

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

DEPARTEMENT D'AGROFORESTERIE

Mémoire de Master

Spécialité : Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers
(AGDFA)

THEME :

**ETUDE DE LA VARIABILITÉ DE LA SURFACE FOLIAIRE SPÉCIFIQUE
DES ESPÈCES LIGNEUSES DU FERLO SABLEUX**

Présenté par :

Mme Marie Elene DIONE

Sous la Supervision de Dr Ngor NDOUR, Maître de Conférences CAMES, UASZ

Encadrants :

- **Dr Antoine SAMBOU, Maître-Assistant CAMES, UASZ**
- **Dr Simon Taugourdeau, Chercheur, CIRAD-ISRA LNERV**
- **Dr Morgane Dendoncker, Chercheur, UC Louvain**

Soutenu publiquement le 20/06/2022 devant le jury composé de :

Présidente :

Dr Sire Diedhiou Maître de Conférences CAMES, UASZ

Membres :

Dr Aly Diallo Maître-Assistant CAMES, UASZ

Dr Boubacar Camara Assistant CAMES, UASZ

Dr Antoine SAMBOU, Maître-Assistant CAMES, UASZ

Année Universitaire 2020-2021

DEDICACES

Je rends grâce à ALLAH, le tout puissant, le MISERICORDIEUX de m’avoir donné la santé et le courage d’accomplir ce travail.

Ce travail est dédié :

A mes parents pour leurs prières

A ma grande sœur Fatoumata DIONE

A mon Tuteur Ndiouma NDOUR

A mes amis Aida BA, Kama SYLLA, Sokhna Mai BADJI et Mansour NDIAYE

A mes camarades de la 9^{ème} promotion

REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements à toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce document, particulièrement à / au(x) :

- Mon encadrant Dr Antoine SAMBOU pour sa disponibilité, sa bienveillance, ses encouragements et ses conseils. Je vous exprime ma reconnaissance, pour l'expertise, le sens de la recherche, que j'ai eu à bénéficier auprès de vous. Je vous remercie d'avoir été pour moi un père, un ami et un exemple ;
- Dr Djibril SARR, le Chef de Département d'Agroforesterie pour le service rendu à notre département mais aussi pour l'enseignement reçu de sa part ;
- L'ensemble du personnel d'enseignants-chercheurs du département, notamment : Dr NGOR NDOUR, Dr Siré DIEDHIOU, Dr Ismaïla COLY, Dr Aly DIALLO, Dr Boubacar CAMARA, Dr Joseph Saturnin DIEME, Dr CHAHARABIL, Dr Abdoulaye SOUMARE, Dr Saboury NDIAYE pour l'enseignement de qualité que j'ai eu à bénéficier auprès de vous ;
- L'Université Assane Seck de Ziguinchor mon institut ;
- Mes maitres de stage Dr Simon Taugourdeau et Dr Morgane Dendoncker pour leurs accessibilités, leurs appuis, leurs suggestions et conseils et surtout pour le temps consacré à la correction du mémoire ;
- Les initiateurs du projet CaSSECS pour la subvention de stage mais aussi pour le financement de mon terrain et l'ensemble de ses collaborateurs (LNERV/ISRA) ;
- Mon binôme Marine BISTIAUX pour le travail qu'on a accompli ensemble ;
- Manoël, Louise, Ramata NIANDOR, Mamadou GASSAMA, Amadou SOW, Moustapha DIA pour les moments passés en mission ;
- Docteur Boubacar CAMARA pour son soutien ;
- Tout le personnel du PPZS et leur directeur et
- Mes camarades de promotion et collègues de stage, qui par leurs échanges m'ont apporté un soutien non négligeable.

TABLE DES MATIERES

LISTE DESSIGLES ET ACRONYMES	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
RESUME.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1. Etat des connaissances sur le Ferlo	3
1.1.1. Situation géographique.....	3
1.1.2. Climat, pluviométrie et températures	4
1.1.3. Les sols	4
1.1.4. Population et activités	5
1.1.5. Végétation	5
1.2. Description des espèces ligneuses majoritaires dans le Ferlo sableux	5
1.3. Stratégies écologiques des espèces ligneuses du Ferlo.	8
1.. Traits fonctionnels.....	9
1.4.1. Définition	9
1.4.2. Importance écologique des traits fonctionnels	9
1.4.3. Surface foliaire spécifique (SLA)	10
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	12
2.1. Présentation de la zone d'étude	12
2.2. Collecte de données.....	13
2.2.1. Echantillonnage	13
2.2.2. Mesures dendrométriques	14
2.2.3. Détermination de SLA	14
2.3. Traitement des données	15

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION	16
3.1 Résultats	16
3.1.1 Paramètres dendrométriques	16
3.1.2. SLA	17
3.1.3. Relation entre les paramètres dendrométriques et SLA	18
3.1.4. Influence des facteurs environnementaux	19
3.2 Discussion	21
3.2.1. Différence interspécifique de la SLA	21
3.1.2. Influence des paramètres dendrométriques	22
3.1.3. Influence des facteurs environnementaux	22
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	23
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	24

LISTE DESSIGLES ET ACRONYMES

CaSSECS: « Carbon Sequestration and greenhouse gas emissions in (agro) Sylvopastoral Ecosystems in the sahelian CILSS States».

CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

CILSS : Comité Inter-Etat de la Lutte contre la Sécheresse au Sahel

CRZ : Centre de Recherches Zootechniques

CSE : Centre de Suivi Ecologique

DeSIRA: Development Smart Innovation through Research in Agriculture

ISRA : Institut Sénégalais de Recherche Agricole

GPS: Global Positioning System

LNERV : Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires

MEA: Millenium Ecosystem Assessment

ORSTOM: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

PPZS : Pôle Pastoralisme Zones Sèches

PROTA : Plant Resources Of Tropical Africa

ROSELT: Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme

SLA : specific leaf area ou surface foliaire spécifique

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone sylvopastorale du Sénégal.....	3
Figure 2 : Localisation des sites d'étude	12
Figure 3 : Echenilloir.....	13
Figure 4 : Vertex IV ; Emetteur (A) et Transpondeur (B).....	14
Figure5 : Images scannée avec une référence de taille pour calculer les surfaces	15
Figure6 : Diamètre en fonction des espèces (A) et distribution des effectifs en fonction des classes de hauteur (B).....	16
Figure7 : hauteur en fonction des espèces (A) et répartition des effectifs en fonction des classes (B).	17
Figure 8 : SLA en fonction des espèces.	18
Figure 9 : SLA en fonction de la hauteur.	18
Figure 10 : SLA en fonction de la circonférence	19
Figure 11 : SLA en fonction de la position de la feuille..	19
Figure 12 : SLA des espèces communes aux sites.	20
Figure 13 : SLA des espèces de Dahra en fonction de la topographie (sommet (S) et dépression (D))......	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Relation significative entre traits des végétaux, processus et services écosystémiques..... 10

RESUME

La surface foliaire spécifique ou specific leaf area (SLA) est considérée comme un attribut morphologique très important. Cette importance écologique vient du fait qu'il est le centre de plusieurs processus qui déterminent la croissance des plantes. L'objectif de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance des traits fonctionnels des espèces sahéliennes pour une gestion durable des ressources végétales. Pour ce faire, un échantillonnage des feuilles par tirage aléatoire à l'aide un générateur de code a été fait au niveau de chaque site avec des placettes. Dans chaque placette, les facteurs environnementaux (topographie et pluviométrie) ont été déterminés et toutes les espèces présentes ont été échantillonnées, à raison de trois individus maximum par espèce. Sur chaque individu, les mesures dendrométriques (hauteur et circonférence) ont été effectuées et huit feuilles dont quatre à l'ombre et lumière respectivement ont été prélevées. Les feuilles fraîches prélevées ont été scannées pour calculer la SLA. L'analyse non paramétrique de Kruskal-wallis a montré une différence significative de la SLA en fonction de l'espèce, des sites, de la topographie et la position de la feuille. Il découle de ces résultats que *Boscia Senegalensis* a la SLA la plus petite ($4,2 \pm 2,9$ mm²/mg) par contre les SLA les plus grandes sont enregistrées pour *Bauhinia rufescens* ($15,5 \pm 5,3$ mm²/mg), *Adansonia digitata* ($14,1 \pm 2,4$ mm²/mg) et *Grewia bicolor* ($13,5 \pm 3,4$ mm²/mg). Pour ce qui concerne les sites, les arbres présents au site de Fete-Ole avaient la SLA ($3,4 \pm 0,4$ mm²/mg) la plus faible mais la SLA ($9,9 \pm 2,7$ mm²/mg) la plus grande a été enregistré au CSE (C2-L3). Pour la topographie, la SLA ($8,5 \pm 5,3$ mm²/mg) est plus élevée pour la dépression que pour le sommet ($6,5 \pm 3,6$ mm²/mg). Concernant la position de la feuille, la SLA a varié entre ($8,0 \pm 4,4$ mm²/mg) pour la lumière et ($9,3 \pm 5,1$ mm²/mg) pour l'ombre. Pour ce qui est de la relation entre les paramètres de croissance et SLA, une faible corrélation est notée. Ces résultats pourront être utilisés avec d'autres paramètres foliaires pour mieux comprendre le mécanisme physiologique (photosynthèse et adaptation) de ces espèces. Le suivi de ces paramètres de croissance avec la SLA sur une longue période peut permettre de connaître leur relation en fonction des conditions pédoclimatiques.

