

NOTES DE BIOGEOGRAPHIE, 4, Nov. 1989

(U. Dakar)

ETUDE DU PERIMETRE A CANNE A SUCRE DE LA CSS PAR TELEDETECTION

- PREMIERS RÉSULTATS -

AMADOU TAHIROU DIAW  
*Département de Géographie  
Institut Fondamental d'Afrique Noire  
B.P. 206, DAKAR R.P. SENEGAL*

BERNARD MOUGENOT  
*Section Pédologie  
Office de la Recherche Scientifique  
pour le développement en Coopération  
B.P. 1386, DAKAR-HANN, SENEGAL*

DANIEL MARION ET RENALDO TOTI  
*Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS)  
B.P. 49, RICHARD-TOLL, SENEGAL*

O. R. S. I. O. M. Fonds Documentaire

N° : B 27490

Date :

ex 1  
P3 VIII 11

# ETUDE DU PERIMETRE A CANNE A SUCRE DE LA CSS PAR TELEDETECTION

- Premiers résultats -

## Résumé

Une évaluation des données du satellite SPOT a été réalisée en zone sahélienne, dans la région du pseudo-delta du fleuve Sénégal, sur une partie d'un périmètre irrigué à canne à sucre d'environ 7 000 ha de superficie, installé sur des sols salés. La taille des parcelles (150 X 300 m minimum) est bien adaptée aux qualités des capteurs multispectraux de SPOT.

A partir des données du calendrier cultural et d'observations de terrain, des traitements numériques ont permis une classification en 22 thèmes radiométriques (dont 4 hors périmètre) correspondant à des états de surfaces homogènes ou en associations. Les principaux stades phénologiques de la canne à sucre existants au moment de la prise de l'image sont distingués en relation avec l'indice de végétation normalisé : grande canne, canne en séchage, repousses de 1 à 2 mois... Les hétérogénéités à l'intérieur des parcelles, reflètent des problèmes de préparation du sol ou culturaux, ou des contraintes pédologiques : sels, pH, texture.

Les parcelles récoltées ou en début de repousses sont classées en fonction de leur rugosité de surface en relation avec le travail du sol, et de leur humidité suivant les dates d'irrigation. Des traitements complémentaires seraient nécessaires pour mieux classer les pixels de mélange à la limite des parcelles.

## Mots-clés

Parcelle, Calendrier cultural, Canne à sucre, Périmètre irrigué, SPOT, Humidité, Repousse, Classification, Sols salés, Sahel, Rugosité.

# REMOTE SENSING STUDY OF THE SUGAR CANE AREA OF THE CSS

- First results -

## Abstract

An assessment of SPOT satellite data was carried out in the sahelian zone, in the area of the river Senegal's pseudo-delta, on a part of an irrigated perimeter of sugar cane around 7 000 ha wide and established on salted soils. The size of parcels (150 X 300 m minimum) is well adapted to the qualities of SPOT multispectral sensors.

From the cultural calendar data and fields observations, digital processings enabled classification in 22 radiometric themes (4 of which out of the perimeter) corresponding to homogeneous or in association surface states. The main phenological stages of the sugar cane existing at the moment when the image is acquired are distinguished in relation to the normalized vegetation index : big cane, drying cane, shoot of one to two months... Heterogeneity within parcels reflect problems linked to soil preparation or cultural, or edaphic constraints : salinity, pH, texture.

The parcels harvested or where growth rebegins are classified following their surface roughness linked to the working of the soil, and their humidity depending on irrigation dates - additional treatments should be needed to better classify mixing pixels at the limit of parcels.

## Key-words

Parcel, Cultural calendar, Sugar Cane, Irrigated perimeter, SPOT, Humidity, Growth rebegin, Classification, Salted soil, Sahel, Roughness.

## 1. INTRODUCTION

Le périmètre étudié à l'Ouest de Richard-Toll, est entièrement consacré à la culture de la canne à sucre. Le climat est de type sahélien prononcé. La pluviométrie de 100 à 300mm seulement, irrégulière et mal répartie, nécessite une irrigation permanente, pratiquée à la raie. Les casiers sont installés de part et d'autre de la ville de Richard-Toll, à l'extrême Est du delta du fleuve Sénégal, sur des matériaux fluvio-deltaïques. La présence d'une nappe très salée en dehors des grandes cuvettes de décantation a nécessité l'installation d'un réseau de drainage très important.

