



Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique, Volume (1) N 2
 ISSN : 1987-071X e-ISSN 1987-1023
 Reçu, 27 Juin 2019
 Accepté, 09 Aout 2019
 Publiée, 06 Novembre 2019

<http://revue-rasp.org>

Recherche

Équations allométriques pour l'évaluation de la biomasse foliaire de trois espèces ligneuses fourragères. Cas de *Afzelia africana*, *Ficus gnaphalocarpa* et *Pterocarpus erinaceus*, des parcours naturels du cercle de Kéniéba au Sud-Ouest du Mali.

Allometric equations for the evaluation of leaf biomass of three forage woody species. Case of Afzelia africana, Ficus gnaphalocarpa and Pterocarpus erinaceus, from natural rangelands in the Kéniéba circle in southwest Mali.

Daouda KONARE^{1*}, Lassine COULIBALY², Harouna SANGARE³

(1) Laboratoire d'Écologie Tropicale (LET) Bamako/Mali

(2) Institut d'Économie Rurale (IER) Bamako/Mali

(3) D.E.R¹. Mathématiques & Informatique à la Faculté des Sciences Techniques (FST/USTTB) Bamako/Mali

*Correspondant : Email : daoudakonare67@gmail.com , Tel : 00223 79 15 86 29 / 00223 66 51 63 39

Résumé

Depuis les sécheresses des années 1970 et 1980, de profondes modifications écologiques et socio-économiques ont marqué le sahel. Parmi les conséquences de ce phénomène nous pouvons citer : baisse de la production des terres agropastorales ; multitude de conflits sociaux entre les divers utilisateurs de ces ressources naturelles (FAO, 2012 : 41). Dans le cercle de Kéniéba une des répercussions a été l'arrivée massive chaque année des transhumants venant du Sénégal, de la Mauritanie et du nord de la région de Kayes/Mali (Konaré, 2016). Ainsi, la présente étude avait pour but d'évaluer l'impact de cette transhumance sur la production de la biomasse fourragère de trois espèces ligneuse fourragères : *Afzelia africana* Sm. ex Pers, *Ficus gnaphalocarpa* (Miq.) C. C. Berg et *Pterocarpus erinaceus* Poir. Del.., par la méthode allométrique. L'étude a été réalisée dans deux sites à pluviométrie différentes : Le terroir de Dialafara situé dans les isohyètes comprises entre 700 mm au Nord et 1100 mm et celui de Faraba au sud avec une pluviométrie moyenne de 1250 mm tous appartenant au cercle de Kéniéba. L'échantillonnage a concerné 03 espèces d'arbres. Ainsi sur chaque espèces d'arbre, il a été retenu dix à vingt pieds d'où un total de 40 à 50 échantillons par site pour les trois espèces. La récolte a été faite à la

¹ Département d'Enseignement et de Recherche
 RASP

main à l'aide d'une coupe -coupe. Avant de couper les branchettes, l'on a la hauteur de l'arbre, la circonférence du tronc à 1,30m, la longueur et la largeur de l'arbre. Aussitôt après la récolte, la circonférence, la longueur et le poids total des branchettes étaient mesurés. Après la défoliation le poids frais des différentes parties consommables (feuilles, fruits fleurs rameaux) était pesé à l'aide d'une balance de précision. Ensuite un échantillon composite de 500 grammes a été prélevé par espèce et séché à l'étuve à 105°C pour la détermination de la matière sèche (MS). Nous avons ensuite utilisé les relations allométriques entre les données dendrométriques et la biomasse foliaire pour estimer la production fourragère. Parmi les trois paramètres étudiés, le diamètre moyen du houppier présente une meilleure corrélation avec la phytomasse de *Afzelia africana* ($R^2= 0,94$) et *Ficus gnaphalocarpa* ($R^2= 0,91$), tandis que la circonférence du tronc donne une meilleure corrélation avec la phytomasse de *Pterocarpus erinaceus* ($R^2= 0,89$). Sur la base de ces corrélations, les équations allométriques suivantes ont été établies :

- *Pterocarpus erinaceus* : $Y= 0,088CT + 0,0094$
- *Afzelia africana*, $Y= 0,060DmH - 0,238$
- *Ficus gnaphalocarpa*, $Y= 0,0628DmH - 0,283$

L'estimation de la biomasse des ligneux fourragers a été de 1,99 tonne de matière sèche (MS)/ha pour la zone pastorale de Dialafara (site 1) et de 4,55 tonnes MS/ha pour Faraba (site 2). Les capacités de charge sont faibles et varient de 1,51 à 3,46 UBT/ha/7mois. Le modèle de régression linéaire mis au point a permis d'estimer la productivité de la biomasse fourragère aérienne des trois espèces ligneuses sans les abattre. Cette méthode peut être facilement utilisée par les agents des différents services afin de procéder à des évaluations rapides permettant de dresser un bilan fourrager.

Mots clés : Mali, Kéniéba, offre fourragère, ligneux fourragers, équations allométriques, modèles de prédiction, biomasse, capacités de charge.

Abstract

Since the droughts of the 1970s and 1980s, profound ecological and socio-economic changes have marked the Sahel. Among the consequences of this phenomenon, we can mention: declining production of agropastoral lands; multitude of social conflicts among the various users of natural resources (FAO, 2012: 41). In the circle of the motion that has been transferred each year, transhumants from Senegal, Mauritania and northern Kayes / Mali (Konaré, 2016). Thus, the aim of this study was to evaluate the impact of this transhumance on forage biomass production of three woody forage species: *Afzelia africana* Sm. ex Pers, *Ficus gnaphalocarpa* (Miq.), C. Berg and *Pterocarpus erinaceus* Poir. Del .., by the allometric method.

The study was carried out in two different sites: The Dialafara soil located in the isohytes ranges between 700 mm in the North and 1100 mm and that of Faraba in the South with an average rainfall of 1250 mm in the Kéniéba circle. The sampling concerned 03 tree species. Thus, on each tree species, it was selected from a total of 40 to 50 samples per site for the three species. Harvesting was done by hand using a coupe - coupe. Before cutting the twigs at the height of the tree, the trunk circumference at 1.30m, the length and width of the tree. Immediately after harvest, the circumference, length and total weight of the twigs were measured. After defoliation, the fresh weight of the various consumable parts was weighed using precision scales. Then, a 500 gram composite sample was tested and oven-dried at 105 ° C for dry matter (DM) determination. We then used the allometric relationships between the dendrometric data and the leaf biomass to estimate the fodder yield. Among the three studied parameters, the average diameter of the crown seems to have the best relationship with the biomass for *Afzelia africana* ($R^2 = 0.94$) and with that for *Ficus gnaphalocarpa* ($R^2 = 0.91$), whereas for the *Pterocarpus erinaceus*, it is the trunk circumference which provides the best relationship the biomass ($R^2 = 0.89$). On the basis of these results, we got the following equations:

- *Pterocarpus erinaceus*: $Y = 0.088CT + 0.0094$
- *Afzelia africana*, $Y = 0.060DmH - 0.238$
- *Ficus gnaphalocarpa*, $Y = 0.0628DmH - 0.283$

The estimated biomass of forage trees was 1.99 tons dry matter (DM) / ha for the Dialafara pastoral zone (site 1) and 4.55 tons / ha for Faraba (site 2). Load capacities are low and alternative from 1.51 to 3.46 UBT / ha / 7months.

The derived linear regression model from our analysis allowed to estimate the aerial forage biomass productivity of three woody species without slaughter. This method can be easily used by different service agents to carry out rapid assessments allowing to establish a forage balance.

Key words: Mali, Kenieba, fodder supply, forage trees, allometric equations, prediction models, biomass, load capacities.

I. Contexte introductif

Depuis les sécheresses des années 1970 et 1980, de profondes modifications écologiques et socio-économiques ont marquées le sahel. Les conséquences sont une baisse de la production des terres agropastorales et une multitude de conflits sociaux entre les divers utilisateurs des ressources naturelles (FAO, 2012 :41).

Les conséquences de ce phénomène se sont répercutées sur Kéniéba à travers des arrivées massives chaque année de troupeaux transhumants venant du Sénégal, de la Mauritanie et du nord de Kayes/Mali (Konaré, 2016 :5).

Le cercle de Kéniéba situé au sud-ouest du Mali, accueille pendant la saison sèche des troupeaux transhumants des pays limitrophes qui consomment avec ceux sédentaires les ressources fourragères de la zone. Ces ressources fourragères de saison sèche sont constituées essentiellement des ligneux fourragers dont les plus appétés sont *Khaya senegalensis* *Afzelia africana*, *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus gnaphalocarpa* (Konaré, 2016 :37 ; Experco International/ID Sahel, 2014 :17).

Malheureusement, à part les travaux de (Experco International/ID Sahel, 2014 :17 ; Konaré, 2016 :54) qui y ont estimé la productivité et la capacité de charge des pâturages herbacés, les données concernant les impacts de la pratique de l'élevage sur l'écosystème que constitue le complexe forestier des parcours n'ont été jusqu'à présent investiguées. Or, les arbres et arbustes jouent un rôle polyvalent dans les systèmes de production. Outre leurs fonctions écologiques et économiques, ils ont des significations sociales et culturelles (Houmey et al., 2012 :4350). Sources de fourrage, les feuilles, les fleurs, les fruits constituent un appoint important à l'alimentation du bétail et d'une partie de la faune sauvage. En saison sèche, les peuplements ligneux fournissent aux bovins, ovins et caprins les compléments protéiques et vitaminiques indispensables à leur survie (Breman et De Ridder, 1991 :46).