Mots Clés : Surface foliaire spécifique, Ferlo sableux, espèces ligneuses, variabilité

ABSTRACT

The specific leaf area (SLA) is considered a very important morphological attribute. This ecological importance comes from the fact that it is the center of several processes that determine the growth of plants. The objective of this study is to contribute to a better knowledge of the functional traits of Sahelian species for the sustainable management of plant resources. To do this, sampling was done at each site with plots. In each plot, the environmental factors (topography and rainfall) were determined and all the species present were sampled, with a maximum of three individuals per species. On each individual, dendrometric measurements (height and circumference) were taken and eight leaves, four of which were in the shade and light respectively, were taken. The fresh leaves collected were scanned to calculate the SLA. Kruskal-wallis non-parametric analysis showed a significant difference in SLA depending on species, sites, topography and leaf position. It follows from these results that *Boscia Senegalensis* has the smallest SLA ($4.2 \pm 2.9 \text{ mm}^2/\text{mg}$) on the other hand the largest SLA are recorded for *Bauhinia rufescens* ($15.5 \pm 5.3 \text{ mm}^2/\text{mg}$), *Adansonia digitata* ($14.1 \pm 2.4 \text{ mm}^2/\text{mg}$) and *Grewia bicolor* ($13.5 \pm 3.4 \text{ mm}^2/\text{mg}$). The lowest SLA ($3.4 \pm 0.4 \text{ mm}^2/\text{mg}$) but the highest SLA ($9.9 \pm 2.7 \text{ mm}^2/\text{mg}$) was recorded at the ecological monitoring center (C2-L3). For the topography, the specific leaf area ($8.5 \pm 5.3 \text{ mm}^2/\text{mg}$) is higher for the depression than for the top ($6.5 \pm 3.6 \text{ mm}^2/\text{mg}$). Regarding leaf position, SLA varied between ($8.0 \pm 4.4 \text{ mm}^2/\text{mg}$) for light and ($9.3 \pm 5.1 \text{ mm}^2/\text{mg}$) for shade. Regarding the relationship between growth parameters and SLA, a weak correlation is noted. These results could be used with other leaf parameters to better understand the physiological mechanism (photosynthesis and adaptation) of these species. The monitoring of these growth parameters with SLA over a long period can help to know their relationship according to pedoclimatic conditions.

Keywords: Specific leaf area, Sandy Ferlo, Woody species, Variability

INTRODUCTION

Au Sahel, l'arbre est un élément essentiel dans la vie de l'Homme, il lui offre de nombreux services écosystémiques. Ces services jouent un rôle important dans l'alimentation humaine et animale, dans l'économie des ruraux, dans la médecine traditionnelle (Ngom et *al.*, 2014) mais fournissent également des services de régulation, de soutien et culturels(MEA, 2005 ; Camara et *al.*, 2017; Badiane et *al.*, 2019).

Malgré l'importance de l'arbre, ce dernier est menacé par les facteurs anthropiques et naturels. Dans la zone sylvo-pastorale sahélienne du Sénégal, la majorité des espèces ligneuses sont menacées de disparition, notamment à cause de l'exploitation peu durable et des impacts de la réduction pluviométrique (Akpo et Grouzi, 1995). En effet, depuis les années 1970-1980 marquées par des déficits pluviométriques importants (Albergel et al., 1990), plusieurs études ont été réalisées dans le nord du Sénégal pour voir l'évolution de la végétation ligneuse face à ses aléas climatiques combinés à l'action de l'homme (Poupon et Bille, 1973; Dendoncker et *al.*, 2020).

Pour mieux comprendre la relation des facteurs de changement, la végétation et l'adaptation, des études portant sur la connaissance de la phénologie et le mode d'adaptation de ces écosystèmes fragiles ont été réalisées (Poupon, 1980; Fournier, 1995; Diallo et *al.*, 2016). Toutefois une approche fonctionnelle des communautés végétales permet de mieux comprendre les interactions des espèces avec leur environnement via les réponses des espèces à différents facteurs et leurs effets sur différents processus écosystémiques (Lavorel et Garnier, 2002 ; Navas et *al.*, 2012). Les traits sont des caractéristiques morphologiques, physiologiques ou phénologiques mesurables à l'échelle individuelle (Violle et al., 2007). Ils influencent la production de biomasse d'un individu, sa reproduction et sa survie.

Bien que des études ont porté sur la végétation ligneuses la valeur de certains traits fonctionnels reste encore inconnue pour les espèces ligneuses de la zone sylvopastorale du Sénégal et/ou l'information n'est pas facilement accessible. En plus, la SLA est un trait fonctionnel foliaire qui est au centre de plusieurs métabolismes physiologique de la plante. C'est un indicateur simplifié qui peut être relié au mécanisme de la photosynthèse, étant le moteur de la plante. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui a pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance des traits fonctionnels des espèces sahéliennes pour une gestion durable des ressources végétales.

Il s'agit spécifiquement de :

- déterminer les facteurs de variabilité de la surface foliaire spécifique (SLA) des espèces ligneuses du Ferlo sableux et
- évaluer l'influence des paramètres dendrométriques (circonférence et hauteur) et des facteurs environnementaux (lumière, topographie et pluviométrie) sur la SLA.

Ce document est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre présente la synthèse bibliographique. Le second traite le matériel et les méthodes utilisés. Le troisième présente les résultats obtenus et la discussion.

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Etat des connaissances sur le Ferlo

1.1.1. Situation géographique

Le Sahel se situe entre l'équateur et le tropique du Cancer, et bénéficie d'un climat tropical aride à semi-aride. Au Sénégal, le Ferlo est la zone agro écologique la plus vaste, avec une superficie d'environ 70 000 km² (CSE/ROSELT/OSS, 2002). Le Ferlo s'étend approximativement des latitudes 16°15 à 14°30 Nord et des longitudes 12°50 à 16°Ouest (Ndiaye, 2013; Cissé, 2016). La région semi-aride du Sénégal est limitée au Nord et à l'Est par le fleuve Sénégal, à l'Ouest par le lac de Guiers et au Sud par la vallée fossile du même nom (Bakhoum, 2013).

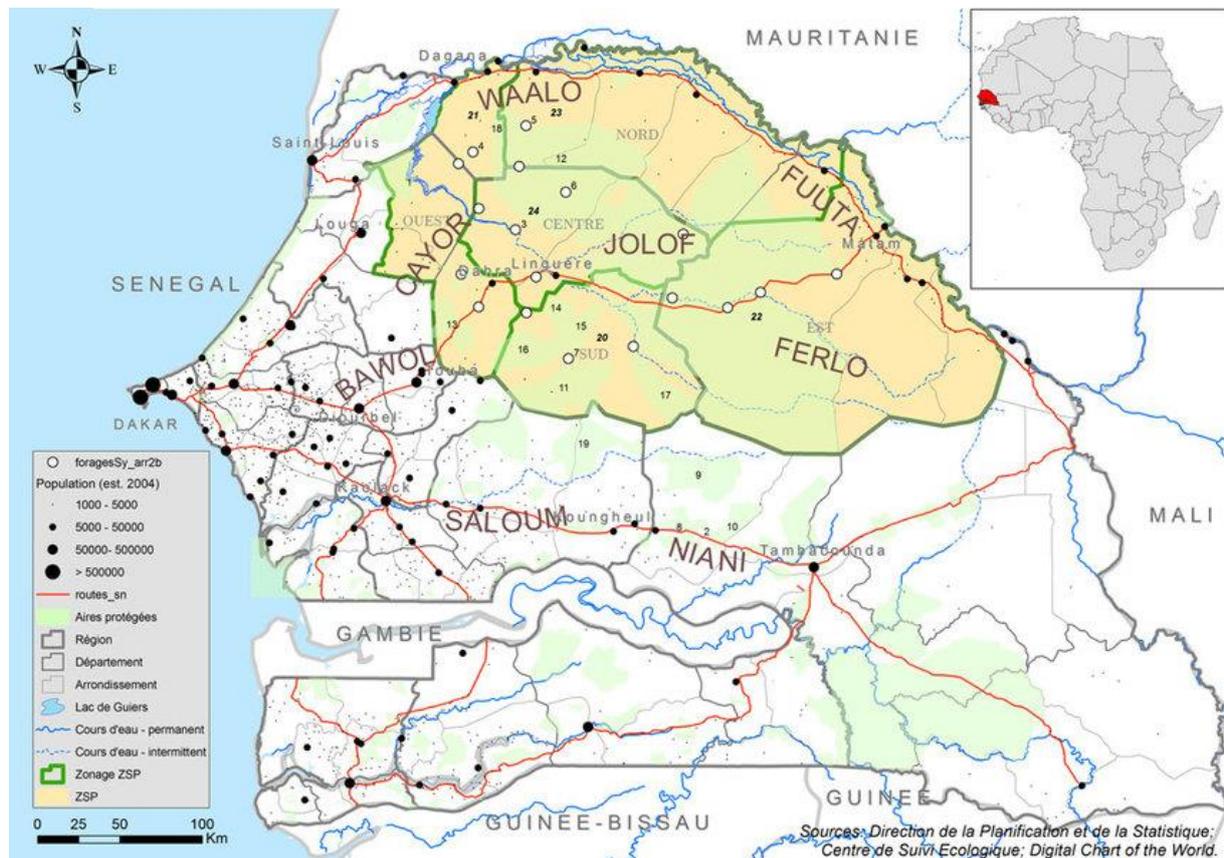


Figure 1: Localisation de la zone sylvopastorale du Sénégal (Leclerc et Sy, 2015)

1.1.2. Climat, pluviométrie et températures

Le Ferlo présente un climat de type tropical sec appartenant au domaine sahélien. L'année se décompose classiquement en deux saisons:

- ✓ une saison des pluies de mi-juin à octobre assez variable avec un pic de précipitations au mois d'août et
- ✓ une saison sèche qui dure 8 à 9 mois (de novembre à mi-juin).

La durée de la saison des pluies varie d'un mois dans le nord du Sahel à trois mois dans le sud. Le nombre de jours de pluie varie de 20 au nord à 60 au sud (Houero, 1980). La pluviométrie montre un gradient nord-sud allant de 100mm à 350mm par an (Ndiaye et al.2021).

Les températures sont élevées. Le maximum moyen est de 40-42°C avec des maximums de 45°C se produisant assez régulièrement en avril- mai. Le minimum moyen est de 15°C en décembre-janvier. L'évapotranspiration potentielle est également élevée, avec une moyenne de 1800-2300mm/an (Houero, 1980).

1.1.3. Les sols

Selon Bille (1977) et CSE/ROSELT/OSS (2002), on distingue cinq types de sol dans la zone sylvopastorale du Sénégal: les sols ferrugineux tropicaux, les sols hydromorphes, les régosols, les sols brun-rouges et les lithosols.

Les sols ferrugineux tropicaux non lessivés ont une coloration jaune ou rouge et sont pauvres en matières organiques et en humus. Ces sols sont retrouvés dans les plateaux du Ferlo occidental et septentrional. Ils présentent une texture sableuse avec une faible capacité de rétention en eau par conséquent perméables et bien drainés par ailleurs. Les sols ferrugineux tropicaux sont très sensibles à l'érosion hydrique intense.

Les sols hydromorphes sont des sols riches en matière organique et de couleur plus ou moins noire. On retrouve les sols hydromorphes dans les dépressions ou dans les zones où la nappe est assez superficielle. Sur les bassins versants du Ferlo, ces sols sont sur les pentes et le long de la vallée de la rivière Ferlo. Ils recouvrent la cuvette de la vallée et les zones non inondées sur lesquelles le maraîchage est effectué.

