

La dynamique sédimentaire au voisinage du port de pêche de Zarzis

Mouldi Brahim, S. Hosni et A. ATOUI

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer- Salammbô-Tunis 28, rue de 2 mars
1934, 2025 Salammbô, Tunisie.
mouldi.brahim@instm.rnrt.tn

□ □ □

ديناميكية الرواسب على حواف ميناء الصيد بجرجيس: إن التحاليل التي وقع إجرائها على الرواسب البحرية بيّنت تواجد ثلاثة أحجام من الرواسب، وهي متكوّنة من رمال دقيقة ومتوسطة وخشنة. وهي متوزعة بطبقات متفاوتة، إذ نلاحظ تراصف الرمال الدقيقة على حواف المرسى بـ□□□□. ويعود تواجد الرمال الدقيقة بهذه الأماكن إلى الأمواج الهائلة التي تحملها إلى هناك خلال العواصف □□□□.

وقد بين تحليل هذه الجزئيات الدقيقة تواجد الطين والسيلت بنسب متفاوتة إذ تفوق كمية السيلت المتواجد كمية الطين.

أما تحليل نسبة تواجد المعادن فقد أظهر تواجد مادة الرمل والكلسيت والطين.
الكلمات مفاتيح: حجم الرواسب، المعادن، ديناميكية الرواسب، ميناء الصيد بجرجيس، خليج قابس.

RESUME

L'analyse des sédiments montre que les courbes cumulatives semi-logarithmiques de la granulométrie grossière ($>63 \mu\text{m}$) sont en forme de S dans la majorité des échantillons. Il montre que les sables sont transportés dans un milieu plus ou moins agité. L'analyse granulométrique des sédiments de surface montre la présence des trois faciès bien distincts. Ces faciès sont constitués de sables fins, de sables moyens et de sables grossiers. Ces sables sont mal classés à modérément classés. On constate une accumulation des sables fins à l'amont et juste à l'aval de la jetée du port. La jetée joue un rôle essentiel de piégeage des sédiments fins à l'amont. La présence à l'aval de la jetée des sédiments fins est la conséquence du transport de ces sédiments par les houles pendant les grandes tempêtes.

L'analyse de la fraction fine des sédiments montre qu'il ya des argiles et les silts à des proportions variables. En effet, les silts présentent un pourcentage plus important que celui des argiles. Ces sédiments fins auraient pu être piégés dans des milieux très calmes ou transportés par un courant de turbidité.

L'analyse minéralogique montre que les minéraux non argileux sont constitués de Quartz, de la calcite, de la calcite magnésienne, de la dolomite et des feldspaths. Le quartz est le minéral le plus abondant. Les minéraux argileux sont formés de l'Illite, de la Kaolinite et du Chlorite. Le minéral le plus abondant est l'Illite.

Mots clés : Granulométrie, minéraux, Dynamique sédimentaire, port de pêche de Zarzis, Golfe de Gabès.

ABSTRACT

Sediment dynamics in the vicinity of the fishing port of Zarzis : The sediment analysis shows that the semi-logarithmic cumulative curves of the coarse particle size (> 63 microns) are S-shaped in the majority of samples. It shows that the sands are transported in an environment more or less agitated. Particle size analysis of surface sediments shows the presence of three distinct faces. These faces are made up of fine sand, medium sand and coarse sand. These sands are poorly sorted to moderately sort. There is an accumulation of fine sands upstream and just downstream of the harbor jetty. The pier plays an essential role trapping fine sediments upstream. The presence downstream of the pier fine sediments is the consequence of this sediment transport by waves during major storms.

The analysis of the fine fraction of the sediments shows that there are clays and silts in varying proportions. In fact, silts have a higher percentage than that of clays. These fine sediments could be entrapped in very quiet environments or transported by turbidity current.

Mineralogical analysis shows that the non-clay minerals consist of quartz, calcite, magnesium calcite, dolomite and feldspar. Quartz is the most abundant mineral. Clay minerals are composed of Illite, kaolinite and Chlorite. The most abundant mineral is Illite.

keywords: Grain size, minerals, sedimentary dynamics, fishing port of Zarzis, Gulf of Gabes

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude est située au Sud-est de la Tunisie. Elle est située entre 33°32' et 33°26' de latitude Nord et 11°05' et 11°06' de longitude Est, entre Souihel et Al'Alandayah. Elle est bordée au Nord-ouest par l'île de Djerba et à l'Est par la mer Méditerranée. Elle est très appréciée par son microclimat, entre désert et mer (DGSAM, 1997).

De nombreuses zones côtières sont soumises à une érosion grave menaçant les sites côtiers du patrimoine national (Paskoff, 2004; Oueslati, 2004). En Tunisie, l'une des régions les plus touchées par la pression de l'érosion est le golfe de Gabès qui représente 65% de la production de poisson tunisienne (DGAP, 2005-2009), et abrite l'île de Djerba, Tunisie plus importante attraction touristique. Plus précisément, l'île de Djerba érosion a eu lieu principalement dans la zone située entre Ras Taguermess et Ras Marmour où perturbation et de dégradation ont été signalés en raison de son budget sédimentaire (Paskoff, 2004; Oueslati, 2004; Masmoudi et al. 2005, 2010).

Le littoral de la presque île Zarzis appartient à la plaine côtière de Jeffara qui s'étend des reliefs de plateau Dahar jusqu'à la mer. Cette dernière montre des formations marines et continentales (Bouaziz et al, 2003; Jedoui, 1980, 2000).

