

**SURVEILLANCE DE L'EVOLUTION DES PAYSAGES
DE MANGROVES A L'AIDE DES DONNEES SATELLITE
EXEMPLES PRIS A MADAGASCAR ET EN AFRIQUE DE
L'OUEST**

**FANARAHAMASO NY FIOVAOVAN'NY TOTONLO IAINANA
AVY AMIN'NY ALALAN'NY ZANABOLANA.
RAISINA OHATRA AMIN'IZANY NY NATAO TETO
MADAGASIKARA SY AFRIKA ANDREFANA**

Noële MOREAU

RESUME :

Les mangroves, formations à palétuviers caractéristiques des zones littorales des régions intertropicales, représentent une écosystème très riches tant pour l'agriculture, que pour la pêche, l'aquaculture (crabes et crevettes).

L'étude par images satellite permet non seulement de reconnaître toutes les composantes de ce paysage. mais aussi d'appréhender les ruptures d'équilibre de cet écosystème, d'accès difficile et souvent inhospitalier. Des exemples seront pris en Afrique de l'Ouest et à Madagascar.

FAMITINANA :

Ny honko, izay hita any amin'ny faritra tsy dia be orana any amoron-tsiraka ary anirian'ny karazan-kazo toy ny mahabibo, dia manana toetra tena ilaina amin'ny famokarana, na voly, na jono na fiompiana trondro toy ny drakaka sy makamba.

Ny fandinihina ny sary azo avy amin'ny zana-bolana dia tsy ahafahana mamantatra fotsiny ny drafitr'ilay toerana fa koa ahazoana manaramaso izay mety ho fahatapahan'ny firindran'ny fiaimpiainana ao satria sarotra idirana sy tsy azo honenana izy ireny. Raisina ohatra ny any Afrika Andrefana sy ny eto Madagasikara.

CARACTERES GENERAUX DE LA MANGROVE

Les mangroves qui ne se rencontrent que dans les régions tropicales et intertropicales, sont constituées d'arbres spéciaux, les palétuviers, qui ont la particularité de vivre, toute ou partie de leur vie, les pieds dans l'eau marine, soumise au balancement des marées.

L'alternance des marées est à l'origine de l'installation des 2 genres principaux de palétuviers en Afrique de l'Ouest : *RHIZOPHORA* (palétuviers avec racines échasses) et *AVICENNIA* (palétuviers avec racines à pneumatophores).

En effet, les mangroves de l'Afrique de l'Ouest font partie du domaine occidental, atlantique, moins diversifié au niveau des genres et des espèces que les mangroves de Madagascar, qui font partie du domaine oriental indo-pacifique, plus riche en espèces.

Mais le terme "mangrove" comprend non seulement les espèces forestières composées donc par les palétuviers, mais aussi les tannes naturels ou anthropiques, (tanne, terme vernaculaire sénégalais, désignant une zone nue sursalée, située en arrière de la mangrove), les fleuves qui parcourent ces paysages, ou les côtes qui les bordent.

Végétation terrestre et faune marine et fluviale composent donc un écosystème. Cet écosystème a ses propres lois de fonctionnement, difficiles à connaître.

En fonction des domaines considérés, les paysages de mangroves peuvent procurer différentes ressources économiques:

- dans les marigots ou dans les fleuves qui traversent les paysages de mangroves :
 - . la pêche
- dans les forêts de palétuviers :
 - . l'exploitation du bois pour le bois d'oeuvre ou la fabrication de charbon de bois

- . le défrichement des palétuviers pour la riziculture, en effet les sols de mangroves sont des sols riches car ce sont des sols alluvionnaires, et le riz est une plante halotolérante, leur défrichement pour aménager des bassins d'aquaculture, les zones de mangroves rassemblant, théoriquement, toutes les propriétés pour l'élevage de la crevette.

- sur les tannes : l'exploitation de sel si le tanne est vif, avec présence d'efflorescences salines, l'aménagement de rizières, si le tanne n'est pas trop salé ou si on peut le dessaler, l'aménagement de bassins d'aquaculture.

Les paysages de mangrove sont donc des milieux écologiques riches en potentialités. Mais on s'est aperçu que l'équilibre de cet écosystème ne résiste pas à des interventions brutales. Des exemples d'aménagement de mangrove mal pensé (en Casamance, poldérisation atteignant d'anciens sols acides à *RHIZOPHORA*) montrent qu'une fois l'équilibre de cet écosystème rompu, il est difficile de faire marche arrière, pour récupérer des terres devenues parfois stériles.

Aussi, nous allons vous montrer, après avoir rappelé les caractéristiques du satellite SPOT, que les données radiométriques relevées par SPOT permettent de mettre en évidence les contraintes naturelles dont il faudra tenir compte avant tout aménagement des mangroves, pour que celui-ci ne perturbe pas l'équilibre naturel de ces paysages, sans quoi l'aménagement lui-même ne sera pas rentable.

