



Etude sédimentologique et géochimique de la lagune d'Aouled Ridha, Sud-Est tunisien

Faten TELAHIGUE¹, Younes JEDOUI¹, Mabrouk MONTACER²

1. Unité de Recherche "Hydrosciences Appliquées" (06/UR/10-03),
Université de Gabès, Institut des Sciences et Techniques des Eaux de Gabès,
Zerig, 6072 Gabès, Tunisie.
Faten_telahigue@yahoo.fr ; Younes.jedoui@issteg.rnu.tn
2. Unité de Recherche "GEOGLOB" (03/UR/10-02), Université de Sfax,
Faculté des Sciences de Sfax, route de Soukra, 3018, Sfax., Tunisie.
isstegb@isstegb.rnu.tn

Résumé :

L'étude sédimentologique de la lagune d'Aouled Ridha montre que ses fonds sont tapissés de sables vaseux fins à très fins, modérément à modérément bien classés. Les sédiments les plus fins sont rencontrés dans les endroits les plus abrités. L'analyse microgranulométrique réalisée sur certains échantillons superficiels montre des courbes à tendance parabolique, ce qui plaide en faveur du caractère calme du milieu de dépôt, en relation avec la situation de la lagune en arrière du cordon littoral qui la sépare de la mer. Ces conditions font que la matière organique contenue dans le sédiment soit bien préservée. Cette dernière est d'origine algale et généralement récente et très peu évoluée, bien qu'elle présente, par endroits, des teneurs en iso-alcanes inférieures à celles des n-alcanes. Cette distribution est due à la contamination des sédiments par des hydrocarbures plus matures sous forme de fiouls issus des barques de pêche très abondantes dans la lagune. Une corrélation positive entre les teneurs en fraction fine (<63µm) et en extraits lipidiques dans les sédiments superficiels de la slikke a été démontrée.

Mots-clés : Sédimentologie – Dynamique côtière – Géochimie organique – Lagune d'Aouled Ridha – Côte sud de Sfax

1. Introduction

Les terrains qui encadrent la côte du golfe de Gabès font partie du bassin sud-oriental de la Méditerranée, caractérisé par la faiblesse de ses reliefs et la monotonie de ses paysages morphologiques. La lagune d'Aouled Ridha appartient à cette catégorie de côtes basses et monotones. Dans cet article on se propose d'étudier les caractéristiques granulométriques et géochimiques de ses sédiments. L'analyse granulométrique permet de déterminer leur nature, leur origine et leur mode de déplacement. Elle permet aussi de mettre en rapport leur dynamique avec leur répartition spatiale, leur taille et les

caractéristiques des paramètres hydrodynamiques. Les analyses organo-géochimiques permettent de préciser l'origine et l'état de préservation de la matière organique qui se trouve dans les sédiments vaseux. Le couplage de l'étude de cette matière organique avec les données sédimentologiques a pour but de corrélérer dans ces sédiments superficiels les teneurs en fraction fine et en extraits lipidiques.

2. Présentation du secteur d'étude

La lagune d'Aouled Ridha est située sur la côte orientale de la Tunisie au sud de la ville de Sfax et à environ 5 km au nord du village de Hachichina, entre les latitudes 34°20' et 34°30'N. Sa superficie est d'environ 3 km² et elle est séparée de la mer Méditerranéenne par un cordon assez bas mais suffisant pour briser l'énergie des vagues. La communication avec la mer est assurée par un chenal de marée large et méandrique connu sous le nom d'Oued Maltine (voir figure 1). La marée est de type semi-diurne et le marnage peut atteindre 1,6 m en période des vives eaux, ce qui favorise le développement d'une zone intertidale relativement vaste.

