average sedimentation rate of 25.5 cm/ka. Our correlation places the Pliocene section (section 2) between C2An.1n and C2An.2r, showing a sedimentation rate of 10 cm/ka. This study evidenced a stratigraphic gap which is materialized by a deposits hiatus with 4 Ma estimated duration.

Keywords - Rodents - Biochronology - Paleomagnetic analyses - Stratigraphic gap - Beni Fouda basin.

NOUVELLES DONNÉES CHRONOLOGIQUES DES DÉPÔTS CONTINENTAUX MIO-PLIOCÈNES DU BASSIN DE BENI FOUDA (NORD-EST D'ALGÉRIE): MICROMAMMIFÈRES ET MAGNÉTOSTRATIGRAPHIE

RÉSUMÉ

Une étude combinée de magnétostratigraphie et de micromammifères a été réalisée afin d'affiner l'âge chronologique des dépôts continentaux du bassin sédimentaire de Beni Fouda dans le Nord-Est de l'Algérie. Dans ce travail, nous décrivons une nouvelle coupe lithologique, située à 300 m au nord de la coupe classique décrite par Jaeger (1977). La présente étude

¹ Université de Tlemcen, Laboratoire de Recherche n°25 Tlemcen, Algérie. E-mail: salamet.mahboubi@gmail.com

² Laboratoire Paléontologie Evolution Paléoécosystèmes Paléoprimateologie UMR CNRS 7262 - 6 rue Michel Brunet, 86022-Poitiers, France.

magnétostratigraphique a fourni de nouveaux éléments permettant d'attribuer un âge absolu aux sites fossilifères : Amama 1, 2 et 3.

Les données biochronologiques obtenues à partir de l'assemblage de la faune de rongeurs, combinées à la datation radiométrique, nous ont permis de corrélérer la séquence de polarités magnétiques de notre coupe avec l'échelle des temps géomagnétiques de Gradstein *et al.* (2004). Les analyses paléomagnétiques montrent que les principaux minéraux porteurs de l'aimantation dans les sédiments sont les titanomagnétites, la magnétite et la goethite. Les directions des sites de polarité sont antipodales et le test d'inversion est positif, ce qui indique que l'aimantation rémanente naturelle est primaire. Sur la base de ces données, la succession des polarités de la formation d'âge miocène (section 1) s'étend entre C3.Br 1n et C4r. 1r. Ces résultats suggèrent que la séquence est déposée entre 8,2 et 7,3 Ma avec une vitesse de sédimentation moyenne de 25,5 cm/ka. Notre corrélation place la section d'âge pliocène (section 2) entre C2An.1n et C2An.2r, montrant une vitesse de sédimentation de 10 cm/ka. Cette étude a mis en évidence une lacune stratigraphique qui est matérialisée par un hiatus de dépôts dont la durée est estimée de 4 Ma.

Mots-clés - Rongeurs - Biochronologie - Analyses paléomagnétiques - Lacune stratigraphique - Bassin de Beni Foua.

SYNTHÈSE SUR LE PLÉISTOCÈNE DE LA ZONE CÔTIÈRE DE TUNISIE

Amel CHAKROUN¹, Dalila ZAGHBIB-TURKI¹ et Mohamed Moncef TURKI¹

RÉSUMÉ

Le niveau de la mer a fluctué tout au long des temps géologiques et en particulier au cours du Quaternaire. En Afrique du Nord, les côtes méditerranéennes et atlantiques bordant la Tunisie, l'Algérie et le Maroc ont enregistré une multitude de niveaux marins dont l'enregistrement est observable sur les fronts des falaises ou sous forme de terrasses parallèles à la ligne de rivage actuelle. Le long de la côte tunisienne, trois lignes de rivage d'âge pléistocène supérieur sont étagées entre 0 et 7 à 8 mètres. Le sous-stade isotopique marin 5e est particulièrement représenté par des dépôts carbonatés à *Thetystrombus* (*Persististrombus*) *latus* GMELIN omniprésents dans la région du Sahel et au Cap Bon, plus récemment identifiés plus au Nord à Rafrat (Bizerte). Une étude du site de Rafrat permet d'identifier, pour la première fois, un niveau tyrrhénien à *Thetystrombus latus* GMELIN, organisé en marche d'escalier, atteignant l'altitude de 14 mètres et soulignant une néotectonique active dans le secteur.

