

N° d'ordre

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran
Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire

Laboratoire de Paléontologie stratigraphique
Et de Paléoenvironnement

Thèse

Présentée pour l'obtention du grade
De Docteur d'état en Sciences de la Terre

Option : Sédimentologie

Etude d'une Sebkha : la Sebkha d'Oran (Ouest algérien)

Par

MOUSSA Kacem

Soutenue le :/..../....devant la commission d'examen

MAHBOUBI M'hamed , Professeur Université d'Oran	(Président)
NEURDIN-TRESCARTES Jacqueline , Maître de conférences, Université de Pau et des pays de l'Adour	(Rapporteur)
BESSEDIK Mostafa , Professeur, université d'Oran	(Co-Rapporteur)
AIT OUALI Rachid , Professeur, USTHB-Alger	(Examinateur)
MEKAHLI Larbi , Professeur, université d'Oran	(Examinateur)

Resumé

L'étude multi-disciplinaire (sédimentologie, tectonique, hydrogéologie, géomorphologie, chimie et biologie) a permis la détermination des conditions de création et des modalités de fonctionnement de la sebkha d'Oran (Ouest algérien) du Miocène à l'Actuel.

Deux facteurs importants ont régi l'édification de cette dépression; tectonique et climat qui auraient conditionné ultérieurement le réseau hydrographique et la végétation en place.

Les analyses sédimentologiques ont révélé que le milieu primitivement lacustre aurait évolué progressivement en sebkha, traduisant le passage d'un climat subhumide à semi-aride.

La dynamique de la sebkha d'Oran a été reconstituée à partir des éléments et structures géomorphologiques. Elle s'aligne sur un axe de drainage débouchant sur ***Dayet Morsly*** au Nord pour continuer jusqu'à la mer au niveau du port d'Oran.

L'histoire du bassin de la sebkha remonte au Miocène inférieur (Burdigalien-Langhien-Serravallien) ;

- au début du Tortonien elle était émergée.
- dans une seconde étape (Tortonien-Pléistocène) elle était sous régime marin, avec effets de la tectonique.
- dans une troisième (Pléistocène inférieur-Actuel) elle était sous régime continental avec effets de la tectonique et du climat.
- au Quaternaire récent (Soltanien) le basculement du secteur nord (flanc sud du Murdjadjo) a engendré un bassin endoréique. Sa fermeture totale a été atteinte après mise en place des accumulations éoliennes.
- l'étape actuelle est marquée par les effets climatiques où alternances de périodes d'inondation avec celles d'assèchement caractérisent la sebkha. L'évaporation des eaux hivernales amène à la mise en dépôt des sels, dont une partie est acheminée par les vents depuis la dépression aux périphéries.

Remerciements

A l'achèvement de ce travail, je dois exprimer mes vifs remerciements envers toutes les personnes qui ont contribué à son aboutissement.

En premier à Madame Jacqueline NEURDIN-TRESCARTES qui a accepté de diriger ce travail. Dois-je le rappeler qu'elle aurait aimé que je continue son étude sur le bassin du Chélif en me proposant un sujet sur la sédimentation deltaïque de Médéa ; les circonstances et les conditions du travail ont imposé un autre choix, celui de l'étude de la sédimentation actuelle de la sebkha d'Oran.

Ses critiques et ses remarques pointilleuses m'ont été très bénéfiques, le présent travail reflète en grande partie ses réflexions, dois-je le préciser aussi que son insistance à l'achèvement de ce travail était très marquée, que madame J. NEURDIN-TRESCARTES trouve ici mes vifs remerciements.

Le Professeur Jean DELFAUD, à l'époque Directeur du Laboratoire de Géodynamique des bassins sédimentaires de l'université de Pau, m'a aidé par, ses critiques et ses interventions opportunes à la valorisation de ce travail.

Son aide pour l'élaboration de la carte géomorphologique m'a été très importante, je ne dois pas oublier aussi qu'il m'a permis de déterminer l'âge des outils préhistoriques.

Que monsieur Jean DELFAUD soit remercié de tous ses apports.

Monsieur Roger SABRIER doit trouver dans ces lignes mes grands remerciements. Il a suivi en veillant personnellement à l'étude des minéraux argileux : dépouillement des diagrammes et interprétation des résultats.

Que les professeurs Yves HERVOUET et Naseredine KAZITANI trouvent ici mes remerciements les plus vifs, ils m'ont fait profiter de leurs connaissances, Monsieur N. KAZITANI, par ses interventions bénéfiques m'a appris à mieux réfléchir aux problèmes de la création de la sebkha d'Oran et de son cadre géodynamique.

Gérard DUEE et Gérard THOMAS m'ont également aidé dans la compréhension des concepts tectoniques du bassin du Chélif, en particulier et du bassin méditerranéen en général. Un modèle de rampe et de couple transtension-transpression n'a pu être présenté sans leur soutien, qu'ils soient particulièrement remerciés.

Madame Dominique CUSSEY doit être également remerciée, son intervention au niveau de la sédimentation évaporitique m'a été de grande utilité.

Je remercie également monsieur David CHAUVAUD qui m'a initié à l'élaboration et l'interprétation de la carte géomorphologique, ses appuis m'ont été bénéfiques.

Mes remerciements vont enfin à Bertrand FASENTIEUX, technicien du laboratoire de géodynamique des bassins sédimentaires de Pau, qui a effectué analyses de sols, d'eaux, granulométries...

Amara Mohamed directeur du laboratoire du département de Maths de l'université de Pau et des pas de l'Adour est remercié aussi pour son aide administrative en vue de bien passer mon séjour en France durant la période de détachement du 25/07/2002 au 31/01/2004.

Tous les membres du jury jugeant cette thèse doivent être également remerciés ;

- mon co-encadreur le professeur Mostafa BESSEDIK qui m'a aidé à déterminer les espèces végétales de la sebkha d'Oran et à interpréter leur présence par rapport au climat et au chimisme du sol. De plus il m'a éclairé sur certaines nouveautés relatives à la sédimentation miocène du Bassin du Bas Chélif, enfin, il a permis l'aboutissement de la publication de la carte géomorphologique de la grande sebkha d'Oran.

-au président le professeur M'hamed MAHBOUBI qui a été toujours à la disposition des enseignants-chercheurs et des post-graduants ; sa clairvoyance et sa maturité m'ont permis de dépasser plusieurs obstacles administratifs.

-au professeur Rachid AÏT OUALI, dont l'expérience et la compétence en sédimentologie me permettra certainement d'avoir beaucoup plus d'idées en commentant et critiquant ce travail.

-et à la fin au professeur Larbi MEKAHLI qui trouvera certainement matière à critiquer les aspects stratigraphiques et sédimentologiques de ce travail.

A la fin je dois remercier tous les collègues du département de géologie, en citant particulièrement Lahcène BELKEBIR, Abdelkader BAICHE, Rabah BOUZID de leur confiance et soutien moral.

Du département de biologie, je dois remercier les professeurs Zitouni BOUTIBA et Moulay BELKHODJA de leur aide précieuse que ce soit scientifique ou administrative.

Que tendre femme et gentils enfants soient remerciés de leur patience et du temps que je leur ai pris en vue de faire aboutir à cet ouvrage.

Que les autres collègues et amis qui ne trouvent pas ici leur nom m'en excusent.

ETUDE D'UNE SEBKHA :
LA SEBKHA D'ORAN (OUEST ALGERIEN)

I-INTRODUCTION.....	p.1
I.1. GENERALITES.....	p.1
A) Problèmes abordés.....	p.1
1. La géomorphologie.....	p.1
2. La sédimentologie.....	p.1
3. La végétation.....	p.2
B) Quelques données concernant la sebkha d'Oran.....	p.2
1. Données climatiques et pédologiques.....	p.2
2. Quelques données sur la dynamique sédimentaire de la sebkha.....	p.3
3. Autres données (minéralogiques et sédimentologiques).....	p.4
I.2. LA SEBKHA D'ORAN : (<i>CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE ; ET STRUCTURAL</i>).....	P.4
A) Cadre géographique.....	p.4
1. Situation générale : le bassin du Bas Chélif.....	p.4
2. Situation de la zone d'étude : le littoral oranais.....	p.5
3. Situation du secteur étudié.....	p.6
B) Cadre géologique.....	p.6
1. formations miocènes	
a)Le Miocène inférieur.....	p.7
b)Le Miocène moyen.....	p.7
c) Le Miocène supérieur.....	p.7
2. Formations plio-quaternaires et récentes.....	p.8
C) Cadre structural.....	p.8
1. La direction N50-N70.....	p.8
2. La direction N10-30E.....	p.8
3. Les directions E-W et N140E.....	p.9
4. La tectonique du littoral oranais.....	p.9
I.3. GENERALITES SUR LES SEBKHAS DANS LE MONDE.....	P.10
A-Historique des recherches.....	p.12

1. Bref historique des principales études consacrées à la géologie oranaise.....	p.12
a) premières recherches géologiques aux environs d'Oran.....	p.12
b) lever des premières cartes géologiques détaillées par F. DOUMERGUES.....	p.12
c) travaux se référant à la cartographie de DOUMERGUE	p.12
2. Recherches sur le bassin	p.13
a) Recherches préliminaires.....	p.13
b) Recherches pétrolières.....	p.14
c) Recherches thématiques.....	p.14
3. Recherches concernant la région d'Oran.....	p.15
4. Recherches sur le bassin versant de la sebkha d'Oran.....	p.16
5. Les travaux des ingénieurs.....	p.17

II-DYNAMIQUE SUPERFICIELLE ET CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

II.1.GEOMORPHOLOGIE : <i>IMAGES SATELLITAIRES, PHOTOS AERIENNES, CARTES TOPOGRAPHIQUES, TERRAIN</i>.....	P.19
A) Images satellitaires.....	p.19
B) Photoaériennes.....	p.21
C) Carte géomorphologique (annexe).....	p.23
1. Etat du réseau hydrographique.....	p.24
2. Le cas de la colline d'El Djazira.....	p.24
3. La zone d'épandage sableuse.....	p.25
4. Les loupes de glissement.....	p.25
5. Lagunes d'avant sebkha ou anciens marais.....	p.25
II.2.CLIMATOLOGIE : <i>(VARIATIONS SAISONNIERES ENTRAINANT LA MISE EN EAU OU L'ASSECHEMENT DE LA SEBKHA (SUR PLUSIEURS ANNEES)</i>.....	P.26
A) Cadre climatique global.....	p.26
B) Cadre climatique local (paramètres hydroclimatiques de la sebkha d'Oran.....	p.30
1. Les précipitations.....	p.31
2. Les températures.....	p.33
3. Courbe ombro-thermique.....	p.34
II.3.HYDROLOGIE : <i>(CIRCULATION DES EAUX, RESEAU HYDROGRAPHIQUE, DIRECTION DES APPORTS)</i>.....	P.35
A) Hydrographie et hydrologie.....	p.35
B) Hyrogéologie et circulation des eaux souterraines.....	p.36
II.4.CHIMIE DES EAUX : <i>(PH, EH, VARIATIONS LOCALE, VARIATIONS SAISONNIERES)</i>.....	P.37
A) Résultats des analyses des eaux.....	p.37
B) Comparaison saisonnière des paramètres chimiques.....	p.40

II.5.COUVERTURE VEGETALE : (DU TAPIS ALGUAIRE AUX VEGETAUX SUPERIEURS EN RAPPORT AVEC LE MILIEU).....	P.41
A) Etablissement et interprétation de la carte végétale du bassin de la sebkha d'Oran.....	p.41
B) Zonation végétale du secteur Bou Tlélis-Brédéah-Misserghin.....	p.43
C) Rapports des végétaux avec les milieux.....	p.44
III-ETUDE STRUCTURALE DE LA SEBKHA	P.46
(DEPOCENTRES-ACCIDENTS-NEOTECTONIQUE-SUBSIDENCE).....	P.47
III.1. TERRAIN.....	P.49
III.2. CARTOGRAPHIE.....	P.49
III.3. ISOBATHS.....	P.52
III.4. FORAGES.....	P.53
III.5. GEOFÉDÉLECTRIQUE.....	P.54
III.6. NEOTECTONIQUE.....	P.55
III.7. SUBSIDENCE.....	P.55
III.8. LA STRUCTURE AU NORD DE LA SEBKHA.....	P.56
III.9. INTERPRETATION ET CONCLUSION.....	P.57
IV-ETUDE DE LA SEDIMENTATION ACTUELLE ET ANCIENNE (DU MIOCENE SUPERIEUR A L'ACTUEL).....	P.59
IV.1.GENERALITES.....	P.59
A) le plateau.....	p.59
B) le versant.....	p.59
C) le glacier.....	p.59
1. partie haute.....	p.59
2. partie basse.....	p.60
D) la pédiplaine.....	p.60
IV.2.DESCRIPTION DES ZONES DE DEPÔT.....	P.60
A) Transect Misserghin-Sebkha-Oued Tafaraoui.....	p.60
1. Coupe de Misserghin.....	p.60
a) Le substratum.....	p.60
b) La couverture.....	p.60
2. Les forages de Misserghin.....	p.62
a) Le forage de Sidi Salem.....	p.64
b) Le forage n° 29.....	p.64
c) Le forage de Sidi Ben Tamarat (29').....	p.65
d) Corrélation des forages de Misserghin.....	p.67
3. Coupe de l'Oued Tafaraoui.....	p.70
a) Le 1 ^{er} cycle miocène (Langhien-Serravallien).....	p.72
a.1) Formation de Tlélat.....	p.72
a.2) Formation de Tafaraoui.....	p.73
a.3) Formation de Bou Hanifia I.....	p.73
b) Le 2 ^{ème} cycle miocène (Tortonien- Messinien)....	p.73

b.1) Formation de Bou Hanifia II ou des marnes bleues supérieures.....	p. 73
b. 2) Formation d'El Bordj.....	p.73
b.3) Formation de l'Oued Sig.....	p.74
c) Relations entre les deux cycles miocènes.....	p.75
d) Le Pliocène.....	p.77
e) Le Quaternaire.....	p.78
f) Géométrie d'ensemble de la série de Tafaraoui.....	p.79
g) Reconstitution de la pente sédimentaire.....	p.80
h) L'effet de la néotectonique.....	p.80
i) Conclusion.....	p.81
 4. Les forages de Tafaraoui-M'léta.....	p.81
a) Le forage de Tafaraoui n°7.....	p.81
a.1) Le Miocène.....	p.82
a.2) Le Plio-Quaternaire.....	p.82
 b) Le forage n° 2 de la M'léta.....	p.83
b.1) Le Miocène.....	p.84
b.2) Le Pliocène.....	p.84
b.3) Le Quaternaire.....	p.84
 c) Le forage O.T.5.....	p.85
c.1) Le Miocène.....	p.85
c.2) Le Pliocène.....	p.85
c.3) Le Quaternaire.....	p.86
 d) Le forage O.T.7.....	p.87
d.1) Le Miocène.....	p.87
d.2) Le Pliocène.....	p.87
d.3) Le Quaternaire.....	p.87
 e) Corrélation entre coupe de l'Oued Tafaraoui et forages de la plaine de la M'léta.....	p.89
e.1) Au Trias.....	p.90
e.2) Au Crétacé.....	p.90
e.3) Au Miocène.....	p.90
e.3.1) Au Langhien.....	p.90
e.3.2) Au Serravallien.....	p.90
e.3.3) Au Tortonien.....	p.90
e.3.4) Au Messinien.....	p.91
e.8) Au Pliocène (Astien).....	p.91
e.9) Au Quaternaire	p.91
e.9.1) Au Quaternaire ancien (Villafranchien).....	p.91
e.9.2) Au Quaternaire récent.....	p.91
 f) Reconstitution des dépocentres mio-plio-quaternaires....	p.92
f.1) Au Miocène.....	p.92

f.1.1) Au Tortonien.....	p.92
f.1.2) Au Messinien.....	p.92
f.2) Au Pliocène.....	p.92
f.3) Au Quaternaire.....	p.93
f.3.1) Au Quaternaire ancien (Villafranchien).....	p.93
f.3.2) Au Quaternaire récent.....	p.93
 B) transect Bou Tlélis-Oued Tanagroutah.....	p.93
Le secteur de Bou Tlélis.....	p. 93
1. Les coupes de Bou Tlélis.....	p.94
2. Les forages de Bou Tlélis.....	p.96
a) Le Miocène.....	p.96
b) Le Pliocène.....	p.97
c) Le Quaternaire.....	p.97
3. Les forages n ° 1 et n° 2.....	p.97
a) Le Miocène (Messinien).....	p.98
b) Le Pliocène.....	p.99
4. Le forage n° 7.....	p.99
5. Corrélation entre coupes et forages de Bou Tlélis ; Interprétation.....	p.100
6. Conclusion.....	p.101
Le secteur d'Arbal.....	p. 101
7. Le panorama de l'Oued Tanagroutah.....	p.102
8. La coupe de l'Oued Tanagroutah.....	p.103
a) La série miocène continentale.....	p.104
b) La série miocène marine.....	p.104
c) La série plio-quaternaire.....	p. 105

 IV.3.ANALYSE SEQUENTIELLE-TYPOLOGIE DES SEQUENCES DE SEBKHA	P.106
A-MARGE NORD.....	P.106
I) Dans le glacis.....	p.106
1. Partie haute.....	p.106
a) À El Amria.....	p.106
b) A Bou Tlélis.....	p.106
c) A Brédéah.....	p.107
d) A Misserghin.....	p.108
2. Partie basse.....	p.110
a) À Misserghin.....	p.110
b) A Es-Sénia.....	p.111
c) A El Kerma.....	p.111
II) Dans la pédiplaine.....	p.111
a) À Misserghin.....	p.112
b) A Es-Sénia.....	p.112
c) A El Kerma.....	p.112
B. MARGE SUD.....	P.113
d) A El Hamoul.....	p.114

C) Séquences synthétiques de la sebkha d'Oran.....	p.113
D) Interprétation et conclusion.....	p.114
 IV.4.TPOSEQUENCES ET MINERAUX ARGILEUX.....P.116	
A) Toposéquence, définition et méthodologie d'étude.....	p.116
B) Les minéraux argileux, définition et méthodologie d'étude.....	p.117
1. Le secteur nord.....	p.118
a) La toposéquence de Misserghin.....	p.118
a.1) Le soubassement géologique.....	p.118
a.2) Les profils pédologiques.....	p.119
les évolutions latérales.....	p. 131
* des horizons inférieurs.....	p. 131
* des horizons médians.....	p. 132
* des horizons supérieurs	p. 132
*Conclusion générale.....	p.133
b) La toposéquence de Bou Tlélis.....	p.133
b.1) Roche mère.....	p.134
conclusion.....	p. 135
b.2) Corrélation entre les différents profils.....	p.141
c) Comparaison entre les toposéquences de Misserghin et Bou Tlélis.....	.p.144
2. Le secteur ouest (Topséquence de Hassi El Ghellah).....p.144	
a) Substratum.....	p.144
Conclusion.....	p. 146
b) Corrélation des profils pédologiques.....p.148	
Conclusion.....	p.149
3. Le secteur sud.....p.150	
a) Toposéquence d'Arbal.....p.150	
a.1) Corrélation des profils.....p.154	
a.2) Comparaison avec les autres toposéquences....p.155	
b) Toposéquence de Tafaraoui.....p.155	
b.1) Corrélation des profils.....p.158	
Évolutions latérales.....	p. 160
Conclusion.....	p. 160
4.Le secteur est (Toposéquence d'El Kerma).....p.161	
a) Le soubassement géologique.....p.161	
b) Corrélation des profils.....p.163	
Disposition verticale.....	p. 163
Evolutions latérales.....	p. 164
c) Comparaison avec le reste des toposéquences.....p.166	
Conclusion	p.166
5. Caractérisation typologique de la toposéquence de la sebkha d'Oran.....p.166	

6.Rapports et différences entre les différents types.....	p.168
Conclusion.....	p. 169
IV.5.EVOLUTION DE LA SEBKHA DU MIOCENE A L'ACTUEL.....	P.171
A) Evolution dynamique de la zone d'étude.....	p.172
1. Dynamique du bassin au 1 ^{er} cycle miocène (Burdigalien-Serravalien)	p.172
2. Dynamique du bassin au 2 ^{ème} cycle miocène (Tortonien-Messinien).....	p.174
3. Dynamique du bassin au Quaternaire ancien (« Calabrien »).....	p.175
4. Dynamique du bassin au Quaternaire post-Calabrien.....	p.178
5. Conclusion.....	p.178
B) Evolution dynamique de la marge nord de la sebkha d'Oran.....	p.178
C) Evolution dynamique de la marge sud de la sebkha d'Oran.....	p. 179
1. Dans le 1 ^{er} stade, le premier cycle miocène (du Burdigalien au Serravallien).....	p.180
2. Dans le 2 ^{ème} stade, le deuxième cycle miocène (du Tortonien au Messinien).....	p.180
3. Dans le 3 ^{ème} stade, le Quaternaire ancien.....	p.181
4. Dans le 4 ^{ème} stade, le Quaternaire récent.....	p.181
D) Dynamique récente du bassin de la grande sebkha d'Oran.....	p.182
E) Conclusion.....	p.182
V-SYNTHESE.....	p.184
V.1. LA SEBKHA D'ORAN, RAPPEL DE SES CARACTERISTIQUES.....	p.184
A) La géomorphologie.....	p.184
B) L'image satellitaire.....	p.185
C) Les photos aériennes.....	p.186
D) L'étude climatique.....	p.186
E) L'hydrographie.....	p.187
F) Le chimisme des eaux.....	p.188
G) La couverture végétale.....	p.188
H) L'étude structurale.....	p.189
I) La sédimentation ancienne et actuelle.....	p.190
J) L'analyse séquentielle, typologie des séquences de sebkha.....	p.191
K) toposéquence et minéraux argileux.....	p.191
L) Evolution de la sebkha du Miocène à l'Actuel.....	p.192
V.2. LA SEBKHA D'ORAN REPLACEE DANS SON CONTEXTE REGIONAL-POSSIBILITES D'EXPLOITATION.....	p.193
A) Cadre régional de la sebkha.....	p.193
B) Possibilités d'exploitation.....	p.193
BIBLIOGRAPHIE.....	PP.197-207

ANNEXES

ATLAS PHOTOGRAPHIQUE
COUPE GEOLOGIQUE MURDJADJO-SEBKHA-TESSALA

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

ETUDE D'UNE SEBKHA :
LA SEBKHA D'ORAN (OUEST ALGERIEN)

I-INTRODUCTION

I.1. GENERALITES

Une *sebkra* du mot arabe sebkha, que l'on trouve en pays désertique ou presque est une dépression temporairement occupée par un lac, en général salé et où se déposent des évaporites. Les eaux proviennent du ruissellement, mais aussi des nappes phréatiques d'après le dictionnaire de géologie, ([Alain Foucault et Jean-François Raoult, 2001](#)).