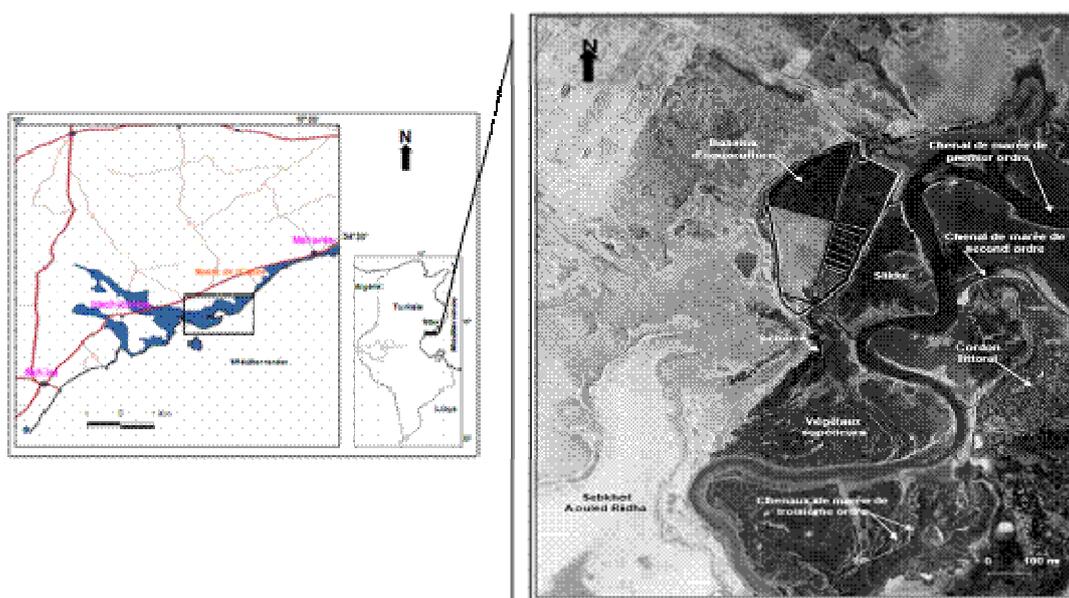


Figure 1. Carte de localisation de la lagune d'Aouled Ridha (extrait de la carte topographique 1/200000, feuille de Sfax ; 1987 et photo aérienne 1/10000, mission 1996).

3. Matériels et méthodes

Dans l'ensemble de l'étude, trente deux échantillons de surface ont été prélevés de la lagune (voir figure 2). Les sédiments superficiels ont fait l'objet d'analyses granulométriques et organo-géochimiques.

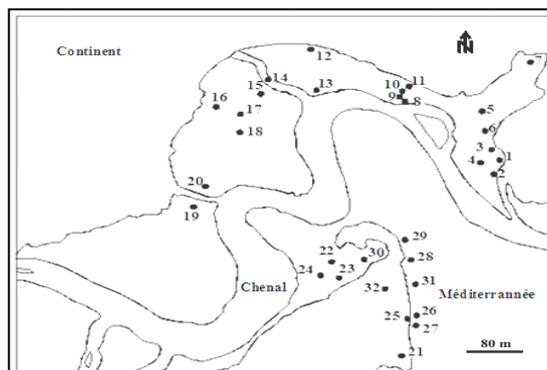


Figure 2. Carte de localisation des échantillons.

3.1 Analyses granulométriques

Après séchage des échantillons superficiels à l'étuve à une température d'environ 40°C, 100 g de chaque échantillon ont fait l'objet d'un tamisage humide (sur un tamis de 63µm) afin de séparer la fraction fine (< 63 µm) de la fraction grossière (> 63 µm). Cette dernière est tamisée à sec pendant 15 à 20 minutes sur une série de 15 tamis à mailles carrées de type Afnor. Pour chaque fraction grossière, une courbe de fréquence ainsi qu'une courbe cumulative semi-logarithmique qui représente le sédiment, ont été tracées. A partir de chaque courbe, des indices et des ordres de classement ont été déterminés. L'analyse microgranulométrique a été effectuée par sédimentométrie sur les échantillons dont la fraction fine est relativement importante (> 20%). Elle est basée sur la loi de Stokes, qui stipule que dans un fluide au repos, les particules sphériques se déposent avec une vitesse limite donnée par la relation (1) qui suit (VATAN, 1967) :

$$V = (ds - dw) \cdot g \cdot D^2 / 18\eta. \quad (1)$$

où:

V : vitesse de chute des particules en cm / s ;

ds : densité des particules ;

dw : densité du liquide ;

g : gravité en cm / s² ;

η : coefficient de viscosité ;

D : diamètre du grain.