Dans une tentative d'identifier les facteurs à l'origine d'un tel déséquilibre du bilan sédimentaire, les études ont montré que des facteurs naturels tels que le vent, les vagues, les marées, les activités anthropiques sont responsables de ce déficit d'approvisionnement de sédiments des terres d'origines exoréique (Miossec et Paskoff, 1978; Bourgou, 1993; Oueslati, 2004; Rekik et al., 2012)

La plage, dite l'abattoir, située contre la face septentrionale du port de pêche, a connu un élargissement assez sensible ; elle est aujourd'hui large de 50 à 100 m sur environ 300 m de front de mer. De l'autre côté, l'érosion s'est accélérée. La vitesse avec laquelle le rivage a reculé a donc pu atteindre une valeur voisine de 8 m par an (Oueslati, 2004).

Ce travail s'intègre dans une étude multidisciplinaire et il s'implique dans un projet national intitulé « la modélisation de la dynamique sédimentaire et la dispersion des polluants entre houmet Essouk et le port de pêche de Zarzis » et financé par le ministère de la recherche scientifique. Nous nous intéressons dans ce travail à étudier la dynamique sédimentaire à travers une étude granulométrique et minéralogique.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons effectuées deux campagnes d'échantillonnage à Zarzis. Des prélèvements des

sédiments des petits fonds ont été effectués à des profondeurs varient entre -2m et -10m, au total de 37 échantillons sur 8 radiales (tableau I1). La première campagne a eu lieu du 02 au 05 juillet 2013, nous avons effectué 20 échantillons. La deuxième campagne a été effectuée du 13 au 16 Novembre 2013, nous avons effectués 17 échantillons à bord d'un Zodiac de l'Institut National des Sciences et Technologies de Mer et par des plongés sous-marines. La position de chaque prélèvement a été effectuée à l'aide d'un GPS de type Radar).

Analyses granulométriques

Les échantillons des sédiments dont les tailles sont supérieures à 63 μm , ont été séchés à 50°C. Ils ont été ensuite tamisés sur une série de tamis de type AFNOR dont les mailles sont de dimensions : 1200, 1000, 800, 630, 500, 400, 315, 250, 200, 160, 100 et 63 μm .

Nous avons établi une courbe granulométrique semi logarithmique du diamètre des grains en fonction du pourcentage cumulé pour chaque échantillon et nous avons calculé des indices granulométriques tels que la moyenne (M_z), l'indice de classement (ϕ), l'indice d'asymétrie (Skewness) et l'uniformité (U) (Folk et Word, 1957).

La micro granulométrie a été effectuée à l'aide du " Granulat Meter laser " sur la fraction inférieure à 63 μm . C'est une technique utilisée pour la détermination de la répartition des particules argileuses et de silts. Son but est de déterminer le pourcentage de la fraction argileuse fine inférieure à 4 μm et à la détermination du volume des particules et leurs pourcentages cumulés. L'appareil utilisé est le "granulomètre laser Masterseizer" qui comprend un logiciel de traitement des données (Delaune et al, 1991).

Le principe consiste à l'introduction de la substance à étudier dans la cellule de l'appareil ; un faisceau laser émis par une source passe dans cette cellule et mesure le volume des particules circulant à travers cette cellule. Le logiciel calcule, par la suite, le pourcentage cumulé des refus et donne une courbe micro-granulométrique. La gamme de volumes des particules mesurés est comprise entre 0,01 μm et 3000 μm . Les résultats fournis par le granulomètre laser Masterseizer sont représentés sous forme de courbes cumulatives dans un diagramme semi-logarithmique

Analyses minéralogiques

Les analyses minéralogiques consistent à déterminer les minéraux argileux et non argileux par diffraction aux rayons X, en utilisant un diffractomètre muni d'un monochromateur à anticathode de cuivre qui sert à émettre la radiation $K\alpha$ du cuivre (Rivière, 1952, 1953; Deng et al. 2009).

Cette méthode consiste à utiliser la propriété de diffraction d'un faisceau monochromatique de rayons

X par les plans réticulaires, en se basant sur la loi de Bragg

a-Détermination des minéraux non argileux

Les minéraux non argileux sont déterminés à partir de l'analyse minéralogique du sédiment total par la "la méthode de poudre". Cette méthode consiste à irradier l'échantillon bien broyé par les rayons X.

Le pourcentage semi-quantitatif de chaque minéral est déterminé par le rapport de hauteur du pic

principal du minéral sur la somme des hauteurs des pics principaux des autres minéraux présents.

b - Détermination des minéraux argileux

Les minéraux argileux sont déterminés par analyse des fractions fines concernées.