Les bergers mettent le feuillage à la disposition de leur bétail par émondage ou ébranchage répétant parfois l'action sur le même sujet plusieurs années de suite. Ces pratiques réduisent dangereusement, le peuplement de certaines espèces fourragères. Il est donc indispensable d'avoir une bonne appréciation de la production fourragère des ligneux pour une meilleure prévision de la capacité de charge. Dans ces dernières décennies, des efforts considérables de recherches ont été faits dans le domaine des estimations de la biomasse des arbres et arbustes (Návar et al., 2004 :658). Le choix de la méthode et du modèle mathématique d'ajustement des paramètres doit être considéré judicieusement quand on veut estimer la biomasse des plantes ligneuses. Les méthodes destructives (Manzo et al., 2015 :1866) fournissent en fait des répertoires d'équations d'évaluation de la biomasse par espèce. Ces méthodes sont précises mais destructives, fastidieuses, très coûteuses en temps, en ressources financières et humaines. Quant aux méthodes non destructives, elles établissent les équations d'évaluation de la biomasse à partir des estimations visuelles et des mesures de paramètres physiques sans atteindre l'intégrité physique de la plante (Savadogo et Elfving, 2007 :64).

Ainsi, la présente étude est menée pour évaluer la biomasse foliaire de trois ligneux fourragers : *Afzelia africana* Sm. ex Pers, *Ficus gnaphalocarpa* (Miq.) C. C. Berg et *Pterocarpus erinaceus* Poir. Del., en vue d'estimer l'offre alimentaire de la zone en question. De façon spécifique les objectifs étaient :

(i) de mettre au point une méthode non destructive d'évaluation de production de biomasse foliaire, c'est à dire des modèles de régressions permettant d'estimer directement la production de sa biomasse

sans détruire le végétal ; (ii) d'estimer la production en biomasse foliaire totale de quelques formations ligneuses de Kéniéba; (iii) et d'évaluer la capacité de charge des parcours en vue d'élaborer un plan de gestion durable des ressources utilisées par le bétail. Le choix des espèces étudiées n'est pas fortuit, car elles ont un indice spécifique de qualité (IS) élevé (Karembé, 2001 : 93 ; Konaré, 2016 :99).

2. Matériel et méthodes

2.1. La description de la zone d'étude

L'étude a été réalisée dans deux sites à pluviométrie différentes: Le terroir de Dialafara situé dans les isohyètes comprises entre 700 mm au Nord et 1100 mm au sud (UNIGEO-GID, 2013 :10) et celui de Faraba au sud avec une pluviométrie moyenne de 1250 mm (UAPIA/Faraba, 2017 :2) tous appartenant au cercle de Kéniéba.

Site 1 : Présentation de la commune rurale de Dialafara

La commune de Dialafara est située sur longitude 13°27'47'' Ouest et la latitude 11°22'47'' Nord. Elle couvre une superficie totale d'environ 2 500 Km² et représente 12 % de la superficie du cercle de Kéniéba

(20 782 Km²). Elle compte trente-six (36) villages. Sa population est estimée à 17 778 habitants (RGPH, 2009), et est composée principalement des ethnies les Malinkés, les Peuls et les Bambara, pratiquant l'agriculture, l'orpaillage et l'élevage. Elle offre une densité moyenne humaine d'environ 7 habitants/km².

Le climat est de soudanien avec une pluviométrie abondante. Les hauteurs varient entre 800 mm et 1200mm. (UNIGEO-GID, 2014 :8). Cependant ces dernières années, des poches de sécheresses sont fréquemment observées. Les températures sur les 12 mois de l'année varient de 20°C à 42°C (Diallo, 2014 :78).

La géologie de la commune se caractérise par la prédominance de roches qui font partie du socle Birrimien. En correspondance de la falaise de Tambaoura, on observe les affleurements des roches qui font partie des terrains infracambriens de la bordure méridionale du bassin de Taoudénit ; notamment de la formation à dominance gréseuse de Sadiola qui suit les grès de la formation de Tambaoura.

Les formations de recouvrement sont représentées par les formations latéritiques qui couvrent sur une épaisseur significative le socle Birrimien et le glacis au bas des versants.

Les sols sont sablonneux, sablo-limoneux et rocallieux dans le secteur à l'Est de la falaise. Ils sont latéritiques de couleur rouge et argileux dans les dépressions inondées et en général dans le secteur à l'Ouest de la falaise.

La végétation, de type soudanien, se présente sous forme d'une savane arborée/boisée. La strate ligneuse se compose de cailcédrat, baobab, karité, jujubier, *Lannea acida*, etc. dominant un tapis herbacé

composé d'Andropogonées (*Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia* sp.) d'une hauteur relativement importante. Les escarpements de montagne sont occupés par une végétation dense.

Site 2 : Présentation de la commune rurale de Faraba

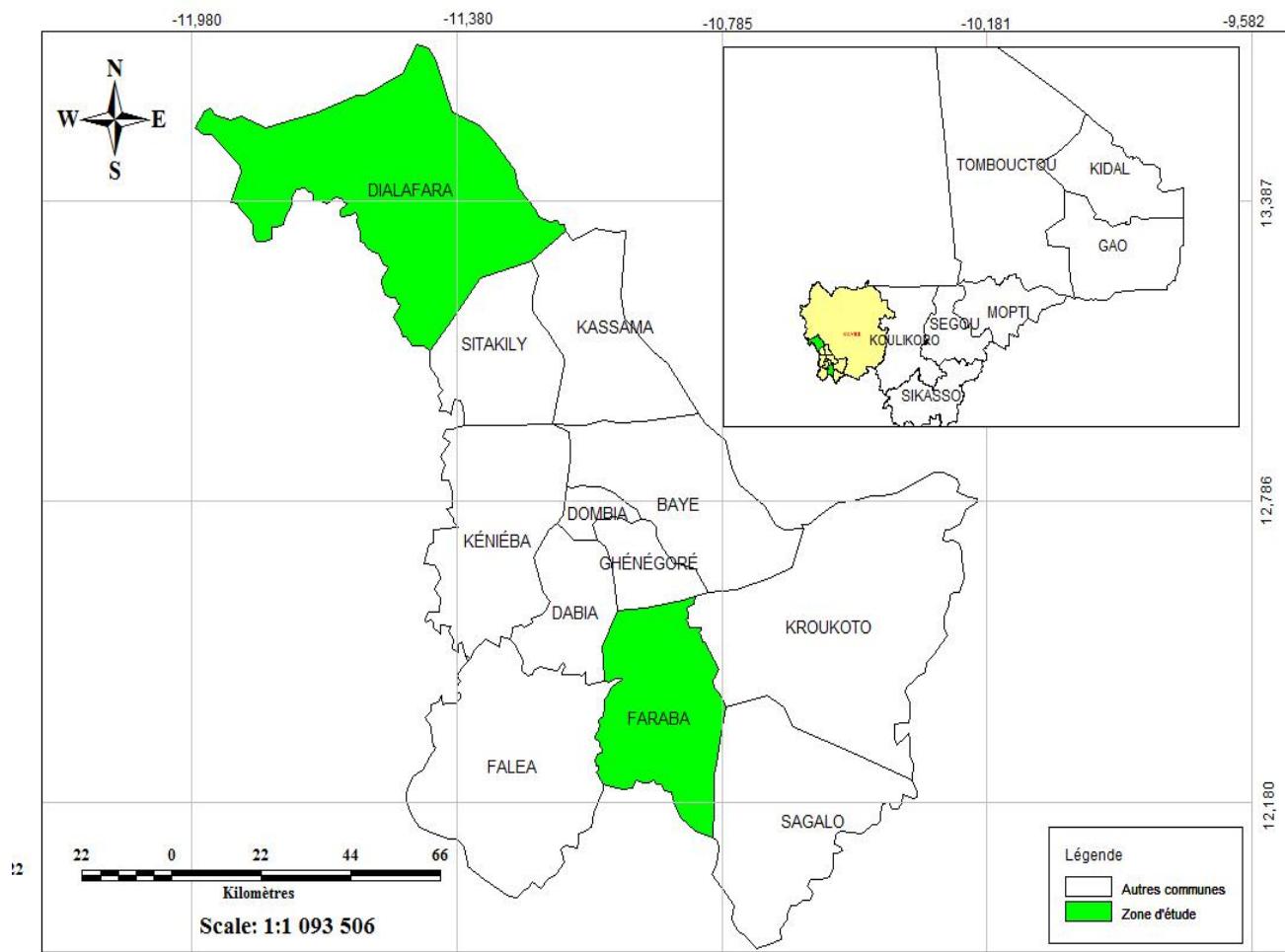
La commune rurale de Faraba est située dans la partie sud du cercle de Kéniéba sur la latitude 12°43'42" Nord et la longitude 10°89'76" Ouest (GAGE, 2013 :56) à 75 Km de la ville de Kéniéba et à 35 Km de la route nationale (RN24) Bamako-Dakar. Elle est composée de douze (12) villages sur une superficie de 1 167 km². Le climat est du type pré-Guinéen avec trois saisons : une saison pluvieuse de juin à octobre, une saison sèche et froide de novembre à février et une saison sèche et chaude de mars à mai. La température moyenne annuelle est de 35,8°C (GAGE, 2013 :36).

La pluviométrie varie de 1000 à 1500 mm par an avec une moyenne annuelle de 1250 mm (UAPIA/Faraba, 2017 :2). A la faveur de ces atouts, la végétation est assez dense avec des grands arbres comme : *Khaya senegalensis*, *Afzelia africana*, *Isoberlinia doka*, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa* etc. Le tapis herbacé, est aussi abondant et constitue un pâturage permanent.

Les sols rencontrés sont du type rocaillieux, argileux, argilo-sableux à argilo-limoneux.

Les principales ethnies sont le Peulh et le Malinké. On rencontre aussi des Diakankés et des Dialonkés qui sont minoritaires.

Le relief est accidenté avec des chaînes de montagnes qui sont des prolongements des contre forts du Fouta-Djalon, entrecoupées par des plaines.