Nous allons, au cours de cette étude, déterminer la valeur du diamètre équivalent (D_i), ainsi que le pourcentage en poids cumulé (P_i) correspondant à un diamètre équivalent inférieur à D_i , comme le montre l'équation (2), (VATAN, 1967):

$$D_i = Fv \cdot H_i / t_{im} \quad (2)$$

avec,

F : Facteur donné pour ds : 0,0144 ;

H_i : Distance du centre de poussée du densimètre au niveau de la suspension mesurée au temps t_i .

Thème 2 – Dynamique sédimentaire et transports des particules

3.2 Analyses organo-géochimiques

Quatorze échantillons superficiels de la lagune ont fait l'objet d'une étude organo-géochimique, tout d'abord (a) par chromatographie liquide sur mini-colonne en utilisant du dichlorométhane et de l'hexane à fin de séparer :

- (1) les hydrocarbures saturés, alcanes ou paraffines, de formule C_nH_{n+2} , de 1 à plus de 60 atomes de C et à structure linéaire (n-alcanes) ou ramifiée (iso-alcanes),
- (2) des hydrocarbures aromatiques ou non saturés, en cycles, de formule C_nH_{2n-6} ;
- (3) des composés polaires lourds, résines et asphaltènes de masse moléculaire importante, riches en soufre, azote et oxygène, désignés sous le nom de composés NSO.

Elle a été suivie (b) d'une spectrométrie de masse pour déterminer l'origine, la nature et le degré d'évolution de cette matière organique. En effet, il est admis que la matière organique immature ne contient que très peu d'extraits lipidiques et que ces derniers sont essentiellement constitués de composés lourds (NSO). Enfin on sait que l'abondance des hydrocarbures saturés par rapport aux hydrocarbures aromatiques dans les extraits lipidiques est la signature d'une matière organique homogène de point de vue de l'origine (algale) et du degré d'évolution (très immature).

4. Résultats et discussions

4.1 Nature et répartition des faciès sédimentaires

L'analyse granulométrique a permis de mettre en évidence deux faciès sédimentaires (voir figure 3). Le premier est sablo-vaseux avec une fraction fine qui ne dépasse pas les 30% et qui occupe la plus grande superficie de la lagune. Les sédiments les plus grossiers y sont localisés essentiellement sur les berges des chenaux de marée. Le second faciès est vaseux (fraction fine >30%), il caractérise les endroits les plus abrités de la lagune, essentiellement derrière le cordon littoral. La mise en place de ces différents faciès sédimentaires est étroitement liée à l'hydrodynamisme du milieu régit par les courants de flot et de jusant.

Les valeurs de la moyenne de tous les échantillons sont comprises entre 2,64 et 3,99 ϕ , ce qui caractérise des sables fins à très fins. Les sables sont, dans l'ensemble, modérément à mal classés, avec des valeurs d'écart type allant de 0,71 à 1,57 ϕ . L'analyse microgranulométrique réalisée sur vingt et un échantillons de la lagune montre des courbes microgranulométriques à tendance parabolique (voir figure 4) correspondant à un indice d'intensité dynamique I_d légèrement positif (allant de 0,45 à 0,69). Ceci confirme le caractère calme du milieu. Les valeurs d' I_d les plus élevées (0,74 à 2,068) correspondent aux sédiments prélevés du chenal de marée et de ses berges. Ceci est expliqué par la forte agitation due aux courants de marée.