Les minéraux sont reconnus sur les diffractogrammes grâce à leurs raies caractéristiques. La teneur semi-quantitative de chaque minéral est déterminée en mesurant les surfaces des pics

Tableau I: Pourcentages des fractions fines (% < 63 µm) et grossières (% > 63 µm):

Station	Latitude	Longitude	Date	Profondeur (m)	%>63µm	%<63µm
P1	N33°29.511'	E11°07.012'	03/07/2013	2.3	97.418	2.582
P2	N33°29.590'	E11°07.172'	03/07/2013	2.9	93.775	6.225
P3	N33°29.563'	E11°07.238'	03/07/2013	4.1	95.457	4.543
P4	N33°29.203'	E11°07.498'	03/07/2013	5.2	97.488	2.512
P5	N33°28.789'	E11°07.801'	03/07/2013	7.8	99.779	0.221
P6	N33°28.657'	E11°07.986'	03/07/2013	8.1	99.062	0.938
A1	N33°29.319'	E11°07.875'	03/07/2013	6.2	98.719	1.281
A2	N33°29.524'	E11°07.603'	03/07/2013	5.0	98.436	1.564
A3	N33°29.604'	E11°07.372'	03/07/2013	3.0	99.245	0.755
A4	N33°29.789'	E11°07.262'	03/07/2013	2.2	99.849	0.151
V1	N33°28.575'	E11°06.904'	04/07/2013	1.1	98.505	1.495
V2	N33°28.472'	E11°07.126'	04/07/2013	3.0	98.808	1.192
V3	N33°28.418'	E11°07.299'	04/07/2013	4.0	98.518	1.482
V4	N33°28.332'	E11°07.530'	04/07/2013	4.4	99.524	0.476
V5	N33°28.239'	E11°07.843'	04/07/2013	6.0	99.502	0.498
V6	N33°27.886'	E11°06.906'	05/07/2013	0.8	99.027	0.973
V7	N33°27.841'	E11°07.029'	05/07/2013	1.5	99.710	0.290
V8	N33°27.808'	E11°07.173'	05/07/2013	2.9	98.564	1.436
V9	N33°27.674'	E11°07.597'	05/07/2013	3.1	90.653	9.347
V10	N33°27.847'	E11°07.950'	05/07/2013	4.2	97.083	2.917
Aj1	N33°31.649'	E11°07.028'	14/11/2013	3,2	98.754	1.246
Aj2	N33°31.652'	E11°07.176'	14/11/2013	4,8	100.000	0.000
Aj3	N33°31.629'	E11°08.290'	14/11/2013	9,8	96.887	3.113
Aj4	N33°30.909'	E11°07.117'	14/11/2013	2,4	100.000	0.000
Aj5	N33°30.932'	E11°07.178'	14/11/2013	4,6	96.417	3.583
Aj6	N33°30.807'	E11°09.114'	15/11/2013	9,9	97.319	2.681
Aj7	N33°30.405'	E11°07.151'	15/11/2013	2,3	100.000	0.000
Aj8	N33°30.382'	E11°07.498'	15/11/2013	5.0	99.895	0.105
Aj9	N33°30.156'	E11°09.176'	15/11/2013	9,9	97.797	2.203
Aj10	N33°27.951'	E11°08.833'	15/11/2013	6,6	99.860	0.140
Aj11	N33°26.974'	E11°06.829'	16/11/2013	5,6	91.167	8.833
Aj12	N33°27.460'	E11°06.717'	16/11/2013	1.0	99.479	0.521
Aj13	N33°27.322'	E11°06.768'	16/11/2013	1,2	99.251	0.749
Aj14	N33°27.288'	E11°06.915'	16/11/2013	1,6	99.060	0.940
Aj15	N33°27.235'	E11°06.996'	16/11/2013	2.0	98.031	1.969
Aj16	N33°27.017'	E11°07.653'	16/11/2013	3,6	99.950	0.050
Aj17	N33°26.779'	E11°07.844'	16/11/2013	6,3	99.551	0.449

ANALYSE GRANULOMETRIE

1- La granulométrie grossière (d> 63µm)

Les sédiments de surface au voisinage du port de pêche de Zarzis présentent une fraction grossière (> 63 µm) qui varie entre 91 et 100%. La fraction fine

(< 63 µm) présente des teneurs faibles, comprises entre 0 et 9% (tableau I). Les teneurs de la fraction fine sont inférieures à 10%. Les fortes teneurs de la fraction fine sont localisées au alentour de la jetée dans la partie amont et aval.

La majorité des sédiments prélevés au alentour du port sont caractérisés par des courbes cumulatives ayant la forme d'un S (Rivière, 1952, 1953; Lafond, 1953, 1965; Desprairies, 1974) peu régulière et plus au moins étalé (figure 1). Leur allure indique qu'il s'agit des sables homogènes à classement moyen et dans un milieu plus ou moins agité.

Les sédiments prélevés à l'aval du port sont caractérisés par un faciès hyperbolique, indiquant une hétérogénéité du stock sableux (figure 2). Ces sédiments sont donc déposés par décantation dans un

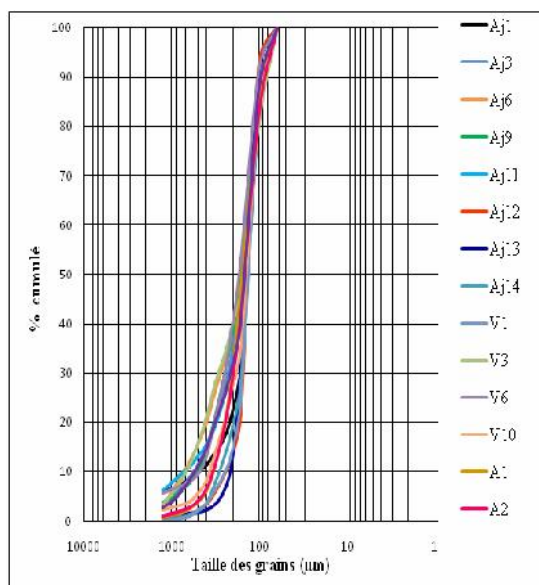


Figure 1: Courbes cumulatives en forme de S

Moyenne

Les valeurs de la moyenne (Folk and Ward, 1957) de tous les échantillons varient entre 63 µm et 1400 µm (figure 4). Le sable fin est majoritaire, il présente 65% des échantillons, le sable grossier présente 19% alors que le sable moyen forme seulement 16%. Des sables fins sont accumulés en amont du port, les sables fins de la partie aval de la jetée sont accumulés en saison des grandes tempêtes. Les sables surmontent la jetée et se décantent à l'intérieur du port.