Les caractères sédimentologiques et paléontologiques font apparaître différents types de dépôts attribués à des niveaux strictement marins infralittoraux et margino-littoraux, suivis par des niveaux supra-littoraux tels que les cordons, les paléodunes et les paléosols. Les dépôts du SIM 5 à *Thetystrombus latus* montrent une sédimentation carbonatée à cachet tropical marquée par une richesse particulière en pellets associés à des oolithes, alors que la côte occidentale montre plutôt une sédimentation silicoclastique. Les systèmes dunaires attribués au SIM 4 ont enregistré localement la présence de restes de faune de vertébrés.

Ces travaux nous ont permis de reconstruire l'évolution des environnements continentaux et marins du Quaternaire. Trois gisements représentatifs du littoral tunisien durant le Quaternaire datant du Pléistocène seront particulièrement décrits (la falaise de Hergla, la péninsule du Cap Bon à l'Est et la falaise de Rafrat au Nord). Des reconstructions des associations paléontologiques, particulièrement de la malacofaune à cachet chaud, vont permettre de mieux comprendre l'ampleur des changements climatiques.

Mots-clés - Chronostratigraphie - Malacologie - Exoscopie - Pléistocène - Tunisie.

SYNTHESIS ON THE PLEISTOCENE OF THE COASTAL ZONE OF TUNISIA

ABSTRACT

Sea levels fluctuated throughout geological times, especially during the Quaternary. In North Africa, the Mediterranean and Atlantic coasts bordering Tunisia, Algeria and Morocco underwent a multitude of different sea levels which can be observed along the cliff fronts or as terraces parallel to the current shoreline.

¹ Université de Tunis el Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Département de Géologie, El Manar (2092), Tunisie.
E-mail: Chakrounamel2@gmail.com/Amel.chakroun@fst.utm.tn

Along the Tunisian coast, three shorelines dating back to the Middle-Upper Pleistocene rise in tiers from 0 to 7 or 8 meters. The marine isotopic 5e substage is particularly represented by carbonated deposits with *Thetystrombus* (*Persististrombus*) *latus* GMELIN omnipresent in the Sahel region and Cap Bon, more recently identified further North in Rafrat (Bizerte). A study of the Rafrat site reports the occurrence of a *Thetystrombus latus* GMELIN level in the Rafrat coastal area. The marine Upper Pleistocene deposits rich in the Senegalese fauna *T. latus* draw scale steps outcropping at diverse altitudes varying between 1 and 14 m, highlighting an active neotectonics in the area.

The sedimentological and paleontological analysis provides evidence of various kinds of deposits ranging from strictly sub-littoral and margino-littoral levels to supra-littoral levels such as barrier beaches, paleodunes and paleosols. The *Thetystrombus latus* GMELIN MIS 5 deposits are characterized by carbonated sedimentation of tropical type rich in pellets and oolites, whereas the Northern coast shows siliclastic sedimentation. The MIS 4 dunes locally present remains of vertebrate fauna.

This work enabled us to reconstruct the evolution of continental and marine Quaternary environments. Pleistocene deposits of the three following areas will be more particularly described (the Hergla cliff, the Cap Bon peninsula in the East and the Rafrat cliff in the North). Reconstructing paleontological associations, especially the West African tropical malacofauna, will provide a better understanding of the magnitude of climate changes.