4.2 Résultats des analyses organo-géochimiques

4.2.1 Taux de l'extraction lipidique

L'extraction de la fraction lipidique a concerné 14 échantillons de surface provenant de la lagune d'Aouled Ridha. Les taux d'extraction des hydrocarbures "libres" dans le dichlorométhane, sont dans l'ensemble faibles à très faibles pour les échantillons de la lagune. Les valeurs vont de 0,06mg H.C/g à 0,46 mg H.C/g de roche.

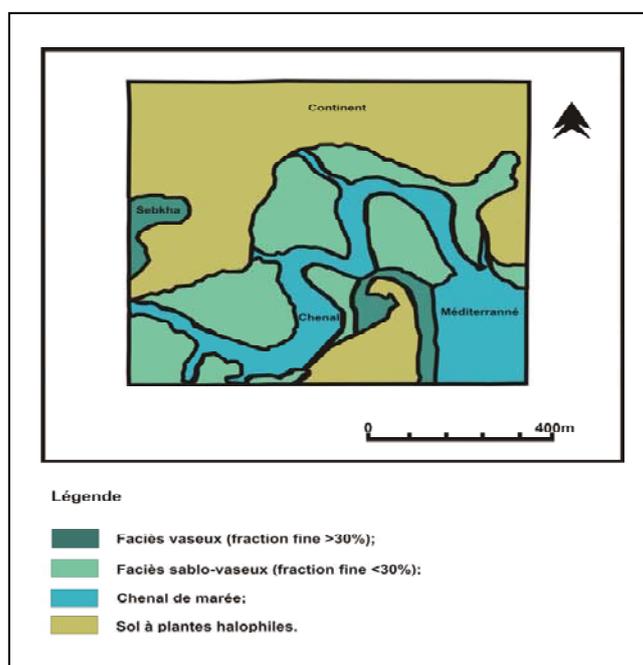


Figure 3. Carte de répartition des faciès sédimentaires dans la lagune d'Aouled Ridha.

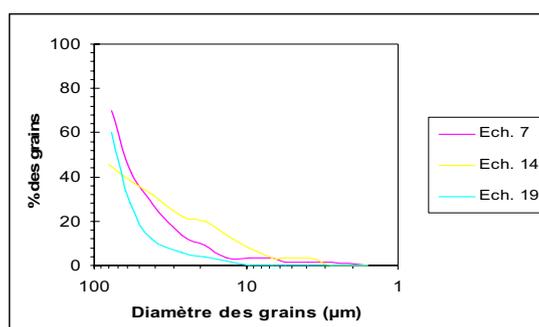


Figure 4. Courbes microgranulométriques de quelques échantillons de la lagune.

4.2.2 Composition pondérale de l'extrait chloroformique

Pour la plupart des échantillons, les teneurs relatives en composés NSO sont nettement prédominantes par rapport aux hydrocarbures s.s (de 64% à 97% de l'extrait total) (voir figure 5). Un tel résultat indique, l'état homogène (origine algale) et immature de la

matière organique. Ce résultat est confirmé par l'abondance des hydrocarbures saturés par rapport aux hydrocarbures aromatiques dans les extraits, pour l'ensemble des échantillons (de 1% à 16% pour les saturés et de 0,16 à 21% pour les aromatiques). L'échantillon numéro 19, prélevé au niveau de la slikke montre une importante teneur en hydrocarbures saturés (73% de l'extrait total). Ceci nous amène à penser à l'hypothèse d'une contamination par des hydrocarbures plus matures.

4.2.3. Distribution spectrale des hydrocarbures saturés

La fraction des hydrocarbures saturés des échantillons sélectionnés a fait l'objet d'une analyse par spectrométrie de masse. En effet, ce ne sont que les chromatogrammes les plus représentatifs qui ont été sélectionnés (voir figure 6).