La courantologie dans la frange littorale de Zarzis est due à l'effet conjuguée de la marée et de la houle. La houle Nord-Est engendre des courants de dérive du Nord-ouest vers le Sud-est dans la frange littoral de Zarzis (Sammari et al. 2006 ; Brahim et al. 2014) qu'est à l'origine d'un transport sédimentaire de nord de Zarzis vers le port de pêche de Zarzis. Ceci est confirmé par l'accumulation des sédiments fins du

milieu plus au moins calme où l'énergie est faible pour les remettre en suspension.

Cependant, quelques échantillons dont les courbes cumulatives semi-logarithmiques sont assimilables à des droites, présentent un faciès logarithmique (Figure 3). Ce faciès indique un dépôt par excès de charge lorsque la vitesse des courants diminue et se présente au niveau des deux stations V4 et V9.

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques des sédiments prélevés au voisinage du port de pêche de Zarzis ont des formes plus ou moins hétérogènes. Cette différence est due à la variation de la dynamique.

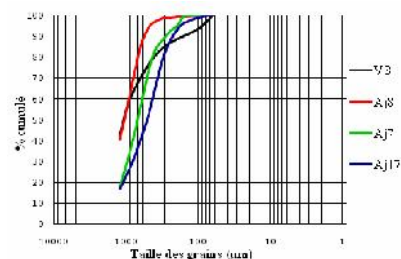


Figure 2: Courbes cumulatives en forme hyperbolique

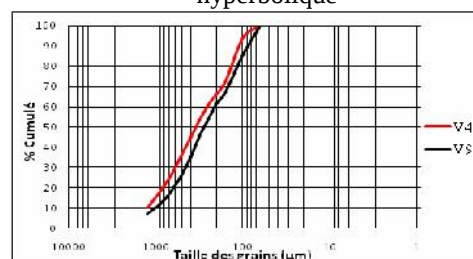


Figure 3: Courbes cumulatives en forme logarithmique

côté du port de Zarzis et le tri granulométrique s'effectue du Nord vers le Sud. Le fond marin entre 0 et 20 m de profondeur est tapissé par trois faciès sableux du fin au grossier (Atoui et al. 2011, Brahim et al., 2014).

L'écart type :

Les valeurs de la l'écart type sont comprises entre 0.28 et 2.72. Elles permettent de différencier les groupes de sables suivants :

- Les sables très mal classés
- Les sables mal classés
- Les sables modérément classés

La majorité des échantillons prélevés au voisinage du port modérément classée à l'exception de quelques échantillons localisés au centre du port et vers l'aval et qui sont mal classés. Les stations Aj12 et Aj13 situées à l'aval du port à 1 m de profondeur, est caractérisés par des sables bien classés (Figure 5).

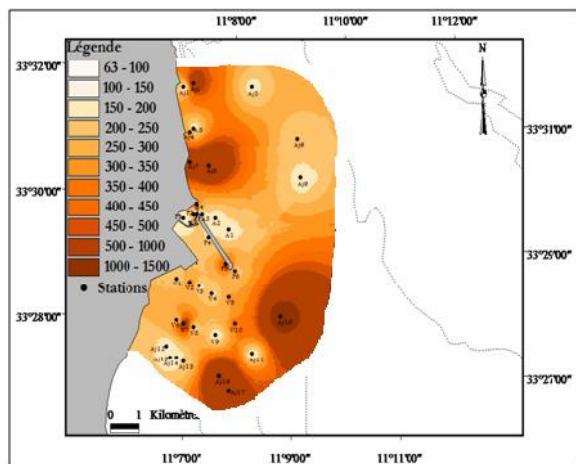


Figure 4: Distribution de la taille moyenne des grains

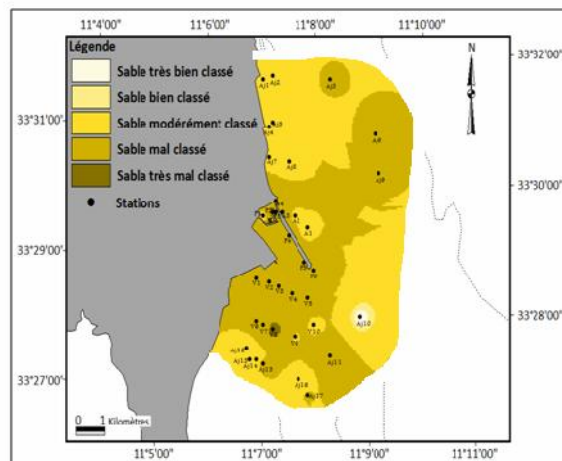


Figure 5: Distribution du classement

L'indice d'asymétrie (Ski)

L'indice d'asymétrie des sédiments varie de -0.44 à 0.74 (tableau II). Les courbes granulométriques sont tous presque des courbes très asymétriques et asymétriques vers les grossiers. Les sédiments (P2, P5, A4, V5, V7, Aj13, Aj15 et Aj17) présentent des courbes presque symétriques, ainsi, les sédiments V2 et Aj7 présentent des courbes avec une asymétrie vers

les fins et les courbes granulométriques des échantillons (V8, V9, Aj8, Aj10 et Aj16) sont très asymétriques vers les fins.

