

La géomorphologie de la plage de Sidi Bouzid (littoral atlantique marocain) : étude sédimentologique et minéralogique de ses sables et action anthropique

Soukaina KHOUAJA, Mohamed OUADIA, and El Mehdi IRZAN

Laboratoire Géosciences et Techniques de l'Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université Chouaib Doukkali, El Jadida, Maroc

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The multidisciplinary study of the beach in Sidi Bouzid is responsible for the implementation of its deposits dynamics is closely linked to the geomorphology and anthropogenic action within this range. It reveals a spatio-temporal variation of the marine dynamics. Indeed, sea erosion is very strong to the NNE and foreshore of the beach as well as in winter. However, sedimentation is well-developed in the SSW from the beach and at the level of the dune in the summer. The origin of sediments may be the Cretaceous limestones of the bedrock and Paleozoic metamorphic terrains of Jacqueline or magmatic Sidi Saïd Maachou. The transit of sediments is through the Oum Rbia node and then by the littoral drift. Therefore the aggressiveness of the dynamic marine and anthropogenic action, in relation especially with tourist activity, too influenced the geomorphology of the beach.

If no precautions are taken and the laws, the development of coastal areas, are respected in this fragile and sensitive area, the consequences would be catastrophic, medium and long term, both on this beautiful beach, its environment and its socio-economic value.

KEYWORDS: Coastal, beach of Sidi Bouzid, geomorphology, sedimentology, mineralogy, dynamic marine, anthropic action, planning, spatial and temporal evolution.

RESUME: De l'étude multidisciplinaire de la plage de Sidi Bouzid ressort que la dynamique responsable de la mise en place de ses dépôts est étroitement liée à la géomorphologie et à l'action anthropique dans cette plage. Elle révèle une variation spatiotemporelle de la dynamique marine. En effet, l'érosion marine est très forte au NNE et à l'estran de la plage ainsi qu'en hiver. Cependant, la sédimentation est bien développée au SSW de la plage et au niveau de la dune en été. L'origine des sédiments peut être les calcaires crétacés du substratum et les terrains métamorphiques paléozoïques de Boulaouane ou magmatiques de Sidi Saïd Maachou. Le transit des sédiments se fait par le biais de l'Oued Oum Rbia puis par la dérive littorale. L'action anthropique, en relation surtout avec l'activité touristique, a trop influencé la géomorphologie de la plage et par conséquent l'agressivité de la dynamique marine.

Si aucune précaution n'est prise et les lois, relatives à l'aménagement des littoraux, ne sont respectées dans cette zone fragile et sensible, les conséquences seraient catastrophiques, à moyen et à long terme, à la fois sur cette belle plage, sur son environnement et sur sa valeur socio-économique.

MOTS-CLEFS: Littoral, plage de Sidi Bouzid, géomorphologie, sédimentologie, minéralogie, dynamique marine, action anthropique, aménagement, évolution spatiotemporelle.

1 INTRODUCTION

Au Sud-Ouest d'El Jadida, la plage de Sidi Bouzid est une des belles plages marocaines préférée par le tourisme national et international. Economiquement, en plus du tourisme, il s'y développe la pêche littorale et la récolte des algues rouges « Agar-agar ». Etant donné qu'aucune étude détaillée de sa morphologie et de ses sables n'est auparavant faite, ce travail a comme

but de contribuer à mettre en exergue les caractéristiques morphologiques de cette plage et de ses profils. Il vise aussi à faire une étude sédimentologie et minéralogique de ses sables.

C'est une étude pluridisciplinaire qui permettra de mettre en relief les caractéristiques de divers facteurs, et leur interaction, agissant sur cette plage et son environnement dont la morphologie, la dynamique, le climat sans oublier l'action anthropique. L'origine des sédiments qui alimentent cette plage ainsi que l'évolution spatiotemporelle de cette dernière sont également discutées.

2 SITUATION GEOGRAPHIQUE CARACTERISTIQUES DU SITE

La plage de Sidi Bouzid fait partie de la côte atlantique marocaine, elle est limitée au Nord-Est par la ville d'El Jadida et au Sud-Ouest par la commune de Moulay Abdellah. Ses coordonnées Lambert sont : 33°13'19.97''Nord / 8°33'27.57''Ouest et 33°13'51.94''Nord / 8°33'17.04''Ouest.

Cette plage, sous forme de baie, s'étend sur une distance d'environ 1,1 km et limitée au NNE par une petite digue (en relation avec un petit port) et au SSW par une falaise vive d'une hauteur qui peut atteindre 10 m, abrupte et formée de calcaire d'âge crétacé. Perpendiculairement à la côte, la plage est composée de l'estran, du haut de plage et d'une dune, plus ou moins, végétalisée.

Une corniche, avec des allées, la limite du côté est. L'accès à cette plage se fait via plusieurs escaliers construits en béton perpendiculairement à la ligne de rivage (Fig.1).



Figure 1 : Situation géographique de la baie de Sidi Bouzid (photo Google Earth)

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux missions d'échantillonnage ont été effectuées, l'une en l'hiver et l'autre en l'été. Perpendiculairement à la côte, trois profils ont été levés (Nord, centre et Sud de la baie) et neuf échantillons ont été prélevés (trois par profil au niveau de : estran, haut de plage et dune) pendant chaque mission.

Chaque échantillon a fait l'objet d'une étude granulométrique selon les normes d'AFNOR (fraction de taille entre 1,25 mm et 0,050 mm) mais auparavant, les échantillons sont attaqués par l'acide chlorhydrique puis rincés, séchés, pesés et ensuite tamisés dans une colonne de 11 tamis. Le refus de chaque tamis est pesé. Les données sont traitées pour déduire des pourcentages simples et cumulés qui serviront à tracer des courbes granulométriques. Ces dernières permettent de déduire des paramètres et de calculer des indices granulométriques [1].

D'autre part, on a pu calculer le taux total des carbonates (suite à l'attaque totale des carbonates par l'acide chlorhydrique). La détermination des minéraux lourds, précédée par leur séparation en fonction de leur densité (grâce au Bromoforme : $d=2,89$), permet aussi leur quantification qui donne lieu à des graphiques facilitant l'étude quantitative de ceux-ci.

Enfin une évolution spatiotemporelle de toutes les données est déduite en comparant les graphiques entre eux.

