



# Impacts des réfugiés sur la contribution spécifique et le stock de carbone des herbacées de la savane de Minawao (Cameroun)

Paul Kodji<sup>1\*</sup>, Tchobsala<sup>1</sup>, Ibrahima Adamou<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departement de Sciences Biologiques, Université de Maroua, BP 814, Cameroun

<sup>2</sup>Departement de Sciences Biologiques, Université de Ngaoundéré, BP 454, Cameroun

\*Auteur correspondant : [paulkodji@yahoo.com](mailto:paulkodji@yahoo.com) , (+237) 696830996

Submitted on 11<sup>th</sup> May 2021. Published online at [www.m.elewa.org/journals/](http://www.m.elewa.org/journals/) on 31<sup>st</sup> August 2021

<https://doi.org/10.35759/JABs.164.5>

## RÉSUMÉ

**Objectifs :** L'objectif de ce travail était de déterminer la contribution spécifique des herbacées et évaluer leur biomasse sous l'influence des réfugiés de Minawao et des populations des villages riverains (Zamay, Gawar, Sabongari, Windé).

**Méthodologie et Résultats :** Afin de connaître les impacts des actions anthropiques sur la strate herbacée, une étude d'inventaire des herbacées et d'estimation du stock de carbone a été menée dans les formations végétales identifiées suivant les villages. Ces inventaires ont été réalisés dans une parcelle de 10 m x 10 m. Cinq (5) cercles d'un rayon d'un (01) mètre ont été délimités avec un (01) ruban dans ce quadrat. Parmi les 22 espèces herbacées inventoriées, *Pennisetum pedicelatum* avec en moyenne, *Triumfeta pentandra*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Biophytum umbraculum*, *Hyparrhenia* spp., *Achyranthes aspera* et *Boerhavia diffusa* sont les espèces les plus dominantes. La savane arborée (2,44±3,70 t/ha) présente la plus grande quantité de biomasse herbacée suivie de la galerie forestière (1,81±2,47 t/ha). Une grande quantité de carbone a été relevée dans la localité de Zamay (0,54±0,10 tC/ha), alors que le village de Minawao (0,23±0,11tC/ha) présente une très faible quantité, où sont installés les réfugiés.

**Conclusion et application des résultats :** Les impacts des réfugiés sont plus importants sur la strate herbacée que ceux des populations locales. La strate herbacée est nécessaire dans le maintien de l'équilibre écosystémique de Minawao et ses villages riverains. Cette étude contribue à la compréhension et la valorisation de stock de carbone dans la région de la savane sahélienne.

**Mots-clés :** biomasse, Cameroun, savane sahélienne strate herbacée, réfugié.

## ABSTRACT

**Objectives:** The objective of this work was to determine the specific contribution of herbaceous plants and to evaluate their biomass under the influence of the refugees of Minawao and the populations of the riparian villages (Zamay, Gawar, Sabongari, Windé).

**Methodology and Results:** In order to determine the impacts of human activities on the herbaceous layer, an inventory of herbaceous plants and an estimation of the carbon stock were conducted in the plant formations identified in the villages. These inventories were carried out in a 10 m x 10 m

plot. Five (5) circles with a radius of one (01) meter were delimited with one (01) tape in this quadrat. Among the 22 herbaceous species inventoried, *Pennisetum pedicelatum* with *Triumfeta pentandra*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Biophytum umbraculum*, *Hyparrhenia* spp., *Achyranthes aspera* and *Boerhavia diffusa* are the most dominant species. The tree savanna ( $2.44 \pm 3.70$  t/ha) has the highest amount of herbaceous biomass followed by the forest gallery ( $1.81 \pm 2.47$  t/ha). A large amount of carbon was found in Zamay locality ( $0.54 \pm 0.10$  tC/ha), while Minawao village ( $0.23 \pm 0.11$  tC/ha) has a very low amount, where the refugees are settled.

**Conclusion and application of results:** The impacts of refugees are greater on the herbaceous state than those of local populations. The herbaceous stratum is necessary to maintain the ecosystem balance of Minawao and its riparian villages. This study contributes to the understanding and valorization of carbon stock in the Sahelian savannah region.

**Keywords:** biomass, Cameroon, Sahelian savanna herbaceous stratum, refugee.

## INTRODUCTION

L'utilisation de l'espace forestier par les animaux domestiques, essentiellement les ovins, les caprins et les bovins, en zone semi-aride est une pratique courante qui se traduit souvent par une dégradation des formations végétales déjà fragilisées par la sécheresse (Khéloufi *et al.*, 2015). Il en résulte de cette dégradation une flore secondaire généralement caractérisée par des herbes et des lianes qui donnent une physionomie modifiée des habitats originaux (Etien *et al.*, 2018). Dans le processus de reconstitution naturelle d'une végétation forestière en milieu tropical, il est démontré que les espèces herbacées sont les premières à coloniser l'espace (Kuzee et Bongers, 2005 ; Vroh *et al.*, 2011 ; Koffi *et al.*, 2016). Les variations climatiques actuelles et passées enregistrées ces dernières décennies ont conduit à une série de sécheresses avec une diminution de la production de plantes herbacées (Curasson, 1954 ; Ali et Lebel, 2009). La destruction de strate herbacée et contribue indirectement à la perte de carbone (Wendsom *et al.* 2019). L'accord, censé entrer en vigueur en 2020, devra porter à la fois sur l'atténuation et sur l'adaptation des sociétés aux perturbations climatiques existantes et futures (Yameogo *et al.*, 2013). La strate herbacée a un rôle important à jouer dans l'écosystème. Elle joue une fonction cruciale de stockage du carbone. Dans les zones de savane où les arbres sont rares, les plantes herbacées participent à la

