



**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 2002 : Situation des parcours naturels**

## **Contexte**

L'année 2002 a été caractérisée par une pluviométrie faible et une mauvaise répartition spatio-temporelle des précipitations. La production primaire des parcours naturels qui dépend principalement de la pluie en a été fortement affectée contrairement aux deux années précédentes. La sécheresse qui caractérise les régions sahéliennes depuis une trentaine d'années, semble s'imposer au détriment des populations du monde rural. Le suivi des parcours naturels du Sénégal permet de fournir aux structures nationales (Direction de l'Élevage 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 du 10 juillet au 30 septembre. Cette donnée qui reflète l'activité chlorophyllienne des végétaux, est obtenue par traitement des images satellitales NOAA/AVHRR reçues par la station de réception du CSE ;
2. la quantité de biomasse produite (herbacée et ligneuse en kg.ms/ha) généralement mesurée au niveau de 36 sites de contrôle au sol.

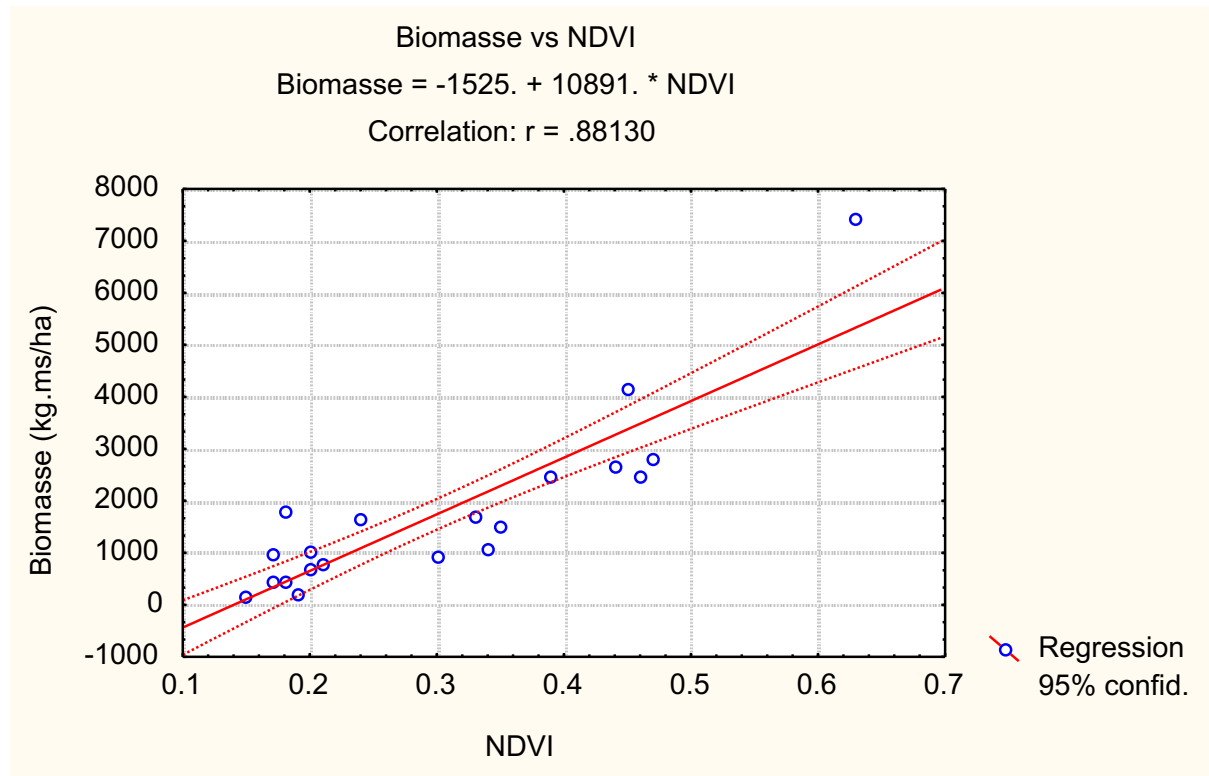
## **Résultats**

La régression entre l'indice de végétation intégré et la production végétale mesurée sur le terrain, a donné un coefficient de corrélation satisfaisant ( $r = 0,88$ ). Ce coefficient a augmenté par rapport à l'année passée. Ceci peut s'expliquer par les valeurs d'indice de végétation relativement correctes par rapport à la quantité de biomasse disponible sur le terrain. 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 :  $P = 10891 * NDVI - 1525$  .