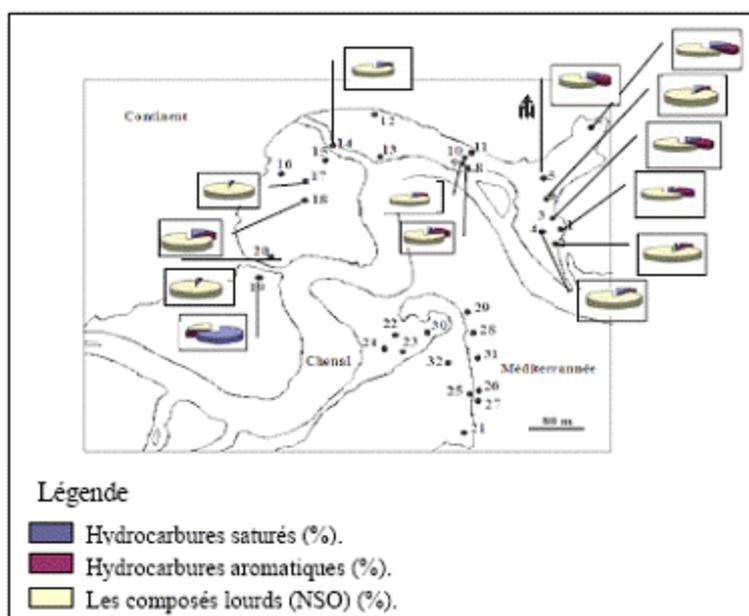


Figure 5. Composition de l'extrait lipidique de quelques sédiments superficiels.

Au niveau de la lagune d'Aouled Ridha, les deux chromatogrammes de masse $m/z=57$ pour les alcanes, respectifs des échantillons 14 et 19 montrent une distribution unimodale en n-C23 des n-alcanes. Cette distribution reflète une origine algale de la matière organique (JOHNSON, 1982 ; VENKATESAN et al., 1987). Les teneurs en iso-alcanes (pristane et phytane) sont inférieures à celles des n-alcanes (n-C17 et n-C18) ($0,37 < Pr/n-C17 < 0,45$ et $0,40 < Ph/n-C18 < 0,65$), et ceci pour les deux échantillons analysés, expliquant ainsi l'existence d'une pollution par des hydrocarbures plus matures. La matière organique est très biodégradée et est caractérisée par l'absence de biomarqueurs et la présence de l'UCM (Unresolved Complex Mixture) entre C15 et C25 confirmant la contamination du sédiment par des hydrocarbures alloènes.

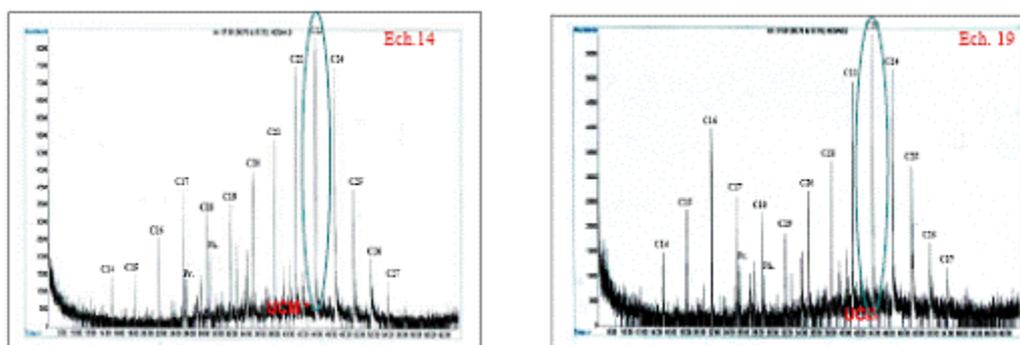


Figure 6. Chromatogrammes des hydrocarbures saturés de deux échantillons superficiels de la lagune.