séquestration du carbone. La phytomasse de la strate herbacée varie selon les zones écologiques, les groupements végétaux et la topographie (Grouzis, 1987 ; Djiteye, 1988). Sur les parcours sahéliens, le fourrage disponible pour le bétail domestique est constitué de la végétation herbacée et ligneuse accessible ou rendue accessible aux animaux (Wendsom *et al.*, 2019). Dans la zone sahélienne, la végétation herbacée est plus influencée par les pâturages, qui jouent un rôle important dans l'alimentation du bétail et constituent à la totalité des ressources alimentaires des ruminants dans les élevages (Agonyissa et Sinsin, 1998). L'élevage et la pluviométrie, avec une forte variabilité dans le temps et l'espace, conditionnent la productivité du carbone. Tout changement dans la gestion de cette ressource fourragère nécessite une connaissance préalable des ressources fourragères et de leurs niveaux de production pouvant impacter leur capacité carbone (Bartha, 1970 ; Achard et Chanono, 1995 ; Diatta *et al.*, 2004 ; Douma *et al.*, 2007 ; Diatta, 2008). Les savanes constituent de véritables ressources fourragères et offrent un potentiel économique très important pour l'agriculture et l'élevage (Yoka, 2006). Cependant, leur richesse et leur production de carbone ne sont pas encore bien évaluées. Rabiou *et al.* (2019) soulignent que les camps de réfugiés, où de nombreuses personnes s'installent, subissent

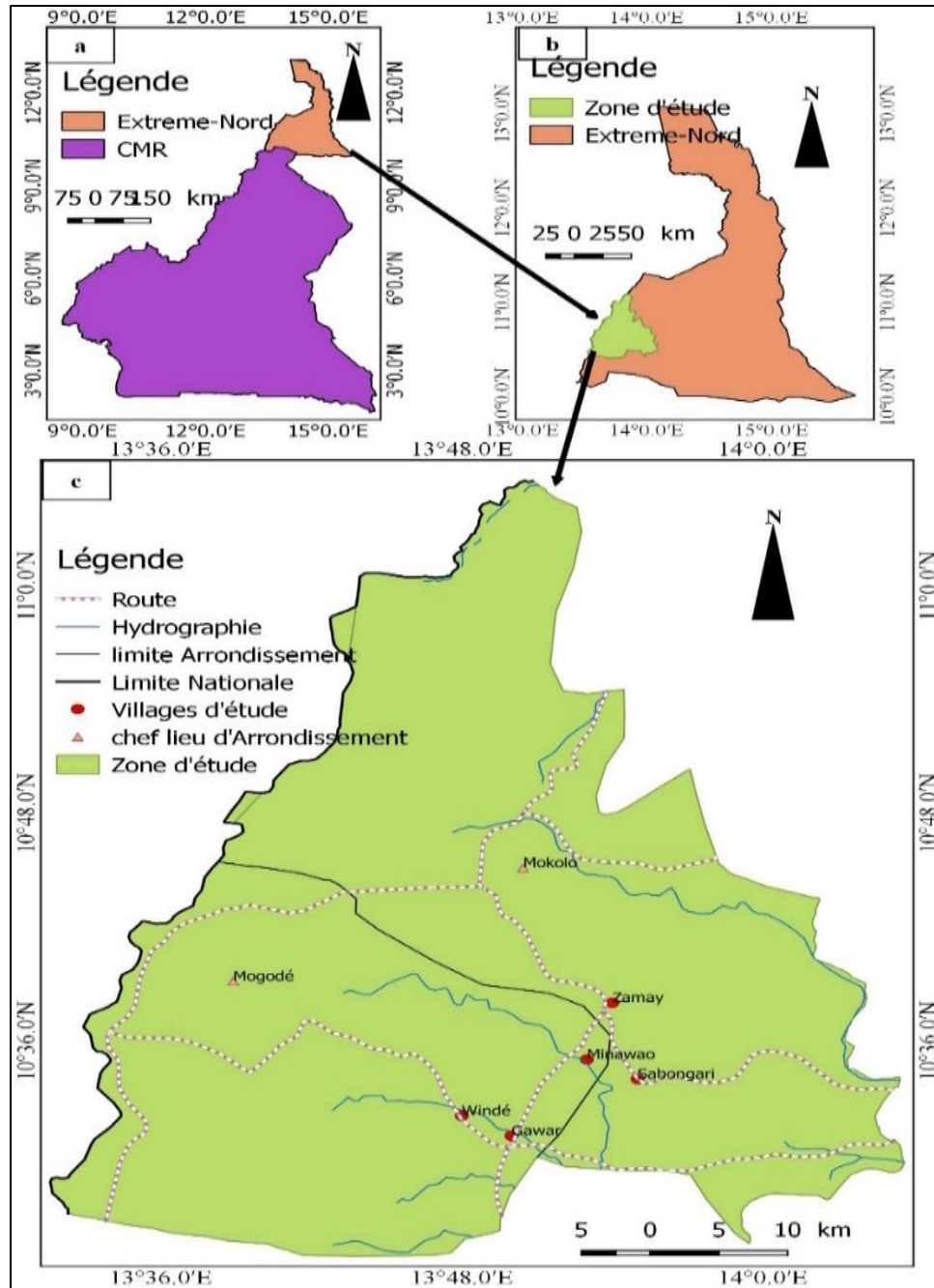
une dégradation considérable de l'environnement. Cette dégradation végétale a un effet négatif sur le stockage du carbone des plantes herbacées (Isaac, 2017). L'objectif de cette étude est de déterminer la contribution

spécifique des herbacées et d'évaluer la biomasse de la strate herbacée sous l'influence des réfugiés de Minawao et des populations des villages riverains (Zamay, Gawar, Sabongari, Windé).

