



RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



\*\*\*\*\*

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (MEDD)

\*\*\*\*\*

CENTRE DE SUIVI ÉCOLOGIQUE

(CSE)



# Suivi de la production végétale 2016

Novembre 2016

---

Centre de Suivi Ecologique (CSE)  
BP 15532 Dakar-Fann - SENEGAL.  
Tél. : (221) 33 825 80 66/67 - Fax. (221) 33 825 81 68 – [www.cse.sn](http://www.cse.sn) - E-mail : dt@cse.sn

***Equipe de direction et rédaction***

	<b>PRENOM-NOM /FONCTION</b>	<b>VISA</b>
<b>REDACTEUR</b>	Abdoulaye Wélé, <b>Coordonnateur de Programme</b> <i>Veille Environnementale, CSE.</i>	
<b>VERIFICATEURS</b>	Dr Moussa Sall, <b>Coordonnateur de Programme</b> <i>Evaluation environnementale et Gestion des</i> <i>Risques et Catastrophes, CSE.</i>  Dr Tamsir Diop, <b>Vétérinaire Pastoraliste.</b>  Dr Abdoul Aziz Diouf, <b>Naturaliste, CSE.</b>	
<b>APPROBATEUR</b>	Dr Amadou Moctar Dièye, <b>Directeur Technique</b>	

## ***Liste des sigles et acronymes***

<b>CSE</b>	Centre de suivi écologique
<b>DIREL</b>	Direction de l'élevage
<b>DEFCCS</b>	Direction des eaux, forêts, chasse et de la conservation des sols
<b>PRCA</b>	Projet de renforcement des capacités
<b>NDVI</b>	Indice de végétation par la différence normalisée
<b>SCS</b>	Sites de contrôle au sol

## ***Liste des figures***

Figure 1 : localisation des Sites de Contrôle au Sol dans les zones agro-écologiques du Sénégal et les isohyètes pluviométriques (normale 1981-2010) .....	6
Figure 2 : droite de régression NDVI intégré vs production végétale totale en 2016.....	8
Figure 3 : carte de la production végétale de l'année 2016 .....	8
Figure 4 : vue de l'état de la production herbacée au niveau du site de Tatki (C2L1).....	9
Figure 5 : vue du tapis herbacé au niveau du site de Delbi (C2L8).....	10
Figure 6 : vue de l'état de la phytomasse au niveau du site C3L8 de Malem Niani.....	11
Figure 7 : vue de la production de biomasse végétale du site de Yaré Lao (C3L2) .....	12
Figure 8: vue de la production de biomasse végétale du site de Mboungue (C4L5).....	13
Figure 9 : vue de la production de biomasse végétale sur le site C3L6 (Payar) .....	14
Figure 10 : variations de la production de biomasse herbacée au niveau des sites échantillonnés entre 2016 et 2015 .....	15
Figure 11: bilan fourrager prévisionnel par département.....	16
Figure 12 : répartition des espèces herbacées en zone sahélienne (nord) : exemple du site C3L1 (Dodel) .....	17
Figure 13: répartition des espèces herbacées en zone soudanienne (centre-ouest) : exemple du site C2L8 (Delbi).....	18
Figure 14 : répartition des espèces herbacées en zone soudanienne (sud-est) : exemple du site C4L8.....	18
Figure 15 : Bilan fourrager prévisionnel par département.....	26

## ***Liste des tableaux***

Tableau 1 : composition floristique herbacée de quelques sites en 2016.....	16
-----------------------------------------------------------------------------	----

## ***Liste des annexes***

ANNEXE 1 : METHODOLOGIE D'EVALUATION DE LA BIOMASSE VEGETALE.....	22
ANNEXE 2 : BILAN FOURRAGER.....	25
ANNEXE 3 : SPATIALISATION DES CAS DE FEUX OBSERVES DU 15/10 au 15/11/2016.....	27

## **SOMMAIRE**

<b>EQUIPE DE DIRECTION ET REDACTION</b> .....	<b>1</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES</b> .....	<b>2</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTE DES ANNEXES</b> .....	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>I. RAPPEL DE L'APPROCHE METHODOLOGIQUE</b> .....	<b>5</b>
<b>II. RESULTATS</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.ANALYSE QUANTITATIVE DE LA BIOMASSE VÉGÉTALE</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.1. Variation de la biomasse vegetale en fonction des zones</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.2. Variation de la quantite de biomasse entre 2016 et 2015</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2. ANALYSE QUALITATIVE DE LA BIOMASSE VÉGÉTALE</b> .....	<b>16</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>21</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>22</b>

## **1. INTRODUCTION**

Dans le cadre de la mise à disposition régulière d'informations sur les ressources naturelles, notamment celles pastorales, le Centre de Suivi Ecologique (CSE), comme à l'accoutumée, a procédé, dans le courant de la première quinzaine du mois d'octobre, à l'estimation annuelle de la production de biomasse végétale. Cette estimation a été conduite de façon inclusive avec l'appui d'agents des services techniques déconcentrés, principalement le service de l'Elevage et, par endroits celui des Eaux et Forêts. Ainsi, trois équipes ont été mobilisées pour parcourir l'ensemble des sites répartis dans les différentes zones agro-écologiques à savoir la *Vallée du Fleuve Sénégal*, la *Zone sylvo-pastorale*, le *Bassin arachidier* et le *Sénégal oriental*.

Le couplage des données de la télédétection avec celles collectées sur le terrain, a permis de connaître la quantité de biomasse végétale à l'échelle nationale et sa spatialisation. Ceci permet de mettre à la disposition des principaux utilisateurs et destinataires de ces informations, dont la Direction de l'Elevage (DIREL), la Direction des Eaux, Forêts, Chasse et de la Conservation des Sols (DEFCCS), certains projets et programmes, les collectivités locales ainsi que des structures et ONG d'encadrement en milieu rural des informations susceptibles d'éclairer la prise de décision en matière de planification de l'utilisation des ressources surtout végétales.

## **2. RAPPEL DE L'APPROCHE METHODOLOGIQUE**

La méthodologie est basée sur une corrélation à partir de deux types de données (cf. Annexe 1) :

- ❖ l'indice de végétation par la différence normalisée (NDVI), intégré sur la période de croissance, allant, pour l'année 2016, de la deuxième décade du mois de juillet à la première décade du mois d'octobre. Cette donnée, qui reflète l'activité chlorophyllienne des végétaux, est obtenue par le traitement des images satellitales de type PROBA-V qui ont la même résolution spatiale que les images NOAA-AVHRR et SPOT-VEGETATION traditionnellement utilisées par le CSE, à savoir 1 km x 1 km.
- ❖ la quantité de biomasse produite (herbacée et ligneuse en  $\text{kg.ms.ha}^{-1}$ ) évaluée au niveau des Sites de Contrôle au Sol (SCS) du CSE répartis dans les différentes zones agro-écologiques (Figure 1). Pour la campagne d'évaluation 2016, vingt-quatre (24) SCS ont été échantillonnés pour l'élaboration de la droite de régression, donnée essentielle pour la cartographie de la phytomasse fourragère.

