

## **Suivi de la campagne agricole sahélienne 1998 avec le nouveau senseur basse résolution VEGETATION du satellite SPOT-4 : analyse comparative avec le senseur NOAA-AVHRR**

Bernard TYCHON, Pierre OZER ET Souleymane TOURE  
FONDATION UNIVERSITAIRE LUXEMBOURGEOISE  
185, Avenue de Longwy  
B-6700 Arlon  
Belgique  
Email : tychon@ful.ac.be

### **INTRODUCTION et OBJECTIF**

Dans les pays en voie de développement de la région sahélienne, la majorité des activités est consacrée à l'agriculture. Soumise à des conditions météorologiques très variables (Diop et al., 1996), la population est confrontée à de graves problèmes d'alimentation durant les années à fort déficit pluviométrique ou lorsque les pluies sont mal réparties pendant la saison de végétation. Ce genre de situation doit être prévu longtemps à l'avance afin de permettre aux pouvoirs décideurs et aux bailleurs de fonds de réagir suffisamment rapidement pour tenter d'éviter ou de limiter les effets de ces famines potentielles. Parmi les outils employés pour prévoir ce type de désastre, l'association des capteurs à basse résolution spatiale AVHRR de NOAA et des capteurs de METEOSAT a servi jusqu'à présent dans le suivi global de la végétation. Cette combinaison est actuellement utilisée en routine à la FAO dans le cadre du programme ARTEMIS (FAO, 1999). Cependant, il faut néanmoins reconnaître au capteur AVHRR un certain nombre de limites qui n'ont pas toujours permis d'atteindre les espérances initiales d'un tel outil d'observation de la Terre. Quelques unes de ces limites ont été atténuées voire supprimées avec l'apparition du capteur VEGETATION placé sur le satellite SPOT-4 (Spotimage, 1999).

L'objectif général de cette étude est de vérifier que le capteur VEGETATION fournit des informations de qualité supérieure à celle du capteur AVHRR pour la région sahélienne et dans ce cadre spécifique des systèmes d'alerte rapide de pénurie alimentaire.

### **ZONE D'ETUDE (Figure 1)**

La zone d'étude s'étend longitudinalement de l'extrême ouest du Mali jusqu'à l'extrême est du Niger. Dans cette zone, deux fenêtres ont été sélectionnées pour la confrontation des informations dérivées de NOAA (AGRHYMET et FAO) et VEGETATION. Le choix de ces deux fenêtres a été réalisé sur base de la densité des stations au sol pour lesquelles nous disposons d'estimations de rendement dérivées de l'application du logiciel agrométéorologique spatialisé DHC\_CP (Bourneuf et al., 1998). La localisation de ces deux fenêtres est présentée à la figure 1.

La première fenêtre (F1) couvre près de 170 000 km<sup>2</sup> et s'étend du nord Sahel malien au sud ouest burkinabé (6°W-17°N ; 4°W-10°N). La deuxième fenêtre (F2) couvre près de 73 000 km<sup>2</sup>. Elle est localisée au centre du Niger et ne concerne que la bande sahélienne (7°E-16°N ; 9°E-13°N).

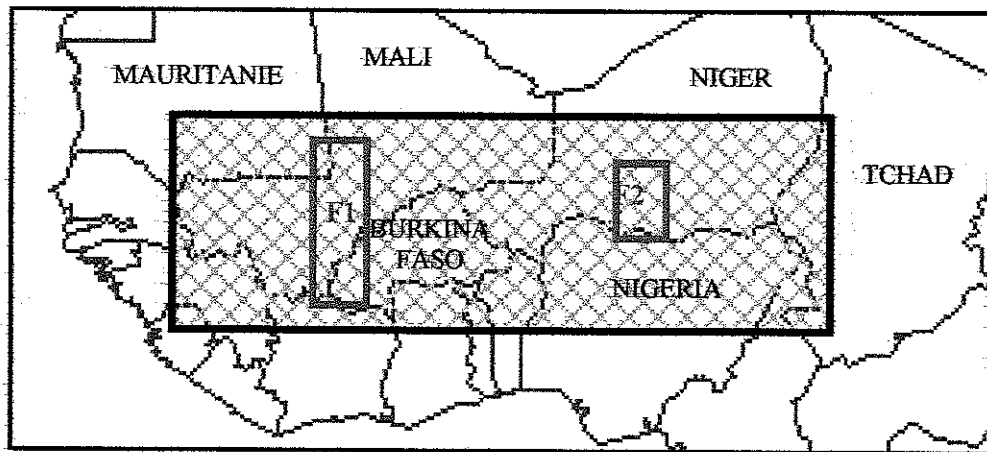


Figure 1 : Localisation des deux fenêtres (F1 et F2) sélectionnées pour l'étude.

