

Préservation des défenses naturelles du littoral mauritanien : démarche de l'Observatoire du Littoral autour du suivi du cordon dunaire

**Demba Marico^{1*}, Gwenaëlle Pennober², Jade Georis Creuseveau³, Aboubakry
Thiam³, Ahmed Ould Senhoury⁴, Franck Levoy⁵**

¹Université de Nouakchott, FLSH, BP : 4260 Mauritanie

²Université de la Réunion, Géomer UMR6554 LETG, IUEM, Place Nicolas Copernic 29280 Plouzané

³UICN Mauritanie,

⁴ Programme Régional de Conservation de la zone côtière et Marine en Afrique de l'ouest (PRCM)

⁵Université de Caen, 24 rue des tilleuls, 14000 Caen

RÉSUMÉ : Le littoral mauritanien subit de profondes mutations depuis les années 60. Afin de suivre, comprendre, prévenir ces changements un observatoire des changements a été mis en place à Nouakchott. Cet article présente l'expérience de suivi de la dune côtière initiée en avril 2004 dans le cadre de cet observatoire. L'objectif est, à moyen terme, de fournir aux décideurs une information fiable et accessible sur la dynamique et la cinématique de la dune côtière afin d'intégrer les spécificités de cette unité géomorphologique dans la politique de planification littorale.

MOTS CLÉS : dune côtière, Mauritanie, Afrique de l'Ouest, Observatoire du littoral

ABSTRACT : The mauritanian coast undergoes important changes since the Sixties. In order to monitor, to understand, prevent these changes an Observatory of the changes was set up at Nouakchott. This article presents the monitoring experiment of the coastal dune initiated in April 2004 within the framework of this observatory. The objective is, in the medium term, to provide to the decision makers information reliable and accessible on dynamics and kinematics from the coastal dune in order to integrate specificities of this geomorphological unit in the policy of littoral planning.

KEY WORDS : coastal dune, Mauritania, West Africa, coastal observatory

1. Introduction

Les dunes côtières à l'échelle de la planète subissent des pressions croissantes d'origine naturelle ou anthropique [Carter, 88]. La mise en évidence de ces perturbations est difficile car ces modèles sont naturellement très dynamiques et la migration des grains de sable est le résultat d'interactions complexes entre topographie, couvert végétal, processus éoliens et hydrauliques [Andrews *et al.* 02]. L'évaluation de leur vulnérabilité, définie comme leur capacité ou non à s'adapter aux changements, et leur potentiel de résilience constitue un enjeu [Williams *et al.* 01 ; Bodéré *et al.* 94] surtout lorsque qu'elles jouent un rôle de défense des côtes basses fortement humanisées.

En outre, si un consensus s'est aujourd'hui établi autour de la nécessité de préserver la mobilité naturelle des milieux dunaires [Rust et Illenberger, 96], il existe encore de part le monde des dunes côtières en voie d'aménagement. C'est le cas d'une partie du littoral mauritanien (figure 1) qui subit de profondes

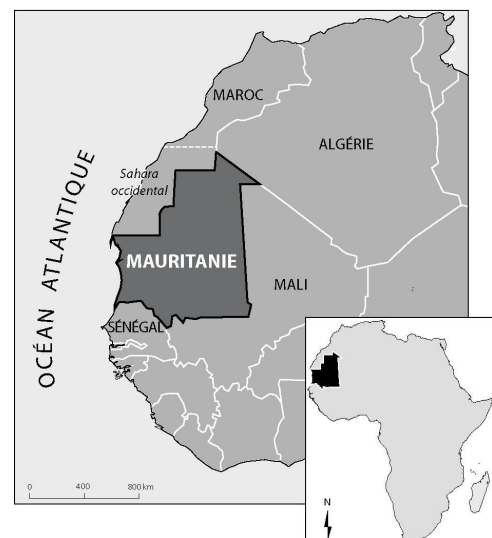


Figure 1. Localisation générale

2 Préservation des défenses naturelles du littoral mauritanien : démarche de l'Observatoire du Littoral autour du suivi du cordon dunaire

mutations et dont la problématique se rapproche fortement de celle des fronts pionniers [RCT&Africconsult 05]. L'amorce de cette dynamique est à mettre en relation avec les changements climatiques graves qui ont affecté cette partie de l'Afrique dans les années soixante-dix, quatre-vingts. Les migrations de populations qui s'en sont suivies ont eu pour conséquence une pression, sans précédent sur les ressources côtières, marquée, qui plus est, par des modes de gestion et d'exploitation inappropriés [MDR 02].

