



**CENTRE de SUIVI ECOLOGIQUE**  
pour la gestion des ressources naturelles ( SENEGAL )  
BP 15 532. FANN DAKAR, SENEGAL

Tel: (221) 825 80 66  
825 80 67  
Fax: (221) 825 81 68

## **Suivi de la production végétale 2003 : Situation des parcours naturels**

## **Contexte**

Au terme de la saison des pluies, le bilan est globalement normal à excédentaire par rapport à la normale 1961-1990. Les régions méridionales ont même enregistré des cumuls pluviométriques supérieurs à 1500 mm alors qu'en situation moyenne, elles reçoivent difficilement 1200 mm. Il en est de même des régions centrales et orientales où l'isohyète 500 mm a enregistré une remontée très importante vers le nord.

Toutefois le Ferlo occidental (Louga), le Centre ouest (Thiès) et la Petite côte (Mbour) ont enregistré une pluviométrie déficitaire.

Le suivi des parcours naturels du Sénégal permet de fournir aux structures nationales (Direction de l'Elevage et Direction des Eaux, Forêts, Chasse et Conservations des Sols en particulier) des informations susceptibles d'aider à la prise de décision en matière de gestion des ressources naturelles. A cet effet, la quantité (production primaire) et la qualité (composition floristique) du fourrage disponible dans les différentes zones écologiques du pays constituent des éléments essentiels à une bonne planification. En outre, cette activité prise en compte dans le cadre d'un suivi à long terme, peut permettre d'appréhender le processus d'évolution des écosystèmes.

## **Approche méthodologique**

La carte de la production végétale est le résultat final de ce suivi. Elle est obtenue à partir d'une corrélation entre deux types de données (cf.annexe) :

1. l'indice de végétation par la différence normalisée (NDVI), intégré sur la période allant de la première décade de mai à la troisième décade d'octobre. Cette donnée qui reflète l'activité chlorophyllienne des végétaux, est obtenue par traitement des images satellitales SPOT/VEGETATION;
2. la quantité de biomasse produite (herbacée et ligneuse en kg.ms/ha) généralement mesurée au niveau de 36 sites de contrôle au sol.