SOURCE: MDRI

Réalisation: D. KONARE LET 2019

Carte 1: Localisation des zones d'étude dans le cercle de Kéniéba

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal est composé de trois espèces ligneuses fourragères : *Afzelia africana* Sm. ex Pers., famille des Césalpiniacées ; *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabacées) et *Ficus gnaphalocarpa* (Miq.) C. C. Berg (Moracées). Celles-ci ont été retenues en raison de leur importance fourragère soulignée par les agro éleveurs enquêtés et selon nos propres observations sur terrain (Konaré, 2016 :37; Karembé, 2001 :93). L'évaluation de la biomasse foliaire de ces trois espèces a été faite en octobre, période coïncidant avec le maximum de production.

2.3. Méthode de collecte des données

➤ Évaluation de la biomasse foliaire

Pour la collecte des données nous avons coupé les branches des individus, mesuré la longueur et le diamètre et pesé les différentes parties consommables. Cette méthode est moins destructive que les méthodes qui passent par l'abattage des individus.

Pour porter moins préjudice aux plantes échantillonnées, nous avons récolté les feuilles sans abattre la plante ni émonder les branches. Nous avons effectué les récoltes à la main afin d'avoir des poids verts non biaisés. Ainsi, sur chaque individu retenu, nous avons procédé d'abord à la détermination de la hauteur, de la circonférence du tronc à 1,30 m du sol (Sanou B. 2014 :28 ; Manzo et al., 2015 :1866 ; Honvou et al., 2018 :5) et du diamètre du houppier en faisant la moyenne entre le plus grand et le plus petit diamètre, avant la récolte des feuilles. Nous avons choisi différents types de branches définies pour représenter l'arbre. Nous avons coupé cinq rameaux par individu. Nous avons ensuite mesuré la longueur, le diamètre des rameaux et récolté toutes les feuilles. Pour chaque branche ou rameau, toutes les feuilles récoltées ont été pesées à l'aide d'une balance de précision. L'échantillonnage a concerné 03 espèces d'arbres. Ainsi en fonction des espèces d'arbre, il a été retenu dix à vingt pieds d'où un total de 40 à 50 échantillons par site pour les trois espèces. (tableau 1) Des échantillons composites de 500 grammes ont été prélevés par espèce que nous avons séchés à l'ombre puis à l'étuve à 105°C pendant 24h00 afin d'obtenir le poids de matière sèche suivant la formule (Honvou et al., 2018 :5) :

$$MS\% = \frac{\text{Poids sec de l'échantillon}}{\text{Poids frais de l'échantillon}} \times 100$$

Nous avons ensuite utilisé les relations allométriques pour établir les équations d'évaluation de la biomasse foliaire. Ce modèle est précis dans les prévisions, ne nécessite pas un grand nombre d'échantillons et utilise des paramètres faciles à mesurer (Bognounou et al., 2008 :202).

➤ Évaluation de la capacité de charge des ligneux fourragers

Pour une meilleure gestion des zones pastorales, il est important de connaître la capacité et leur charge. La capacité de charge théorique d'un pâturage est la quantité de bétail que peut supporter ce pâturage sans se détériorer, le bétail devant rester en bon état d'entretien, voir prendre du poids ou produire du lait pendant son séjour sur le pâturage sans pour autant le détruire (Boudet, 1978 :93). En effet la capacité de charge a été calculée sur la base de la biomasse récoltée dans les différentes zones pastorales. L'évaluation de la capacité de charge est faite suivant la formule de (Boudet, 1978 :94), établie à partir des besoins quotidiens de l'unité bétail tropical (UBT), à savoir 6,25 Kg de MS par jour. Ainsi on a :

$$CC \text{ (UBT/ha)} = \frac{\text{Biomasse totale (Kg MS/ha)}}{\text{Nombre de jours de pâture} \times 6,25 \text{ Kg MS/UBT/jour}}$$

La capacité de charge (UBT/ha) des parcours a été calculée pour la période de 7 mois, correspondant à la durée de séjour des transhumants dans la zone. Pour cette période, les besoins en fourrages de

96 685,4 UBT représentant le cheptel de la zone d'étude (tableau 2), ont été calculé en vue de définir la charge potentielle animale des parcours par commune.

Tableau 1 : Présentation des échantillons

Site	Espèce1	Espèce2	Espèce3	Total
Dialafara	<i>Ficus gnaphalocarpa</i> (20)	<i>Pterocarpus erinaceus</i> (20)	-	40
Faraba	<i>Ficus gnaphalocarpa</i> (20)	<i>Pterocarpus erinaceus</i> (20)	<i>Afzelia africana</i> (10)	50
Total				90

Source : Enquête de terrain, 2018

Tableau 2: Cheptel de la zone d'étude

Zone d'étude	Nombre d'individus (UBT)		Total (UBT)
	Sédentaires	Transhumants	
Dialafara	32 993,04	12 753,20	45 746,24
Faraba	8 268,48	42 670,68	50 939,16
Total (UBT)	41 261,52	55 423,88	96 685,40

Source : SLPIA ¹/Kéniéba rapport annuel, 2018.

2.4. Analyse des données

Les données ont été enregistrées avec le tableur Excel 2013 et les analyses statistiques effectuées avec les logiciels XLSTAT- 2014 et R. Les premiers critères d'élimination des modèles étaient le coefficient de détermination R^2 et la significativité globale de l'équation générée par le Logiciel R. Diverses équations de régression simples et multiples entre la phytomasse et les paramètres physiques (HA^2 , DmH^3 et CT^4) ont été établies. La forte corrélation entre deux variables a été estimée par le coefficient de détermination R^2 , compris entre 0 et 1.

On aboutit ainsi à une relation de la forme :

$$Y = a \cdot X + b.$$

Où Y est la phytomasse foliaire (exprimée en g de MS⁵), X le paramètre dendrométrique (en m), a et b sont des constantes réelles (Nicolas et al., 2012 :112).

Nous avons ensuite calculé la production foliaire de l'espèce selon le principe qui repose sur la distribution de l'effectif en fonction de la circonférence du tronc à 1,30 m, la hauteur totale et le diamètre moyen du houppier.

² Hauteur de l'arbre

³Diamètre moyen du houppier

⁴ Circonférence du tronc

⁵ Matière sèche

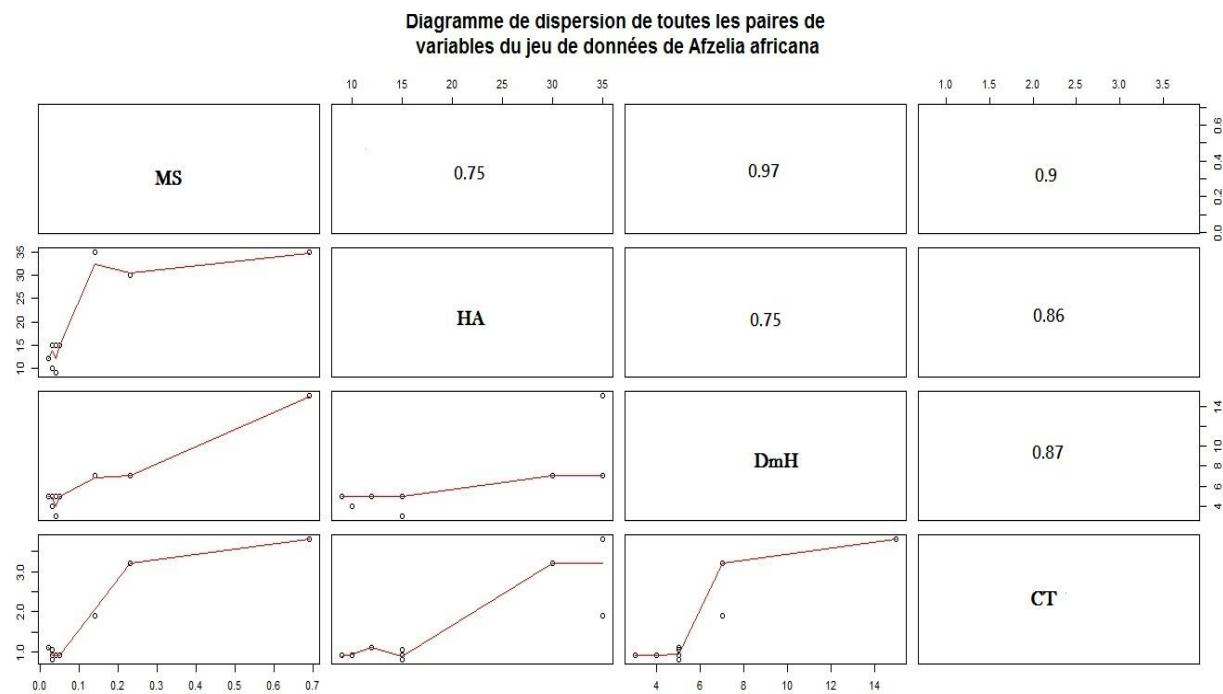
3. Résultats

3.1. Modèles de régression

L'analyse effectuée sur la corrélation entre les valeurs de la biomasse foliaire totale et les valeurs des autres paramètres physiques de l'arbre a généré un diagramme de dispersion de toutes les variables de données dans un plan. Ce diagramme qui donne le maximum d'informations à propos des coefficients de corrélation établis entre les paramètres physiques de l'arbre et la matière sèche, permet pour chaque espèce, l'établissement d'une équation allométrique qui détermine sa biomasse. Pour chaque équation, les paramètres N, a, b, R^2 , et p sont inclus dans les tableaux (3, 4 et 5) où N est la taille de l'échantillon, a et b les coefficients de régression, R^2 le coefficient de détermination et p le coefficient de significativité. Les meilleures corrélations avec la biomasse foliaire sont obtenues avec le diamètre moyen du houppier (DmH) chez *Afzelia africana* et *Ficus gnaphalocarpa*, avec la circonférence du tronc (CT) chez *Pterocarpus erinaceus*.

3.1.1. Relation allométrique entre la phytomasse foliaire et les paramètres physiques chez *Afzelia africana*

L'analyse de la figure 1 montre que la variable matière sèche est plus corrélée avec le DmH chez *Afzelia africana* que les autres variables.



