

# Structure et dynamique de la végétation ligneuse des plantations de *Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone sylvopastorale : cas des plantations de Asiyla Gum Company dans la zone de Dahra, Ferlo.

Aly Diallo <sup>1\*</sup>, Ndiabou Faye<sup>2</sup>, Diara Sylla<sup>3</sup>, Moustapha Bassimbé Sagna, Eric Sylvain Badji, Ibrahima Kébé, Aliou Guissé

<sup>1</sup> Laboratoire d'Agroforesterie et d'Ecologie, Université Assane Seck de Ziguinchor, Diabir - Boîte postale : BP 523, Ziguinchor, Sénégal, .

<sup>2</sup> Laboratoire de Biologie végétale, Université Cheikh Anta Diop, Facultés des Sciences et Techniques, BP 5005, Dakar Fann, Sénégal BP 5005, Dakar Fann, Sénégal,

<sup>3</sup> Centre Suivi Ecologique, Fann résidence, Rue Léon Gontran Damas BP 15 532 ; Dakar, Sénégal.

\* Auteur correspondant : [aly.diallo@univ-zig.sn](mailto:aly.diallo@univ-zig.sn)

**Mots Clés** : ligneux, dynamique, structure, diversité, Ferlo.

**Key words**: woody plants, dynamics, structure, diversity, Ferlo.

Submitted 22/06/2023, Published online on 30/09/2023 in the [Journal of Animal and Plant Sciences \(J. Anim. Plant Sci.\) ISSN 2071 – 7024](#)

## 1 RESUME

La zone sahélienne du Sénégal (Ferlo) est affectée par la série de sécheresse des années 70-80 qui a conduit à la dégradation des ressources naturelles. Dès lors plusieurs plantations dont celles de *Aisyla Gum Company* ont été mises en place pour restaurer ou réhabiliter la végétation de cette zone. Cette étude avait pour but de déterminer la dynamique de couverture ligneuse mais aussi la structure actuelle, la composition spécifique et la régénération des peuplements ligneux. Les plantations de Ndothie 2001, Isra 1999, Boulal 2004 et Déaly 2005 ont fait l'objet de cette étude. Les images satellites Landsat de 2021, 2015 et 2007 de ces quatre plantations ont été téléchargées sur le site USGS earth explorer et traitées afin de d'évaluer la couverture ligneuse. Sur le terrain, les paramètres dendrométriques des peuplements ligneux ont été relevés. Une évolution progressive du taux de recouvrement de la végétation au sol est observée sur les différentes plantations de 2007 en 2021. Parmi les quatre plantations, celle de Ndothie renferme les taux de recouvrement de la végétation les plus importants. La flore ligneuse dans ces quatre plantations est riche de 12 espèces réparties en 10 genres et 8 familles. La plantation de Ndothie qui présente le fort taux de recouvrement aérien renferme la plus faible diversité floristique. Les espèces *Acacia senegal* (L.), *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam et *Balanites aegyptiaca* (L.) Del assurent la régénération de ces plantations. Les plus forts recouvrements, les gros individus et les forts taux régénérations ont été observés au niveau des bas-fonds. Ce qui prouve que la topographie joue un rôle important sur la structure et la distribution des ligneux.

## ABSTRACT

The Sahel zone of Senegal (Ferlo) was affected by a series of droughts in the 1970s and 1980s, which led to the degradation of natural resources. Since then, several plantations, including those of the *Aisyla Gum Company*, have been established to restore or rehabilitate the vegetation in this area. The aim of this study was to determine the dynamics of the woody cover, as well as the current structure, specific composition and regeneration of the woody stands. The plantations of Ndothie 2001, Isra 1999, Boulal 2004 and Déaly 2005 were studied. Landsat satellite images from 2021, 2015 and 2007 of these

four plantations were downloaded from the USGS Earth Explorer website and processed to assess the woody cover. In the field, dendrometric parameters of the woody stands were recorded. A gradual change in the rate of ground vegetation cover was observed in the different plantations from 2007 to 2021. Of the four plantations, Ndothie has the highest vegetation cover. The woody flora of these four plantations is rich with 12 species belonging to 10 genera and 8 families. The Ndothie plantation, which has the highest canopy cover, has the lowest plant diversity. The species *Acacia senegal* (L.), *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam and *Balanites aegyptiaca* (L.) Del ensure the regeneration of these plantations. The highest cover, the largest individuals and the highest regeneration rates were observed in the lowlands. This proves that topography plays an important role in the structure and distribution of woody plants.