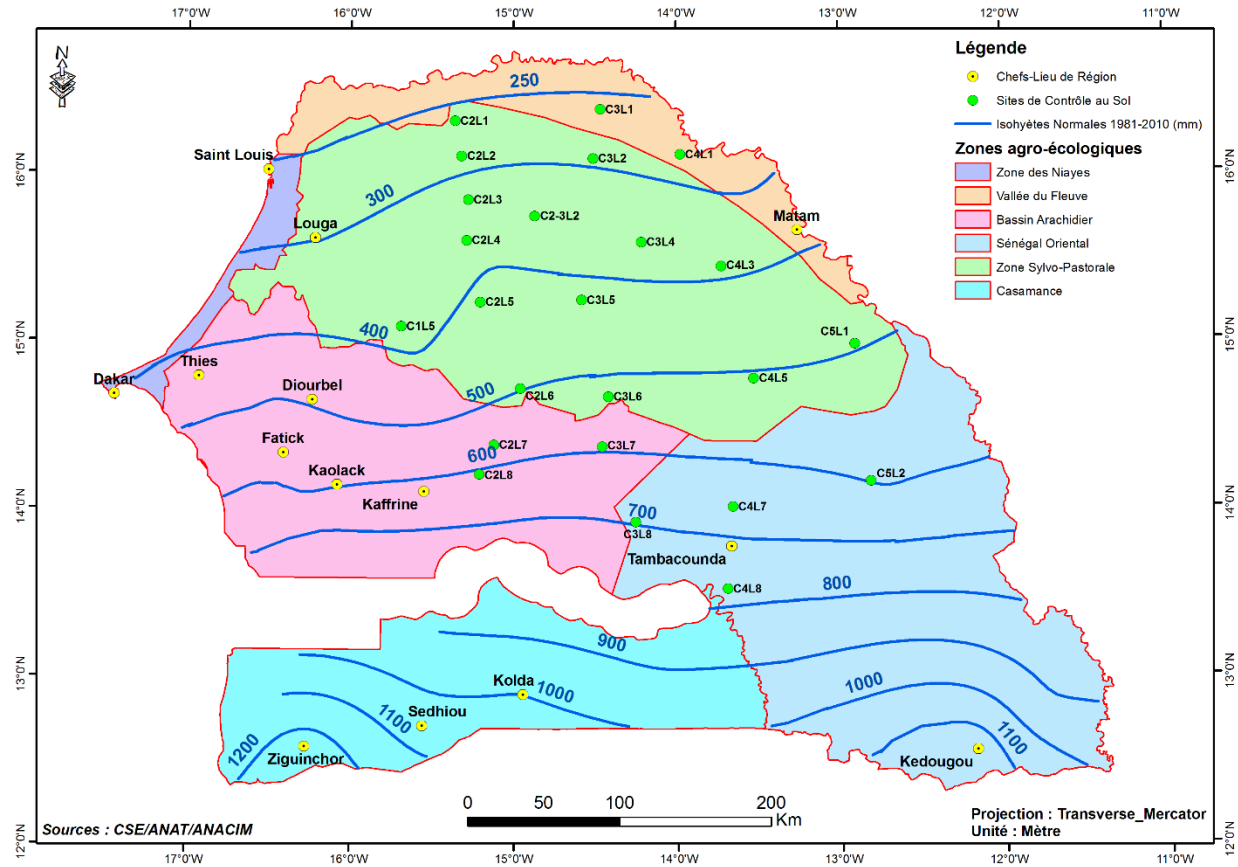
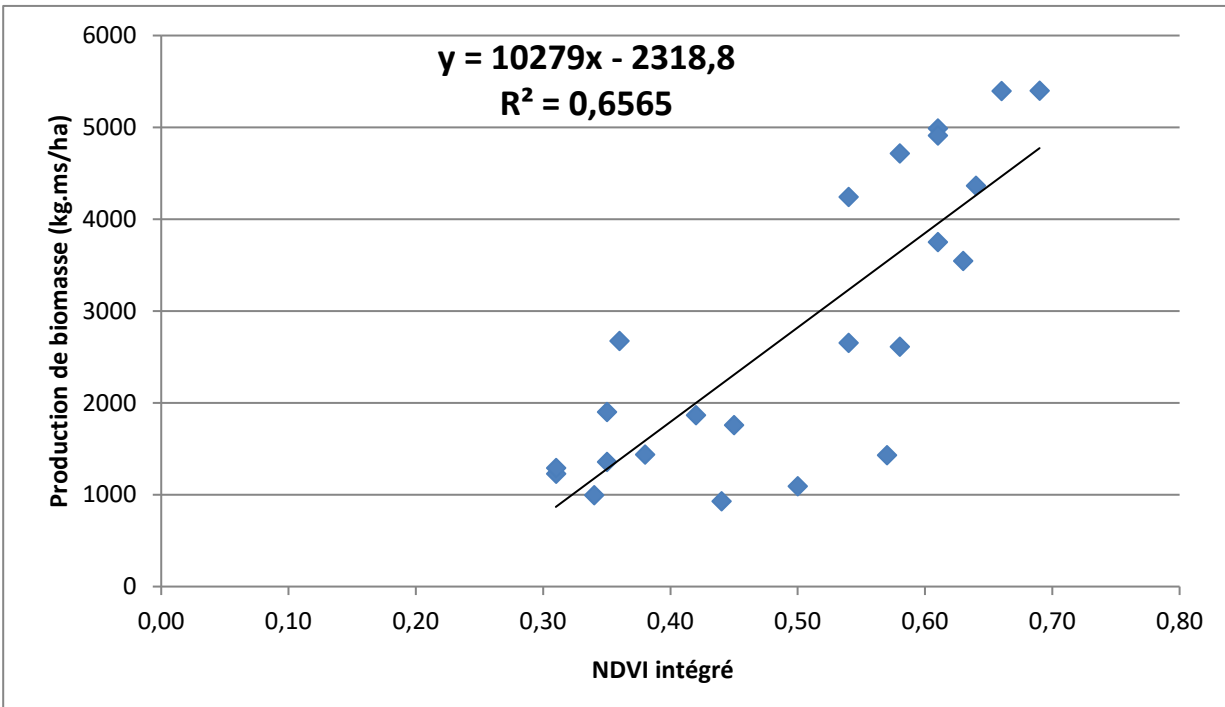


Figure 1 : localisation des Sites de Contrôle au Sol dans les zones agro-écologiques du Sénégal et les isohyètes pluviométriques (normale 1981-2010)

### 3. RESULTATS

L'ajustement de la droite de régression entre les valeurs d'indice de végétation intégré et la production végétale correspondante sur le terrain, a donné un coefficient de détermination ( $R^2$ ) de 0,6565 équivalant à un coefficient de corrélation  $R = 0,81$  (Figure 2).