Ces dépressions fermées, excepté les cuvettes karstiques du type doline, telles les dayas des hamadas nord-africaines, constituent un des traits majeurs et des plus austères des paysages arides. Leur origine est essentiellement tectonique, mais leur évolution ultérieure est d'ordre climatique.

Si les sebkhas rappellent les garâas (sebkhas de climats plus humides) par l'uniformité de leurs surfaces planes, elles s'en différencient nettement par leur régime hydrologique et leur géométrie d'ensemble. Leur trait caractéristique est, sans conteste, l'extraordinaire abondance de sels solubles : chlorures et sulfates concentrés à la surface. Ils y interdisent toute végétation. Les touffes d'herbes halophiles et psammophiles n'apparaissent que dans certaines zones, à la faveur de sols moins salés qui bénéficient d'apports éoliens importants.

En zones désertiques comme le Sud algérien, la plupart des plaines sont affectées de dépressions fermées, appelées chotts. Leur abondance témoignerait de l'énorme prépondérance de l'endoréisme et de l'aridité.

A) Problèmes abordés

Ils sont multiples. Ils traitent de la cartographie, de la géomorphologie, de la sédimentologie et de la végétation entre autres.

1. La géomorphologie

Nous avons défini l'ensemble des unités morpho-structurales visibles tout autour de la sebkha afin de comprendre l'évolution récente de cette dépression.

2. La sédimentologie

Nous avons délimité des zones en fonction de la répartition granulométrique (sable, limons et argiles). Cette répartition tient compte à la fois des directions d'apports de l'éloignement par rapport à la zone pourvoyeuse, du dynamisme du milieu, aquatique ou éolien.

3. La végétation

L'observation des espèces végétales a permis de dresser une carte de végétation poussant au niveau de cette sebkha et de voir les relations entre celle-ci et les variations de salinité.

D'autres problèmes ont été également abordés, ils concernent :

-la caractérisation pédologique des sols de la sebkha à partir d'études granulométriques, chimiques (pH, conductivité et température) et à partir de l'étude des minéraux argileux (rayons x).

-L'étude des toposéquences montrant les relations entre la topographie, le drainage et les minéraux argileux.

Par ailleurs une étude structurale à partir des photos aériennes et des images aéro-spatiales nous permet de comprendre la mobilité et la dynamique de la sebkha.

Un autre problème a mérité notre attention, la corrélation entre les deux marges (nord et sud) de la sebkha : est-ce qu'il y a une continuité des couches ou non sous la sebkha ?

-s'il s'agit du premier cas, nous avons un bassin classique.

-par contre si c'est le deuxième cas qui est démontré, nous pouvons confirmer ce que les auteurs (**VERDEUIL, 1985 ET HASSANI, 1987**) ont appelé « la théorie d'écran ». Ils considèrent qu'au niveau de la sebkha de grandes épaisseurs de marnes (quelques centaines à quelques milliers de mètres) se sont disposées, isolant, deux ensembles de formations, l'un se situe au Nord de la sebkha (plaine Misserghin-Bou Tlélis) et l'autre au Sud (plaine de la M'léta).

Pour tenter de résoudre cette question, nous avons fait appel à la géologie appliquée, forages et profils de géophysique (sondages électriques verticaux).

B) Quelques données concernant la sebkha d'Oran

La surface totale du bassin versant de la sebkha d'Oran s'évalue à plus de 2000 km². Les eaux de ruissellement s'accumulent en hiver. Le fond de la sebkha est à la côte moyenne de 80m. Les berges sont plus élevées (111m) à l'Ouest (Hassi El Ghellah) et au Nord (Misserghine et Bou Tlélis) (96m).

La hauteur moyenne d'eau écoulée serait de l'ordre de 450 mm/an, alors que celle de l'évaporation est nettement supérieure de l'ordre de 575 mm/an.

La hauteur moyenne de pluie dans la plaine autour de la sebkha est de l'ordre de 450 mm/an près de la mer au Nord et à l'Ouest alors qu'elle n'est que de 350 mm/an au Sud-Est.

La température moyenne s'élève à 17,5°C.

1. Données climatiques et pédologiques

La région septentrionale du Tell est dominée par un climat méditerranéen, avec des étés chauds et secs et des hivers doux et pluvieux. Il s'agit de la zone la plus humide d'Algérie, avec une hauteur de précipitations annuelles située entre 400 et 1000 mm.

Les températures estivales et hivernales moyennes sont respectivement de 25 °C et de 11 °C. En été, le sirocco, un vent sec et très chaud (baptisé localement le « Chehili »), souffle depuis le Sahara en direction du Nord. Plus on descend vers le Sud, plus le climat devient sec. Les précipitations annuelles dans les hauts Plateaux et l'Atlas saharien ne dépassent pas 200 à 400 mm/an.

Par contre au niveau de la sebkha d'Oran, le climat présente une certaine contradiction, il est du type méditerranéen au point de vue écarts de précipitations journaliers et saisonniers, mais de caractère steppien au point de vue de la température moyenne, de la hauteur annuelle de pluie et de la répartition saisonnière des précipitations, il est la résultante d'un climat littoral méditerranéen et d'un climat désertique d'abri (**SOLETANCHE, 1950**).

Toujours d'après les rapports de **SOLETANCHE (1950)**, l'écoulement moyen s'évalue à 260 mm/an dans les Tessala, alors que dans le Murdjadjio il est de l'ordre de 220 mm/an sur la crête. Nous avons plus de 100 mm/an en moyenne, aux endroits les plus bas, et 20 à 30 mm/an pour les terrains cultivables et 15 à 20 mm/an pour les plaines les plus arides.

L'écart-type relatif des hauteurs annuelles de pluie varie de 0.22 pour les régions les plus arrosées et pour les régions les plus arides, 0.30. Les oueds en temps normal n'ont qu'un débit très faible.

Le ruissellement moyen atteignant la sebkha est évalué à 30 ou 35 hm³/an et l'évaporation moyenne est du même ordre. L'apport annuel à la sebkha est évalué à 500 ou 600 hm³, soit en moyenne 0,15 m d'eau sur 4000 km². Cette eau s'évapore lentement.

Dans les Tessala, le sol est peu compact, généralement perméable sur une épaisseur de 2 ou 3m maximum, condition favorable à l'évaporation, alors que dans le Murdjadjio, au contraire, les sols favorisent l'écoulement des pluies.

Dans les plaines les plus arides, le sol est argileux, ce type de sol a pour caractéristique de rester gorgé d'eau jusqu'au début de l'été.

Dans toutes les sebkhas existent, en fait, des nappes phréatiques très salées, à très faible profondeur, qui imprègnent en permanence les sédiments. Les forages effectués dans certaines sebkhas, ont montré leur alimentation continue par les eaux profondes (puits artésiens). Durant la saison chaude, ces eaux l'emportent sur l'alimentation artésienne. La sebkha s'assèche. Alors se développent des cristallisations salines selon les conditions locales.

Une migration en sens inverse résultant de la diminution des prélèvements atmosphériques en saison froide. La nappe ascendante envahit la topographie qui se trouve peu à peu submergée par une pellicule d'eau salée. L'hydrologie superficielle présente donc un rythme saisonnier sous la dépendance climatique.

2. Quelques données sur la dynamique sédimentaire de la sebkha

L'abondance des sels dans les dépôts superficiels de sebkhas s'explique par concentration continue due aux apports salins artésiens. Le déplacement ascendant des volumes d'eau permet sur le plan hydrodynamique, de diminuer au fur et à mesure la salure au niveau de la surface de la sebkha.

Selon les auteurs, cette salinité croissante explique, en définitive, l'opposition qui se

manifeste avec les garâas (en Tunisie) sur le plan morphogénique, car les sebkhas représentent des formes d'érosion.

La déflation exercée par le vent en période sèche sur des formations à texture fine (sels) entraîne la flocculation des argiles en petits agrégats faits de microcristaux et de particules détritiques. Ainsi se forme un horizon à structure granulaire de quelques centimètres d'épaisseur. Le vent balaiera ce « pseudo-sable » dont les éléments seront piégés par la végétation. Leur lessivage par dissolution des sels lors des pluies libère les insolubles. Leurs apports successifs entraînent la formation des bourrelets éoliens d'argile, de limon et de sable fin, le long de la rive sous le vent. Ces dunes, en forme de croissant, pouvant atteindre quelques dizaines de mètres de hauteur, sont appelées lunettes. Repérées et expliquées pour la première fois en Australie, elles ont été étudiées depuis autour des playas américaines, et des sebkhas algériennes et tunisiennes où les plus importantes d'entre elles représentent des édifices construits au cours du dernier interpluvial.

3. Autres données (minéralogiques et sédimentologiques)

Dans la sebkha proprement dite, les cristallisations salines se présentent sous des aspects extrêmement divers selon leurs types, les secteurs considérés et le moment de l'observation. Il s'agit parfois de croûtes translucides d'halite découpées en grandes dalles polygonales aux bords redressés. Ailleurs, ce sont des argiles durcies par un ciment constitué d'une multitude de microcristaux de sel. Dans la sebkha d'Oran, les fentes de dessiccation, de dimensions métriques s'accompagnent d'autres figures comme les rides longitudinales, les rides en croissant, les rides losangiques et les sand-shadows d'origine hydrodynamique.

Dans les « kewirs » iraniens, le boursouflement des argiles dû au foisonnement des sels crée une topographie tourmentée en bosses et en creux.

I.2. LA SEBKHA D'ORAN : (*CADRE GEOGRAPHIQUE, GEOLOGIQUE ; ET STRUCTURAL*)

A) Cadre géographique

1. Situation générale ([Fig. 1](#)) : le bassin du Bas Chélif

Notre domaine d'étude s'inscrit dans le cadre du bassin néogène du Bas Chélif qui fait partie des plus grands bassins sublittoraux de l'Algérie nord occidentale, ce bassin situé entre les massifs sublittoraux au Nord et les massifs telliens internes au Sud, se présente comme une longue cuvette jalonnée par une succession de plaines et de plateaux, caractérisée par une forte subsidence et une altitude peu élevée. Il occupe une aire de 300 Km de long et 100 Km de large située parallèlement à la côte.

Le Bassin du Bas Chélif est subdivisé en deux parties :

- partie orientale : au Nord séparée de la mer par la chaîne de Dahra et Beni-Manacer et limitée au Sud par les massifs de l'Ouarsenis.

- partie occidentale : limitée au Nord par le Sahel d'Oran qui comprend le Djebel Murjadjo et Djebel Orousse alors que les monts des Tessala et des Beni-Chougrane forment sa limite sud.

2. Situation de la zone d'étude : le littoral oranais

Il est désigné par **GOURINARD (1952a)** comme un territoire compris entre les marais de la Macta à l'Est et les dépressions au Nord et à l'Ouest. La grande sebkha d'Oran et les salines d'Arzew au Sud. Cette région, selon **TINTHOIN (1948)** correspond aux sahels d'Oran et d'Arzew des géographes.

Ce littoral s'allonge sur une centaine de kilomètres et présente une largeur de 20 à 25 km. Il est caractérisé par une altitude assez élevée (point culminant 631 m) et entouré de plaines basses encore subsidentes.

Pour la partie nord d'Est en Ouest, nous distinguons les unités morphologiques et structurales suivantes:

- les massifs d'Arzew et l'appendice du Djebel Khar.
- la dépression de l'Oued Sidi Hammadi ou plaine des Andalouses.
- le massif des Andalouses prolongé à l'Ouest par l'ensemble volcanique du Djebel Tifaraouine.

Au Sud les Monts des Tessala bordent cette zone du littoral oranais, Ils sont orientés WSW-ENE deux grandes unités morphologiques séparées par le Djebel Tessala, le Tessala occidental et le Tessala oriental.

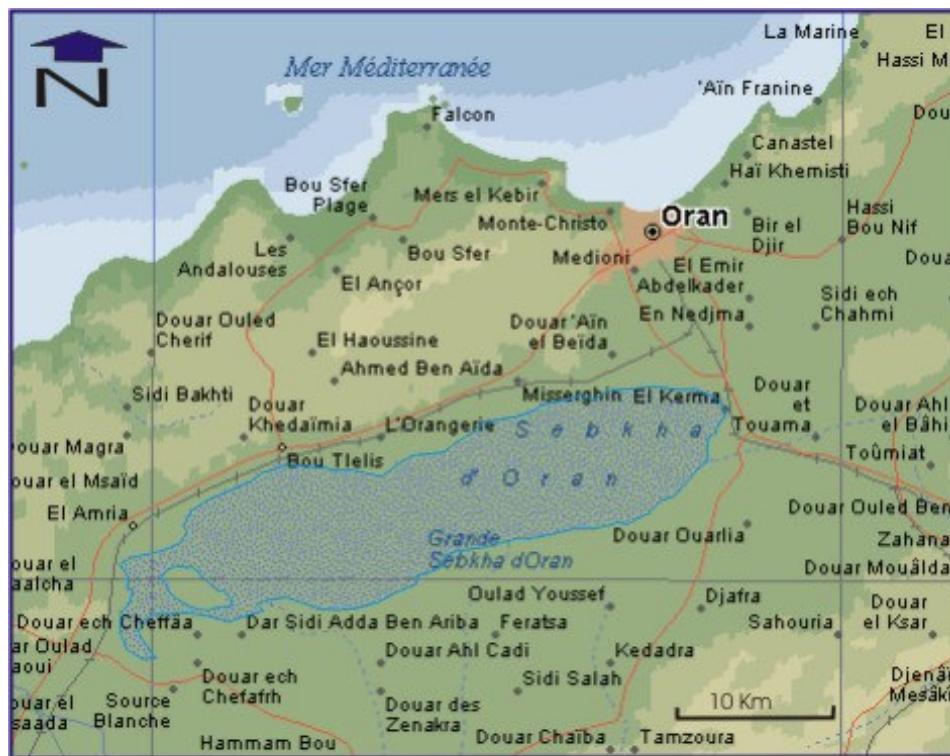


Fig 1 : Carte de situation géographique de la zone d'étude

3. Situation du secteur d'étude (Fig. 2) : la sebkha d'Oran

La sebkha d'Oran se situe au Sud-Ouest de la ville d'Oran à 10 Km, son altitude moyenne est de l'ordre de 80m. Elle constitue une dépression fermée, limitée au Nord par le djebel Murdjadjo (alt. Max. 589m.) où plusieurs villes (Misserghin, BouTlélis et El Amria) sont implantés, au Sud par le massif des Tessala (alt. Max. 1061m) avec des villes comme Tamazougha et Arbal bordent la sebkha, à l'Est et à l'Ouest par des collines de faibles altitudes.

Le bassin versant a pu être cartographié à partir d'un assemblage de plusieurs cartes topographiques au 1/50 000ème :

-La carte d'Oran (153)

- « « des **Andalouses** (152)
 - « « d'**Arbal** (181)
 - « « d'**El Amria** (180)
 - « « d'Ain **Témouchent** (209)

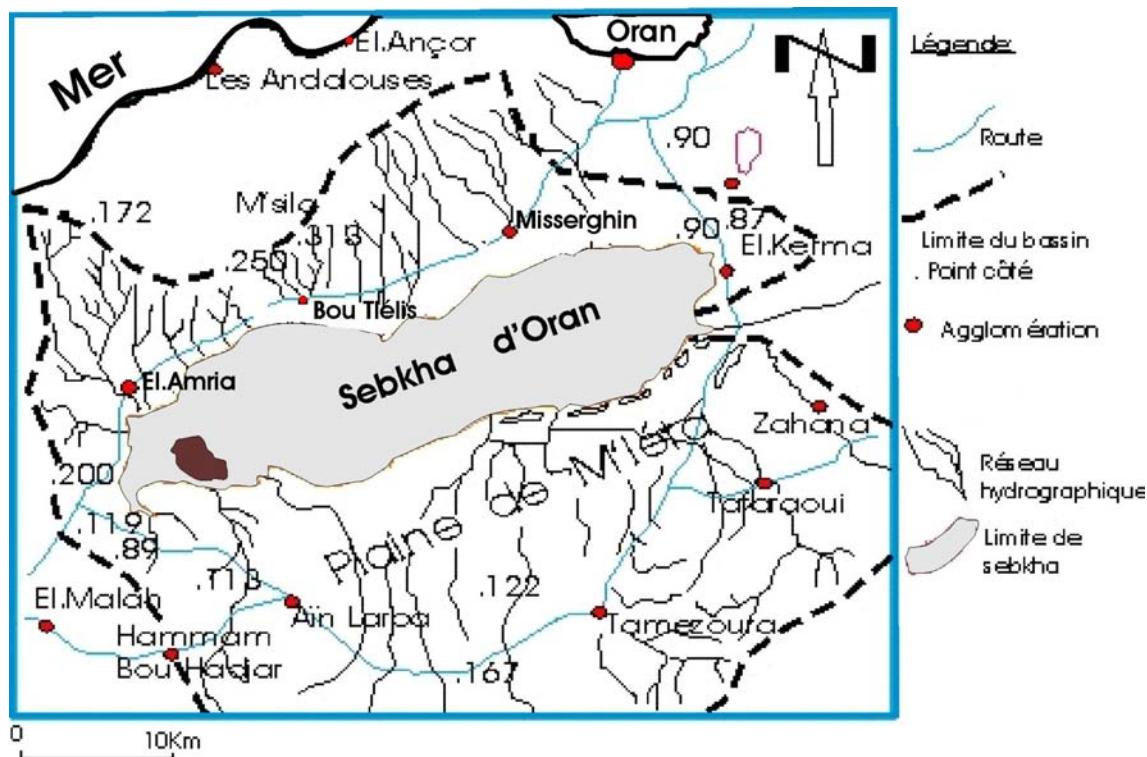


Fig. 2 : carte de situation géographique de la grande sebkha d'Oran.

B) Cadre géologique

Le remplissage du bassin s'est effectué tout au long du Mio-Plio-Quaternaire. En se basant sur les résultats des recherches pétrolières et sur des études, paléostatigraphiques, sédimentologiques et structurales nous avons pu retracer l'histoire du bassin.

Le bassin du Bas Chélif a donc pris naissance au Miocène inférieur et a évolué jusqu'au Quaternaire .

DELFAUD et al. (1973) distinguent du Nord au Sud:

-Un **sillon septentrional** étroit représenté par la plaine de Bou Sfer et le plateau des Hachacha.

-Un **sillon médian** délimité au Nord par l'axe des monts du Dahra, d'Arzew et du Murdjadj et au Sud par l'alignement du massif de l'Ouarsenis, des monts des Beni-Chougrane et des Tessala.

- Un **sillon méridional** aligné sur Marnia, Sidi Bel Abbés et Mascara formant le bassin de la Tafna.

Le littoral oranais et les régions adjacentes sont constitués de deux ensembles:
Le découpage stratigraphique des terrains néogènes du bassin du Bas Chélif se résume ainsi :

1. Formations miocènes

a) Le Miocène inférieur

Transgressif sur le substratum, il est représenté par des conglomérats, grès et marnes d'âge Burdigalien (**PERRODON, 1957**). Cette période correspond à la mégaséquence I de **DELFAUD et al (1973)** assimilée au Miocène anté ou synchro nappes (**DELTEIL, 1974**).

b) Le Miocène moyen

Il correspond au premier cycle post-nappes, attribué au Langhien-Serravallien.

c) Le Miocène supérieur

Il correspond au deuxième cycle post-nappes, attribué au Tortonien-Messinien. **DELFAUD ET AL (1973)** font correspondre le Miocène moyen et supérieur à la mégaséquence II assimilée au deuxième cycle post-nappes (**DELTEIL, 1974**). La limite entre le premier cycle et le deuxième cycle post-nappes est située au niveau de la limite Serravallo-tortonienne. **THOMAS (1985)** la plaçait au sein du Tortonien (limite des biozones N16/N17 de **BLOW**).

Les résultats démontrent l'existence de deux limites biostratigraphiques nettement distinctes, l'une au sein de la biozone N15 et l'autre à la limite des biozones N16/N17 (**BELKEBIR & BESSEDIK, 1991**).

La série stratigraphique de la zone débute sur un substratum schisteux secondaire (autochtone) et se poursuit au Mio-Plio-Quaternaire. Par endroits (Pic de Tafaraoui dans les Tessala) nous trouvons, sur l'autochtone, des calcaires jurassiques définissant des nappes allochtoniques. Par ailleurs au niveau des terrains des Tessala (le domaine d'Arbal par exemple), ce sont les dépôts triasiques qui apparaissent sous la forme d'intrusions diapyriques, formées de marnes bariolées, gypsifères et salifères (ces roches minéralisent certaines sources) avoisinantes.

2) Formations plio-quaternaires et récentes

Les affleurements de couches pliocènes gréseuses et marneuses ne sont pas très étendus aux abords de la sebkha. Ce sont surtout des limons argilo-sableux qui recouvrent la sebkha et la plaine de la Mléta, leur épaisseur est très grande (au sondage de l'aéroport d'Es-Sénia on a reconnu 70m de limons quaternaires reposant sur une grosse épaisseur (<250m) de marnes de Pliocène. Ces formations sont considérées comme étant généralement imperméables.

C) Cadre structural

Le Bassin du Bas Chélif est lié à la tectonique alpine, où les phénomènes tectoniques synsédimentaires commandent la sédimentation. Les grandes lignes structurales se résument en trois grandes directions (**THOMAS, 1985**). L'analyse de la déformation post-nappes sera effectuée phase par phase, plusieurs directions sont retenues.

1. La direction N50-N70

Les structures compressives qui affectent l'ensemble de la série sédimentaire post-nappes et son substratum correspondent à des plis et des failles inverses associées en faisceaux hectométriques de direction moyenne N50°E.

- Le faisceau des Béni Chougrane : l'orientation de l'ensemble est perturbée par des accidents de directions différentes, faille Est-Ouest de Sidi Bel-Abbès, accident Nord 20° de Mascara-Sidi Ali.
- Le faisceau des Tessala-Ouled Ali ce faisceau est séparé du précédent par un vaste bombement qui fait ressortir les nappes telliennes. Il se déploie à travers la partie septentrionale du Tell méridional et s'amortit dans la région de Mohammadia le long d'une flexure simple.
- Le faisceau bordier des massifs littoraux. Il est situé au Nord des plaines de la Mléta et de l'Habra. Il prend naissance au Sud des massifs littoraux et se prolonge le long du littoral jusqu'à l'accident de Mascara-Sidi Ali.
- Le faisceau du Chélif : il débute le long de la bordure méridionale du Massif du Dahra.

Les trois premiers faisceaux, leur extrémité occidentale est bien individualisée par contre leur extrémité orientale est beaucoup plus floue.

2. La direction N10-30E

C'est suivant cette direction que s'effectue le découpage de l'orogène alpin de l'Afrique du Nord. Les discontinuités matérialisées par de grands décrochements déterminent des zones ou «couloirs» de décrochements.