## MATERIEL ET METHODES

**Localisation de site d'étude :** L'étude a été menée dans 5 villages (Gawar, Minawao, Sabongari, Windé et Zamay) au sud de Mokolo Minawao, qui sont situés dans la région de l'Extrême Nord-Cameroun, précisément dans le Département du Mayo Tsanaga entre 10°33'38'', de latitude Nord et 13°51'25'', de longitude Est et l'altitude 595 m (Lindsey, 2015 ; Tchobsala *et al.*, 2018). Le climat de la zone est de type soudano sahélien. La localité a une longue saison sèche d'une durée moyenne de 7 mois, de novembre à mai. La seule saison des pluies (de juin à octobre) est caractérisée par de fortes pluies centrées en août (Djarmaila, 2011). Les sols sont

essentiellement représentés par des arènes faiblement évoluées et des sols à tendance hydromorphe dans les bas-fonds alluviaux, à cause d'un réseau hydrographique parfois mal hiérarchisé (Max, 2017). La formation végétale est à dominance arbustive et ligneuse en majorité épineuse. De manière générale, elle est constituée des espèces telles qu'*Acacia albida*, *Acacia seyal*, *Acacia nilotica*, *Ficus* spp., *Tamarindus indica*, *Azadirachta indica*, *Anogeiossus leiocarpus*, *Ziziphus mauritiana*. Ces espèces servent principalement d'arbres d'ombrage dans les champs, de source de bois de feu et de bois d'œuvre (Seignobos, 1982, Kodji *et al.*, 2020).



**Figure 1** : Carte de localisation du site d'étude

**Collecte des données herbacées :** La méthode des points quadrats appliquée avec succès au Burkina Faso (Kalmogo, 1998 ; Doulkom, 2000) et au Cameroun (Tchobsala, 2011) en associant à des transects pour tenir compte de l'hétérogénéité du milieu a été utilisée pour échantillonner les strates herbacées. Dans chaque formation végétale, quinze (15) relevés

ont été effectués. Dans chaque site, ont été installées diagonalement deux lignes permanentes de 200 m chacune sur lesquelles sont faites les lectures (Fig. 2). Les points de lectures ont été faits tous les 25 cm. En principe un fils est tendu au-dessus de la végétation à 1,50 m du sol sur la ligne permanente. Le processus consistait à faire descendre une

aiguille aimantée dans la végétation. Ainsi, à chaque point de lecture, tous les contacts avec les espèces sont pris en compte. La première espèce touchée par l'aiguille est

immédiatement identifiée sur place ou au laboratoire (herbier de l'école de faune de Garoua ou à l'herbier de l'IRAD de Wakwa).

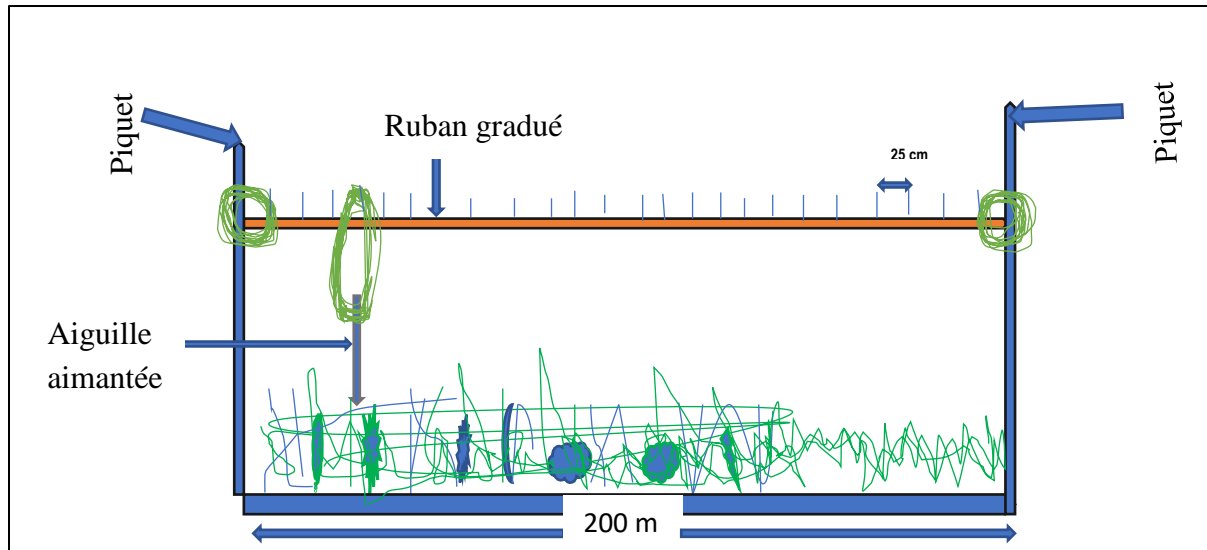


Figure 2 : Méthode d'échantillonnage des herbacées

**Détermination de la phytomasse des herbacées :** Les mesures ont été systématiquement réalisées à l'intersection de deux diagonales de chaque parcelle de 10 m x 10 m. Pour évaluer cette phytomasse, 5 cercles d'un (01) mètre de rayon a été mesurée à l'aide d'un (01) ruban (Mbolo ,2005). Soit un total de 1500 cercles. Les herbes fraîches ont été récoltées et peser sur place à l'aide d'une balance de marque Sartorius (ISO 9001 à  $10^{-3}$ ) pour déterminer les masses humides totales de chaque fraction. Juste un petit échantillon

(poignet) a été récupéré et pesée à l'étuve au laboratoire de l'ENSAI à l'Université de Ngaoundéré en 48 heures pour déterminer la masse sèche totale (MST). La masse sèche totale (MST) a été calculée selon la formule :  $MST = 100 \times MHT / (100 + Te)$  où MHT est la masse humide totale et Te est la teneur en eau.  $Te = ((MH-MS) / MS) \times 100$  où MH est la masse humide et MS la masse sèche de l'échantillon. Ces mesures nous ont permis de quantifier la phytomasse des herbacées des savanes soudano-sahéliennes.