## 2 INTRODUCTION

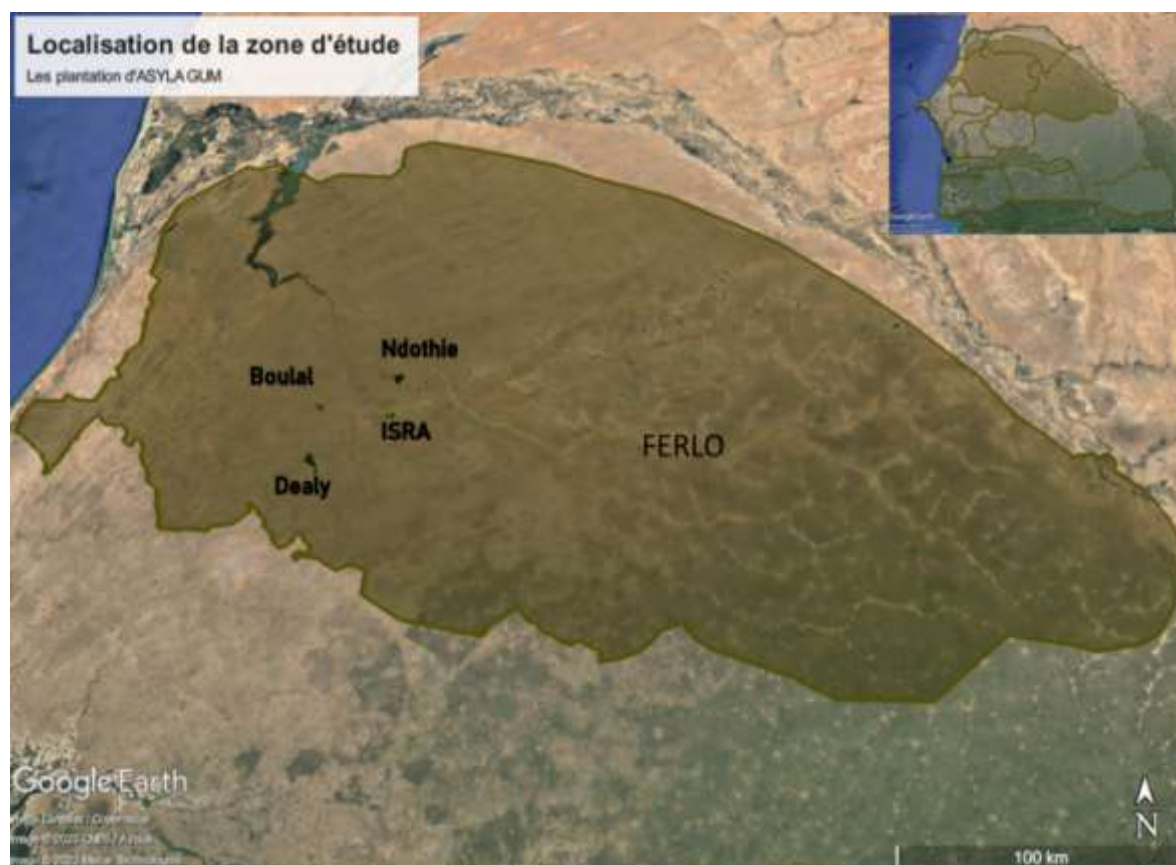
Le Ferlo, comme la plupart des zones semi-arides de l'Afrique occidentale, est affecté par les séries de sécheresses dont celles des années 70 et 80 avec de fortes variabilités spatio-temporelles des précipitations et de leur distribution. Ces perturbations ont, à elles seules, ou combinées à d'autres facteurs (anthropiques,...), engendré d'importantes fluctuations de la composition botanique et de la production végétale (Breman & Ridder, 1991) et conditionnent ainsi la dynamique des parcours sahéliens (Behnke & Scoones, 1993) (Ellis et al., 1993). Ces derniers, qui sont des écosystèmes naturels où coexistent une végétation herbacée continue et une strate ligneuse plus ou moins discontinue (Akpo et al., 2000), jouent un rôle économique important sur le plan agro-sylvo-pastoral. Ils offrent des biens et services aux populations locales à travers la cueillette, l'élevage, la pharmacopée et la disponibilité de matériaux de construction, assurant ainsi leur subsistance (Scoones, 1999). Ces pâturages naturels contribuent également au maintien de la biodiversité (Briemle & Elsässer, 1997) (Zdanowicz et al., 2005) et de la fertilité des sols (Cossée, 1999), à la protection des terres contre l'érosion (Briemle et Elsässer, 1997), à la régulation du climat à travers la séquestration du carbone dans les sols (Soussana et al., 2007, 2010). Ils constituent, à travers sa composante herbacée, la base de l'alimentation des ruminants domestiques (Grouzis, 1988 ; Grouzis et al., 1991 ; Akpo et al., 2003, Diop, 2007 ; Akpo, 1990, 1992 ; Ickowicz, 1995). En mi-saison sèche, la composante ligneuse prend le relais pour