Nous reconnaissions :

- Le couloir occidental : il Comprend plusieurs failles presque parallèles, la faille bordière du massif des Traras constitue une des limites du bassin de la Basse Tafna.

La transversale Tafna-Magoura est l'élément le plus ancien de ce couloir, sa manifestation très récente est soulignée par la morphologie rectiligne et l'orientation de la côte entre l'embouchure de l'Oued Hallouf et le Cap Figalo.

- Le linéament djebel Lindles-djebel Ramlya coïncide avec la limite occidentale du bassin synchro-nappes (**FENET, 1975**).
- Le couloir médian: plusieurs accidents sont visibles dans l'édifice structural Plio-quaternaire, l'accident du Djebel Khar-Tamzourah provoque une forte inflexion des structures sur le revers septentrional des monts de Tessala (**FENET, 1975**). On note l'existence de failles entre les monts d'Arzew et les monts de Daïa.
- Le couloir oriental: il intègre l'axe Béni Chougrane-Dahra (**PERRODON, 1957**) où deux accidents principaux découpent cette zone.
 - L'accident Mascara-Sidi Ali
 - L'accident Cap Magroua-Oued Moussa.

3. Les directions E-W et N140E

Des failles associées à des structures plissées se disposent suivant ces deux directions. Plusieurs accidents majeurs orientés E-W découpent le bassin, d'autre part trois faisceaux prennent naissance le long du Tell occidental.

Les failles N140E introduisent des décalages dextres dans les structures hectométriques et kilométriques orientées SW-NE.

4. La tectonique du littoral oranais

Les nombreux faciès rencontrés du Miocène supérieur sont en partie liés à une tectonique synsédimentaire active (**NEURDIN-TRESCARTES, 1993**).

La tectonique interne des horsts apparaît beaucoup plus simple. Il s'agit de plis de grosses lentilles calcaires fortement ébranlées par les mouvements verticaux des horsts (étirement, schistosité, boudinage), le Miocène supérieur est marqué par des soulèvements importants qui contrastent avec le régime de subsidence régnant dans le bassin.

Le littoral oranais a subi une surrection au Miocène supérieur **GOURINARD (1958)**, donc **cette région possède une particularité structurale très marquée**.

De façon continue, le littoral oranais a subi des mouvements diastrophiques durant l'ensemble de la mégaséquence MSII de **DELFAUD et al (1973)**. Certains secteurs ont été affectés plus que d'autres. **NEURDIN-TRESCARTES (1992)** a localisé dans l'espace et dans le temps les différents phénomènes suivants :

- Les structures plicatives (Sidi Bakhti, Kristel) et la formation d'olistolites (Sidi Bakhti, Djour Rakma) témoignent de l'existence de mouvements compressifs post-nappes en Oranie septentrionale. Ces faits étendent géographiquement les premières constatations d'une phase compressive intra-miocène post-nappes formulée par **THOMAS (1979 b)** relative au Tell méridional oranais.

- Les grandes failles engendrant des fossés d'effondrement (fossé de Sidi Hammadi, Murdjadj-Bou Sfer).

- Les discordances occasionnées par la tectonique, d'étendue surtout locale reflètent bien l'instabilité continue qui règne dans ce bassin durant l'ensemble de la mégaséquence II.

- par contre Les secteurs de Beni Saf et Bouzedjar sont très peu affectés, les seules manifestations enregistrées sont les petites failles synsédimentaires perturbant les cinérites et les sables à Clypeaster (**NEURDIN-TRESCARTES, 1992**).

- Les secteurs de Sidi Bakhti, du Murdjadj, de Krislel sont les plus touchés.

- L'existence de massifs en surrection, de fossés d'effondrement, implique une tectonique cassante allant jusqu'à engendrer des olistolites. Par contre, les structures plicatives (plis normaux, plis couchés, plissotement, slumps associés à des phénomènes tectoniques) témoignent plus d'une tectonique souple.

I.3. GENERALITES SUR LES SEBKHAS DANS LE MONDE

Leur nom diffère selon les régions: **sebkha** et **garâa** en Afrique du Nord, **kewir** en Iran, **playa** dans l'Ouest des états unis, **salar** ou **salina** dans les déserts sud-américains, **takyr** dans ceux de l'Asie centrale, le **chott** (mot arabe) représente, en pays désertique ou subdésertique, une terre salée ou parfois pâturage qui entoure une dépression fermée à lac temporaire, en Europe il y a également des endroits équivalents aux sebkhas, ils ont livré de grandes quantités de sels dus à la sécheresse, on en cite les **potasses d'Alsace** découverts en 1904, et qui s'étendaient sur 222 km² au Nord Ouest de Mulhouse, commençaient à être exploités en 1908.

De 1912 à 1986, cette mine a produit 68,4 millions de tonnes de mineraux. En fait, ces diverses dénominations ne s'appliquent pas toujours aux mêmes sebkhas. Les dépressions fermées présentent des types variés, selon leur modèle, la nature de leurs formations superficielles et leurs caractéristiques hydrologiques. On ne retiendra ici que le type sebkha du Maghreb.

Au Sud de l'Algérie existe la sebkha de Taoudenni (ou Agorgott) où le sel est exploité depuis le XVIe siècle.

Nous avons également d'autres sebkhas comme celles d'Idjil, de Tenioulig ou de N'Teret, de formation plus récente (quatéraire). Ces sebkhas des confins sahariens sont moins importantes.

L'extraction du sel se pratique en général à ciel ouvert dans des dépôts de sel très puissants. A côté de ces sebkhas déformation récente, notons qu'il existe des « sebkhas fossiles ». Certains géologues pensent à l'existence de paléolacs, notamment dans la région de Taoudenni. Alors que pour les mines d'Alsace le travail consiste à creuser des trous, de plus en plus profonds, pour en extraire les sels de potasses, les amener en surface et les traiter par la suite.

On observe en général une alternance de lits d'argile et de halite signe d'une succession de périodes d'inondation et de périodes de sécheresse. Les niveaux argileux correspondent à des périodes de fortes pluies et les couches de sel, à un phénomène de cristallisation survenu

au cours des périodes de sécheresse. Ce type de sédimentation saline aurait commencé vers 6500 ans. Pendant tout l'Holocène, le lac de Taoudenni serait resté en eau, sa profondeur variant de 5 à 10 mètres et son étendue maximale étant de 118 km a évolué en sebkha.

Par contre, certaines dépressions fermées ont évolué en lagunes d'eaux saumâtres. Les grandes sebkhas du Sud tunisien (Djerid, Fedjedj et Rharsa) en fournissent un bon exemple. Cette phase lagunaire a été révélée par l'existence de terrasses à *cardium* (*Cardium glaucum* Brug.) sur le pourtour de chacune d'elles.

Certaines études ont montré que cette évolution correspondait à une transformation du bilan hydrique au cours d'un pluvial. En même temps qu'une atténuation de l'aridité, par des arrivées d'eaux profondes à partir de nappes artésiennes, un rafraîchissement du climat amène une évaporation. Comme les plaines et les piémonts désertiques, les dépressions fermées ont enregistré les effets de l'instabilité climatique du Quaternaire.

Il faut ajouter que les modèles éoliens sont parmi les plus caractéristiques du domaine aride, le vent est un agent morphogénique d'une incontestable efficacité, en particulier dans les régions d'aridité accentuée dépourvue de végétation où il rencontre les conditions les plus favorables au développement de son activité.

On sait que le rôle joué par le vent, action de vannage est primordial dans le creusement des sebkhas. L'action de corrosion sur le sable transporté par le vent est aussi remarquable.

L'étude des sebkhas a depuis de longues dates, retenu l'attention des chercheurs. Par ordre chronologique, nous pouvons citer :

1888, M.G. ROLLAND (Géologie de la région du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale,

1947, M. GAUTIER (les chotts, machines évaporitiques complexes,).

1967 J. TRICHET - Etude des faciès d'une dune gypseuse (Sud d'Oran, Algérie).

1968, H. PELLETIER (contribution à l'étude sédimentologiques de l'ancien lac de senèze,),

1976, J.P. PERTHUISOT (Une Sebkha sulfatée sodique en pays sédimentaire).

1977, A. ABICHOUR (Sedimentological and micromorphological investigations of different sebkhas in Southeastern, Tunisia,).

1978, P.F. BUROLLET (Mouvements quaternaires et récents aux îles Kerkennah,).

1983, A. BENZIANE (Problèmes géologiques et hydrogéologiques de la sebkha de Benziane, Relizane,).

1984 N. KACEM.- Contribution à l'étude écologique des terrains salés de l'Oranie. Etude de la végétation et du sol de quelques stations caractéristiques.

1985, P.F. BUROLLET, évolution géologique et géochimique des sebkhas des îles kerkennah,).

1986, D. GEISLER-CUSSEY (Approche sédimentologique et géochimique des mécanismes générateurs de formations évaporitiques actuelles et fossiles ; Marais salants de Camargue et du Levant espagnol Messinien méditerranéen et Trias lorrain,).

1988, S.M. ABDELMALEK (Contribution à l'étude écologique des terrains salés de l'Oranie,).

1990 a, J.P. PERTHUISOT (La Sebkha Oum El Krialate (Sud tunisien,)).

1990 b, J.P. PERTHUISOT, S. CASTANIER et A. MAURIN, (La huntite ($\text{CaMg}_3(\text{Co}_3)_3$) de la sebkha (Zarzis, Tunisie). Un exemple de microbiodiagenèse carbonatogène,).

1998, C. CHEVERRY et G. BOURRIER (La salinisation des sols, éditions INRA,).

2000 G. TREMBLIN (Comportement auto-écologique de *Halopsis amplexicaulis* : plante pionnière des sebkhas de l'Ouest Algérie,)

2001 A. BELHADJ HAMDI (Fonctionnement actuel et passé de sols du Nord du Sahara (cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique et minéralogique et variabilité spatiale,).

Historique des recherches

1. Bref historique des principales études consacrées à la géologie oranaise.

a) Premières recherches géologiques aux environs d'Oran de 1831 à 1903.

Les premières recherches consacrées à la géologie oranaise ont été effectuées dès l'installation de l'autorité française dans la région, une notice sur les environs d'Oran fut publiée par **ROZET** en 1831. A partir de cette date jusqu'à la fin du XIXème siècle les travaux entrepris concourent tous à une mise en place des grandes lignes de la stratigraphie. En Oranie **VILLE** (1857), **POMEL** (1897), **BLEICHER** (1874) ET **GENTIL** (1903) sont les principaux géologues de cette période.

GENTIL (1903), outre une remarquable étude pétrographique, il fait une mise en point des connaissances stratigraphiques de l'époque avec une bibliographie et un historique très complets.

b) Lever des premières cartes géologiques détaillées par **F. DOUMERGUE**.

Les travaux de la première période ont abouti à l'élaboration de la carte géologique générale de l'Algérie au 1/800 000, publiée en 1900. La seconde étape fut l'œuvre surtout de **DOUMERGUE** qui leva tous les contours des feuilles d'Oran (1908), Saint-Cloud (1909), Arzew (1913), Rio Salado-Lourmel (1922), les Andalouses (1924), Arbal (1931), **FICHEUR** (1908) l'aida à effectuer ces travaux cartographiques. Plusieurs découvertes paléontologiques ont permis de dater des formations jusque-là considérées comme azoïques, à titre d'exemple les schistes d'Oran prétendus « siluriens » ont livré des fossiles barrémien, oxfordien et callovien.

c) Travaux se référant à la cartographie de DOUMERGUE.

Depuis la publication des cartes de DOUMERGUE (1908, 1909, 1913, 1922, 1924 et 1931), jusqu'à ces dernières années des travaux spécialement consacrés à la région oranaise traitaient essentiellement de paléontologie. L'étude des poissons fossiles d'Oran par ARAMBOURG date de cette période (1927 et 1950). On doit citer également les importantes publications de DALLONI (1915, 1916, 1925, 1952) et de GEOFFROY (1932) qui proposa une interprétation stratigraphique nouvelle de la série antétertiaire.

d) Révision des cartes géologiques détaillées et publications correspondantes.

La première édition de la carte géologique d'Oran ayant été épuisée, quelques années avant la XIXème session du congrès géologique international d'Alger, une seconde édition paraît en 1952 (GOURINARD).

2. Recherches sur le bassin

L'Algérie occidentale a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques d'importance diverse depuis 1830 jusqu'à nos jours, soit dans un cadre économique comme la recherche des hydrocarbures encouragée par la découverte d'indices d'hydrocarbures, soit dans le cadre purement scientifique (reconstitution de l'histoire tectono-sédimentaire du bassin).

a) Recherches préliminaires

-**1852-1857, L. VILLE** dresse un inventaire des gîtes minéraux de l'Oranie.

-**1897 A. POMEL** élabora la première stratigraphie du Miocène : Carténien, Hélétien, Sahélien. En 1897, il donne une monographie des Vertébrés fossiles de l'Algérie (les Equidés).

-**1897 A. BRIVES** travaillant dans l'Oranie, commence à différencier deux ensembles dans le Miocène et montre l'existence de mouvements tectoniques post-carténiens.

-**1908 F. DOUMERGUE et. FICHEUR** lèvent la carte géologique de l'Algérie au 1/50 000ème, feuille Oran.

-**1922 F. DOUMERGUE** lève la carte géologique d'El Amria (ex : Lourmel), n° 180, échelle 1/50 000è, Oran.

-**1931 F. DOUMERGUE** lève la carte géologique d'Arbal, n° 181, échelle 1/50 000è, Oran.

-**1915-1952 M. DALLONI** se consacre à l'étude du Mio-Pliocène d'Algérie : faciès, relation avec le substratum, recherche des gisements pétroliers.

-**1927 à 1950 C. ARAMBOURG** étudie les poissons fossiles d'Oran dans les niveaux à tripolis, puis les grands vertébrés des gisements de l'Oued El Hammadi notamment.

-1932 M. SUESS découvre à Bou Hanifia le site à Hipparium et décrit également les gastéropodes *Helix subsenilis*.

-1952 Y. GOURINARD - Le littoral oranais (mouvements verticaux et anomalies gravimétriques).

-1958 Y. GOURINARD - Recherches sur la géologie du littoral oranais.

b) Recherches pétrolières

-1936 R. ANDERSON fournit un travail important sur tout le bassin dans un but de prospections pétrolières. Il donne des noms locaux correspondant aux faciès Anasseur, Sarhli, Beïda.

-1952 J. MAGNE a étudié pour la S.N Repal les foraminifères planctoniques permettant ainsi une datation précise des terrains miocènes des deux bassins: le Chélif et le Hodna.

-1952 J.J BURGER travaille pour la S.N Repal et publie lors du congrès d'Alger une monographie régionale sur le bassin néogène du Chélif.

-1958 G. SADRAN donne un inventaire complet des formations volcaniques III et IV du Tell oranais.

-1957 PERRODON centre une multitude d'observations, il donne des interprétations sédimentologique, tectonique de surface et de forage ; c'est à partir de ces travaux que l'on commence à prendre conscience des relations entre les déformations et la sédimentation. Il définit le bassin du Chélif comme bassin intramontagneux.

- 1958 GOURINARD décrit le littoral oranais comme une suite de horsts et de grabens il relie la sédimentation miocène à des mouvements verticaux et établit une nouvelle carte géologique.

-1958 M. MATTAUER s'applique à mettre en évidence l'existence de nappes au niveau de l'Ouarsenis essentiellement.

-1960 J. POLVECHE étend la notion de nappe à l'Ouest du bassin.

-1971 G.MAZZOLA publie une note importante sur les foraminifères planctoniques du Mio-Pliocène de l'Algérie nord-occidentale.

-1972 G. BIZON publie un atlas des principaux foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen de l'Oligocène au Quaternaire.

c) Recherches thématiques

- 1969 BLOW et al réalisèrent d'énormes projets dans la recherche micropaléontologique approfondie en appliquant des méthodes modernes de la stratigraphie du Néogène.

- 1973-1977 JAAGER établit des corrélations entre sédiments continentaux et marins du Miocène.

- 1974 (DELTEIL) ; 1975 (FENET) ; 1975 (GUARDIA) s'attachèrent à retracer le développement géodynamique de l'ensemble du bassin

-1982 ROUCHY étudie essentiellement les évaporites du Messinien méditerranéen, notamment en Algérie

- 1985 THOMAS reprend l'étude du bassin du Chélif du Serravallien au Quaternaire. Il signale que ce bassin s'est développé sur une croûte continentale dotée d'une extrême mobilité. Celle-ci est liée à un cisaillement de collision qui amène une tectonique polyphasée en transtension puis en transpression.

-1987 MOISSETTE à partir de l'étude des bryozoaires du Messinien de l'Algérie occidentale, retrace l'histoire paléoécologique de cette région.

- 1987 SAINT-MARTIN étudie les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur de l'Algérie et du Maroc, et donne une interprétation paléoécologique et paléogéographique de la région étudiée.

-1992 NEURDIN-TRESCARTES a étudié le remplissage sédimentaire du bassin néogène du Bas Chélif, en relation avec la tectonique, l'eustatisme et le climat: c'est un modèle de référence de bassins intramontagneux.

-1993 MOUSSA K a étudié, au point de vue stratigraphique et sédimentologique, le Miocène de la bordure nord des Béni Chougran.

3. Recherches concernant la région d'Oran

1927 ARAMBOURG C.- étudie les poissons fossiles d'Oran.

1941 BETIER G.- élabora la Feuille Oran-Nord de la carte au 1/60.000è.

1950 ARAMBOURG C.- Contribue à l'étude des formations laguno-lacustres des environs d'Oran.

1950 LAFFITE R.- Publie sur l'existence du Calabrien dans la région oranaise.

1952 MAGNE J., TEMPÈRE CI.- Etudie la Micropaléontologie de deux bassins néogènes algériens : le Chélif et le Hodna. Application aux recherches du pétrole.

1971 CHAUMONT & PAQUIN.- Elabore la Carte pluviométrique de l'Algérie nord occidentale au 1/50 000.

1973 DELFAUD J., MICHaux J., NEURDIN J. et REVERT J. – Réalise un modèle paléogéographique de la bordure méditerranéenne : Evolution de la région Oranaise (Algérie occidentale) au Miocène supérieur ; conséquences stratigraphiques.

1974 BAUDRIMONT R., DE GIOVANNI C.- Etudie les diatomées marines du Miocène

supérieur de l'Oranais (Algérie) et leur contexte géologique.

1976 BAUDRIMONT R., DE GIOVANNI C.- Effectue une interprétation paléoécologique des diatomites du Miocène supérieur de l'Algérie occidentale. C.R. Acad. Sci. Paris, 278, pp. 1337-1340.

1975 FENET B. – Mène des Recherches sur l'alpinisation de la Bordure septentrionale du bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'Oligocène nord maghrébin, les Monts des Tessela et les Massifs du littoral oranais.

1976 BELLON H.- étudie les séries magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale, comparées dans leur cadre géochronométrique. Implications géodynamiques.

1976 BELLON H., HERNANDEZ J.- Réalise une chronologie et évolution chimique des laves du Rif oriental (Maroc) et du Tell Oranais (Algérie).

1979 AMEUR R.- écrit une Biochronologie des formations continentales du Néogène et du Quaternaire de l'Oranie, à l'aide de micromammifères.

1979 MAHBOUBI M. – Effectue une étude géologique de la transgression messinienne au Nord Ouest de Misserghin.

1985 CISZAK R. – Publie sur le complexe chaotique « triasique» en Oranie (Algérie Occidentale). Nouvelles interprétations.

1985 – 1986 BELKEBIR L & BESSEDIK M. – montre la Présence du Miocène moyen et supérieur dans les séries de la pointe de Canastel (Oran, Algérie). Implication paléoécologique, biostratigraphique.

1989 MIDOUN M.- Réalise une étude sur le Trias d'Oran (Algérie) et de ses relations avec le socle polymétamorphique ; implication géodynamique régionale.

1996 BELKEBIR L., BESSEDIK M., AMEUR CHEHBEUR A. et ANGLADA R. – Synthétise le Miocène des bassins nord-occidentaux d'Algérie. Biostratigraphie et eustatisme.

4. Recherches sur le bassin versant de la sebkha d'Oran

1877 BARIAT A. – Analyse les eaux de Brédéah, archives wilaya d'Oran.

(inconnue) CLAIR A.- Mit en évidence l'évolution de la saure de la nappe de Brédéah

(inconnue) CLAIR A.- Effectue une étude hydrogéologique de la nappe de Brédéah, courbes de variations de la salure dans les forages w2, w6.

1969 JONCOUR M.- Elabore la carte piézométrique de la zone de Brédéah, échelle : 1/25 000è.

1974 A.N.R.H. ORAN.- Mène une étude agro-pédologique de la plaine de la M'léta,

1974 HASSANI Z.- Contribue à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Misserghin.

1975 A.N.R.H. ORAN.- effectue un inventaire des points d'eau du massif du Murjadjo.

1976 SOURISSEAU B a présenté une Etude hydrogéologique du massif du Murjadjo, région de Brédéah-Bou Sfer ,

1977 A.N.R.H. ORAN.- Rapport interne.

1985 BENLAKHAL A. - Contribue à l'étude hydrogéologique du bassin d'alimentation des captages de Brédéah.

1986 A.N.R.H. ORAN, - Elabore un Rapport interne.

1987 HASSANI M. I. – Effectue une étude hydrogéologique d'un bassin endoréique semi - aride, le bassin-versant de la grande Sebkha d'Oran (Algérie).

1990 ABED MERAÏM F- Elabore la carte de vulnérabilité à la pollution, région d'El Amria. Carte au 1/50 000è.

1993 KEBIR L.W. – Rédige un Rapport bibliographique sur la grande sebkha d'Oran.,

2000 MOUSSA K.- Met en évidence quelques aspects géologiques, géomorphologiques, hydrogéologiques, biologiques et chimiques de la sebkha d'Oran (Algérie) implications environnementales.

2000 MOUSSA K.- Décrit l'histoire d'un bassin sédimentaire endoréique : la sebkha d'Oran.

2000 MOUSSA K.- Effectue une mise au point stratigraphique de la série sédimentaire miocène du Djebel Murjadjo (marge nord du bassin du Bas Chélif, Oranie).

2002 MEKKI A.- Réalise une étude géologique de la grande Sebkha d'Oran ; cas du secteur d'EL Amria-Bou Tlélis (Stratigraphie, Sédimentologie, Pédologie).

2006 MOUSSA K.- Elabore la carte géomorphologique de la grande sebkha d'Oran (Algérie) : Description et interprétation dynamique.

d) Les travaux des ingénieurs

L'école d'Oran a pu contribuer à la réalisation de nombreux travaux effectués par des ingénieurs du département des Sciences de la Terre, à titre d'exemple on cite les plus importants.

-**1985 NEDJAR A** a réalisé une étude hydrogéologique de la région de Misserghin.