Les sols rouge-brun se caractérisent par une pauvreté en matière organique et une faible fertilité chimique. Ils se composent essentiellement de sables (80% et 85%) et d'argiles en surface (35%). Ces sols rouge-brun subarides couvrent les dunes fossiles du Quaternaire et sont appelés sols « diors ».

Les lithosols sur affleurement rocheux couvrent presque tout l'Est du Ferlo. Ils sont en effet des sols à roches dure, impliquant une infiltration très lente et gardant plus longtemps l'humidité en surface.

1.1.4. Population et activités

La zone sylvo-pastorale du Sénégal est essentiellement habitée par les Peuls. On y retrouve également les Wolofs, les Maures, les Sérères et les Laobés. La population est estimée à 500 000 habitants (Ndiaye, 2013). L'économie des régions sahéliennes est basée sur l'agriculture qui est marginale et les activités pastorales (Akpo et Grouzi, 1995). La cueillette est aussi une activité très ancienne pratiquée par la population.

1.1.5. Végétation

La végétation du Ferlo typique est caractéristique des zones sahéliennes, avec une savane dominée par des graminées annuelles et une strate ligneuse ouverte. L'essentiel de la strate herbacée est constitué de *Cenchrus biflorus* Roxb, *Dactyloctenium aegyptium* (L) Willd, *Aristida mutabilis* Trin et Rupr, *Schoenefeldia gracilis* Kunth et *Zornia glochidiata* Rchb. Ex DC. (Cornet et Poupon, 1977; Akpo et Grouzi, 1995; Arbonnier, 2009). Pour la strate ligneuse, les espèces les plus fréquentes de la zone sont *Balanites aegyptiaca* (L) Delile(75 %), *Boscia senegalensis* (pers.) Lam (75 %), *Leptadenia hastata*(Pers) Decne(58 %), *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton (51 %) et *Vachellia tortilis* (Forssk.) Hayne (50 %) (Ndong et al., 2015). Toutefois, les espèces ligneuses comme *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst, *Combretum glutinosum* Perr, *Senegalia senegal* Britton, *Ziziphus mauritiana* Lam, *Grewia bicolor* Juss, *Adansonia digitata* L et *Guiera senegalensis* J.F.GMEL y sont retrouvées (Ngom et al., 2014; Ndiaye et al., 2013).

1.2. Description des espèces ligneuses majoritaires dans le Ferlo sableux

➤ *Vachellia tortilis* (Forssk.) Hayne.

Vachellia tortilis est un arbre de taille moyenne à grande qui peut atteindre 21 m de hauteur. Il a une grande canopée étalée en forme de parapluie. Ses feuilles sont alternes, bipennées et présentent plusieurs paires de pinnules portant des foliolules. Les fleurs sont petites et jaunes . Les graines sont dans des gousses plates. La phénologie foliaire de *Vachellia tortilis* commence entre avril et juillet avec le débourrement, la croissance et la maturité entre juin et décembre et la chute des feuilles se produit entre janvier et avril (Diouf et al., 2013a). Sa fructification est marquée par la nouaison de novembre à décembre, la croissance des fruits se

déroule au mois de janvier avant d'atteindre la maturité entre février et mars et d'être disséminés entre mars et juin de l'année suivante (Diouf et *al.*, 2013b).

➤ *Senegalia senegal* Britton.

Senegalia senegal qui produit de la gomme arabique est un arbuste à feuilles caduques. Il atteint environ 5 à 12 m de haut et présente une canopée arrondie. Ses feuilles sont composées, alternes, bipennées, ses fleurs sont blanches et les fruits sont des gousses plates. La phase feuillée s'étend en moyenne sur six mois et la défoliation a généralement lieu en novembre. Cet arbre fleurit en début de saison des pluies avec une seconde floraison possible en janvier-février (Poupon, 1980). Les fruits sont mûrs en décembre-janvier et les graines sont dispersées en milieu de saison sèche.

➤ *Boscia senegalensis* (pers.) Lam.

Boscia senegalensis est une espèce sclérophylle qui se présente sous la forme d'un arbuste non épineux de 1 à 2 m de hauteur, à feuillage permanent simple. Ses feuilles sont à limbe ovale ou obovale et ses fruits sont globuleux à subglobuleux et possèdent peu de graines (Fournier, 1995). Les nouvelles feuilles apparaissent en fin de saison des pluies ou en début de saison sèche. La floraison débute pratiquement avec la feuillaison. L'arbre se couvre de petites fleurs très odorantes pendant plus de trois mois. Les fruits sont noués (novembre) et mûrissent (avril/mai) en saison sèche. Ils tombent à la même époque que les feuilles (Poupon, 1980).

➤ *Balanites aegyptiaca* (L) Delile.

C'est une espèce arborescente qui peut atteindre 9m de hauteur et possède des rameaux épineux, qui lui donne un port irrégulier et aspect ébouriffé. Les feuilles apparaissent en pleine saison sèche et l'arbre reste vert pratiquement toute l'année. La chute des fleurs est maximale en mai/juin ; les fruits communément appelés les « dattes du désert » sont noués avant l'hivernage et arrivent à maturité au début de la saison sèche (Poupon, 1980).

➤ *Adansonia digitata* L.

Selon Kébenzikato et *al.*(2015), *Adansonia digitata* (baobab africain) est un arbre massif de 18 à 25 m de hauteur et dont le tronc peut dépasser un diamètre de 12 m. Les feuilles sont alternes, composées digitées, à 5 ou 7 folioles entières, sessiles ou presque, légèrement pétiolées. Pour ce qui est de phénologie, la fin de la saison sèche correspond à l'apparition des premières feuilles. La saison des pluies correspond à la pleine feuillaison et à la fin de la

floraison et au début de la fructification. Le début de la saison sèche correspond à la maturation avancée des fruits et à la pleine chute des feuilles (Ndiaye *al.*,2019).

➤ *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst.

C'est un arbre dont les feuilles sont composées, imparipennés et alternes. Ses fleurs sont dioïques et ses fruits sont des drupes jaunes (Poupon, 1980). La floraison intervient quelques instants après la fin de la saison pluvieuse entre janvier-février pour donner des fruits qui atteignent leur maturité en début de saison pluvieuse entre avril et juin. La feuillaison commence au début de la saison pluvieuse et persiste pendant toute la saison humide (PROTA, 2021).

➤ *Combretum glutinosum* Perr.

Combretum glutinosum se présente sous forme d'arbre ou d'arbuste pouvant atteindre 12m de haut, à cime arrondie et ouverte. Ses feuilles sont opposées à légèrement alternes, ses fleurs de couleur jaunâtre sont disposées en épis axillaires. Les fruits sont des akènes indéhiscents, à 4 ailes membraneuses. Dans les zones sahéliennes il perd ses feuilles quelques mois pendant la saison sèche. La floraison a lieu en saison sèche (Fournier, 1995).

➤ *Calotropis Procera* (Aiton) W.T. Aiton.

Calotropis Procera est un arbuste de 2 à 5 m de haut, à feuilles persistantes alternes et à fleurs blanches et pourpres. Les fruits sont des follicules ovoïdes gonflés d'air. Ses fleurs apparaissent en janvier-mars, en juillet- septembre et au mois de novembre. La fructification est observée en mars-mai (pl@ntNet, 2014).

➤ *Grewia bicolor* Juss.

Arbuste à feuilles alternes, lancéolées, ses fleurs sont blanches et les fruits en forme de carpelles globuleux, presque libres. Le bourgeonnement floral commence en même temps que l'apparition des feuilles. Les fruits, dont la nouaison passe facilement inaperçue, arrivent à maturité en novembre et leur chute correspond à celle des feuilles (Poupon, 1980).

➤ *Ziziphus mauritiana* Lam

Cette espèce est caducifoliée et le débourrement peut s'effectuer avant l'arrivée des pluies. La phase feuillée s'étale entre la saison des pluies et le milieu de la saison sèche. En général, le jaunissement des feuilles précède d'un mois environ le début de la chute des feuilles. Selon la pluviométrie de l'année, et particulièrement en année sèche, la durée de la phase feuillée peut être écourtée. La floraison démarre après la feuillaison et s'étale d'octobre à janvier (Fournier, 1995) .

➤ *Guiera senegalensis* J.F.GMEL

Guiera senegalensis est arbuste à feuilles simples. La feuillaison est largement étalée sur toute l'année. Elle a lieu en général à l'arrivée de la saison pluvieuse, à partir du mois de mai, avec un optimum en juillet. La floraison a lieu en saison pluvieuse en juillet, avec un optimum en août. La fructification débute souvent à partir de fin août avec un optimum entre octobre et fin novembre (Poupon, 1980).

1.3. Stratégies écologiques des espèces ligneuses du Ferlo.

Les plantes peuvent s'adapter dans une certaine mesure à leur environnement et à ses modifications. Cette adaptation revêt généralement la forme d'un compromis entre les différents besoins de la plante. Dans la zone sahélienne l'eau est le facteur limitant pour la croissance et la survie des plantes. Ainsi, au Ferlo la strate ligneuse présente d'importantes différences dans la réponse à ce facteur. Par exemple, la présence d'espèces à feuillage permanent et à feuillage caducifolié reflète des mécanismes physiologiques d'adaptation à ces milieux arides (Fournier, 1995). Des études ont montré que les espèces caducifoliées sont moins sclérophylles que celles des espèces à feuillage permanent (Médina, 1984).

Poupon(1980) classe les espèces ligneuses du Ferlo en trois groupes selon la détermination de paramètres foliaires pour mieux apprécier le caractère plus ou moins xéromorphe du feuillage, la xéromorphie étant l'adaptation morphologique des plantes à la sécheresse. Ces espèces ont des caractères de forme et de structure qui sont en rapport avec leur habitat et assurent leur existence. Les trois groupes sont constitués des espèces mésophiles, sclérophylles et semi-succulentes :

- Les espèces mésophiles, avec un besoin en eau plus important que les deux autres catégories (*les espèces du genre Acacia, Combretum*) dominant avec plus de la moitié des taxons ;
- Les espèces sclérophylles ayant des besoins plus modérés en eau et des feuilles coriaces, dans ce groupe il y a les vraies sclérophylles (*Boscia senegalensis, Balanites aegyptiaca*) et les semi-sclérophylles (*Guiera senegalensis, Sclerocarya birrea*) ;
- Les espèces à tendance semi-succulentes (*Calotropis procera, Adansonia digitata*) : dans cette catégorie, on y retrouve soit les espèces montrant un indice de développement faible, un degré de sclérophyllie moyen mais un fort degré de succulence soit les espèces avec un faible degré de sclérophyllie voisin de 0,2 et un degré de succulence ne dépassant pas 1.