**Figure 2 : droite de régression NDVI intégré vs production végétale totale en 2016**

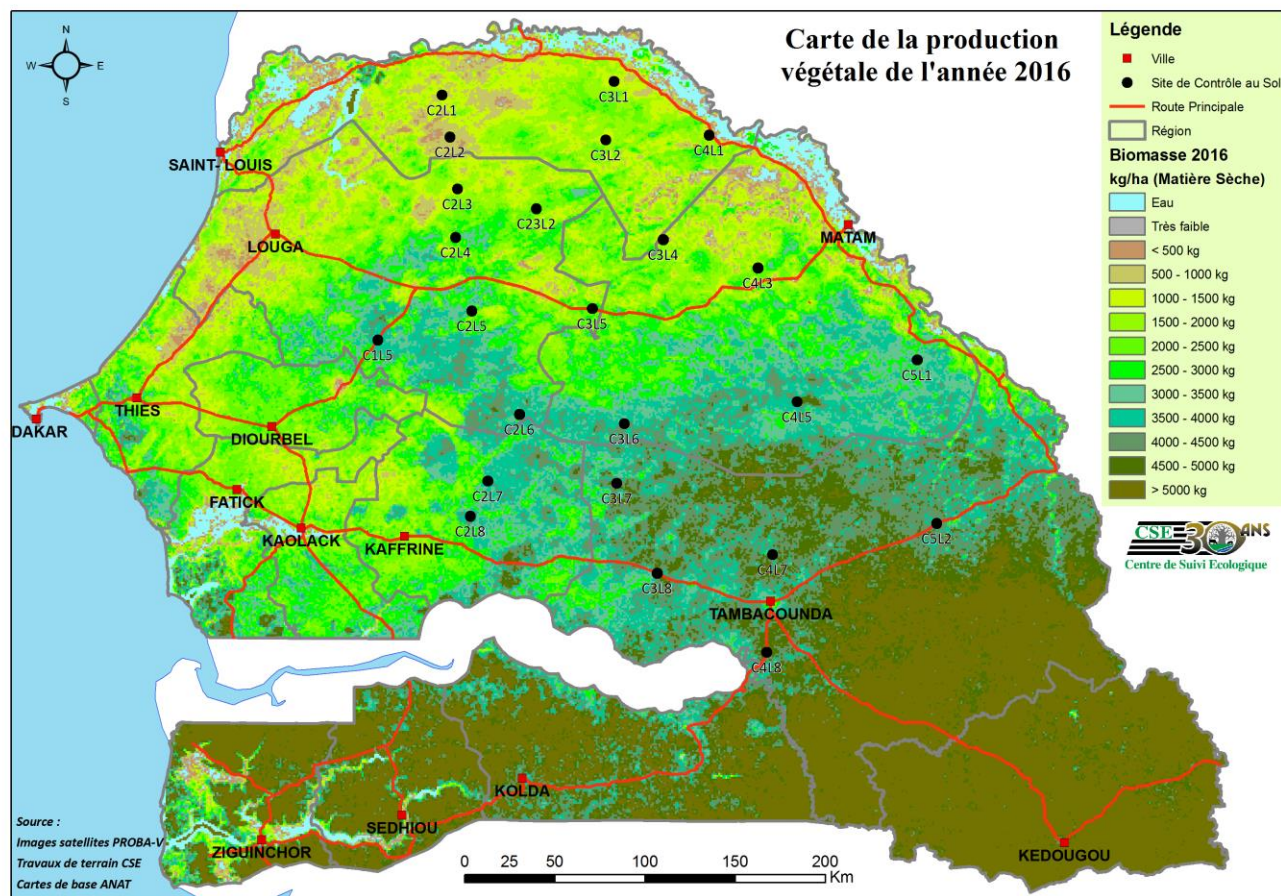
*L'équation de la droite est :  $P = 10279 \cdot \text{NDVI} - 2318,8$*

Le coefficient de corrélation obtenu pour la présente campagne est légèrement inférieur à celui de l'année 2015 avec une valeur égale à **0,81** contre 0,84. Cette relative diminution du coefficient peut être expliquée, entre autres facteurs, par le décalage entre les valeurs de NDVI qui sont, par endroits, élevées par rapport à la production collectée et vice-versa.

### **3.1. ANALYSE QUANTITATIVE DE LA BIOMASSE VÉGÉTALE**

#### **3.2. Variation de la biomasse végétale en fonction des zones**

La carte de la production végétale montre une quantité de biomasse variable en fonction des zones échantillonnées (Figure 3).



**Figure 3 : carte de la production végétale de l'année 2016**

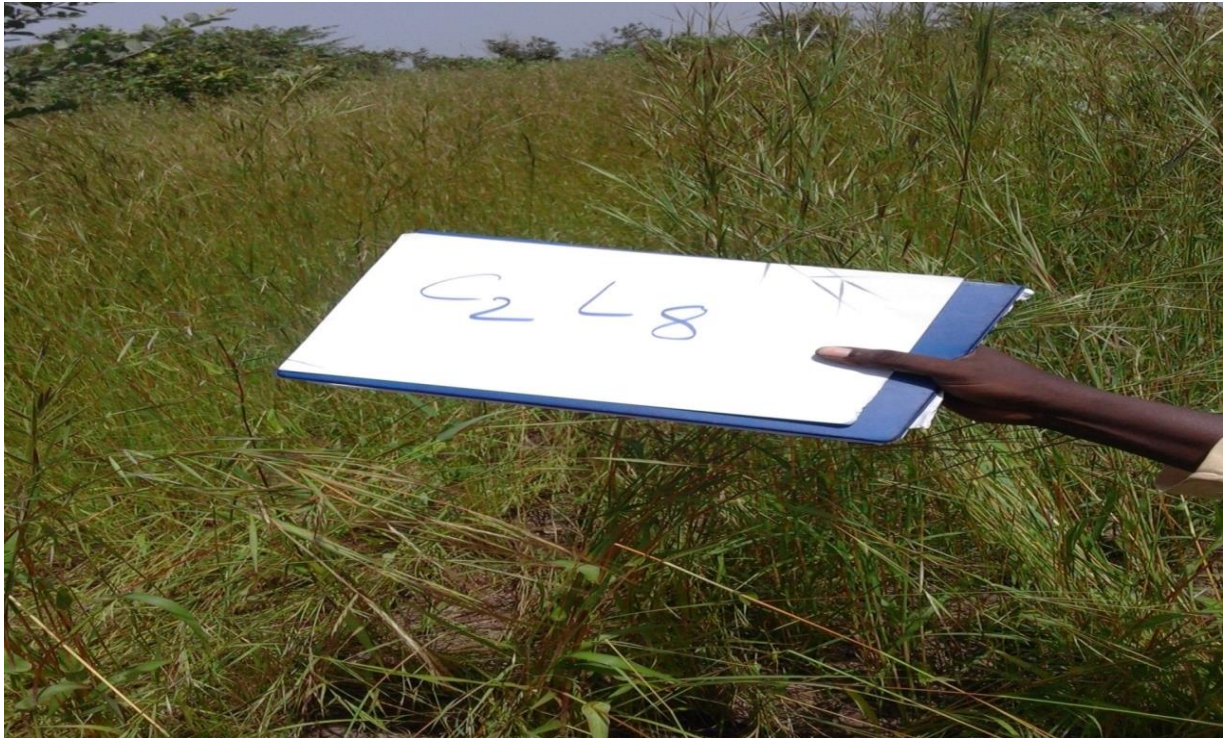
Les sites situés dans la partie sahélo-saharienne, correspondant en grande partie à la zone agro-écologique de la *Vallée du Fleuve Sénégal* et la partie septentrionale du *Ferlo sableux*, ont eu une production de biomasse assez faible tournant autour de 500 à 1000 kg de matières sèches à l'hectare, notamment au niveau des sites C2L1 (Tatki), C2L2 (Widou tiengoly), C3L1 (Dodel). Dans ces sites, une nette diminution a été notée en 2016 ; comparativement à l'année 2015. Les valeurs de biomasse totale collectées sur le terrain en 2016 sont 859 (C2L1), 597 (C2L2), 703 (C3L1) kg.ms.ha<sup>-1</sup> contre respectivement 1372, 2385, et 1660 kg.ms.ha<sup>-1</sup> en 2015. La figure 4 donne une vue de l'état de la production herbacée au niveau du site de Tatki (C2L1) au mois d'octobre 2016.



**Figure 4 : vue de l'état de la production herbacée au niveau du site de Tatki (C2L1)**

**(Source : CSE, octobre 2016)**

Les sites localisés dans le *Bassin arachidier* et ses alentours, comme ceux du Ranch de Doli (C2L6) et de Ndioum Gaint (C2L7), n'ont pratiquement pas connu de baisse significative. Une augmentation importante est même notée cette année pour le site de Delbi (C2L8) comparativement à l'année 2015. En effet, une hausse de la production de près de  $900 \text{ kg.ms.ha}^{-1}$  a été enregistrée, compensant ainsi la baisse observée en 2015 qui avoisinait la tonne à l'hectare. La figure 5 donne une vue du tapis herbacé au niveau du site de Delbi (C2L8) au mois d'octobre 2016.