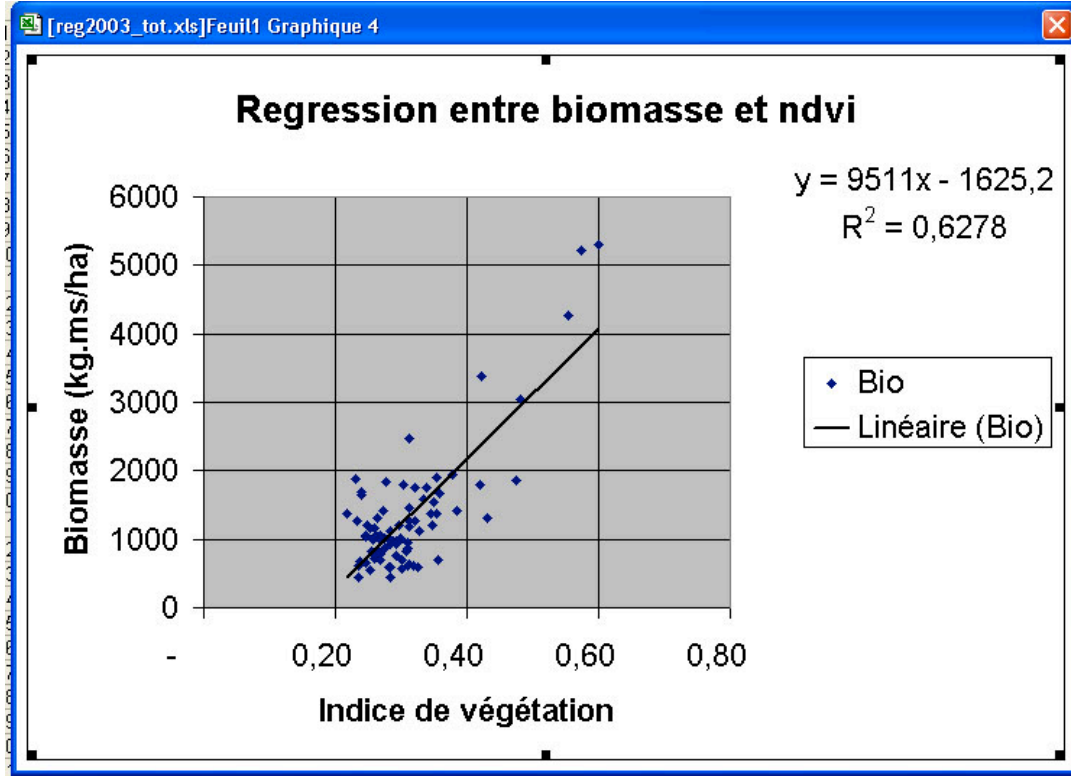
## **Résultats**

La régression entre l'indice de végétation intégré et la production végétale mesurée sur le terrain, a donné un coefficient de corrélation satisfaisant ( $r = 0,63$ ). Ce coefficient a baissé par rapport à celui de l'année passée qui était de 0,88. Ceci peut s'expliquer par la forte variabilité entre les productions des sites. Les nuages n'ont pas beaucoup affecté la qualité des images durant la saison de croissance, surtout dans la moitié sud du pays. Les résultats obtenus cette année sont plus fiables que ceux de l'année passée.

L'équation de la droite est :  $P = 9511 * NDVI - 1625,2$  .

La droite de régression (fig. 1) montre une nette diversité spatiale de la biomasse aérienne produite sur les sites de contrôle au sol :