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

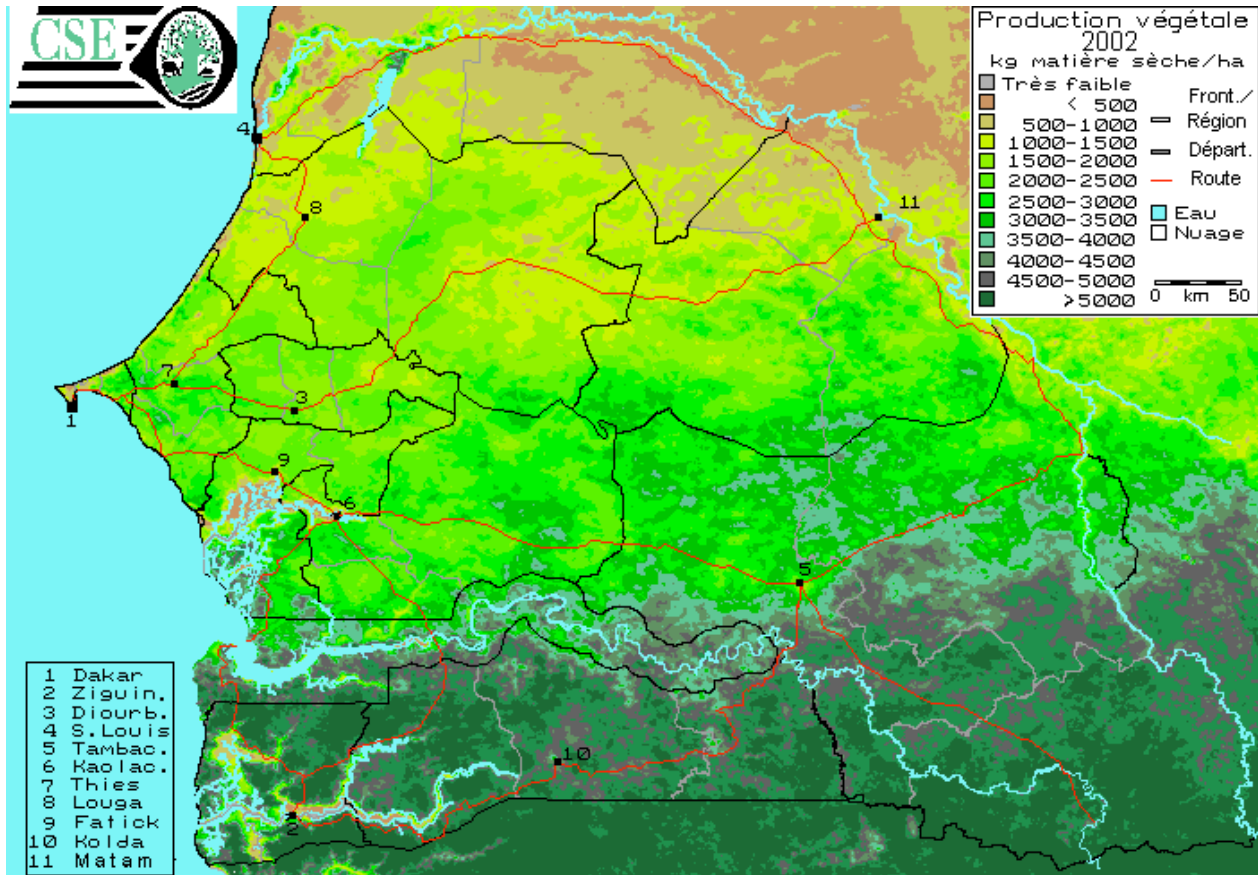


- Les sites situés dans la frange nord du Diéri (sahélo-sahariens), dont la production est extrêmement faible (100 kg.ms/ha), rappelant par endroit la situation du début des années 80. Cette bande chroniquement déficitaire n'a jamais connu une production aussi faible depuis plus de 15 ans. Certains sites comptent une biomasse herbacée quasiment nulle.
- Les sites situés en zone sahélienne qui présentent une production relativement faible par rapport à la moyenne sur les dix dernières années. Hormis le polygone centré sur Mbeuleukhé qui montre plus de 1000 kg.ms/ha, le déficit y est généralisé dépassant 80% par endroit.
- Les sites représentatifs de la zone soudano-sahélienne qui, jadis présentaient une production moyenne d'environ 5000 kg.ms/ha, n'affichent que 3000 à 3500 kg.ms/ha parfois moins dans certaines localités.
- Et enfin les sites de la zone soudanienne qui sont les moins affectés par la baisse de la pluviométrie. Leur biomasse a légèrement baissé, mais avoisine 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 :