## METHODOLOGIE

Deux critères ont été sélectionnés dans ce document pour comparer les deux observations satellitaires :

- Le premier critère est basé sur la qualité de la corrélation entre des niveaux de rendements locaux du mil calculés par DHC-CP et la valeur de l'indice de végétation normalisé dérivé de canaux de NOAA et VEGETATION.
- Deuxièmement, pour vérifier les possibilités d'extrapolation spatiale de paramètres agrométéorologiques, nous avons choisi un critère qui permet de définir la date du démarrage de la végétation par télédétection sur base d'analyse de séries d'images. Les informations fournies par les deux sources satellitaires sont comparées à une carte dérivée d'une approche agrométéorologique qui fixe la date de semis en fonction du niveau des précipitations mesurées au sol et estimées par télédétection.

Cette analyse a été effectuée sur la campagne agricole 1998.

## RESULTATS

### *Corrélations rendements*

Trois indicateurs dérivés des données NDVI de VEGETATION et NOAA ont été réalisés pour la comparaison avec les niveaux de rendements à l'échelle locale.

Ces trois indicateurs sont :

1. La longueur de la saison de végétation (LSV).
2. Le maximum de NDVI observé durant la période avril – octobre.
3. Une valeur intégrée de NDVI basée sur l'intégrale du NDVI pendant la saison de végétation telle que calculée plus haut.

$$\text{integ} = \int_{\text{Début Saison}}^{31.10} \text{NDVI}_t dt$$

Fenêtre 1	Rendements (kg.ha <sup>-1</sup> )	Fenêtre 2	Rendements (kg.ha <sup>-1</sup> )
LSV-NOAA	$R^2 = 0.66$	LSV-NOAA	$R^2 = 0.47$
LSV-VEGETATION	$R^2 = 0.69$	LSV- VEGETATION	$R^2 = 0.51$
Différence en %	+ 5	Différence en %	+ 9
NDVI_M-NOAA	$R^2 = 0.66$	NDVI_M-NOAA	$R^2 = 0.55$
NDVI_M- VEGETATION	$R^2 = 0.62$	NDVI_M- VEGETATION	$R^2 = 0.70$
NDVI_M-FAO	$R^2 = 0.45$	NDVI_M-FAO	$R^2 = 0.54$
Différence en % <sup>1</sup>	- 6	Différence en % <sup>1</sup>	+ 27
Différence en % <sup>2</sup>	+ 38	Différence en % <sup>2</sup>	+ 30
NDVI_I-NOAA	$R^2 = 0.68$	NDVI_I-NOAA	$R^2 = 0.62$
NDVI_I- VEGETATION	$R^2 = 0.70$	NDVI_I- VEGETATION	$R^2 = 0.64$
Différence en %	+ 3	Différence en %	+ 3
N	77	N	46