En outre certaines espèces du Ferlo résistent aux contraintes hydriques par leurs épines ou par la formation d'épidermes gommeux, c'est le cas de l'espèce *Senegalia senegal*.

Par ailleurs une description macromorphologique des systèmes racinaires de certaines espèces ligneuses du Ferlo par Poupon (1980) permet d'appréhender la manière dont ses espèces s'alimentent en ressources hydriques. Il divise l'appareil racinaire en trois parties (tronc racinaire, pivot et racines latérales) et montre que ces parties sont plus développées chez *Balanites aegyptiaca* avec un tronc racinaire développé prolongé d'un système pivotant constitué de plusieurs racines s'enfoncent verticalement et des racines latérales pouvant atteindre 22 mètres de longueur.

1.. Traits fonctionnels

1.4.1. Définition

Le concept « traits fonctionnels » peut avoir plusieurs définitions. Violle et al. (2007) définissent un trait fonctionnel comme « toute caractéristique morphologique, physiologique ou phénologique mesurable au niveau individuel, de la cellule à l'organisme entier sans référence à l'environnement ou à tout autre niveau organisation ». Cette définition n'implique qu'aucune information extérieure à l'individu . Les traits fonctionnels représentent donc un ensemble d'informations mesurables simplifiées relatives à la performance d'un individu. Un trait fonctionnel est un trait qui a un impact indirect sur la condition physique des organismes via ses effets sur la croissance, la reproduction et la survie (Nock et al., 2016).

Les traits fonctionnels peuvent être qualifiés de « traits de réponse » ou « traits d'effet ». Un trait fonctionnel de réponse est un trait qui indique comment les espèces réagissent à leur environnement (stress, perturbations). Un trait d'effet donne une indication sur l'impact des espèces sur les processus des écosystèmes (réseaux trophiques, Cycles biogéochimiques) (Lavorel et Garnier, 2002; Garnier et Navas, 2013).

1.4.2. Importance écologique des traits fonctionnels

Une analyse des traits fonctionnels permet de décrire le fonctionnement d'une plante à l'aide d'un petit nombre de valeurs de traits, des attributs, sans passer par des études complexes. Cette approche améliore la connaissance écologique en se basant sur des critères qui définissent le fonctionnement des organismes avec leur environnement (Nock et al., 2016). Les traits fonctionnels peuvent aider dans la gestion des services écosystémiques (Bello et al., 2010 ; Garnier et Navas, 2013). Ces traits jouent le rôle de gestion (Tableau 1).

Tableau 1: Relations significatives entre traits des végétaux, processus et services écosystémiques. La catégorie à laquelle chaque service appartient selon la typologie de Millenium Ecosystem Assessment (MEA) est indiquée entre parenthèses : A : approvisionnement ; C : culturel ; E : auto-entretien ; R : régulation. Le sens de l'effet du trait sur le ou les processus considéré(s) peut être positif (+), négatif (-) ou variable lorsque rien n'est indiqué (Garnier et Navas, 2013).

Services	Processus	Principaux traits végétaux
Fertilité du sol et cycles des nutriments (R, E)	Décomposition, minéralisation, mobilisation des nutriments	Espèces fixatrices d'azote(+); teneur en matière sèche foliaire (-); surface foliaire spécifique(+); teneur en azote foliaire(+); présence de mycorhizes (+); exsudats racinaires; taille plante (-); composition chimique plante, date de floraison (-)
Prévention des aléas naturels (R)	Prévention des incendies	Inflammabilité (-); forme de croissance (ligneux, mode régénération); composition en huiles et terpènes (-); ramification (-); teneur en matière sèche foliaire et teneur en matière sèche des tiges (-); surface foliaire (-)
Production de fourrage (A)	Alimentation et santé du bétail	Diversité en composés chimiques et valeur nutritive (+); teneur en azote foliaire(+)
Valeurs esthétiques et culturelles (C)	Accumulation de biomasse sur pied et coexistence d'espèces	Teneur en azote foliaire(+); tolérance des feuilles à l'étiement (+)

1.4.3. Surface foliaire spécifique (SLA)

La surface foliaire spécifique ou specific leaf area (SLA) est la surface unilatérale d'une feuille fraîche, divisée par sa masse sèche au four (Cornelissen et al., 2003). La surface foliaire spécifique est un attribut morphologique, car elle est la résultante de la morphologie des feuilles, et exprime la quantité de tissus dans les feuilles par rapport à leur surface (Meziane, 1997) . Elle est exprimée en mm²/mg ou m²/kg (Cornelissen et al., 2003) avec la

$$\text{formule suivante } SLA = \frac{\text{surface}}{\text{poids sec}}$$

La feuille est le siège des activités physiologiques intenses du métabolisme de la plante, intervenant dans les processus directeurs de la croissance et du développement (Meziane,1997). La SLA donne une indication sur la croissance et le mode d'acquisition des ressources par la plante.

La quantification de la relation continue entre la SLA des plantes et le climat et les sols est d'une importance primordiale pour développer de nouveaux cadres de modélisation qui pourraient être utilisés pour étudier les effets du changement climatique selon Gong et Gao (2019).

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la zone d'étude

La présente étude a eu lieu dans le nord du Sénégal, le Ferlo dans la partie sableuse caractérisée par une succession de dunes et de bas-fonds peu accidentés avec un type de sol différente selon que l'on se trouve sur un sommet de dune ou en bas de pente (Diallo et *al.*, 2016). Cette étude a été menée dans les sites du Centre de Recherches Zootechniques (CRZ), de Dahra et du Centre de Suivi Ecologique (CSE) et de Fété-Olé (Figure 2). Le CRZ de Dahra dépend de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA). Ce centre, situé à la limite sud du Ferlo sableux, en dessous de la vallée sèche du Ferlo, légèrement au nord de la route Dahra-Linguère, couvre une superficie de 6800 ha (Cornet et Poupon, 1977). Les sites de suivis du CSE et de Fété-Olé se situent sur un gradient Nord-Sud sur l'axe entre Richard Toll et Dahra (Figure 2).

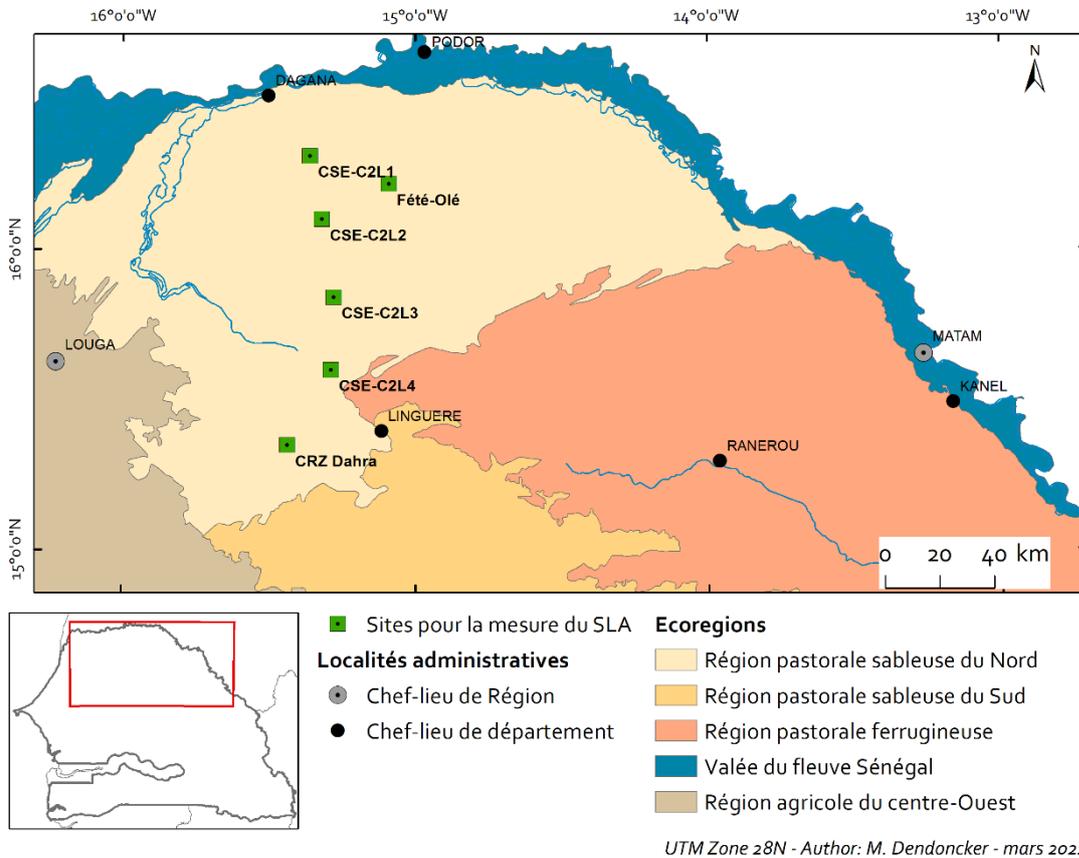


Figure 2 : Localisation des sites d'étude

2.2. Collecte de données

2.2.1. Echantillonnage

Six sites d'études dont un au Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Dahra, quatre au niveau des sites de suivis du CSE (C2L1, C2L2, C2L3, C2L4) et un à Fété-Olé ont été retenus. Le choix des sites était basé sur les facteurs environnementaux (topographie et gradient pluviométrique). Les variations topographiques (dépression et sommet) ont été prises en compte dans le site du CRZ de Dahra. Quatre placettes dont deux au nord et au sud du centre respectivement sur des dépressions et des sommets ont été installées. L'échantillonnage dans les autres sites de suivis du CSE et de Fété-Olé a tenu en compte du gradient pluviométrique. Ces cinq sites se situent sur un gradient pluviométrique Nord-Sud sur l'axe entre Richard Toll et Dahra. Sur chaque site, une parcelle carrée de 50 m de côté soit 2500 m² a été installée à l'aide d'une boussole, un décamètre et des jalons. Dans chaque placette, toutes les espèces présentes ont été recensées et trois individus maximum par espèce ont été échantillonnés au hasard pour mesurer le diamètre du tronc et la hauteur et déterminer la SLA. Sur chaque individu, huit feuilles dont quatre à l'ombre et à la lumière respectivement ont été prélevées. Les feuilles d'ombre sont celles qui se situent à l'intérieur du houppier ou sous la projection d'autres feuilles, les feuilles de lumière sont celles qui ont accès au rayonnement direct. Les feuilles sur les rameaux ont été sélectionnées par tirage aléatoire, à l'aide d'un générateur de code sur une application smartphone. Ce générateur donnait un chiffre aléatoire x entre 1 et 10, et le choix a été fait sur la $x^{\text{ième}}$ feuille du rameau, en partant de la 1^e feuille mature.