Sur les 350 km de linéaire côtier qui séparent le Cap Timirist de l'embouchure du fleuve Sénégal, la côte est rectiligne, sableuse, adossée, à un système de dunes bordières actives plus ou moins stabilisé par la végétation. Du nord au sud, son profil passe de la simple avant dune (*fore dune*) à des structures polygéniques présentant plusieurs générations de dunes accolées. Elle se termine, au Sénégal, par une flèche à pointe libre, appelée Langue de Barbarie, dont l'accrétion décale toujours plus vers le sud, l'embouchure du fleuve Sénégal. Ceci se traduit par des largeurs de cordon littoral qui varient d'une dizaine à plusieurs kilomètres (3,4 km) avec des altitudes pouvant dépasser les 10 m. Tel un lido, ce cordon délimite côté mer de vastes lagunes (Aftout es Saheli, Sebkha de N'Dramcha et bas delta du fleuve Sénégal) dont l'altitude est souvent inférieure à celle de la mer. Longtemps ignorés, la plage et le cordon littoral suscitent aujourd'hui, un intérêt légitime pour le support qu'ils offrent aux activités humaines (pêche, transport maritime, industrie pétrolière, tourisme, urbanisme, autres infrastructures...). Or, le développement de ces activités est souvent incompatible avec la préservation et le maintien des équilibres écologiques en raison de la fragilité de ce milieu et de son extrême mobilité.

L'impact sur la dérive littorale de la construction du wharf du port de l'Amitié à Nouakchott dans les années 80 et les inondations des bas quartiers de la ville associés, attestent de la difficulté et des risques que représentent tout aménagement du cordon dunaire [Ould Senhoury 00 ; Ould Senhoury *et al.* 05]. Suite, à un article, annonciateur de catastrophes, paru dans Jeune Afrique en décembre 2004, aux "Journées Découvertes du Littoral Mauritanien" organisées à la même période (sous l'égide du Ministère de la pêche et de l'économie maritime) et dans le contexte de la mise en oeuvre Plan Directeur d'Aménagement du Littoral Mauritanien (PDALM), une commission d'experts internationaux a été appelée à évaluer "l'ampleur du risque d'inondation dans la zone de Nouakchott et à définir un plan d'actions". Pourtant c'est l'ensemble de la dune côtière qui est en danger car plusieurs installations lourdes ont été planifiées tout le long du cordon (ports et pôle de développement de la pêche artisanale,...).

La nécessité d'une gestion spécifique et globale du littoral est apparue dès la préparation du Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT) en 1980, face à la multiplicité des enjeux et à l'augmentation croissante des pressions. Les quatre aires protégées qu'il abrite ne peuvent en préserver seules l'intégrité. Aujourd'hui, les principaux facteurs de changement identifiés sont la surexploitation des stocks halieutiques, l'exploitation des ressources pétrolières inshore et offshore et l'insertion régionale du pays avec la construction d'un lien routier en l'Europe et l'Afrique de l'Ouest. La création d'un observatoire des changements du littoral a été identifiée comme nécessaire afin de structurer le suivi de l'environnement et dans la perspective de fournir aux décideurs les informations nécessaires à la mise en oeuvre d'une politique d'aménagement et de développement durable. Sa mission est de contribuer à la production, à la mutualisation, à l'organisation et à la diffusion d'informations sur le littoral. Il a été mis en oeuvre depuis 2003 par la Direction de la Marine Marchande (DMM) avec l'appui de l'UICN (Union Mondiale pour la Nature). Il est chargé, dans le cadre du projet PALM (Planification et Aménagement du Littoral Mauritanien), d'initier, avec l'appui de plusieurs partenaires, une démarche structurée de suivi des changements à long terme du littoral mauritanien. Sa mise en place doit être en outre l'occasion de réaliser des transferts de compétences vers la Mauritanie dans les domaines de la gestion des littoraux et d'initier un réseau de partenaires nationaux, régionaux et internationaux (parcs, organismes de recherche, universités) [Pennober et Creuseveau 05]. Dans ce contexte, le suivi de la dune côtière a pour objectif l'évaluation de la capacité du cordon à s'adapter à tout changement des niveaux marins et d'évaluer l'impact des aménagements planifiés.