assurer la fourniture en azote et en protéine aux animaux (Baumer, 1992 ; Guinko et al., 1989 ; Guinko, S., 1991 ; Ickowicz et al., 2005 ; Von Maydell, 1983) favorisant ainsi leur maintien et leur entretien pendant cette période. Au Sénégal dans sa zone sahélienne, les écosystèmes naturels subissant l'effet combiné de pression de toutes sortes, connaissent une dégradation qui se manifeste par une modification de sa structure (distribution horizontale, verticale, composition floristique, richesse et diversité spécifique de la végétation), de son fonctionnement (phytomasse) et des systèmes de production, accentuant ainsi la vulnérabilité des populations locales. Face à cette situation de nombreuses stratégies ont été mises en œuvre pour lutter contre la dégradation de ces écosystèmes. Dans cette recherche de stratégie, la société Asyla Gum Company, a réussi à planter depuis plus d'une dizaine d'années environ 15 000 ha individus de gommiers (*Acacia Sénégal*) dans la zone sylvo-pastorale. L'implantation de ces gommiers devraient assurer la protection et l'amélioration de ces sols. Par leur système racinaire ramifié, elles devraient protéger contre l'érosion éolienne et pluviale, stabiliser les dunes et contribuer à la fertilisation des sols et améliorer la qualité des pâturages. C'est dans ce cadre que cette étude s'est intéressée à l'étude des plantations de gommiers depuis leur mise en place. Il s'agit spécifiquement d'étudier la dynamique d'occupation des sols et celle de la végétation ligneuse dans plantations de gommiers.

### 3 MATERIEL ET METHODES

**3.1 Zone d'étude :** L'étude a été menée au Sénégal, dans sa zone sahélienne et sableuse précisément dans la station de Dahra (15° 20'N et 15° 28' O), localité située à environ 270 km au nord-est de Dakar et à 50 km. Dahra est une des communes du département de Linguère, région de Louga. Cette région fait partie intégrante de l'une des zones éco-géographiques du Sénégal dénommée la zone sylvo-pastorale ou Ferlo (Figure 1). Cette zone s'étend sur les régions de Saint-Louis, de Louga, Podor et de Matam et couvre une superficie qui varie notablement selon les auteurs soit de 56 269 km<sup>2</sup> (DEFCCS, 1999) soit environ 28 % du territoire national à 70 000 km<sup>2</sup> (CSE & ROSELT/OSS, 2002) ou 60 000 km<sup>2</sup> (Wane et al., 2006) de 56.269 km<sup>2</sup>. Le Ferlo est une zone où cohabitent différentes ethniques comme les Peuls, les Wolofs et les Maures mais on note une prédominance des Peuls (Ngom et al., 2012). Le relief de la zone d'étude est peu accidenté avec des sols subarides tropicaux et brun-rouge formés de matériaux sableux pauvres en argile (Ndiaye et al., 2013). L'étude a été effectuée dans les plantations d'*Asyala Gum*. Il s'agit des plantations : ISRA 1999 qui se situe dans le centre de recherche zootechnique de Dahra (CRZ) à une dizaine de kilomètres à l'est de la ville, Ndothie à environ 24 km au nord-est, Boulal à 20 km à l'ouest et Déaly à environ 45 km au Sud-Ouest (Figure 1). Le climat est de type sahélien, la température moyenne annuelle est de 28,6°C et les températures moyennes mensuelles minimale et maximale

sont respectivement de 24,4 °C (janvier) et 32,3 °C (mai) (Diallo, 2011). Depuis 1970, il y a une tendance à la hausse des températures de 0,1 à 1,8°C (CSE & ROSELT/OSS, 2002). Le régime pluviométrique se situe entre les isohyètes 100 et 500 mm. La pluviosité moyenne de la station de référence (Linguère) est de 282 mm, avec un coefficient de variation de 37%. Comme d'autres zones sahéliennes, Linguère se caractérise par un déficit pluviométrique particulièrement sévère depuis 1970 (CSE & ROSELT/OSS, 2002). Les pluies s'étendent en effet de juin à octobre dans l'année, on distingue classiquement deux périodes : une période sèche de sept à neuf mois (octobre à mai) et une saison des pluies de 3 à 5 mois. D'un point de vue phytogéographique, la végétation est sous la forme d'une steppe arbustive à arborée. C'est une formation mixte constituée d'arbres et d'arbustes épais, généralement épineux et d'un tapis discontinu d'espèces annuelles où dominant les graminées pendant la saison des pluies (Cissé et al., 2015). La strate arborée est marquée par la forte présence de *Balanites aegyptiaca* L. Del qui constitue parfois des peuplements mono-spécifiques, par la présence de *Acacia tortilis raddiana* Forst. et *Acacia senegal* L. alors que la strate arbustive est constituée de *Calotropis procera* Ait. et *Boscia senegalensis* Pers. Quant à la strate herbacée, les espèces telles que *Alysicarpus ovalifolius* Schumach. & Thonn. J. Léonard, *Aristida mutabilis* Trin. & Rupr, *Cenchrus bifloris* Roxb, *Digitaria horizontalis* Willd (Faye et al., 2020).