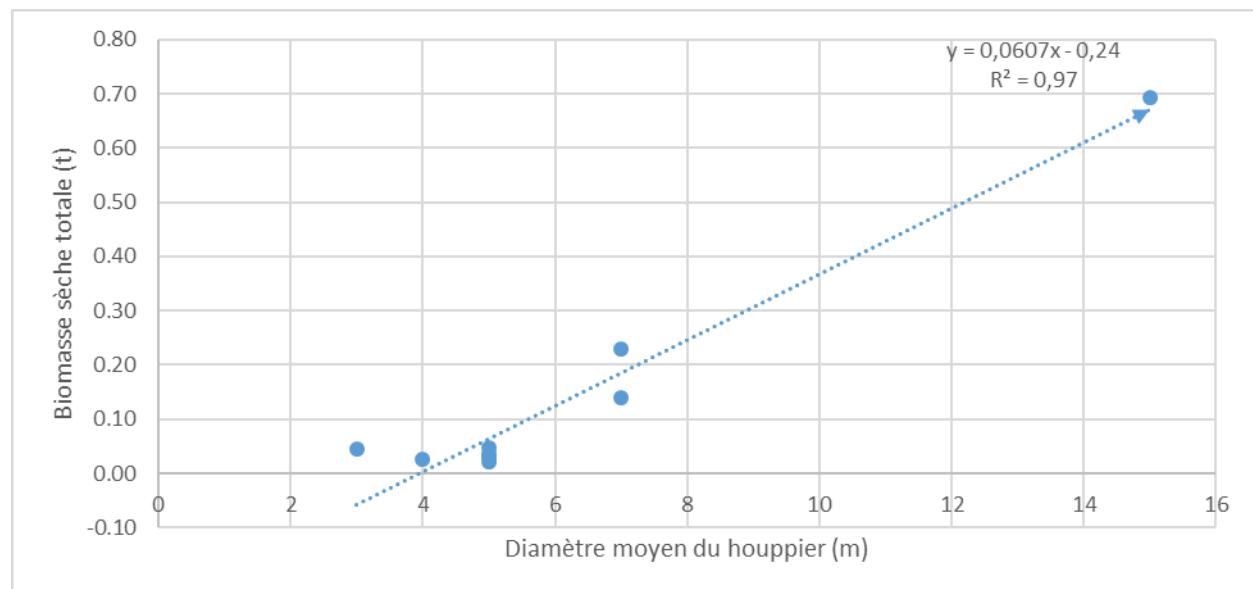
Source : enquête de terrain, 2018

Légende : MS : Matière Sèche ; HA : Hauteur de l'Arbre ; DmH : Diamètre moyen du Houppier ; CT : Circonférence du Tronc.

Figure 1 : Diagramme de dispersion des variables de données de *Afzelia africana*

La courbe de tendance de la phytomasse en fonction du diamètre (figure 2) montre une valeur très élevée obtenue pour le coefficient de détermination (0,97). Ce coefficient de détermination montre une forte corrélation entre la phytomasse foliaire et le diamètre moyen du houppier des arbres.

L'équation retenue est $Y = 0,0607X - 0,24$ avec $R^2 = 0,97$.

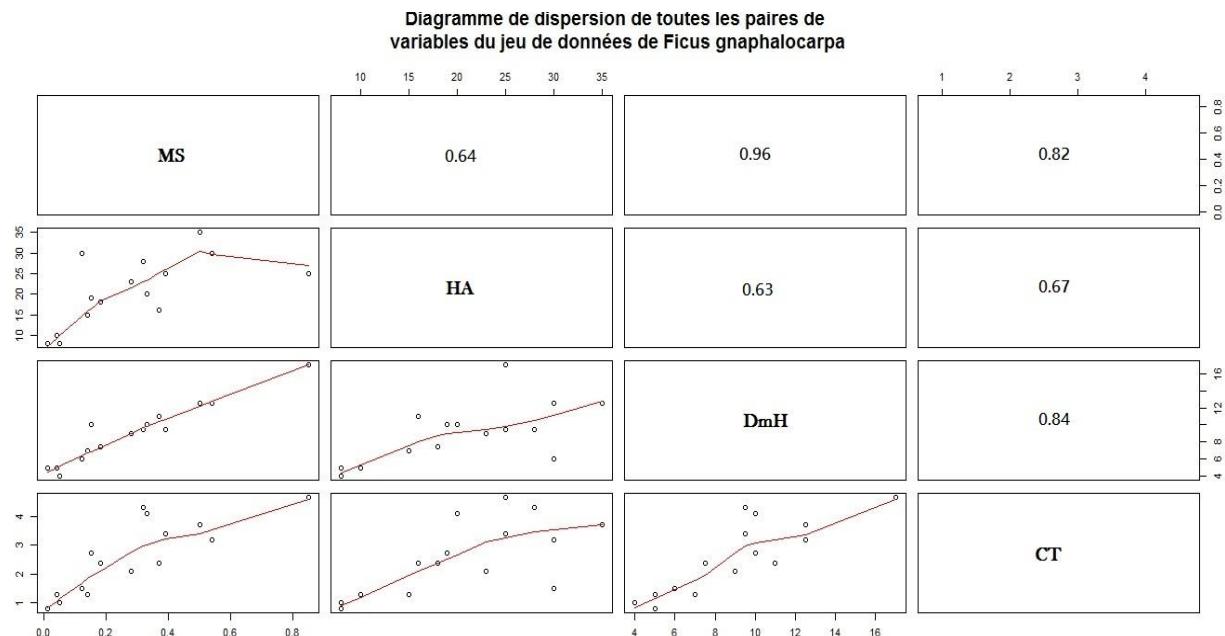


Source : Enquête de terrain, 2018

Figure 2 : Équation de régression de la phytomasse en fonction du diamètre moyen du houppier chez *Afzelia africana*

3.1.2. Relation allométrique entre la phytomasse foliaire et les paramètres physiques chez *Ficus gnaphalocarpa*

L'analyse de la figure 3 montre que la variable matière sèche est plus corrélée avec le DmH chez *Ficus gnaphalocarpa* que les autres variables.



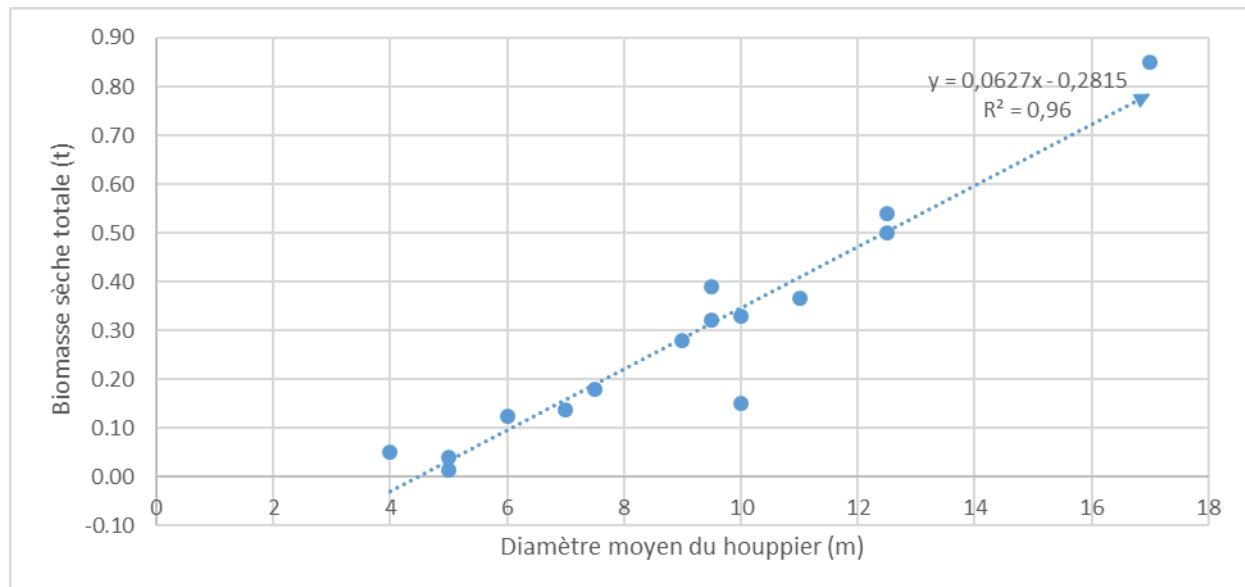
Source : Enquête de terrain, 2018

Légende : MS : Matière Sèche ; HA : Hauteur de l'Arbre ; DmH : Diamètre moyen du Houppier ; CT : Circonference du Tronc.

Figure 3 : Diagramme de dispersion des variables de données de *Ficus gnaphalocarpa*

La courbe de tendance de la phytomasse en fonction du diamètre moyen du Houppier (figure 4) montre une valeur très élevée du coefficient de détermination R^2 (0,96).

L'équation retenue est $Y = 0,0627X - 0,2815$ avec $R^2 = 0,96$.