2- Matériel et méthode

Les dunes côtières sont des systèmes complexes naturellement très dynamiques. La migration des grains de sable, à l'origine de leur formation est le résultat d'interactions entre topographie, couvert végétal et processus éoliens. Des phénomènes hydrologiques peuvent en outre intervenir et creuser des brèches, provoquer des décapages massifs (des ruissellements en nappe). Jusqu'à présent, la modélisation de tels processus, dans une perspective de prédiction des changements, a donné peu de résultats [Andrews *et al.* 02].

L'approche par mesures répétitives (imagerie, topographie,...), plus répandue, permet d'obtenir sur le long terme, une représentation des changements. Leur explication par une analyse contextuelle constitue une approche pertinente de la sensibilité du milieu et des aléas. Le suivi planifié, dans le contexte de l'Observatoire du Littoral Mauritanien (OLM), intègre des mesures topographiques et sédimentologiques diachroniques, l'acquisition et l'analyse d'images satellitaires afin de caractériser la dynamique des formes et celle du couvert végétal. Dans la

mesure où ces informations possèdent une composante spatiale essentielle, les systèmes d'information géographique (SIG) peuvent contribuer de manière significative à fournir une meilleure connaissance du fonctionnement et de l'évolution de ces zones côtières et corrélativement améliorer les prises de décision des gestionnaires [Gourmelon *et al.* 05]. Bien que la problématique des dunes côtières soit particulière en raison de leurs caractères très dynamiques, les SIG se sont imposés dans ce type de problématique [Andrews *et al.* 02] parallèlement au développement de l'utilisation de données de télédétection. La difficulté réside alors dans la modélisation des transferts d'échelle (passage du transect, de l'échantillon à l'unité géomorphologique). L'enjeu est la restitution de la mobilité à différentes échelles spatio-temporelles qui interfèrent constamment (séculaire, court terme,...). La mobilité constitue un facteur déterminant dans la compréhension de l'évolution littorale.

La méthodologie mise en œuvre a été élaborée avec les laboratoires GEOMER (UMR 6554 LETG, Plouzané) et du GRESAC/UMR 6143 (Université de Caen). Structures qui participent depuis sa création au conseil scientifique de l'OLM.

2.1 Suivis topographiques

Depuis avril 2004, 2 séries de mesures topographiques sont réalisées par an, grâce à un théodolite muni d'un distance-mètre électronique. Les profils sont réalisés sur les plages, avant plage et cordon dunaire de 100 km au nord de Nouakchott ($18^{\circ}58'25''\text{N}$ et $16^{\circ}11'55''\text{O}$), à N'Diago ($16^{\circ}11'22''\text{N}$ et $16^{\circ}30'46''\text{O}$) soit une section de 330 km. Un premier levé est réalisé en avril, à la fin de la période d'influence du courant des Canaries et un deuxième, en novembre à la fin de la saison des pluies sous influence du courant de Guinée [Marico, 96]. Ces transects doivent permettre d'évaluer les changements saisonniers, l'impact des tempêtes et la vitesse de reconstruction sur la face marine de la dune et la plage. La fréquence saisonnière des suivis devrait permettre d'apprécier les tendances évolutives sur plusieurs années. Cette fréquence pourrait être revue en fonction de l'ampleur des évolutions constatées. Par manque de moyens logistiques au niveau de l'OLM, cette mission est confiée à un bureau d'étude (AGILIS).