4 RÉSULTATS

4.1 ETUDE GÉOMORPHOLOGIQUE

4.1.1 MORPHOLOGIE DE LA PLAGE

En général, peu de travaux géomorphologiques, d'autant plus élémentaires, intéressaient la plage de Sidi Bouzid dont les travaux de [2], [3], [4]. Notre étude vient développer ce côté en montrant que cette plage de Sidi Bouzid a une forme hétérogène. Elle est parabolique (baie) dissymétrique et très concave au NNE par rapport au SSW. Les deux pointes (extrémités de la baie) sont, également, dissymétriques. Celle au NNE est saillante mais moins haute, présentant des rochers dans sa partie immergée, et celle du SSW est plus haute. La zone englobant l'estran et le haut de plage est plus étroite au NNE (35 m de largeur) que dans le SSW (60 m de largeur). Les vagues sont légèrement obliques vis-à-vis la ligne du rivage dans le secteur SSW par rapport au secteur NNE.

Dans le temps, la comparaison des deux photos Google Earth (2001 et 2015) prises pendant les mêmes saisons (étés : mois de juillet et mêmes périodes lunaires : derniers quartiers lunaires et lors des marées des mortes-eaux) révèle que la dynamique marine influence la morphologie de la baie de Sidi Bouzid de trois manières. Au NNE, c'est l'érosion qui domine, au SSW, c'est la sédimentation qui l'emporte sur l'érosion. Par contre au centre, on note une sorte de compensation entre l'érosion et la sédimentation. Ces constatations sont prouvées par l'évolution de la baie qui est matérialisée par la tendance au rétrécissement de sa zone NNE et le développement de sa zone SSW (Fig.2).

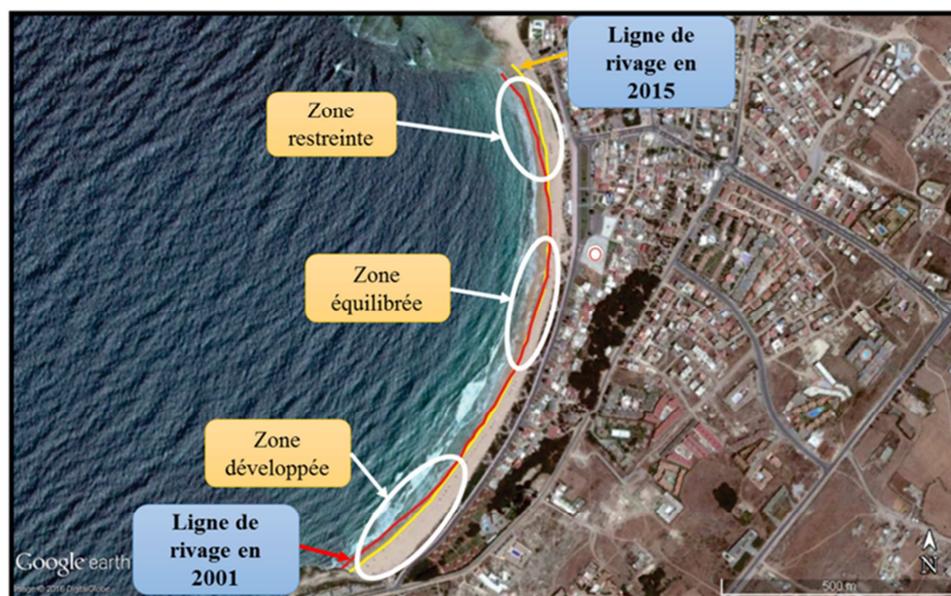


Figure 2 : Evolution de la ligne du rivage de la baie de Sidi Bouzid entre 2001 et 2015 (photos Google Earth)

4.1.2 PROFILS

Dans cette zone d'étude des profils de plage est entamée pour la première fois (à l'exception de quelques études de profils de plage dans la zone avoisinante « Haouzia » faites par [5]). Les profils de plage, dans notre zone de Sidi Bouzid, sont hétérogènes et montrant une variation dans l'espace et dans le temps. Ils sont moins développés au NNE et au SSW par

rapport au centre de la plage. L'écart, le plus important, de l'altitude de ces derniers est celui du centre et le plus petit est celui du secteur SSW de la plage. La berme est plus individualisée en hiver surtout pour le secteur centre et NNE. Les profils de l'été sont, en général, plus hauts (accrétion) que ceux de l'hiver, à l'exception du centre où au contraire, ils sont moins hauts que ceux de l'hiver.

Le NNE bénéficie d'une sédimentation importante en été plus que les autres secteurs surtout au niveau de la dune. Le centre de la plage, au contraire, s'érode davantage, en été par rapport aux autres secteurs (Fig.3).