**Figure 5 : vue du tapis herbacé au niveau du site de Delbi (C2L8)**

**(Source : CSE, octobre 2016)**

Quant aux sites de la *Zone sylvo-pastorale*, ils ont presque tous connu une diminution de leur production de biomasse. En effet, les productions herbacées des sites C2L2 (Widou tiengoly), C1L5 (Déali) et C2-3 L2 (Labgar) confirment cette situation avec respectivement près de 1300, 600 et 870 kg.ms.ha<sup>-1</sup> en 2016 contre 1890, 1450 et 1580 kg.ms.ha<sup>-1</sup> en 2015.

Et enfin, les sites à production habituellement forte, notamment ceux du *Sénégal oriental*, ont quasiment tous enregistré cette année une baisse de production, hormis les sites C3L6 et C3L7 localisés de part et d'autre de Payar (Département de Koumpentoum) qui, ont connu une augmentation assez importante de leur production végétale passant respectivement de 2422 et 2824 à 3752 et 3546 kg de matière sèche par hectare.

Dans le lot des sites de cette zone ayant accusé une baisse de production, on peut citer par exemple ceux des Départements de Koumpentoum, Tambacounda et de Goudiry tels que C3L8 (Malem Niani), C4L7 (Mayel Dibi), C4L8 (Gouloumbou), et C5L2 (Goudiry). Cette baisse, pour autant qu'elle soit assez généralisée, ne remet pas en cause leur position dominante quasi-constante avec près, parfois plus, de 5 tonnes de matière sèche par hectare. La figure 6 donne une vue de l'état de la phytomasse au niveau du site C3L8 de Malem Niani en octobre 2016.



**Figure 6 : vue de l'état de la phytomasse au niveau du site C3L8 de Malem Niani**

**(Source : CSE, octobre 2016)**

Ainsi de manière synthétique, un zonage de la production peut être résumé comme suit :

- (i) une zone à *production assez faible à moyenne* dans la partie de l'espace formé par la Vallée du Fleuve Sénégal et l'axe Linguère-Matam (le niveau de production varie entre 500 à 1000 kg au nord et 2500 à 3000 kg.ms.ha<sup>-1</sup> au sud-est ; notamment vers Patouki (C4L3) et Révane (C3L4). La figure 7 donne une vue de la production de biomasse végétale du site de Yaré Lao (C3L2) au mois d'octobre 2016.



**Figure 7 : vue de la production de biomasse végétale du site de Yaré Lao (C3L2)**

**(Source : CSE, octobre 2016)**

(ii) une zone à *production moyenne* ( $3000$  à  $4500 \text{ kg.ms.ha}^{-1}$ ) s'étendant d'une ligne approximative joignant le Ranch de Doli (C2L6) et le sud de Semmé (C5L1) et qui descend au sud pour atteindre la frontière avec la Gambie et remonte vers Goudiry. La figure 8 donne une vue de la production de biomasse végétale du site de Mboungue (C4L5) au mois d'octobre 2016.



**Figure 8: vue de la production de biomasse végétale du site de Mboungue (C4L5)**

**(Source : CSE, octobre 2016)**

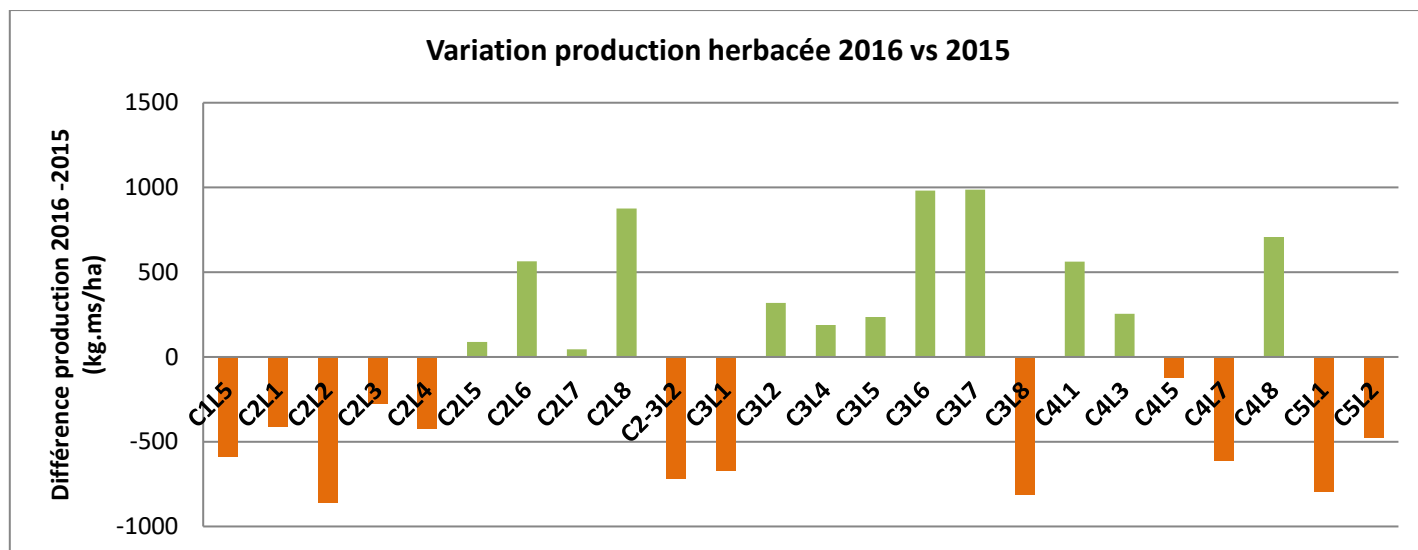
(iii) une zone à *production élevée* qui couvre le sud et le sud-est de la zone ci-dessus correspondant partiellement aux régions de Tambacounda Kédougou, Kolda voire Sédhiou et Ziguinchor. La biomasse de l'ensemble des sites de cette partie ainsi décrite atteint, voire dépasse, les  $5000 \text{ kg.ms.ha}^{-1}$ . A titre d'exemple, les sites de Gouloumbou (C4L8), et de la zone de Payar (C3L6 et C3L7) peuvent être cités parmi ceux qui présentent une différence positive de l'ordre de 500 kilogrammes, voire près d'une tonne de matière sèche par hectare par rapport à l'année 2015. La figure 9 donne une vue de la production de biomasse végétale sur le site C3L6 (Payar) au mois d'octobre 2016.