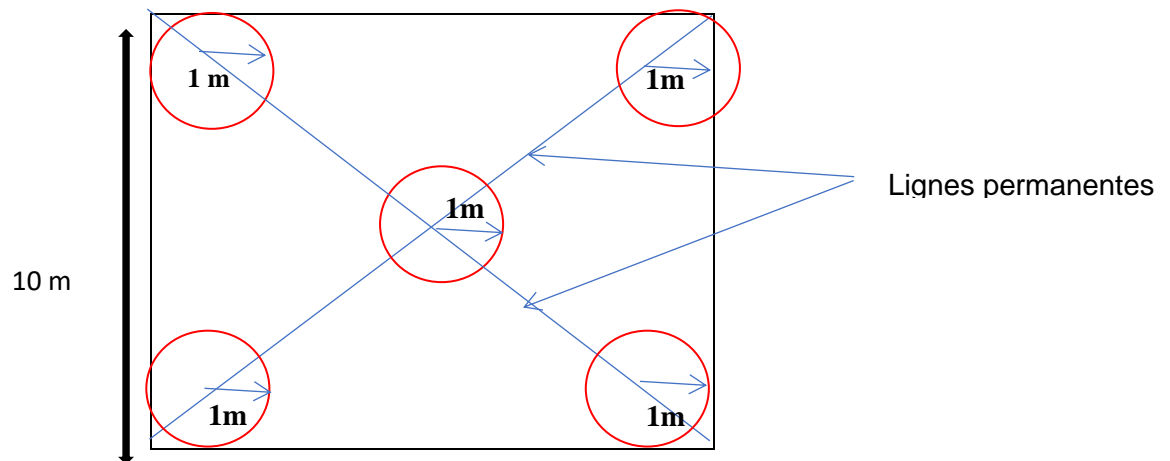


Figure 3 : Méthode d'échantillonnage quantification de carbone des herbacées

#### 4 RESULTATS ET DISCUSSION

**4.1 Contribution spécifique de la strate herbacées en fonction des formations végétales :** La diversité des espèces en fonction des formations végétales varie significativement ( $p < 0,001$ ). Par rapport à la diversité spécifique, *Pennisetum pedicelatum*, *Triumpheta pentandra* et *Biophytum umbraculum* sont les plus fréquentes. La contribution spécifique des herbacées varie entre 1,2 % (*Thelepogon elegans*) dans les savanes arbustives et 10,20 % (*Pennisetum pedicelatum*) au niveau des champs. De manière générale, les espèces herbacées sont plus développées en absence des grands arbres. Lorsque les arbres sont trop coupés, la strate herbacée est très abondante. Il y a une recolonisation de la végétation par les herbacées. Mais il faut que le milieu ne soit pas confronté à certaines pressions telles que le

piètement et le pâturage. Pour le recouvrement spécifique, un bon taux a été obtenu au niveau des champs (98,98 %). Les savanes arbustives (30,79 %) viennent en deuxième position. Les savanes arborées (9,94 %) et les habitations (7,82 %) occupent respectivement la troisième et la quatrième position. Un faible taux a été enregistré au niveau des galeries forestières (3,23 %). Il semblerait que le développement et la germination des herbacées sont limités en présence des grands arbres. Ces résultats sont similaires à ceux de Tchobsala *et al.* (2010) qui avait montré que le taux trop élevé de recouvrement traduit une richesse et une abondance des espèces qui recolonisent rapidement les savanes perturbées après le phénomène des coupes dans la zone péri-urbaine de Ngaoundéré.

**Tableau 1 :** Contribution spécifique des herbacées en fonction des formations végétales

Espèces	Sa		Gal		Cha		Hab		Sab	
	Csi	Rsi	Csi	Rsi	Csi	Rsi	Csi	Rsi	Csi	Rsi
<i>Pennisetum pedicelatum</i>	6,81	2,1	8,48	0,25	10,2	10,09	8,48	0,28	8,49	0,84
<i>Triumpheta pentandra</i>	5,91	1,82	5,68	0,17	7,15	7,09	5,68	0,19	5,69	0,57
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	5,59	1,72	4,95	0,15	5,13	5,08	4,95	0,17	4,95	0,49
<i>Biophytum umbraculum</i>	5,26	1,62	5,1	0,17	4,94	4,89	5,1	0,17	5,11	0,51
<i>Hyparrhenia spp.</i>	4,15	1,28	4,9	0,17	5,85	5,79	4,9	0,17	4,91	0,49
<i>Achyranthes aspera</i>	6,29	1,93	5,71	0,19	1,37	1,35	5,71	0,19	5,71	0,57
<i>Boerhavia diffusa</i>	5,53	1,7	4,9	0,17	2,83	2,79	4,9	0,17	4,91	0,49
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	4,55	1,4	3,89	0,13	3,66	3,62	3,89	0,13	3,9	0,39
<i>Brachiaria villosa</i>	2,9	0,9	3,65	0,12	5,06	5,01	3,65	0,12	3,65	0,36
<i>Crotalaria retusa</i>	3,58	1,1	2,99	0,1	4,36	4,31	2,99	0,1	2,99	0,29
<i>Thelepogon elegans</i>	1,2	0,37	4,68	0,15	5,41	5,35	4,68	0,15	4,68	0,47
<i>Scleria sphaerocarpa</i>	4,66	1,44	3,96	0,13	1,83	1,81	3,96	0,13	3,97	0,39
<i>Nelsonia canescens</i>	1,48	0,46	3,84	0,12	4,67	4,63	3,84	0,12	3,84	0,38
<i>Mitracarpus villosus</i>	5,71	1,75	2,83	0,09	2,55	2,54	2,83	0,09	2,83	0,28
<i>Brachiaria lata</i>	3,52	1,09	3,57	0,12	2,6	2,58	3,57	0,12	3,57	0,36
<i>Senna obtusifolia</i>	1,52	0,47	2,71	0,09	4,14	4,09	2,71	0,09	2,71	0,27
<i>Waltheria indica</i>	1,47	0,45	3,7	0,12	4,18	4,14	3,7	0,12	3,71	0,37
<i>Sida rhombifolia</i>	4,66	1,44	3,36	0,11	2,97	2,94	3,36	0,11	3,36	0,33
<i>Andropogon gayanus</i>	3,4	1,05	3,18	0,1	2,42	2,4	3,18	0,1	3,18	0,32
<i>Commelina forskalaei</i>	4,35	1,34	3,64	0,12	1,49	1,47	3,64	0,12	3,64	0,36
<i>Leucas martinicensis</i>	3,02	0,93	3,22	0,11	2,48	2,46	3,22	0,11	3,23	0,32
<i>Tribulus terrestris</i>	5,31	1,64	2,41	0,08	2,96	2,93	2,41	0,08	2,41	0,24
Total	100	30,79	100	3,23	100	98,98	100	7,82	100	9,94