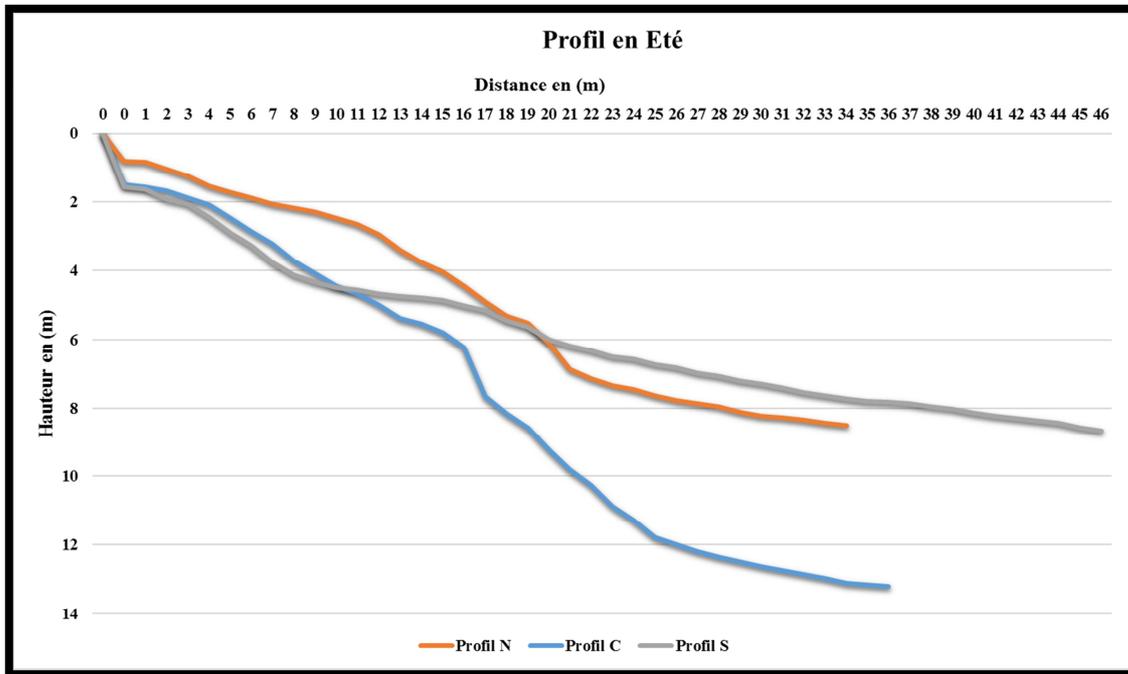


Figure 3 : Les profils (en été) de la plage de Sidi Bouzid.

4.2 ETUDE SÉDIMENTOLOGIQUE

4.2.1 CALCIMÉTRIE

L'analyse des carbonates montre que dans l'ensemble, leur taux, dans les sédiments, est important et peut atteindre 99% dans l'estran au centre de la baie.

Au SSW, il est plus élevé vis-à-vis le centre et au NNE. Concernant la variation saisonnière, ce dernier est élevé en hiver plus qu'en été surtout au SSW mais aussi au centre de la plage où est enregistré le maximum. Cependant, perpendiculairement à la plage, c'est dans le haut de plage où est enregistré le taux des carbonates le plus important pendant l'hiver et dans l'estran pendant l'été (Fig.4).

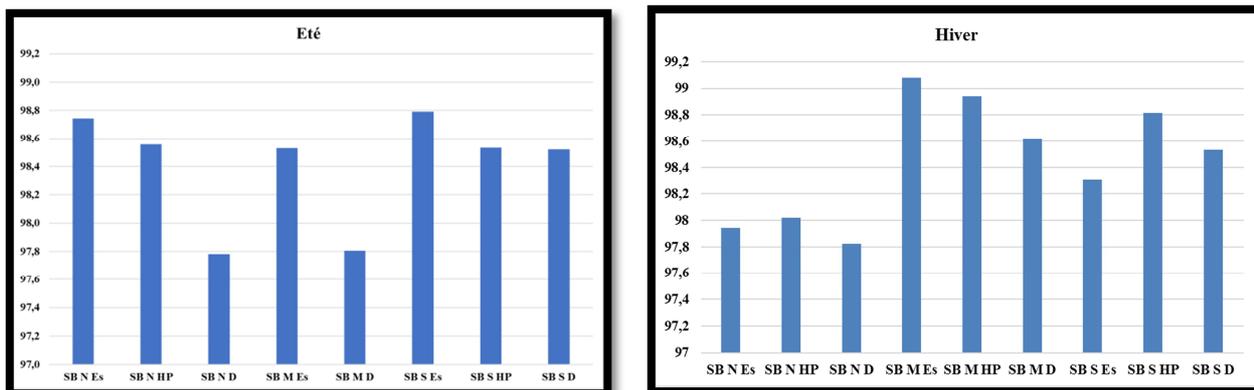


Figure 4 : Evolution saisonnière du taux des carbonates dans les sables de la plage de Sidi Bouzid. (SB N Es : Sidi Bouzid nord estran ; SB N H : Sidi Bouzid nord haut de plage ; SB N D : Sidi Bouzid nord dune ; SB C Es : Sidi Bouzid centre estran ; SB C H : Sidi Bouzid centre haut de plage ; SB C D : Sidi Bouzid centre dune ; SB S Es : Sidi Bouzid sud estran ; SB S H : Sidi Bouzid sud haut de plage ; SB S D : Sidi Bouzid sud dune)

4.2.2 GRANULOMÉTRIE

➤ Courbes granulométriques

Plus que la moitié des échantillons analysés présentent des courbes granulométriques simples polymodales. Au NNE, le nombre de modes est important (maximum quatre : dune au NNE) par rapport au SSW. Perpendiculairement à la plage, ce sont les courbes granulométriques des échantillons de l'estran et de la dune qui présentent un nombre de modes important vis à vis celui des courbes des échantillons du haut de la plage. En fonction des saisons, c'est à l'hiver que les courbes sont plus polymodales par rapport à l'été.

La texture des sédiments est relativement forte au SSW par rapport au NNE. Perpendiculairement à la plage, la texture des sédiments de l'estran et de la dune est plus élevée en comparaison à celle du haut de plage. En fonction des saisons, c'est à l'hiver où la texture des sédiments est grossière le long de toute la plage (Fig.5).

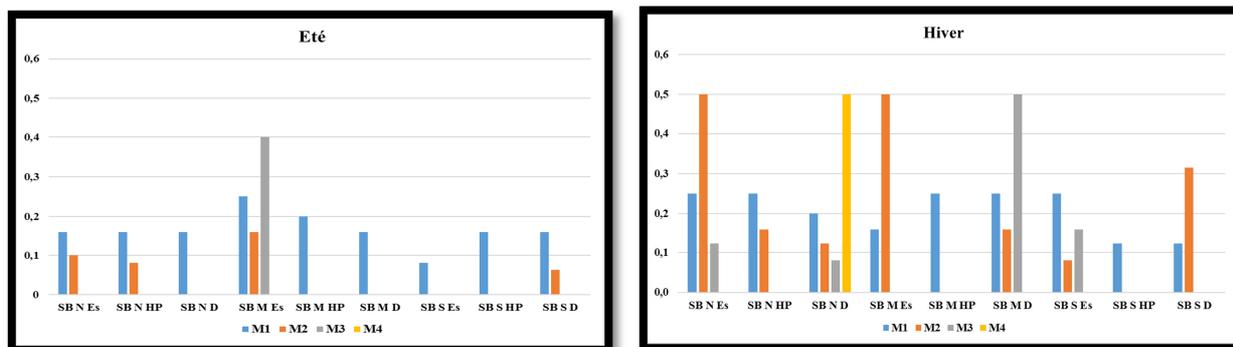


Figure 5 : Evolution saisonnière des modes des sables de la plage de Sidi Bouzid

➤ Paramètres granulométriques

La valeur des paramètres granulométriques est élevée au NNE par rapport au SSW. Perpendiculairement à la plage, la valeur des paramètres granulométriques des sédiments de l'estran et du haut de la plage est plus élevée en comparaison à celle de ceux de la dune. En fonction des saisons, c'est à l'hiver où la valeur des paramètres granulométriques est élevée par comparaison à celle l'été (Fig.6).