Keywords - Chronostratigraphy - Malacology - Exoscopy - Pleistocene - Tunisia.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET OCCUPATION HUMAINE AU SAHARA

Ginette AUMASSIP*

RÉSUMÉ

Par sa position géographique, le Sahara bénéficie d'une place privilégiée dans l'enregistrement des changements climatiques : les fronts polaire et intertropical, l'un au Nord, l'autre au Sud, sont en effet commandés par les calottes polaires arctique et antarctique. Aux latitudes sahariennes, leur jeu conduit à une succession de périodes pluviales et arides. Au Quaternaire, ce jeu a engendré cinq changements climatiques majeurs, succession de périodes glaciaires et interglaciaires traduites par cinq niveaux climato-sédimentaires, ensemble de glacis et terrasses. Ils rapportent un climat d'abord tropical qui, depuis, ne cesse de se dégrader avec cependant des phases de rémission. Une dégradation conduisant au désert actuel intervient vers 3100 BP ; elle paraît liée à l'action des vents. Les premières occupations humaines sont associées au Villafranchien et depuis, ne montrent aucun hiatus. Le dernier interglaciaire, l'Holocène, souligne des différences de comportement des FP (Front Polaire) Nord et Sud, marquées par un retard de la migration du FP antarctique. Elles entraînent une occupation humaine plus importante au Sud durant l'Holocène inférieur et supérieur. Le comportement du Bas-Sahara fait valoir un Sahara mosaïque avec une importante occupation humaine à l'Holocène moyen qui pourrait être liée à l'artésianisme et à l'anticyclone libyen. Des crises climatiques entrecoupent l'humide Holocène, elles soulignent la notion de seuil et ont eu des conséquences diverses ; la charnière Pléistocène-Holocène a suscité un foyer de néolithisation au Sud et sa diffusion vers le Nord, les crises de 8200 et 4200 calBP ont engendré des migrations dont l'incidence a été majeure dans l'histoire des Hommes.

Mots clés - Sahara - Quaternaire - Pléistocène - Holocène - Climat - Glaciation - Aridification - Peuplement - Tin Hanakaten.

CLIMATE CHANGES AND HUMAN OCCUPATION IN THE SAHARA

ABSTRACT

The geographical position of the Sahara (about 15° and 35° N) is a privileged place in the recording of climate change with effects of the polar front, FP, in northern part, of the inter-tropical front, FTI, in the southern part. This position results from the withdrawal of the Tethys and only has 7 Ma, when the Sahara was inhabited by «Toumaï», *Sahelanthropus tchadensis*, the oldest known Hominine, and 3.5 Ma later, by «Abel», *Australopithecus bahrelghazali*. The current climatic system set up around 2.7 Ma, by creation of the thermohaline circulation, it is determined by the temperature which depends on the insolation and the greenhouse effect. In the Saharan latitudes, the Quaternary system is a succession of rain and dry "periods". The rainy periods generate spread deposits, more or less continuous, the glacis and terraces which fossilize in climato-sedimentary levels linked to a basic level, lake or pond. Conversely, the dry periods which correspond to the glacial periods, lower the levels by the play of the winds and generate punctual deposits, ergs and remblaiements type El Haouita.

* Directeur de Recherches honoraire CNRS, ancien directeur de l'UPR 311 « Recherches sur l'Afrique » CNRS Paris.
E-mail: gaumassip@gmail.com

- Manuscrit déposé le 04 mars 2020.

Globally, the whole of the Sahara translates five Pleistocene climato-sedimentary levels, with an increasingly reduced importance. They don't match the marine levels because of the subsidence of the coast. The oldest, N5, is a very old glacis, with a very slight slope finished with a ferruginous slab due to a tropical climate in the south, limestone crusts due to a Mediterranean climate in the North. A human presence is reflected in Oldoway tools. Below, two levels, N4 and N3, are reported in the Middle Pleistocene. A human presence is manifested by archaic bifaces attributed to the ancient Acheulean, reported to the interglacial Gunz-Mindel. The level N3, poorly developed, contains and supports evolved Acheulean bifaces. The next level N2, translates incessant variations in the type of sedimentation. It is associated with the Aterian culture. The drought gradually settles from 27 ka, with peaks that have been associated with the Heinrich events H5 to H2.