Treize sites côtiers sont concernés par ces levés et dix-neuf profils sont réalisés perpendiculairement au trait de côte et à la crête dunaire (longueur maximum : 700 m). Ces profils sont réalisés au droit des infrastructures existantes ou programmées à court terme afin d'évaluer leur impact sur la dune et la plage. Dix sites correspondant à des infrastructures portuaires, hôtelières ou des villages côtiers. Un site a été choisi vierge de toute implantation sur une dune considérée comme saine. Ce profil est censé représenter la tendance naturelle de l'évolution de l'unité géomorphologique. Deux sites présentent une dynamique particulière : l'un correspondant à un système de fixation des dunes par filet piège à sable, et l'autre constitue une ancienne embouchure du fleuve Sénégal.

Au cours des campagnes de levés topographiques, des échantillons de sable, prélevés une fois par an sur les différents sites, sont analysés par le Département de Géologie de l'Université de Nouakchott. Les analyses visent à caractériser et étudier l'évolution, la distribution granulométrique (MZ et Tri) et morphoscopique de ces sédiments.

La mise en œuvre de ces mesures a nécessité tout d'abord la mise en place d'un réseau de repères matérialisés par des couples de bornes. Les bornes ont été construites avec le souci de les rendre les plus pérennes possibles même s'il n'est pas toujours facile

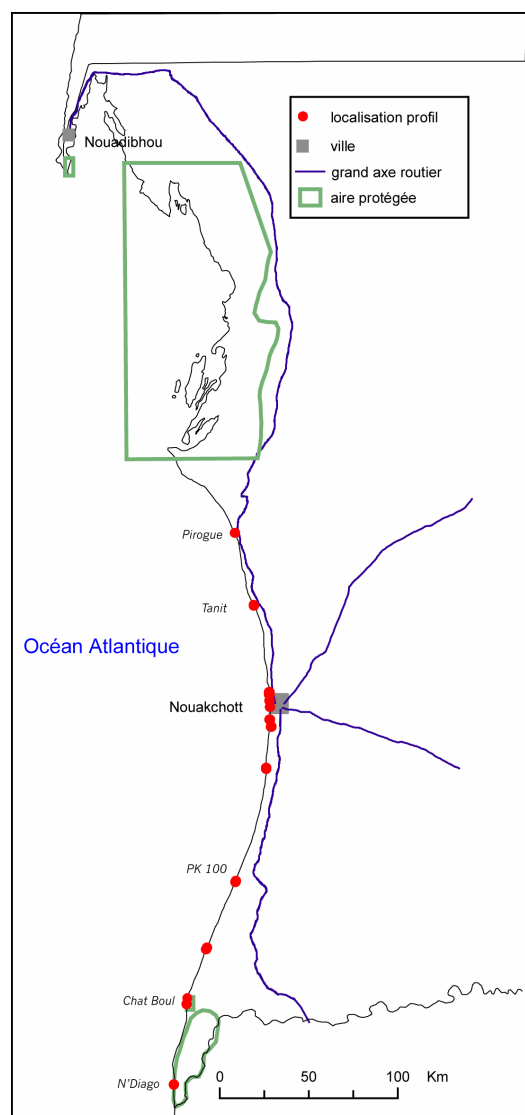


Figure 2. Localisation des profils

- 4 Préservation des défenses naturelles du littoral mauritanien : démarche de l'Observatoire du Littoral autour du suivi du cordon dunaire

d'implanter et de retrouver une borne une fois posée, dans des milieux évolutifs. Ces bornes représentent l'origine commune aux différents levés réalisés à des dates différentes.