Le satellite SPOT est un satellite héliosynchrone qui passe au-dessus d'une région toujours à la même heure solaire qui ne dépend que de sa latitude. Tous les 26 jours, le satellite repasse exactement sur la même trace. Ceci permet d'effectuer des observations répétées d'une même région sous le même angle de visée verticale. Or comme il est possible d'orienter l'angle de visée des récepteurs en position latérale, l'observation d'une région quelconque de la Terre peut être assurée avec une périodicité variant de un à quelques jours, rendant ainsi possible le suivi de phénomènes localisés à évolution relativement rapide.

En mode multispectral, qui est celui qui nous intéresse, les détecteurs radiométriques du satellite SPOT captent la réflectance d'un pixel (ou plus petit élément observé au sol) de 20 m. dans 3 bandes de longueurs d'onde, ou canaux,

XS1 = 0,50-0,59mm, l du vert

XS2 = 0,61-0,68mm, l du rouge

XS3 = 0,79-0,89mm, l du proche IR

Les 3 canaux sont divisés en 256 niveaux d'intensité radiométriques.

La résolution spatiale de 20 m. convient bien, en général, aux mangroves aménagées puisque la surface d'un pixel représente la taille moyenne des parcelles rizicoles ou des salines.

La résolution spectrale convient bien à l'étude d'un paysage végétal tel que la mangrove, végétation amphibie. La présence d'eau donne une absorption dans l'IR, alors que la chlorophylle présente une réponse dans le vert, une absorption dans le rouge, et une réponse dans le proche IR.

DÉMONSTRATION DE TRAITEMENT NUMÉRIQUE D'UNE IMAGE SPOT

Région du delta de la Tsiribihina, rive gauche du Bekopaka.
Image de 1295 lignes et de 1076 colonnes qui est un extrait d'une scène SPOT (3000 lignes, 3000 colonnes).

Cette image contient 1.393.420 pixels, la valeur moyenne de radiance d'un pixel est codée numériquement sur 256 niveaux d'intensité sur les 3 canaux XS1, XS2, XS3.

Cette masse énorme d'informations est donc une véritable banque de données en énergie de radiation, au jour et à l'heure de l'image.

Tout le problème du traitement consiste à réduire cette information pour la rendre compréhensible.

Le traitement des données radiométriques consiste à ordonner tous ces niveaux d'intensité pour faire des cartes thématiques, en fonction des thèmes qui nous intéressent.

Il s'agit donc de classer les valeurs radiométriques, et la classification sera toujours faite avec une vérité-terrain à la clé.

Analyse monocanale :

Histogramme = le nombre de pixels par valeurs radiométriques

L'histogramme permet d'isoler des groupes de réflectance en constituant des classes, 2 minima encadrant un mode.

Or il est difficile de fixer les bornes des classes.

Nous allons donc travailler sur les valeurs radiométriques que nous allons visualiser individuellement.

Les bornes des classes seront donc fixées d'après la connaissance du thématicien.

En visualisant les données radiométriques relevées sur l'histogramme du canal 3, on voit que la signature spectrale de l'eau se trouve dans les faibles valeurs de l'Infra-Rouge, alors que celle de la végétation se trouve dans les fortes valeurs.

Le canal 3 distingue bien ces 2 classes.

Le canal 2 ne permet pas de distinguer l'eau de mer de la végétation, par contre les hauts fonds et l'eau des fleuves qui reflètent dans les hautes valeurs peuvent être individualisés.

Même chose pour le canal 1, en effet les canaux 1 et 2 sont toujours très corrélés dans les paysages de mangroves.

Si on faisait un histogramme bidimensionnel de ces 2 canaux, les informations radio-métriques se disposeraient suivant une droite.

La méthode des histogrammes monocanaux, faite sur une grande région, n'est pas satisfaisante, car, sauf pour le canal 3, plusieurs thèmes ont la même signature spectrale.

Analyse des 3 canaux simultanément :

La composition colorée numérique consiste à combiner de façon automatique les niveaux radiométriques des 3 canaux.

On distingue la composition colorée non supervisée, c'est-à-dire que tous les comptes radiométriques sont pris en compte, de 0 à 256, et la composition colorée supervisée, faite par le thématicien qui fixe lui-même les bornes minimales et maximales, sur chaque canal, en fonction de ce qu'il veut mettre en valeur.

La composition colorée classique consiste à colorer en fausses couleurs les valeurs retenues des canaux, en rouge les valeurs du canal 3, en vert, celles du canal 2, en bleu, celles du canal 1. Le document obtenu a les mêmes couleurs qu'une photo Infra Rouge Couleur (IRC). Chaque pixel prend donc une couleur différente en fonction de sa valeur sur chacun des 3 canaux.

