

## Table des matières

Avertissement

page 5

Préface du MEPN

7

Utilisation des images à haute résolution au CSE :  
les systèmes *Landsat* et *Spot*

La télédétection satellitaire

Les satellites *Landsat*

Le système *Spot*

Perspectives

9

9

9

10

10

Suivi pastoral : la contribution du *MIR* haute résolution à la caractérisation  
des pâturages naturels dans la zone de l'OSS

Contexte de l'étude

Méthodologie

Résultats des classifications

Conclusion

13

13

13

14

15

## Suivi agricole : la base aérolière de sondage

Contexte de l'étude

Objectifs

Méthodologie

Résultats

Conclusion

17

17

18

18

21

23

## Foresterie rurale : cartographie des changements de surface dans la forêt classée de Balmadou

Contexte de l'étude

Présentation de la zone d'étude

Objectifs

Méthodologie

La carte des changements

Résultats et analyse

Conclusion

25

25

25

26

26

28

29

29

## Infrastructure et Environnement : la *spatiocarte* de la zone d'exploitation des phosphates de Taïba

Contexte du Projet

Objectifs

Méthodologie

Résultats et discussions

31

31

31

31  
33

## Aménagement de l'espace rural : mise en place d'un réseau de stations d'analyse et d'expérimentation en milieu rural pour le développement soutenu des terroirs villageois

Contexte du Projet  
Objectifs  
Méthodologie et résultats

37  
37  
37  
38

## La gestion intégrée de la diversité biologique au Ferlo : le projet *Bioferlo*

Contexte du Projet  
Objectifs et zone d'étude  
Résultats de la classification et de l'interprétation

41  
41  
41  
42

## Apport de la télédétection à l'étude des mangroves : application sur imagerie Haute Résolution

La mangrove  
Le rôle de l'outil télédétection  
Méthodologie et résultats d'interprétation  
Conclusion

47  
47  
48  
48  
49

Imagerie satellitaire Haute Résolution et environnement urbain :  
*Spatiocarte* de la ville de Dakar  
Contexte de l'étude  
Images à haute résolution et milieu urbain  
Produits dérivés des images satellitaires

51  
51  
51  
52

La mise en oeuvre des Conventions de la génération de Rio : contribution de  
l'imagerie satellitaire Haute Résolution  
*Spatiocarte* de la ville de Dakar

Annexe : État d'exécution des programmes  
Activités régulières  
Activités de prestations de services

55  
57  
60

## **Avertissement**

*Le rapport annuel du CSE dresse le bilan d'un ensemble d'activités significatives de l'état des ressources naturelles du Sénégal, sur lesquelles se fondent les secteurs productifs majeurs de l'économie nationale, à savoir, l'agriculture, l'élevage et la foresterie.*

*En 1994, il avait été pris l'option de faire un rapport technique annuel axé sur la présentation de l'ensemble des activités du CSE, sous la forme de résumés succincts, afin de permettre au grand public de découvrir dans sa globalité le métier du CSE. En 1995, la présentation détaillée des activités de suivi basées sur l'utilisation des images NOAA/AVHRR a été privilégiée.*

*Dans ce présent rapport, il s'agit de faire l'état des réalisations de l'année 1996, en insistant particulièrement sur les produits dérivés des images à haute résolution. Parmi celles-ci, les données Landsat et Spot sont davantage utilisées par le CSE pour la réalisation de cartes d'occupation du sol ou la conception de spatio-cartes à des fins d'aménagement ou d'évaluation des changements d'états de surface.*

*L'utilisation de ce type d'images est encore très limitée en Afrique. Cependant le CSE, dès 1990, a mis en place les moyens nécessaires à la maîtrise de cette technologie de pointe pour pouvoir fournir les produits les plus élaborés dans le domaine de la gestion des ressources naturelles.*

*Ainsi, avec l'aide des partenaires de développement tels que DANIDA, UNSO, CRDI, entre autres, ont été développés des projets-test ou activités de recherche qui ont permis au personnel du CSE de maîtriser d'avantage la technologie.*