**Figure 9 : vue de la production de biomasse végétale sur le site C3L6 (Payar)**  
(Source : CSE, octobre, 2016).

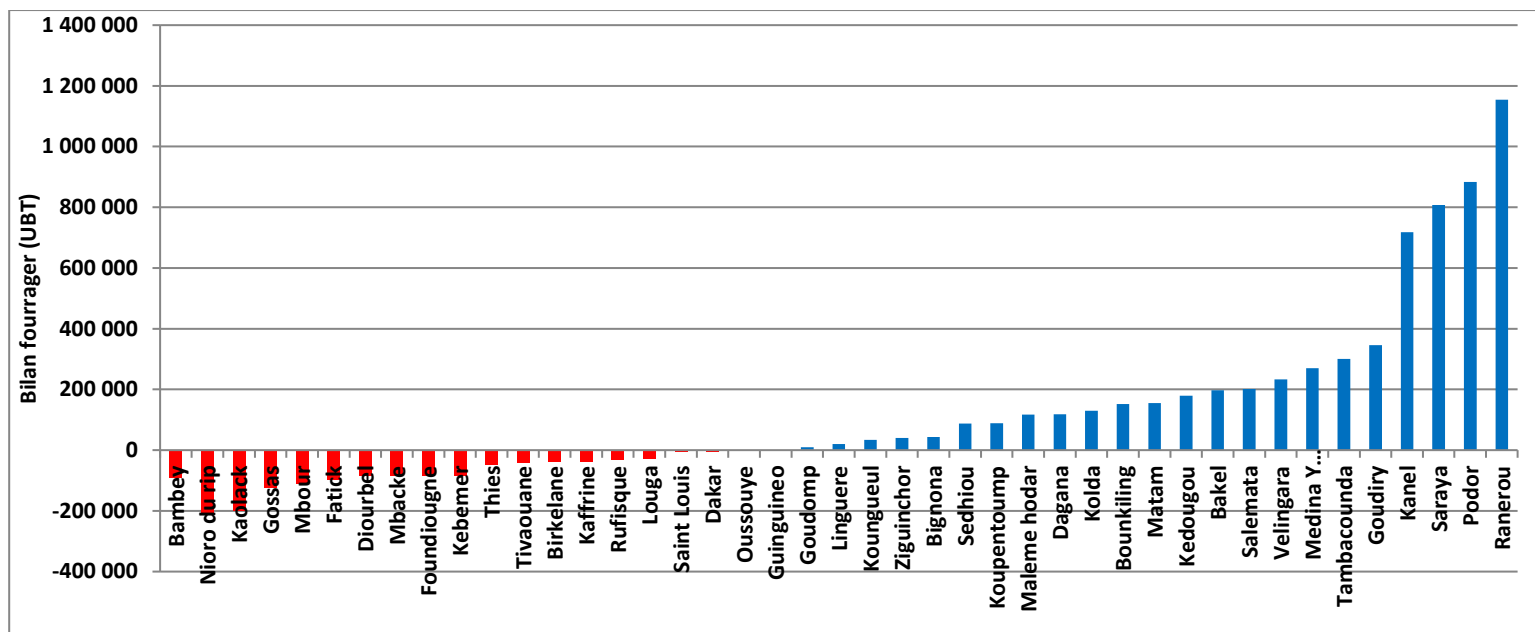
### **3.2.1. Variation de la quantité de biomasse entre 2016 et 2015**

La figure 10 montre une diminution assez nette de la quantité de biomasse au niveau de la zone du Ferlo sableux par rapport à l'année 2015. Cette situation serait liée à une pause pluviométrique assez longue, surtout pendant le mois de septembre et la première décennie du mois d'octobre. Le même phénomène est observé dans la zone du *Sénégal oriental*, à l'exception des zones autour de Gouloumbou, et le nord du Département de Koumpentoum. Les sites du *Bassin arachidier* C2L6 (Doli), C2L7 (Ndioum Gaint), C2L8 (Delbi) et ceux du *Ferlo latéritique*, C3L2 (Yaré Lao), C3L4 (Révane), et C3L5 (Ndioumanan), ne sont pas affectés par cette baisse de production de biomasse.



**Figure 10 : variations de la production de biomasse herbacée au niveau des sites échantillonnés entre 2016 et 2015**

En résumé, en 2016 un déficit assez considérable est noté dans une bonne partie du pays ; si l'on se réfère aux valeurs de production végétale obtenues en 2015. Ce déficit n'est pour autant pas alarmant car il est loin du niveau atteint en 2014 ; où au niveau de certains sites du nord, l'échantillonnage des espèces herbacées était problématique vu la faiblesse du couvert. Cependant, il recommande la nécessité d'une meilleure gestion des ressources pastorales ; car certaines zones d'accueil de la transhumance, particulièrement les Départements de Tambacounda et Goudiry ont vu leur capacité de charge diminuer de façon drastique comme l'illustre la figure 11 qui fait état du bilan fourrager prévisionnel.



**Figure 11: bilan fourrager prévisionnel par département**

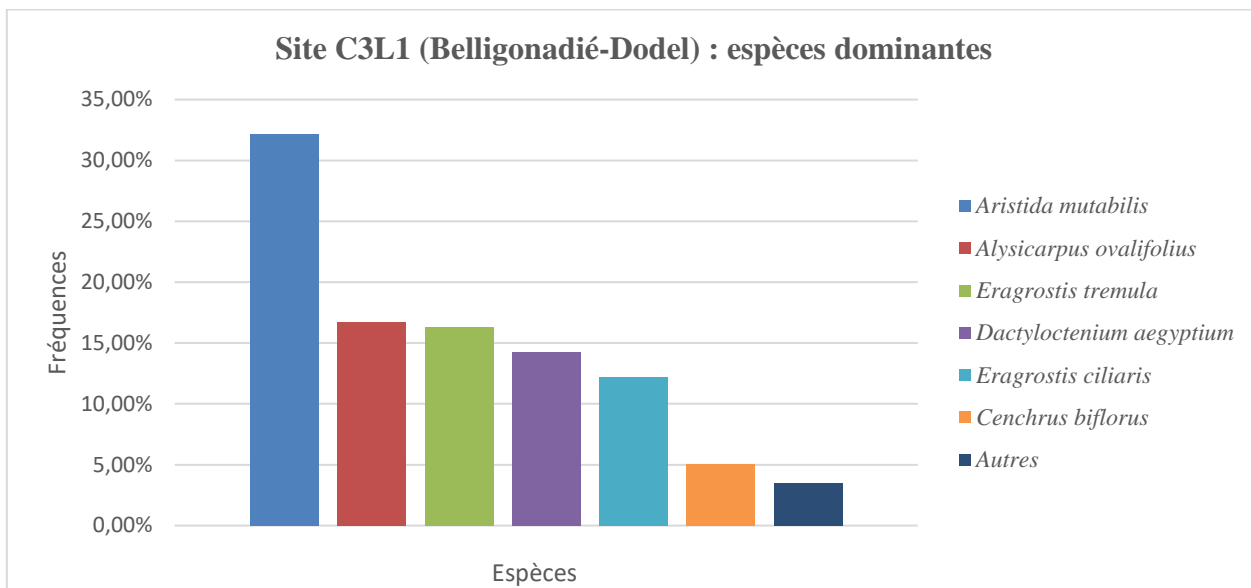
L'examen de ce bilan fait effectivement ressortir une situation déficitaire dans le *Bassin arachidier* et des valeurs inquiétantes ; quoique positives dans les zones habituelles de recueil de la transhumance sus citées. Les valeurs observées cette année pour ces Départements représentent approximativement le ¼ de celles de l'année 2015. Ainsi, le bilan fourrager en 2016 se chiffre respectivement pour les Départements de Koumpentoum, Kédougou, Tambacounda et Goudiry à environ 88 000, 178 000, 300 000 et 345 000 UBT contre 400 000, 800 000, 1 100 000 et 1500 000 UBT en 2015. Une baisse de la production fourragère de cette nature doit alerter les différents acteurs sur la nécessité d'une utilisation rationnelle des ressources pastorales.