-**1991 OUNISSI** a fait une étude géologique des dépôts miocènes de la dépression de l'Oued Sidi Hammadi. (Les Andalouses, Oran).

-**1991 BOUKLI HACENE** a présenté une étude biostratigraphique et paléoécologique de la série miocène du domaine d'Arbal (Tessala, Oranie).

- 1992 BENCHERIF** a présenté une étude géologique des terrains néogènes de l'Oranie
- 1992 GHAZI** a travaillé sur la biostratigraphie et la paléoécologie de la série Miocène de Tamzourah Est (Tessala, Oranie).
- 1993 DJERMOUNI** a travaillé sur la biostatigraphie et la paléoécologie de la série miocène de la terminaison orientale de Tafaraoui.
- 1994 AMEUR** a présenté une étude biostratigraphique et paléoécologique de la série Miocène de la bordure occidentale de Tafaraoui (Tessala, Oranie).
- 1996 KAHOUADJI** a effectué une étude sur l'évolution géodynamique et eustatique de la région de Sidi Bakhti.
- 1997 ZAMI** a élaboré une synthèse géodynamique à partir des différentes études (stratigraphiques et sédimentologiques) des terrains miocènes de la marge sud occidentale du bassin du Bas Chélif (Tessala, Béni Chougrane).
- 1997 CHERIF & BOUREZAK** a présenté une interprétation géodynamique et une organisation génétique de la série miocène du bassin du Bas Chélif oriental.
- 1997 MOKADEM** a présenté une base de données hydrogéologiques relationnelles sur la région d'Oran avec le cas de la plaine de Misserghin-Bou Tlélis.
- 1998 BERABEH** a réalisé une étude de reconsiderations biostratigraphiques des dépôts d'âge miocène inférieur du bassin du Bas Chélif.

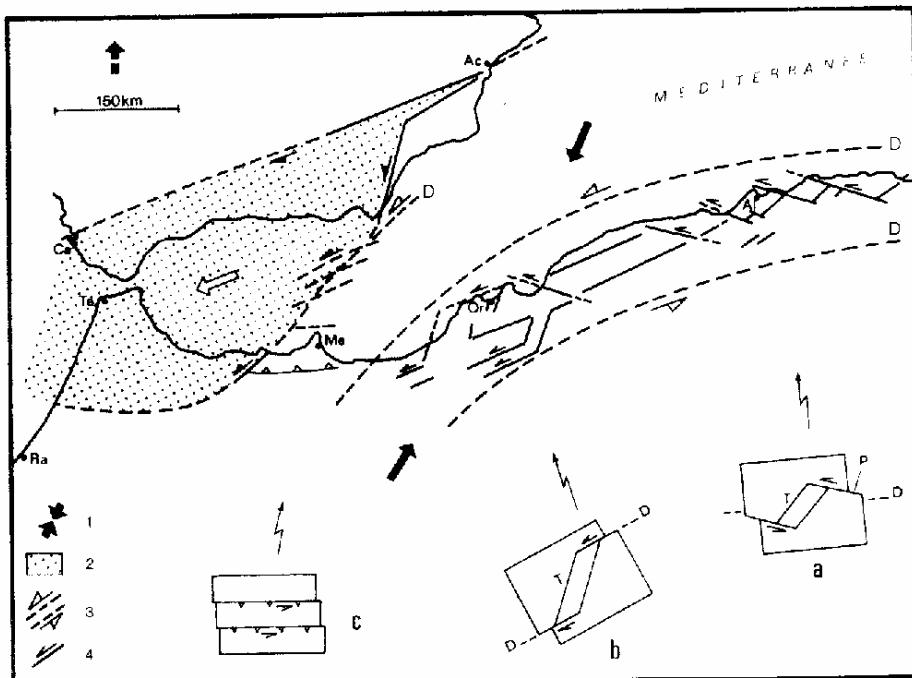
III-ETUDE STRUCTURALE DE LA SEBKHA

(DEPOCENTRES-ACCIDENTS-NEOTECTONIQUE-SUBSIDENCE)

Deux approches à l'échelle de la Méditerranée et à l'échelle de la sebkha sont appréhendées:

-I- à l'échelle méditerranéenne :

Il faut placer la sebkha d'Oran dans un contexte géodynamique global, cette approche a déjà été développée par **THOMAS (1985)** qui place le bassin du Bas Chélif dans le cadre de la cinématique de la plaque d'Alboran et ce par rapport à celle de l'Afrique (**Fig.28**). Comme le précise **NEURDIN-TRESCARTES (1992)** c'est ce mouvement qui conditionne la dynamique des bassins en bordure du craton africain.



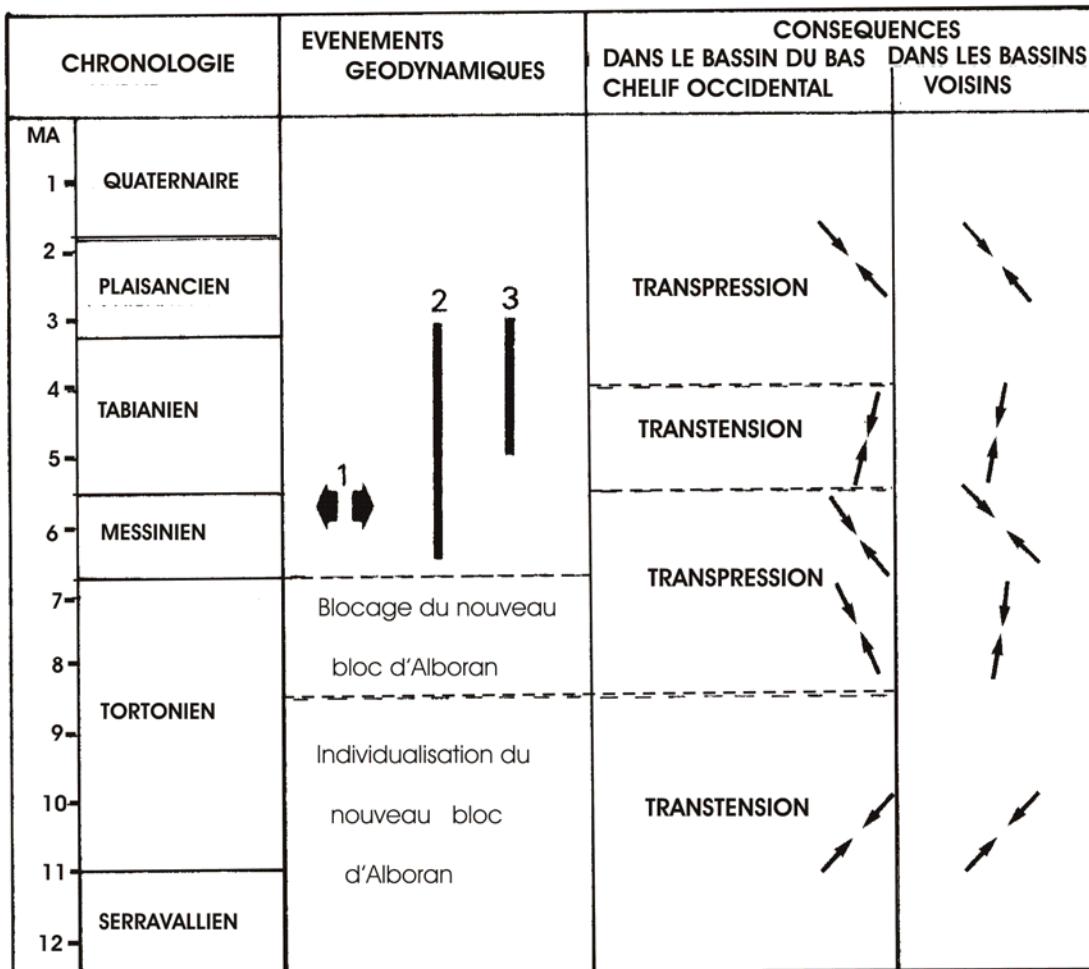
1 : Convergence Europe-Afrique, 2 : Nouveau bloc d'Alboron, 3 : Zone de Cisaillement senestre, 4 : Fractures liées à la zone de cisaillement, a : transtension avec dilatance ; b : transtension simple ; c : transpression.
 Ac : Alicante ; Al : Alger ; Ca : Cadiz ; Or : Oran ; Me : Melilla ; Ra : Rabat.

Fig. 28 : Courbure de la zone de cisaillement tellienne en relation Avec le nouveau bloc d'Alboron d'après THOMAS, 1985.

Lors de la création du nouveau bloc d'Alboran, ce mouvement de plaque a engendré deux phases tectoniques de transtension - transpression dans le bassin du Chélif, (**Fig. 29**), la première englobe tout le Miocène supérieur (Tortonien et Messinien) avec une partie du Miocène moyen (le Serravallien).

Chaque phase correspond à deux cycles, la base est toujours en transtension avec ouverture du bassin et le sommet en transpression avec comblement du bassin.

La limite entre le premier cycle et le deuxième cycle miocène est bien visible sur le terrain, la coupe de Tanagroutah ([Chap. IV](#)) offre un bel exemple de cette discordance intra-miocène, la structuration des formations du premier cycle est est – ouest, alors que celle du deuxième est nord-sud.



1 : nouvelle phase d'expansion de la Mer Rouge ; 2 : accélération de l'amincissement crustal du rift éthiopien ; 3 : création de croûte océanique vers 18°N dans la Mer Rouge.

Fig. 29 : Cycles tectoniques (transtension et transpression) durant le Mio-Pliocène, d'après Thomas, 1985.

Le modèle de convergence Europe – Afrique a été généralisé au niveau de tout le bassin méditerranéen grâce aux travaux notamment de **BOCCALETI ET DAINELLI (1982)** ([Fig. 30](#)).

Ils ont fourni une carte structurale où tous les éléments tectoniques sont représentés ([Fig. 31](#)), le détail au niveau de l'Algérie est donnée en [Fig. 32](#) ; nous y observons un réseau dense de failles et de décrochements qui caractérisent la totalité du bassin du Chélif.

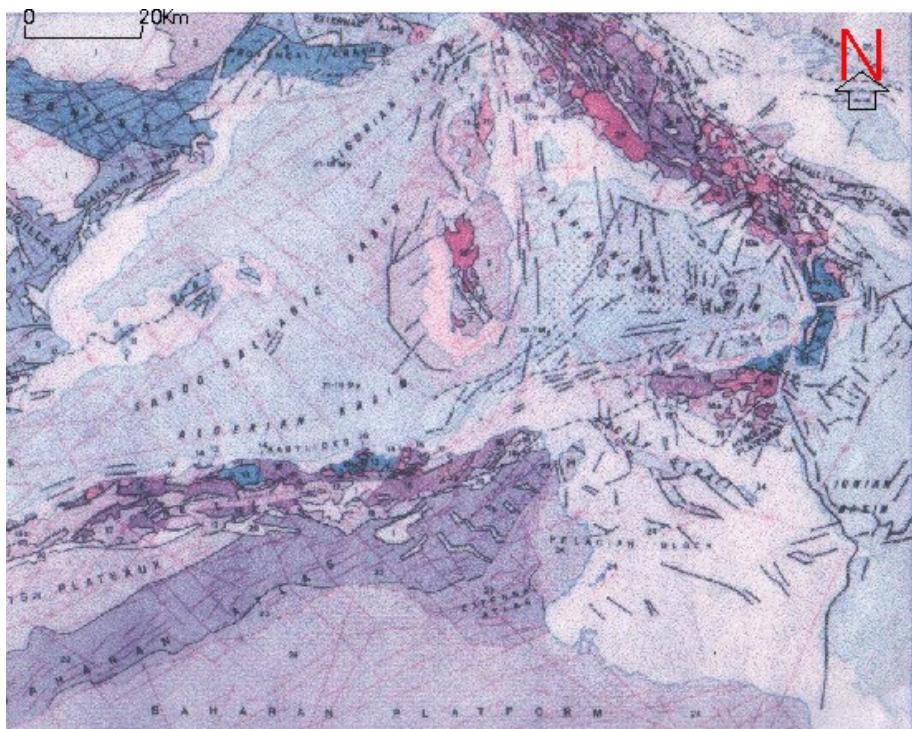


Fig. 30: Extrait de la carte structurale du bassin méditerranéen de M. BOCCALETTI et P. DAINELLI (1987)

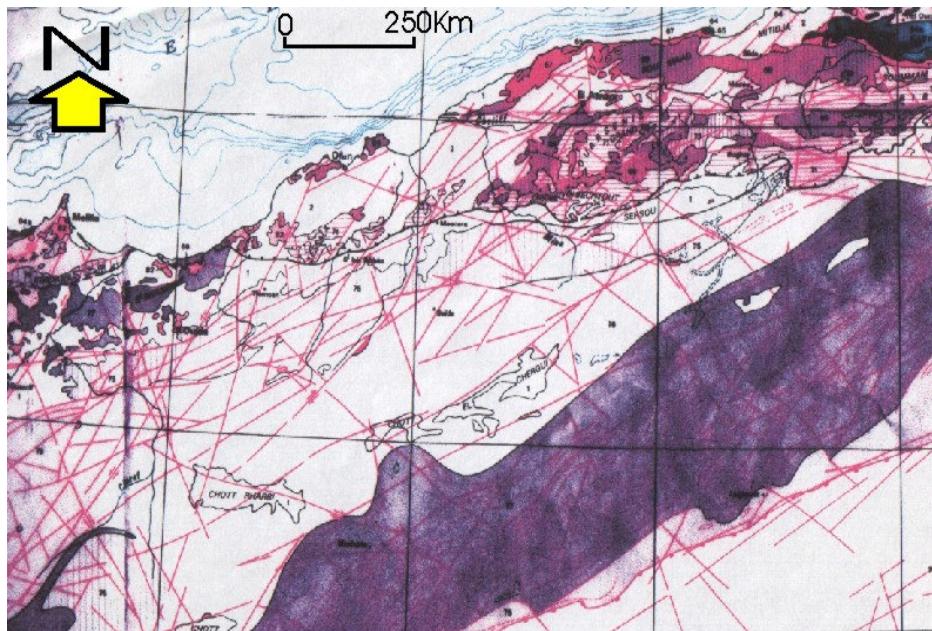
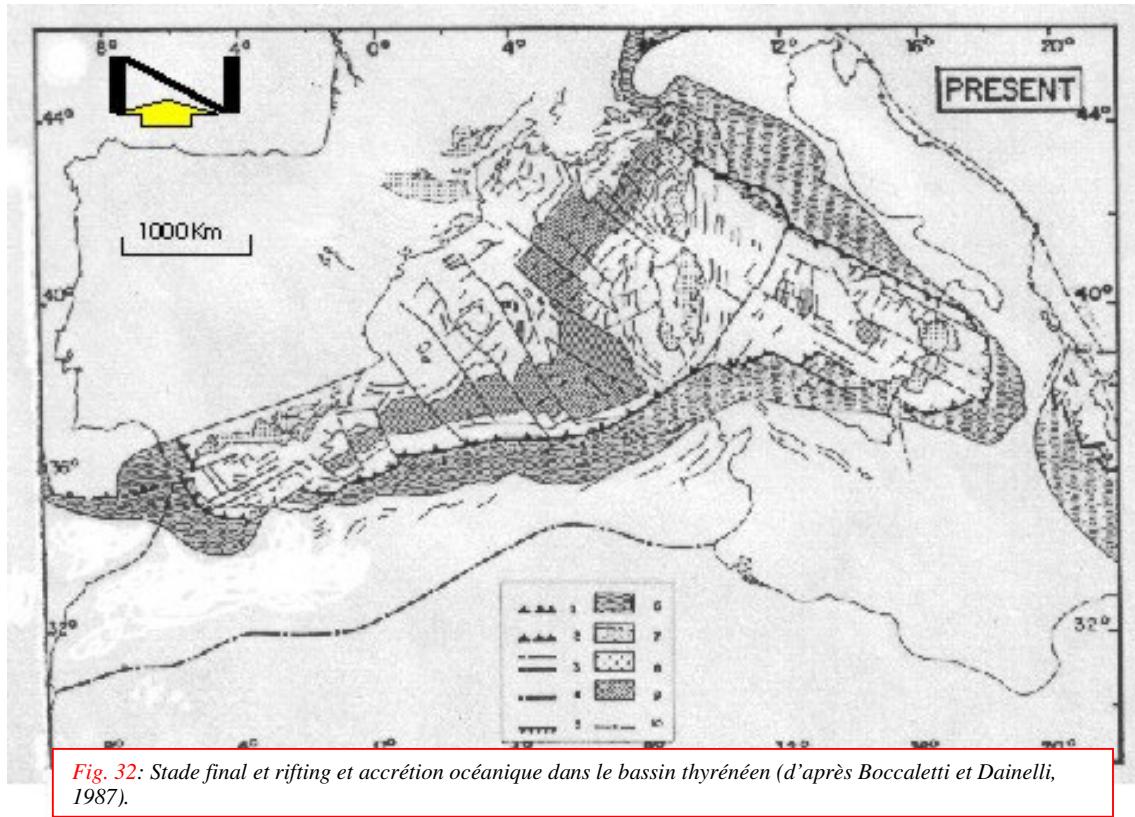


Fig. 31 : Extrait de la carte du bassin méditerranéen de BOCCALETTI et DAINELLI (1987)

L'application du modèle de rampe au pourtour méditerranéen a permis de donner la configuration structurale actuelle suivante (Fig. 32).



Une application de ce modèle a été réalisée par **AL SAFAR (1993)** sur l'atlas saharien (Algérie), les rideaux sud rifaines (Maroc) et les Pyrénées (France et Espagne).

-II- à l'échelle de la sebkha, l'ensemble des études (tectofaciès, cartographie, photosaériennes, images satellites, isopaques, données de forages, données géoélectriques et observations de terrain nous ont amené à retracer l'histoire structurale de la région.

II.1. OBSERVATIONS DE TERRAIN

Les mesures microtectoniques effectuées sur des couches anciennes (miocènes) et récentes (villafranchiennes) ont toutes indiqué une transpression ; les calcaires à lithothamniés et les calcaires récifaux du barrage de l'Oued Tafaraoui montrent par endroits des miroirs de failles inverses (N50-50ENE). Les failles en « X » des couches villafranchiennes indiquent, par leur grand angle orienté NW-SE une transpression.

II.2. CARTOGRAPHIE

Sur les cartes topographique, géologique, géomorphologique une forme losangique apparaît, identique à celle du pull-apart du bassin du Chélif ; ceci montre

bien que les mêmes contraintes tectoniques ont régi à la fois la dynamique du bassin du Chélif et celle de la sebkha.

Sur la carte (Fig. 33) THOMAS (1985) note l'ensemble des éléments structuraux du bassin du Bas Chélif occidental ; il s'agit généralement d'accidents NE-SW, de failles Est-Ouest et NW-SE qui caractérisent le bassin. Par ailleurs les mêmes directions se retrouvent au niveau de la sebkha nettement visibles sur image satellitaire.

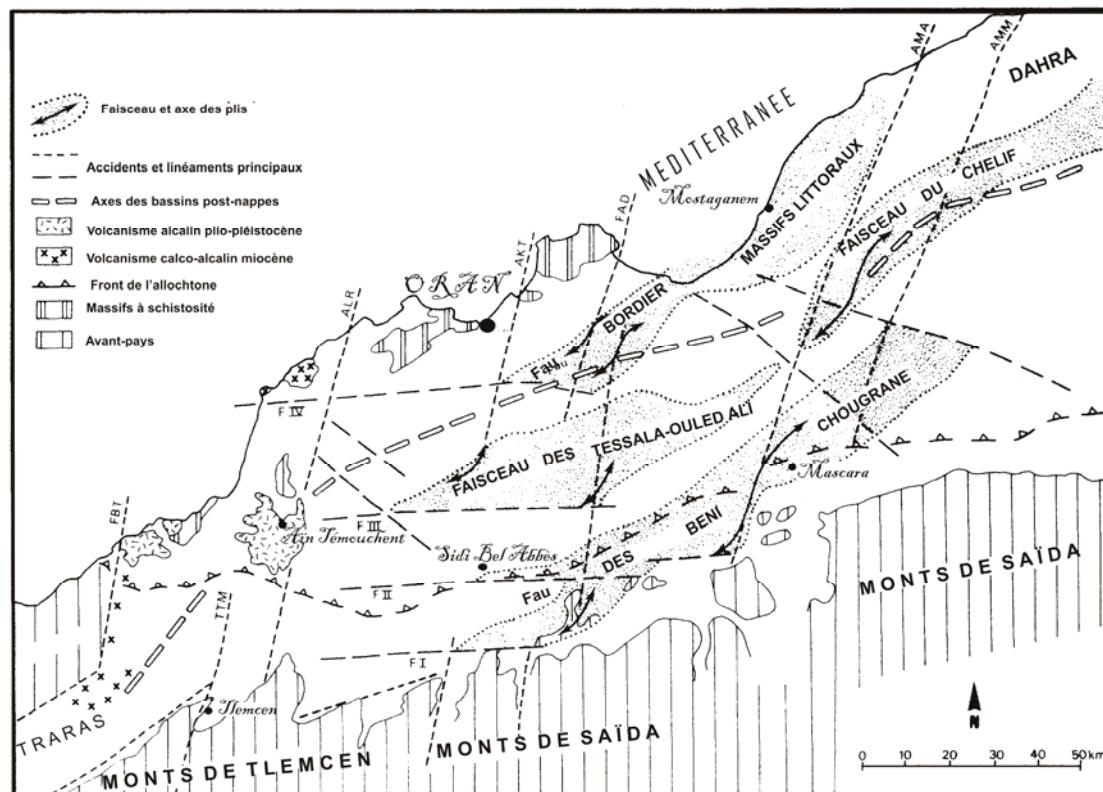


Fig. 33 : Trame structurale du Bas Chélif occidental

D'après G. Thomas, 1985

La marge nord (Murdjadjio) paraît beaucoup plus stable que la marge sud (Tessala) où différents types de déformations ont été constatés (failles, chevauchements, flexures).

La sebkha d'Oran s'inscrit dans un panneau nord.est-sud.ouest (fig. 34), caractérisé par des formations récentes ; ce panneau s'ouvre au Nord.Est et se ferme au Nord, à l'Est et au Sud. Au niveau des parties hautes (nord et sud) affleurent les formations les plus anciennes, constituées essentiellement par le substratum de la série sédimentaire.