**Figure 1.** Localisation des plantations *d'AsyLa Gum*

**3.2 Cartographie de la dynamique spatio-temporelle de la végétation ligneuse :** Pour évaluer l'évolution du couvert ligneux dans les parcelles de reboisement, la couverture végétale fractionnée a été calculée pour les années 2007, 2015 et 2021. Elle correspond à la fraction du sol recouvert de végétation verte (Camacho et al., 2013). Il quantifie ainsi l'étendue spatiale de la végétation.

**3.2.1 Données satellitaires :** Des images satellites Landsat de 2021, 2015 et 2007 ont été téléchargées sur le site USGS earth explorer. Elles ont été acquises au mois de mai correspondant à la période sèche afin de minimiser la couverture herbacée. Ces images ont une résolution de 15 m et de 30 m respectivement. Les caractéristiques de ces images sont illustrées dans le tableau 1.

**Tableau 1.** Base de données spatiales

Image	Résolution (m)	Capteur	Spatial référence system	Source
2021	15	Thermal Capteur infrarouge (TIRS)	WGS 1984 UTM Zone 28N	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">EarthExplorer (usgs.gov)</a>
2015	15	Thermal Capteur infrarouge (TIRS)	WGS 1984 UTM Zone 28N	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">EarthExplorer (usgs.gov)</a>
2017	30	Thematic Mapper (TM)	WGS 1984 UTM Zone 28N	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">EarthExplorer (usgs.gov)</a>

**3.2.2 Évolution de la couverture ligneuse :** La production des cartes de pourcentage de la couverture ligneuse est organisée autour de trois axes : les

prétraitements, le calcul de l'indice de Végétation Normalisée (NDVI) et le calcul de la couverture végétale fractionnée.



**3.2.2.1 Les prétraitements :** Sur les images téléchargées sur le site de la LP DAAC un facteur d'échelle accessible a été appliqué à tous les produits pour obtenir les réflectances. Le package raster du logiciel R studio et les formules suivantes : Bande Image\*0,000275-0,2 ont été utilisés.

Plusieurs scènes ont été ensuite téléchargées puis assemblées à l'aide du logiciel Qgis. La mosaïque obtenue a été découpée afin de supprimer les pixels ne se retrouvant pas à l'intérieur des limites des 4 plantations. Cette opération a été réalisée avec le logiciel R studio. Les trois images téléchargées présentaient une résolution spatiale différente, un ré-échantillonnage de ces images à 30 m a été fait afin de pouvoir les superposer pour effectuer les traitements nécessaires.

**3.2.2.2 Calcul de l'indice de Végétation Normalisée (NDVI) :** Après prétraitement des images, le NDVI a été calculé pour chaque année comme le rapport entre les valeurs rouge (R) et proche infrarouge (NIR) avec le logiciel R studio :

$$(NIR - R) / (NIR + R)$$

Dans Landsat 4-7, NDVI = (Bande 4 – Bande 3) / (Bande 4 + Bande 3).

Dans Landsat 8, NDVI = (Bande 5 – Bande 4) / (Bande 5 + Bande 4).

Cet indice est particulièrement utilisé pour quantifier la verdure de la végétation et est utile pour comprendre sa densité et évaluer les changements au cours des années (Lagouarde et al., 1986; Hountondji et al., 2005; Marega et al., 2021).

**3.2.2.3 Calcul de la couverture végétale fractionnée :** Les valeurs de la couverture végétale ont été déduites de celles du NDVI selon la formule proposée par Bingfang et al., 2004 et Georganos et al., 2017 :

$$FVC = (NDVI - \min NDVI) / (\max NDVI - \min NDVI)^2$$

Pour chaque année, le taux de couverture ligneuse a été calculé et spatialisé à partir du logiciel Qgis. L'analyse de l'évolution de la couverture végétale a été faite en superposant les produits deux à deux (2021-2015, 2015-2007).

**3.3 Inventaire du peuplement ligneux sur le terrain :** Des quadrants de 0,25 ha (50 m de côté) ont été mis en place pour

l'inventaire du peuplement ligneux comme le préconise Boudet (1984) pour le peuplement sahélien. Une identification et un dénombrement systématique de tous les individus ont été faits pour déterminer la composition, la fréquence floristique et la densité des ligneux. Pour les individus adultes (individus dont le diamètre à la base est supérieur à 3,5 cm), les mesures du diamètre du tronc à la base (30 cm) et la hauteur totale ont été réalisées pour établir la structure. Pour avoir l'importance de la zone influencée par les arbres, nous avons mesuré les diamètres (Nord-Sud et Est-Ouest) du houppier.

**3.4 Analyse des données de terrain :** A partir des données de végétation obtenues, plusieurs paramètres floristiques et structuraux ont été déterminés :

✓ la richesse spécifique qui est évaluée à partir de la richesse spécifique totale (nombre total d'espèces que comportent le peuplement (Ramade, 2003)) et la richesse spécifique moyenne (nombre moyen d'espèces par relevé pour un échantillon donné).