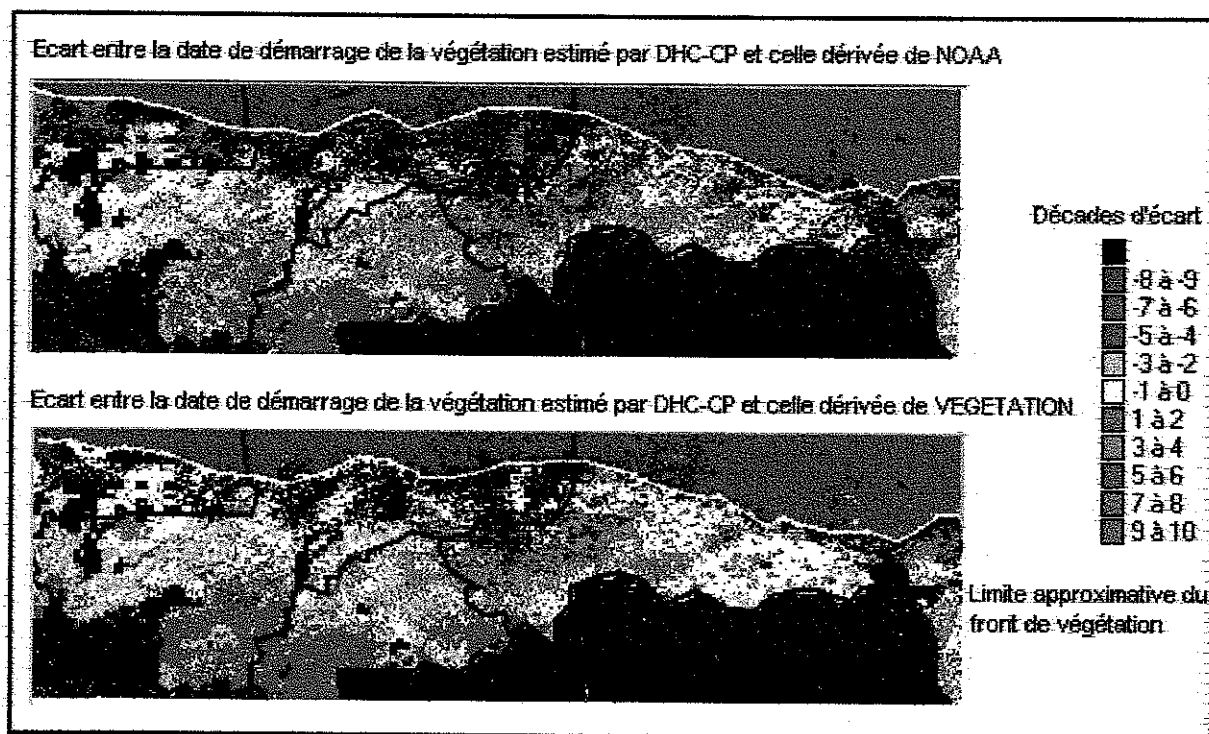
Tableau 1 : Comparaison des coefficients de détermination ( $R^2$ ) liant l'indice « longueur de la saison de végétation-LSV », l'indice « maximum de NDVI-NDVI\_M », l'indice « valeur intégrée de NDVI NDVI\_I » et le calcul des rendements. Différence en % = amélioration (+) ou péjoration (-) de la prévision des rendements dérivée des données VEGETATION par rapport à NOAA<sup>1</sup> et par rapport aux données ARTEMIS-FAO<sup>2</sup>. N = nombre de points utilisés pour établir la relation.

A l'analyse du tableau 1, il apparaît que les résultats obtenus par VEGETATION par rapport à ceux déduits des images NOAA sont meilleurs dans cinq cas sur six pour la prévision des rendements. Cette amélioration n'est pas négligeable puisqu'elle peut atteindre 27%.

D'autre part, il ressort de cette étude que les prévisions des rendements obtenues par VEGETATION sont améliorées de 38 et 30% (respectivement pour F1 et F2) par rapport au système opérationnel ARTEMIS de la FAO.

#### Dates de semis – Démarrage de la saison

Au Sahel, on peut, en première approximation, assimiler le démarrage de la saison de végétation à la date de semis ( Rasmussen, 1992 ; Groten, 1993). Partant de cette hypothèse il devient possible de repérer, par télédétection, les périodes de démarrage des cultures sur l'ensemble d'un territoire. Pour confronter cette approche à une approche agrométéorologique qui va servir de référence, nous avons utilisé les résultats de l'indice agrométéorologique qui fixe la date de semis selon un critère établi dans DHC-CP : 10 mm de pluie pendant la décade de démarrage. Les résultats de la confrontation sont présentés à la figure 2.