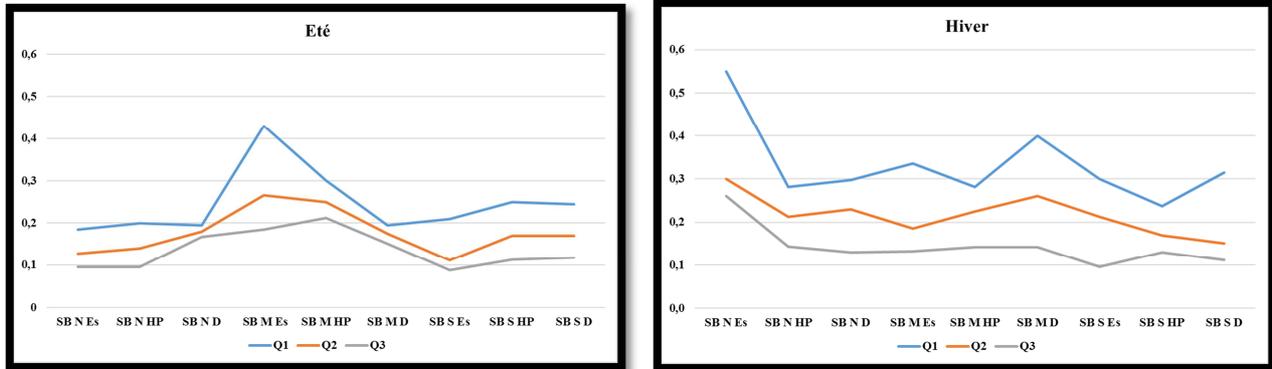


Figure 6 : Evolution saisonnière des paramètres granulométriques (Q1, Q2 et Q3).

➤ Indices granulométriques

- sorting index (So)

So est, en gros, compris entre 1 et 2,5. Du NNE au SSW, les valeurs de So diminuent. Transversalement à la plage, on note une légère augmentation des valeurs de So de l'estran vers la dune. Quant aux variations saisonnières, les valeurs de So de l'hiver sont plus importantes par rapport à celle de.

- Skewness (Sk)

SK est généralement au tour de 1. Du NNE au SSW, les valeurs de Sk diminuent. Perpendiculairement à la plage, les valeurs de Sk augmentent en allant de l'estran vers la dune. Les valeurs de Sk montrent un net contraste entre l'hiver et l'été (Fig.7).

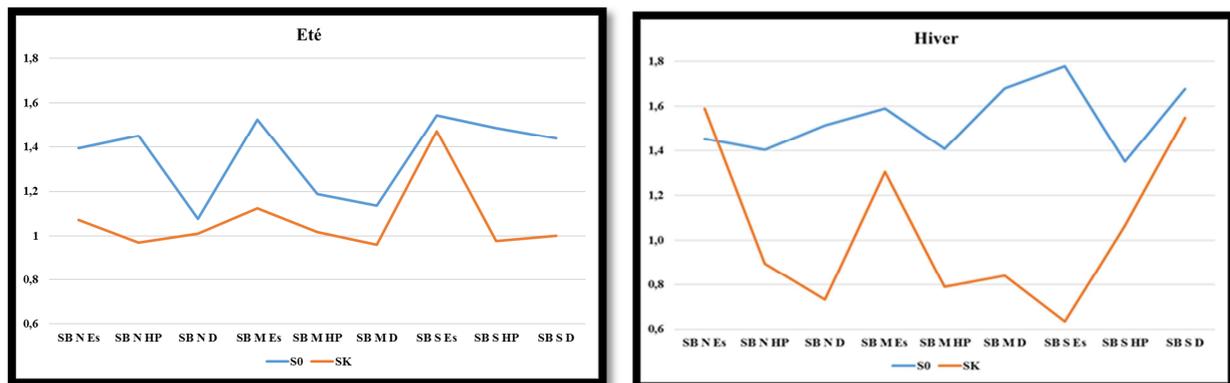


Figure 7 : Evolution saisonnière des indices granulométriques (So et Sk)

4.3 ETUDE MINÉRALOGIQUE (MINÉRAUX LOURDS)

Les minéraux lourds des sédiments de la plage de Sidi Bouzid présentent un cortège minéralogique varié de point de vue quantité et qualité.

Les micas, le disthène et le pyroxène prédominent nettement les autres minéraux. Une tendance à la diminution du taux des micas et du disthène est remarquable du NE au SW, de l'estran au haut de plage. Cette diminution du taux de ces minéraux est aussi nette, transversalement à la cote, de l'estran vers la dune (Fig.8).

La teneur pondérale des minéraux lourds oscille, en général, entre 0,18 et 0,62. Les valeurs de cette teneur sont élevées au NNE par rapport au SSW. Perpendiculairement à la plage, les valeurs de la teneur pondérale montrent, en particulier dans le SSW, une nette diminution en allant de l'estran vers la dune.