Csi= contribution spécifique, Rsi=Recouvrement spécifique

### Contribution spécifique de la state herbacées en fonction des sites d'étude :

L'analyse de la state herbacée a abouti à l'identification de 22 espèces herbacées dans tous les villages. Le recouvrement est fonction de contributions spécifiques. Les espèces les plus représentées dans tous les villages sont *Pennisetum pedicelatum*, *Triumpheta pentandra* et *Biophytum umbraculum*. Il s'agit en majorité les Poaceae. La forte proportion des Poaceae dans le site peut s'expliquer par le fait que ces taxons possèdent une très grande possibilité de tallage et une grande vitesse de repousse après broutage lorsque les conditions du milieu sont favorables (Kouassi *et al.*, 2014). Une autre hypothèse évoquée est celle de la résistance des espèces aux aléas climatiques et aux maladies. Les graminées résistent aux différentes perturbations et elles développent des stratégies leur permettant de se maintenir et de se développer dans un

environnement perturbé (Ousseina *et al.*, 2010). Par contre, Ngom *et al.*, (2012) dans la réserve de biosphère du Ferlo (Burkina Faso), ont observé une prédominance des graminées annuelles (*Andropogon pseudapricus*, *Pennisetum pedicellatum* et *Schoenfeldia gracilis*). La différence observée serait due à la disparité de la zone d'étude. Concernant le recouvrement spécifique, il varie de 2,98 % dans les formations de Minawao à 160,26 % dans celles de Windé. Plusieurs facteurs sont à l'origine de cette variation d'espèces entre les villages parmi lesquels : quantité de pluies tombées, leur répartition dans le temps, le nombre de jour de pluies de l'année considérée, effets de la pâture. Le début de la saison pluvieuse enregistre semblablement un retard de sécheresse presque chaque année ces dernières qui pourrait détruire les premières vagues de levée. Selon Boudet (1991), les bonnes conditions des pluies accélèrent le

développement d'espèces dans les zones sahéliennes. De manière générale, les différentes valeurs observées sont plus élevées par rapport aux résultats de Mahamat (1991) dans le parc national de Kalamaloué. Ce résultat élevé pourrait être expliqué par deux hypothèses probables : soit les activités de la déforestation sont très intenses où les herbacées colonisent les places vides créées par les coupes de bois (Yaméogo *et al.*, 2013) ou

soit par une richesse et une abondance des espèces qui recolonisent rapidement les savanes (Tchobsala *et al.*, 2010). Cependant, cette rareté pourrait s'expliquer par le fait que le couvert végétal avait subi une forte anthropisation comme l'ont fait remarquer certains auteurs (César, 1994). L'analyse statistique de variance montre une différence significative entre les villages ( $0,0009 < 0,001$ ).

**Tableau 2 :** Contribution spécifique des herbacées en fonction des villages

Espèces	Gawar		Minawao		Sabongari		Windé		Zamay	
	Csi	Rsi	Csi	Rsi	Csi	Rsi	Csi	Rsi	Csi	Rsi
<i>Pennisetum pedicelatum</i>	6,8	2,2	8,48	0,25	7,37	0,25	10,19	9,15	8,48	1,52
<i>Triumpheta pentandra</i>	5,91	1,91	5,69	0,17	5,43	0,18	7,16	12,05	5,69	1,02
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	5,59	1,81	4,94	0,15	4,54	0,15	5,13	8,63	4,94	0,88
<i>Biophytum umbraculum</i>	5,26	1,7	5,1	0,15	4,89	0,16	4,94	8,32	5,1	0,91
<i>Hyparrhenia spp.</i>	4,15	1,34	4,91	0,15	4,61	0,15	5,85	9,85	4,91	0,88
<i>Achyranthes aspera</i>	6,29	2,03	5,71	0,17	5,5	0,18	1,37	2,3	5,71	1,02
<i>Boerhavia diffusa</i>	5,52	1,79	4,9	0,15	5,11	0,17	2,82	4,75	4,9	0,88
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	4,54	1,47	3,89	0,12	4,5	0,15	3,66	6,15	3,89	0,7
<i>Brachiaria villosa</i>	2,9	0,94	3,65	0,11	4,38	0,15	3,06	8,52	3,65	0,65
<i>Crotalaria retusa</i>	3,57	1,16	2,99	0,09	4,8	0,16	4,36	7,33	2,99	0,53
<i>Thelepogon elegans</i>	1,19	0,39	4,67	0,14	2,23	0,07	5,41	9,1	4,67	0,84
<i>Scleria sphaerocarpa</i>	4,66	1,51	3,96	0,12	5,69	0,19	1,83	3,08	3,96	0,71
<i>Nelsonia canescens</i>	1,48	0,48	3,84	0,11	4,55	0,15	4,67	7,87	3,84	0,69
<i>Mitracarpus villosus</i>	5,71	1,84	2,84	0,08	3,63	0,12	2,56	4,31	2,84	0,51
<i>Brachiaria lata</i>	3,52	1,14	3,57	0,11	4,31	0,14	2,61	4,38	3,57	0,64
<i>Senna obtusifolia</i>	1,52	0,49	2,71	0,08	4,54	0,15	4,13	6,95	2,71	0,48
<i>Waltheria indica</i>	1,46	0,47	3,7	0,11	2,37	0,08	4,18	7,04	3,7	0,66
<i>Sida rhombifolia</i>	4,66	1,51	3,36	0,1	1,26	0,04	2,97	5	3,36	0,6
<i>Andropogon gayanus</i>	3,4	1,1	3,18	0,09	3,95	0,13	2,43	4,08	3,18	0,57
<i>Commelina forskalaei</i>	4,35	1,41	3,64	0,11	3,44	0,11	1,49	2,5	3,64	0,65
<i>Leucas martinicensis</i>	3,02	0,98	3,23	0,1	3,99	0,13	2,49	4,19	3,23	0,58
<i>Tribulus terrestris</i>	5,31	1,72	2,41	0,07	1,18	0,04	2,96	4,98	2,41	0,43
Total	100	32,3	100	2,98	100	3,33	100	160,26	100	17,87