Le coefficient d'uniformité (U)

Le coefficient d'uniformité est inférieur à 2 pour tous les échantillons dont les sables présentent une granulométrie uniforme (tableau II).

Tableau II : Les indices granulométriques des sédiments des petits fonds

Station	Moyenne (MZ)	Nature du sable	L'écart type (σ)	Classement Du sable	Indice d'asymétrie (Ski)	U	Coefficient d'uniformité
P1	2.899	Sable fin	0.730	Mal classé	-0.120	0.454	Uniforme
P2	2.155	Sable fin	2.719	Très mal classé	0.021	0.087	Uniforme
P3	2.357	Sable fin	1.719	Mal classé	-0.127	0.156	Uniforme
P4	2.343	Sable fin	1.128	Mal classé	-0.239	0.247	Uniforme
P5	1.177	Sable moyen	1.053	Mal classé	-0.030	0.297	Uniforme
P6	2.201	Sable fin	1.285	Modérément classé	-0.413	0.153	Uniforme
A1	2.652	Sable fin	0.790	Mal classé	-0.121	0.414	Uniforme
A2	2.700	Sable fin	0.810	Mal classé	-0.170	0.391	Uniforme
A3	2.486	Sable fin	1.005	Mal classé	-0.447	0.247	Uniforme
A4	1.502	Sable moyen	1.046	Modérément classé	0.016	0.331	Uniforme
V1	2.223	Sable fin	1.297	Modérément classé	-0.409	0.154	Uniforme
V2	1.617	Sable moyen	1.274	Mal classé	0.127	0.292	Uniforme
V3	2.418	Sable fin	1.207	Modérément classé	-0.383	0.199	Uniforme
V4	2.389	Sable fin	1.190	Modérément classé	-0.404	0.2	Uniforme
V5	1.722	Sable moyen	1.055	Mal classé	0.002	0.339	Uniforme
V6	2.293	Sable fin	1.091	Mal classé	-0.274	0.248	Uniforme
V7	2.727	Sable fin	0.963	Mal classé	-0.149	0.343	Uniforme

V8	1.461	Sable moyen	0.907	Mal classé	-0.048	0.367	Uniforme
V9	0.433	Sable grossier	1.284	Mal classé	0.697	0.553	Uniforme
V10	2.422	Sable fin	2.651	Mal classé	0.330	0.158	Uniforme
Aj1	2.704	Sable fin	1.035	Mal classé	-0.366	0.264	Uniforme
Aj2	0.541	Sable grossier	0.645	Modérément classé	-0.250	0.464	Uniforme
Aj3	2.429	Sable fin	1.063	Mal classé	-0.372	0.263	Uniforme
Aj4	1.570	Sable moyen	1.006	Mal classé	-0.215	0.273	Uniforme
Aj5	3.165	Sable fin	0.716	Modérément classé	-0.196	0.400	Uniforme
Aj6	2.294	Sable fin	1.112	Mal classé	-0.460	0.200	Uniforme
Aj7	0.524	Sable grossier	0.837	Modérément classé	0.131	0.448	Uniforme
Aj8	-0.119	Sable grossier	0.702	Modérément classé	0.080	0.460	Uniforme
Aj9	2.408	Sable fin	0.999	Modérément classé	-0.435	0.306	Uniforme
Aj10	-0.525	sable grossier	0.285	très bien classé	0.285	0.829	Uniforme
Aj11	2.466	Sable fin	1.152	Mal classé	-0.393	0.214	Uniforme
Aj12	2.805	Sable fin	0.454	Bien classé	-0.212	0.532	Uniforme
Aj13	2.758	Sable fin	0.435	Bien classé	-0.014	0.650	Uniforme
Aj14	2.774	Sable fin	0.651	Modérément classé	-0.155	0.450	Uniforme
Aj15	2.081	Sable fin	1.212	Mal classé	0.008	0.263	Uniforme
Aj16	-0.581	Sable grossier	1.194	Mal classé	0.283	0.386	Uniforme
Aj17	0.800	Sable grossier	1.048	Mal classé	-0.120	0.261	Uniforme

Le mode de déplacement : diagramme de Passega

La représentation sur le diagramme de Passega (Garlan, 2004), nous a permis de distinguer que les stations sont réparties sur deux modes de transports principales : les segments PQ et OP et ON (figure 6).

- Le segment QP représente les sédiments transportés par saltation
- Le segment PO représente les sédiments transportés essentiellement par charriage.
- Le segment ON représente les sédiments transportés par roulement.