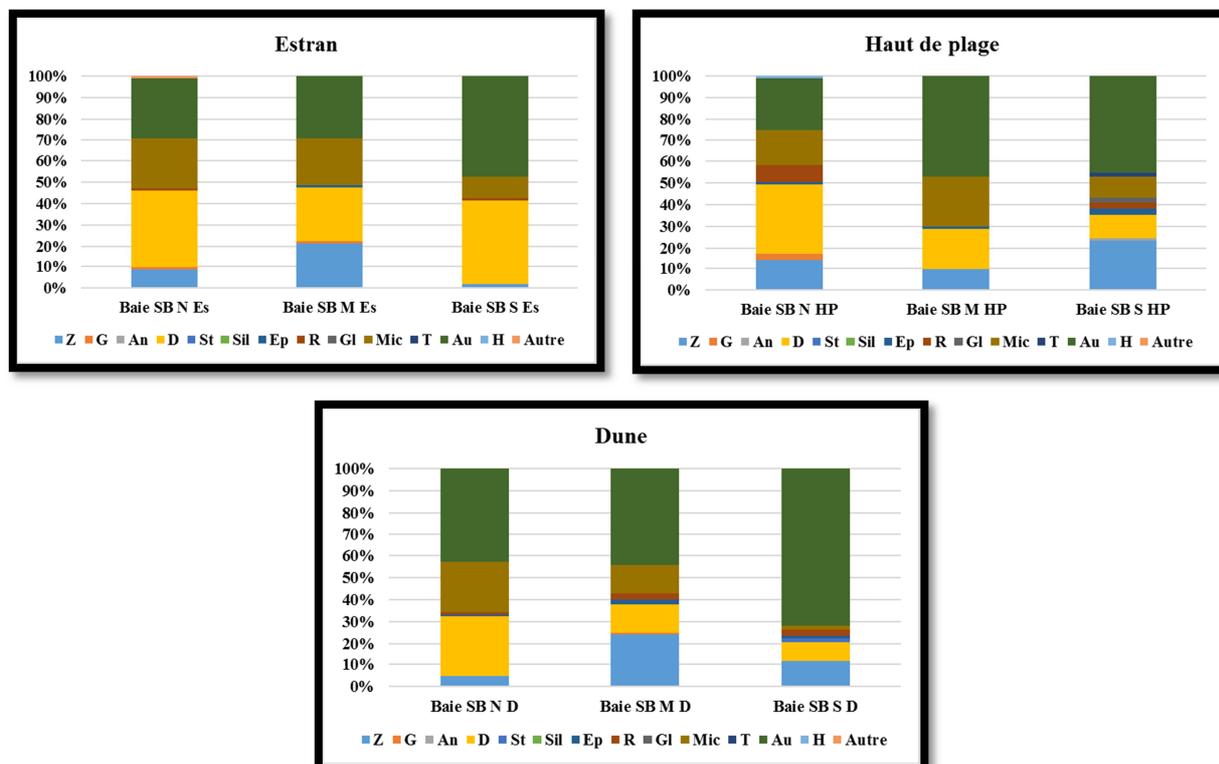


Figure 8 : Evolution du cortège des minéraux lourds des sédiments de la plage de Sidi Bouzid.

4.4 ACTION ANTHROPIQUE

La plage de Sidi Bouzid est fortement exploitée transversalement pour faire aboutir de nombreux canaux de rejet d'eau de pluie (dont deux principaux au centre et au SSW de la baie). Par conséquent l'eau affecte la partie affleurant de la dune, le haut de plage et l'estran dans plusieurs endroits. En outre, des escaliers, mal conçus, et leur restauration répétée chaque année (fin printemps) fragilisent et fragmentent les formations de cette plage en particulier sa dune dont 10% de sa surface est occupée (par des escaliers, des douches et des WC) ou artificialisée (Fig.9 et 10).



Figure 9 : Action anthropique sur la station balnéaire de Sidi Bouzid

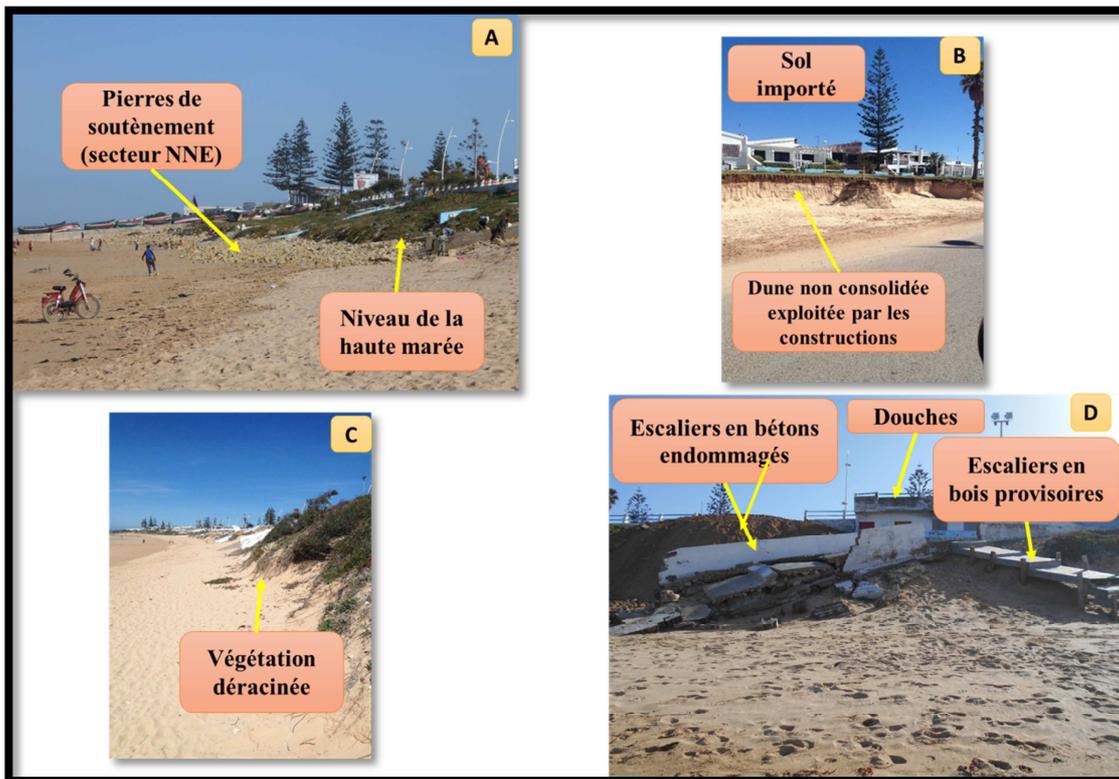


Figure 10 : Action anthropique (A : soutènement ; B : constructions abusives ; C : végétation déracinée ; D : destruction des escaliers)

5 INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

5.1 ETUDE GÉOMORPHOLOGIQUE

5.1.1 MORPHOLOGIE DE LA PLAGE

Dans l'espace, la morphologie de la plage, hétérogène, parabolique et dissymétrique reflète certainement l'interaction de plusieurs facteurs en relation avec la paléogéographie (ampleur de la baie et la qualité des pointes l'encadrant), la topographie (variable dans l'espace et dans le temps), la dynamique marine et éolienne et l'action anthropique comme dans le cas du littoral Jemaa ouled Ghanem [6], [7]. Des constatations similaires sont faites dans d'autres endroits du littoral atlantique [8], [9], [10]. En effet, l'étroitesse de la plage au NNE fait de cette dernière, à cet endroit, un espace non suffisant pour recevoir assez de sédiments marins. Cependant au SSW, la hauteur élevée de la falaise et son exposition importante et perpendiculaire à la direction du transit des sédiments rendent le centre favorable à la sédimentation. Dans le temps (entre 2001 et 2015) ces constatations se confirment.