La structure d'ensemble du bassin de la sebkha d'Oran ressemble à un golf, orienté E.NE-W.SW qui serait fermé grâce à la formation des monts assez récents (djebel Debbi), son orientation est nord.est-sud.ouest, suite à des pincements nord.ouest-sud.est, d'âge plio-pléistocène (Fig. 34) et actuel, ce phénomène est lié à la subsidence du fond de la sebkha

Le bassin de la grande sebkha d'Oran est donc constitué essentiellement de trois parties distinctes bien différenciées au point de vue structural (Fig. 35);

1-la partie amont qui englobe le plateau et le versant est très peu faillée

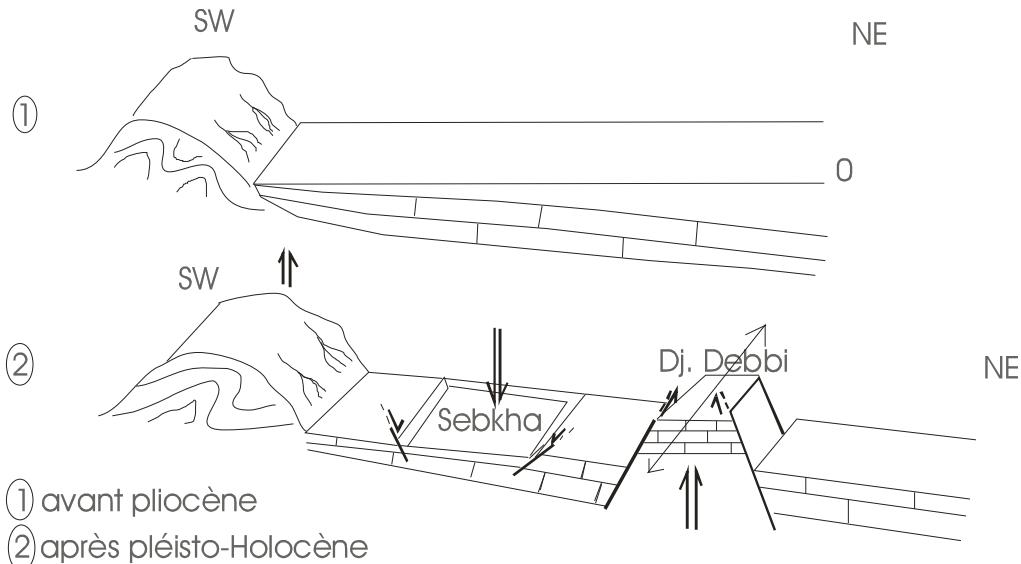


Fig. 34 : Reconstitution de la dynamique plio-pléistocène du bassin de la sebkha d'Oran, déduite à partir des données géologiques de terrain et de géophysique.

2-le glacis où se situent les plaines (de la M'léta et de Bou Tlélis-Misserghin) est très accidenté, les failles nombreuses sont de deux directions essentielles ; NW-SE voire NNW-SSE et NE-SW. Selon le modèle de Riedel, ces deux directions paraissent superposées, l'une (NW-SE) combinée à des décrochements senestres, caractérise, selon THOMAS (1985) une tectonique en transtension. Celle-là même est responsable

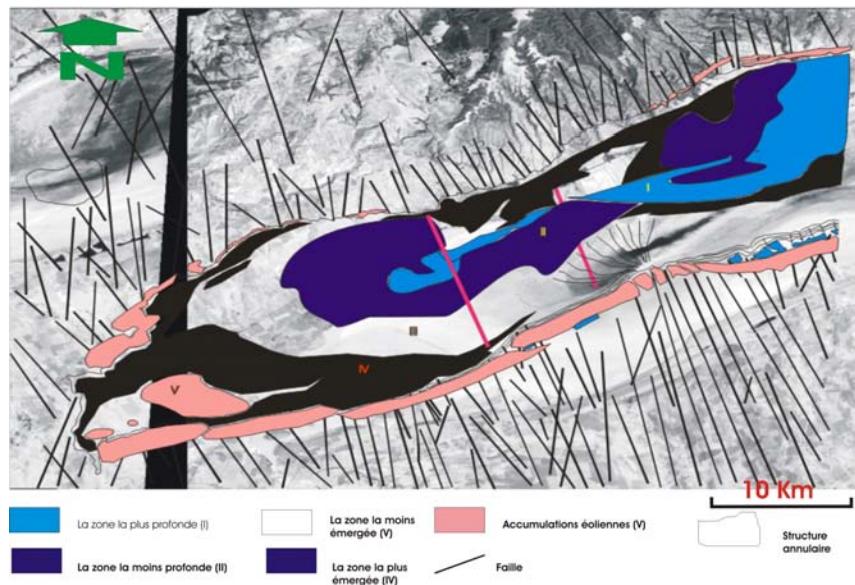


Fig. 35 : Trame structurale de la grande sebkha d'Oran (Moussa, 2006)

de l'ouverture du bassin où se déposent en premier des sédiments continentaux provenant d'une érosion intense des reliefs.

L'autre de direction, NE-SW associée à des décrochements dextres, serait engendrée par une tectonique en transpression, elle est responsable de la fermeture du bassin.

Cette tectonique comme l'avait constaté **THOMAS (1985)**, produit des failles progressives, au niveau des marges du bassin.

L'orientation de la cuvette de la sebkha est NE-SW à ENE-WSW, est influencée par la tectonique qui a joué un grand rôle dans la création de la sebkha. Il s'agit d'un losange allongé selon une direction ENE-WSW, ses bordures est (El Kerma) et ouest (El Amria) ont une direction NE-SW (orientation des failles normales), alors que celles de ses rebords nord (Murdjadjo) et sud (plaine de la M'léta) ont une direction ENE-WSW (direction des décrochements senestres), ceci est en accord avec la fermeture du bassin qui est due à une tectonique transpressive ; celle-ci comprime la cuvette selon une direction nord-sud entraînant un allongement est-ouest.

3-la partie, avale représentée par la cuvette de la sebkha, est occupée par la pédiplaine.

Quatre zones se distinguent sur l'image aérospatiale (**Fig. 35**), allant de la zone la plus profonde (zone I) à la zone la plus émergée (zone IV). Celle-ci correspond à une zone d'inondation exceptionnelle, elle est située plus à l'Ouest (El Amria) de la sebkha. Les zones (II et III) représentent des zones de transition alors que la zone 2 reste inondée.

Les deux dépocentres de la zone 1 bien visibles sur cette image sont séparés par un écueil à peine visible sur le terrain ; le premier se trouve du côté est, aux alentours des villes d'El Kerma-Misserghin, l'autre du côté ouest, aux alentours du secteur d'El Amria-Bou Tlélis. Ces deux dépocentres paraissent dissymétriques selon une orientation nord-sud où nous remarquons, au point de vue affleurements les zones (I, II, III et IV) qui sont beaucoup plus épaisse du côté sud que du côté nord.

Cette dissymétrie implique la surélévation de la partie sud (plaine de la M'léta) par rapport à celle du Nord (Murdjadjo), l'étude des photoaériennes montre également un détournement de cheminement d'oueds à l'Ouest (El Amria) et au Sud (la plaine de la M'léta), cette situation est à relier à la néotectonique.

Une structure annulaire, qui se localise aux environs de l'oued Magra, pourrait être générée par un effondrement tectonique. La proximité du volcan de Tifarouine (2 à 3 Kms) pourrait faire également penser à un effet secondaire lors de la montée de la lave au Pliocène.

II.3. ISOBATHS

Une carte d'isobaths du toit du substratum a été élaborée en 1986 par **l'institut national des recherches hydriques (INRH, ex : ANRH)**, elle ne concerne que la plaine de la M'léta (**Fig. 36**), elle donne des renseignements, sur ce vaste synclinal, dans lequel se distinguent deux ombilics, l'un assez réduit se situant au pied des Tessala, l'autre plus important, à l'avant des coteaux du Hamoul. La forme globale laisse

entrevoir une structure de type « avant-fosse », par ailleurs déjà reconnue après corrélation entre les forages de cette plaine (Fig. 37).

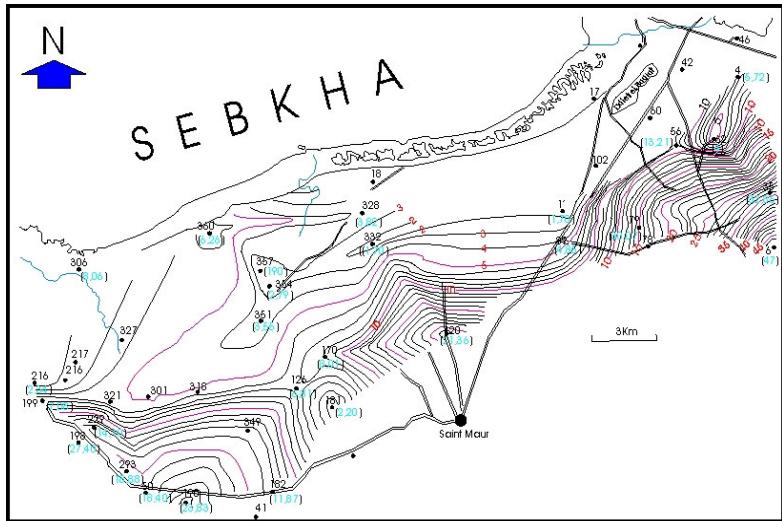


Fig. 36: Carte d'isobaths de la plaine de la M'léta

II.4. FORAGES

À l'aide de quelques forages nous avons établi une corrélation nord-sud au niveau de la plaine de la M'léta (Fig. 37), on retrouve les deux cuvettes au sein du vaste synclinal ; la première se situe aux pieds des Tessala, l'autre au niveau du Hamoul.

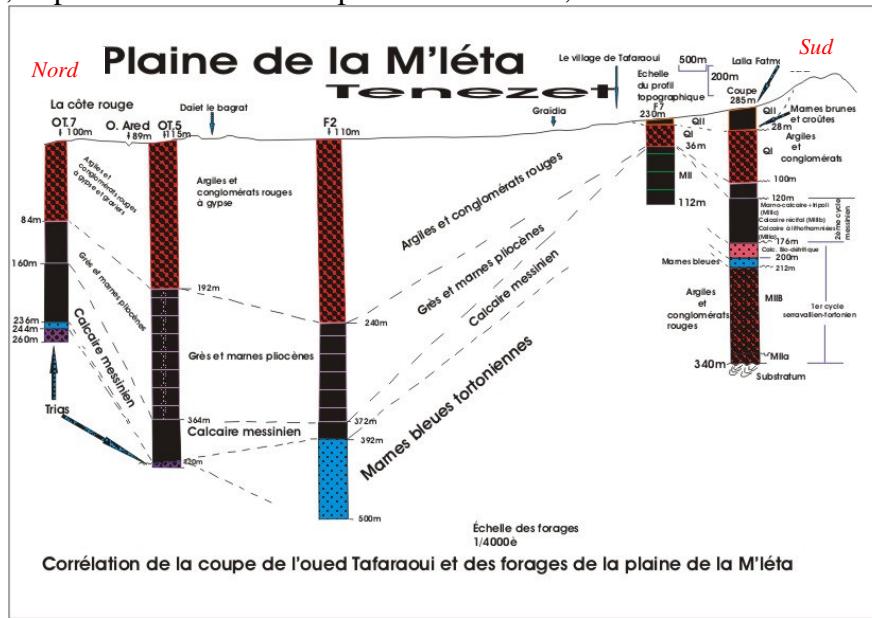


Fig. 37 : Corrélation nord-sud mio-plio-quaternaire de la plaine de la M'léta

II.5. ETUDE GEOELECTRIQUE

Une campagne de mesure de résistivité a été menée par l'INRH en 1986, une carte géoélectrique de la plaine de la M'léta a été dressée à partir des résultats. Une interprétation de ces résultats est donnée (Fig. 38).

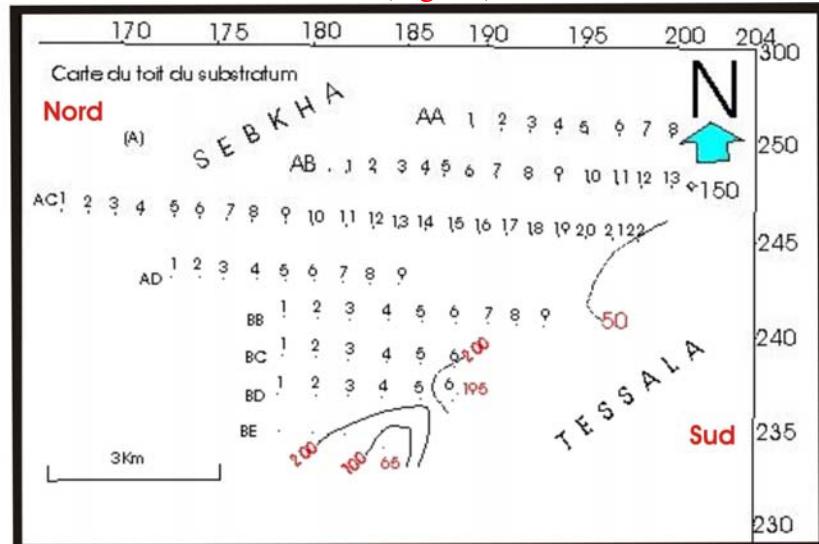


Fig. 38 : Carte géoélectrique montrant la position du substratum dans la plaine de la M'léta (d'après I.N.R.H ; 1986).

Sur cette carte, le toit du substratum est repéré au niveau des profondeurs 50, 100 et 200 m, à partir de la surface du sol. Les courbes tracées donc indiquent que le substratum commence à s'enfoncer à partir du pied des Tessala, ce qui implique l'existence d'une profonde cuvette au niveau de la plaine de la M'léta. Par ailleurs, les forages étudiés précédemment (chapitre IV, p.62) ont confirmé cette interprétation.

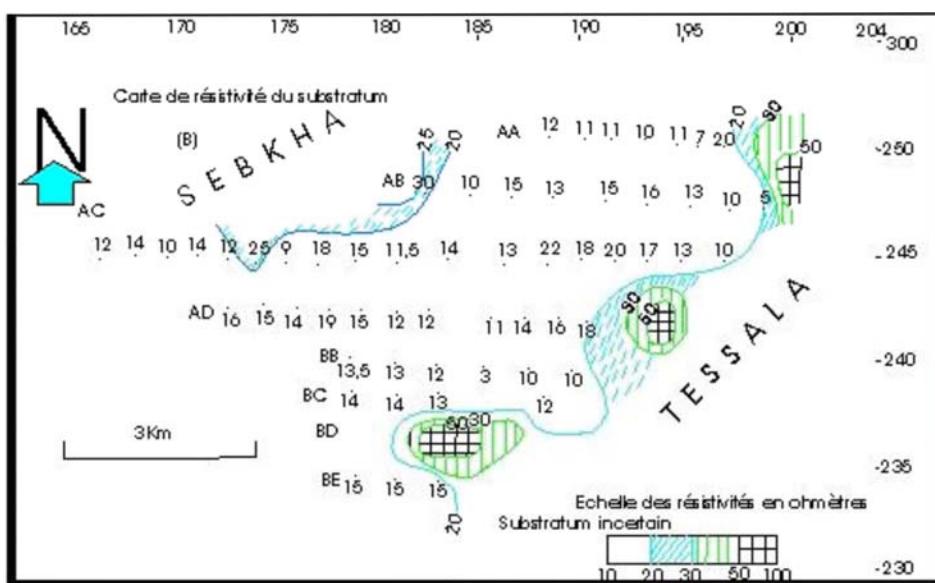


Fig. 39 : Carte de résistivité du substratum crétacé dans la plaine de la M'léta. (Abscisses et ordonnées ; coordonnées en Lambert)

Dans cette carte, nous constatons bien qu'il s'agit d'un synclinal où le substratum est mis en évidence au piémont des Tessala et juste à l'avant sebkha, qui coïncide avec les lunettes éoliennes. L'axe de ce synclinal s'allonge parallèlement à la sebkha et aux Tessalas, suivant une direction NE-SW.

II.6. NEOTECTONIQUE

Sur le terrain, les indices de la néotectonique sont perceptibles dans le bassin de la sebkha d'Oran.

-Les **terrasses**, au nombre de trois, sont observées à l'ouest et au sud-est de la sebkha.

-La présence **d'un niveau conglomeratique** aux environs de la ville d'El Amria ; ce niveau que nous avons bien observé sur le terrain, constitue l'assise des horizons pédologiques de la région. Nous l'avons interprété comme le résultat direct d'une activité tectonique relativement récente, qui a engendré une érosion aréolaire.

Les épandages détritiques que l'on trouve au niveau du piémont nord du Murjadjo se situent selon la ligne Misserghin-Bou Tlélis, ils impliquent l'action néotectonique de la zone.

Comme nous l'avions déjà mentionné, les détournements de cours de certains oueds que l'on rencontre particulièrement au niveau des parties est et sud de la sebkha sont aussi des indices de néotectonique.

II.7. SUBSIDENCE

Deux manières peuvent être approchées en vue de l'évaluation de la subsidence, l'une se rapportant aux anciennes couches, comme celles du « Calabrien » dont le dénivelé d'altitudes est très important, entre les couches au sommet du Murjadjo (400m) et celles du piémont (300m) le dénivelé est de l'ordre d'une centaine de mètres, Cette valeur représente le taux d'enfoncement du bassin par rapport à ces périphéries.

Au Sud de la sebkha, un fort basculement (60°) des couches villafranchiennes a été constaté, la coupe du barrage de l'oued Tafaraoui montre des bancs subverticaux (80°) pour les couches messiniennes et un peu moins pour celles du Plio-Quaternaire, Ce fort basculement des couches implique une flexuration quaternaire de la marge sud de la sebkha d'Oran.

Les données cadastrales du bureau d'archives de la Wilaya d' Oran indiquent une diminution de l'altitude moyenne de la surface de la sebkha ; le tableau (**Tabl. 5**) résume la situation.

année	1852	1942	1956/1957
altitude	88m (I)	84m (II)	81m (III)

Tabl. 5 : Variations d'altitudes de la sebkha de 1852 à 1957

La reconstitution des variations des paléotopographies (Fig. 40) successives indique certainement une subsidence de plus en plus prononcée.

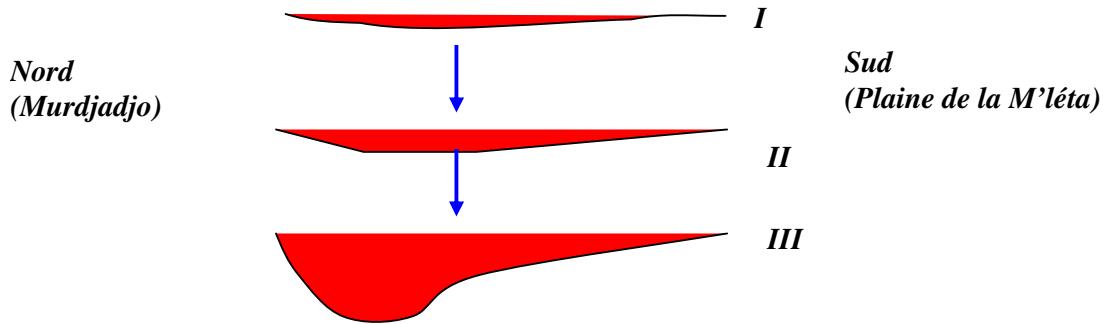


Fig. 40 : Evolution des fonds de la sebkha d'Oran.

II.8. LA STRUCTURE AU NORD DE LA SEBKHA

Par comparaison au Sud (cuvette de la plaine de la M'léta), le Nord de la sebkha montre une structure en pente « sédimentaire » (Fig. 41). A ce niveau, les formations plio-quaternaires sont moins épaisses que celles rencontrées dans la plaine de la M'léta, elles ne dépassent guère la cinquantaine de mètres ; le maximum de l'ordre de la centaine de mètres a été atteint par le forage (1) de Hassi El Ghellah (Est de la sebkha). Ceci implique que le dépocentre de la plaine de la M'léta est plus subsident que celui du piémont nord du Murdjadjio.

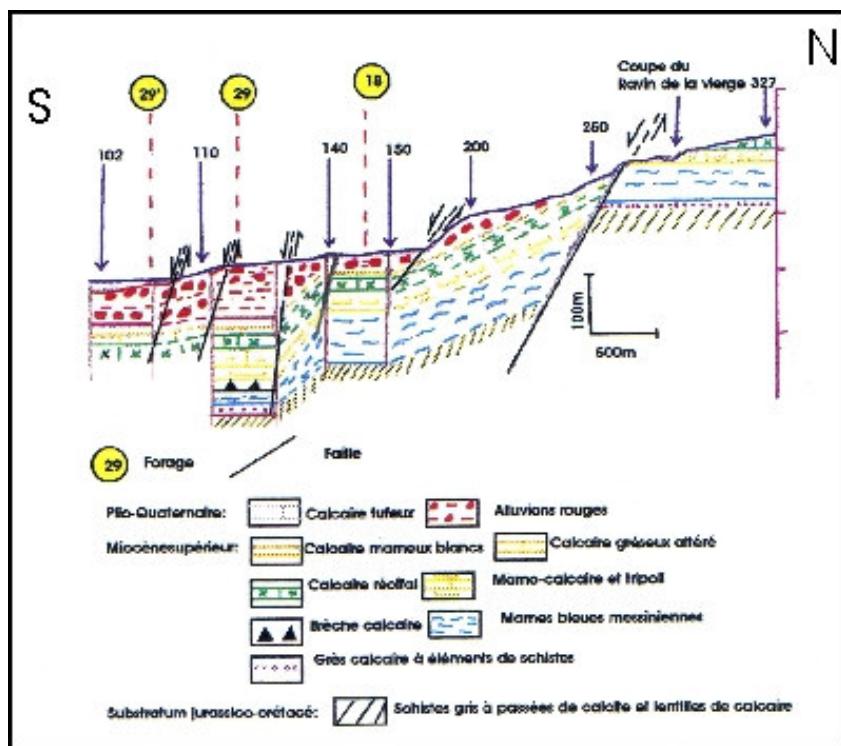


Fig.41 : Structure du Nord de la sebkha

Une autre indication importante, contrairement à ce que l'on pensait, les marnes bleues du Nord de la sebkha datent, par le biais de *Globorotalia mediterranea*, du Messinien

(MOUSSA, 2000), ce résultat implique que la sédimentation tortonienne étant absente au niveau de cette zone.

Par contre au Sud de la sebkha, dans la plaine de la M'léta le Tortonien est bien représenté, nous observons dans la coupe de Tanagroutah des conglomérats, des grès et des marnes bleues qui affleurent presque dans toutes les Tessala

II.9. INTERPRETATION ET CONCLUSION

La dynamique rencontrée dans la sebkha d'Oran concorde à celle de tout le bassin du Bas Chélif occidental, elle est actuellement en régime transpressif, les mesures microtectoniques l'ont confirmé.

Son ouverture s'est faite au Pléistocène, l'industrie ubéro-maurisienne (nucléus, gratoire, et pierre taillée) que nous avons récoltée dans les limons rouges post-villafranchiens marque cet âge.

Sur les schémas (Fig. 42) nous avons essayé de retracer de manière synthétique les différentes phases de la sebkha, ce à partir de critères sédimentologiques et de corrélations stratigraphiques. Trois stades essentiels (Tortonien, Messinien et Plio-Quaternaire) sont alors mis en évidence.