✓ la fréquence de présence qui renseigne sur la distribution d'une espèce dans un peuplement. Elle peut être exprimée en valeur absolue ou en pourcentage (%). En %, elle est estimée par la formule suivante (Roberts-Pichette et Gillespie, 2002)

$$F = (Nri / Nr) * 100$$

F = fréquence de présence exprimée en pourcentage (%); Nri = nombre de relevés où l'on retrouve l'espèce i et Nr = nombre total de relevés.

✓ la densité qui est le nombre d'individus par unité de surface. Elle s'exprime en nombre d'individus/ha. Elle est calculée sous deux formes: la densité observée et la densité théorique.

✓ le recouvrement ou couvert aérien qui correspond à la proportion de la surface d'un échantillon occupée par la projection verticale au sol de la couronne d'un végétal. Il est exprimé en mètre carré par hectare (m<sup>2</sup>.ha.-1).

✓ la surface terrière qui désigne la proportion de la surface d'un échantillon occupée par l'aire d'ancrage (évaluée à la base) d'un arbre (Roberts-Pichette et Gillespie,

2002). Elle est ainsi exprimée en mètre carré par hectare ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ).

✓ l'indice de valeur d'importance des espèces (Importance Value Index : IVI) qui a été mis au point par (Curtis & McIntosh, 1950) comme étant la somme de la fréquence

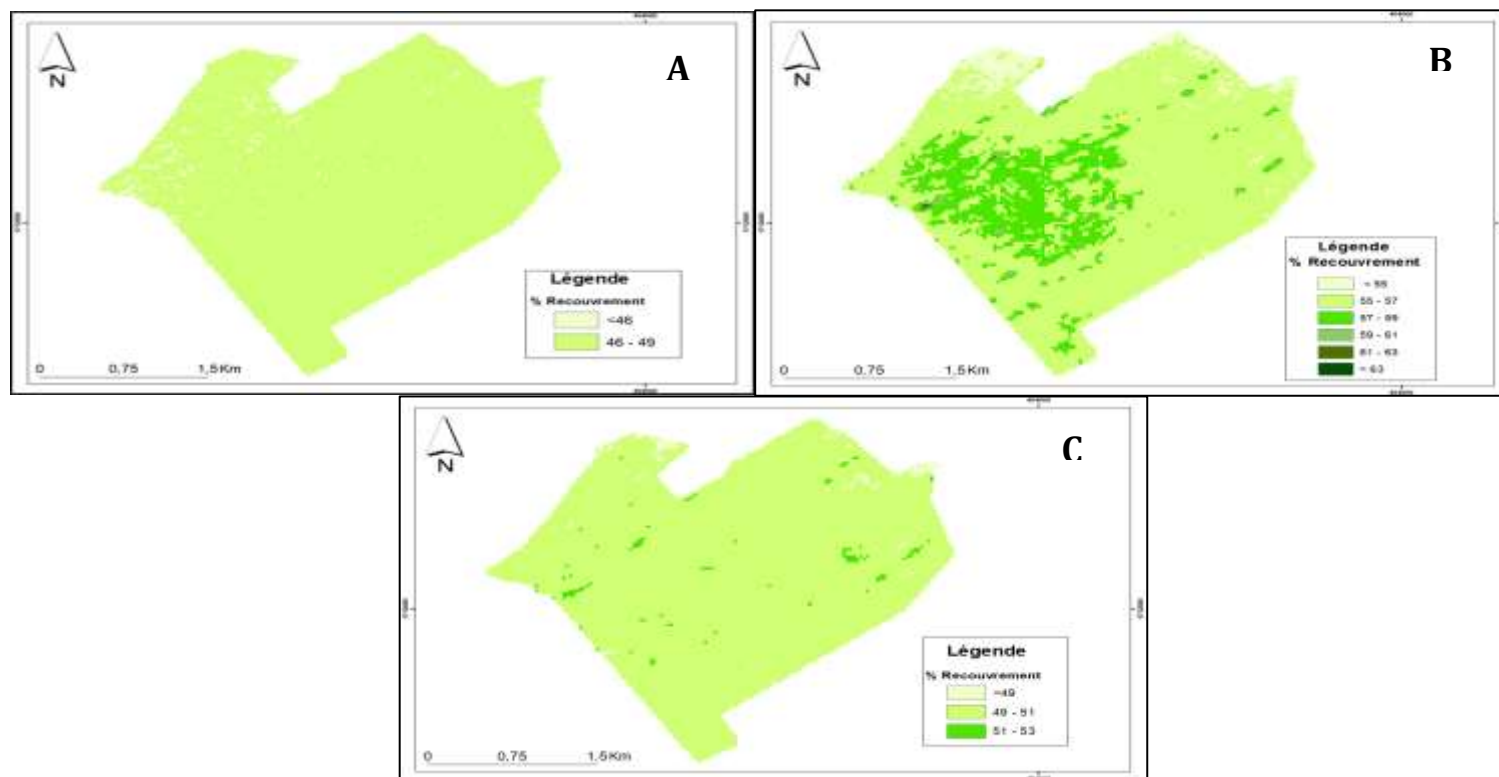
relative, la densité relative et la dominance relative.