*La combinaison de ces images traitées et leur intégration dans les Systèmes d'Information Géographique ont permis de développer des approches méthodologiques performantes qui assurent à présent au CSE un rôle précurseur en Afrique.*

*Par ailleurs, comme vous le constaterez à la lecture du présent rapport, les images en question sont acquises auprès de Sociétés occidentales, à un coût relativement élevé. Leur utilisation se fait en particulier pour la caractérisation d'espaces localisés (département, région ou communauté rurale) et pour des produits commandés par les partenaires du CSE.*

*Le présent rapport décrit quelques uns de ces produits en insistant sur les résultats obtenus et l'importance de l'apport de l'imagerie à haute résolution dans la planification et la gestion des ressources naturelles (GRN).*

*Des perspectives importantes se dégagent et, de plus en plus, le CSE va s'orienter vers la confection de produits de mieux en mieux élaborés au profit notamment des communautés rurales et des organismes locaux de développement.*

page blanche 6 : avertissement

## Préface

page blanche 8 : verso préface

# UTILISATION DES IMAGES À HAUTE RÉOLUTION AU CSE

## Les systèmes *Landsat* et *Spot*

### La télédétection satellitaire

Les satellites utilisés en télédétection sont souvent classés en fonction de leur orbite et de leurs caractéristiques spectrales et spatiales. Trois types d'orbites présentent un intérêt en télédétection : l'orbite héliosynchrone, l'orbite géostationnaire et l'orbite circulaire quelconque (F. Bonn et G. Rochon, 1992).

Les satellites à haute résolution (*Landsat* et *Spot*) dont il est question dans ce document ont une orbite héliosynchrone, c'est-à-dire, que le plan de l'orbite du satellite reste fixe par rapport au plan orbital de la terre et par rapport au soleil. Cet orbite se traduit par le passage du satellite au-dessus d'un point géographique quelconque approximativement à la même heure locale.

### Les satellites *Landsat*

L'ère de la télédétection civile n'a vraiment débuté qu'avec la mise en orbite du premier satellite de la série *Landsat* (*Land Satellite*)<sup>1</sup>, en 1972.

Le programme *Landsat* a débuté par le lancement du premier satellite d'observation des ressources de la terre en juillet 1972 avec, à son bord, deux types d'instruments travaillant dans le visible et le proche infrarouge : les caméras *Return Beam Videcon* (RBV, "vidicon à faisceau de retour") et le *Multispectral Scanner* (MSS). La résolution de ces outils était voisine (80 m), mais le mode d'acquisition totalement différent. Au cours des années 1970, la NASA a lancé successivement *Landsat-2* (1975) et *Landsat-3* (1978), afin d'augmenter la fréquence de passage et pallier à la durée de vie limitée des premiers satellites.

Malgré les améliorations apportées à *Landsat-3*, l'évolution technologique et les besoins nouveaux ont conduit le Programme *Landsat* (géré depuis 1978 par une entreprise privée EOSAT) à initier une mutation majeure, avec l'abandon des caméras RVB au profit du capteur *Thematic Mapper* (TM). Celui-ci offrit l'avantage de fonctionner avec sept bandes spectrales qui vont du visible-bleu à l'infrarouge thermique, avec une résolution spatiale de 30 mètres. Les enregistrements restent découpés en scènes de 185 x 185 kilomètres, ceci, dans un nouveau système de référence. Ces caractéristiques (largeur de la scène, bonne résolution spectrale et spatiale) en ont fait un outil appréciable de cartographie des unités d'occupation du sol.