L'absence du Tortonien au Nord de la sebkha implique qu'un seuil devait exister entre la plaine de la M'léta et la plaine de Misserghin, à l'emplacement de la sebkha:

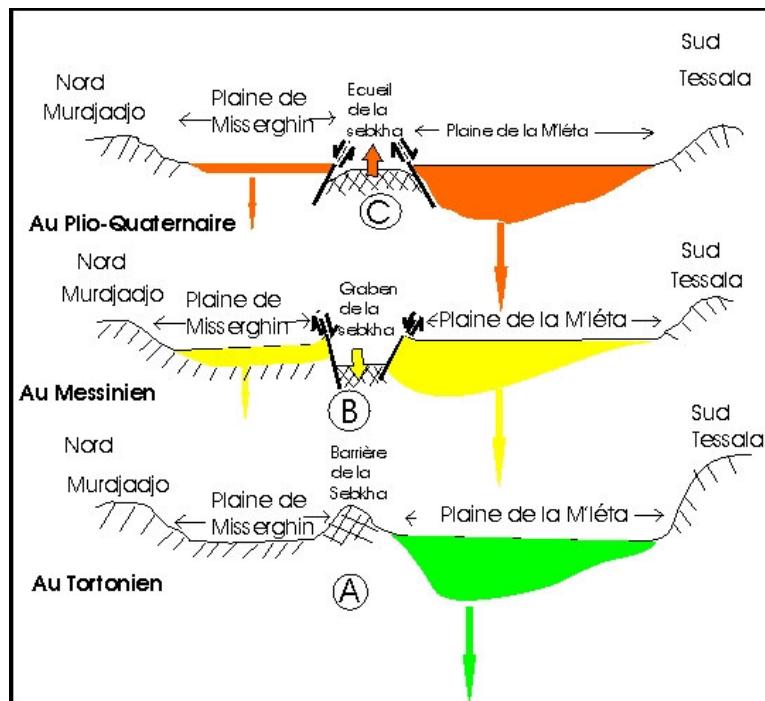


Fig. 42 : Schéma évolutif du bassin de la sebkha du Tortonien (A) au Plio-Quaternaire (C).

La mer tortonienne envahit un sillon englobant le Nord des Tessala et la totalité de la plaine de la M'léta.

Au Messinien, l'effondrement de la barrière supposée permet à la mer de s'étendre jusqu'au flanc sud du Murdjadjo, en couvrant toute la plaine de la M'léta et la zone de la sebkha. L'effondrement peut être mis en relation avec la surrection du Murdjadjo au Miocène supérieur (**GOURINARD, 1958**).

Au Plio-Quaternaire, la structuration du bassin est également influencée par le diapirisme connu dans toute la région ; la plupart des forages, notamment ceux de la plaine de la M'léta ont atteint des dépôts triasiques à plusieurs centaines de mètres, ce qui complique l'interprétation.

Contrairement à ce qui était admis par les auteurs (**SOLETANCHE ; 1950, Verdeuil ; 1985 et Hassani ; 1987**), le bassin de la sebkha est donc structuré en trois zones essentielles au lieu de deux ; la zone d'avant sebkha au Nord, englobant le Murdjadjo et la plaine de Misserghin – Bou Tlélis, la zone de la sebkha médiane et enfin la zone d'après sebkha au Sud, englobant les Tessala et la plaine de la M'léta.

Ces trois zones ont évolué de manière assez différente.

- la première zone (plaine de Misserghin-flanc sud du Murdjadjo) correspond à une pente sédimentaire, sur laquelle se sont mis en place les dépôts messiniens et plio- quaternaires.
- la deuxième zone (la sebkha) apparaît comme zone rigide évoluant en graben, les dépôts sont identiques à ceux de la plaine de la M'léta.
- la troisième zone (plaine de la M'léta-flanc nord des Tessala), revêt la forme d'une cuvette en « avant-fosse », où d'épaisses formations plio-quaternaires se mettent en place. Nous sommes à l'endroit le plus subsident du bassin.

IV.3. ANALYSE SEQUENTIELLE-TYPOLOGIE DES SEQUENCES DE SEBKHA

L'étude des séquences-types de la sebkha d'Oran a été réalisée à partir des levers de terrain. Pour la marge nord, elle a été faite depuis les environs d'El Amria, à l'Ouest à la ville d'El Kerma, à l'Est. Pour le secteur sud c'est au niveau du rebord sud d'El Hamoul que les levers ont été réalisés.

A- MARGE NORD

I-Dans le glacis

I-1. Partie haute

Selon leur position topographique, trois types séquentiels se distinguent, pour la partie haute. Ces séquences-types varient au point de vue faciès d'Ouest en Est ; à l'Ouest elle se présente plus détritique, au centre plus carbonatée et à l'Est plus chimique (évaporitique).

a) à El Amria, elle est constituée de bas en haut :

- d'un conglomérat (50 cm) à base ravinante
- d'une argile brun-rougeâtre (50 cm)

Verticalement, elle se répète trois fois en S1, S2 et S3, et sont toutes stratodécroissantes et granodécroissantes (Fig. 78).

b) à Bou Tlélis, elle repose sur un substrat calcaire (10 cm) représentant la roche-mère. Nous y reconnaissions, de bas en haut :

- une argile à blocs calcaires (5 cm)
- une argile brun-rougeâtre (5 cm)

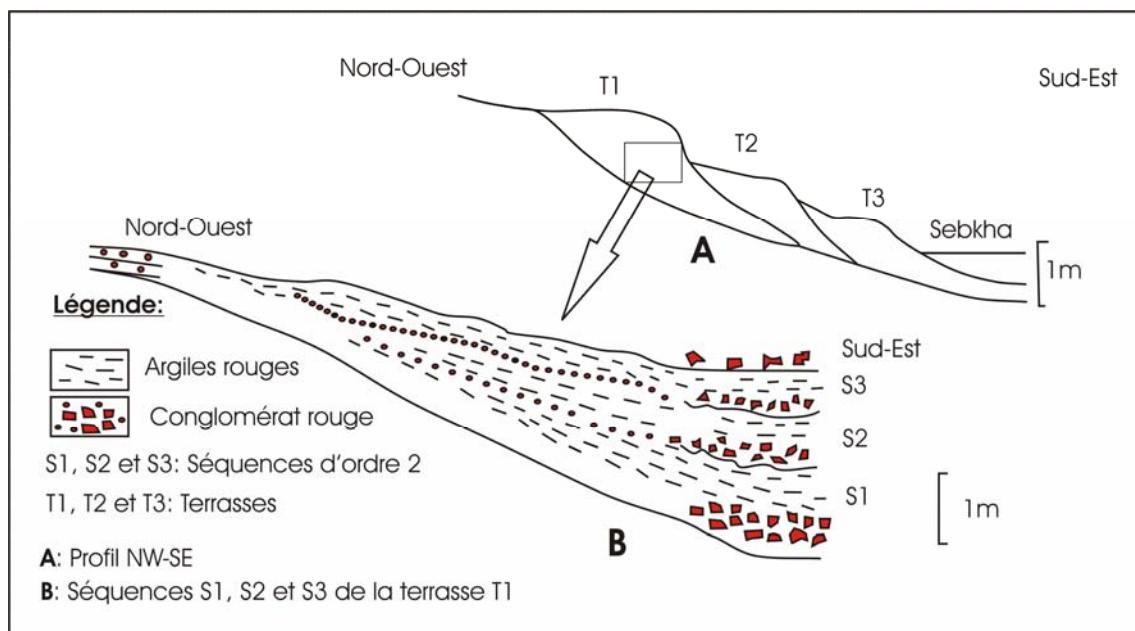
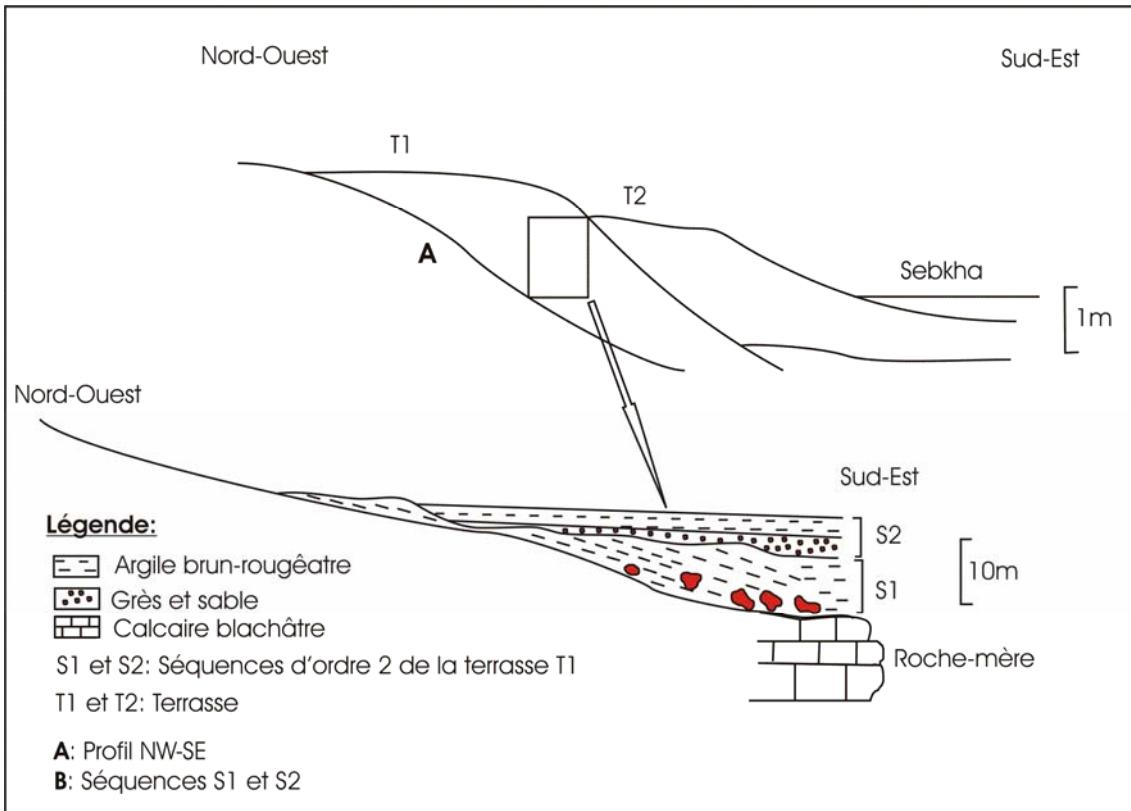


Fig. 78 : Séquence du secteur d'El Amria

Verticalement, elle se répète deux fois en S1 et S2 qui sont également stratodécroissantes et granodécroissantes ([Fig. 79](#)).



[Fig. 79](#): Séquence du secteur de Bou Tlélis

c) à Brédéah ([Fig. 80](#)), elle se compose de trois termes qui se succèdent, de bas en haut de la manière suivante :

- un ensemble marno-calcaire (4 m)
- un niveau calcaire (10 cm)
- une argile grise à cailloutis calcaires (50 cm)

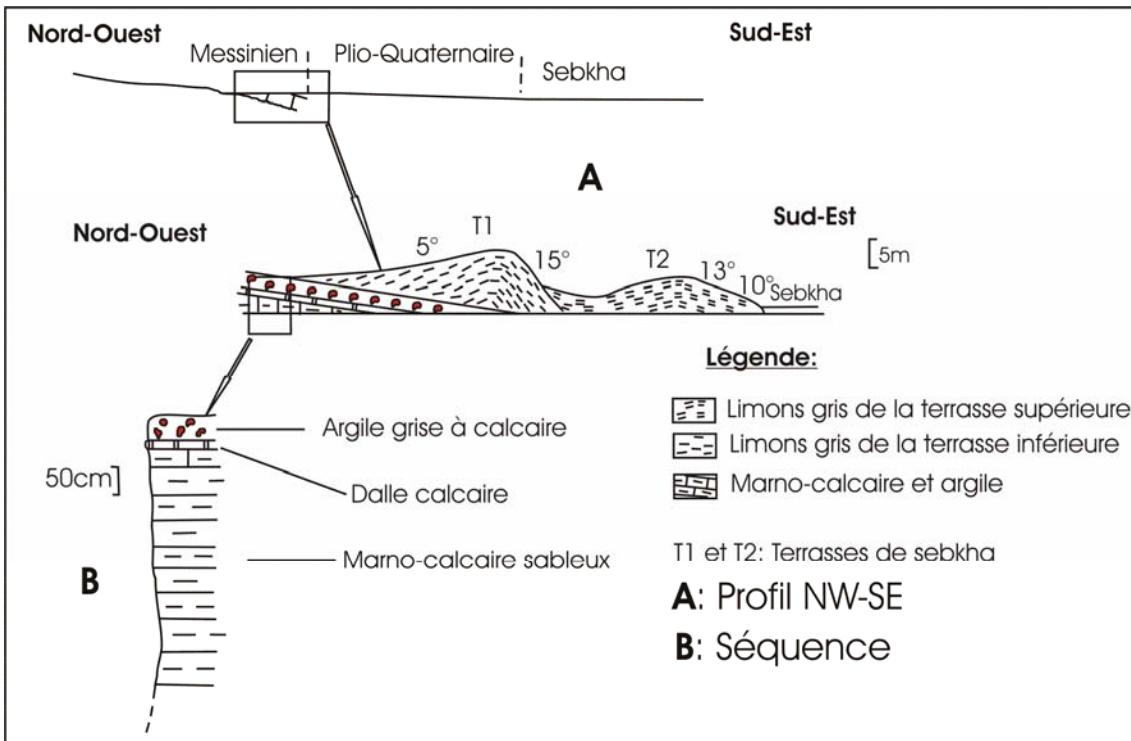


Fig. 80 : Séquence du secteur de Brédéah

La situation géographique de cette séquence est au niveau du rebord nord de la sebkha (Fig. 80) et plus exactement sous la première terrasse (T1), les niveaux supérieurs (calcaire et argile) plongent, avec quelques degrés sous les limons gris de la sebkha.

Dans cette région, un mécanisme hydro-éolien régit bien ce genre de séquences (Fig. 81), ce sont de petites dolines engendrées dans un réseau hydrographique où la circulation des eaux permet la dissolution des calcaires présents. Après décalcification de la roche, les vents prépondérants dans la zone jouent un rôle important dans la mobilisation des sédiments, notamment ceux de petite taille. Le résultat final de cette action érosive, une topographie ondulée se dessine.

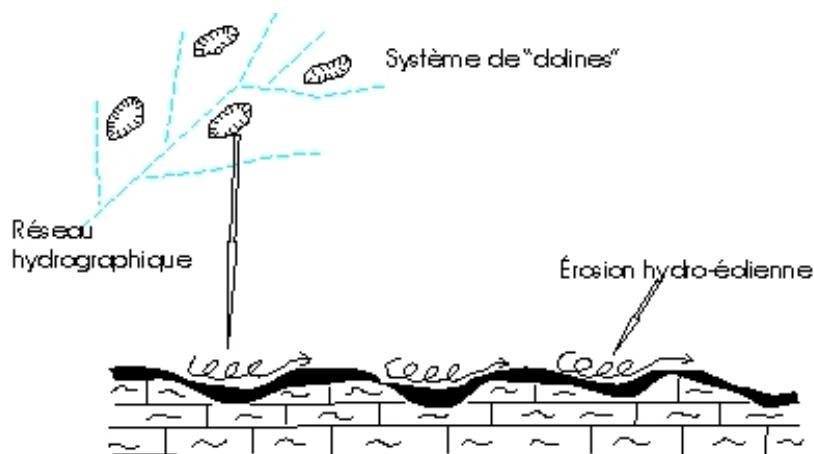


Fig. 81 : Schéma montrant le mécanisme de formation de « dolines »

La circulation des eaux permet la dissolution des calcaires en donnant des argiles de décalcification l'action éolienne assure leur transport des zones basses (cuvettes) aux zones hautes (crêtes), c'est ainsi que la couche d'argile grise s'y accumule.

d) à Misserghine (Fig. 82), les termes de cette séquence se chargent en carbonates, elle se constitue, de bas en haut :

- d'une argile à blocs calcaires (20 cm)
- d'une argile brun-rougeâtre (20 cm)

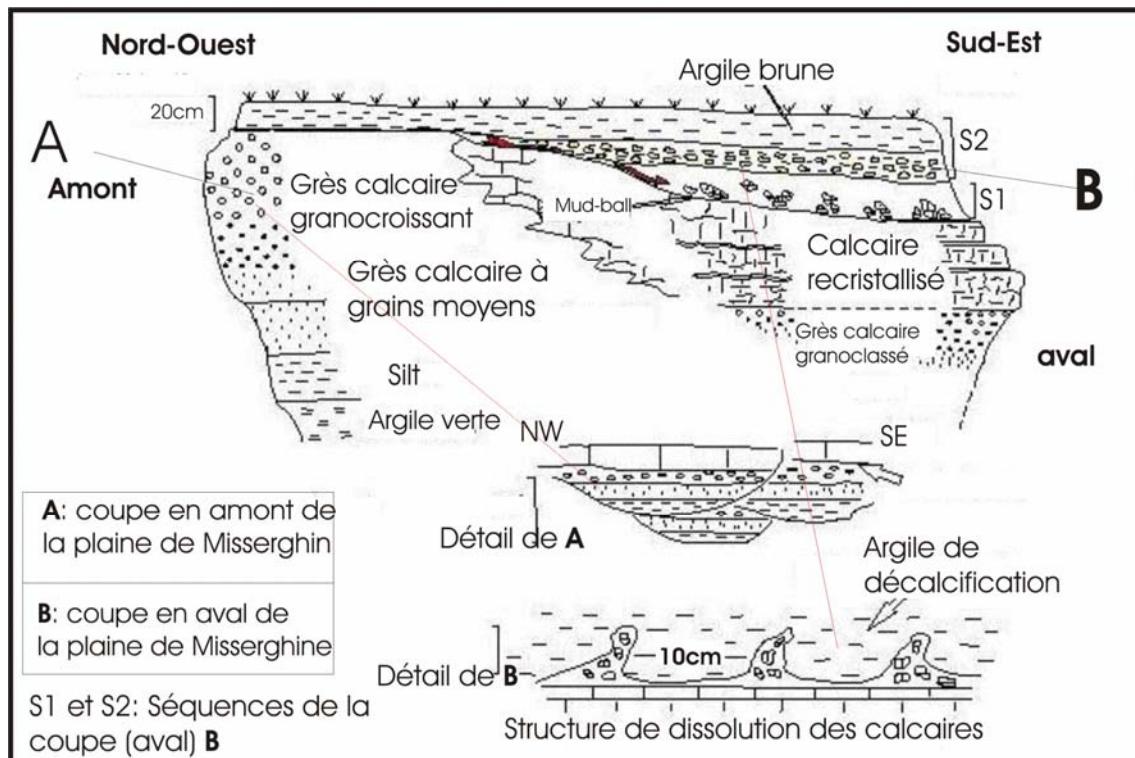


Fig. 82 : Contexte des séquences du secteur de Misserghin

Verticalement, elle se répète en S1 et S2 semblables chacune constituée de trois termes:

- 1-20cm de blocs (10 à 20cm) de calcaire et de mud-balls emballés dans des argiles brunes.
- 2-40cm de blocs calcaires (20cm) d'argiles brunes (20cm), ils constituent la séquence S1.
- 3-20cm d'argile brune (de décalcification)

Plus proche de la sebkha, aux environs de Hai Gsab, les deux séquences (S1 et S2) passent aux deux séquences à deux termes.

- 60 cm de calcaire tufeux à bioclasts
- 40cm de limons gris. Cette séquence représente le stade d'aridification.

En conclusion la séquence-type de la partie haute du glacis (Fig. 83) est caractérisée, de bas en haut par :

- un niveau conglomératique rouge
- un ensemble argileux rouge

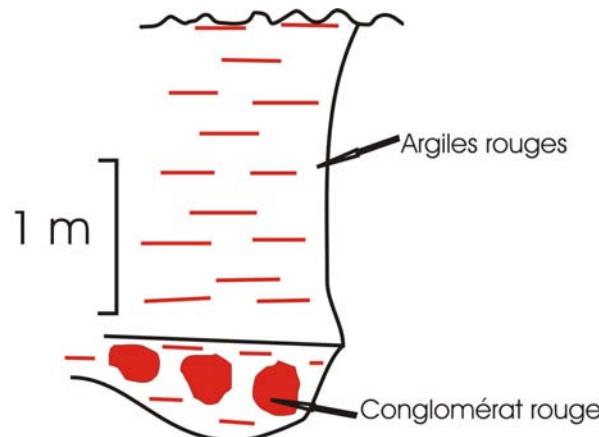


Fig. 83 : Séquence-type du glacis ; partie haute de la sebkha d'Oran

2. Partie basse

À défaut d'affleurements dans la partie basse du glacis, la séquence-type a été définie à partir de sondages à la tarière (Fig. 84). La variation, au point de vue faciès et épaisseur de ses termes, se fait d'Ouest (Misserghin) en Est (El Kerma). Cette séquence-type est constituée de deux termes.