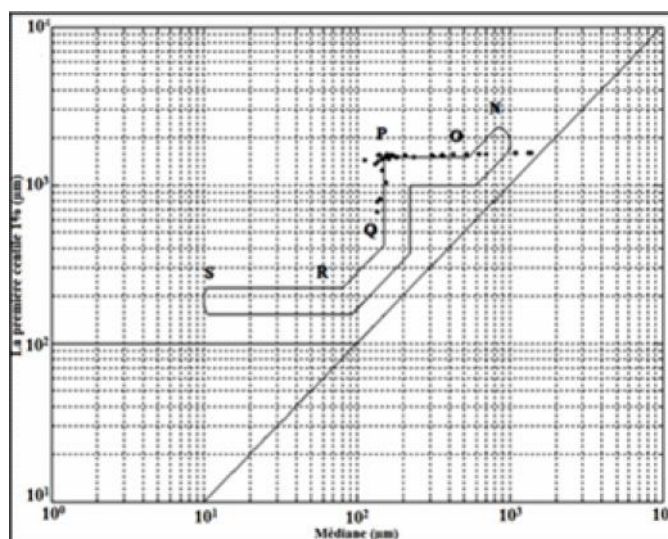


Figure 6: Diagramme de Passega

2- La granulométrie de la fraction fine :

Les courbes granulométriques cumulatives semi-logarithmiques montrent une ressemblance remarquable pour les échantillons analysés. Elles montrent l'hétérogénéité des stocks sédimentaires (Rivière, 1977). Ces stocks sont constitués d'argile et de silts.

La fraction de l'argile (diamètre < 4 µm) ne présente qu'un faible pourcentage de la microgranulométrie totale. Cette fraction présente un faciès hyperbolique (Barusseau and Venec-Peyre, 1973).. Cette fraction

aurait été piégée dans un milieu calme. Elle représente le matériel interstitiel des sédiments de tailles plus grandes et qui ont une vitesse de chute plus grande. Ils se sont déposés dans un premier temps (Rivière, 1977). La fraction (diamètre > 4 µm) qui caractérise le silt, présente le pourcentage le plus important de l'échantillon total.

L'analyse de la micro granulométrie de la fraction fine des sédiments superficiels prélevés a permis d'identifier donc l'argile et le silt (Tableau III).

Tableau III: Teneurs en % des différents faciès granulométriques de la fraction fine

Echantillon	Profondeur	Argile	Silt			
			Très fin	Fin	Moyen	Grossier
		0 - 4 µm	4 - 8 µm	8 - 16 µm	16 - 30 µm	>30 µm
P2	2.9	13	9	17	26	35
P3	4.1	10	7	15	25	43
V9	3.1	6	4	5	14	71
Aj11	5.4	6	5	7	20	62

D'après les teneurs des différentes composantes de la fraction fine, on remarque que le pourcentage du silt est plus important que celui de l'argile. Le pourcentage de l'argile varie de 6% à 13%, alors que celui du silt varie de 87% à 94%. Les teneurs de l'argile les plus importantes sont localisées dans le port de pêche de Zarzis.

ANALYSE MINÉRALOGIQUE

1- Minéraux non argileux

L'analyse minéralogique des sédiments superficiels par diffraction aux rayons X montre que les principaux minéraux non argileux sont le Quartz, la Calcite, la Calcite magnésienne, le Feldspath (Rutile), la Dolomite et l'Halite (figure 7).

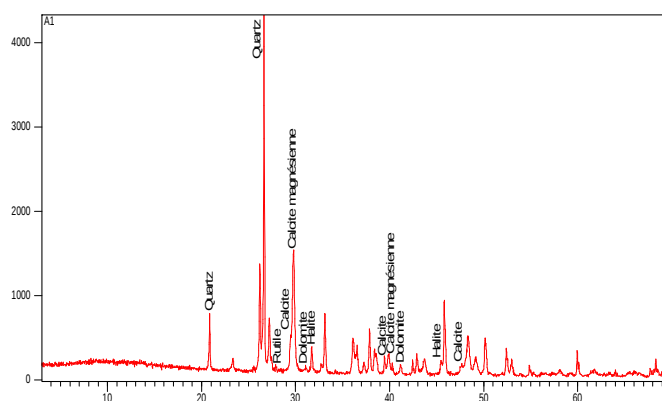


Figure 7: Diffractogramme aux rayons X des minéraux non argileux

- Le Quartz est le minéral le plus dominant. Il présente les plus fortes teneurs qui varient entre 12% et 91% (figure 8). Les teneurs du quartz diminuent en allant vers le large. Le Quartz aurait pour origines l'érosion de la formations géologiques limitrophes, les apports éoliens et es apports fluviatiles terrigènes détritiques.
- La Calcite magnésienne présente des teneurs comprises entre 3% et 54% (figure 8). Les teneurs les

plus élevées de la calcite et la calcite magnésienne sont localisées vers le large. Ces minéraux auraient pour origine les débris coquilliers présent dans le secteur d'étude. La Calcite et la Calcite magnésienne peuvent être transportées par les cours d'eau.

- La Dolomite et les Feldspaths (Rutile) ont des teneurs qui varient entre 0% à 24% de l'échantillon total. Ces minéraux sont présents dans tout le secteur étudié. Ils auraient pour origine les apports détritiques terrigènes qui affleurent dans l'arrière pays.