La canne à sucre étant très sensible aux sels et dans une certaine mesure au pH faible et aux qualités physiques des sols, les parties déjà cultivées et la récupération de nouveaux sols salés nécessitent un suivi régulier et précis.

## 2. BUT ET METHODOLOGIE

Le but de cette étude est de réaliser une cartographie du périmètre situé à l'Ouest de Richard-Toll, seul compris dans la scène acquise, avec trois objectifs :

- distinguer les différents stades de développement de la canne à la date de prise de vue ;
- étudier l'hétérogénéité des parcelles, due aux pratiques culturales ou à la qualité des sols et des nappes (salure, acidité, texture...)
- réaliser un inventaire actualisé du parcellaire de cette partie du périmètre.

Les données de terrain ont été obtenues essentiellement à partir des relevés quotidiens sur l'état des casiers (âge des plantations, irrigation, brûlis, récoltes, labours...) et d'observations a posteriori de parcelles à différents stades.

Le terme "état de surface" sera utilisé pour décrire les unités observées sur le terrain. Il est défini par l'ensemble des éléments de l'interface sol/atmosphère (sol nu, végétation, eau...) seul capable d'influencer le signal reçu par les capteurs du satellite, et éventuellement, par extension, aux premiers centimètres du sol. La classification des réflectances constituant l'image, doit permettre de dégager des thèmes radiométriques correspondant à des états de surface homogènes ou en associations.

L'image reçue en août 1987 sous forme de bandes magnétiques et de films, a été traitée à l'atelier télédétection de l'ORSTOM à Bondy (France) pour les films et en numérique à l'UTIS (Unité de Traitement d'Images Satellitaires (ISRA/ORSTOM Dakar, SENEGAL)). Le fichier 1024 x 1024 pixels extrait (420 Km<sup>2</sup>) comprend outre les casiers du périmètre sucrier (= 7000 ha ?) le fleuve Sénégal, la partie Ouest du pseudo-delta, le Nord du Lac de Guiers et l'extrême Est du Ferlo.

Après avoir défini à l'aide des données de terrain un premier catalogue des états de surface "types", des parcelles tests ont été choisies sur une composition colorée (superposition de trois canaux simulants dans le cas qui nous concerne une image en infrarouge fausses couleurs) obtenues sur papier photographique ou à l'écran en traitement numérique.

Le logiciel permettant la classification finale de l'image est de type "agrégation avec choix des centres de classes". Ceci nécessite de définir chaque état de surface (ou associations), par une valeur de réflectance sur chacun des trois canaux.

Les parcelles tests homogènes sont définies par leur valeur de réflectance médiane sur les trois canaux en excluant les pixels de bordure. Les transects radiométriques réalisés sur les parcelles hétérogènes permettent de déterminer des seuils, qui, s'ils ne correspondent pas à des thèmes définis sur zones homogènes, peuvent entraîner la création de nouveaux thèmes radiométriques que l'on devra vérifier a posteriori.

Une vingtaine d'états de surface ont été ainsi caractérisés, chacun par 3 à 5 parcelles tests réparties le mieux possible sur la zone étudiée. La variabilité des réponses d'états de surface considérés comme peu différents, a conduit, au cours de cette première approche, à différencier 38 thèmes radiométriques comme base de classification. Deux itérations, vu le nombre élevé de thèmes de départ, semblaient suffire pour obtenir des résultats préliminaires relativement satisfaisants, après regroupement en 22 thèmes principaux, de nouveaux thèmes ayant été définis.

### 3. ETUDE DE CLASSIFICATION

Les thèmes, comprenant des états de surface représentés à la fois dans le périmètre sucrier et en dehors, sont regroupés en 4 groupes :

- 1 - canne à sucre dominante et végétation hors casiers à activité chlorophyllienne très forte à moyenne ;
- 2 - canne à sucre et végétation hors casiers à activité chlorophyllienne moyenne à nulle ;
- 3 - sols nus ou peu couverts (casiers et hors casiers) ;
- 4 - eaux.