### 3.3. ANALYSE QUALITATIVE DE LA BIOMASSE VÉGÉTALE

Le relevé de la composition floristique au niveau des sites faisant l'objet d'échantillonnage est partie intégrante du suivi de la biomasse. Cette année, une innovation a été apportée en termes d'amélioration conformément aux recommandations faites lors de l'atelier de diagnostic de la méthode de suivi environnemental du CSE financé par le PRCA (Projet de Renforcement des Capacités). Elle a consisté, en plus du rang, à l'appréciation du recouvrement (en pourcentage) de chaque espèce herbacée présente et relevée dans le plateau. L'exploitation des données collectées a permis de faire les constats suivants et de confirmer une tendance observée les années précédentes :

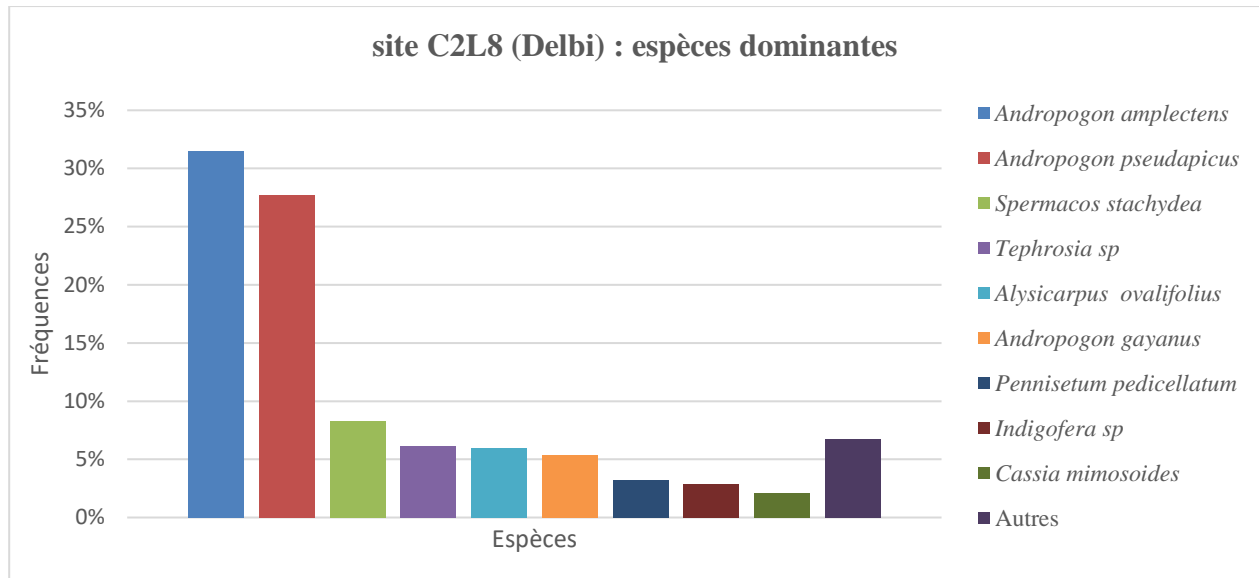
- ❖ les pâturages situés en zone sahélienne sont dominés par les graminées telles qu'*Aristida mutabilis*, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Chloris prieurii*, *Dactyloctenium aegyptium*, et par d'autres espèces comme *Zornia glochidiata* dont la présence et le recouvrement sont parfois

importants. La figure 12 fait l'état de la répartition des espèces herbacées dans le site de Dodel (C3L1) en zone sahélienne (nord).



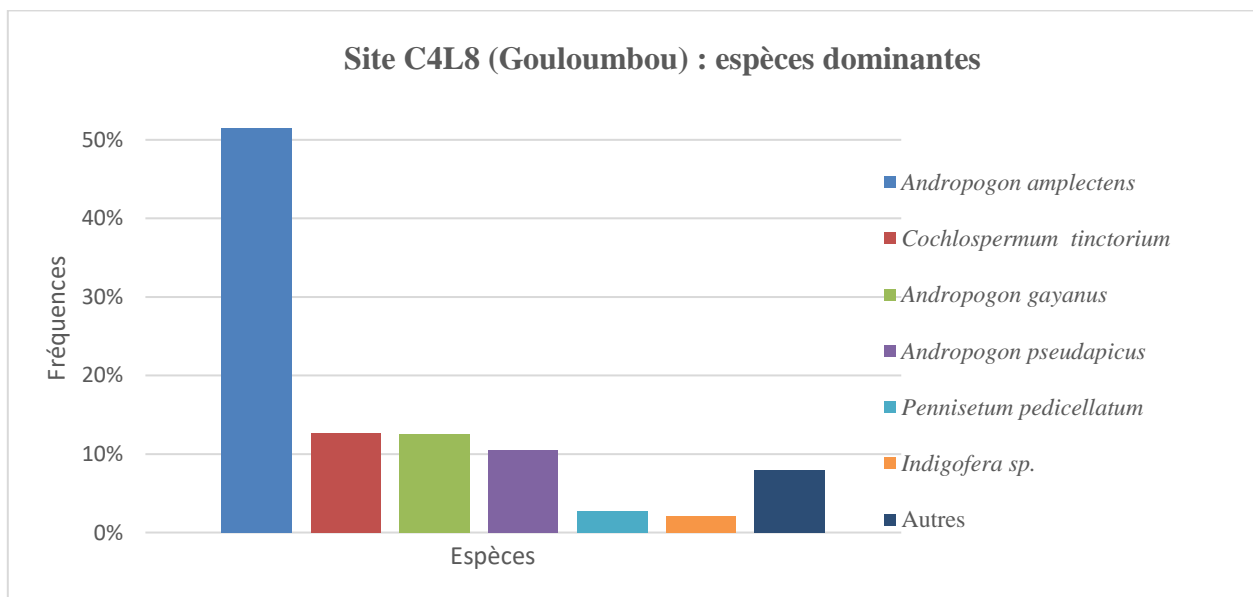
**Figure 12 : répartition des espèces herbacées en zone sahélienne (nord) : exemple du site C3L1 (Dodel)**

- ❖ les pâturages de la zone soudanienne restent dominés par les *Andropogoneae* comme *Andropogon pseudapricus* et *Andropogon amplexans* qui, sont souvent classés parmi les trois premières espèces recensées. La figure 13 fait l'état de la répartition des espèces herbacées dans le site de Delbi (C2L8) en zone soudanienne (centre-ouest).



**Figure 13 : répartition des espèces herbacées en zone soudanienne (centre-ouest) : exemple du site C2L8 (Delbi)**

La figure 14 donne la répartition des espèces herbacées dans un site en zone soudanienne (sud-est).



**Figure 14 : répartition des espèces herbacées en zone soudanienne (sud-est) : exemple du site C4L8**

Le tableau 1 ci-dessous donne un aperçu de la composition floristique dans quelques sites.