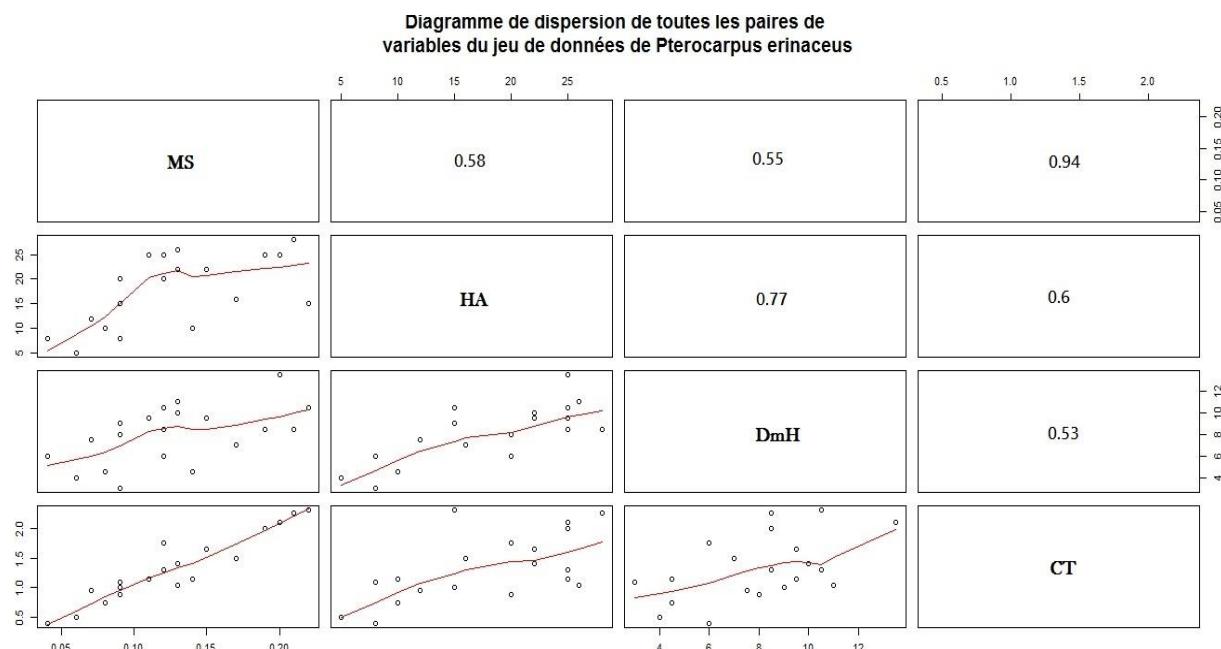


Source : Enquête de terrain, 2018

Figure 4 : Equation de régression de la phytomasse en fonction du diamètre moyen du houppier chez *Ficus gnaphalocarpa*

3.1.3. Relation allométrique entre la phytomasse foliaire et les paramètres physiques chez *Pterocarpus erinaceus*

L'analyse de la figure 5 montre que la variable matière sèche est plus corrélée avec la circonférence du tronc chez *Pterocarpus erinaceus* que les autres variables.



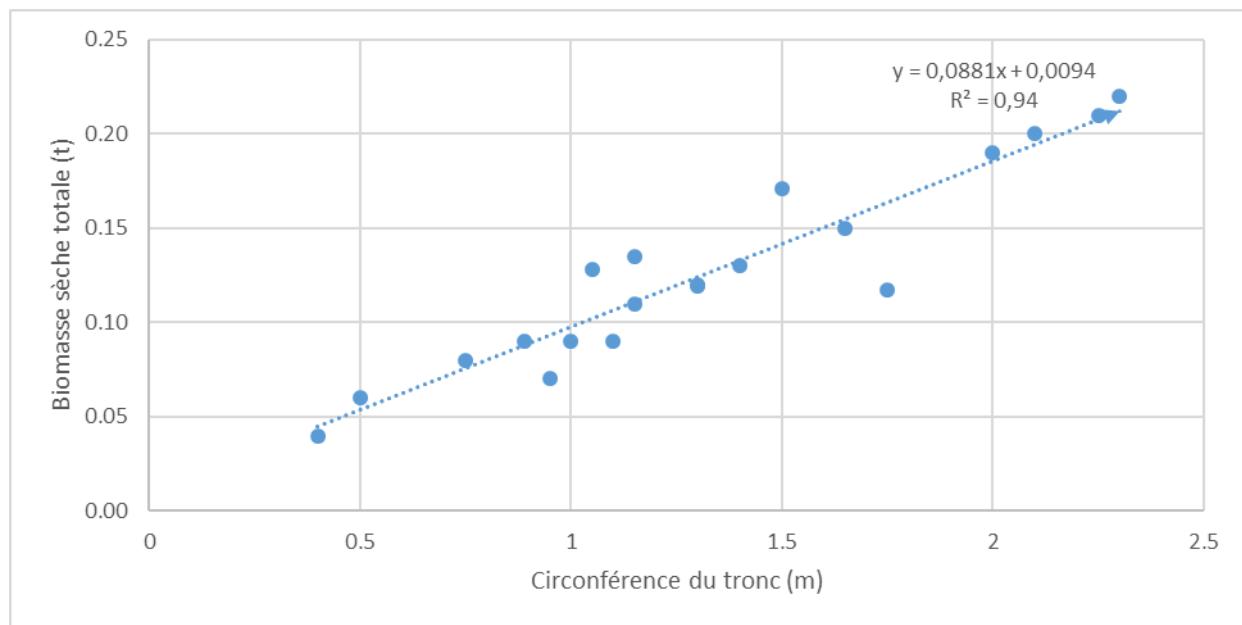
Source : Enquête de terrain, 2018

Légende : MS : Matière Sèche ; HA : Hauteur de l'Arbre ; DmH : Diamètre moyen du Houppier ; CT : Circonférence du Tronc.

Figure 5 : Diagramme de dispersion des variables de données de *Pterocarpus erinaceus*

La courbe de tendance de la phytomasse en fonction de la circonférence du tronc (figure 6) montre une valeur très élevée obtenue pour le coefficient de détermination (0,94).

L'équation retenue est $Y = 0,0881X + 0,094$ avec $R^2 = 0,94$.



Source : Enquête de terrain, 2018

Figure 6: Equation de régression de la phytomasse en fonction de la circonférence du tronc chez *Pterocarpus erinaceus*

3.1.4. Estimation de la biomasse foliaire à partir de la hauteur de l'arbre (HA en m)

Les équations finales tirées du modèle de régression linéaire pour la hauteur totale des espèces sont:

- ✓ *Afzelia africana*, $Y = 0,015HA - 0,164$ avec $R^2 = 0,75$; P value = $0,0111 < 5\%$
- ✓ *Ficus gnaphalocarpa*, $Y = 0,017HA - 0,076$ avec $R^2 = 0,64$; P value = $0,000972 < 5\%$
- ✓ *Pterocarpus erinaceus*, $Y = 0,004HA + 0,052$ avec $R^2 = 0,58$; P value = $0,00752 < 5\%$

Où HA est la hauteur de la plante dont on estime la biomasse foliaire.

La relation entre Y et HA est légèrement forte chez *Afzelia africana* ($R^2 \leq 0,75$), et faible chez *Ficus gnaphalocarpa* et *Pterocarpus erinaceus* ($+0,58 \leq R^2 \leq +0,64$) (tableau 3).

Pour toutes les espèces, le coefficient de significativité (P value) est différent de zéro et est inférieur à 5%. Il existe une corrélation entre le paramètre hauteur de l'arbre et la biomasse foliaire. Cependant, ces mesures chez les trois espèces *Afzelia africana*, *Ficus gnaphalocarpa* et *Pterocarpus erinaceus* sont faiblement corrélées ($+0,58 \leq R^2 \leq +0,75$). A cet effet, l'équation allométrique déterminant la biomasse foliaire à travers le paramètre hauteur de l'arbre devient aléatoire car la production de biomasse envisagée sera biaisée.

3.1.5. Estimation de la biomasse foliaire à partir de la circonférence du tronc (CT en m)

Les équations finales tirées du modèle de régression linéaire pour la circonférence du tronc à 1,30 m du sol des individus sont :

- *Afzelia africana*, $Y = 0,173CT - 0,14$ avec $R^2 = 0,9$; P value = $0,00032 < 5\%$
- *Ficus gnaphalocarpa*, $Y = 0,148CT - 0,099$ avec $R^2 = 0,82$; P value = $0,000154 < 5\%$
- *Pterocarpus erinaceus*, $Y = 0,088CT + 0,0094$ avec $R^2 = 0,94$; P value = $4,91 \cdot 10^{-10} < 5\%$

Où CT est la circonférence du tronc à 1,30 m du sol de la plante dont on estime la biomasse foliaire.

La relation entre Y et CT est très forte chez *Pterocarpus erinaceus* ($R^2= 0,94$), forte chez *Afzelia africana* ($R^2= 0,9$), mais moins forte chez *Ficus gnaphalocarpa* ($R^2= 0,82$) (tableau 4).

Pour toutes les espèces, le coefficient de significativité (P value) est différent de zéro et est inférieur à 5%. Il y'a un lien entre le paramètre circonference du tronc et la biomasse foliaire. Cependant cette relation est très forte chez *Pterocarpus erinaceus* ($R^2= 0,94$) avec une P value très faible ($4,91.10^{-10}$), forte chez *Afzelia africana* ($R^2= 0,9$) et moins forte chez *Ficus gnaphalocarpa* ($R^2= 0,82$).

En fonction des résultats obtenus, nous avons retenu le paramètre circonference du tronc pour estimer la phytomasse de l'espèce *Pterocarpus erinaceus*, car le coefficient de détermination est plus élevé comparé aux autres. L'équation retenue est : $Y= 0,088CT + 0,0094$ avec $R^2= 0,94$.

3.1.6. Estimation de la biomasse foliaire à partir du diamètre moyen du houppier (DmH en m)

Les équations finales tirées du modèle de régression linéaire pour le diamètre moyen du houppier des individus sont :

- *Afzelia africana*, $Y= 0,060DmH - 0,24$ avec $R^2= 0,97$; P value= $1,82.10^{-6} < 5\%$
- *Ficus gnaphalocarpa*, $Y= 0,0628DmH - 0,28$ avec $R^2= 0,96$; P value= $2,06.10^{-8} < 5\%$
- *Pterocarpus erinaceus*, $Y= 0,0103DmH + 0,044$ avec $R^2= 0,55$; P value= $0,0129 < 5\%$

Où DmH est le diamètre moyen du houppier de la plante dont on estime la biomasse foliaire.

La relation entre Y et DmH est très forte chez *Afzelia africana* et *Ficus gnaphalocarpa* et faible chez *Pterocarpus erinaceus* ($R^2= 0,55$) (tableau 5).

Pour toutes les espèces, le coefficient de significativité (P value) est différent de zéro. Il existe une corrélation entre le paramètre diamètre moyen du houppier et la biomasse foliaire. Cependant cette corrélation est très hautement significative chez *Afzelia africana* et *Ficus gnaphalocarpa* avec respectivement des coefficients de détermination $R^2= 0,97$ et $R^2= 0,96$ et moins significative chez *Pterocarpus erinaceus* ($R^2= 0,55$).