2.2 Référentiel géodésique et géographique

Le document référentiel géographique pour le littoral Mauritanien reste un jeu de cinq cartes au 1/200 000, élaboré dans les années 1960 par l'Institut Géographique National (Centre en Afrique Occidentale-Dakar) à partir d'un canevas astronomique peu homogène et peu dense, sans bornage sur le terrain. La précision des points d'appui est considérée comme hectométrique. Il ne s'agit pas à proprement parler d'un système ou Datum géodésique. Les points de références altimétriques reprennent le niveau moyen des mers à des endroits précis : Dakar pour la majorité des pays du Sahel¹. De ce fait, il n'existe pas nécessairement de paramètres de transfert entre la carte et le système WGS84 utilisé par les GPS [Pennober et Creuseveau 05]. En l'absence d'un canevas géodésique qui aurait permis de rattacher les levés topographiques dans un système général, les profils topographiques sont donc réalisés dans des systèmes relatifs.

2.3 Apport de l'imagerie satellitaire

Le manque de référentiel géographique fiable pose, en outre, problème dès lors que l'on aborde la question de la représentation à grande et moyenne échelle du littoral. Afin de palier ce manque et en fonction des images et du budget disponible, une série de 8 images Landsat à 30 m de résolution d'avril 2003 a été acquise. Une mosaïque d'images calée grâce à l'acquisition de points GPS (WGS84 UTM, zone 28 N) sur l'ensemble du littoral a été réalisée en 2005. Cette mosaïque d'image constitue le nouveau référentiel géographique pour les institutions littorales. La fiabilité géométrique des données est estimée à 1/100 000.

Ces images devraient constituer, en outre, le point d'amorce d'une analyse diachronique des formations dunaires et de la plage, du couvert végétal et des grandes infrastructures. L'observatoire dispose en effet d'ores et déjà d'une série d'images SPOT XS à 20 m de résolution spatiale, acquises dans le début des années 90 sur l'ensemble du littoral. D'autres ont été acquises lors d'une programmation en juillet 2005 à 10 m de résolution dans les secteurs urbains (Nouakchott, Nouadhibou). Les premières ont déjà donné lieu à une interprétation géomorphologique en 1999 calée sur les cartes IGN.

2.4 Autres suivis

En l'absence d'imagerie à très haute résolution sur l'ensemble des sites, permettant de détecter certains types de changements, divers séries de levés GPS (Garmin 12) ont été mis en oeuvre afin de suivre l'ensemble des implantations et activités humaines implantés sur le cordon dunaire et la plage : villages, accès à la plage, construction, extractions, etc.

Ces informations sont par la suite stockées dans une base d'information géographique gérée sous Arcgis. Des données attributaires permettent de qualifier ces implantations en fonction de leur date de création, de leur fonction et du maître d'œuvre.

Signalons, enfin qu'une tentative de suivi du trait de côte par GPS est réalisée sur l'ensemble de la zone d'étude afin de compléter l'approche par profil. Les mesures se font aux heures les plus proches de la basse mer. Ces levés sont réalisés par tracking (GPS embarqué dans véhicule 4X4). Ils nécessitent 2 jours d'acquisition. L'erreur liée à la méthode et celle liée aux différences de niveau d'eau lors de l'acquisition limite, l'interprétation des résultats à de très fortes dynamiques, comme dans le secteur du port de l'Amitié, et/ou sur le très long terme. Cette information est stockée sous forme linaire dans la base d'information géographique. Des données concernant l'heure d'acquisition et la période de la marée lui sont associées.

3. Premiers résultats

L'objectif de l'observatoire est d'offrir à moyen terme aux décideurs une information fiable et accessible sur la dynamique et la cinématique de la dune côtière. Les couches d'information géographique actuellement

1. Dossier technique spécifications finales géométriques et cartographiques du projet AFRICOVER
<http://www.fao.org/docrep/W7238F/w7238f04.htm>

constituées sur cette thématique aboutissent aujourd'hui à une représentation assez sommaire de cette problématique. L'incompatibilité des systèmes géodésiques Clarke 1880 et WGS84 n'a pas permis une exploitation fiable des données produites par le passé. Le traitement des images satellitaires devrait apporter une information spatialisée et diachronique sur la dune pouvant aboutir à caractériser les secteurs stabilisés par la végétation de manière pérenne, les surfaces anciennement stabilisées et actuellement dénudées et les dunes mobiles. A partir de ces informations, les constats sur les profils topographiques pourront être étayés.

