

Analyse de la couleur des eaux des côtes orientales tunisiennes : traçage et suivi des panaches chlorophylliens par télédétection

BEN HAMIDA Faten§, NOUIRA Said§§, RABIA Mohamed Chedly§

§ Unité de recherche Géomatique des Géosystèmes (02/UR/10-01) F.L.A.H.M, MANNOUBA, 2010.

E-mail :Mohame.Rabiamch@flm.mu.tn et fatenbenhamida@yahoo.fr Tél. : (216)71 600 700

Fax : (216) 71 600 910

§§ Institut Supérieur des Sciences Biologiques Appliquées de Tunis -9, Rue Docteur Zouheir Safi - 1006 Tunis- Tél.: 71 573 721 - Fax : 71 573 526

Mots clés : télédétection «couleur de l'eau », pollution des eaux, côtes orientales tunisiennes, chlorophylle - a, SST, SeaWiFS, MODIS

La pollution des eaux côtières apparaît de plus en plus comme un problème majeur de l'environnement. Selon Oueslati (2004), c'est avec le vingtième siècle que la pollution des eaux des côtes tunisiennes va atteindre son niveau le plus élevé, surtout à cause de l'accélération de l'urbanisation, du développement de l'industrie et de l'emploi des produits chimiques dans l'agriculture et dans plusieurs secteurs de la vie quotidienne. Ceci peut conduire à une dégradation de la qualité du milieu marin récepteur et à un déséquilibre de ses écosystèmes. Il est de ce fait, nécessaire de surveiller et contrôler la qualité de ces eaux.

La télédétection «couleur de l'eau » offre l'opportunité de surveiller l'écosystème marin et d'évaluer l'étendue de la pollution des eaux.

Données et méthodes

Les données images «couleur de l'eau » utilisées sont de deux types SeaWiFS et MODIS. Elles sont fournies en format *.hdf* et sont réparties sur 6 années (1999, 2000, 2001, 2002, 2004 et 2005) et à raison d'une image chaque 3 mois pour les années 2001 et 2005 c'est-à-dire une image pour chaque saison.

Les deux capteurs SeaWiFS et MODIS mesurent les mêmes paramètres sur la couleur de l'eau qui nous intéressent : les luminances marines normalisées de l'eau (L_{WN}) dans les 6 bandes du visible, la chlorophylle -a et le coefficient d'atténuation diffuse avec une résolution de 1 Km. En plus des produits couleur de l'eau, Le capteur MODIS permet de mesurer la température de surface de la mer (SST). Le traitement des images SeaWiFS et MODIS s'est effectué sur les données de niveau 2 à l'aide du logiciel *SEADAS*. A l'issue du traitement des images par le logiciel *SEADAS*, des cartes de concentration en chlorophylle -a ont été produites au moyen de l'algorithme OC4 : $Chla (mg.m^{-3}) = 10^{a+b?+c?2 + d?3 + e?4}$

$$R_{rs}(443) > R_{rs}(490) > R_{rs}(510)$$

Avec : $? = \text{Log}_{10} \left[\frac{R_{rs}(443) > R_{rs}(490) > R_{rs}(510)}{R_{rs}(555)} \right]$:

Le rapport de réflectance variable

Avec $a = 0.4708$, $b = -3.8469$, $c = 4.5338$, $d = -2.4434$ et $e = -0.0414$

Résultats

La dynamique spatio-temporelle des concentrations en chlorophylle dans les eaux côtières orientales tunisiennes est représentée par une série de cartes journalières réparties sur six années (figure 1). Il est probable que les valeurs absolues des concentrations représentées sur ces figures soient légèrement surestimées. En effet, selon Jacquet et al, (1999), aux faibles

bathymétries, le fond interagit sur la mesure radiométrique, surestimant ainsi la concentration en chlorophylle.

Cette étude nous a permis de mettre en évidence des zones à fortes concentrations de chlorophylle -a dans la côte du golfe de Gabès avec des valeurs qui peuvent atteindre 40 mg.m⁻³ au niveau de la côte de la ville de Sfax surtout pendant les périodes d'été et d'automne. En effet, le fort ensoleillement et les hautes températures pendant la saison estivale caractérisant le golfe de Gabès, favorisent la prolifération du phytoplancton. D'autre part Serbaji (2000), montre que l'enrichissement du milieu marin en sels nutritifs pendant la période d'automne marquée par des conditions écologiques et climatiques particulières, ne peut pas être attribué aux seuls apports telluriques. Mais il y a une importante dégradation des algues et des phanérogames en saison d'automne qui a fort probablement contribué à l'augmentation de la charge en nutriment.

En allant vers le Nord, au golfe de Tunis, les concentrations en chlorophylle -a présentent des valeurs plus faibles. Les fortes valeurs qui peuvent atteindre 22 mg .m⁻³ sont décelables au niveau des débouchés du lac de Tunis et l'oued Méliane. Quand à l'embouchure de l'oued Mejerda, la concentration en chlorophylle -a atteint 12 mg .m⁻³ pendant la saison de printemps.

Par ailleurs, la variabilité de la forme des panaches serait liée à la circulation des eaux de surface et à la direction du vent.

Cependant, l'analyse des profils chlorophylle -a/SST au sein des panaches a mis en évidence le fait que les apports terrigènes ne constituent pas la seule cause de la formation de ces zones de concentration de la chlorophylle -a mais qu'il y a l'intervention d'autres conditions climatiques, hydrodynamiques et écologiques qui contribuent à leur tour à l'augmentation de la charge en nutriments du milieu et par conséquent la prolifération du phytoplancton.

Conclusion

L'étude de la couleur des eaux côtières orientales tunisiennes par télédétection, nous a permis de constater que l'évolution de la répartition de la chlorophylle -a phytoplanctonique est en relation d'une part avec la disponibilité des sels nutritifs (origine anthropique ou naturelle) et d'autre part avec les caractéristiques des zones marines concernées (climatiques, hydrodynamiques, écologiques,...).

Cependant en confrontant les données de la concentration en chlorophylle-a issues des images satellitaires « couleur de l'eau » avec les données terrain nous avons remarqué une légère surestimation de [chlo-a] dans les zones à très faible profondeur en particulier dans la côte de la ville de Sfax. En effet, l'effet du signal du fond marin contribuerait fortement à l'exagération de la [chlo-a]. Des recherches sont à développer pour élaborer des algorithmes qui soient spécifiques aux zones côtières de faible profondeur.

Bibliographie

- BRAHIM M., KOUTITONSKY V., BEJAOUI B., SAMMARI Ch. ET SAIDI H., 2007, Simulation numérique de la dynamique sédimentaire dans le golfe de Tunis : Application du modèle MIKE21. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô
- JAQUET J.M., TASSAN S., BARALE V. et SARBAJI M., 1999, Bathymetric and bottom effects on CZCS chlorophyll-like pigment estimation: data from the Kerkennah Shelf (Tunisia). International Journal of Remote Sensing 20 (7), 1343-1362.
- OUESLATI, A., 2004, Littoral et aménagement en Tunisie. Publ. Fac. Sc. Hum. 9 Soc., Tunis, 534
- SERBAJI M. M., 2000, Conception d'un SIG multi-source pour la compréhension et la gestion intégrée de l'écosystème côtier de la région de Sfax (Tunisie). Thèse de Doctorat en Géologie, Ecole National d'Ingénieurs de Sfax, Tunisie, 205