5. Corrélation entre taux de fraction fine et taux d'extrait lipidique

Du point de vue quantitatif, ce sont les sédiments de surface dont la fraction fine est supérieure à 21% de fraction fine qui sont les plus riches en extrait lipidique (voir tableau 1). Une nette ressemblance entre les courbes des fractions fines et des extraits lipidiques reflète une bonne corrélation positive entre les deux paramètres étudiés pour les sédiments superficiels de la lagune (voir figure 7). Toutefois, en regardant l'emplacement sur la carte des échantillons analysés (voir figure 2) nous pouvons évoquer la décomposition in situ du matériel organique original dans un milieu calme et abrité. La fraction lipidique semble être intimement adsorbée sur les minéraux argileux qui constituent cette fraction fine.

Tableau 1. Teneurs en fraction fine (< 63µm) et en extrait lipidique (%o R) des échantillons de surface de la lagune.

N°Ech.	fraction fine (%)	Extrait lipidique (%o)
LAR 1	15,3	0,06
LAR 2	44,4	0,28
LAR 3	17,3	0,07
LAR 4	24,1	0,23
LAR 5	15,8	0,21
LAR 6	62,5	0,46
LAR 7	20,05	0,09
LAR 8	23,35	0,33
LAR 9	3,15	0,16
LAR 14	34,65	0,38
LAR 17	23,45	0,35
LAR 18	21,15	0,26
LAR 19	23,4	0,44
LAR 20	17,9	0,42

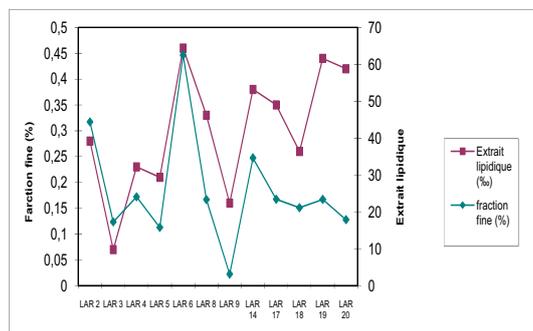


Figure 7. Corrélation entre fraction fine et extrait lipidique des sédiments superficiels de la lagune.

6. Conclusions

L'analyse sédimentologique des sédiments de surface de la lagune d'Aouled Ridha nous a permis de corréler les conditions hydrodynamiques et la répartition du cortège sédimentaire. Ainsi, les sédiments superficiels de la lagune sont constitués essentiellement de sables fins à très fins, vaseux, modérément à modérément bien classés. Ceci est en relation avec la situation de la lagune à l'abri du cordon littoral, ce qui fait d'elle un milieu à faible énergie, protégé de l'action des vagues et des courants qu'elles engendrent. L'abondance des herbiers dans la lagune est à l'origine du piégeage des particules fines qui se décantent sur place. Ces conditions font de la lagune un siège d'une bonne préservation d'une matière organique algale (distribution unimodale en n – C23), dans l'ensemble récente et très peu évoluée (NSO nettement prédominants par rapport aux hydrocarbures s. s). Cependant, la présence par endroits, de teneurs en n – alcanes supérieures à celles des iso - alcanes confirme l'hypothèse d'une contamination par des hydrocarbures d'origine anthropique. Une corrélation positive entre les teneurs en fraction fine et en extraits lipidiques dans les sédiments superficiels et les sédiments de la carotte a été démontrée.

7. Références bibliographiques

- JOHNSON R.G. (1982). *Brunhes-Matuyama reversal dated at 790,000 yr BP by marine astronomical correlations*. *Quat. Res.*, 17, pp 135-147. doi:10.1016/0033-5894(82)90055-2
- VATAN A. (1967). *Manuel de sédimentologie*. Technip éd., Paris, 397 p.
- VENKATEZAN M.I., RUTH E., STEINBERG S., KOPLAN I.R. (1987). *Organic geochemistry of sediments from the continental margin off Southern New England, USA*. Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California at Los Angeles. Elsevier Science B. V., pp 267-299.