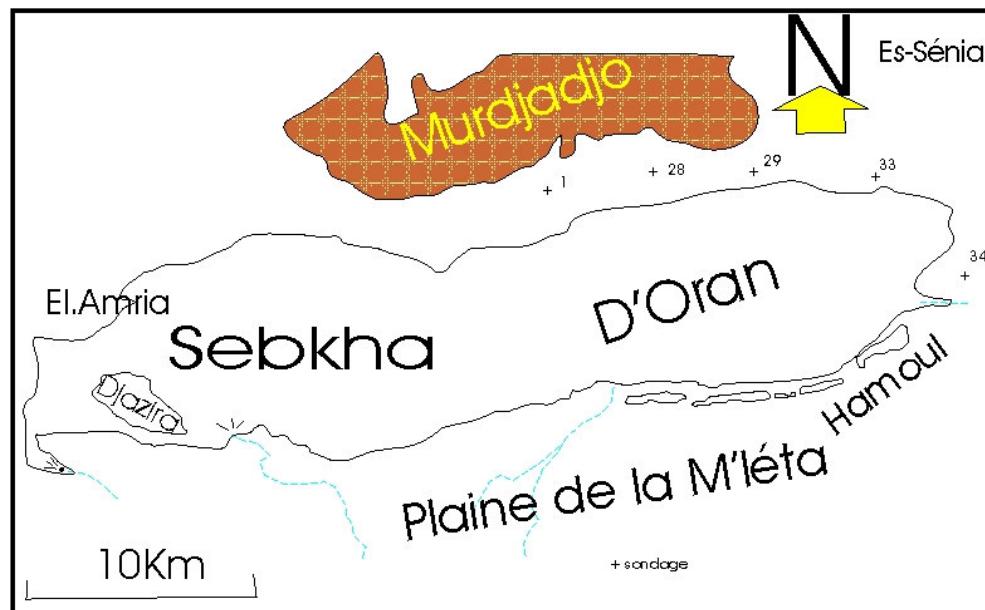
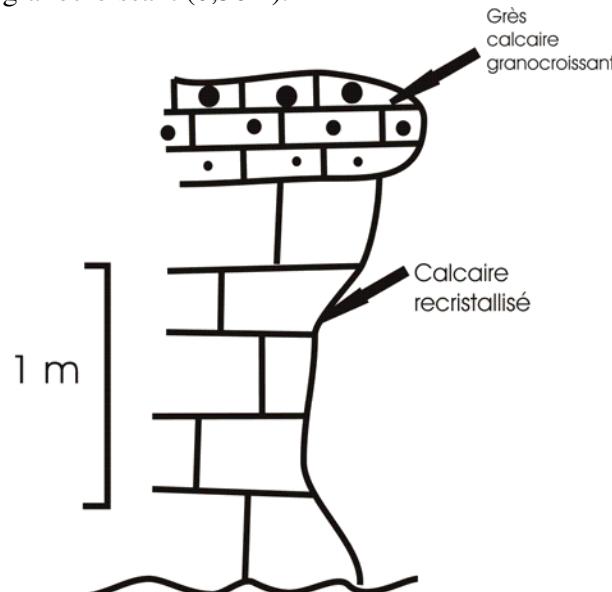


Fig. 84: Carte de situation des sondages de Misserghin

- a) à **Misserghin** (n° 1 et 28), elle est constituée, de bas en haut par :
- un calcaire crayeux, teinté de blanc gris (1 m)
 - un tuf calcaire friable blanc-grisâtre (de 0,4 à 1,00 m)
 - surmonté par un ensemble de terre végétale (de 0 à 0,40 m), fait de limon sableux et de calcaire pulvérulent sec.
- b) à **Es-Sénia** (n° 29), la séquence-type se compose, de bas en haut :
- d'un calcaire crayeux friable (de 0,90 à 1,50 m)
 - d'une dalle calcaire dure (de 0,80 à 0,90 m)
 - un ensemble de terre végétale, limon sableux gris, calcaire.
- c) à **El Kerma** (n° 33), elle est faite de deux niveaux qui se distinguent, de bas en haut comme suit :
- un gypse friable beige (de 0,90 à 2,20 m)
 - un ensemble de terre végétale-argile limoneuse brune (de 0,30 à 3,00 m).

La séquence-type de la partie basse du glacis ([fig. 85](#)) est caractérisée, de bas en haut ;

- un ensemble calcaire recristallisé (1,70m)
- et un grès calcaire granocroissant (0,50m).



[Fig. 85](#) : Séquence-type du glacis définie à El Kerma ; partie basse

B- Dans la pédiplaine

Les séquences rencontrées ([Fig. 86](#)) se distinguent à la fois par le litofaciès qui peut être différent et par la granulométrie de ses termes. Trois pôles constitués de sable, d'argile et de gypse se distinguent. D'Ouest (Misserghin) en Est (El Kerma), nous notons une réduction des termes argile grise molle, gypse granulaire et argile grise gypseuse et parallèlement, un enrichissement des argiles en sable et gypse

Selon l'orientation indiquée (W-E), les termes basal (gypse et argile) et intermédiaire (argile grise) restent, au point de vue faciès, identiques.

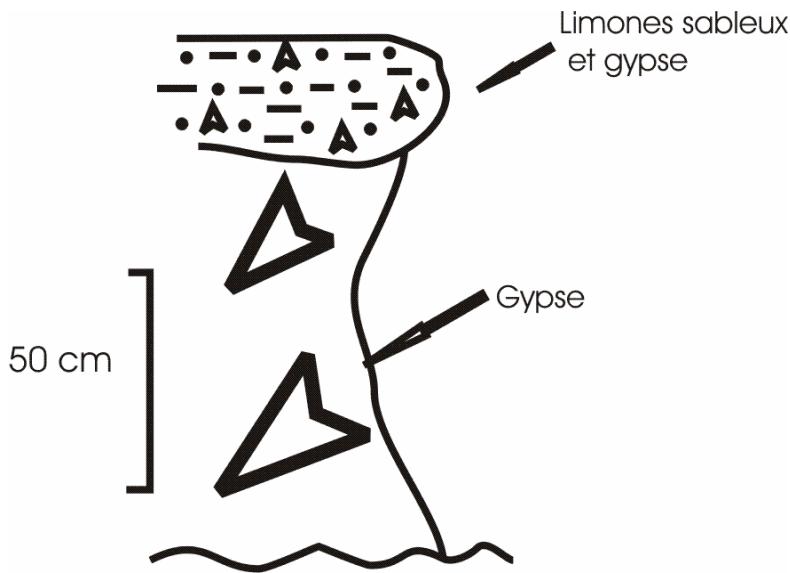


Fig. 86: Séquence-type de pédiplaine de la sebkha d'Oran

La séquence-type de la pédiplaine est caractérisée, de bas en haut par ;

- un ensemble gypseux
- un niveau de limons sableux et gypse

L'étude de ces séquences a été réalisée en trois endroits (**Fig. 87**) :

- a) à **Misserghin** (TS1), cette séquence est constituée de bas en haut par :
 - des limons sablo-calcaires (de 0,20m)
 - un gypse (+ 1,20m)
- b) à **Es-Sénia** (TS 28 et TS 29) l'enrichissement des termes en gypse y est bien constaté, nous y notons, de bas en haut :
 - une argile sableuse et gypse (0,24m) qui passe latéralement vers l'Est (TS 29) aux limons sableux et gypse (0,50m), ensuite (0,20m) au TS 33.
 - un gypse (de 0,90 à plus de 1,30m)
- c) à **El Kerma** (TS 33 et TS 34), la séquence se compose de bas en haut par :
 - des limons sableux (0,20m) qui passe latéralement vers le Sud-Est à une argile limoneuse (0,20m)
 - un gypse varie de 1,30m à plus de 1,70

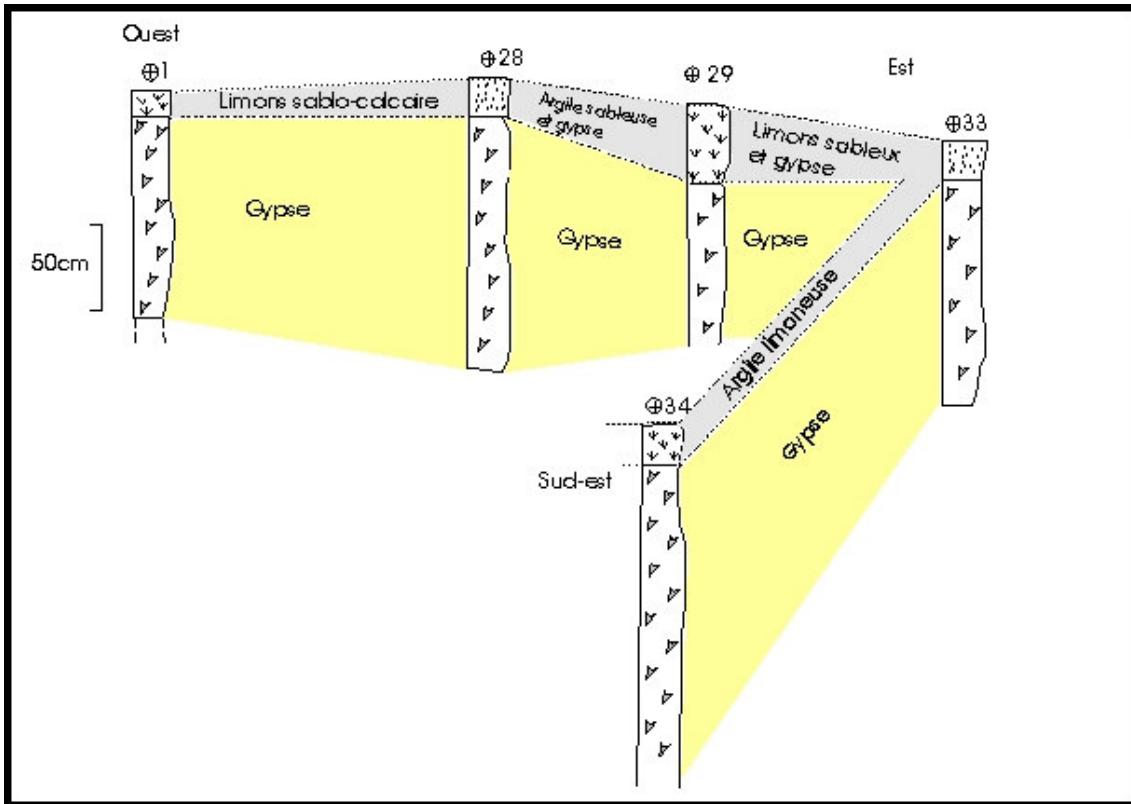


Fig. 87: Corrélation des sondages de Misserghin

B. MARGE SUD

À El Hamoul au Sud-Est de la sebkha, les termes de base de séquences deviennent plus sableux, de bas en haut nous distinguons ce qui suit :

- une argile grise, molle (de 1,20 à 1,60 m)
- un sable gris, fin à moyen et gypse (de 0,85 à 1,20 m)
- une argile limoneuse gypseuse avec quelques débris de verre jaune, molle (de 0,40 à 0,85 m)
- un sable fin à moyen, limoneux jaune brun (0,20 à 0,40 m)
- une argile limoneuse gypseuse jaune, brune, molle (de 0 à 0,20 m)

C- Séquences synthétiques de la sebkha d'Oran (Fig. 88)

Vu la variation de faciès qui est parfois bien prononcée, l'établissement d'une seule séquence synthétique pour toute la sebkha ne convient pas à la réalité du terrain. Seule une typologie séquentielle par unité morphologique est représentative. Elle a été rendue possible grâce à l'étude des différentes séquences-types et leurs variations latérales d'Ouest en Est. La séquence synthétique « virtuelle » représentée dans la figure 88 correspond en fait d'Ouest en Est à la séquence synthétique de la pédiplaine.

Celles du glacis seraient représentées, dans la partie haute par deux niveaux qui se succèdent, de bas en haut et changent d'Ouest en Est de la manière suivante :

-un niveau conglomératique qui passe, dans un premier temps en calcaire détritique et à la fin en gypse.

-un ensemble d'argile rouge qui passe au centre et l'Est à des limons gris.

Dans la partie basse, il n'y a pratiquement pas de variation sensible de faciès, à la base il s'agit d'un ensemble évaporitique, de plus d'un mètre d'épaisseur, au sommet c'est l'ensemble terre végétale, limon gris et argile qui affleure.

La séquence synthétique virtuelle représentée dans la **figure 88** correspond en fait la séquence synthétique de la pédiplaine.

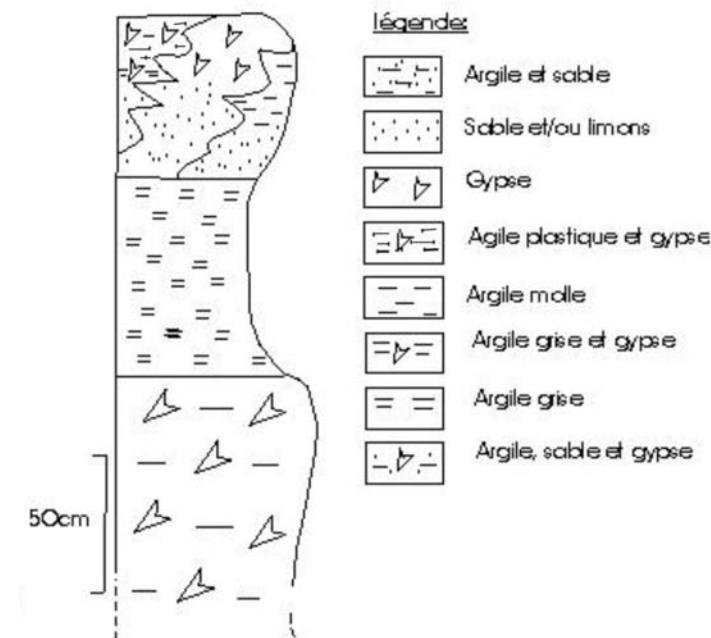


Fig. 88: Séquence synthétique « virtuelle » de la sebkha d'Oran

Nous y retrouvons, de bas en haut, trois ensembles

-gypse et argile (1,00m)

-un ensemble argileux plastique (0,80m)

-un ensemble complexe (sable à la base et gypse, argile, argile gypseuse et gypse au sommet) de 0,50m d'épaisseur.

D- Interprétation et conclusion

L'étude de l'ensemble des séquences-types nous amène à voir une étroite relation entre celles-ci et leurs positions géomorphologiques. En résumé, nous trouvons :

-deux types séquentiels dans le glacis ; le premier se situe au niveau de la partie amont à la jonction versant-glacis et le deuxième au niveau de la partie aval à la limite du glacis-pédiplaine.

-un type séquentiel dans la pédiplaine

De plus les litofaciès de ces trois types séquentiels diffèrent :

- calcaréo-détritique pour la partie haute
- gypso-limoneuse pour la partie basse
- argilo-sablo-gypseuse pour la pédiplaine

à cet effet nous avons noté que la paléogéographie déduite de l'étude des séquences (Fig. 89) est à la fois observée selon la direction Ouest-Est et Nord-Sud

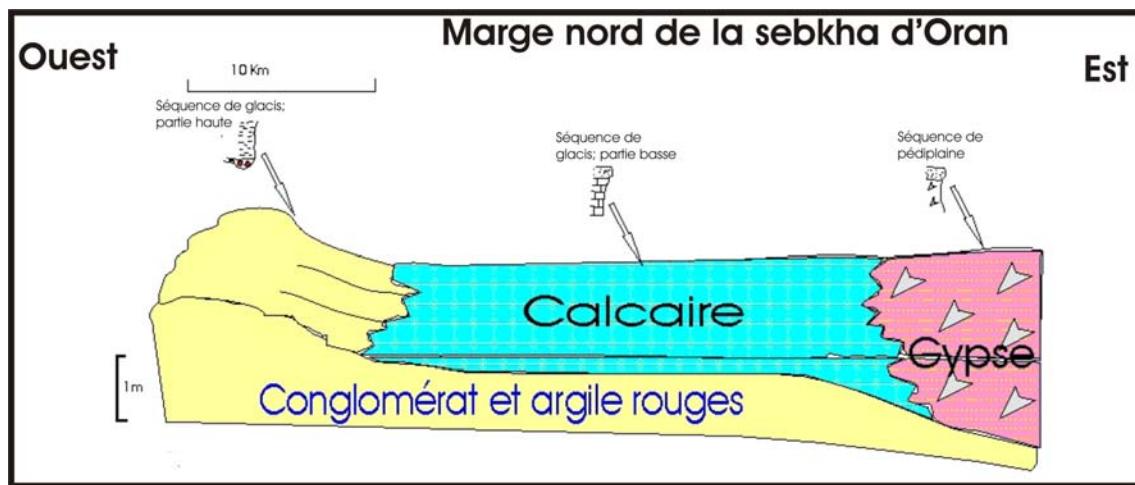


Fig. 89 : Paléogéographie de la marge nord de la sebkha, établie à partir des séquences-type précédemment décrites.

BIBLIOGRAPHIE

ABDELMALEK S. M (1988): Contribution à l'étude écologique des terrains salés de l'Oranie ; Etude de quelques stations typiques des bassins fermés, D.E.S à l'université d'Oran, p.63, fig.19, tabl. 10.

ABED MERAÏM F. (1990).- Carte de vulnérabilité à la pollution, région d'El Amria. Carte au 1/50 000^e, Mém. Ing. D'état, Univ. Oran.

ABICHOUR A. (1977).- Sedimentological and micromorphological of different sebkhas in Southeastern Tunisia. 7th. Int. symp. Palaeolinn., Würzb. Geog. Manusk., 41, 17-18.

AIME S. (1991).- Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumides, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais (Algérie occidentale). Thèse Es-Sciences, Univ. de Provence, 2 tome, 189 p..

ALCAZAR M. C. (1977) : Carte de végétation d'Algérie ; Oran, publié par le Centre National de Recherches sur les zones arides-O.N.R.S. Alger. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, université d'Alger.

ALSAFAR M. (1993).- Géométrie et modélisation des structures anticlinales. Exemples : Atlas saharien (Algérie), rides sud rifaines (Maroc) et Pyrénées (France et Espagne), Thèse Es-Sciences, univ. Pau et Pays de l'Adour, France.

AMEUR M.A. (1994).- Biostratigraphie et Paléoécologie de la série miocène de la bordure occidentale de Tafaraoui (Tessala, Oranie). Mém. Ingén. D'état. 87 p, 30 fig, V pl, V pl-phot.

ANDERSON R. (1936). - Geology in the Coastal Atlas of Western Algeria. Mem. Geol. Soc. Amer., New-York, 450p.

AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES (1974).- Etude agro-pédologique de la plaine de M'léta, document interne (inédit).

AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES (1975). - Inventaire des points d'eau du massif du Murjadjo. document interne (inédit).

AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES (1977).- document interne (inédit).

AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES (1986).- document interne (inédit).

AMEUR R. (1979).- Biochronologie des formations continentales du Néogène et du Quaternaire de l'Oranie. Contribution des Micromammifères. Thèse 3^{ème} cycle, Oran, 77p.

ARAMBOURG C. (1927). - Les poisons fossiles d'Oran. Matér. Carte geol.. Algérie, Alger, (1), 6, 86 pl., 298 p.

ARAMBOURG C. (1950). - Contribution à l'étude des formations laguno-lacustres des environs d'Oran. Bull. Soc. Hist. nat. afr. Nord, 41, 20-29.

ARAMBOURG C. (1952). – Paléontologie des Vertébrés en Afrique du nord française . *publ. XIXè Congrès. int.*, Alger, Monographies régionales, hors série, 62 p.

BARIAT A. (1877).- les eaux de Brédéah, *archives wilaya d'Oran*.

BAUDRIMONT R & DEGIOVANNI C. (1974).- Les diatomées marines du Miocène supérieur de l'Oranais (Algérie) et leur contexte géologique. *Bull. Soc. Hist. d'Afr. Nord*, Alger, t. 65, fasc. 1 et 2, pp. 35-66, 3 pl. photo h. texte, 5 fig.

BAUDRIMONT R & DEGIOVANNI C. (1976).- Interprétation paléoécologique des diatomites du Miocène supérieur de l'Algérie occidentale. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 278, p. 1337-1340.

BEKKI A. (1986).- Fixation d'azote en condition de stress salin chez medicago : sensibilité respective des partenaires symbiotiques, *Thèse de Doctorat*, université de Nice, France, 80 p.

BEKKI A., TRINCHANT J.C et RIGAUD J. (1987).- Fixation d'azote en condition de stress salin chez medicago : sensibilité respective des partenaires symbiotiques, *Thèse de Doctorat*, université de Nice, France, 80 p.

BELHADJ HAMDI A. (2001).- Fonctionnement actuel et passé de sols du Nord du Sahara (cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique et minéralogique et variabilité spatiale, *Thèse Doctorat*, institut national d'agronomie, Paris Grignon.

BELKEBIR L., BESSEDIK M. (1985/1986).- Présence du Miocène moyen et supérieur dans la série de la Pointe de Canastel (Oran, Algérie) : implication paléoécologique et biostratigraphique. *Géol. Medit.*, 12/13, 3/4., pp. 1-7.

BELKEBIR L., BESSEDIK. M (1991).- Essai de synthèse biostratigraphique du Miocène post et synchro-nappes en Oranie (Tafna, Bas Chélif). *II^e Sém. Géol. Pétrol*, Boumerdès, pp. 32-34.

BELKEBIR L., BESSEDIK M., AMEUR-CHEHBEUR A., ANGLADA R. (1996).- Le Miocène des bassins nord-occidentaux d'Algérie : biostratigraphie et eustasme. Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud : Actes Colloques Angers, 1994. *Elf Aquitaine Edition*, Pau. 16, pp. 553-561.

BELLON H. (1976).- Séries magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour de la Méditerranée occidentale, comparés dans leur cadre géochronologique. Implications géodynamiques. *Thèse Es-Sciences*, Paris, 367p.

BELLON H & HERNANDEZ J. (1976).- Chronologie et évolution chimique des laves du Rif oriental (Maroc) et du Tell oranais (Algérie). *4^{ème} R.A.S.T.*, Paris, p.44.

BENCHERIF A. (1992).- Etude géologique des terrains néogènes de l'Oranie ; exemple de la dépression des Andalouses-Oued Sidi Hammadi (Algérie occidentale). *Mém. Ing. Etat*, Univ. Oran, 150 p., 36 fig., 14 pl.

BENLAKHAL A. (1985).- Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin d'alimentation des captages de Brédéah. *Mém. Ing. D'état*. Oran.

BENZIANE A. (1998).- Hydrogéologie du versant sud du Djebel Murjadjo. C. du colloque « développement des eaux du maghreb ».

BERRABEH A. (1998).- Reconsidérations biostratigraphiques des dépôts d'âge miocène inférieur (au sens de A. PERRODON, 1957) du bassin du Bas Chélif. Mém. Ing. Etat, Univ. Oran, 55 p., 22 fig.

BESSEDIK. M, BELKÉBIR. L MANSOUR. B & MOUSSA. K (1997)- Evénements géologiques miocènes et aires de subsidence dans le “Sillon nord” oranais, IIIème Séminaire de la géologie pétrolière, Boumerdès (26-27 Novembre 1997). Résumé.

BETIER G. (1941).- Feuille Oran-Nord de la carte au 1/60 000^e. Bull. serv. Carte géol., Algérie.

BIZON G., BIZON J.J. & Coll. (1972).- Atlas des principaux Foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen Oligocène à Quaternaire. Technip, 316p.

BLEICHER. M. (1874).- Recherches sur l'origine des éléments lithologiques des terrains tertiaires et quaternaires des environs d'Oran, C.R. Acad. Sci, Paris, 78.

BOUCHENTOUF K. (1979).- Etude hydrogéologique du versant sud du Murjadjo et du plateau d'Oran, D.E.S., Univ. Oran.

BOUKLI HACENE S. (1991).- Etude biostratigraphique et paléoécologique de la série miocène du domaine d'Arbal (Tessala-Oranie). Mém. Ing. Etat, 97 p, 27 fig, 3 pl, Algérie.

BOCCALETI M., CONEDERA C. & DAINELLI P. (1982).- The recent (Miocene-Quaternary) regmatic system of the western Mediterranean region ; a new model of ensialic geodynamic evolution, in a context of plastic/rigid deformation. Journal of Petroleum Geology, 5; 1, Pages 31-49. United-Kingdom.