**Figure 1:** Droite de régression NDVI intégré vs production totale en 2003

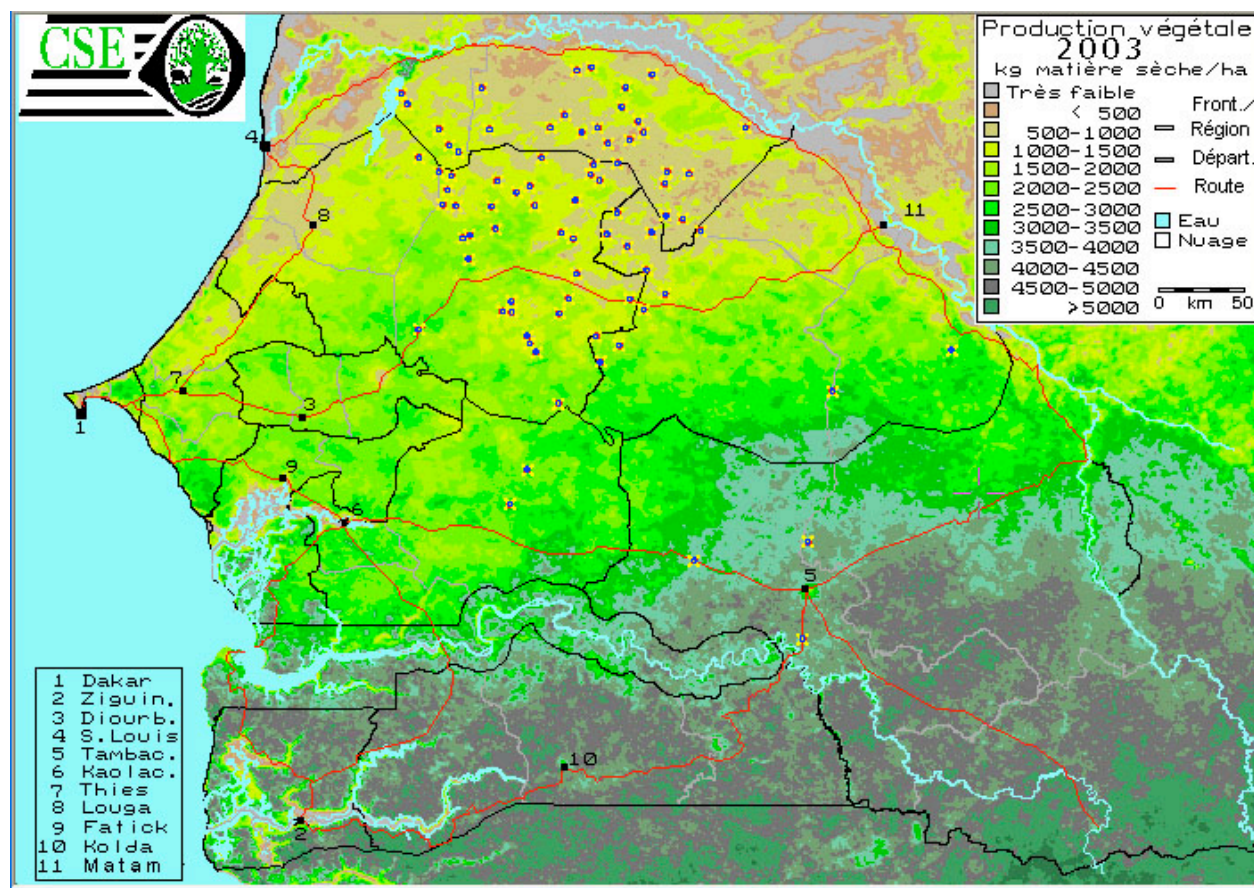


- Les sites situés dans la frange nord du Diéri (sahélo-sahariens), dont la production était généralement faible, affichent une biomasse supérieure à 500 Kg ms./Ha en 2003. Cette bande chroniquement déficitaire, a mis encore en exergue sa résilience si l'on s'en réfère à sa production de l'année 2002 qui tournait aux environs de 100 kg.ms/Ha.
- Les sites représentatifs de la zone soudano-sahélienne présentent une production assez bonne d'environ 5000 kg.ms/ha.
- Et enfin les sites de la zone soudanienne qui, même si par endroit la pluviométrie n'a pas augmenté, bénéficient d'une biomasse avoisinant parfois 6000 kg.ms/ha.

Les variations relatives de la quantité de biomasse produite, qui traduisent entre autres la résilience des écosystèmes, sont beaucoup plus sensibles dans la partie nord du pays. Le gradient pluviométrique croissant du Nord au Sud du pays et la répartition spatio-temporelle des pluies constituent les principaux facteurs climatiques qui régissent la production des parcours naturels

L'analyse de la carte de production végétale (fig. 2) permet de faire les constats suivants :

**Figure 2 :** Carte de production végétale 2003



Comparativement à l'année passée, la production des parcours naturels est très bonne. L'Unité pastorale de Mbar Toubab a obtenu une production très bonne dépassant parfois une tonne de matière sèche à l'hectare. Ce qui représente une augmentation de plus de 50% par rapport aux années précédentes. Les Unités pastorales de Téssékéré et de Widou Thiengoly ont affiché une faible production de biomasse en fin de saison de croissance à cause des pauses pluviométriques et des fortes charges animales durant l'hivernage. A l'exception de certaines localités dans la région de Louga où la pluviométrie est déficitaire, la majorité des espèces herbacées ont pu boucler leur cycle végétatif et la production est satisfaisante en fin de saison de croissance.

Les régions sud et sud-est (Tamba et Kolda) sont les plus productives avec des valeurs allant de 2000 à plus de 5000 kg.ms/ha. Le maximum de production y dépasse généralement 6000 kg m.s/ha. Le fourrage y est cependant plus grossier que dans la partie Nord à cause de la forte présence d'Andropogonées qui se lignifient très vite perdant ainsi progressivement leur

valeur nutritive. La partie Sud-Est est également très exposée aux feux de brousse comme l'attestent les statistiques relevées ces dernières années.

La partie Ouest des régions de Kaolack, Fatick et Diourbel, bien que dominée par les activités agricoles est aussi sinistrée. L'intense activité agricole dans le bassin arachidier (mal quadrillé par les sites de contrôle au sol), fait que les zones de parcours naturels y sont très réduites. L'élevage y est associé à l'agriculture, mais les résidus et sous-produits de récolte qui constituaient un appoint non négligeable dans l'alimentation du bétail, feront défaut cette année.