5.1.2 PROFILS

L'hétérogénéité des profils de plage signifie l'action de plusieurs facteurs et leur variation spatiotemporelle. Dans l'espace, la longueur et l'écart d'altitudes faibles des profils de plage au NNE témoignent du taux de sédimentation faible vis-à-vis le SSW. La berme est plus individualisée en hiver surtout pour le secteur centre et NNE et par conséquent l'érosion est forte à ces niveaux.

La variation du taux de la sédimentation révèle que, le NNE bénéficie de plus de sédiments en été que les autres secteurs au niveau de la dune et le secteur centre, au contraire, s'érode bien en hiver par rapport aux autres secteurs en été.

L'évolution saisonnière montre que les profils de plage de l'été, contrairement à ceux de l'hiver, témoignent que la sédimentation l'emporte sur l'érosion, le long de la plage, à l'exception du centre où une érosion affecte le bas du profil. Ce qui reflète la faible agressivité de la dynamique marine et l'activité de la dynamique éolienne pendant l'été. L'érosion du bas du profil au centre de la baie peut s'expliquer par une convergence des deux dynamiques opposées (dérive littorale venant du NNE et déferlement des vagues venant du SSW) mais aussi probablement par l'action anthropique liée à la concentration du maximum des estivants en été ainsi que les travaux de restauration saisonniers à cet endroit.

La berme est bien individualisée à l'hiver, en particulier au NNE, Elle reflète l'impact de la dynamique marine forte lors des tempêtes de l'hiver sur l'érosion de l'estran, du haut de plage et de la partie frontale de la dune. Cas d'autres zones littorales à fortes énergies [5], [11], [12], [13], [14]. Par contre, c'est la dune du même secteur qui s'alimente plus en été par rapport aux autres endroits suite probablement à son exposition au vent dominant de direction SSW.

Dans l'espace, l'étroitesse de la plage de Sidi Bouzid est due principalement à l'occupation d'environ 85 % de sa dune par des constructions, des voies et des infrastructures en relation avec l'activité touristique ce qui permet à cette plage de ne plus jouer, naturellement, son rôle d'une manière équilibrée. Par conséquent, cette action anthropique à laquelle s'ajoutent les changements climatiques aggrave encore plus la stabilité de cette plage.

5.2 ETUDE SÉDIMENTOLOGIQUE

5.2.1 CALCIMÉTRIE

Les taux assez élevés des carbonates dans les sédiments, au long de toute la plage, témoignent d'une part de la proximité de source riche en carbonates (substratum crétacé et falaise avoisinant le site) mais aussi le développement des organismes coloniaux à test carbonatés sur les rochers calcaires ou calcarénitiques abondant sur la plateforme immergée.

Le Taux fort des carbonates au SSW s'explique à la fois par la présence de la falaise à formation calcaire crétacé fortement exposée à l'érosion et à l'action d'obstacle qu'elle joue pour arrêter, et faire accumuler, les sédiments riches en carbonates venant du NNE via la dérive littorale. En fonction des saisons, le taux élevé des carbonates pendant l'hiver s'explique par l'érosion marine importante du substratum et de la falaise provoquée par les tempêtes et l'agitation marine. Pendant l'été, le taux élevé des carbonates dans les sédiments de la dune est due à l'alimentation de cette dernière par la reprise de débris de coquilles concassées à partir de l'estran et du haut de plage, qui en sont enrichis pendant l'hiver, par le vent.

5.2.2 GRANULOMÉTRIE

➤ Courbes granulométriques (Simples et cumulées)

La polymodalité des courbes granulométriques simples montre que les sédiments sont hétérogènes. Cependant du NNE au SSW, les courbes tendent à être moins polymodales ce qui traduit qu'il y a interaction de plusieurs dynamiques responsables de la mise en place des sédiments de plage au NNE. A ceci peut s'ajouter, au NNE, l'influence des rochers qui peut réfléchir les vagues en créant des turbulences et par conséquent une hétérogénéité des sédiments. Transversalement à la plage, les courbes granulométriques simples des sédiments de la dune sont plus polymodales par rapport à celles des sédiments du haut de plage et de l'estran. Ceci est dû certainement à la reprise, par le vent, des sédiments, du haut de plage et de l'estran, déjà hétérogènes. Leur hétérogénéité qui s'amplifie dans la dune s'explique aussi par de nombreuses fluctuations des directions et des sens du vent. En fonction des saisons, ce sont les courbes granulométriques simples des sédiments de l'hiver qui montrent plus de polymodalités et par conséquent d'hétérogénéité. Ceci traduit l'agitation de la mer et l'agressivité des tempêtes ainsi que de leur irrégularité pendant l'hiver.

➤ Paramètres granulométriques

L'évolution des valeurs des paramètres montre que la texture tend à devenir moins grossière du NNE au SSW prouvant une dynamique forte au NNE suite à une turbulence créée par l'impact des rochers qui réfléchissent les vagues au NNE. Cependant, perpendiculairement à la plage, la texture, grossière au niveau de l'estran, tend à diminuer dans le haut de plage puis dans la dune. On peut expliquer ceci par l'énergie de la dynamique marine qui est plus forte par rapport à celle du vent (quoique ce dernier soit sélectif). Concernant les saisons, c'est à l'hiver où la texture est grossière à part au niveau du haut de plage où celle-ci est grossière pendant l'été. Une autre fois c'est grâce à la force des tempêtes pendant l'hiver mais c'est à cause, également, de l'action anthropique (tourisme et travaux d'aménagement saisonniers) pendant l'été pour le haut de plage.

➤ Indices granulométriques

• So

Les valeurs de (1 à 2,5) témoignent que les sédiments de la plage de Sidi Bouzid sont, généralement, bien classés. Les sédiments au SSW sont déposés grâce à une dynamique relativement moins perturbée par rapport au NNE.