En fonction des résultats obtenus, nous avons retenu le paramètre diamètre moyen du houppier pour estimer la phytomasse des espèces *Afzelia africana* et *Ficus gnaphalocarpa*, car leur coefficient de détermination est plus élevé comparé à celui obtenu avec l'espèce *Pterocarpus erinaceus*. Par conséquent, les équations retenues sont :

- *Afzelia africana*, $Y= 0,060DmH - 0,238$ avec $R^2= 0,97$
- *Ficus gnaphalocarpa*, $Y= 0,0628DmH - 0,283$ avec $R^2= 0,96$.

Tableau 3 : Relation entre la biomasse foliaire (Y en kilos) et la hauteur (H en m)

Espèces	N	a	b	R^2	Valeur de p
<i>Afzelia Africana</i>	10	0,015	- 0,164	0,75	0,011
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	20	0,017	- 0,076	0,64	0,000972
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	20	0,004	0,052	0,58	0,00752

Légende : N: Effectifs ; a et b: constantes réelles; R^2 : coefficient de détermination ; P: P- value

Source : enquête de terrain, 2018

Tableau 4 : Relation entre la biomasse foliaire (Y en kilos) et la circonférence du tronc (CT en m)

Espèces	N	a	b	R ²	Valeur de p
<i>Afzelia Africana</i>	10	0,173	- 0,14	0,9	0,00032
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	20	0,148	- 0,099	0,82	0,000154
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	20	0,088	+0,0094	0,94	4,91.10 ⁻¹⁰

Légende : N: Effectifs ; a et b: constantes réelles; R²: coefficient de détermination ; P: P- value

Source : enquête de terrain, 2018

Tableau 5: Relation entre la biomasse foliaire (Y en kilos) et le diamètre moyen du houppier (DmH en m)

Espèces	N	a	b	R ²	Valeur de p
<i>Afzelia africana</i>	10	0,060	- 0,24	0,97	1,82.10 ⁻⁶
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	20	0,063	- 0,28	0,96	2,06.10 ⁻⁸
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	20	0,0103	+ 0,044	0,55	0,0129

Légende : N: Effectifs ; a et b: constantes réelles; R²: coefficient de détermination ; P: P- value

Source : enquête de terrain, 2018

3.2. Biomasse foliaire et capacité de charge

Les modèles de régressions établies ont été utilisés pour déterminer les biomasses foliaires totales. Les estimations de la biomasse foliaire et la capacité de charge selon les principaux paramètres physiques des espèces ligneuses sont consignées dans le tableau 6. A l'analyse de ce tableau, la biomasse foliaire totale est jugée faible à Dialafara. Elle a été estimée à 0,78 tonne MS/ha pour *Ficus gnaphalocarpa* contre

1,21 tonne MS/ha, pour *Pterocarpus erinaceus*. Le site de Dialafara offrait une disponibilité fourragère ligneuse totale de 1,99 tonne MS/ha en raison de la densité moyenne à l'hectare (cas de *Ficus gnaphalocarpa*, *Pterocarpus erinaceus*) (tableau 6). Par ailleurs l'espèce *Afzelia africana*, n'a pas subi les relevés dendrométriques au niveau de Dialafara, par faute d'obtention d'échantillon souhaité. Par ailleurs, les individus rencontrés étaient trop affectés par l'action anthropique (émondage, abattage). Ce qui prouve à suffisance que cette espèce est en voie de disparition, car le peuplement est non seulement moins important, mais aussi la régénération est rare (Konaré, 2016 :36).

Au niveau du site 2 (Faraba), les modèles de régression établis ont permis de déterminer les biomasses foliaires des espèces, *Ficus gnaphalocarpa*, *Afzelia africana* et *Pterocarpus erinaceus* variant de 1 à 2,53 tonnes MS/ha (tableau 6).

Au regard des résultats obtenus, les deux terroirs connaissent une exploitation intensive des ressources ligneuses fourragères. Les capacités de charge varient de 1,51 à 3,46 UBT/ha/7mois correspondant à la période de séjour des transhumants. Cependant elles sont relativement plus élevées à Faraba (3,46 UBT) contre 1,51 UBT/ha à Dialafara.

Calculée par espèce, la capacité de charge varie de 0,59 à 1,93 UBT/ha (tableau 6). Elle est similaire pour les ligneux fourragers, mais relativement élevée pour *Pterocarpus erinaceus* à Faraba (1,93

UBT/ha). Ceci peut s'expliquer par la forte densité de l'espèce mais aussi aux facteurs climatiques favorables de la zone pré guinéenne.

Tableau 6 : Estimations de la biomasse foliaire et la capacité de charge selon les principaux paramètres physiques des espèces ligneuses

Site	Espèces	N	DmH ³ (m)	CT ⁴ (m)	Densité (pied/ha)	Bft ⁶ (t MS ⁵ /ha)	Capacité de charge (UBT/ha)
Dialafara	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	20	6,3	-	7	0,78	0,59
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	20	-	1,40	10	1,21	0,92
	Biomasse totale site1					1,99	1,51
Faraba	<i>Afzelia africana</i>	10	6,1	-	8	1,02	0,77
	<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	20	7,7	-	5	1,00	0,76
	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	20	-	1,16	23	2,53	1,93
	Biomasse totale site2					4,55	3,46

Légende : N: Effectifs

Source : enquête terrain, 2018

4. Discussion

Les différents résultats obtenus qui font l'objet de la présente discussion portent sur :

➤ Évaluation de la biomasse foliaire à partir d'équations allométriques

Les relations allométriques ont fait l'objet de multiples études surtout pour les espèces ligneuses du sahel. Cependant les espèces fourragères (*Afzelia africana*, *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus gnaphalocarpa*) concernées n'ont pas fait l'objet de beaucoup d'études. A notre connaissance, elles n'ont fait l'objet d'établissement de relations allométriques dans la zone pré guinéenne du Mali, plus précisément dans cercle de Kénieba à Kéniéba.

Cette étude a permis de mettre en évidence une relation allométrique entre la biomasse foliaire et les trois paramètres physiques que sont le diamètre moyen du houppier, la hauteur et la circonférence du tronc à 1,30m. Ces méthodes allométriques permettent d'évaluer le potentiel fourrager aérien à partir d'un inventaire dendrométrique. Parmi les trois paramètres physiques étudiés, le diamètre moyen du houppier présente une meilleure corrélation avec la phytomasse de *Afzelia africana* ($R^2= 0,97$) et celle de *Ficus gnaphalocarpa* ($R^2= 0,96$), tandis que la circonférence du tronc donne une meilleure corrélation avec la phytomasse de *Pterocarpus erinaceus* ($R^2= 0,94$).

Toutes les équations de ces espèces sont valables sauf celles établies à partir de la hauteur totale qui ne présente aucune corrélation significative avec la biomasse foliaire ($+0,58 \leq R^2 \leq +0,75$). Il en est de même pour l'équation établie à partir de la corrélation du diamètre moyen du houppier et la phytomasse de *Pterocarpus erinaceus* ($R^2= 0,55$).

⁶Biomasse foliaire totale

Les équations établies sur la base du diamètre moyen du houppier et de la circonférence du tronc ont permis d'estimer la biomasse foliaire totale de ces espèces dans les zones pastorales de Dialafara et Faraba qui varient de 0,78 à 2,53 tonnes MS/ha (tableaux 4 et 5).

Les résultats de nos travaux corroborent ceux de Singangar (2001 :78). Cet auteur a rapporté lors de son étude sur l'évaluation de la production de biomasse ligneuse accessible aux caprins dans les sites expérimentaux de Katchari et de Sambonay, dans le département de Dori (région Nord du Burkina Faso), qu'il existait une corrélation positive et satisfaisante entre la biomasse de trois espèces (*Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana*) et le diamètre moyen du recouvrement du houppier ($r= 0,83$). La valeur du coefficient de corrélation montre que 83 % de la variation de la production de biomasse morte résulterait du diamètre du houppier. Les autres paramètres (hauteur de l'arbre, circonférence du tronc à hauteur de poitrine) étant faiblement corrélés ($R^2 < 0,30$) à la biomasse morte.

Par ailleurs les résultats des travaux de Baudoin et al. (2018 :53) sont conformes à nos données. Ces auteurs ont obtenu des corrélations significatives entre la biomasse foliaire totale avec le paramètre diamètre du tronc à hauteur de poitrine (DHP) des ligneux (*Terminalia glaucescens*, *Vitellaria paradoxa*, *Ficus vallis-choudae*, *Entada africana*, *Cussonia arborea*, *Adenocarpus mannii* et *Erica mannii*) des savanes des hautes terres de l'Ouest-Cameroun. Contrairement à notre étude où les paramètres diamètre moyen du houppier et hauteur de l'arbre ont été étudiés, les auteurs Baudoin et al. (2018) n'ont fait allusion qu'au seul paramètre le diamètre du tronc à hauteur de poitrine (1,30m), avec lequel la biomasse foliaire a été fortement corrélée. La corrélation entre le diamètre du tronc à hauteur de poitrine et la biomasse a permis d'établir des équations de régressions cubique et quadratique. Ils ont en effet montré que les coefficients de détermination étaient élevés; respectivement $R^2 > 0,914$ pour le cube et $R^2 > 0,912$ pour la régression quadratique. Ainsi à partir des régressions établies, la biomasse aérienne totale sèche pour le site de l'étude a été évaluée à 6 585,01 Kg et variait entre 6,19 Kg pour le plus petit arbre et 669,45 Kg pour le plus grand arbre (Baudoin et al., 2018 : 51).