Habituellement, l'axe Louga-Matam constituait la limite sud des écosystèmes les plus fragiles. La Campagne d'échantillonnage de la biomasse dans les parties nord et est du pays présentent des variabilités. En effet, au nord notamment de Saint Louis à Richard Toll, la biomasse est très faible parfois même nulle par endroits. De même, entre Ndioum et Aéré Lao, on constate une faible présence (500-1000 kg.ms/Ha) de graminées légères constituées essentiellement de *Eragrostis tremula* *Chloris prieri* et *Schoenefeldia gracilis*.

Dans la communauté rurale de Madina Ndiayebé et dans une grande partie de celle de Aéré Lao, les populations ont remarqué que cela fait une bonne décennie qu'elles n'ont pas observé une telle biomasse herbacée tant du point de vue quantité que de diversité composée notamment de *Schoenefeldia gracilis* *Aristida adscensionis*, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus bifloris*. De façon générale, le nord-est, hormis quelques poches de déficit fourrager constatées entre Mboumba à Agnam, des quantités de biomasse varient souvent entre 1000 et 3000kg de matière sèche à l'hectare en suivant le gradient pluviométrique Elles sont cependant inférieures celles enregistrées en 2002.

Sur l'axe allant de MBoune à Gouloumbou en passant Tambacounda, la saison a été pluvieuse et on note une production moyenne annuelle inférieure à celle de l'hivernage dernier. En effet au regard des quantités enregistrées dans les sites C4L5 (1849 kg de matière sèche à l'hectare), C4L7 (5213 kg de matière sèche à l'hectare) et C4L8 (5313kg de matière sèche à l'hectare) et même une simple comparaison sur le terrain tenant compte de la densité et de la hauteur des herbes, l'on peut remarquer aisément un déficit par rapport à l'année 2002. Dans cette partie du pays, la biomasse herbacée composée en général d'*Andropogon amplexans*, *Andropogon pseudapricus*, *Schizachyrium exile*, *Spermacoe stachydea*, *Pennisetum pedicellatum*, *Merremia pinnata*, est très inflammable et occupe de grandes surfaces continues. Ce caractère continu des zones enherbées suscite des inquiétudes quant à la propagation du feu en cas d'incendie de forêt. C'est pourquoi des mesures idoines doivent être prises dès la fin de l'hivernage pour nettoyer les pare-feux déjà réalisés et ouvrir d'autres, sensibiliser les populations et accroître des moyens de lutte.

La zone correspondant au centre et au sud du pays, a connu une augmentation dépassant parfois 20%. La production de biomasse relativement bonne, varie entre 2000 et 5000 kg.ms/ha, et la qualité du fourrage est acceptable. Toutefois elle reste sujette à de fortes pressions telles que le surpâturage, les feux de brousse et l'émondage. Elle mérite aussi une attention particulière pour limiter la fragilisation des écosystèmes.

## Recommandations

1. L'année 2003 a été particulièrement favorisée par de bonnes précipitations. La production agricole de même que la production primaire des parcours naturels ont fortement augmenté de façon générale. La région de Louga et le département de Mbour méritent une attention particulière compte tenu du déficit pluviométrique qu'ils ont enregistré cette année.
2. Pour une exploitation rationnelle des pâturages de saison sèche, un accent particulier devra être mis sur la remise en état des forages non fonctionnels et en priorité ceux de la zone sylvo-pasrurale.

Ceci facilite la traversée de la période de soudure parce que, généralement une bonne partie du cheptel est décimée pendant les derniers mois de la saison sèche. Malheureusement des **réserves fourragères** n'ont pas pu être constituées faute d'expérience. Un accent particulier devra être mis sur les méthodes de gestion rationnelle des ressources naturelles au profit des pasteurs.