Csi= contribution spécifique, Rsi=Recouvrement spécifique

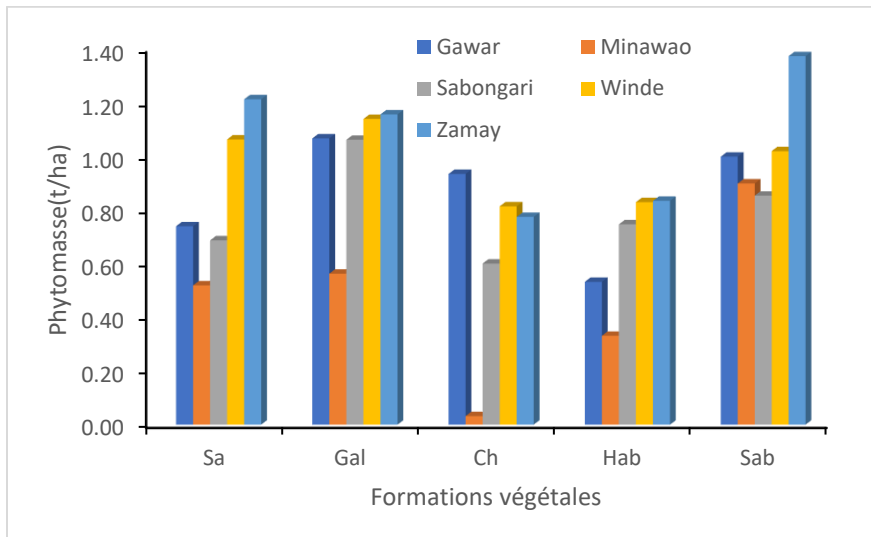
**Biomasse des herbacées en fonctions des villages et des formations végétales :** La biomasse des herbacées des formations végétales dans les différents villages varie d'un village à l'autre d'une part et d'une formation végétale à l'autre. Dans le village de Gawar, la valeur de la biomasse herbacée varie entre 0,54 t/ha (habitations) et 1,07 t/ha (galleries forestières). Au niveau de Minawao, la quantité de la biomasse herbacée est faible

comparée aux autres formations végétales, variant de 0,03 (champs) à 0,90 t/ha (savanes arborée). Dans le village de Sabongari, la valeur de la biomasse herbacée évolue de 0,60 t/ha (champs) à 1,06 t/ha (galleries forestières). Dans le village de Windé, la quantité de biomasse des herbacées varie de 0,82 (champs) à 1,14 t/ha (Galleries forestières). Au niveau de Zamay, la plus grande valeur de biomasse des herbacées a été rapportée variant entre 0,78



t/ha (champs) et 1,37 t/ha (savanes arborées). La biomasse totale enregistrée dans cette zone en fonction des villages et des formations végétales est de 20,82 t/ha. Concernant les villages, Zamay enregistre la plus grande valeur de biomasse (5,35 t/ha) et en seconde position c'est le village Windé (4,87 t/ha). De manière générale, La savane arborée indique la plus grande quantité de la biomasse herbacée (5,15 t/ha) suivie de la galerie forestière (4,99

t/ha). Ce résultat ne corrobore pas à ceux de Ibrahima et Abib (2018) qui ont montré une contribution des herbacées presque nulle dans la savane arborée. Ces auteurs ont plutôt indiqué une biomasse herbacée élevée dans la savane arbustive (7,44 t/ha). L'analyse de variance indique une différence significative entre les villages d'une part et entre les formations végétales d'autre part ( $p < 0,0001$ ).



**Figure 2 :** Biomasse des herbacées dans les villages et des formations végétales

**Stock de carbone des espèces herbeuses de la savane :** En fonction des villages, c'est au niveau de Zamay ( $0,54 \pm 0,10$  tC/ha) et de Windé ( $0,48 \pm 0,06$  tC/ha) qu'on observe la plus grande valeur de carbone. Le village de Gawar ( $0,42 \pm 0,08$  tC/ha) enregistre de quantité de carbone non négligeable. Les villages de Minawao ( $0,23 \pm 0,11$  tC/ha) et de Sabongari ( $0,39 \pm 0,06$  tC/ha) rapportent par contre une faible valeur de carbone des herbacées comparées aux autres villages. Comme l'ont rapporté d'autres auteurs (Valentini, 2007 ; Saïdou *et al.*, 2012), la flore herbacée a une faible contribution du volume de carbone total. Cette différence est attribuable à la composition floristique en rapport avec les conditions du sol et à la structure des groupements des herbacées (Yoka *et al.*, 2013). Suivant les formations végétales, le