En effet, en combinant les différents canaux ou bandes, il est possible de détecter des états de surface et de les classer selon l'occupation et l'utilisation des sols. Parmi

---

<sup>1</sup> Originellement appelé ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*), administré par la NASA jusqu'en 1978.

les canaux à bord de l'instrument TM, les bandes 3 (visible-rouge), 4 (proche infrarouge) et 5 (moyen infrarouge) donnent une meilleure combinaison pour la discrimination des différentes classes des états de surface de nos régions. Les données historiques de Landsat permettent également de suivre les changements comme l'expansion du domaine agricole ou le déboisement. La carte de la forêt classée de Balmadou (Sud du Sénégal), produite récemment par le CSE, illustre les possibilités de Landsat TM et de Spot dans l'identification des changements intervenus à la surface du sol.

Cependant, la résolution spatiale actuelle des données Landsat ne permet pas parfois de détecter des objets fins, comme les pistes par exemple. Afin de mieux mettre en évidence de tels éléments, le CSE s'appuie souvent sur les imageries Spot (Satellite Probatoire d'Observation de la Terre) et les cartes topographiques.

## **Le Système Spot**

Spot est conçu par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) français. Le premier satellite dans la série (Spot-1) a été lancé en 1986 et le CNES a successivement mis en orbite Spot-2 (1990) et Spot-3 (1994). Tous les trois satellites ont le même type d'instrument constitué de deux optiques de 6000 barrettes chacun et fournissent deux types d'enregistrement : Panchromatique (P) à une résolution spatiale de 10 mètres d'une part et Multispectral (XS) à trois bandes dans le visible et le proche infrarouge, avec une résolution de 20 mètres, d'autre part. Le système de balayage offre une vision stéréoscopique et la possibilité de surveillance de chaque point du globe tous les trois jours.

Comme pour Landsat, le CSE utilise les images Spot pour effectuer une meilleure cartographie de la surface du sol. Afin d'améliorer la résolution spatiale des images XS, le CSE a récemment testé une méthode de fusion de Spot XS et P. La méthode semble très prometteuse dans le cadre du suivi des terroirs agricoles et de la gestion du milieu urbain.

## **Perspectives**

Malgré l'échec du lancement de Landsat-6, le programme Landsat continuera avec le lancement prévu de Landsat-7 dont la résolution spatiale devrait atteindre 15 mètres. Les caractéristiques techniques, du point de vue de la résolution spatiale, le rapprocheraient des satellites Spot. Quant au Spot-4 dont le lancement est prévu en fin 1997, il comporterait une bande dans le moyen infrarouge avec une résolution de 20 mètres qui devrait améliorer la capacité de l'instrument à suivre le couvert végétal. Avant même le lancement de Spot-4, la préparation du Programme Spot-5 (Spot 5A et 5B) est en cours, dans le cadre d'un projet de coopération entre les gouvernements français, belge et suédois.

Avec Spot-4 et Spot-5, le programme assurera la continuité de la fourniture des images à haute résolution jusqu'au delà de l'année 2010. En particulier, les trois

instruments, dirigés vers l'avant, le nadir, et l'arrière du satellite, pourront réaliser des prises de vue à une résolution améliorée de 5 mètres (Baudoin et *al.*, 1996). Ceci permettra un meilleur suivi des changements qui affectent la surface du sol mais exigera des ordinateurs plus performants pour traiter le très grand volume de données.

### **Satellites commerciaux à très haute résolution**

Il est clair que la tendance dans le développement des nouveaux systèmes est tournée vers une résolution spatiale améliorée pour répondre aux besoins des utilisateurs. Parmi les nouveaux systèmes, on trouvera une gamme de satellites commerciaux prévus comme Early Bird, Quick Bird et Orbview qui proposent d'offrir des résolutions nettement plus grandes (voir tableau comparatif des satellites actuellement en orbite). Cependant, la fauchée (zone couverte) sera réduite par rapport aux anciens systèmes Landsat et Spot, donc la taille des images sera plus petite; ce qui pourrait constituer une limitation potentielle pour la cartographie de grandes zones.

*Tableau comparatif des satellites actuellement en orbite  
et certains autres prévus dans les prochaines années*

**Satellite/Instrument**

**Résolution spatiale**

**Fauchée**

**Lancement**

**Bandes**

Landsat MSS

80 m (MS)

185 km

1972

2 vis

2 pir

Landsat-TM

30 m

185 km

1984

3 vis

1 pir

2 mir

1 ther

Landsat 7

15 m

185 km

1997 (?)