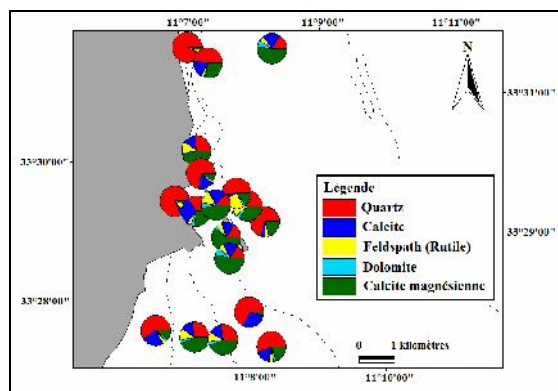


Figure 8: La répartition des pourcentages des minéraux non argileux

2- Minéraux argileux

L'analyse des minéraux argileux n'a été possible que dans quelques échantillons à cause du nombre réduit d'échantillons ayant une proportion appréciable de la fraction inférieure à 4 μm . L'analyse par diffraction X des argiles a permis d'identifier les minéraux suivants : Illite, Kaolinite et Chlorite (tableau IV)

Tableau IV: Pourcentage des minéraux argileux dans les sédiments de surface

Echantillon	Illite	Kaolinite	Chlorite
P3	55	24	21
P2	79	10	11
V9	74	12	14
Aj11	95	2	3

La Kaolinite, l'Illite et le Chlorite sont localisés dans la plage sous-marine à des profondeurs allant de 5 à 10 m. La répartition de ces minéraux argileux permet de constater que l'Illite est le minéral le plus abondant (tableau IV). Il présente une teneur comprise entre 55% et 95 %, alors que les teneurs de la Kaolinite et du Chlorite sont faibles.

Le dépôt de l'illite se fait par gravité vue sa taille relativement grande. Il tend à se déposer dans les secteurs les plus calmes.

La Kaolinite héritée des formations géologiques bordières. Ce minéral est associé aux sédiments ayant un faciès typique de décantation (faible hydrodynamisme).

Le dépôt du Chlorite s'effectue en général à la faveur d'un phénomène de floculation électrochimique ou organon-minérale.

CONCLUSION

Les analyses granulométriques et minéralogiques ont pu montrer le rôle important que joue la jetée du port de pêche de Zarzis sur la dynamique sédimentaire dans la région.

Ces analyses ont pu montrer les conclusions suivantes :

- Les courbes cumulatives des sables des petits fonds de la plage sous-marine montrent que les sables sont transportés dans un milieu plus au moins agité avec évacuation des particules vers le large par les courants de retour.

- L'analyse granulométrique des sédiments de surface prélevés au voisinage du port de pêche de Zarzis montre que la plage sous-marine est tapissée par des sables fins, des sables moyens et des sables grossiers. Ces sables sont mal classés à modérément classés. Ils sont transportés, essentiellement, par charriage et par suspension gradée.

Les sables fins couvrent la partie amont du port de pêche et aussi l'aval de la jetée du port. La jetée du port de pêche de Zarzis joue un rôle très important sur la dynamique des sédiments au voisinage du port. En effet, elle piège les sédiments fins à l'amont. La houle de direction nord-est transporte ces sédiments fins à l'aval de la jetée pendant les grandes tempêtes.

- Les sables des petits fonds ne montrent pas un grano-classement net des grossiers vers les fins de la côte vers le large. Ceci est dû à l'existence d'une énergie importante causée par la houle de direction nord-est et de la marée qui est importante dans la région.

- L'analyse microgranulométrique a montré l'existence des argiles et des silts à des proportions variables. Les sédiments fins sont transportés par suspension dans un milieu calme ou ils sont transportés par un courant de turbidité.

- L'analyse minéralogique montre que les minéraux non argileux les plus abondants sont le Quartz qui provient essentiellement de l'érosion des formations géologiques limitrophes et des apports éoliens et hydriques, la Calcite magnésienne et la Calcite qui ont pour origine les apports détritiques et les débris des coquilles, le Feldspath (Rutile) et la Dolomite (avec des faibles pourcentages).

- Les minéraux argileux sont constitués d'Illite de la Kaolinite et du Chlorite. Le minéral le plus abondant est l'Illite qui provient des apports solides transportés par les cours d'eaux limitrophes de la lagune de Boughrara.

La dynamique sédimentaire de la frange littorale de Zarzis est liée essentiellement à la houle de direction nord-est qui peut devenir très vulnérable et transporte les sédiments fins de l'amont à l'aval de la jetée. Elle est liée aussi à la marée qui est très importante dans cette région du golfe de Gabès

La jetée du port de pêche de Zarzis joue le rôle d'un mur de soutènement dont les sédiments transportés par la houle de direction Est et Nord-Est sont piégés dans la partie amont du port. Ces sédiments sont transportés par la houle à l'aval de la jetée pendant les saisons des grandes tempêtes.