**Tableau 1 : composition floristique herbacée de quelques sites en 2016**

Sites	Composition floristique (principales espèces relevées et classées par ordre de dominance)	Observations
C2L1 (Tatki)	<i>Aristida mutabilis</i> , <i>Chloris prierii</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Eragrostis tremula</i> , <i>Cassia obtusifolia</i> , <i>Cenchrus biflorus</i>	Site situé au <b>nord</b> de la zone d'évaluation, essentiellement composé de graminées.
C2L4 (Kalosi)	<i>Zornia glochidiata</i> , <i>Digitaria horizontalis</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Aristida mutabilis</i> , <i>Cenchrus biflorus</i> , <i>Bracharia sp.</i> , <i>Alysicarpus ovalifolius</i> , <i>Ipomea coptica</i> ,	Site situé au <b>nord</b> à composition floristique assez diversifiée.
C3L2 (Yaré Lao)	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Schoenefeldia gracilis</i> , <i>Eragrostis tremula</i> , <i>Zornia glochidiata</i> , <i>Aristida mutabilis</i> , <i>Digitaria horizontalis</i> , <i>Alysicarpus ovalifolius</i> , <i>Schizachyrium exile</i>	Idem
C2L6 (ranch Doli)	<i>Zornia glochidiata</i> , <i>Eragrostis tenella</i> , <i>Alysicarpus ovalifolius</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> , <i>Andropogon pseudapricus</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i>	Site situé au <b>centre-ouest</b> de la zone d'évaluation avec présence et surtout dominance du genre <i>Andropogon</i> .
C3L7 (Payar)	<i>Andropogon amplexens</i> , <i>Spermacoce stachydea</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>Tephrosia sp.</i> , <i>Zornia glochidiata</i> , <i>Cassia obtusifolia</i> , <i>Fimbristylis exilis</i>	Idem
C4L3 (Patouki)	<i>Andropogon pseudapricus</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>Zornia glochidiata</i> , <i>Schoenefeldia gracilis</i> , <i>Tephrosia pedicellata</i> , <i>Cassia mimosoides</i>	Site situé au <b>nord - est</b> de la zone d'évaluation avec une assez bonne diversité floristique.
C4L5 (Mboungue)	<i>Andropogon pseudapricus</i> , <i>Spermacoce stachydea</i> , <i>Indigofera sp.</i> , <i>Zornia glochidiata</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>Schoenefeldia gracilis</i> , <i>Cassia mimosoides</i>	Site situé au <b>centre-est</b> de la zone d'évaluation diversité : idem que C4L3.
C4L8 (Gouloumbou)	<i>Andropogon amplexens</i> , <i>Cochlospermum tinctorium</i> , <i>Andropogon gayanus</i> , <i>Andropogon pseudapricus</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>Indigofera sp.</i>	Site situé au <b>sud-est</b> , floristiquement diversifié mais toujours marqué par la présence et la dominance des <i>Andropogoneae</i> .
C5L2 (Goudiry)	<i>Spermacoce stachydea</i> , <i>Andropogon pseudapricus</i> , <i>Schizachyrium exile</i> , <i>Lepidagathis anobrya</i> , <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>Indigofera sp.</i>	Site situé à l' <b>Est</b> de la zone d'évaluation, floristiquement assez diversifié, marqué aussi par la présence à la deuxième place d' <i>Andropogon pseudapricus</i> .

Ces indications sur la composition de la strate, notamment herbacée, renseignent sur la qualité des pâturages et montrent en conséquence que les sites de la partie septentrionale, particulièrement le Ferlo sont plus riches en espèces appréciées et de meilleure qualité en raison de la présence de légumineuses comme *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*, et de *Convolvulaceae* comme *Ipomea coptica*, *Ipomea vagans*, etc. ; ce qui n'est pas le cas des sites de la zone soudanienne qui, restent dominés par les *Andropogoneae* dont la dureté des chaumes leur confère une moindre qualité.

#### **4. CONCLUSION**

La campagne agropastorale de l'année 2016 a été caractérisée par des précipitations différemment réparties après un retard de démarrage dans presque l'ensemble du pays. Les hauteurs d'eau tombées ont été plus importantes à partir du mois de juillet ; mais si cela n'a pas concerné certaines zones qui ont connu des pauses assez longues et des conséquences dommageables (siccité précoce, croissance limitée, ...etc.) sur la production végétale comme par exemple autour des localités de Tatki, Widou Tiengoly et Amaly.

Comparativement à l'année précédente, l'hivernage de l'année 2016 présente un profil apparemment moins bon *eu égard* à la répartition spatio-temporelle des pluies et à la croissance de la végétation reflétée par les valeurs de NDVI notées lors du suivi décadaire de la campagne agropastorale. Cependant, la production primaire est, dans l'ensemble assez, bonne et le disponible fourrager doit être géré de manière optimale pour permettre aux populations pastorales d'en tirer le meilleur profit ; d'autant que des cas de feux ont déjà été déclarés (cf. annexe 3). Un tel état de fait devra favoriser une prise de conscience en vue d'une préservation des ressources pastorales pour le mieux-être des populations et ainsi apporter une contribution significative au développement du pays. Pour ce faire, il est encore impératif de sauvegarder les ressources végétales par une campagne de lutte préventive mettant l'accent sur la sensibilisation, la redynamisation des comités de lutte contre les feux, leur équipement et ainsi que l'ouverture et/ou l'entretien des pare-feux. La lutte préventive devrait prendre le pas sur celle active. Elle devrait intégrer dans les stratégies, la constitution de réserves fourragères qui doit, plus que jamais, être relancée et soutenue pour une utilisation durable de la biomasse végétale.

## **ANNEXES**

### **Annexe 1: METHODOLOGIE D'EVALUATION DE LA BIOMASSE VEGETALE**

#### **4.1. 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 infrarouge de l'imagerie en 2016;
- 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 détermination de la corrélation entre le NDVI et la production totale.

##### 1. Le niveau satellitale

Les images de type S10 du satellite PROBA-V ont été intégrées du 11 juillet au 31 octobre 2016 pour obtenir le NDVI durant la saison de croissance. L'utilisation des données PROBA-V permet en partie une économie de temps sur certaines étapes du traitement d'image préalablement appliquées sur la série NOAA/AVHRR.

L'Indice de Végétation par la Différence Normalisée (NDVI) en question est calculé à partir des pourcentages de réflectance dans le proche infrarouge et dans le rouge. La formule s'écrit sous la forme :

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{Proche infrarouge} - \text{Rouge})}{(\text{Proche infrarouge} + \text{Rouge})}$$

L'intégration du NDVI correspond à la moyenne pondérée des indices de végétation décadaires en fonction de la période de croissance considérée. L'équation utilisée étant de la forme:

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

NDVI<sub>i</sub> = indice de végétation de la décade

X<sub>i</sub> = nombre d'images utilisées pour la synthèse décadaire

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

L'indice de végétation exprime l'activité chlorophyllienne des végétaux. Les capteurs montés à bord du satellite PROBA-V 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 les longueurs d'onde 610-680 nm correspondant au rouge et enregistrée par la bande 2 du satellite. Les parois des cellules végétales

réfléchissent fortement l'énergie lumineuse dans les longueurs d'onde comprises entre 790 et 890 nm, correspondant au proche infrarouge et enregistrée par la bande 3 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, dont 24 ont été échantillonnés en 2016.

### 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, 35 à 100 placeaux d'un mètre carré sont coupés au hasard le long du transect matérialisé par un ruban gradué. 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 et arbustes) 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.

## **4.2. 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 vert olive foncé 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 de la carte est relativement petite (1:2.500.000), mais avec les nouveaux outils du SIG, il devient possible de faire des extractions ciblées sur des zones de terroirs comportant un intérêt particulier.