Avec les bornes choisies, dans l'exemple,
4-100, pour XS3,
10- 70, pour XS2,
13- 70, pour XS1,

on obtient une composition colorée intéressante, car on distingue bien la forêt sèche des mangroves, mais si on fait un zoom, c'est-à-dire qu'on observe au niveau du pixel, le manque de détail peut gêner le thématicien qui veut plus de renseignements en fonction de sa vérité-terrain.

Extraction d'une zone plus petite, bien connue du thématicien.

L'analyse monocanale faite sur un nombre de pixels plus réduits permet de mieux cerner les bornes que nous allons retenir pour une nouvelle composition colorée :

13-70, pour XS3,
12-44, pour XS2,
22-45, pour XS1,

La composition colorée obtenue donne plus de détails que la précédente, et on distingue bien les palétuviers, (*BRUGUIERA*), en rouge, des zones défrichées à l'intérieur de la mangrove, en vert, foncé ou clair, ce sont des défrichements clandestins faits derrière des rideaux de palétuviers pour aménager des rizières, ces zones ne sont pas encore plantées en riz, certaines sont abandonnées car elles sont colonisées par des herbes adventices tenaces, des *CYPERACEES* ou des *MIMOSACEES*, en marron rose, d'après la vérité-terrain faite par L . R A T S I M B A e t M.ANDRIAMASINORO.

Les rizières en activité sont très visibles et se distinguent bien en rose.

Pourquoi en rose :

forte réflectance dans l'IR,
car végétation active

..... couleur rouge
absorption dans le rouge,
car végétation active

..... pas de vert.
peu de réflectance
dans le vert,..... peu de bleu

Rouge + un peu de bleu = rose

Les rizières abandonnées sont colorées en vert.

Pourquoi en vert :

faible réflectance dans l'IR,
car pas de végétation active

..... pas de rouge
forte réflectance dans le rouge,
car pas de végétation

..... couleur vert
faible réflectance
dans le vert,..... peu de bleu

Vert + rien, ou un peu de bleu = vert

Les rizières en friches recolonisées par des adventices sont en vert + rose.

Nous avons vu qu'une composition colorée, faite scrupuleusement, avec une vérité-terrain précise, apporte beaucoup d'informations sur les paysages de mangroves.

Dans le cas de cette région du delta de la Tsiribihina, il serait intéressant de suivre avec des images ultérieures la progression de ces défrichements sauvages, qui se font dans des régions retirées, difficilement accessibles, et évaluer si la vitesse de cette progression ne va pas faire disparaître la population de *BRUGUIERA*.

Un autre exemple intéressant montre la nécessité de surveiller l'évolution des mangroves par satellite.

En Afrique, en Guinée, le traitement de l'image satellite de 1986, fait à l'échelle très précise du 17/000, a permis de voir des

AVICENNIA en position anormale, alors que la photographie aérienne de 1966 montrait des RHIZOPHORA à leur place.

L'installation des *AVICENNIA* est la preuve d'un changement dans la sédimentation de la boucle du Kapatchez.

A la demande des paysans guinéens, un aménagement a été effectué pour pallier l'excès de sédiments qui bouchait le cours du Kapatchez. Un canal a été construit parallèlement au Soussoudé, qui a exercé un drainage trop fort et a inversé le sens du courant. Cet aménagement a surdrainé les terres au lieu de les drainer raisonnablement et a bouleversé l'équilibre des sols, il s'en

est suivi un changement dans la végétation environnante, et la progression des rizières en friches.

Nous avons montré que l'étude des images spatiales des paysages de mangrove permet de prendre conscience, grâce à la précision des détails, des contraintes naturelles auxquelles doit obéir tout aménagement de ces régions, si on veut les aménager sans perturber l'équilibre de cet écosystème.

BIBLIOGRAPHIE :

MOREAU N., VERCESI L. (1989) - Cartographie des mangroves de Guinée à l'aide du satellite SPOT, in Rev.Photo Interpr., 89-1, fasc. 4, pp. 35-48.

MOREAU N. (1990) - Identification et Dynamique des paysages de mangroves en Guinée à l'aide du satellite SPOT1, in Editions du CNRS - TELEDETECTION

ET TIERS MONDE - pp.107-131

MOREAU N. (1991) - Contribution de la télédétection à l'étude de l'évolution des paysages de mangroves de l'Afrique de l'Ouest - Thèse de doctorat de l'Université de BORDEAUXIII 276 p.

REPOBLIKAN' I MADAGASIKARA
Tanindrazana-Fahafahana-Fahamarinana

BULLETIN
DE
L'ACADEMIE NATIONALE
MALGACHE
NUMERO SPECIAL

DU 50ème ANNIVERSAIRE
DE
L'ORSTOM

*Institut Français de Recherche Scientifique
pour le Développement en Coopération*
1994

ANTANANARIVO
1995