The Holocene series is understood to be the most stable hot period since 400 ka, it is occupied by epipaleolithic and neolithic cultures, and from the 3rd millennium, the use of metal. The effect of the climate is not regularly or similarly reflected on the ground. The improvement will be earlier in the southern Sahara, it is the beginning of the "Sahara of the lakes", the great wet named Tchadien, and the degradation will be there later. This offset validates the glacial forcing by only starting from 10 ka in the north, and even by intervening only from 7500 BP, in the Lower Sahara, remarkable a gradient east-west. A south-north migration carrying the Neolithic accompanied the rise of the FTI. The variations in lake levels and the density of settlement during the Holocene show the succession of three periods centered around 9, 6 and 3 ka, separated by major climatic crises and interspersed with lesser crises. Two crises had a major impact. One, around 8000 calBP, caused significant migrations from the eastern confines of central Sahara to the Nile Valley. The other, around 4500 calBP, a migration to the south and west. Regular rains produce fine sedimentation during the Lower Holocene (11700 to 8326 calBP), heavy rains and contrasting seasons produce coarse alluvium during the following periods. In the Middle Holocene (8326 to 4200 calBP), the shrub steppe of the Lower Holocene gives way to a herbaceous steppe which allows the development of pastoral societies. The last period, the centered Upper Holocene (4200-) only experienced fluctuations in the southern and western parts, the northern part already being desert, this accentuates the mosaic aspect of the Sahara. Desertification will be generalized from 2500 calBP, probably by the effect of the winds. But there have been multiple remissions ; do the margins that are starting to green again mark one ?

A succession of minor variations of the order of the millennium was recognized at inter-tropical latitudes by M. Servant in 1974 and variations of the same order called Bond events, identified in Greenland ice by GW Bond *et al.* (1997, 2001). There is a concordance only for Bond events 7, 6, 5, ie those of 10300, 9400, 8200 calBP (9500, 8400, 7300 BP in non-calibrated value). The crisis of 6400-6200 is clearly older than Bond 4. From Bond 3, the crises are more numerous than the events, the manifestation of aridity willingly preceding the Bond event. A question remains asked, why ?

Keywords - Sahara - Quaternary - Pleistocene - Holocene - Climate - Glaciation - Aridity - Settlement - Tin Hanakaten.

LE QUATERNAIRE ITALIEN DANS UNE PERSPECTIVE MÉDITERRANÉENNE : ÉTAT DE L'ART ET PERSPECTIVES

Maria Rita PALOMBO*

RÉSUMÉ

La Méditerranée, un petit bassin océanique à l'histoire géodynamique complexe, entourée de ceintures orogéniques actives, représente un véritable laboratoire naturel pour analyser l'évolution géologique au cours du Quaternaire, envisager les données stratigraphiques des gisements marins et définir des unités chronostratigraphiques globales. En particulier, sur les zones côtières de la Sicile et du Sud de l'Italie, sont exposés des sédiments marins qui ont été soulevés de plusieurs dizaines de mètres au cours des trois derniers millions d'années environ. C'est pour cela que, depuis la fin du XIX^e siècle, de nombreux spécialistes ont concentré leurs recherches sur les gisements italiens et un certain nombre d'«étages marins» ont été proposés de manière informelle ou ratifiée sur la base de données dérivant de l'étude multidisciplinaire de sections stratigraphiques italiennes.