Les feuilles ont été collectées à l'aide d'un échenilloir (Figure 3), un dispositif doté d'une pince coupante, montée au bout d'une perche et actionnée par l'intermédiaire d'une cordelette.



Figure 3 : Echenilloir

2.2.2. Mesures dendrométriques

Sur chaque arbre échantillonné, différentes mesures ont été prises. Les coordonnées ont été encodées à l'aide d'un GPS GARMIN. La hauteur de l'arbre a été mesurée avec un Vertex IV (Figure 4), un appareil à ultrasons composé d'un émetteur et d'un transpondeur. La circonférence du tronc a été mesurée à 0,3m du sol. L'encodage des données a été réalisé à l'aide de l'application Kobocollect.

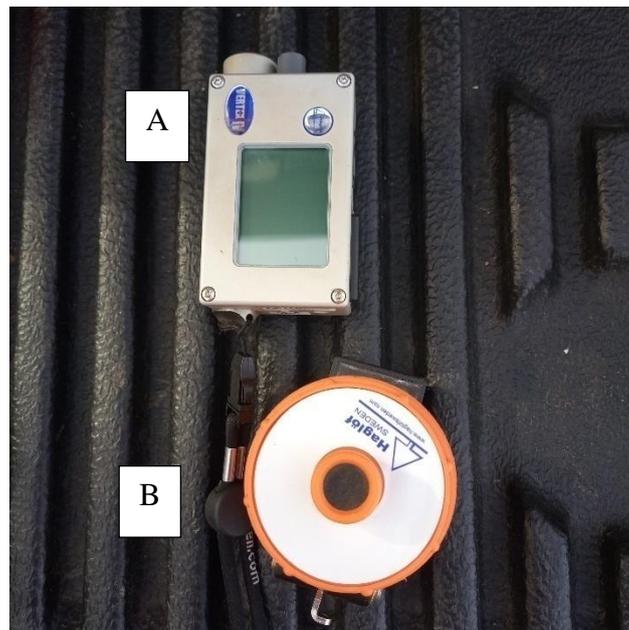


Figure 4 : Vertex IV ; Emetteur (A) et Transpondeur (B)

2.2.3. Détermination de SLA

Les feuilles prélevées étaient mises dans un sachet en plastique étiqueté et dans une glacière pour conserver l'humidité avant le travail au labo. Les feuilles ont été scannées à l'aide d'un scan Canon 300i. Une règle de taille connue était placée à côté de chaque feuille scannée (Figure 5). La surface de chaque feuille a été déterminée à l'aide du logiciel Image J.



Figure 5 : Images scannée avec une référence de taille pour calculer les surfaces

Les échantillons ont ensuite été séchés à l'étuve pendant une durée de 24h à une température de 60°C. Après leur passage à l'étuve, les feuilles ont été pesées sur une balance de précision 1/1000.

La surface spécifique foliaire (SLA) a ensuite été calculée à partir de l'équation suivante :

$SLA = \frac{\text{surface}}{\text{poids}}$ La surface de la feuille est en mm² et le poids sec en mg (Cornelissen et al., 2003).

2.3. Traitement des données

Les données obtenues ont été saisies dans le tableau Excel puis soumises à un test de normalité. Comme les données ne suivaient pas une loi normale, même après transformation logarithmique ou par racine carrée, nous sommes passés par une analyse non paramétrique des données avec le test de Kruskal-wallis réalisé avec le logiciel Xlstat2014. Un test de comparaison multiple par paires de Steel-Dwan-Critchlow-Fligner a ensuite été appliqué au seuil de 5% pour identifier les groupes significativement différents les uns des autres. Les résultats sont présentés en moyennes \pm écart types. Un modèle de régression linéaire a été aussi utilisé pour connaître la relation allométrique entre SLA et paramètres dendrométriques.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats

3.1.1 Paramètres dendrométriques

Le test Kruskal-wallis montre qu'il y a une différence significative ($p=0,012$) de la circonférence en fonction des espèces. La circonférence varie entre $35 \pm 0\text{Cm}$ (*Ziziphus mauritiana*) et $781,6 \pm 291,7\text{ Cm}$ (*Adansonia digitata*) (Figure 6A). Quant à la distribution des classes de diamètres la classe [0-100[occupe le plus grand nombre avec 50 individus suivi de la classe [100-200[avec 17 individus, la classe [900-1000[avec deux individus et pour les classes [200-300[et [400-500[avec chacune un individus (Figure 6B).

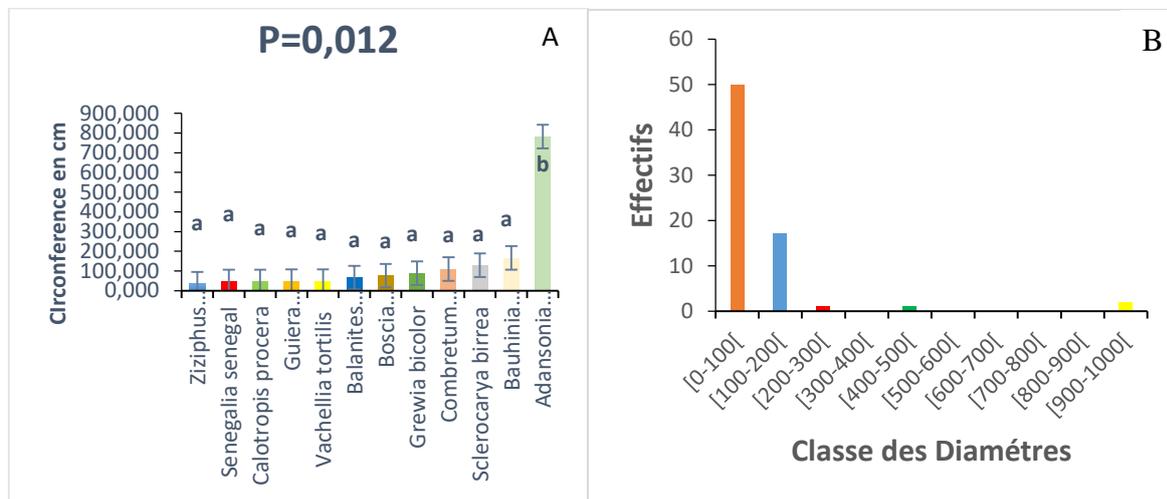


Figure6 : Diamètre en fonction des espèces (A) et distribution des effectifs en fonction des classes de hauteur (B).

Les lettres sur les graphes correspondent aux différences issues du test statistique et les barres aux barres d'erreur Pour la hauteur, le test Kruskal-wallis indique qu'il y a une différence significative ($p=0.002$) entre les espèces. *Adansonia digitata* ($10,5 \pm 1,9\text{ m}$) a la hauteur la plus importante (Figure 7A).Cependant, cette hauteur n'est pas significativement différente de celles de *Sclerocarya birrea* ($10,1 \pm 1,1\text{ m}$), et de *Combretum glutinosum* ($8,1 \pm 2,7\text{m}$). *Guiera senegalensis* ($4,7 \pm 1,5\text{ m}$), *Vachellia tortilis* ($4,4 \pm 4,1\text{ m}$), *Ziziphus mauritiana* ($4,1\text{ m}$), *Calotropis procera* ($2,3 \pm 1,6\text{ m}$) et *Boscia senegalensis* ($1,9 \pm 0,7\text{ m}$) ont les hauteurs les plus faibles.

Quant à la répartition des classes de hauteur en fonction des individus, la classe [0-1,41[a le plus grand effectif (16) suivi de la classe [1,41-2,82[avec 12 individus et l'effectif le plus petit avec un individu pour la classe [12,69-14,1[(Figure 7B).

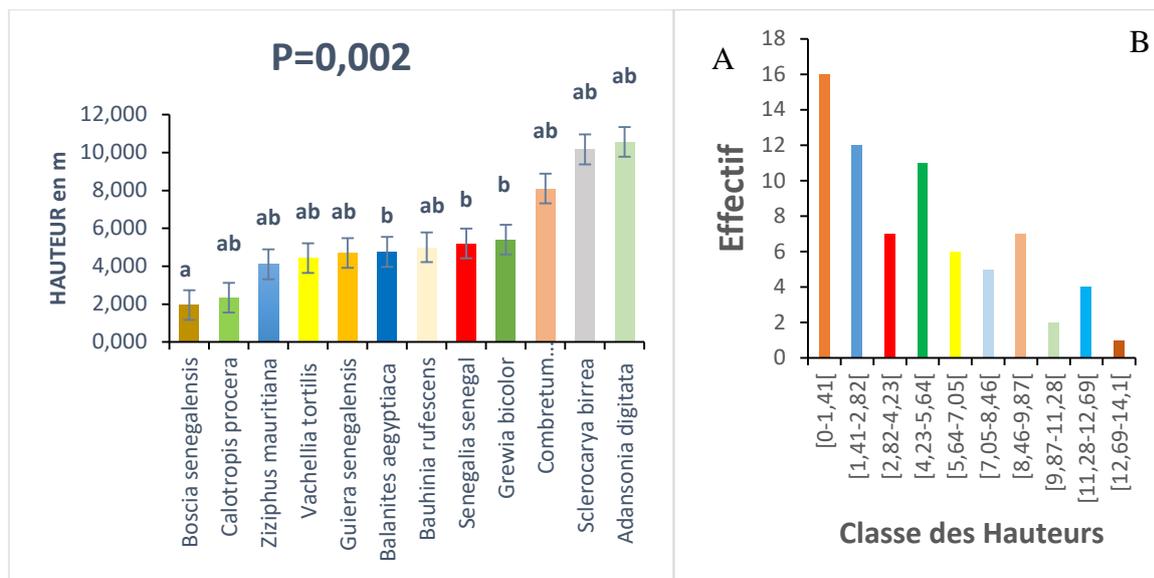


Figure 7 : hauteur en fonction des espèces (A) et répartition des effectifs en fonction des classes (B).