Les travaux d'autres auteurs aboutissent à des résultats similaires. Mebirouk-Boudechiche et al. (2015 :80), lors de leur étude pour l'estimation de la biomasse foliaire fourragère de *Pistacia lentiscus* et *Calycotome spinosa*, arbustes des subéraies de la Wilaya d'El Tarf en Algérie, ont rapporté qu'il existait une faible corrélation entre la hauteur et la biomasse foliaire totale des deux espèces (R^2 de 25 et 23 % respectivement pour *Pistacia lentiscus* et *Calycotome spinosa*). Par contre la corrélation était positive et très significative entre la phytomasse foliaire totale de l'espèce *Pistacia lentiscus* et la surface du houppier, de même que le diamètre moyen au sol du houppier ($R^2 = 70\%$ pour chacun des deux paramètres).

La meilleure régression ($R^2 = 76\%$) a été obtenue avec le grand diamètre (D1), le nombre de branches dont la longueur est comprise entre 20 et 30 cm (B) et la circonférence du tronc (CT) chez *Calycotome*

spinosa. Pour cette espèce, en dehors de la relation établie avec la circonférence du tronc, les deux autres paramètres le grand diamètre (D1) et le nombre de branches (B) utilisés n'ont pas fait l'objet d'étude pour notre cas.

Mebirouk-Boudechiche et al. (2015 :81) ont obtenu à travers les modèles de régression établis une production fourragère de 490 Kg MS/ha pour l'espèce *Pistacia lentiscus* contre 338,4 Kg MS/ha pour *Calycotome spinosa*.

Les auteurs Houmey et al. (2012 :4354), lors de leur étude pour l'estimation de la production fourragère d'un ligneux sahélien, *Maerua Crassifolia* Forsk à Dakar/Sénégal ont trouvé que la circonférence du tronc à la base présente une meilleure corrélation avec la phytomasse de l'espèce ($R^2 = 0,99$). Les équations établies ont permis de calculer la production fourragère de *Maerua crassifolia* qui est de 13,55 Kg MS/ha. Pour ces auteurs, le paramètre utilisé (circonférence du tronc) a été mesuré à la base contrairement à notre étude où elle a été prise à 1,30 m du sol.

Les études de Chaibou et al. (2012 :5) relatives à l'évaluation du potentiel fourrager aérien du bassin laitier d'Agadez au Niger, ont abouties à des résultats semblables. Ces auteurs ont mis en évidence une parfaite relation entre la circonférence du tronc (C), le diamètre moyen du houppier et la biomasse foliaire de l'espèce *Acacia ehrenbergiana*. La régression établie avec ces paramètres a donné un coefficient de détermination R^2 de 96%. Cette régression a permis d'estimer dans le site Tassack'ntalam au Niger la biomasse foliaire de l'espèce à 27,26 Kg MS/ha.

Par ailleurs les travaux de Ngom et al. (2009 :6), portant l'estimation de la production fourragère de deux ligneux sahéliens (*Pterocarpus lucens* Lepr. Ex Guill. & Perrot et *Grewia bicolor* Juss) au Ferlo (Nord Sénégal), aboutissent à des résultats similaires. Ils ont évoqué que la phytomasse foliaire maximale était plus corrélée avec la circonférence du tronc des deux ligneux fourragers *Grewia bicolor* ($R^2=0,88$) et *Pterocarpus lucens* ($R^2=0,84$) que la hauteur ($0,60 \leq R^2 \leq 0,70$).

La production fourragère calculée était de 63,2 Kg MS/ha pour *Pterocarpus lucens* et 16 Kg MS/ha pour *Grewia bicolor* (Ngom et al., 2009 :9).

Globalement, les valeurs moyennes trouvées en biomasse foliaire totale dans la présente étude sur les deux sites (0,78 à 2,53 tonnes MS/ha) sont largement supérieures à celles obtenues par les différents auteurs Mebirouk-Boudechiche et al. (2015 :81); Houmey et al. (2012 : 4354); Chaibou et al. (2012 :5) ; Ngom et al. (2009 :6). Cette différence serait sans doute imputable à la nature de l'espèce végétale étudiée, la densité de même qu'aux conditions climatiques.

Par ailleurs les études de Bognounou et al. (2008 :203) menées sur le terroir de Dankana, dans la province du Poni, au sud-ouest du Burkina Faso, pour l'élaboration d'équations d'estimation de la biomasse foliaire de cinq espèces ligneuses soudaniennes ont abouti à des résultats similaires, excepté la particularité de la relation existante entre la hauteur et la biomasse foliaire de *Daniellia oliveri* ($R^2 = 0,85$) et *Sterculia setigera* ($R^2 = 0,81$). En dehors de la corrélation établie avec la hauteur, ces auteurs

ont mis en évidence de meilleures corrélations entre la biomasse foliaire et la surface du houppier chez *Afzelia africana* ($R^2 = 0,97$), *Daniellia oliveri* ($R^2 = 0,92$) et *Ficus gnaphalocarpa* ($R^2 = 0,79$).

➤ Évaluation de la capacité de charge :

Les rendements en biomasse foliaire ont variés de 0,78 à 2,53 tonnes MS /ha. Ils sont faibles et surtout liés à la densité des essences fourragères. Ainsi la baisse de production de la biomasse foliaire des espèces *Ptérocarpus erincéus*, *Ficus gnaphalocarpa* et *Afzelia africana* peut s'expliquer par : la forte pression exercée sur ces espèces tendant à diminuer la densité voir concourir à la disparition progressive (cas de *Afzelia africana* dans le terroir de Dialafara) dans la zone d'étude.

Cette faible densité et production fourragère enregistrées dans la zone d'étude, seraient un témoignage d'un milieu fortement anthropisé dans un contexte de variabilité climatique qu'a connu et connaît encore le pays. Ces facteurs anthropiques se traduisent par le surpâturage, l'utilisation répétée de feu de brousse, les pratiques agricoles non adaptées et les coupes abusives des ligneux pour divers usages (Konaré, 2016 :62 ; FAO, 2012 :55).

Au regard des biomasses foliaires obtenues, les terroirs de Dialafara et de Faraba connaissent une exploitation intensive des ressources ligneuses. Les capacités de charge enregistrées sont faibles. Elles sont de l'ordre de 1,51 à 3,46 UBT/ha/7 mois, correspondant à la période de soudure. Cependant elles sont relativement plus élevées dans les formations végétales de Faraba que dans les unités pastorales de Dialafara. Cette variabilité des capacités de charge est fonction des biomasses foliaires moyennes, qui varient elles aussi en fonction de l'écologie, de la nature du sol, et aussi de la pression anthropique (Experco International/ID Sahel, 2014 :17).

Le cheptel de la zone d'étude composé d'animaux sédentaires et transhumants se chiffre à 96 685,4 UBT, soit 45 746,24 UBT à Dialafara et 50 939,16 UBT à Faraba (SLPIA/Kéniéba, 2018 :8) (Tableau 2). Les besoins du bétail au bout de 7 mois sont estimés à 66 857,65 tonnes MS à Faraba contre 60 041,94 tonnes MS à Dialafara. Ils ont été calculés sur la base de la consommation journalière d'une Unité Bétail Tropical (UBT) évaluée à 6,25 Kg MS (Boudet, 1978 :94).

Les parcours qui s'étendent sur 17 543 ha à Faraba et 19 608 ha à Dialafara (Experco International/ID Sahel, 2014 :7 ; GAGEⁱⁱ, 2013 :84), offrent un potentiel fourrager de 90 306,66 tonnes MS soit 60 698,78 tonnes MS à Faraba et 29 608,08 tonnes MS de biomasse foliaire à Dialafara. De cette évaluation de l'espace pastoral, la capacité de charge supportable par commune au cours de la saison sèche est évaluée à 22 601,59 UBT à Dialafara contre 46 334,95 UBT à Faraba. Il s'ensuit un dépassement de la charge potentielle animale de 37 440,35 UBT à Dialafara contre 20 522,7 UBT à Faraba. La commune de Dialafara supporte plus de la moitié de sa capacité de charge (62,35%) contrairement à Faraba qui en supporte un peu moins (30,69%). Il en résulte donc une surcharge des parcours se traduisant par une surexploitation des ligneux fourragers qui constituent la principale ressource alimentaire des animaux surtout les transhumants pendant la saison sèche.

Les effets de ce surpâturage sont plus accentués à Dialafara par rapport à Faraba, où les ressources fourragères sont encore abondantes, dues principalement aux conditions climatiques favorables de la zone pré guinéenne.

Les résultats de notre étude corroborent ceux de Konaré (2016 : 68). L'autre a rapporté lors d'une étude, le dépassement de la capacité de charge des parcours pastoraux de Dabia (Kéniéba), suite à l'intensification de la transhumance. Il a noté que la zone d'étude comptait environ 10 574 UBT (sédentaires et transhumants) pour un besoin en biomasse de 23 791,5 tonnes MS, alors que le disponible fourrager ne dépassait pas 15 761,34 tonnes de MS. Il en résultait un déficit de 8 030,16 tonnes de MS pour combler les besoins alimentaires du cheptel. Ceci explique la surexploitation des ressources pastorales notamment les ligneux fourragers dont trois espèces (*Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis*, *Afzelia africana*) sont beaucoup touchées.

Le même auteur a révélé que les techniques d'émondage effectuées par les exploitants mettent en péril la vie des espèces. Il a ajouté que le signe précurseur de l'extinction prochaine des trois espèces demeure le manque de régénération mis en évidence par les inventaires Konaré (2016 :73).

Les tendances observées dans nos données de capacité de charge sont similaires à celles d'autres . Honvou et al. (2018 :8), lors de leur étude relative à la « composition floristique et potentiel fourrager des principaux ligneux des parcours d'accueil des transhumants dans la Vallée de l'Ouémé en zone guinéo-soudanienne du Bénin », ont obtenu une capacité de charge de l'ordre de 0,003 à 0,18 UBT/ha. Ce résultat est inférieur à nos données, et peut trouver son explication soit dans le choix des espèces étudiées (*Daniella oliveri*, *Kigelia africana*, *Lonchocarpus sericeus*, *Mitragyna inermis*, *Pterocarpus santalinoides*, *Vitex doniana*), le climat et l'action anthropique.