Les profils topographiques réalisés lors des campagnes de 2004 et 2005 permettent d'ores et déjà de caractériser certaines dynamiques saisonnières et de signaler quelques tendances cinématiques à suivre et/ou confirmer. Les profils ont été regroupés en fonction des caractéristiques et des dynamiques observées sur le cordon. Aussi, peut-on distinguer un cordon nord -de Tanit au PK 28- assez étroit, faiblement végétalisé et fortement anthropisé, et, un cordon sud -du PK 28 à N'Diago- très large, relativement bien végétalisé avec plusieurs générations de dunes accolées.

Le cordon nord regroupe les profils de Tanit, des hôtels Pichot et Tergit, du Wharf, du Port de l'Amitié et du PK 28. Ils correspondent à des secteurs anthropisés (sauf Tanit) où le cordon dunaire est dénudé et le sable assez mobile. A **Pichot**, la plage a reculé d'environ 25 m en 2005 par rapport à sa position de 2004. Sur le profil sud, le cordon est relativement stable. Au nord, le versant Est de la dune est très chahuté avec des ruptures de pentes importantes dans le profil en octobre 2004 et en avril 2005. Une action anthropique conjuguée à une morphogénèse très active pourrait expliquer cet état de fait. Au **Port de l'Amitié**, le site a été implanté dans le secteur d'érosion au sud des ouvrages portuaires. Ici, le cordon dunaire est quasi absent. La plage forme une espèce de bourrelet qui domine un secteur d'érosion, limité en arrière par une digue de protection. Le profil de la plage est très dynamique et définit une saisonnalité de son évolution. Son recul est manifeste sur le profil entre avril 2004 et décembre 2005, soit environ 25 m. A terme, des menaces pèsent sur la digue de retenue qui n'a pas été conçue pour contenir l'assaut des vagues (hauteur, largeur et taille des blocs d'enrochement insuffisante). Au **PK 28**, le profil de la plage montre une grande instabilité avec formation de micro-talus pendant les séquences érosives (mois d'avril). La granulométrie des sables montre une prédominance de la fraction moyenne (80% au niveau du PK 28). La courbe granulométrique garde une allure en S et l'indice de classement est assez bon et varie de 1.15 à 1.19.