L'étude de dépôts quaternaires d'Italie a donné une contribution importante à la définition de la limite Pliocène-Pléistocène et des étages/âges marins pléistocènes. Deux GSSP (le Gelasien qui marque le début du période/système Quaternaire et le Calabrien qui s'en suit dans le Pléistocène inférieur) avaient été formellement ratifiés. Deux sections stratigraphiques (Montalbano Ionico et Valle di Manche) ont été candidates pour le GSSP de la sous-série/sous-époque Pléistocène moyen (stade/ âge proposé : Ionien), et une troisième qui a été prise en considération (mais pas formellement proposée) pour le GSSP de la sous-série/sous-époque Pléistocène supérieur (stade/ âge proposé : Tarentien).

Après la ratification de la subdivision de l'Holocène en trois étages/âges (Greenlandien, Northgrippien, Megalayen), et l'introduction du Chibanien comme sous-série/sous-époque du Pléistocène moyen, la définition des étages marins pléistocènes, de leur succession et de leur durée peut être considérée comme relativement claire et complète. En revanche, il n'y a pas encore un cadre unique pour le domaine continental, soit par la difficulté objective à proposer, sur la base du record fossile, des subdivisions chronologiques qui n'aient pas seulement une signification locale, soit par l'approche méthodologique différente utilisée par les auteurs pour définir des unités biochronologiques. Encore une fois, l'Italie, si jeune et active sur le plan géologique, grâce à la position et la configuration géographique, la très riche documentation fossile du Quaternaire continental, peut être considérée particulièrement appropriée pour discuter des processus et des événements qui ont façonné le paysage et documenter la dynamique évolutive des écosystèmes terrestres au cours du Pléistocène. À partir des études pionnières du paléontologue italien Augusto Azzaroli dans les années 70, les chercheurs ont proposé, sur la base de l'enregistrement fossile à mammifères d'Italie, plusieurs schémas et unités biochronologiques, dont certaines ont été considérés comme utilisables à l'échelle européenne.

L'objectif de cette étude est, d'exposer l'état des connaissances sur les étages et les GSSP proposés et/ou institués en Italie depuis le début du XX^e siècle, et mettre à jour les problèmes qui

* IGAG-CNR c/o Département des Sciences de la Terre, Sapienza Université de Rome, Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italie. E-mail: mariarita.palombo46@gmail.com.

- Manuscrit déposé le 30 mai 2020.

sont liés, dans le cas des faunes du Pléistocène, à la définition des unités biochronologiques à mammifères valables à une grande échelle géographique, en examinant les données historiques et les travaux récents.

Mots-clés - Chronostratigraphie - GSSP - Biochronologie - Unités biochronologiques - Italie

THE ITALIAN QUATERNARY IN A MEDITERRANEAN PERSPECTIVE: THE STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES

ABSTRACT

The small oceanic Mediterranean basin, with a complex geodynamic history, surrounded and crossed by active orogenic belts, represents a natural laboratory for analysing the evolutionary geological dynamics during the Quaternary, and deciphering the marine stratigraphic data in order to define global chronostratigraphic units. In particular, a number of deepwater marine sedimentary sequences, uplifted several tens of meters through the last three million years, are exposed on the Sicilian and Southern Italy coastal areas. As a consequence, since the end of the 19th century, many scholars focused their research on the Italian deposits and a certain number of «marine stages» have been informally proposed or ratified, based on data provided by the multidisciplinary study of several Italian stratigraphic sections.

The study of quaternary deposits from Italy made an important contribution to the definition of the Pliocene-Pleistocene boundary and the Pleistocene stages/ages. Two GSSP (the Gelasian which marks the beginning of the Quaternary System/Period and the Calabrian which follows it in the lower Pleistocene subseries/subepoch) have been formally ratified. Two stratigraphic sections (Montalbano Ionico and Valle di Manche) were candidates for the GSSP of the subseries of the Middle Pleistocene subseries/subepoch (proposed stage/age: Ionian), and a third had been considered (but not formally proposed) for the GSSP of the Upper Pleistocene subseries/subepoch (proposed stage/age: Tarentian).