Les lettres sur les graphes correspondent aux différences issues du test statistique et les barres aux barres d'erreur

3.1.2. SLA

Le test Kruskal-wallis indique qu'il y a une différence significative ($p < 0,0001$) entre les surfaces foliaires spécifiques des espèces. *Bauhinia rufescens* présente la SLA la plus grande ($15,5 \pm 5,3 \text{mm}^2/\text{mg}$) tandis que *Boscia senegalensis* a la plus faible ($4,2 \pm 2,9 \text{mm}^2/\text{mg}$). Le test de comparaison multiple par paire de Steel-Dwan-Critchlow-Fligner (Figure 8) indique qu'il n'y pas de différence significative entre les SLA de *Bauhinia rufescens* ($15,5 \pm 5,3 \text{mm}^2/\text{mg}$), *Adansonia digitata* ($14,1 \pm 2,4 \text{mm}^2/\text{mg}$) et de *Grewia bicolor* ($13,5 \pm 3,4 \text{mm}^2/\text{mg}$).

Grewia bicolor ; *Combretum glutinosum* ($11,0 \pm 3,6 \text{mm}^2/\text{mg}$), *Guiera senegalensis* ($10,7 \pm 3,4 \text{mm}^2/\text{mg}$), *Calotropis procera* ($10,5 \pm 2,0 \text{mm}^2/\text{mg}$), *Vachellia tortilis* ($9,7 \pm 3,5 \text{mm}^2/\text{mg}$), *Senegalia senegal* ($9,4 \pm 6,4 \text{mm}^2/\text{mg}$), *Sclerocarya birrea* ($9,3 \pm 2,6 \text{mm}^2/\text{mg}$) et *Ziziphus mauritiana* ($9,2 \pm 1,2 \text{mm}^2/\text{mg}$) ont une SLA qui n'est pas significativement différente. *Adansonia digitata*, *Bauhinia rufescens* et *Grewia bicolor* ont des SLA significativement plus grandes que *Boscia senegalensis* ($4,2 \pm 2,9 \text{mm}^2/\text{mg}$), *Balanites aegyptiaca* ($7,5 \pm 4,6 \text{mm}^2/\text{mg}$) qui ont respectivement les plus faibles SLA.

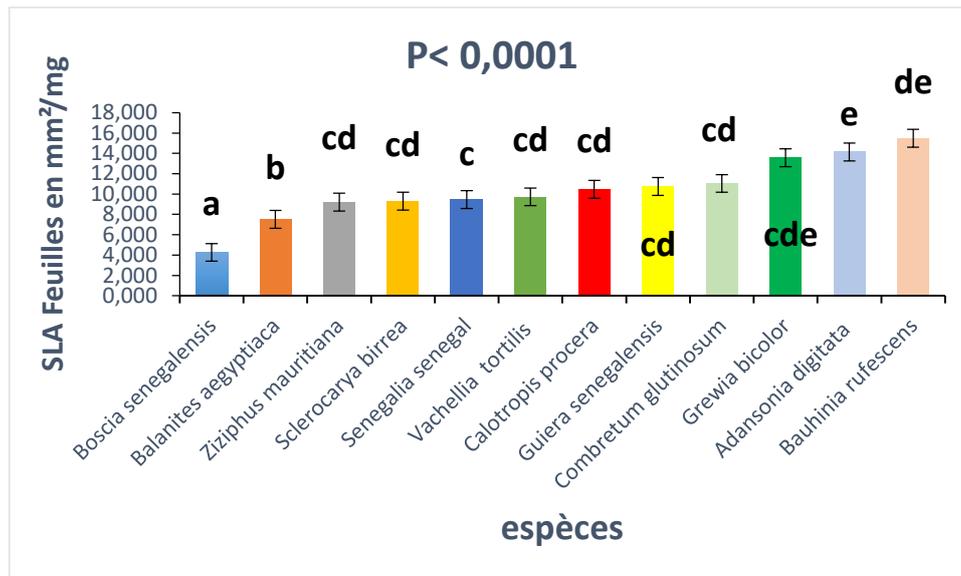


Figure 8 : SLA en fonction des espèces.

Les lettres sur les graphes correspondent aux différences issues du test statistique et les barres aux barres d'erreur

3.1.3. Relation entre les paramètres dendrométriques et SLA

L'analyse allométrique montre une relation significative ($p=0,002$) entre la SLA et la hauteur. Cette relation est caractérisée par une constante et pente positives et un coefficient de détermination (R^2) faible. L'équation ($SLA = 7,10+0,30*Hauteur$) montre que la SLA augmente d'un facteur 0.3 lorsque la hauteur augmente (Figure 9).

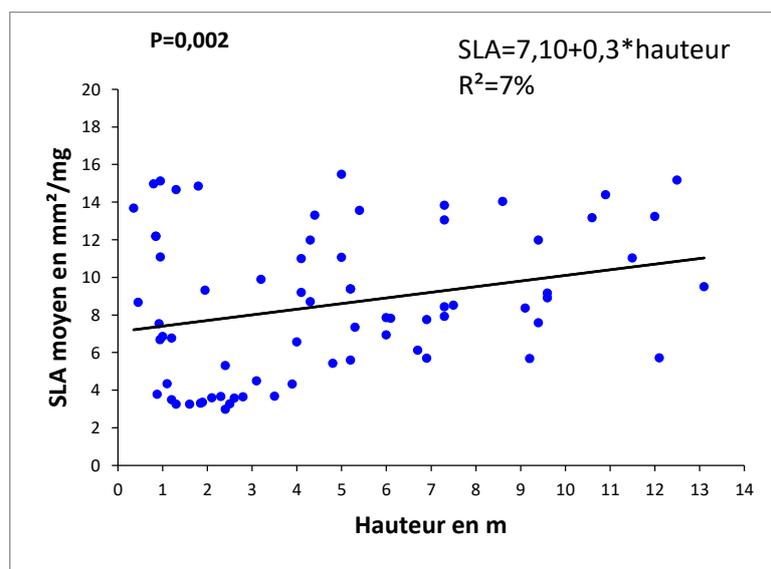


Figure 9 : SLA en fonction de la hauteur.

La régression linéaire entre la SLA et la circonférence est significative ($p=0,012$). Avec un coefficient de détermination de 8%, la relation entre SLA et circonférence est faible.

Cependant l'équation allométrique ($SLA = 7,91 + 0,006 * \text{circonférence}$) montre que la SLA augmente de 0.006 lorsque la circonférence augmente (Figure 10).

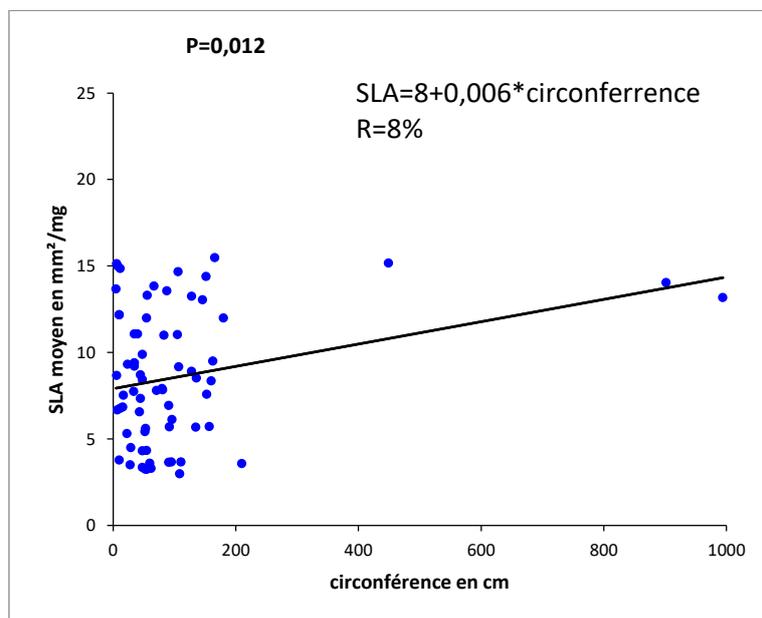


Figure 10 : SLA en fonction de la circonférence

3.1.4. Influence des facteurs environnementaux

Le test kruskal-wallis montre qu'il y a une différence significative ($p = 0,00044$) entre la SLA des feuilles d'ombre et de lumière. Les feuilles de lumière présente une SLA plus petite ($8,0 \pm 4,4 \text{ mm}^2/\text{mg}$) que les feuilles d'ombre ($9,3 \pm 5,1 \text{ mm}^2/\text{mg}$) (Figure 11).

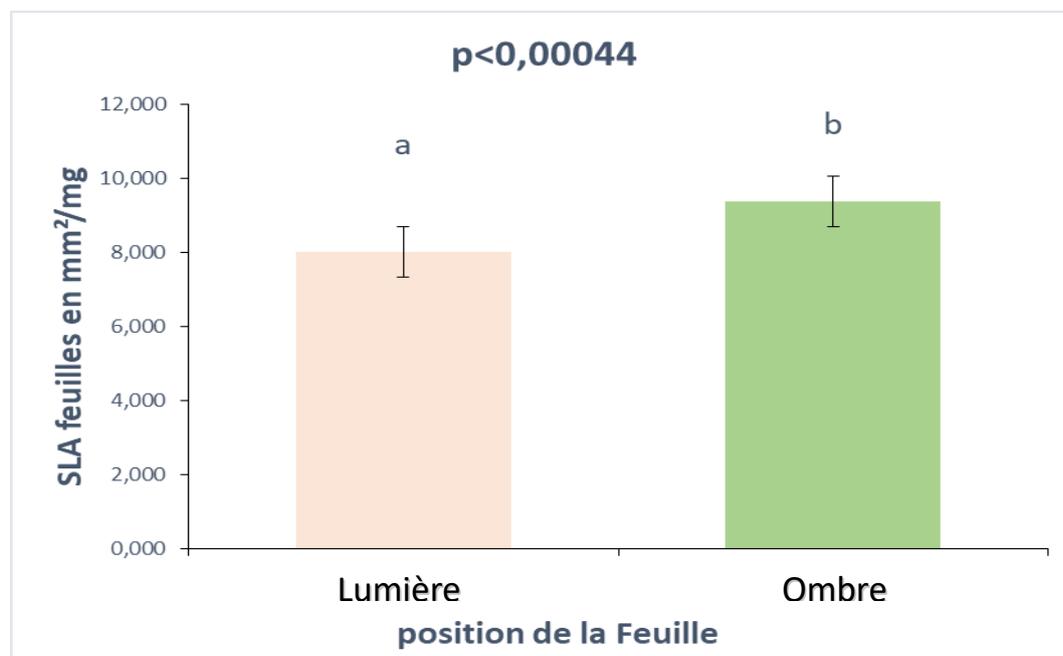


Figure 11 : SLA en fonction de la position de Feuille

Les lettres sur les graphes correspondent aux différences issues du test statistique et les barres aux barres d'erreur

Le test kruskal-wallis montre qu'il existe une différence significative ($p < 0,0001$) des SLA entre les différents sites. Le test de comparaison multiples par paire de Steel-Dwan-Critchlow-Fligner montre que les individus du site C2-L3 présentent la plus grande SLA ($9,9 \pm 2,7 \text{ mm}^2/\text{mg}$) suivi de les sites C2-L2 ($9,2 \pm 6,55 \text{ mm}^2/\text{mg}$), DSD ($8,3 \pm 2,9 \text{ mm}^2/\text{mg}$), DSS ($8,0 \pm 5,2 \text{ mm}^2/\text{mg}$), DND ($7,5 \pm 4,9 \text{ mm}^2/\text{mg}$) et C2-L4 ($7,5 \pm 1,9 \text{ mm}^2/\text{mg}$). Il y a une différence significative entre la SLA des individus des sites C2-L3 et Fété-Olé ($3,4 \pm 0,4 \text{ mm}^2/\text{mg}$) et C2-L1 ($4,947 \pm 1,937 \text{ mm}^2/\text{mg}$) qui ont les plus petites SLA. La SLA des individus du site C2-L1 n'est pas significativement différente des sites DNS, DND, C2-L2 (Figure 12).