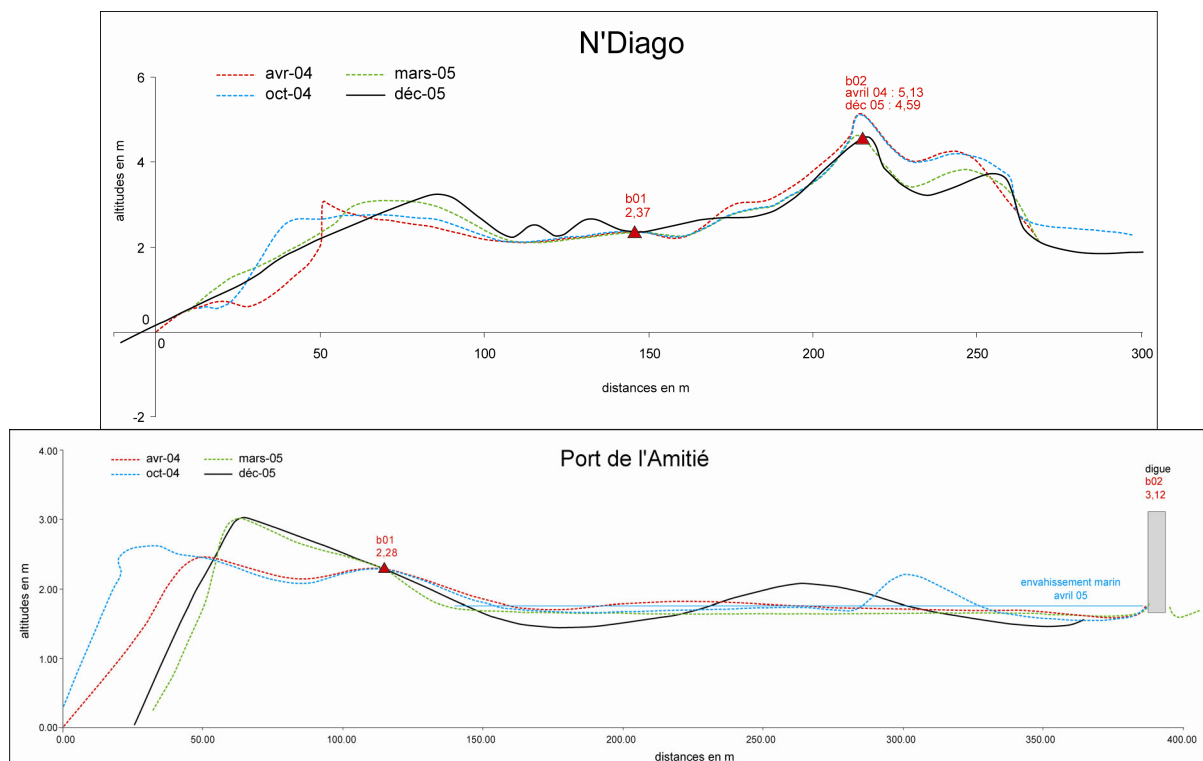


Figure 3. Exemples d'évolution de profils de plage et de dune

Le cordon sud peut atteindre des largeurs de 3,4 km et des dénivelés de plus de 10 m. Il regroupe les sites du PK 100 (Projet Legweichich²), PK 144 (Projet PDPAS³), Chat Boul et N'Diago. A l'instar des sites précédents, le profil du cordon décrit une saisonnalité des évolutions, se traduisant par une érosion en avril et une accrétion en octobre-décembre. **Au PK 100** par exemple, les évolutions sont remarquables sur l'ensemble du cordon. Les sables sont assez mobiles et expliquent le profil en dents de scie du cordon. L'aménagement du centre de pêche et des infrastructures associées sur le cordon a, sans doute, contribué à cette dynamique. La partie du cordon en aval des aménagements a été la plus affectée comme en témoigne le profil réalisé au sud du site. Les courbes granulométriques décrivent des profils en S, avec une prédominance du matériel moyen. L'indice de classement est bon pour les profils du PK 144 et PK 100 et se situe entre 1.14 et 1.20.

4. Conclusion

Le suivi de la dune côtière mis en oeuvre dans le contexte de l'OLM a pour objectif l'évaluation de la capacité d'adaptation du cordon dunaire à tout changement de niveaux marins et d'étudier/prévoir l'impact des aménagements. Lancé en avril 2004, le suivi se situe dans sa phase initiale. Une base d'information géographique consacrée à l'ensemble de la problématique du littoral est en cours de structuration à l'OLM et permettra à terme de corréler les données et de les mettre en relation spatialement et temporellement avec les dynamiques anthropiques observées. L'intégration de la bathymétrie des petits fonds et l'étude de l'impact de la houle à la côte sont aussi envisagés. L'exploitation de ces données et leur analyse scientifique permettra de retracer l'historique de formation du cordon dunaire, sa cinématique, son occupation et d'en dégager des scénarii d'évolution.

Pourtant, la mise en oeuvre sur le long terme de collectes de données permettant ce type d'analyse reste problématique. Dans les pays en voie de développement, la non pérennité des structures et des programmes de recherche pilotés par des organismes étrangers et internationaux (ONG, ...), le coût des mesures (acquisition, traitement, diffusion) et le manque de personnel formé constituent des freins importants à leur mise en oeuvre [Gourmelon *et al.* 05].

La création de cadres institutionnels de type observatoire de l'environnement est nécessaire mais elle doit être le reflet d'une véritable volonté politique de stratégie nationale de surveillance et d'observation de l'environnement côtier. Le statut actuel de l'OLM, cellule de trois personnes au sein du Ministère des Pêches et appuyé par l'UICN, est appelé à évoluer vers un statut institutionnel bénéficiant d'une autonomie scientifique, administrative et financière pour garantir ses missions de gestion et de suivi du littoral et de la dune côtière.