If on the one hand the chronostratigraphical setting of the Quaternary period could be considered nearly complete after the recent subdivision of the Holocene series/epoch into the Greenlandian, Northgrippian and Meghalayan stages/ages (corresponding Lower/Early, Middle, Upper/Late subseries/subepochs), and the ratification of the stage/age Chibanian (Middle Pleistocene sub-series/ sub-epochs) on the other hand, there is not yet a single framework for the continental domain. This depends on the objective difficulty of proposing, on the basis of the fossil record, chronological subdivisions which have not only a local significance, and on the different methodological approach used by the authors to define the biochronological units. Once again, Italy, so young and geologically active, can be considered as particularly suitable for discussing the evolutionary dynamics of terrestrial ecosystems during the Pleistocene due to its rich fossil continental record. In the 1970s, the pioneering studies of the Italian palaeontologist Augusto Azzaroli created the essential foundation for the biochronological assessment of the Late Pliocene-Pleistocene large mammalian fauna. Since then, a number of biochronological units and various biochronological schemes have been proposed, based on the fossil record of Italian mammals from Italy, by some regarded as valid on a European scale.

The aim of this study is two folded: i) to expose the state of knowledge on the stages/ages and GSSP proposed and/or ratified in Italy since the beginning of the XXth century by examining historical and the most recent data; ii) to highlight the main questions related to the definition of biochronological units such as to be valable on a large geographical scale.

Keywords - Chronostratigraphy - GSSP - Biochronology - Biochronological units - Italy.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

1- Généralités

Le Bulletin du Service Géologique de l'Algérie est une revue scientifique dédiée au domaine des Sciences de la Terre de l'Afrique du Nord, du bassin méditerranéen et de la géologie africaine en général. Cette revue paraît deux fois par an : janvier et juin.

La série des mémoires rassemble les notes de séminaires scientifiques, sélectionnées, déposées par leurs auteurs, puis acceptées après relecture.

Les manuscrits originaux et les correspondances doivent être adressés à :

Agence du Service Géologique de l'Algérie
Division Géo-Information
Département Documentation
Lot n° 5, Boulevard 11 décembre 1960,
Alger, Algérie

ou soumis par voie électronique à :

editions.sgn@gmail.com

2- Le manuscrit

Sont admis pour publication les articles originaux et/ou inédits s'adressant à un public international averti. Ils doivent être rédigés en français ou en anglais et exempts de fautes formelles, de surcharges et de ratures.

Les articles doivent comporter un titre, un résumé aussi informatif que possible, et des mots-clés en français et en anglais. Si la note est rédigée en français, le résumé en anglais doit être plus substantiel et inversement.

À la réception du manuscrit, le comité de rédaction accuse réception à l'auteur. Il vérifie ensuite la recevabilité du manuscrit: domaine scientifique traité, originalité de la note, qualité des figures et des photos, et respect des normes de la revue.

Le manuscrit est soumis pour examen à deux rapporteurs qui font partie du comité de lecture. Les rapports de lecture anonymes seront transmis à l'auteur pour prise en charge des remarques.

Si des modifications de fonds (majeures) sont demandées, le manuscrit sera soumis pour une deuxième lecture.

3- Saisie

Le texte est saisi en format A4, sous Word, police Times New Roman, taille 12, sur une colonne et interligne simple, avec une marge de 2.5 cm sur tous les côtés.

La première page devra comporter, en anglais et en français: le titre, les noms et prénoms des auteurs (le nom en majuscule et le prénom en minuscule exceptée la première lettre), les affiliations (noms et adresses des institutions), les mots-clés, les résumés et les adresses mails.