BRIES A. (1897).- Les terrains miocènes du bassin de Chélif et du Dahra. Thèse Es-Sciences, Lyon, 136 p., 16., 6 pl. cartes et coupes.

BURGER J.J (1952).- Rapport inédit S.N REPAL.

BUROLLET P.F. (1985).- Evolution géologique et géochimique des sebkhas des îles Kerkennah. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 29, 4. pp. 213-215, fig. 1.

BUROLLET P.F. (1978).- Mouvements quaternaires et récents aux Iles Kerkennah (Tunisie orientale). C. R. Acad. Sci, Paris, t. 286, Série D, 3 fig, pp. 1133-1135

CHAMLEY. H & ROBERT C. (1980).- Sédimentation argileuse au Tertiaire supérieur dans le domaine méditerranéen. Géol. Méditer., t. VII, n° 1, pp. 25-34.

CHAUMONT & PAQUIN (1971).- Carte pluviométrique de l'Algérie Nord occidentale au 1/50 000.

CHERIF M et BOUREZAK T. (1997).- Interprétation géodynamique et organisation génétique de la série miocène du bassin du Bas Chélif oriental. *Mém. Ingén. D'état*, Univ. Oran, 165 p, 63 fig.

CHEVERRY C. & BOURRIER G. (1998).- La salinisation des sols, *éditions INRA*, chap.8, pp.109-127 fig. 8,tabl.2.

CISZAK R. (1985).- Evolution géodynamique de la chaîne tellienne en oranie (Algérie occidentale) pendant le Paléozoïque et le Mésozoïque. *Strata*. Sér 2, Vol. 20, pp. 1-513 Toulouse.

CLAIR A. (inconnue).- évolution de la saure de la nappe de Brédéah *I.N.R.H.* Oran (ex : D.E.M.R.H).

CLAIR A. (inconnue).- Etude hydrogéologique de la nappe de Brédéah, courbes de variations de la salure dans les forages w2, w6.

CORNEE, J.J., SAINT MARTIN, J.P., CONESA, G & MULLER, J. (1994).- Geometry, palaeoenvironments and relative sea-level (accommodation space) changes in the Messinian Murdjadjо carbonate platform (Oran, Western Algeria) : consequences. *Sediment. Geol.*, 89, 143 – 158.

DALLONI M. (1915).- Le Miocène supérieur dans l'Ouest de l'Algérie : couches à Hipparrion de la Tafna. *C. R. Acad. Sci.* Paris, t. 16, pp. 428-641.

DALLONI M. (1952).- L'atlas tellien occidental. Monographie régionale. *XIXème Congrès géol. Int.*, Alger, 1^{ère} série Algérie n ° 24, pp. 1-95.

DALLONI M. (1955).- La limite du Tertiaire et du Quaternaire dans le Nord-Ouest de l'Algérie et des contrées voisines. *IVè Congr. Assoc. Int. Étude. Quaternaire.* (INQUA), Roma, 12 p.

DELFAUD J., MICHAUX J., NEURDIN J. & REVERT J. (1973).- Un modèle paléogéographique de la bordure méditerranéenne : évolution de la région oranaise (Algérie). Au Miocène supérieur. Conséquences stratigraphiques. *Bull. soc. Hist. nat. Afr. Nord.* Alger, 64, 1-2, 21-241.

DELFAUD J. et REVERT. J (1974).- Observations sur le calcaire à stromatolites d'âge miocène terminal du djebel murdjadjо (Oran, Algérie). *C. R. Acad. Sci.* Paris, (d), t. 279, pp. 1979-1982.

DELTEIL J. (1974).- Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oranais oriental (monts de la Mina, Béni Chougrane, Dahra). *Thèse Es-Sciences*, Nice, 294p.

DEVILLIERS E. (1875).- Projet de dérivation des eaux de Brédéah, archives *Wilaya. Oran.*

DJERMOUNI K. (1993).- Biostratigraphie et péléoécologie de la série miocène de la terminaison orientale de Tafaraoui (Tessala, Oranie). *Mém. Ing. Etat*, Univ. Oran, 82 p., 30 fig., 9 pl., 8 pl-ph.

DOUMERGUE F. & FICHEUR E. (1908).- Carte géologique de l'Algérie 1/50 000, feuille Oran (1^{ère} éd.).

DOUMERGUE F. (1922).- Carte géologique d'El Amria (ex : Lourmel), n°180, échelle 1/50 000^e, I.N.R.H. Oran.

DOUMERGUE F. (1931).- Carte géologique d' Arbal, n°180, échelle 1/50 000^e, I.N.R.H. Oran.

ERHART H. (1973).- Itinéraires géochimiques et cycle géologique des minéraux des sables. Ed. Doin, 217 p.

FENET B. (1975).- Recherches sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'orogène nord-maghrébin : les monts du djebel Tessala et les massifs du littoral oranais. Thèse Sciences, Nice, 301 p.

FOUCAULT A et RAOULT J.F. (2001), Dictionnaire de Géologie, Dunod 5^e édition, 379 p, France.

GEISLER-CUSSEY D (1986).- Approche sédimentologique et géochimique des mécanismes générateurs de formations évaporitiques actuelles et fossiles. Marais salants de Camargue et du Levant espagnol-Messinien méditerranéen et Trias lorrain. Thèse Es-Science de la terre Nancy, n° 48, 268 p., 21 pl.

GENTIL L. (1903).- Etude géologique du bassin de la Tafna. Bull. serv. Carte géol., Algérie (2), 4, 425 p.

GEOFFREY P. (1932).- Contribution à l'étude géologique des environs d'Oran (Algérie). C. R. Acad. Sci., Paris, t. 195, pp.1053-1056.

GHAZI K. (1992).- Etude biostratigraphique et paléo-écologique de la série miocène de Tamezouerah Est (Tessala, Oranie), Mém. Ing, Univ. Oran, 133 p, 30 fig, 11 pl-Phot.

GOURINARD Y. (1952a).- Le littoral oranais (mouvements verticaux et anomalies gravimétriques). Publ. XIX^e Congr. Géol. Intern., Alger, 9, 21-38.

GOURINARD Y. (1958).- Recherches sur la géologie du littoral oranais. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, nouv. Sér., 6, 111 p.

HASSANI M. I. (1987).- Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi -aride, le bassin versant de la grande Sebkha d'Oran (Algérie). Thèse. 3^{ème} cycle, Univ de Grenoble, 304 p.

HASSANI Z. (1974).- Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Misserghin, D.E.A., Université d'Oran.

HIDADJI M. (1994).- Effet de la salinité sur la croissance de deux souches de Rhizobium leguminosarum et possibilité d'osmorégulation, Thèse de Magister, Univ. Oran. 87 p, 10 pl.

JÄCKEL D. (1984).- « Rainfull patterns and lake level variation at lake Chad » in N.A. Mörner et W. Karlen dir., climatic changes on a yearly to Millenial Basis, pp. 191-200, D. Reidel. Publ. Co.

JAAGER J.J., MICHAUX J., DAVID B. (1973).- Biochronologie du Miocène moyen et supérieur continental du Maghreb. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 277, pp. 2477-2479, 1 pl.

JONCOUR M. (1969).- carte piézométrique de la zone de Brédéah, échelle : 1/25 000è. I.N.R.H (ex : A.N.R.H.).

KACEM N. (1984).- Contribution à l'étude écologique des terrains salés de l'Oranie. Etude de la végétation et du sol de quelques stations caractéristiques. Mém. D.E.S., univ. Oran, 47 p.

KAHOUADJI S. (1996).- Evolution géodynamique et eustatique d'une partie de marge nord du bassin de Bas Chélif occidental. La région se Sidi Bakhti. Mém. Ing. Etat Univ. Oran, 175., 95 fig.

KAYZER N., PROBST J-L., CADET D et TARDY Y. (1990).- Propagation des ondes de sécheresse et d'humidité à travers le monde, « in C. R. Acad. Sci., n° 310, pp. 757-763, Paris.

KAZI TANI N. (1986).- Evolution géodynamique de la plaque nord africaine, le domaine intraplaque nord algérien, approche mégaséquentielle, Thèse Es-Sciences, univ. Pau.

KAZI TANI N. (1987).- L'analyse morphoséquentielle de l'eustatisme, exemple algérien, R.A.S.T.

KEBIR L.W. (1993).- Rapport bibliographique sur la grande sebkha d'Orran, Rapport Centre National des Techniques Spatiales, 19 p.

LAFFITE R. (1950).- Sur l'existence du Calabrien dans la région oranaise. C.R. Acad. Sci., Paris, pp 217-219.

LEROUX M. (1970).- La dynamique des précipitations en Afrique occidentale, Asecne, P.D.E.M., vol. XXIII, Dakar.

LEROUX M. (1983).- Le climat de l'Afrique tropicale, Champion, Paris.

LEROUX M. (1988).- « The key contribution of satellite pictures to a newunderslanding of meterological of the polar mobile anticyclone (P.M.A) » in C.R. du 7^h Meteostat Users Meeting, pp. &-327, Eumetsat, Madrid.

MAGNE J., TEMPERE CI (1952).- Micropaléontologie de deux bassins néogènes algériens : le Chélif et le Hodna. Application aux recherches du pétrole. 9^{ème Congr. Géol. Int.}, Alger, Section XIV, Fasc. XVI, pp. 92-102.

MAHBOUBI M. (1979).- Etude géologique de la transgression messinienne au Nord-Ouest de Misserghin, D.E.S., université d'Oran.

MATTAUER M. (1958).- Etude géologique de l'Ouarsenis oriental. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, n. sér., 17, 534 p.

MAZZOLA G. (1971).- Les Foraminifères planctoniques du Mio-Pliocène de l'Algérie nord-occidentale. *Proc. II Plankt. Conf.*, Rome, A. Farinacci éd., 787-812.

MEKKI A. (2002).- Etude géologique de la grande Sebkha d'Oran ; cas du secteur d'EL Amria-Bou Tlélis (Stratigraphie, Sédimentologie, Pédologie), *Mém. Ing. Etat*, Univ. Oran, 123 p, 36 fig, 11 tabl.

MIDOUN M. (1989).- Etude du Trias d'Oran (Algérie) et de ses relations avec le socle polymétamorphique ; implication géodynamique régionale. *Thèse Univ.*, Orléan, 305 p., France.

MILLOT G. (1964).- Géologie des argiles. *Masson*, Paris VII, 197 p.

MOKADEM N. (1997).- Contribution à l'élaboration d'une base de données hydrogéologiques relationnelles sur la région d'Oran ; cas de la plaine de Misserghin-Bou Tlélis, *Mém. Ing. Etat*, Univ. Oran.

MOISSETTE P. (1987).- Faunes de bryozoaires du Messinien d'Algérie occidentale. *Thèse Es-Science*, Lyon, 392 p., 22 fig., 6 tabl., 31 pl. photo.

MORNER N. A (1984).- « Concluding Remarks », in N. A. Mörner et W. Karlen dir., climatic change on a yearly to a Millenial Basis, pp. 637-651, *D. Reidel publ. Co.*

MOUSSA. K (1984)- Contribution à l'étude géologique du Djebel grabis (monts des Tessala). Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures.Université d'Oran.Inédit.

MOUSSA K., NEURDIN-TRESCARTES J. & BELKEBIR L. (1992) -Nouvelles données sur le Pliocène inférieur de l'Oranie: interprétation paléogéographique du dispositif en poche de la coupe de Chabet Akroune-Mohammadia (Algérie nord-occidentale). 9^e Séminaire des Sciences de la Terre, Tlemcen (25-27 Oct.), pp. 102-103, résumé.

MOUSSA K. (1993) – Le Miocène de la bordure Nord des Beni-Chougran. Etude stratigraphique et sédimentologique du secteur Bouziri-Oued El Hammam. Thèse Magister p. 246, fig. 84, tab. 10, diag. 6, pl-ph. 4.

MOUSSA K. & BELKEBIR L. (1994) -Les calcaires récifaux de Chabet Akroun (Bas Chélif, Oranie, Algérie); contrôle de la tectonique et influence de l'eustatisme. Intérim-colloquium , RCMNS Marseille (3-6 Mai), p.39, résumé

MOUSSA K., BELKEBIR L., MANSOUR B. & BESSEDIK M. (1994) -Dynamique et évolution de la marge sud du bassin du Chélif (Algérie) vers une plate-forme carbonatée (Miocène supérieur). Approche sédimentologique et stratigraphie séquentielle. Géologie Méditerranéenne, Marseille, tome XXI, n°3-4, pp.131-132.

MOUSSA K. (1995)- Relation continue entre la tectonique et la sédimentation miocène. Exemple de la marge sud du bassin du Bas Chélif. Xème Séminaire National des Sciences de la Terre Alger_Hotel El Aurassi (26-28 Mars 1995), pp. 119-120, résumé.

MOUSSA K. (1995)- Le Pliocène marin du bassin du Bas Chélif: Aspects stratigraphiques et paléogéographiques,.Xème Séminaire National des Sciences de la Terre, Alger Hotel El-Aurassi (25-28 Mars 1995), p. 25.

MOUSSA K., NEURDIN-TRESCARTES J. & BELKEBIR L. (1997) -Proposition d'une nouvelle méthode d'agencement et de dénomination des formations sédimentaires miocènes du Bassin du Bas Chélif (Oranie, Algérie). III^{ème} Séminaire de la géologie pétrolière, Boumerdès. (26-27 Novembre 1997). pp. 47-48, résumé.

MOUSSA K., NEURDIN-TRESCARTES J., BELKEBIR L., BESSEDIK M. & MANSOUR B. (1997)- Stratigraphie séquentielle d'un bassin intramontagneux (Bassin du Chélif, Oranie, Algérie): implications paléogéographiques et géodynamiques. Les marges téthysiennes d'Afrique du Nord, Paris (16-17 Décembre 1997), p.89, résumé.

MOUSSA K., NEURDIN-TRESCARTES J., BESSEDIK M & BELKÉBIR L. (1998)- Sequential agencement modalities in the miocene Sedimentary bodies from the intramontainous Chelif, basin (Oranie): An integrate stratigraphic approach. 15th International Sedimentological Congress, Alicante (April 12-17 Les marges téthysiennes d'Afrique du Nord, Paris (16-17 Décembre 1998), p.566, Abstract.

MOUSSA K. NEURDIN-TRESCARTES. J ET DRIEF. F (1998)- Application des méthodes aérospatiales aux formations miocènes du bassin du Chélif (Oranie-Algérie). Colloque international, l'observation spatiale : un outil pour l'étude du bassin méditerranéen, Tunis 23-27 Novembre.

MOUSSA K. (1999)-Quelques aspects géomorphologiques, hydrogéologiques, biologiques et chimiques de la sebkha d'Oran; implications environnementales. Séminaire national sur l'Agronomie et l'Hydraulique en zones arides et semi-arides, Ouargla 8, 9 et 10 Novembre 1999.

MOUSSA K. (2000a).-Quelques aspects géologiques, géomorphologiques, hydrogéologiques, biologiques et chimiques de la sebkha d'Oran (Algérie) implications environnementales. Fifth International Conference on the Geology of the Arab World (GAW-5), February 2000, Cairo-university.

MOUSSA K. (2000b).- Histoire d'un bassin sédimentaire endoréique : la sebkha d'Oran, 4^{ème} Séminaire de Géologie pétrolière, C.R.D, Boumerdès 13-15 Novembre 2000.

MOUSSA K. (2000).- Une mise au point stratigraphique de la série sédimentaire miocène du Djebel Murdjadjio (marge nord du bassin du Bas Chélif, Oranie), 1er sém. Nat. de stratig. Orgm, Alger, pp. 66-67.

MOUSSA K. (2001).- La recherche des ressources hydriques : Méthodologie systématique intégrant les méthodes des sciences de la terre et de la vie, cas de l'étude de la sebkha d'Oran, 11^{ème} Sémin. Nat. Sci. Terre, p. 67. Tlemcen 28-30 octobre 2001.

MOUSSA K. (2006).- Carte géomorphologique de la grande sebkha d'Oran ; description et interprétation dynamique. Bulletin de l'ORG, Alger, 1^{er} janvier 2006, pVol. 17, n°1. pp. 47-62, 5 fig., 2006.

MOUSSA K. et COLIBALY D. (2006).- Reconstitution climatique (du Miocène à l'Actuel) du littoral oranais, à travers l'étude des argiles caractéristiques du transect Misserghin-Sebkha d'Oran. XIIème Séminaire National des Sciences de la Terre, université d'Oran-Es-Sénia, p. 37.

NEDJAR A. (1985).- Etude hydrogéologique de la région de Misserghin. Mém. Ing. Univ. Oran.

NEURDIN-TRESCARTES J. (1992).- Le remplissage sédimentaire du bassin néogène du Chélif, modèle de référence de bassins intramontagneux. *Thèse Es-Sciences*, univ. Pau et Pays de l'Adour, 605p, tome.2, fig.339, pl. 16 .

OUNISSI M. (1991).- Etude géologique des dépôts miocènes de la dépression de l'Oued Sidi Hammadi. Les Andalouses-Oran (Algérie occidentale). *Mém. Ing. Etat*, Univ. Oran, 130 p, 30 fig., 5 pl.

PERRODON A. (1957).- Etude géologique des bassins sédimentaires. *Sci. Terre*, 16, 2, 195-227.

PERTHUISOT J. P. (1976).- Une Sebkha sulfatée sodique en pays sédimentaire. La Sebkha Oum El Krialate (Sud tunisien), *Géol. Médit*, tome III, n° 4, 1976, 7 fig, pp. 265-274.

PERTHUISOT J.P. (1990 a).- une Sebkha sulfatée sodique en pays sédimentaire. La Sebkha Oum el Krialate (Sud tunisien), *Géologie méditerranéenne*, Tome III, n°4, 1976, pp. 265-274.

PERTHUISOT J.P. (1990 b).- La huntite ($\text{CaMg}_3 (\text{CO}_3)_4$) de la Sebkha el Melah (Zarsis, Tunisie). Un exemple de microbiodiagenèse carbonatogène. *Bull. soc. Géol. France*, VI, n° 4, pp. 657-666.

POLVECHE J. (1960).- Contribution à l'étude de l'Ouarsenis oriental (Algérie). *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, nouv. Série, 24, 576 p.

POMEL Ch (1897).- Monographie des vertébrés fossiles de l'Algérie. Les Equidés. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, 10, 44 p.

PROBST J-L et TARDY Y. (1987).- « Long Rang Streamflow and World Since the begining of the century », in *journal. Of Hydrology*, n° 94, pp. 289-311.

PROBST J-L et TARDY Y. (1989).- « Global Runoff fluctuations during the last 80 years in relation to world temperature change », in *American. Journ. Sci.*, n°289, pp267-285.

ROLLAND M. G. (1888).- Géologie de la région du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale. *Extrait du bulletin de la société géologique de France*, 3 ème série, t. XV, pp. 187-210, 8 fig, Imprimerie de Lagny, 8 fig,

ROUCHY J.M., CHAIX CH., ST MARTIN J.P. (1982).- Importance et implications de l'existence d'un récif coralline messinien sur le flanc sud du Djebel Murdjadj (Oranie, Algérie). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 294, séri 2, pp. 813-816.

ROZET A. (1831).- Notice géognostique sur les environs d'Oran. *Bull. Soc. Géol. De France*, 2 :46-305.

SABRIER R. (1987).- Evolution des minéraux argileux dans les molasses de remplissage des bassins de piémont des Pyrénées occidentales de l'Eocène supérieur au Quaternaire. Reconstitutions paléoclimatiques. *1^{er} Congrès Français de Sédimentologie*, A.S.F., p. 296-297.

SABRIER R. (1989).- Interprétation géodynamique et climatique d'un contexte deltaïque d'avant-chaîne par les minéraux argileux : toposéquence, héritage et néogenèse dans les bassins paléogènes de Jaca-Pampelune. *C.R Acad. Sci. Paris*, t. 307, série II, pp. 1549-1552.

SADRAN G. (1958).- Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, nouv. Série, n° 18, 533 p., 61 pl. photo.

SAINT MARTIN J.P. (1987).- Les formations récifales corallienes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Thèse Es-Sciences*, Aix-Marseille, 3 vol., 99 p., 163 fig., 48 tabl., 68 pl. photo.

SOLETANCHE (1950).- Grande sebkha d'Oran : géologie et hydrogéologie. *Entreprise de Fondation et Travaux Hydrauliques*, Paris et Alger (document interne).

SOURISSEAU B. (1976).- Etude hydrogéologique du massif du Murdjadjo, région de Brédéah-Bou Sfer, *I.N.R.H (ex : A.N.R.H)*. Oran.

SUESS M. (1932).- Sur la présence de gastéropodes et de vertébrés dans les grès de Bou Hanifia, feuille de Mascara, (Dept. D'Oran). *C.R. acad. Sci.*, Paris, (D), 194, 1970-1972.

THOMAS G. (1979 b).- Recherche des grands traits structuraux liés à la compression fini-tortonienne dans le Tell méridional oranais (Algérie). *7^{ème Réun. Annu. Sci. Terre}*, Lyon, 442.

THOMAS G. (1985).- Géodynamique d'un bassin intramontagneux. Le Bassin du Bas Chélif occidental (Algérie) durant le Mio-Plio-Quaternaire. *Thèse Es-Sciences*, Pau, 594 p., 162 fig., 32 tabl., 3 pl. h.t.

TINTHOIN R. (1948).- Les aspects du Tell oranais, essai de morphologie de pays semi-aride, *imp. Pouque*, 688 p.

TREMBLIN G. (2000).- Comportement auto-écologique de *Halopeplis amplexicaulis* : plante pionnière des sebkhas de l'Ouest Algérie. Rev. Science et changements planétaires/Sécheresse, *Vol. 11, Numéro 2, Juin 2000 : 109-16*, Notes de recherche. Paris.

TRICHET J. (1967).- Etude des faciès d'une dune gypseuse (Sud d'Oran, Algérie), *Bull. soc. Géol. De France*, (7), IX, p 865-875, 6 fig, 2 texte-planche.

VEURDEIL (1985).- L'alimentation en eau dans l'aménagement de l'Algérie à l'horizon 2000. Les réserves en eau et l'aménagement du territoire. *Sémin. Les Andalouses* 17, 18, 19 Mars 1985.

VILLE L. (1852).- Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran. Bull. Soc. Géol. France, (2), 9, 363-380.

VILLE L. 1857).- Notice minéralogique sur les provinces d'Oran et d'Alger. Imprimerie Impériale, Paris, 349 p.

VINES R. G. & TOMLINSON A. I. (1980).- « An analysis of New Zealand's Rainfall », in New Zealand Journ. Of Science, n° 23, pp. 205-216.

ZAMI A. (1997).- Synthèse et étude géodynamique des terrains miocènes de la marge sud occidentale du bassin du Bas Chélif (Tessala, Béni Chougrane), Ingén. D'état. Univ. Oran, 101 p., 55 fig.