Ces observations et cette démarche pourront s'ils perdurent, constituer un relais national des programmes régionaux (PRCM⁴, ACCC⁵) qui s'intéressent à la dynamique des littoraux d'Afrique de l'Ouest. Cette approche nationale permettra ainsi d'apporter des éléments d'analyse sur le long terme dans un contexte global de changement climatique.

5. Bibliographie

- Andrews B. D., Gares P.A., Colby J. D., 2002. Techniques for GIS modeling of coastal dunes, *Geomorphology*, Elsevier, 48, 289–308
- Bodéré J.C., Cribb R., Curr, R., Davies, P., Hallegouet, B., Meur, C., Piriou, N., Williams, A.T., Yoni, C., 1994. Vulnérabilité des dunes littorales: Mise au point d'une méthode d'évaluation. In: Miossec, A. (Ed.), *Défense des côtes ou protection de l'espace littoral*. Cahiers Nantais, URA 904, CNRS, Commission sur l'environnement côtier L'UGI, pp. 41–42, 197–201.
- Carter RWG, 1988. *Coastal Environments*, Academic Press, London, 617 p.
- Gourmelon F., Le Visage C., Robin M., 2005. Des SIG spécifiques pour un espace spécifique ? SIG et littoral, Gourmelon F., Robin M. (dir.), *Traité IGAT (Information Géographique et Aménagement du Territoire)*, Ed. Hermès, Paris, p. 21-47.
- Gourmelon F., Pennober G., Robin M., Georis Creuseveau J., Simao Da Silva A., Affian K., Houhouot C. & Pottier P., 2005. Apports des systèmes d'information géographique (SIG) à la connaissance et à la gestion de l'environnement côtier d'Afrique de l'Ouest : exemples choisis en Mauritanie, Guinée-Bissau et Côte d'Ivoire. *Les écosystèmes côtiers de l'Afrique de l'Ouest Diversité biologique-Ressources-Conservation* (Edit. : J.-J. SYMOENS, Bruxelles (2005) pp. 133-145

2. Pôle de développement de la pêche artisanale mis en place par la coopération artisanale

3. Projet "pêche artisanale sud" financé par la BAD (Banque Africaine de Développement)

4. Programme Régional pour la zone Côtière et Marine de l'Afrique de l'Ouest www.prcmarine.org

5. Adaptation aux Changements Climatiques et Côtiers en Afrique de l'Ouest www.accc-afr.org

- Marico. D.,1996. Contribution à l'étude géomorphologique des côtes mauritaniennes : du Cap Timiris à Ndiago, thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, Université de Tunis I, 227 p.
- Pennober G., Georis Creuseveau J., 2005. La démarche SIG de planification côtière en Mauritanie. *SIG et littoral*, Gourmelon F., Robin M. (dir.), Traité IGAT (Information Géographique et Aménagement du Territoire), Ed. Hermès, Paris, p. 109-126.
- RCT&Africconsult, 2005 : Plan Directeur d'Aménagement du Littoral Mauritanien, MPEM, 328 p.
- Rust I.C., Illenberger W.K.,1996. Coastal dunes: sensitive or not? *Landscape and Urban Planning*, Elsevier, 34 165- 169
- Ould Senhoury A.,2000. Impact d'un ouvrage portuaire sur l'équilibre d'un littoral soumis à un fort transit sédimentaire, l'exemple du port de Nouakchott. Thèse. Université de Caen, 159 p.
- Ould Senhoury A., Benedittini H., Favennec J. Lerhun J., Cissoko B, Ould El Bah M., Ould Mayif M. 2005, Risques d'inondation de la zone littorale de Nouakchott, MPEM, Ambassade de France&UICN, 30 p.
- Williams A.T., Alveirinho-Dias J., Garcia Novo F., Garcya-Mora M.R. , Curr M.R, Pereira M.R, 2001. Integrated coastal dune management: checklists. *Continental Shelf research*, Elsevier 21, 1937-1960