**Figure 2 : Comparaison entre les dates de semis estimées par télédétection (NOAA et VEGETATION) et par DHC-CP (modèle agrométéorologique)**

Les couleurs blanche et grise représentent les zones où l'on peut considérer qu'il y a une bonne concordance entre les deux approches. Ces zones sont plus importantes avec les images VEGETATION ce qui montrerait les capacités supérieures de ce senseur pour fixer les dates de démarrage de la végétation. Il faut mentionner en outre que les images NOAA ont fait l'objet d'un certain nombre de corrections liées à la fréquence importante de pixels manquants en raison d'une présence nuageuse, ce qui n'a pas été nécessaire avec les images VEGETATION. Sans ces corrections, NOAA n'aurait pas pu tenir la comparaison avec VEGETATION. L'apport de la télédétection est très intéressant ici. La zone autour du fleuve Niger au Mali est indiquée en rouge, signifiant que l'approche agrométéorologique a proposé une date de démarrage 40 à 50 jours après l'estimation par télédétection. Clairement ici, c'est l'approche par télédétection qui est meilleure car elle fonctionne à la résolution de 1 km alors que l'approche agrométéorologique a une résolution de 25 km<sup>2</sup>. Des détails de ce type passent dès lors inaperçus. Les valeurs rouges du Sud du Mali et du Burkina Faso sont un artefact. En effet, le modèle agrométéorologique ne commence ses simulations qu'à partir de mai alors que les images sont disponibles dès le mois d'avril. Toutes les zones démarrant leur végétation en avril, comme c'est le cas ici ne pourront pas être considérées dans l'analyse comparative.

Un autre point intéressant à soulever dans la comparaison des deux images est cette poche de couleur verte au centre ouest du Niger qui va jusqu'au Burkina Faso. La couleur verte indique que le modèle agrométéorologique a fixé une date de démarrage de la végétation avant qu'elle ne soit observée par télédétection. On peut expliquer cela de la façon suivante : dans cette région, des précipitations dépassant le seuil des 10 mm de DHC-CP sont tombées très tôt dans la saison mais elles n'ont pas été suivies d'autres pluies dans les décades suivantes. La végétation n'a vraiment démarré son cycle que plus tard comme cela s'observe par télédétection. L'aire en vert sur la carte constitue donc une zone où les faux-démarrages et les resemis ont dû être fréquents.

## CONCLUSIONS

L'instrument VEGETATION a démontré ses capacités supérieures pour le suivi de la végétation en région sahélienne dans la cadre particulier du suivi des campagnes agricoles et des systèmes d'alerte rapide en comparaison au senseur NOAA-AVHRR actuellement utilisé dans ce cadre-là.

Ces potentialités doivent à présent être mises à profit en remplaçant les images NOAA dans les systèmes de suivi. En outre, nous pensons qu'il faut chercher à VEGETATION, d'autres applications que celles actuellement exploitées avec NOAA. En particulier, il serait nécessaire d'approfondir les potentialités du senseur dans le suivi de zones de petites dimensions (inférieures à 100 km<sup>2</sup>). Il serait également souhaitable de mieux intégrer l'information satellitaire dans les modèles agrométéorologiques afin que cette nouvelle information puisse être encore davantage valorisée par une prise en compte réellement quantitative de l'information spatiale.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURNEUF E., CHAMPAGNE O., GIRARD X., PAGNOUX A. & VASSEUR L., 1998. Diagnostic hydrique des Cultures, version 2.3 Centre Agrhymet, Niamey.
- DIOP M., HOUNDENOU C. & RICHARD Y., 1996. Variabilité des dates de début et de fin de l'hivernage au Sénégal (1950-1991). *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, 9 : 430-436.
- FAO, 1999, Sahel : situation météorologique et état des cultures en 1999, rapport n° 3 – 11 août 1999, [HTTP://www.fao.org/giews/french/smiar.htm](http://www.fao.org/giews/french/smiar.htm)).
- GROTEN S.M.E., 1993, NDVI-crop monitoring and early yield assessment of Burkina Faso, *Int. J. Remote Sensing*, vol 14, n°8, pp1495-1515.
- RASMUSSEN M.S., 1992, Assessment of millet yields and production in northern Burkina Faso using integrated NDVI from AVHRR, *Int. J. Remote Sensing*, vol 13, n°18, pp3421-3442.
- Spotimage, 1999, VEGETATION User guide, [http://www.spotimage.fr/data/images/vege/VEGETAT/book\\_1/e\\_frame.htm](http://www.spotimage.fr/data/images/vege/VEGETAT/book_1/e_frame.htm)

*Cette étude a été financée par les Services Fédéraux des Affaires Scientifiques Techniques et Culturelles de Belgique sous le contrat T4/19/54.*