

Etude des processus morphodynamiques et changements environnementaux dans le sud-ouest de la Mauritanie par imagerie satellitale optique et radar

NIANG Abdoul Jelil§, OZER André§ et OZER Pierre§§

§Département de Géographie, Université de Liège

§§ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège E-mail : ajeniang@yahoo.fr, aozer@ulg.ac.be, pozer@ulg.ac.be.

Mots-clés : Processus morphodynamiques, désertification, érosion éolienne, modifications environnementales, imagerie satellitale optique et radar, sud-ouest de la Mauritanie.

Introduction

Les processus morphodynamiques consécutifs ou inhérents à la désertification représentent un sérieux défi qui aggrave l'état de dégradation environnementale dans les zones arides et semi-arides. Dans le sud-ouest mauritanien, la rupture de l'équilibre du milieu naturel associée aux phénomènes de désertification, affectant tous les écosystèmes, est un problème qui se pose avec acuité (Niang *et al.*, 2008).

Dans cette région saharo-sahélienne, l'érosion éolienne est devenue, depuis les années 70 et 80, un élément essentiel de la dynamique morphogénétique des milieux. C'est pourquoi les manifestations associées aux lithométéores dans la zone étudiée ont été reconnues comme un indicateur climatique de la désertification (Ozer 2000) et même comme un phénomène géologique (Mainguet *et al.*, 2001).

Malgré le retour à des précipitations plus abondantes observé ces dernières années, le milieu naturel reste encore traumatisé. C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à l'évolution morphodynamique consécutive à la désertification qui constitue un défi au développement durable en ce sens qu'à long terme elle entrave la conservation des ressources naturelles.

Moyens et méthodologie

Différentes méthodes ont été appliquées pour la détection des modifications intervenues entre les images satellitales optiques à différentes dates et différents capteurs, qui ont été calibrées et normalisées (Landsat MSS de 1973, TM de 1987, ETM + de 1999, SPOT 5 de 2002 et 2005).

Plusieurs traitements seront appliqués aux images satellitales pour la mise en évidence des changements environnementaux qui ont affecté le secteur étudié et les caractéristiques morphologiques et morphodynamiques des systèmes dunaires. Des méthodes de détection des changements environnementaux et les aspects morphogénétiques qui leur sont liés sont mises en œuvre. Des indices de végétation et de changement diachroniques, mais aussi des classifications, réalisés sur les images à des dates et avec des capteurs différents seront confrontés et comparés. Les traits morphologiques des formations dunaires extraits d'images multi-dates par filtrage, pour la mise en évidence de la dynamique morphogénétique sont aussi confrontés.

L'utilisation de l'imagerie satellitale radar a été également très efficace pour l'identification et la localisation des sables en mouvement. Nous avons utilisé deux paires tandem ERS des 05 et 06 novembre 1995 et 18 et 19 février 1996. A partir des produits du traitement interférométrique RSO, nous avons pu observer les zones où le sable a bougé (perte de cohérence) en 24 h et en 105 jours.

Les cohérences mesurées en 24 h sur les deux paires tandem ERS nous donnent des renseignements sur les zones de sables mobilisés lors des jours affectés par les lithométéores et des jours sans vent de sable.

Principaux résultats et interprétation

Les traitements appliqués aux images satellitales optiques montrent une dégradation généralisée des ensembles dunaires et une exacerbation de l'activité morphogénétique lors de la sécheresse. On note par une augmentation de la superficie occupée par la classe des dunes vives et des dunes remaniées, une quasi-disparition des dunes sur l'image de 1973, qui étaient fixées (tableau 1).

Les indices de changements diachroniques identifient les zones représentant la plus grande partie des images, où on remarque une augmentation des réflectances qui symbolise une dégradation environnementale généralisée (Courel, 1986), liée aux remaniements successifs des dunes ogoliennes (figure 1).

L'analyse des indices de végétation ne signale cependant pas d'augmentation sensible de leurs valeurs dans le secteur étudié, notamment entre 1987 et 1999, comme l'ont constaté quelques auteurs dans certaines parties du Sahel (Anyamba & Tucker, 2005).

L'application des filtres (Sobel et directionnel) nous a permis de discriminer les crêtes vives qui se forment sur les sommets des cordons dunaires, comme des sifs orientés N-S (obliques par rapport aux dunes ogoliennes) et sur certaines parties des interdunes. Ces nouvelles formes dunaires témoignent de la dynamique éolienne récente qui se produit très probablement dans un régime de vent différent de celui qui a façonné les anciennes dunes. L'apparition de ces nouvelles formes est illustrée par la figure 2 qui représente une comparaison entre les photographies satellitaires Corona et l'image SPOT 5 de 2002.

Les filtres directionnels mettent en évidence des changements morphologiques et morphométriques importants dans les années 80. La réactivation des dunes s'exprime par la multiplication et la migration des crêtes vives dont l'agencement transforme les cordons dunaires en dunes longitudinales complexes (Rubin *et al.*, 2008).

Par ailleurs, les données radar se révèlent très intéressantes pour le suivi de la dynamique de la surface des sols. A partir des produits du traitement interférométrique RSO, nous avons pu observer les zones où le sable a bougé (perte de la cohérence, figure 3) en 24 h et en 105 jours.