3. Un programme adéquat de gestion des feux de brousse devrait être conçu en rapport avec les populations. Il doit fondamentalement se baser sur une évaluation et une mise en exergue de l'intérêt commun du capital pour ne pas dire la richesse que constitue la production primaire. Ces actions devront se dérouler de manière soutenue tout au long de l'année en partant du plus petit découpage administratif : la communauté rurale.

## Conclusion

La saison des pluies a été relativement bonne comparée à l'année précédente. La production primaire des parcours naturels du Sénégal en 2003 demeure satisfaisante. De manière générale, la quantité de biomasse produite est assez élevée dans la zone sylvo-pastorale à l'exception de quelques sites localisés dans la régions de Louga.. La qualité des pâturages est satisfaisante avec une bonne association des graminées et des légumineuses. Si le disponible fourrager est bien géré, l'amplitude de la transhumance peut ne pas atteindre son ampleur de l'an passé.

Il convient cependant de prendre certaines dispositions pour faire face aux risques de feux.

## ANNEXE

### **A. Méthodes d'acquisition des données**

La carte de production végétale qui est le produit final de la campagne de biomasse, résulte de la combinaison de différents niveaux d'acquisition et de traitement des données:

- un niveau satellitale qui permet d'extraire l'Indice de Végétation par la Différence Normalisée (NDVI) des canaux rouge et proche infra-rouge de l'imagerie en 2000 et 2002;
- celui du terrain qui permet de mesurer directement la production herbacée et ligneuse au niveau des sites de contrôle au sol (SCS) mis en place sur l'ensemble de la zone d'étude;
- et un niveau traitement des données collectées sur le terrain et de détermination de la corrélation entre le NDVI et la production totale.

#### 1. Le niveau satellitale

Les images composites décennales (MVC) NOAA/AVHRR ont été intégrées du 1 mai au 30 octobre 2002 pour obtenir le NDVI durant la saison de croissance.

Le CSE dispose d'une station de réception NOAA/AVHRR depuis août 1992. Cela facilite beaucoup l'acquisition des images et élimine le décalage qui existait auparavant entre la prise de vue et la réalisation de la carte d'indice de végétation. Les quatre meilleures images sont sélectionnées par décennie et le traitement est entièrement réalisé par l'équipe responsable de la chaîne de traitement d'images NOAA à l'aide du logiciel CHIPS conçu par l'Institut de Géographie de l'Université de Copenhague (Danemark). Ce traitement nécessite plusieurs étapes:

- le calcul de l'Indice de Végétation par la Différence Normalisée (NDVI) à partir de la formule suivante:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{proche infrarouge} - \text{rouge})}{(\text{proche infrarouge} + \text{rouge})}$$

- le redressement de l'image par application des paramètres orbitaux du satellite sur les vecteurs UTM (Universal Transverse Mercator) dessinant les contours des eaux;
- le rééchantillonnage de l'image selon une taille du pixel d'un km<sup>2</sup>;
- l'application d'un masque de nuages calculé à partir du canal infrarouge thermique, du rouge et du NDVI sur les parties fortement ennuagées;
- la composition des images décennales selon le maximum d'indice (MVC);
- l'intégration d'images décennales sur la période du 1 mai au 30 octobre avec possibilité d'interpolation pour certaines zones affectées par les nuages. Cette intégration résulte d'une moyenne pondérée des indices de végétation en fonction de la période couverte par chaque MVC, l'équation utilisée étant de la forme:

$$\text{NDVI} = \frac{\sum_{i=1}^t \text{NDVI}_i * X_i}{P}$$

NDVI = indice de végétation sur les MVC

X = période couverte/MVC

P = nombre de jours de la période d'intégration.

MVC = maximum value composite

L'indice de végétation exprime l'activité chlorophyllienne des végétaux. Les capteurs montés à bord du satellite NOAA enregistrent dans différents canaux les réponses spectrales de la végétation. Les informations électromagnétiques reçues sont relatives à l'absorption et à la réflexion de l'énergie lumineuse du soleil. La chlorophylle absorbe fortement l'énergie émise dans le spectre du visible surtout dans la longueur d'onde de 675 nm correspondant au rouge (R) et enregistrée par le canal 1 du satellite. Les parois des cellules végétales réfléchissent fortement l'énergie lumineuse dans les longueurs d'onde comprises entre 800 et 1100 nm, correspondant au proche infrarouge (PIR) et à l'infrarouge (IR) et enregistrée par le canal 2 de ce satellite.