La tendance à l'élévation des valeurs de So de l'estran vers la dune est due probablement à la fluctuation des directions du vent pendant l'été. Les valeurs de So de l'hiver sont plus importantes par rapport à celle de l'été à cause des tempêtes de l'hiver qui rendent la dynamique marine agressive et ne laisse pas les sédiments d'être mieux classés.

• Sk

SK (au tour de 1) témoigne que le bon classement des sédiments intéresse à la fois les sédiments grossiers et fins. La tendance à la diminution de la valeur de SK, en allant du NNE au SSW, est liée à la faiblesse (au SSW) de la dynamique qui favorise le classement préférentiel des sédiments fins. Les fluctuations des directions du vent et le transport sur une très courte distance des sables (étroitesse de la plage : action anthropique) sont témoignés par la tendance à l'augmentation des valeurs de Sk en allant de l'estran vers la dune. Le net contraste des valeurs de Sk entre l'hiver et l'été est en relation avec la forte dynamique de l'hiver favorisant le classement du côté des sédiments grossiers et faible ou éolienne pendant l'été favorisant le classement du côté des sédiments moyens à fins.

5.3 ETUDE MINÉRALOGIQUE (MINÉRAUX LOURDS)

Le cortège des minéraux lourds montre une diversité des minéraux quantitativement et qualitativement pour tous les sédiments de la plage. Les minéraux les plus abondants sont, en particulier, le pyroxène, les micas et le disthène témoignant que leur source est formée, en particulier, de roches métamorphiques et magmatiques bien représentées dans le bassin de Sidi Said Maachou et de Boulaouane en amont. Du NNE au SSW, on remarque une tendance à l'augmentation du pourcentage du disthène et des micas. Ceci est lié au transit des sédiments sous l'influence de la dérive littorale du NNE vers SSW. Transversalement, on constate la même évolution des minéraux de l'Ouest vers l'Est comme le cas du NNE vers SSW. Ce qui montre que les minéraux des dunes proviennent de la reprise de sédiments de la plage (estran et haut de plage).

La teneur pondérale des minéraux lourds oscille, en général, entre 0,18 et 0,62. Les valeurs de cette teneur sont élevées au NNE par rapport au SSW surtout pour le haut de plage témoignant que c'est le NNE qui est le premier servi par la dérive littorale. Perpendiculairement à la plage, les valeurs de la teneur pondérale montrent, en particulier dans le SSW, une nette diminution en allant de l'estran vers la dune à cause du tri sélectif des sédiments repris par le vent (Fig.11).

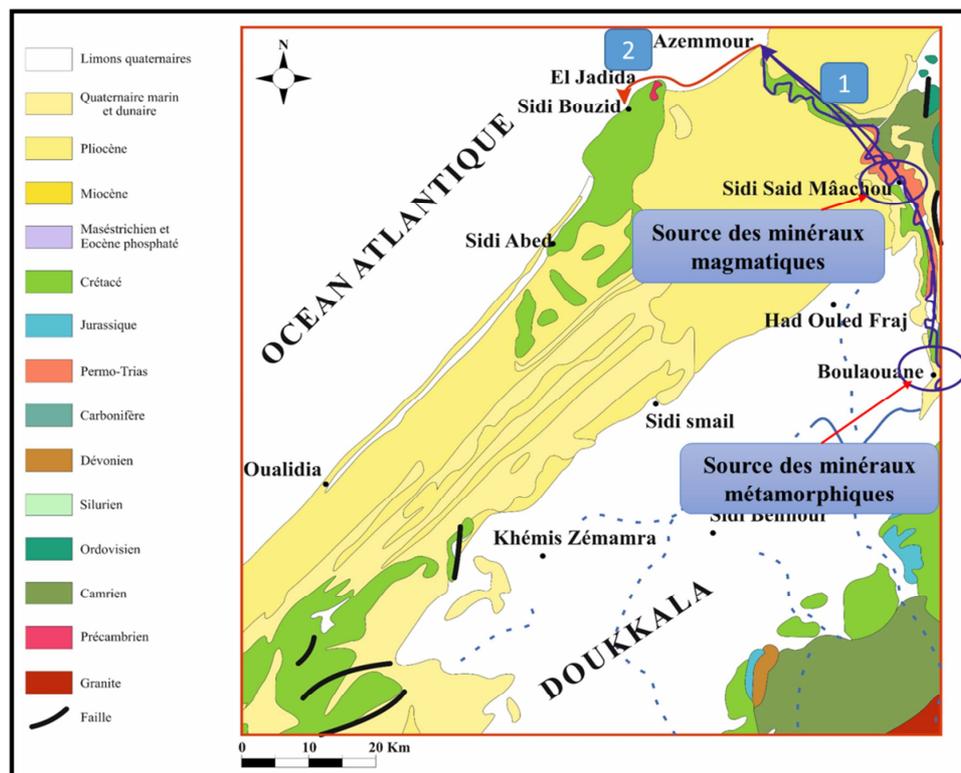


Figure 11 : Origine et transit des minéraux lourds (1 : via Oued Oum Rbia ; 2 : par la dérive littorale)

5.4 ACTION ANTHROPIQUE

En plus de la réduction de la surface de la plage que cause l'action anthropique (construction de la corniche, des bungalows, des restaurants...), cette plage est fragilisée et exploitée transversalement par des escaliers et des canaux d'eau de pluie mal conçus. Ce qui reflète une gestion non intégrée de cette plage faisant partie d'une des belles stations balnéaires marocaines. Ceci ne reste pas sans conséquences environnementales et socio-économiques, néfastes à moyen et à long terme sur cette station.

6 CONCLUSION

Cette étude montre que la morphologie de la plage de Sidi Bouzid est très variable, parallèlement et transversalement à la cote, et ce de point de vue forme parabolique, dissymétrie, étendue, topographie, falaises, déferlement des vagues et interaction des dynamiques marine et éolienne. L'hétérogénéité et la variation spatiotemporelle des profils de plage sont dues à l'action et à l'interaction de plusieurs facteurs dont l'espace, le rapport dynamique marine/éolienne et l'influence des saisons mais aussi grâce à la fragilisation de la dune par les escaliers, les canaux d'eau de pluie et d'autres infrastructures. Dans l'espace, la berme bien individualisée en hiver témoigne d'une érosion marine plus remarquable au NNE où la plage est également étroite.