Les mêmes auteurs ont rapporté que cette capacité de charge était plus élevée dans la savane arborée (0,34UBT/ha) contre 0,04 et 0,03UBT/ha, respectivement dans les savanes arbustive et herbacée (Honvou et al., 2018 :8).

Les travaux de Teka et al. (2007 : 33) portant évaluation des impacts de l'élevage sur les ligneux fourragers et contribution à la gestion intégrée de *Khaya senegalensis* et *Afzelia africana*, deux espèces menacées d'extinction dans la région des Monts-Kouffé au Bénin, aboutissent à des résultats semblables. Ces auteurs lors de leur étude ont obtenu une capacité de charge de 0,07 UBT/ha. Ils ont noté que la production totale des ligneux fourragers (41 482 tonnes MS), permettait de supporter une charge animale de 43.666 UBT pour la saison sèche (152 jours). Cependant, la région comptait environ 84.381 UBT composées de troupeaux transhumants (68.985 UBT) et sédentaires (15.396 UBT), dont les besoins alimentaires dépassaient largement le disponible fourrager. Il en résulte donc, un surpâturage se traduisant par une surexploitation des ligneux fourragers de 193%, pendant la saison sèche. Ceci signifie que tous les arbres fourragers sont au moins une fois émondés pendant cette période et 93 % le sont deux fois (Teka et al., 2007 :33).

Conclusion

La présente étude a permis d'avoir une connaissance de l'état des ligneux fourragers *Pterocarpus erinaceus*, *Afzelia africana* et *Ficus gnaphalocarpa* des zones de parcours de Dialafara et Faraba. Elle a permis d'évaluer la productivité de ces ligneux à partir d'équations de régression de type linéaire.

Ainsi, à partir des régressions intégrant les caractéristiques physiques de l'arbre, l'évaluation de la production de biomasse est faite sans détruire le végétal. Sur la base des résultats obtenus, les parcours offrent un potentiel de biomasse foliaire ne pouvant couvrir les besoins du bétail pendant la saison sèche. Les capacités de charges sont faibles. Elles varient de 0,59 à 1,93 UBT/ha et en fonction des essences fourragères.

Cette étude révèle l'intérêt pastoral pour ces écosystèmes où les ligneux subissent de manière diversifiée une forte pression de prélèvement, qui constitue une menace pour leur conservation et leur régénération naturelle. Face aux menaces de disparition qui pèsent sur ces essences dans la zone d'étude, il urge d'adopter un certain nombre de mesures pour une gestion durable des ressources utilisées par le bétail. Il s'agit :

- La sensibilisation des populations locales et des éleveurs (sédentaires et transhumants) sur les risques de disparition des essences fourragères conséquence du mode de récolte abusive de saison sèche ;
- Le contrôle du taux de charge et de l'adapter à la capacité de charge des parcours de manière à éviter le surpâturage et ses conséquences sur la diversité biologique ;
- La maîtrise par les communautés locales de la germination et de la sylviculture des ligneux fourragers : *Afzelia africana*, *Pterocarpus erinaceus* et *Ficus gnaphalocarpa* ;
- L'enrichissement des parcours dégradés par la plantation des ligneux fourragers et par la régénération naturelle assistée (RNA) ;
- La formation des éleveurs sur des techniques améliorées d'émondage des ligneux fourragers ;
- La promotion de la pratique des cultures fourragères à haut rendement telles *Pennisetum purpureum*, *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum*, *Pennisetum pedicellatum* et leur conservation par l'ensilage, la fenaçon ;
- La promotion d'une intégration de l'élevage et de l'agriculture à travers la valorisation des résidus de récolte par les animaux et l'utilisation du fumier dans l'agriculture.

La mise en application des équations allométriques permet d'évaluer la biomasse foliaire des parcours en vue d'élaborer un plan de gestion durable des ressources utilisées par le bétail.

Références bibliographiques

- Baudoin W. T. J., Théophile F., François N. V. (2018). Allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical highlands savannahs trees. Cameroon. *Journal of Experimental Biology*, vol 12, n° 01, pp. 49-56.
- Bognounou F., Savadogo M., Boussim I. J. et Guinko S. (2008). Équations d'estimation de la biomasse foliaire de cinq espèces ligneuses soudanaises du Burkina Faso. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, vol 19, n°3, pp. 201-205.
- Boudet, G. (1978). *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*. Paris : Ministère de la Coopération, 258 p.
- Breman H., de Ridder N., de Ketelaars J. J. M. H. et Keuken V. H. (1991). *Manuel sur les pâturages des pays sahéliens*. Paris : Karthala, 485 p.
- Chaibou M., Faye B. , Ali M. et Vias G. (2012). Evaluation du potentiel fourrager aérien du bassin laitier d'Agadez au Niger en Afrique de l'Ouest. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, vol 1, n°71, pp. 1840-7099. Soit : <http://www.slire.net>
- Diallo D. (2014). *Migration et Développement dans les communes de Dialafara et Fatao*. Thèse de Doctorat en Socio-anthropologie de l'Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), Bamako, Mali, 229p.
- Experco International/ID Sahel. (2014). *Mise en place d'une base de données pour suivi pastoral dans la zone Sud de Kayes*. Rapport d'étude. 49 p.
- FAO. (2012). *La transhumance transfrontalière en Afrique de l'Ouest. Proposition de plan d'action*. 146p. www.inter-reseaux.org
- Groupement pour l'Aménagement et la Gestion de l'Environnement (GAGE). (2013). *Elaboration de plan d'aménagement et de gestion de la Zone d'Interêt Cynégétique (ZIC) de Flawa*. Rapport d'étude. 151 p.
- Honvou et al. (2018). Composition floristique et potentiel fourrager des principaux ligneux des parcours d'accueil des transhumants dans la Vallée de l'Ouémé en zone guinéo-soudanienne du Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, vol 131 (2018), pp. 13258 – 13270.
- Houmey V. K., Sarr O., Bakhoun A., Diatta S., Akpo L. E. (2012). Estimation de la production fourragère d'un ligneux *Maerua Crassifolia* Forsk. *Journal of Applied Biosciences*, vol 59, pp.4349– 4357.
- Karembé M. (2001). *La production végétale et l'utilisation des ressources pastorales des jachères en zone soudanienne au Mali*. Thèse de Doctorat, Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), Bamako, Mali. 155 p.
- Konaré D. (2016). *Analyse des impacts de la transhumance sur les ressources pastorales de la commune rurale de Dabia (Cercle de Kéniéba)*. Mémoire de DEA en Populations Environnement « Gestion

Durable des Ressources Naturelles ». Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), Bamako, Mali. 105 p.

Manzo O. L., Moussa M., Issoufou H. B. A., Diouf A., Boubé M., Soumana Y., Ali M. et Roger P. (2015). Equations allométriques pour l'estimation de la biomasse aérienne de *Faidherbia albida* (Del.) Achev dans les agrosystèmes d'Aguié, Niger. International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol 9, n° 4, pp.1863-1874.

Mebirouk-Boudechiche L., Boudechiche L., Chemmam M., Djaballah S., Bouzouraa I. et Cherif C. (2015). Estimation de la biomasse foliaire fourragère de *Pistacia lentiscus* et *Calycotome spinosa*, arbustes des subéraies en Algérie. Fourrages, vol 221 (2015), pp.77-83.

Návar J., Méndez E., Nájera A., Graciano J., Dale V. et Parresol B. (2004). Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of North-eastern Mexico. Journal of Arid Environments, vol 59 (2004), pp. 657-674.

Ngom D., Diatta S. et Akpo L.E. (2009). Estimation de la production fourragère de deux ligneux sahéliens (*Pterocarpus lucens* Lepr. Ex Guill. & Perrot et *Grewia bicolor* Juss) au Ferlo Nord Sénégal. Livestock Research for Rural Development vol 21, n° 8. 11 P.

Nicolas P., Laurent S. A., Matieu H. (2012). Manuel de construction d'équations allométriques pour l'estimation du volume et la biomasse des arbres, de la mesure de terrain à la prédiction. Rome, Montpellier : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), 220 p.

RGPH. (2009). 4ème recensement général de la population et de l'habitat du Mali (RGPH). Tome 1:Série démographique. Rapports définitifs. 739 p.

Sanou B. (2014). Potentiel des ligneux fourragers du terroir de Sokouraba. Mémoire de Master, Institut du Développement Rural (IDR), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 89 p.

Savadogo P., Elfving B. (2007). Prediction models for estimating available fodder of two savanna tree species (*Acacia dudgeon* and *Balanites aegyptiaca*) based on field and image analysis measures. African Journal of Range & Forage Science, vol 24, n° 2, pp. 63-71.

Service Local des Productions et Industries Animales (SLPIA), Kéniéba. (2018). Rapport annuel d'activités. 40 p.

Singangar N. N. (2001). Evaluation de la production de biomasse ligneuse accessible aux caprins. Mémoire de Master, Institut du Développement Rural (IRD), Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 105 P.

Teka O., Vogt J et Sinsin B. (2007). Impacts de l'élevage sur les ligneux fourragers et contribution à la gestion intégrée de *Khaya senegalensis* et *Afzelia africana*, deux espèces menacées d'extinction dans la région des Monts-Kouffé au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, vol 55, n°4, pp. 25-35.

Unité d'Appui des Productions et des Industries Animales (UAPIA), Faraba. (2017). Rapport d'activités. 19p.

Union pour la Numérisation des données Géographiques (UNIGEO) et Groupement d'Ingénieurs Conseils pour le Développement (GID). (2013. Plan Communal d'Action Environnementale (PCAЕ) de la commune rurale de Dialafara. Rapport d'étude. 67 p.

ⁱ Service Local des Productions et des Industries Animales

ⁱⁱ Groupement pour l'Aménagement et la Gestion de l'Environnement

© 2019 KONARE, License BINSTITUTE Press. Ceci est un article en accès libre sous la licence the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)