Cette classification en thèmes et en groupes de thèmes est réalisée suivant des critères de terrain et après analyse de l'image :

- sur le terrain, il est tenu compte des éléments définissant l'état de surface d'un sol : couleurs, humidité, rugosité (effets d'ombre) et présence de végétation (activité chlorophyllienne et couverture au sol).
- sur l'image : réflectance, rapports de canaux (Indice de végétation, de brillance...), structure et texture des unités.

3.1. - Canne à sucre dominante et végétation hors casiers à activité chlorophyllienne très forte à moyenne (9 thèmes).

La classification des états de surface est réalisée en fonction des critères de couverture du sol et de l'activité chlorophyllienne, liés en général à l'âge des plantations et à la date d'arrêt de l'irrigation avant la récolte. L'indice de végétation normalisé (Iv) établi à partir des valeurs des centres de classes (canal 3 - canal 2/canal 3 + canal 2) diminue des thèmes à végétation très couvrante et très active (Iv : 0,35) vers les thèmes à végétation moins active (Iv : 0,20 ; séchage : stress hydrique), puis peu couvrante et peu active (Iv : 0,10). Par contre les effets d'une irrigation en cours sur les parcelles de grande canne et l'influence des variétés, n'ont pu être mis en évidence avec cette méthode.

Les thèmes 1,5,6 sont observés en général sous forme de parcelles bien différenciées (canne d'un an ou en séchage avancé). Les thèmes 2 et 3 occupent des parcelles complètes ou sont en association.

Les thèmes 6 et 7 ne sont représentés qu'en association et la plupart du temps suivant une série continue des thèmes 2, 3, 6, 7, le thème 7 regroupant les domaines où la canne est la plus hétérogène ou en repousses (2 mois et plus).

Les limites de parcelles sont très nettes sur le terrain. Les multiples états de surface observés dans le périmètre en dehors des parcelles (nature variée : pistes, canaux, végétation naturelle... et taille souvent inférieure au pixel) introduisent une grande diversité et un nombre élevé de pixels de mélange. La classification utilisée ne permet pas un classement correct de ces zones larges de 1 à 2 pixels au minimum. Un effet de bordure plus important indique une hétérogénéité à l'intérieur de la parcelle.

En dehors des casiers, les équivalents en végétation naturelle des thèmes précédents sont représentés le long du fleuve, du lac (îlots) et au niveau de quelques cuvettes et des rizières récoltées.

3.2. - Canne à sucre et végétation hors casiers à activité chlorophyllienne moyenne à nulle.

Les thèmes 8 à 12 ont été différenciés avec la même démarche que précédemment. On notera encore la grande importance des pixels de mélange, autour et en dehors des parcelles.

Seuls les thèmes 8 et 9 sont assez bien représentés au niveau du périmètre. Ils sont caractérisés par une faible couverture au sol des repousses de canne (10 % environ, repousses de 1 à 2 mois), et une irrigation en cours pour le second.

Les thèmes 10 et 11 occupent la plus grande partie des rizières non récoltées ou récoltées avec des repousses et un sol parfois légèrement humide.

La strate herbacée sèche de dune et des zones basses du pseudo-delta, correspondent au thème 12. La présence de 1 à 5% d'arbres ne semble pas beaucoup influencer la réflectance.

### 3.3. - Sols nus ou peu couverts (casiers et hors casiers).

Ils ont été regroupés en 9 thèmes (13 à 21), rencontrés sur tous les milieux (casiers, pseudo-delta et dunes), sauf les trois derniers, absents du périmètre sucrier.

Les états de surface ont été différenciés selon les critères suivants : présence d'une faible couverture végétale en général sèche ou de paille ; un critère exprimant la clarté : très foncé à très clair, plus facile à estimer que la couleur, tout en tenant compte en partie de la rugosité ; humidité moyenne de la surface du sol.