## Annexe 2 : BILAN FOURRAGER

### Bilan fourrager 2016

#### A. Méthode de calcul

La biomasse totale : La biomasse totale représente la somme de la phytomasse herbacée et ligneuse obtenue à la fin de la saison des pluies (octobre). La méthode de calcul du CSE, basée sur la corrélation entre l'indice de végétation et la quantité de matière sèche collectée dans les 24 sites de contrôle au sol (SCS) permet d'estimer la biomasse totale ou biomasse disponible à la fin de la saison des pluies.

$$\text{Biomasse totale} \left( \frac{\text{KgMS}}{\text{Ha}} \right) = \text{Biomasse herbacée} \left( \frac{\text{KgMS}}{\text{Ha}} \right) + \text{Biomasse Ligneuse} \left( \frac{\text{KgMS}}{\text{Ha}} \right)$$

La biomasse disponible : Selon Toutain et Lhoste (1978), la biomasse totale est consommable au 1/3 au cours de l'année pour maintenir l'équilibre de l'écosystème pâturé. Cette proportion consommée est appelée biomasse disponible. Elle tient compte de la chute de productivité due au broutage pendant la croissance des espèces annuelles, des pertes par piétinement et de la nécessité d'un certain refus indispensable pour la protection du sol contre l'érosion éolienne et pluviale (Boudet, 1983).

$$\text{Biomasse disponible} \left( \frac{\text{KgMS}}{\text{Ha}} \right) = \text{Biomasse totale} / 3$$

La capacité de charge potentielle ou capacité d'accueil : La capacité de charge (CC) du pâturage est le nombre d'Unités Bétail Tropical (UBT) qu'on peut y faire vivre pendant un intervalle de temps donné. L'estimation de la capacité de charge potentielle ou capacité d'accueil est basée sur l'hypothèse selon laquelle, le bétail a besoin d'ingérer chaque jour de 2,5 Kg de matière sèche (MS), pour 100 Kg de poids vif. Ainsi, une UBT de 250 kg aura besoin de 6,25 kg de matière sèche par jour (Boudet, 1983).

$$\text{Capacité d'accueil (UBT)} = \text{Biomasse disponible} \left( \frac{\text{KgMS}}{\text{Ha}} \right) * \text{Superficie (Ha)} / (6,25 * 30 * 9)$$

Où :

- Superficie = Surface accessible au bout de 2 jours de marche. Pour notre cas, nous prendrons la superficie pastorale du département tirée de la carte d'occupation du sol GLCN (2000).
- 6,25 = Quantité moyenne de fourrage consommée par jour
- 9 = nombre de mois avant la prochaine saison des pluies
- 30 = Nombre de jours par mois
- UBT = Unité Bétail Tropical.

La charge animale réelle : Le calcul se fait par la conversion du nombre d'animaux présents dans chaque espace unitaire (ici le département) en UBT suivant les normes de l'Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (EIMVT) définies en 1987 (PAISA-BG, 2013).

$$\text{Charge animale réelle (UBT)} = \sum_{i=1}^n \text{Pop}_i * \text{UBT}_i$$

Où :

- Pop<sub>i</sub> = Population de l'espèce i (obtenue à travers le Ministère de l'Élevage et des Productions Animales)
- UBT<sub>i</sub> = Charge réelle unitaire de l'espèce i. Cette valeur est une constante :

Bovins = 0,73 - Ovins = 0,12 - Caprins = 0,12 - Equins = 1 - Asins = 0,5 - Camelins = 1,5.

Le bilan fourrager : Le bilan fourrager résulte de la différence entre la capacité d'accueil et la charge animale réelle. Il est positif quand l'unité d'étude considérée (le département dans notre cas) recèle suffisamment de ressources fourragères pour la survie des espèces sur toute la période sèche sans risque de déséquilibrer le milieu. Quand il est négatif, les éleveurs doivent être orientés par des conseils d'experts (Ministère de l'Élevage et des Productions Animales, etc.).

## B. Résultats : bilan fourrager

La figure 1 donne le bilan fourrager pour les différents départements étudiés.

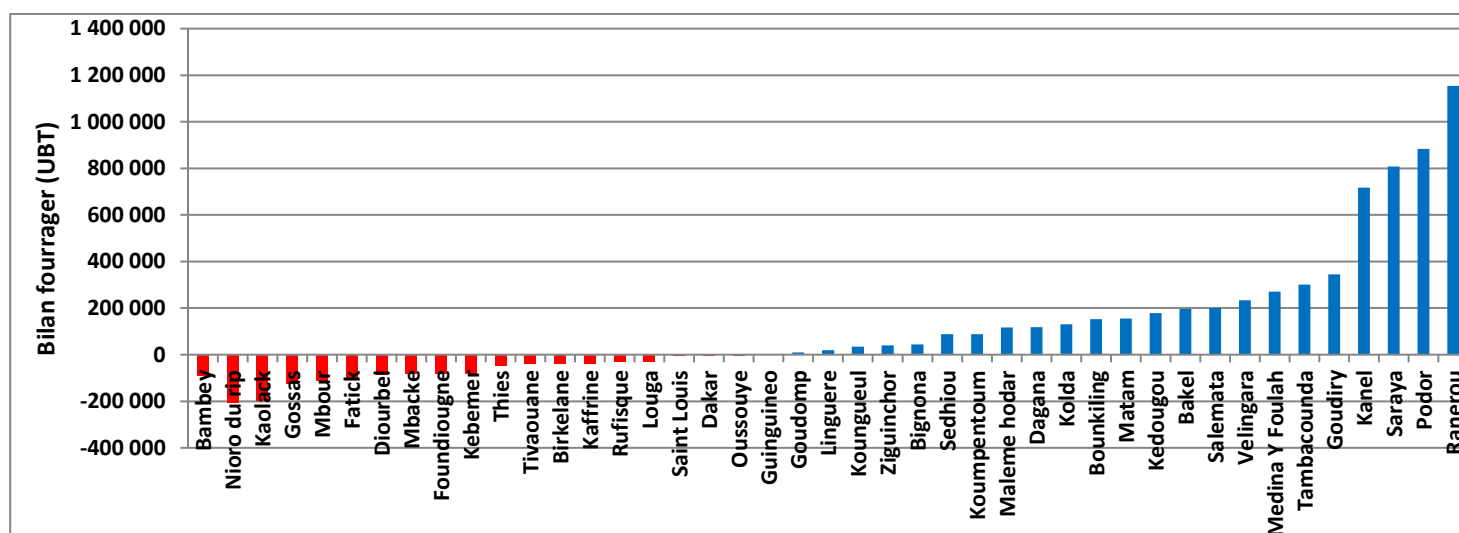


Figure 15 : Bilan fourrager prévisionnel par département

Le bassin arachidier enregistre quasiment un bilan déficitaire. Cependant, il faut signaler que les sous-produits de récolte qui constituent une part très importante de l'alimentation animale ne sont pas pris en compte dans ce premier niveau de calcul. L'obtention des résultats de la production agricole permettra d'estimer leur apport en appliquant des relations graines/pailles.

Les principaux départements de la zone sylvo-pastorale ont un bilan relativement positif.

Les départements situés au sud et sud-est du pays ont des bilans positifs mais qui sont en deçà des possibilités de l'année 2015 et devraient inciter à la prudence.

La lutte contre les feux de brousse et la constitution contrôlée de stocks de fourrage devaient être mises en œuvre très tôt pour sauvegarder le pâturage disponible.

## C. Bibliographie

**Baumer, 1983.** FAO/UNEP programme "Ecological Management of Arid and Semi-Arid Rangelands in Africa, Near and Middle East" (EMASAR Phase II), 270 p.

**PAISA-BG, 2013.** Union Européenne et OXFAM. "Bilan fourrager et capacité de charge des espaces pastoraux dans les wilayas du Brakna et du Gorgol" (Projet d'Amélioration de l'Information sur la Sécurité Alimentaire au Brakna et au Gorgol), 47 p.

**Boudet, 1983.** Les pâturages et l'élevage au Sahel. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. Fond Documentaire ORSTOM. N° 3526. Cote B. 5 pages.

Toutain et Lhoste, 1978. Essai d'estimation du coefficient d'utilisation de la biomasse herbacée par le bétail dans un périmètre sahélien. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 31 (1) : 95-101.

**Annexe 3 : SPATIALISATION DES CAS DE FEUX OBSERVES DU 15/10 au 15/11/2016**