stock de carbone varie dans l'ordre décroissant de  $0,51 \pm 0,06$  tC/ha dans la savane arborée,  $0,49 \pm 0,08$  tC/ha dans les galeries forestières,  $0,42 \pm 0,11$  tC/ha dans les savanes arbustives,  $0,33 \pm 0,12$  tC/ha au niveau des champs et  $0,32 \pm 0,08$  tC/ha dans les habitations. La savane arborée présente la plus grande quantité de carbone alors que les habitations indiquent une faible valeur comparées autres formations végétales. Cette quantité faible de carbone de la strate herbeuse des habitations se justifierait du fait de la pression d'anthropisation. Au fait, c'est dans les habitations que les animaux pâturent et l'activité anthropique est très accentuée. Ces résultats corroborent ceux de Dembele (1996). Donfack (1998), qui ont montré que le pâturage et les feux de brousse ont tendance à réduire la quantité de carbone de la strate herbeuse. Toutes les strates

herbacées des différents sites séquestrent  $2,08 \pm 0,07$  tC/ha. Cette quantité de carbone est moins importante par rapport au stock de carbone herbacé de 3,15 tC/ha enregistrée par Ibrahima et Abib (2008) en zone de savane arbustive de la région Ngaoundéré au Cameroun. Cette différence pourrait s'expliquer par les facteurs écologiques et surtout la présence des réfugiés dans la zone de cette étude. En revanche, la valeur trouvée dans la savane arborée ( $0,51 \pm 0,06$  tC/ha) de cette étude est plus importante aux quantités de carbone herbacé de 0,16 tC/ha observée par ces auteurs en zone de savane arbustive de la région Ngaoundéré au Cameroun. La densité

des ligneux qui est plus important en savane arborée (3967 individus/ha) par rapport à la savane arbustive (2933 individus/ha) pourrait être le facteur de cette dernière différence. Il semblerait que les espèces herbacées se développent mieux en absence des grands arbres. Nos résultats corroborent également à ceux de Yoka *et al.* (2013) qui a montré que dans les savanes soudanaises, la production de la biomasse herbacée en savane est 3 fois plus élevée hors du couvert ligneux que sous le couvert des grands arbres. Cependant, les facteurs climatiques et écologiques ne sont pas à négliger (Tchobsala, 2011).

**Tableau 3 :** Carbone des espèces herbeuses importantes en fonction des formations végétales (tC/ha)

Formations végétales	Villages					
	Gawar	Minawao	Sabongari	Winde	Zamay	Moyenne
Savanes arbustives	0,37	0,26	0,34	0,53	0,61	$0,42 \pm 0,11$
Galleries forestières	0,53	0,28	0,53	0,57	0,58	$0,49 \pm 0,08$
Champs	0,47	0,02	0,30	0,41	0,40	$0,33 \pm 0,12$
Habitations	0,27	0,16	0,37	0,41	0,42	$0,32 \pm 0,08$
Savanes arborées	0,5	0,45	0,43	0,51	0,69	$0,51 \pm 0,06$
Moyenne	$0,42 \pm 0,08$	$0,23 \pm 0,11$	$0,39 \pm 0,06$	$0,48 \pm 0,06$	$0,54 \pm 0,10$	$2,08 \pm 0,07$

### CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

L'étude sur l'estimation de la biomasse des herbacées de la savane sahéenne de Minawao, révèle que les actions des populations influencent largement sur la production primaire. La plus grande quantité de carbone a été enregistré dans la savane arborée tandis qu'un faible résultat a été observé au niveau des habitations. Les

formations végétales de Zamay séquestrent la plus grande quantité de carbone par contre une faible valeur est observée au niveau de Minawao. En général, les sites ont séquestré environ  $2,08 \pm 0,07$  tC/ha. Les résultats de cette étude qui contribuent à la compréhension de l'apport de chaque strate herbacée à la séquestration du carbone.

### REMERCIEMENTS

Ce travail n'a pas eu de financement, mais nous tenons à remercier particulièrement toutes les populations locales des villages

d'étude, pour nous avoir gracieusement partagé leur connaissance lors des enquêtes socioéconomiques.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achard F et Chanono M, 1995. Un système d'élevage performant bien adapté à l'aridité à Toukounous, dans le Sahel nigérien. Sécheresse. 2 :215-222.
- Agonyissa D, Sinsin B, 1998. Productivité et capacité de charge des pâturages naturels au Bénin. Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 51 : 239-246.
- Bartha R, 1970. Plantes Fourragères de la Zone Sahélienne d'Afrique. Afrika Studien Nr. 48 : Weltforum Verlag, München. 298 p.
- Boudet G, 1991. Manuel sur les pâturages tropicaux et cultures fourragères, IEMVT, Paris, 258p.
- César J, 1994. Gestion et aménagement de l'espace pastoral, Tchad. Maisons-Alfort, EMYT- CIRAD/FED, 34p.
- Dembele F, 1996. Influence du feu et du pâturage sur la végétation et la biodiversité dans les jachères en zone soudanienne-nord du Mali. Cas des jeunes jachères du terroir de Missira (cercle de Kolokani). Thèse de doctorat, université de Droit, d'Économie et des Sciences, Aix Marseille III. 211p.
- Diatta S, 2008. Modes de propagation d'un ligneux fourrager sahélien, *Maerua crassifolia* forsk. Thèse de doctorat en biologie végétale (3ème cycle), Option Ecologie, Université Cheik Anta Diop. Dakar. 103p.
- Diatta S, Douma S, Chanono M, Banoin M, Kaboré-Zoungrana CY, Toudou A, Akpo LE, 2004. Caractéristiques de *Maerua crassifolia* Forsk., ligneux fourrager des terres de parcours sahéliennes (Toukounous - Filingué, Niger). Rev. Afr. Santé et Productions Animales. 2 : 148-153.
- Djarmaila, 2011. Médias et gestions des crises de la région de l'Extrême Nord du Cameroun : Cas de l'épidémie de choléra dans le Département du Mayo-Tsanaga. Master professionnel. Université de Maroua (Cameroun), 2010-2011. 123p.
- Donfack P, 1998. Végétation des jachères du Nord-Cameroun : typologie, diversité, dynamique et production. Thèse d'État, Université de Yaoundé I, Cameroun. 270p.
- Douma S, Diatta S, Kabore-Zoungrana CY, Banoin M, Akpo LE, 2007. Caractérisation des terres de parcours sahéliennes : typologie du peuplement ligneux de la Station sahélienne Expérimentale de Toukounous au Niger. Journal des Sciences. 7 : 1-16.
- Etien DT, Vroh BTA, Adou YCY et N'Guessan KE, 2018. Diversité des espèces herbacées et lianescentes de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) après plusieurs années d'exploitation forestière. European Scientific Journal, 14(18) : 1857 – 7881. DOI : 10.19044/esj.2018.v14n18p24.
- Ibrahima A et Abib FC, 2008. Estimation du stock de carbone dans le facies arborés et arbustives des savanes Soudano-guinéennes de Ngaoundéré, Cameroun. Cameron journal of experimental Biology. 1 :1-11.
- Illius AW et O'connor TG, 1999. When isgrazing a major determinant of rangeland condition and productivity? Proceedings of the VI International Rangelands Congress. 1: 419-423.
- Khéloufi B, Benamar B et Abdelkader B, 2015. Evaluation quantitative et qualitative de la strate herbacée du *Quercetum illicis* dans le djebel Tessala, Algérie occidentale. Afrique SCIENCE 11(2): 127 - 135. <http://www.afriquescience.info>.
- Kodji P., Tchobsala and Ibrahima A., 2020. Space-time dynamics of the Minawao plant cover and surrounding area (Far