✓ les structures (horizontale et verticale) du peuplement ligneux peuvent être appréciées en définissant des classes de grosseur et de tailles (diamètre et hauteur totale).

## 4 RESULTATS

**4.1 Dynamique spatio-temporelle de la végétation ligneuse :** Dans toutes les plantations, une évolution progressive du taux de recouvrement de la végétation a été observé. En effet, des 4 plantations, celle de Ndothie renferme les valeurs de recouvrement les plus importantes. Le taux de recouvrement de la plantation de Ndothie est passé de 46 %

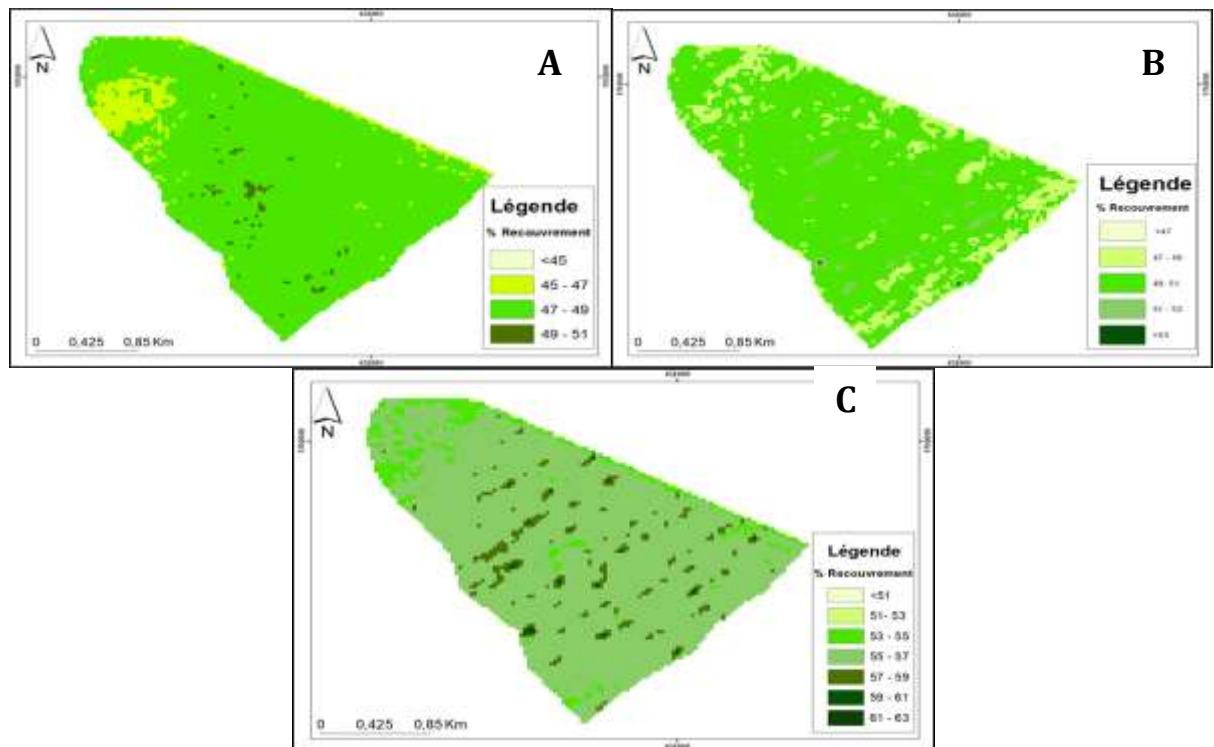
en 2007, à 53% en 2015 et à 63% en 2021 (figure 2A, 2B et 2C). Pour ces trois dates, les taux de couvert aérien les plus forts sont localisés au niveau des dépressions et dans la partie sud de la parcelle alors que les valeurs faibles sont enregistrées dans sa partie nord-ouest



**Figure 2 :** Évolution du taux de couvert ligneux dans la plantation de Ndothie en 2007 (A), en 2015 (B), en 2021 (C)

Les plantations de Boulal et de Déaly présentent des variations de taux de recouvrement aérien presque similaires de 51 % et de 52% en 2007 respectivement, à 63 % en 2021, et une forte différence au niveau de leur répartition spatiale. Dans la plantation de Boulal (figure 3A, 3B et 3C), les taux de

recouvrement les plus forts sont localisés dans la partie centrale au niveau des bas-fonds et les valeurs les plus faibles dans sa partie Nord-Ouest en 2021 et en 2007. En 2015 par contre, les plus faibles valeurs de recouvrement aérien sont localisées dans la partie Est.