Les taux, généralement, élevés des carbonates, prouvent qu'ils proviennent de l'attaque, d'autant plus forte en hiver, du substratum calcaire crétacé par la dynamique marine. Ces taux élevés au SSW et dans les dunes (exceptionnellement en été) s'expliquent, respectivement par l'obstacle que joue la falaise au SSW et favorise la sédimentation et du concassement des débris de coquilles accumulés sur la plage avant leur reprise par le vent pendant l'été. Quant à la texture hétérogène des sédiments, au NNE de la plage, dans la dune en été et en hiver (en général) s'explique, respectivement, par l'impact des rochers de la plateforme, des fluctuations des directions du vent et des tempêtes. La texture est grossière au NNE de la plage, en hiver et au niveau de l'estran en été à cause des mêmes facteurs que ceux qui influencent l'hétérogénéité des sédiments à l'exception de l'estran où c'est l'action anthropique (par creusement lors de la restauration au début de chaque été des escaliers menant à la plage qui modifie le profil et influence la dynamique marine).

Au SSW, les valeurs des indices granulométriques reflètent une dynamique moins agressive par rapport par rapport au NNE.

Cependant transversalement à la plage, le mauvais classement des sédiments, tendent à diminuer de l'estran à la dune en passant par le haut de plage. Ceci est expliqué par la nature de l'agent du transport. En effet, le tri des sédiments par le vent est mieux que celui de la dynamique marine.

En relation avec les saisons, les sédiments sont mal classés pendant l'hiver par rapport à ceux de l'été. Ce qui traduit l'action des tempêtes pendant l'hiver rendant la dynamique marine irrégulière.

Les pourcentages élevés de minéraux lourds métamorphiques (micas et disthène) et magmatiques (pyroxène) traduisent la participation, respectivement, des affleurements métamorphiques (quartzites paléozoïques de Boulaouane) et des magmatiques (basaltes permo-triasiques de Sidi Said Maachou) à l'alimentation de la plage de Sidi Bouzid via l'Oued Oum Rbia puis la dérive littorale.

L'action anthropique a trop affecté la plage de Sidi Bouzid par réduction de l'espace de la plage, travaux d'aménagements et de restauration saisonniers, répétitifs et non-respect de lois d'aménagement. Par conséquent, cette plage est devenue très fragilisée en nécessitant une urgente intervention pour la sauvegarder et la protéger.

Enfin, dans la plage de Sidi Bouzid, une nette interaction entre sa morphologie, la dynamique marine et éolienne ainsi que l'action anthropique a été mise en évidence.

REFERENCES

- [1] Vatan A. (1967) Manuel de sédimentologie . Technip Ed . Paris 397 p.
- [2] AKIL M. (1990) – Les dépôts quaternaires littoraux entre Casablanca et Cap Beddouza (Méséta côtière marocaine) – Etudes géomorphologiques et sédimentologiques. Thèse Doc. Es., Fac. Sci, Rabat, 417p.
- [3] ABOUMARIA K., 1993. Les formations quaternaires du Sahel des Doukkala (Meseta occidentale marocaine) : mise en place et évolution post-sédimentaire. Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Mohammed V, Fac. Sci., Rabat, 186 p.
- [4] M. OUADIA, (1998) « Les formations plioquaternaires dans le domaine mésétien occidental entre Casablanca et Safi : Géomorphologie, Sédimentologie, Paléoenvironnements quaternaires et Evolution actuelle » Thèse Doct. d'Etat, Univ. Mohammed V, Rabat, Maroc 319 p.
- [5] CHAIBI M., 2003. Dynamique sédimentaire et morphogenèse actuelle du littoral d'El Jadida (Maroc). Thèse Doctorat Es-sciences, Univ. Aix-Marseille, 235 p.
- [6] OUADIA M. et ABERKAN M. (2003) - Influence des actions naturelle et anthropique sur la Méséta occidentale marocaine (entre El Jadida et Safi). Actes du colloque : Les 2^{ème} journées des Géosciences de l'Environnement, Kénitra, pp. 1-7.
- [7] OUADIA M., ABERKAN M., ABOUMARIA Kh. et NISSOUL A. (2005) - Action anthropique dans la Méséta côtière marocaine (Entre Casablanca et Safi) : depuis le Pléistocène supérieur jusqu'à l'Actuel., 3ème Rencontre des quaternaristes marocains, Marrakech, p. 47.
- [8] ZOURARAH B., 2002. Les processus côtiers actuels et leur impact sur l'environnement littoral des Doukkala (côte atlantique marocaine): Approche hydrodynamique, morphologique. sédimentologique et géochimique. Thèse Doctorat, d'Etat.
- [9] ABERKAN M., ABOUMARIA Kh. et OUADIA M., (2014) – Apport de l'observation du paysage côtier actuel et de l'organisation des séquences littorales sur la paléogéographie du Pléistocène récent au Nord-Ouest du Maroc. Actes RQM6, Tanger, pp. 79-85
- [10] ABERKAN M., ABOUMARIA Kh., ZAGHLOUL M.N. et OUADIA M., (2015) - Dynamique littorale et instabilité des formations quaternaires de la façade atlantique marocaine : Impact sur l'aménagement de la zone costière entre Rabat et Larache (Maroc). RQM8, Nador, pp. 39-40.
- [11] P. BERNATCHEZ et J. M. DUBOIS, (2004) « Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien », Géographie physique et Quaternaire, 58, n° 1, p. 45-71.
- [12] CHAIBI M., SABATIER F., MAANAN M., (2009) « Quantification de transport sédimentaire longshore : application à la baie d'El Haouzia (région d'El Jadida, Maroc) » Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre, 31, 21-27.
- [13] OUADIA M., ABERKAN M. et ABOUMARIA K. (2015) - Le complexe dunaire quaternaire du Jorf Lasfar (Meseta côtière occidentale marocaine) : lithostratigraphie, sédimentologie et néotectonique. Paralia, Vol. 8, N°. 1, pp n02.1–n02.14, DOI: <http://dx.doi.org/10.5150/revue-paralia.2015.n02>
- [14] KHOUAJA S., OUADIA M., MOURABITI I. et IRZAN E., (2016) - L'érosion de la falaise de Sidi Bouzid (Côte atlantique marocaine) : Quantification et évolution spatio-temporelle. ESJ, Vol. 12, No 1, pp. 150-163.