## 2. Le niveau terrain

Les cartes d'indice de végétation ne montrant l'évolution de la croissance végétale que de manière qualitative, le contrôle au sol s'avère indispensable. Cette opération permet de valider l'information satellitale en quantifiant la production végétale par une mesure directe sur le terrain. A cet effet, 36 sites de contrôle au sol (SCS) de 9 km<sup>2</sup> de superficie, répartis dans les différentes zones éco-climatiques du pays sont mis en place. La résolution de NOAA étant de 1.1 km x 1.1 km, ces sites correspondent à peu près à 9 pixels du satellite.

### 2.1. La mesure de la production herbacée

Elle se fait selon la méthode de la ligne d'échantillonnage stratifiée. Sur un transect de 1 km de long, une stratification est effectuée selon différents niveaux de production de la strate herbacée. Chaque mètre carré est coté par un niveau de production allant de 0 à 3:

- la cote 0 correspond au sol nu,
- la cote 1 correspond à une production relativement faible sur le SCS,
- la cote 2 correspond à une production moyenne sur le SCS,
- la cote 3 correspond à une production relativement élevée sur le SCS.

Ensuite, des placeaux d'un mètre carré sont coupés au hasard sur la ligne. Une partie de la matière verte prélevée sur ces placeaux est transportée à l'étuve après un rééchantillonnage effectué pour chaque niveau de production afin d'obtenir le taux de matière sèche. La production obtenue est pondérée par la fréquence relative de chaque strate.

### 2.2. La mesure de la production ligneuse

La biomasse foliaire est mesurée par la méthode de l'aire circulaire. Quatre placettes distantes de 200 m sur le transect sont systématiquement inventoriées. La taille de la placette est fonction de la densité des arbres et varie en général entre 1 ha et 1/16 ha. Les paramètres suivants sont relevés sur chaque sujet situé dans la placette:

- le nom de l'espèce,
- la hauteur,
- la largeur et la longueur de la couronne,
- la circonférence du tronc,
- les états phénologique et physiologique,
- et les marques de taille.

La production de chaque individu est obtenue à partir de la circonférence du tronc grâce à des relations allométriques (du type  $a \cdot C^b$ ) établies par le CIPEA au Mali.

a = constante fonction de l'espèce;

C = circonférence en cm;

b = constante fonction de l'espèce.

Cette production est calibrée chaque année à l'aide de branchettes prélevées sur les espèces les plus fréquentes.



### 3. Traitement des données de terrain et calibrage

Cette étape comprend plusieurs opérations:

- exploitation préliminaire des fiches de terrain;
- calcul des taux de matière sèche après étuvage des échantillons;
- calculs pondéraux pour obtenir la production totale (production herbacée + production foliaire des arbres) en kg.ms/ha pour chaque SCS;
- détermination de la composition floristique en indiquant les six (6) espèces dominantes;
- régression entre l'indice de végétation et la biomasse totale;
- utilisation de l'équation de la droite de régression pour calibrer la carte de production végétale.

#### **B. Note explicative de la carte de production végétale**

L'exécution des différents niveaux de traitement des données aboutit à la réalisation de la carte de production végétale. La composition colorée (allant du gris pour les valeurs les plus faibles au violet pour les valeurs les plus fortes) permet de déterminer en kg.ms/ha, la classe de production à laquelle appartient une zone de pâturage donnée (cf. légende de la carte). L'échelle de reproduction relativement petite de la carte (1:2.500.000) et la résolution assez grossière du satellite NOAA/AVHRR rendent difficile l'exploitation de la carte au niveau micro (terroirs villageois par exemple), mais elle reste tout de même un bon outil de gestion.