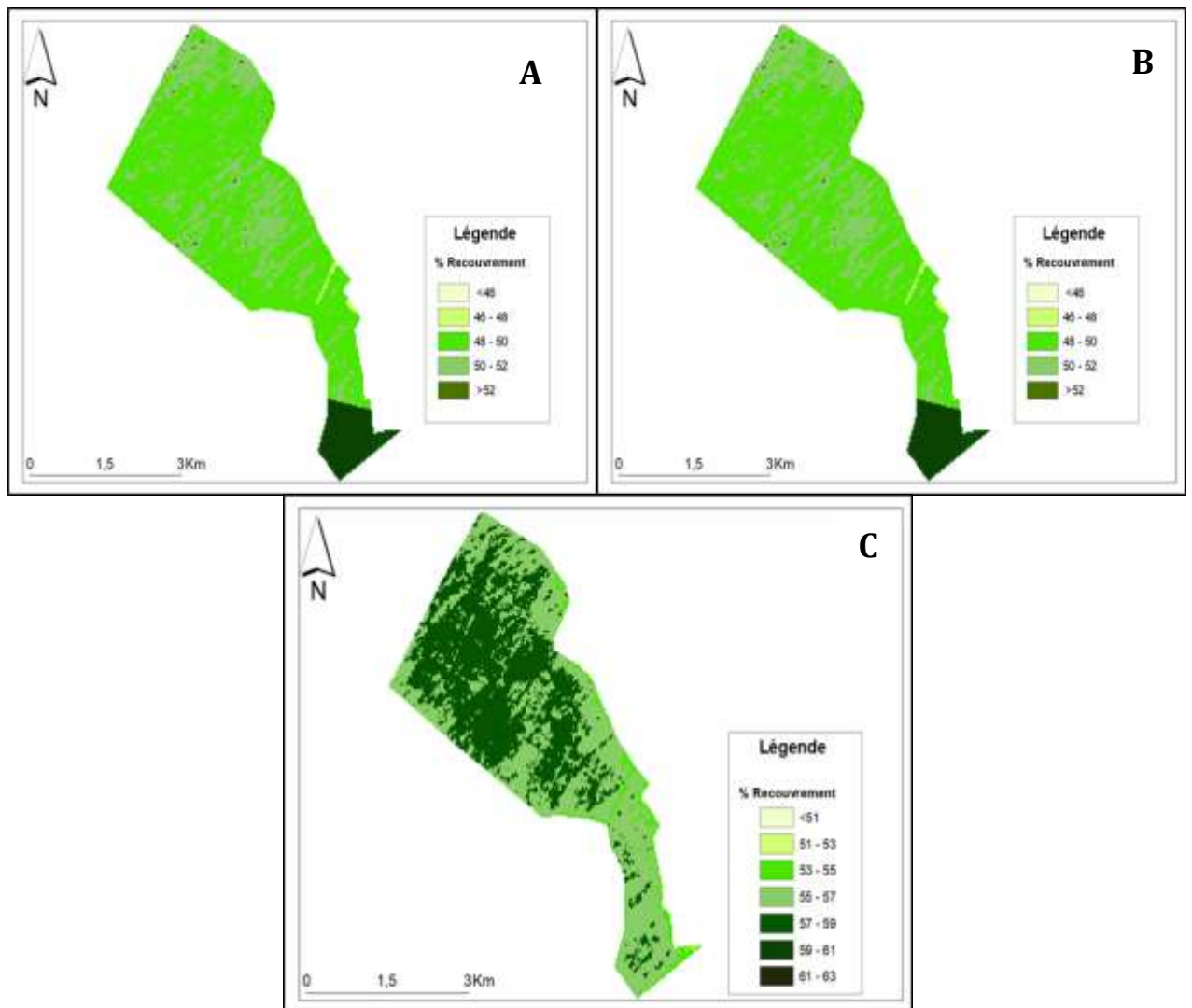


**Figure 3.** Evolution du taux de couvert ligneux dans la plantation de Boulal en 2007 (A), en 2015 (B), en 2021 (C)

Dans la plantation de Dealy (figure 4A, 4B et 4C), il est noté une forte hétérogénéité dans la répartition du taux de couverture liée à une

densité de ligneux plus importante au niveau des dépressions.





**Figure 4.** Évolution du taux de couvert ligneux dans la plantation de Dealy en 2007 (A), en 2015 (B), en 2021 (C)

La plantation de l'ISRA (figure 5) présente quant à elle des taux de recouvrement plus faible allant de 59 % en 2021 à 49 % en 2007.

Les valeurs les plus élevées se retrouvent au niveau des bas-fonds et les valeurs les plus faibles dans sa partie Sud et Sud-Est.