\*

Spot 1,2,3

20 m (XS)

10 m (P)

60 km

1986

2 vis

1 pir

Spot 4

10 m (XS)

60 km

2 vis

1 pir

1 mir

Spot 5

5 m

60 km

1999

2 vis

1 pir

1 mir

Early Bird

3 m (P)

15 m (MS)

6 km

1996

2 vis

1 pir

Quick Bird

2 m (P)

4 m (MS)

15 km

1997

3 vis

1 pir

Space Imaging

1 m (P)

4 m (MS)

12 km

1997

3 vis

1 pir

OrbView-1

2 m (P)

8 m (MS)

8 km

1997

3 vis

1 pir

Sources : A. Baudoin, et *al.*, 1996 ; Fritz, 1996.

Abbreviations : MS = multispectrale, P = panchromatique, vis = visible, pir = proche de l'infrarouge, mir = moyen infrarouge, ther = thermique.

## Références

Baudoin A., Fratter C. et Munier P., 1996, Le Programme Spot-5 et la Préparation des utilisations, *in Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, n°. 141 pp 9-21.

Bonn F. et Rochon G., 1992, Précis de Télédétection : Principes et Méthodes. Volume 1, Presses de l'Université du Québec / AUPELF, 477 pages.

Fritz L.W., 1996, The Era of Commercial Earth Observation Satellites, *in Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 62 : 39-45.

Prince S.D., Justice C.O. et Los S.O., 1990, Télédétection de l'Environnement Sahélien : Revue de l'état actuel et des projets futurs, Commission des Communautés Européennes, Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale, Lomé.

## **SUIVI PASTORAL La contribution du MIR Haute Résolution à la caractérisation des pâturages naturels dans la zone de l'OSS**

**Contexte de l'étude** Après la signature, en octobre 1994, de la Convention de Lutte contre la Désertification, un certain nombre d'actions ont été entreprises en Afrique dans le cadre de la coopération internationale. Aussi, compte tenu de l'importance du secteur pastoral dans les écosystèmes désertiques et semi-désertiques, et en prévision de l'introduction d'un nouveau canal (moyen infra-rouge, MIR) lors du magnétique à haute résolution dans conduire CCD déterminer e recours au canal --une localisation relativement aisée des mares asséchées ;ee révè permet Uormation préalable de type NDVI Au Sénégal, les "" Depuis 1991/1992, lniveaux omettre certaines parcelles :: éloignement ou enclavement des champs ceci pour des "" etc. Par ailleurs, cctrès à la périphérie des villes. Il est à noter que quere prendra à temps des services de l'agriculture La basetion, photo-interprétation et Tenant compte de ces acquis méthodologiques, le. Celle de comme zone test LL'' utilisation de la télédétection pour la stratification de l'espace contribue à réduire la variabilité liée aux différences dans les modes d'occupation des terres et partant (aussi bien en numérique le mode d' c'' est à dire,, les les les ll'' ll'' la réduction des Le premier travail consistecorrespondant au département couvrant 50 à 100% de la superficie totale ;; correspondant tte base, le domaine agricole du subest motivé par trois facteurs :: accessibilité, superficie et prépondérance marquées des activités agricoles au niveau du département (figure 1). Il faut préciser quu'' pris en compte dans cette strate, si la localité 10 segments; c'est à dire 30 ha. Eelleeeuu. Ce qui a permis de déterminer Si ces différentes franchises sans grande difficulté, en revanche les de prisesssdifférentes unités d'occupation uver sans difficulté. Ainsi, procédé maîtrisee fumures organique et minérale concernées obtenus élevée relativement faible par l'adoption ddLL'' rmation. Ce système offre la possibilité d'avoir une ce qui eede travail Elle permet en outre de et tût d'installation est important et il faut envisager une oeuvre