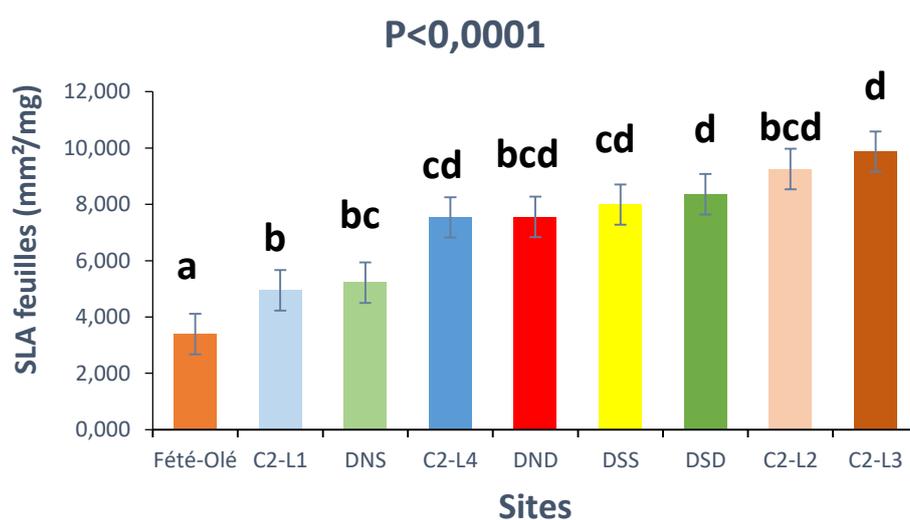


Figure 12 : SLA des espèces communes aux sites. .

Les lettres sur les graphes correspondent aux différences issues du test statistique et les barres aux barres d'erreur
 C2L1 ; C2L2 ; C2L3 ; C2L4 correspondent aux sites de Centre de Suivie Ecologique
 DNS= Dahra Nord Sommet ; DND=Dahra Sud Dépression ; DSS=Dahra Sud Sommet ; DSD= Dahra Sud Dépression.

Le test kruskal-wallis montre qu'il y a une différence significative ($p = 0,00037$) entre la SLA des individus en fonction de la topographie (dépression et sommet). La comparaison issue du

test indique la SLA est plus élevée en dépression ($8,5 \pm 5,3 \text{ mm}^2/\text{mg}$) qu'au sommet ($6,5 \pm 3,6 \text{ mm}^2/\text{mg}$) (Figure 13).

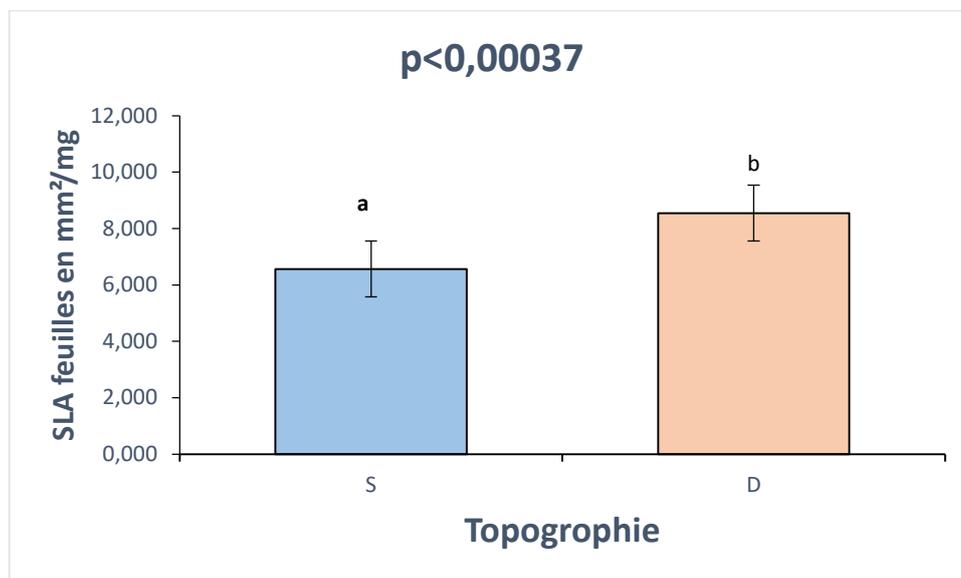


Figure 13 : SLA des espèces de Dahra en fonction de la topographie (sommet (S) et dépression (D)).

Les lettres sur les graphes correspondent aux différences issues du test statistique et les barres aux barres d'erreur

3.2 Discussion

3.2.1. Différence interspécifique de la SLA

Les analyses ont montré que la surface foliaire spécifique (SLA) varie d'une espèce à une autre. D'après Poupon, (1980) cette variation pourrait être expliquée par la différence de la taille des feuilles, en effet, au sein des feuilles simples il y a une variabilité d'épaisseur de même que pour les feuilles composées mais aussi de la teneur en eau des tissus de la feuille.

En plus, Meziane(1997) rapporte que SLA l'augmentation du pourcentage d'eau des feuilles augmente la SLA. Nos résultats sont similaires à ceux de Poupon (1980) qui a trouvé des SLA de *Grewia bicolor* ($9,3 \text{ mm}^2/\text{mg}$), *Guiera senegalensis* ($7,0 \text{ mm}^2/\text{mg}$), *Senegalia senegal* ($11,5 \text{ mm}^2/\text{mg}$), *Sclerocarya birrea* ($6,9 \text{ mm}^2/\text{mg}$), *Ziziphus mauritiana* ($9,6 \text{ mm}^2/\text{mg}$), *Boscia senegalensis* ($3,6 \text{ mm}^2/\text{mg}$). La SLA faible observée pour *Boscia senegalensis* pourrait être expliquée par son caractère sclérophylle. Selon Poupon (1980) et Reich (1993), les espèces sclérophylles ont des SLA faibles. Des arbustes comme *Guiera senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Senegalia senegal* ont des SLA élevées. Gong et Gao (2019) estiment que les SLA élevées sont pour les arbustes.

3.1.2. Influence des paramètres dendrométriques

La régression linéaire entre la SLA moyenne individu et les paramètres de croissance montrent une faible corrélation de la SLA et ces paramètres. Ceci pourrait être expliqué par le fait la SLA uniquement est insuffisante pour déterminer la croissance d'un individu. Ces résultats vont dans le même sens que les travaux de Umaña et Swenson, (2019) qui ont trouvé une faible relation entre traits et paramètres de croissance. Par contre, Liu et al. (2016) ont trouvé en zone subtropicale une forte corrélation en combinant la SLA et d'autres paramètres tels que la conductivité hydraulique spécifique au xylème, la densité stomatique.

3.1.3. Influence des facteurs environnementaux

Les résultats montrent que la SLA est faible pour les feuilles de lumière et élevé pour les feuilles d'ombre. Ceci pourrait être expliqué par une activité intense de photosynthèse pour les feuilles de lumière contrairement aux feuilles d'ombre. Ces résultats vont dans le même sens que les travaux de Meziane (1997) qui a travaillé sur la surface spécifique foliaire. Il a trouvé que la SLA a diminué de façon significative avec l'augmentation de la lumière.

Un effet significatif sur la SLA est noté en fonction des sites. La SLA des espèces communes (*Boscia senegalensis*, *Balanites aegyptiaca* et *Vachellia tortilis*) aux sites. Les plus petites SLA notées au niveau de Fété-Olé et C2-L1 pourraient être expliquées par le fait que ces sites se trouvent au nord gradient pluviométrique caractérisé par de faibles pluies ces résultats sont en face avec les propos de Pooter et al (2009) qui disent que le stress hydrique réduit la SLA. Par contre les SLA élevées observées dans les sites C2-L3, C2-L2 pourraient être expliquées par leur localisation dans le sud du gradient pluviométrique avec des quantités de pluies plus importantes que le nord Gong et Gao (2019) trouvent que la SLA est fortement liée avec la variation de la pluviométrie

La comparaison issue du test indique la SLA est plus élevée pour les individus localisés dans les dépressions que ceux de sommet. Cette situation pourrait être expliquée par la variation de la disponibilité en eau entre les éléments topographiques. En effet, il y a plus d'eau au niveau des dépressions. Ces résultats concordent ceux de Gong et Gao (2019) qui trouvent que la SLA est fortement colorée avec la variation d'altitude et la pluviométrie. Umaña et Swenson (2019) expliquent que les espèces en altitude élevée ont des SLA faibles.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les résultats indiquent une forte variabilité de SLA entre les différentes espèces et *Boscia senegalensis* a la SLA la plus petite par contre les SLA les plus grandes ont été enregistrées pour *Bauhinia rufescens* et *Adansonia digitata*. Pour les paramètres dendrométriques leur relation avec la SLA est faible avec un coefficient de détermination plus grand pour la Circonférence. Les facteurs environnementaux tels que la lumière, la pluviométrie et la topographie influencent la SLA. La SLA est influencée par la position de la feuille dans le houppier (feuille d'ombre ou de lumière) avec une SLA plus faible pour les feuilles de lumière que pour les feuilles d'ombre. Quant aux sites, Fété-Olé renferme la SLA la plus faible et la plus forte pour le site C2-L3. Pour la topographie, la SLA est plus élevée en dépression qu'à sommet. Toutefois, il serait intéressant de :