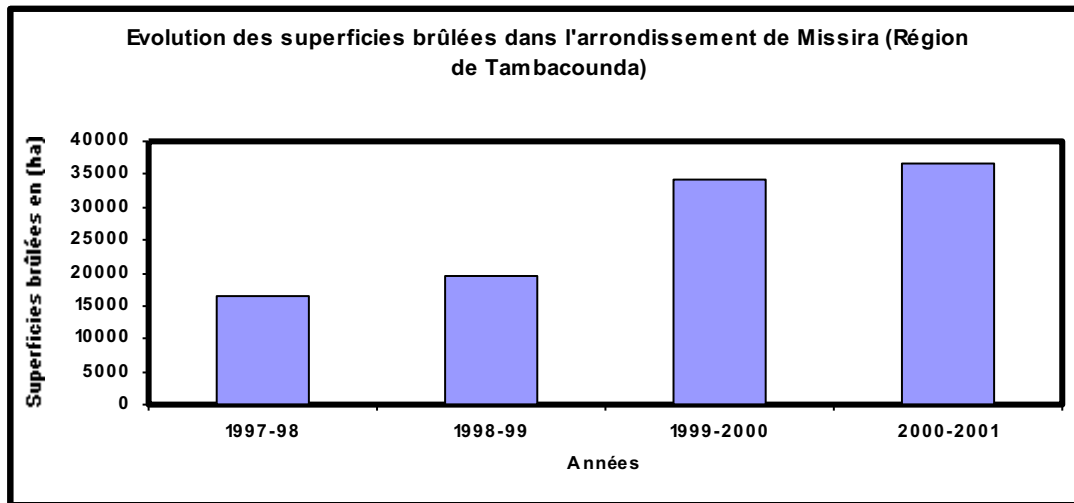
**Figure 2** : Carte de production végétale 2002



Comparativement à l'année passée, la production des parcours naturels est très faible. A l'exception des parties soudanienne et soudano-guinéenne dont les quantités de pluie enregistrées permettent à la majorité des espèces herbacées de boucler leur cycle végétatif, la production n'est pas satisfaisante.

Certains sites du centre du pays ont connu des arrêts pluviométriques prononcés entraînant une diminution de la quantité de biomasse produite en fin de saison de croissance de l'ordre de 60%. A cela s'ajoute le fait que les feux de brousse se déclarent parfois assez tôt, comme ce fut le cas du site C2L6 localisé dans le Ranch de Doly qui joue un rôle primordial et stratégique aussi bien dans le développement de l'élevage que dans la conservation de la biodiversité.

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 (voir graphique suivant).



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. Cette année, il est très aisé de lire sur la carte de la production végétale que, cette limite a subi un décalage d'environ 80 km vers le sud à cause de la sévérité des conditions pluviométriques. Malgré la faible quantité de biomasse produite au nord de cet axe (moins de 1000 kg.ms/ha contre plus 2000 kgms/ha en 2001), la qualité du fourrage y est bonne avec une association de légumineuses et de graminées telles que *Schoenefeldia gracilis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*.

Une bonne partie des pasteurs a déjà transhumé vers les parcours du centre du pays. Il serait souhaitable de prendre des mesures pour mieux organiser voire limiter ces déplacements qui peuvent engendrer beaucoup de problèmes. En effet, ils peuvent provoquer une surcharge localisée donc un surpâturage qui entraîne la dégradation des parcours naturels. Les déplacements des éleveurs peuvent être minimisés si les pâturages échappent aux méfaits des feux de brousse, mais aussi si les pasteurs bénéficient d'une bonne assistance.

La zone correspondant au centre et au sud du pays, malgré une baisse parfois inférieure à 15%, a affiché une production de biomasse relativement bonne, 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 2002 a été particulièrement défavorisée par la faiblesse des précipitations. La production agricole de même que la production primaire des parcours naturels ont fortement baissé. Il est impératif d'initier dès à présent des programmes d'aide au monde rural. En ce qui concerne l'élevage, la première mesure devra porter l'organisation d'une opération sauvegarde (OSB) du bétail facilitant l'accès aux intrants alimentaires. Cette OSB contribuera non seulement à améliorer l'état d'embonpoint des animaux qui ont subi une forte perte pondérale, mais aussi à réduire la pression sur les rares pâturages.
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-pasorale.

Ceci facilite la traversée de la période de soudure parce que, d'habitude 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 de stock disponible. En dehors des programmes d'assistance des éleveurs déjà mis en œuvre suite à la catastrophe des pluies du 9 et 10 janvier 2002, l'accent 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 l'une des plus défavorables depuis plus de 15 ans. La production primaire des parcours naturels du Sénégal en 2002 demeure mauvaise. De manière générale, la quantité de biomasse produite est très faible dans la zone sylvo-pastorale à l'exception de quelques localités comme Mbeuleukhé dans la Sous-préfecture de Yang Yang où l'on note de bonnes pratiques de gestion de ressources. Grâce à une bonne organisation, ces populations arrivent à ouvrir un réseau de pare-feux pour quadriller leurs parcours et donc les protéger contre les feux de brousse. Elles participent aussi de manière active aux programmes de reboisement en gommier (*Acacia senegal*) entrepris par le projet ASILA basé à Dahra Diolof. La qualité des pâturages est satisfaisante avec une bonne association des graminées et des légumineuses mais la quantité est très insuffisante comparée aux besoins du cheptel sur place.

Il convient cependant de prendre certaines dispositions pour faire face à la période de soudure et minimiser les 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.