L'évolution temporelle de la cohérence sur les longues périodes (105 jours) indique que la majeure partie de la zone d'étude est composée de sables vifs qui participent à l'édification des nouvelles formes dunaires et qui sont en général situés à proximité des installations humaines. Des auréoles de dénudation apparaissent quasi-systématiquement autour des villages, les zones qui sont restées les plus stables sont celles qui ne sont pas directement dans le voisinage des installations humaines.

Conclusion

Les différents résultats obtenus lors de cette analyse multisources prouvent que l'érosion mécanique reste toujours active malgré plus d'une décennie d'amélioration des conditions pluviométriques.

S'agissant des causes de la dégradation environnementale, on se rend compte que la variabilité climatique n'explique pas tout. Les effets de l'anthropisation ont certainement entraîné une accélération des dynamiques dominantes.

Bibliographie

- ANYAMBA, A. & TUCKER, C.J., 2005, Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981-2003. *Journal of Arid Environments*, **63**(3): 596-614.
- COUREL, M.F., 1986, Variations récentes de l'albédo de surface dans les régions sahéliennes et critique du mécanisme biogéographique de Charney. *INQUA, Dakar symposium. « changements globaux en Afrique »*: 87-90.
- MAINGUET, M., DUMAY, F., OULD EL HACEN, M.L., MAEFOUDH, A., 2001, Diagnostic par la télédétection d'un changement de rythme de la dynamique éolienne : période d'amorce de la désertification en Mauritanie saharo-sahélienne. *Télédétection*, **2**(2): 129-136.
- NIANG, A.J., OZER, A., OZER, P., 2008, Fifty years of landscape evolution in Southwestern Mauritania by means of aerial photos. *Journal of Arid Environments*, **72**(2): 97-107.
- OZER, P., 2000. Les lithométéores en région sahélienne : un indicateur climatique de la désertification. *GEO-ECO-TROP*, **24**: 1-317.
- RUBIN, D.M., TSOAR, H., BLUMBERG, D.G., 2008, A second look at western Sinai seif dunes and their lateral migration. *Geomorphology*, Volume 93 (3-4): 335-342.

Image Landsat MSS classifiée du 12/01/1987		
Classes	Nombre de pixels	% de l'image
Dunes vivées	219 740	38,9
Dunes remuées	412 119	38,7
Dunes fixes par la végétation	138 854	12,3
Dépressions argileuses	78 317	7,3
Intertidales	234 087	32

Image Landsat TM classifiée du 04/01/1999		
Classes	Nombre de pixels	% de l'image
Dunes vivées	1 317 723	38,4
Dunes remuées	1 205 895	34,8
Dunes fixes par la végétation	442 800	12,8
Dépressions argileuses	1 013 744	24,1

Image Landsat ETM+ classifiée du 28/11/1999		
Classes	Nombre de pixels	% de l'image
Dunes vivées	1 828 724	41,1
Dunes remuées	941 383	22,75
Dunes fixes par la végétation	437 203	11,8
Dépressions argileuses	715 818	24,9

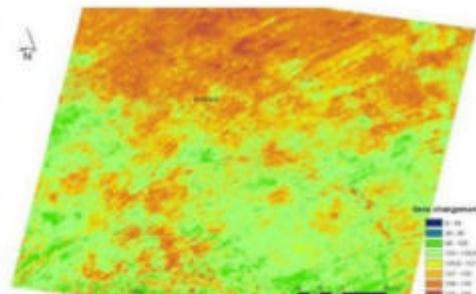


Tableau 1. Statistiques des classifications de la zone-test des images Landsat.

Figure 1 : Indices de changement entre 1987 et 1999



Figure 2 : Evolution de la dynamique éolienne et de la morphologie dunaire entre 1972 et 2002

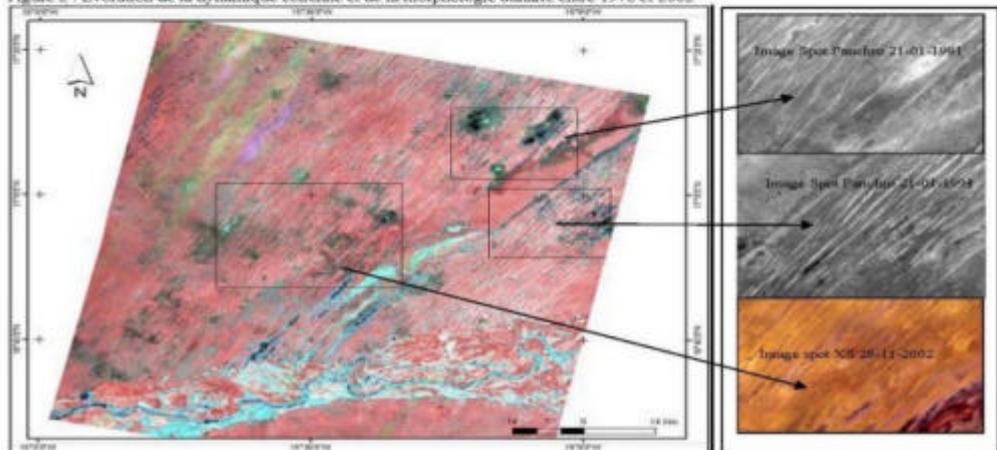


Figure 3 : Composition colorée obtenue à partir des modules et l'image de cohérence de la paire tandem ERS des 18 et 19 février 1995. Les zones de perte de cohérence à cause du mouvement du sable sont en noir.