- renouveler cette expérience en prenant en compte d'autres facteurs comme la densité des stomates, la teneur en carbone ou azote et l'activité de la photosynthèse,
- associer également la SLA avec l'étude de la teneur en éléments nutritifs et eaux du sol et
- faire une étude de comparaison de SLA des espèces ligneuses du Ferlo des années 1970 et celles d'aujourd'hui en s'appuyant sur les herbiers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akpo L-E, Gaston. A et Grouzi. M.** 1995. “Structure Spécifique d’une Végétation Sahélienne. Cas de Wiidu Thiengoli (Ferlo,Sénégal).” In *Fonds Documentaire ORSTOM*, p39–52.
- Albergel J, Avenard J M, Blanc-Pamard C, Yvon C, Filleron JC, Gavaud M, Houndagba C.J, Zuéli KB, Yao K, Le Borgne J, Lericollais A ,Michel P Ndiaye P., Ousseïni I, Pomerleau C, Rouchouse CH, Rougerie G, Sournia G, Touré A.T et Valentin CH.** 1990. “Ouvrage.” In *La Dégradation Des Paysages En Afrique de l’ouest*,JF.RICHARD, 1er editio,p 313..
- Arbonnier M.**2009. “Arbres, Arbustes et Lianes Des Zones Sèches d’Afrique de l’Ouest,MNHN, troisième édition,paris, p20.
- Badiane M., Camara B., Ngom D. et Diedhiou M. A. A.** (2019). Perception communautaire des parcs agroforestiers traditionnels à *Faidherbia albida* (Del.) Chev. en Basse Casamance, Sénégal.*Afrique SCIENCE15(1) (2019) 214 – 226* ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
- Bakhoum A.** 2013. Thèse.“Dynamique Des Ressources Fourrageres : Indicateur De Resilience Des Parcours Communautaires De Tessekere Au Ferlo, (Nord-Sénégal),p 115.
- Bille J C.** 1977. Etude la production primaire nette d’un écosystème sahélien. Travaux et Doc. ORSTOM, n° 65, 1 carte hors texte, Paris, 82 p.
- Camara B., Sagna B., Ngom D., Niokane M. et Gomis Z. D.** (2017). Importance socioéconomique de *Elaeis guineensis* Jacq. (Palmier à huile) en Basse-Casamance (SÉNÉGAL).*European Scientific Journal* April 2017 edition Vol.13, No.12 ISSN: 1857 –7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. doi: 10.19044/esj.2017.v13n12p214 URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n12p214>.
- Cissé S.** 2016. Thèse.“Etude De La Variabilite Intra Saisonniere Des Precipitations Au Sahel: Impacts Sur La Vegetation (Cas Du Ferlo Au Sénégal),”p 160.
- Cornet A et Poupon H.** 1977. “Description Des Facteurs Du Milieu et de La Végétation Dans Cinq Parcelles Situées Le Long d ’ Un Gradient Climatique En Zone Sahelienne Au Senegal.” Extrait du *Bullelin de l’Instilu1 Foridamental d’iltrique Noire.Tome 39, série A, no 2, avril 1977Paru le IO auril i978* Dakar. IFAN. p 63.

- Cornelissen J H. C., Lavorel S., Garnier E., Díaz S., Buchmann N., Gurvich D E., Reich P B., Ter Steege H., Morgan H D., Van Der Heijden M G A., Pausas J G. and Poorter, H.** 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335–380. <https://doi.org/10.1071/BT02124>
- CSE/ROSELT/OSS**, 2002. Synthèse des études diagnostiques des sites de l’observatoire du Ferlo. Dakar, 10 p.
- Dendoncker M, Brandt M, Rasmussen K, Taugourdeau S et Fensholt , .** 2020. “50 Years of Woody Vegetation Changes in the Ferlo (Sénégal) Assessed by *High-Resolution Imagery and Field Surveys*,” p13.
- Diallo M D , saleh M M, Diallo A , Bassene C , Ndiaye O , Niang K, Diop A et Guisse A.** 2016. “ Caractérisation de La Variabilité Des Phénosphases de Cinq Espèces Végétales Sahéliennes Dans La Zone Nord Ferlo ,Sénégal.” *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 27 (2016) p117 - 135 27:
- Diouf M; Logbo J; Do F; and Akpo L E.** 2013. “Variations Topographiques de La Fructification d’une Espèce Ligneuse Fourragère, *Acacia Tortilis* (Forsk.) Au Ferlo, Nord-Sénégal.” *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6 (6) 4094–4107. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.19>, p 4094–4107.
- Diouf M;Logbo J; Do F; and Akpo L E.** 2013. “Déterminisme de La Feuillaison de *Acacia Tortilis* (Forsk .) Dans La Réserve Sylvo-Pastorale de Sogobé,Ferlo,Nord-Sénégal” *International Journal of Biological and Chemical Sciences*7(5), DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.27p> 2106-2116.
- Fournier C.** 1995. Fonctionnement de six espèces ligneuses coexistant -dans une savane sahélienne(region du ferlo ,nord -sénégal).Edited by . ORSTOM. PARIS.p165 .
- Garnier E et Navas M L.** 2013 Diversité fonctionnelle des plantes.chapitre 7 Diversité fonctionnelle et services des écosystèmes p 20
- Gong H et Gao J.** 2019. “Soil and climatic drivers of plant SLA (specific leaf area) ” *.Global Ecology and Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00696>.p 7.

- Houerou, H. N. Le.** 1980. "The Rangelands of the Sahel." *Journal of Range Management*(1): 2. <https://doi.org/10.2307/3898226>.p33.
- Kébenzikato A B., Wala K, Atakpama W, Dimobé K, Marra D, Agblésséssi YW K B, and Akpagana K .**2015. "Connaissances Ethnobotaniques Du Baobab (Adansonia Digitata L.) Au Togo." *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment* 19 (3): 247–61.
- Lavorel S et Garnier E** 2002 "Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits : revisiting the Holy Grail. British Ecological Society, *Functional Ecology*,16,p 545-556.
- Leclerc G et Sy O** 2015 Pastoralisme, modélisation, Ferlo, Transhumance, Sénégal : carte de localisation de la zone sylvopastorale du Sénégal (Ferlo) Figure 2 Cybergeo : *European Journal of Geography* p22.
- Liu X, Swenson N G., Lin , Mi X, Umana M ,Schmid Bet MA K.** 2016. "Linking individual--level functional traits to tree growth in a subtropical forest". *Ecology*97(March), p2396–2405.
- MEA.**2005 "Ecosystems and human well-being: Synthesis. ." *Island Press: Washington, DC*, 137 p.
- Medina E** 1984 Nutrient balance and physiological processes at the leaf level in: *Physiological ecology o plants of the wet tropics*. Medina E, Mooney HA, Vaquer-Yanes C(Eds.f) , La Hague.
- Meziane D.** 1997. "Vitesse Spécifique de Croissance et Modélisation de l'Effet Des Attributs Morphologiques, Physiologiques et d'allocation de Biomasse." p165
- Navas M L, Garnier E , violle C.** 2012. "Traits Fonctionnels : Concepts et Caractérisation Exemples Des Prairies .," p35.
- Ndiaye O.** 2013. Thèse "Caractéristiques Des Sols, de La Flore et de La Végétation Du Ferlo, Sénégal," 130.
- Ndiaye A, Ly M O and Diouf D.** 2019. "Fonctionnement Hydrique Du Baobab (Adansonia Digitata L .) En Moyenne et Haute Casamance (Sénégal)." *European Scientific Journal* January 15 (3). <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n3p292>.p292–312..
- Ndiaye O, Diallo A, Sagna M B, Guissé A** 2013" Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo" *Vertigo*(13)n3.<https://doi.org/10.4000>

- Ndiaye D, Sagna M.B, Talla R, Peiry J L and Guisse A.**2021 “ Sahelian Species in the Ferlo (North Senegal) : *Acacia tortilis* (Forsk) Hayn essp. *Raddiana* (Savi) Brenan, *Acacia senegal* (L.) Willd and *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. Open Journal of Ecology,11, 183-201. <https://doi.org/10.4236/oje.2021.112015>”.
- Ndong A T, Ndiaye O, Faye M N, Galop D, and Guissé A.** 2015. “Espèces Ligneuses Du Ferlo-Nord, Sénégal: État Actuel et Usage.” *Cahiers d’Outre-Mer*, no. 271. <https://doi.org/10.4000/com.7557.p401-22>.
- Ngom D, Charahabil M M, Sarr O, Bakhoum A, and Akpo L E.** 2014. “Perceptions Communautaires Sur Les Services Écosystémiques d ’ Approvisionnement Fournis Par Le Peuplement Ligneux de La Réserve de Biosphère Du Ferlo (Sénégal)”*VertigO* 14 (2): p18.
- Nock CA, Vogt RJ, Beisner BE.** 2016“Functional Traits.” In: eLS. John Wiley & Sons, Ltd.
- PI@nNet, 2014.** *Calotropis procera* (Aiton) WT Aiton, Arbre à soie (USA) consulté le 24 juin 2021 <https://identify.planet.org>
- PROTA, 2021 Description botanique du *Sclerocarya birrea* consulté le 24 juin 2021 <https://www.prota4u.org>.
- Poupon H.** 1980. *Structure et Dynamique de La Strade Ligneuse d’ Une Steppe Sahélienne Au Nord Du Sénègal*. Travaux et Document ORSTOM p359.
- Poupon H et Bille J C.** 1973. “ Recherches Ecologiques sur une Savane Sahienne du Ferlo Septentrional,Sénégal: Influence de la sécheresse de l’année 1972-1973 sur la Strate Ligneuse.” *ORSTOM*, P 49-72.
- REICH, P.B.** 1993. “Reconciling apparent discrepancies amongsnidies relating to life span,structure and function of leaves in contrashg plant life forms and climates” *.Func. Ecol.* 7 :721-725.
- Umaña N et Swenson N M.**2019.Intraspecific variation in traits and tree growth along an elevational gradient in a subtropical forest. *Oecologia*, 191, 153–164. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00442-019-04453-6>
- Violle C, Navas ML, Vile D, Kazakou E, and Fortunel C.** 2007 “Let The Concept of Trait Be Functional !, ”<https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.15559.x.p882-92>.