Le phénomène d'érosion est du essentiellement à la forte énergie des houles et à la marée. Il est lié fortement à l'intervention de l'homme par les constructions balnéaires près de la plage (port de pêche, le port commercial et la construction balnéaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Atoui A., Mouldi B. et Chérif S. (2011), Contribution à l'étude hydrodynamique sédimentaire de la frange littorale de Zarzis (Tunisie), Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime, EDITION 2, TANGER, MAROC.
- Barusseau, J.P., Venec-Peyre, M.T., 1973. Interprétation des vasières de la plateforme Sud-Armoricaine (Golfe de Gascogne). C. R. Acad. Sci. Paris 18, 2505–2508.
- Brahim, M., Atoui, A., Sammari, C., Aleya, L., 2014. Surface sediment dynamics along the eastern coast of Djerba Island (Gabes Gulf, Tunisia). J. Afr. Earth Sci. 92, 45–54.
- Bouaziz, S., Jedoui, Y., Barrier, E., Angelier, J., 2003. Néotectonique affectant les dépôts marins tyrrhéniens du littoral sud-est tunisien: implications pour les variations du niveau marin. C. R. Géosci. 335, 247–254.
- Delaune, M., Reiffsteck, M., Feller, C., 1991. L'analyse de sols et sédiments à l'aide du microgranulomètre «Sedigraph 5000 ET». Comparaison avec la méthode «pipette Robinson». Cah. Orstom, Sér. Pédol. 26, 183–189.
- Deng, Y., White, G.N., Dixon, J.B., 2009. Soil Mineralogy Laboratory Manual. 11th ed. Published by the authors, Department of Soil and Crop Sciences. Texas A&M University, College Station, Texas, pp. 77843–2474.
- Desprairies, A., 1974. Degré de représentativité des groupes de grains dans le rythme. Bull. Soc. Geol. De Fr. 7 XVI, p. 624.
- Direction Générale des Ressources en Eau (1992), Ministère de l'Agriculture, Publication de la Ressources en Eau De Tunisie N°13.
- Direction Générale des Services aériens et maritimes (1995-1997), L'étude de protection du littoral Tunisien contre l'érosion marine, phase I, rapport2, Actualisation des données météorologiques et de simulation de la houle.
- Direction générale des services aériens et maritimes (1997), Etude d'extension du port de commerce de Zarzis, recueil des données de base et étude comparative des variantes.
- Folk, R., Ward, W., 1957. Brazors river bars, a study in significance of grain size parameters. J. Sedim. Petrol. 27, 13–27.
- Garlan, T., 2004. Apports de la modélisation dans l'étude de la sédimentation marine récente. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université des Sciences et Techniques de Lille, 196 pp.
- Jedoui, Y., 1980. Etude hydrologique et sédimentologique d'une lagune en domaine méditerranéen: Le bahiret el Boughrara (Tunisie). Thèse de 3ème cycle. Université de Bordeaux I, 190 pp.
- Jedoui Y. (2000), Sédimentologie et géochronologie des dépôts littoraux quaternaires : reconstitution des variations des paléoclimats et du niveau marin dans le Sud-est tunisien. Faculté des sciences de Tunis, 338p.
- Lafond, L.R., 1965. Etudes littorales et estuariennes en zone tropicale humide. Thèse de Doctorat d'Etat, Orsay, 201pp.
- Lafond, L.R., 1953. Sur l'évolution granulométrique des sédiments dans le Bassin de la Vilaine. Bull. Soc. Geol. De Fr. 6, 75p
- Masmoudi, S., Yaich, Ch., Kamoun, M., 2005. Evolution et morphodynamique des îles barrières et des flèches littorales associées à des embouchures microtidales dans le Sud-Est tunisien, Bulletin de l'institut Scientifique, section Sciences de la Terre, pp. 65–81.
- Masmoudi S. (2010), Evolution morphologique sédimentologique et variation du niveau de la mer de l'holocène à l'actuel : cas du système de côtes barrières de Jerba-Zarzis (Sud-est tunisien). Faculté des sciences de Sfax, Tunis, 307p.
- Miossec, J.M., Paskoff, R., 1979. L'érosion des plages dans le sud tunisien: exemples à Jerba (côte est et sud-est) et à Zarzis. Revue Tunisienne de Géographie 2, 137–155.
- Oueslati, A., 2004. Littoral et aménagement en Tunisie. Des enseignements de l'expérience du vingtième siècle et de l'approche géoarchéologique à l'enquête prospective. Faculté des Sciences humaines et Sociales Tunis. ISBN 534p.
- Paskoff R. (2004), L'érosion des côtes : le cas des plages de l'île de Djerba (Tunisie), la houille blanche/N°1-2004.

- Paskoff R. (2010), Les littoraux : impact des aménagements sur leur évolution, Géographie, ARMAND Colin, 3^{ème} collection.
- Paskoff, R., Sanlaville, P., 1978. Sur l'origine de la formation Tlêt et sa place dans la stratigraphie du Quaternaire récent de la région de Jerba-Zarzis (Sud tunisien). C.R. Acad. Sci., Paris, Série D, t.287(14), pp. 1265–1268.
- Rekik, A., Drira, Z., Guermazi, W., Elloumi, J., Maalej, S., Aleya, L., Ayadi, H., 2012. Impacts of an uncontrolled phosphogypsum dumpsite on summer distribution of phytoplankton, copepods and ciliates in relation to abiotic variables along the near-shore of the southwestern Mediterranean coast. Mar. Pollut. Bull. 64, 336–346.
- Rivière, A., 1952. Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. Bull. Soc. Géol. Fr. 61, 155.
- Rivière, A., 1953. Méthode d'interprétation des granulométries des sédiments meubles. Rev. Inst. Fr. du Pétrole et Annales des combustibles liquides, vol. 8, pp. 102–1952.
- Roberge, C., Long, B., 2003. Etude de l'estimation de transport sédimentaire sur le littoral Nord-Est de Jerba, Tunisie, Conférence canadienne sur le littoral, 17pp.
- Sammari, Ch., Koutitonsky, V.G., Moussa, M., 2006. Sea level variability and tidal resonance in the gulf of Gabes, Tunisia. Cont. Shelf Res. 26, 338–350