Le faible couvert végétal n'influence pas (repousses de cannes d'un mois) ou très peu (chaumes) la réflectance du sol nu ; par contre un même sol aura une réponse différente selon son état cultural : âge des brûlis (couleur plus ou moins foncée), labour (rugosité élevée) et intensité de l'irrigation (humidité ou eau libre au fond des billons). Une diminution de la clarté et une augmentation de la rugosité et de l'humidité abaissent la réflectance sur les trois canaux de SPOT et plus fortement sur le canal 3. Ceci explique les confusions radiométriques entre des états de surface très différents du périmètre (brûlis et sol labouré irrigué par exemple, thèmes 13,14) et moins fréquemment hors du périmètre.

- L'état de surface des sols nus ne représente en général qu'un état temporaire, particulièrement au cours de cette saison, en domaine cultivé. L'image nous donne un instantané pouvant parfois évoluer en quelques heures (brûlis, irrigation, travail du sol...).

Les thèmes 13 à 16 sont surtout représentés au niveau du périmètre sucrier et des rizières, et correspondent à des réflectances basses à moyennes, inférieures à 60 sur les canaux 1 et 3, et à 65 sur le canal 2. Les thèmes 17 et 18 sont observés en domaine cultivé (parcelles, pistes de production) et non cultivé (cuvettes, dunes). La réflectance est maximale sur les trois canaux pour les sols de levées à surface battante et les dunes les plus dégradées (sols non cultivés).

Les effets des pratiques culturales (planage, labour, passage disque...), sur des sols nus ou peu couverts, sont à l'origine d'une augmentation de la rugosité (pellicule de battance brisée, mottes...) ; cela entraîne une diminution de la réflectance dans le visible et le proche infra-rouge, accentuée en cas d'irrigation et une certaine uniformisation d'états de surface différents au départ.

### 3.4. - Les eaux libres

Les eaux libres proviennent en grande partie du fleuve Sénégal. Elles sont douces et encore chargées en sédiment. Leur réflectance est

faible à moyenne dans le canal 3 (absorption dans le proche infra-rouge, perturbée par des effets de surface) et moyenne (eau peu profonde ou décantée) à forte (eau profonde ou chargée) dans le visible.

Les parcelles en dessalement et les réservoirs sont bien différenciés ; par contre la plupart des canaux d'irrigation ou de drainage sont de taille inférieure au pixel SPOT. Malgré la création de nouvelles classes, des confusions subsistent avec les sols nus observés en général de part et d'autre.

Les eaux peu profondes (inf. à 1m) et profondes du lac sont différenciées. Les hétérogénéités observées au niveau des eaux profondes du fleuve pourraient être dues à la présence d'un voile atmosphérique (vapeur d'eau, fumées).

#### 4. PREMIERES CONCLUSIONS

Il est possible de distinguer les principaux stades phénologiques de la canne à sucre. Elle commence à être différenciée comme végétation à partir de 2 mois environ. L'état du périmètre n'a pas permis de caractériser des stades intermédiaires, jusqu'à la couverture quasi totale du sol ; la grande canne est dominante à cette période de l'année. La canne en cours de séchage est bien différenciée.

Les hétérogénéités observées dans les parcelles de grande canne peuvent avoir deux origines, à vérifier sur le terrain : pratiques culturales (qualité du planage et des irrigations...) et contraintes pédologiques (paramètres du sol et des nappes : salinité, pH, texture). La carte réalisée permet de façon indirecte mais systématique, de localiser et d'intervenir sur ces zones à problèmes. L'étude de la structure (forme), de la texture (organisation dans la forme) et de la répartition de ces domaines au sein des parcelles et des unités morpho-pédologiques préexistantes, devraient permettre des corrélations avec la teneur en argile des horizons de surface (sols argileux, foncés et sableux, clairs).

























Une date d'acquisition moins tardive et avant les premiers brûlis serait plus favorable pour réaliser les objectifs fixés.

La classification réalisée nécessiterait d'être affinée, en particulier pour classer correctement les pixels de bordure (prise en compte des formes et des classes voisines), et améliorer, après masquage manuel des zones hors du périmètre sucrier, l'évaluation de la surface couverte par chaque thème.

Enfin, les amers sont suffisamment nombreux et précis pour réaliser, avec la précision du multi-spectral (pixel de 20m), un plan redressé.