- North, Cameroon), World Journal of Advanced Research and Reviews, 08(01):102-115.
- Koffi AB, Kouamé D et Adou Yao CY, 2016. Structure and composition of the liana assemblage of Azagny National Park in the Southern Côte d'Ivoire. International Journal of Biodiversity and conservation. 8 (8) : 206–215.
- Kouassi AF, Koffi KJ, N'Goran KS, Béranger IJ, 2014. Potentiel de production fourragère d'une zone pâturée menacée de destruction : cas du cordon littoral Port-Bouët et Grand-Bassam. *Journal of Applied Bioscience*, 82: 7403-7410.
- Kuzee ME et Bongers F, 2005. Climber abundance, diversity and colonisation in degraded forests of different ages in Côte d'Ivoire. In: Forest Climbing Plants of West Africa. Diversity, Ecology and Management. CABI Publishing, UK. pp73 – 92.
- Lindsey H, 2015. On the border and in the crossfire: Cameroon's war with Boko Haram, The Guardian. 27 : 123-150.
- Mahamat H, 1991. Contribution à l'aménagement intégré des zones protégées de l'Extrême Nord Cameroun : Cas du Parc National de Kalamaloue. Mémoire de fin d'étude. COD/INADER, Dschang. Cameroun. 94p.
- Mbolo M, 2005. Typologie et cartographie de la végétation de la Réserve de la Biosphère de Dja. Thèse d'Etat ès Sciences Univ. Yaoundé I. 131p.
- Ngom D, Bakhoum A, Diatta S, et Akpo EL, 2012. Qualité pastorale des ressources herbagères de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord-Sénégal) Int. J. Biol. Chem. Sci., 6(1): 186-201.
- Ousseina S, Soumana D, Ali Z, Ricardo F, 2010. Analyse du peuplement herbacé de la station expérimentale de Toukounous (Niger) : composition floristique et valeur pastorale. *Sècheresse*, 21(1) : 154-160.
- Saïdou A, Dossa AFE, Gnanglè PC, Balogoun I, Aho N, 2012. Evaluation du stock de carbone dans les systèmes agroforestiers à karité (*Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn.) et à néré (*Parkia biglobosa* Jacq. G. Don) en zone Soudanienne du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB). Numéro Spécial Agriculture & Forêt. pp1–9.
- Tchobsala, 2011. Influence des coupes de bois sur la dynamique de la végétation naturelle de la zone périurbaine de Ngaoundéré (Adamaoua). Thèse de Docteur/PhD. Université de Yaoundé. 204p.
- Tchobsala, Amougou A, Mbolo M, 2010. Impact of wood cuts on the structure and floristic diversity of vegetation in the peri-urban zone of Ngaoundere, Cameroon. *Journal of Ecology, Nature and Environment*. 11 :235-258.
- Tchobsala, Kodji P., Ibrahima A., Haiwa G., 2018. Impacts of refugee settlement on the plant dynamics and sustainable management of the environment of Minawao Camp, Far North, Cameroon. *Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.* 5(4): 5–7.
- UNHCR, 2021. Cameroun: Minawao-Profil du camp, Janvier 2021, sur <https://reliefweb.int> (Accessed on 6 April 2021) – Reliefweb.
- Vroh BTA, Kouamé NF et Tondoh EJ, 2011. Etude du potentiel de restauration de la diversité floristique des agrosystèmes de bananiers dans la zone de Dabou (Sud Côte d'Ivoire). *Sciences et Nature* 8 (1) : 37-52.
- Wendsom OO, Alain PK, Saïdou S, Daniel I et Aboubacar T, 2019. Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso

- province du Houet au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7 : 3276-3288.
- Yaméogo G, Kiéma A, Yélémo B, et Ouédraogo L, 2013. Caractéristiques des ressources fourragères herbacées des pâturages naturels du terroir de Vipalgo (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Sci.* 7(5): 2078-2091.
- Yoka J, Loumeto JJ, Voudibio J, Epron D, 2013. Productivité herbacée des savanes de la Cuvette congolaise (Congo Brazzaville). *Afrique SCIENCE.* 1 : 89–101.