4- Illustrations (figures, photos,...) et tableaux

Les illustrations et tableaux doivent faire l'objet d'un appel séquentiel dans le texte écrit en abréviation et en police normale (exemple: fig. 1, tab. I). Ainsi, ils doivent être cités dans le texte avant qu'ils soient figurés. Les titres sont placés au-dessus pour un tableau (numérotés en chiffres romains) et en dessous pour les illustrations (numérotés en chiffres arabes).

La légende des illustrations et tableaux doit être en français et en anglais. La qualité des illustrations doit être meilleure et la résolution des photos, sous format TIFF, en taille réelle, supérieure à 300 DPI.

5- Références

Les références bibliographiques sont réunies à la fin du texte par ordre alphabétique. Elles sont signalées par : les noms des auteurs, les initiales des prénoms, l'année de parution, le titre de la publication, l'édition transcrite en italique et le nombre de pages.

Toute référence citée dans le texte doit impérativement figurer en bibliographie et l'inverse.

Exemples :

VILA, J.-M. 1980. La chaîne alpine d'Algérie-nord-orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse de Doctorat d'État, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI*, 665 p.

GASTON, B. ET MARRE, A. 1988. Le Tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne (étude géomorphologique). *Méditerranée*, 63 (1), pp. 78-70.

6- Tirés à part

Vingt-cinq (25) tirés à part sont remis à l'auteur gratuitement.

Déjà Parus

- 01- Métallogénie du gisement de fer oolitique de Mécheri Abdelaziz (Bassin de Tindouf, Sahara occidental, Algérie). S. Guerrak, 1988.
- 02- Le Bassin de Tin-Seririne et ses minéralisations uranifères (Hoggar, Algérie). M. Mokaddem, 1990.
- 03- Évolution 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.
- 04- Géochimie et métallogénie des minéralisations du Plomb et Zinc du Nord de l'Algérie. B. Touahri, 1992.
- 05- Bibliographie géophysique de l'Algérie (liste arrêtée à décembre 1987). K. Benallal et K. Ourabia, 1992.
- 06- Trias' 93. J. Dercourt, M. Tefiani et J.-M. Vila (eds), 1994.
- 07- 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.
- 08- Géodynamique du Craton Ouest Africain central et oriental : héritage et évolution post-panafricains. L. Bitam et J. Fabre (eds), 1996.
- 09- Recueil de versions abrégées des thèses de géologie minière de l'Algérie. 1998.
- 10- Bibliographie analytique des Sciences de la Terre, volume I (A, B et C). Ph. Morin, 2002.
- 11- Stratigraphie de l'Algérie : contributions et mises au point. Recueil de notes sélectionnées au Premier Séminaire National de Stratigraphie (Boumerdès, les 6, 7 et 8 novembre 2000). 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'Étude du Séisme (eds), 2004.
- 13- Stratigraphie de l'Algérie : contributions et mises au point. Recueil de notes sélectionnées au Deuxième Séminaire National de Stratigraphie (Béni Abbès, les 7, 8 et 9 décembre 2003). 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. Recueil de notes sélectionnées au Troisième Séminaire National de Stratigraphie (Laghout, les 19, 20, 21 et 22 février 2007). C.S.A. / S.G.N. (eds), 2011.
- 18- Les bassins sahariens (Jubilé en hommage au Professeur Jean FABRE, Béni Abbès, 2009).
- 19- Stratigraphie de l'Algérie : contributions et mises au point. Recueil de notes sélectionnées au Quatrième Séminaire National de Stratigraphie (Khenchela, les 4, 5 et 6 octobre 2011). C.S.A. / A.S.G.A., 2016 (eds).
- 20- Stratigraphie de l'Algérie : contribution et mise au point. Recueil de notes sélectionnées au Cinquième Séminaire National de Stratigraphie (Timimoun, les 19, 20, 21 et 22 octobre 2016), 2018.
- 21- Sites géologiques remarquables. Recueil de notes sélectionnées au Séminaire National sur les sites géologiques remarquables (El Bayadh, les 23, 24, 25 et 26 octobre 2018), 2020.