L'interprétation du périmètre de Richard-Toll s'appuie sur des documents cartographiques en couleurs. Leur restitution sous cette gamme n'a pas été possible dans le cadre du présent volume. Compte tenu du nombre important de thèmes, la présentation des documents en noir et blanc réduit considérablement leur lisibilité. Nous nous en excusons auprès des lecteurs.

LEGENDE PROVISOIRE:

N°	THEMES / ETATS DE SURFACE 29/01/87	COMMENTAIRES 1: casiers canne 2: hors casiers
<b>CANNE A SUCRE DOMINANTE ET VEGETATION HORS CASIERS, "ACTIVES"</b>		
1	 Canne très couvrante,* très forte à forte activité chlorophyllienne.	1-canne d'un an; -en séchage.
2	 Canne très couvrante, très forte activité chlorophyllienne.	
3	 Canne très couvrante, forte activité chlorophyllienne.	1 début séchage ou non.
4	 Canne couvrante à très couvrante, activité chlorophyllienne moyenne.	1-en séchage ou non. -associé à thème 7.
5	 Canne très couvrante, activité chlorophyllienne moyenne.	1 en séchage.
6	 Canne très couvrante, activité chlorophyllienne moyenne à faible.	1 en séchage.
7	 Canne couvrante à peu couvrante, activité chlorophyllienne moyenne à faible.	1-associé à thèmes 1 à 7. -repousses ≈ 60j. -associé à thèmes 8 et 9.
8	 Canne peu couvrante, activité chlorophyllienne moyenne à forte.	1 repousses 30 - 60j.
9	 Canne peu couvrante, sol humide et eau. activité chlorophyllienne moyenne à très faible.	1 repousses ≈ 30j., irrigué.
<b>CANNE A SUCRE ET VEGETATION HORS CASIERS, "ACTIVES A SECHES":</b>		
10	 Canne et végétation herbacée couvrante, activité chlorophyllienne moyenne à très faible.	1 repousses 40 - 60j., chaumes. 2 rizières récoltées, cuvettes.
11	 Canne et végétation herbacée arborée peu couvrante, activité chlorophyllienne faible à nulle.	1,2 rizières, casiers, cuvettes, dunes.
12	 Végétation herbacée ± arborée peu couvrante, sèche.	1,2 dunes, rizières, cuvettes, casiers.
<b>SOLS NUS OU PEU COUVERTS (CASIERS ET HORS CASIERS):</b>		
13	 Sol nu ou peu couvert, très foncé, humide. Brûlis récents.	1-labouré, irrigué; -repousses < 1 mois, irrigué.
14	 Sol nu ou peu couvert, très foncé, humide à sec. Brûlis 1 à 20j.	1-labouré, irrigué ou non; -repousses < 1 mois, irrigation récente ou en cours
15	 Sol nu ou peu couvert, foncé, sec à humide.	1-récolté(chaumes), labouré ou non; -repousses < 1 mois, début d'irrigation éventuel.
16	 Sol nu ou peu couvert, foncé, sec.	1-récolté(chaumes); -repousses < 1 mois, non irrigué.
17	 Sol nu ou très peu couvert, foncé à moyen, sec.	1-récolté(chaumes); -repousses < 1 mois, non irrigué.
18	 Sol nu ou très peu couvert, moyen, sec.	2 cuvettes non cultivées. 2 cuvettes non cultivées, dunes. 1 récolté(chaumes);
19	 Sol nu ou très peu couvert, moyen à clair, sec.	2-levées à surface poudreuse; -dunes dégradées.
20	 Sol nu clair, sec.	2-levées à surface ± poudreuse; -dunes très dégradées.
21	 Sol nu très clair, sec.	2-levées à surface battante; -dunes très dégradées.
<b>EAUX:</b>		
22	 a Eau profonde.	- fleuve, lac...
22	 b Eau moyennement profonde.	- fleuve, lac, parcelles...
22	 c Eau très peu profonde à profonde...	- canaux, parcelles, fleuve...

\*très couvrante:>60%; couvrante:30-60%; peu couvrante:15-30%; très peu couvrante:<10-15%.

Traitements: agrégation avec choix des centres de classes - UTIS ISRA/ORSTOM.  
B. MOUGENOT ORSTOM DAKAR.

500 m