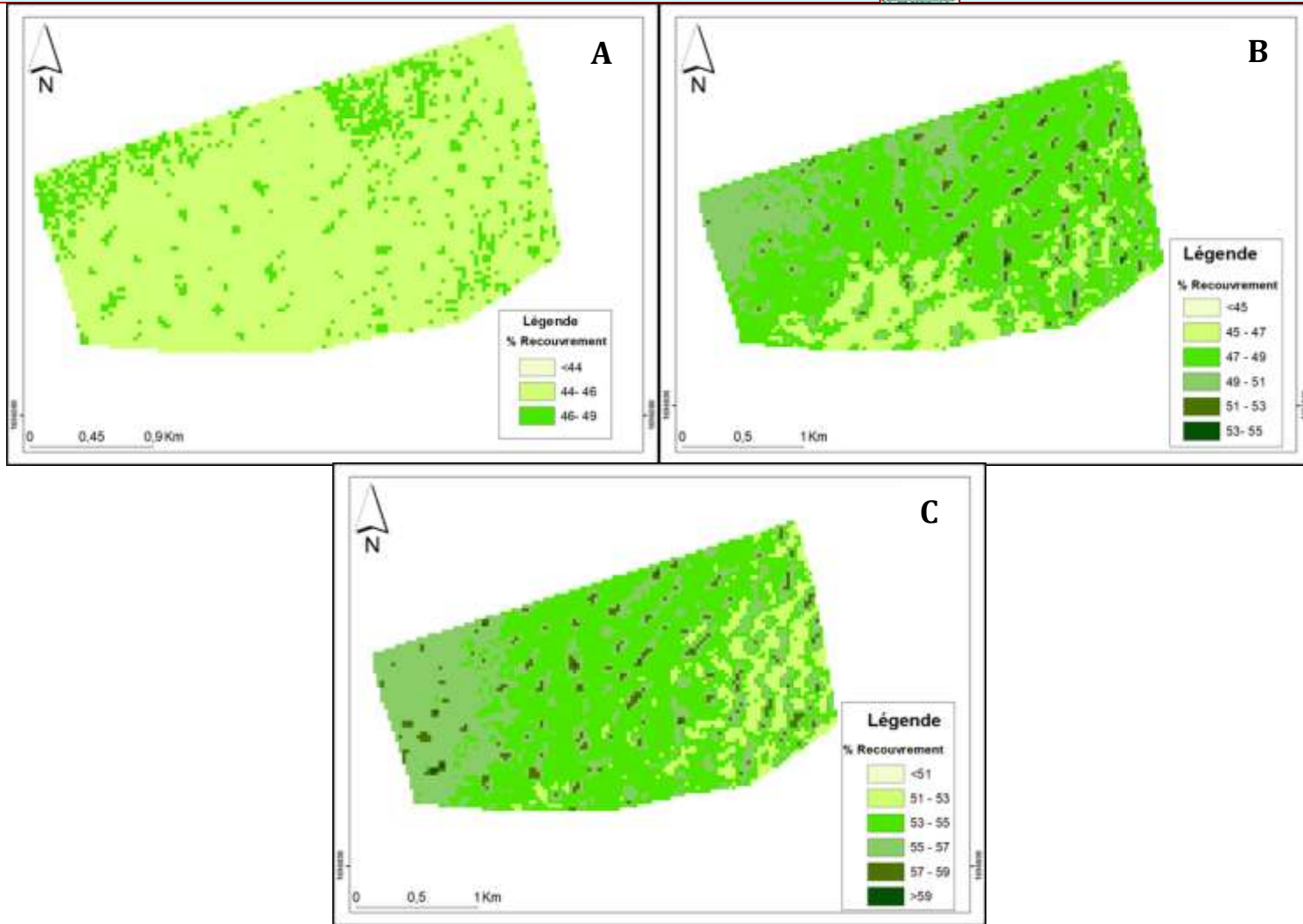


Figure 5. Evolution du taux de couvert ligneux dans la plantation d'ISRA en 2007 (A), en 2015 (B), en 2021 (C)

#### 4.2 Composition spécifique de la végétation ligneuse des plantations

**Richesse spécifique :** La richesse spécifique totale à l'échelle des quatre parcelles est de 12 espèces dont 10 genres et 8 familles. Elle varie de 7 espèces dans la plantation d'ISRA, de 3 espèces à Ndothie, de 6 espèces dans la plantation de Boulal et Dealy (tableau 2).

La richesse spécifique moyenne varie en fonction des parcelles. Elle est de 3,1 (espèces /relevé) en ISRA ; 2,4 à Ndothie ; 2,5 à Dealy et 2,6 à Boulal. Elle est en moyenne plus élevée dans la parcelle de l'ISRA 3,1 (espèces/relevé) que dans les autres parcelles 2,4 (espèces/relevé) à Ndothie ; 2,5 à Dealy et 2,6 à Boulal.

**Tableau 2.** Variation de la richesse spécifique dans les différentes parcelles

RICHESSSE SPECIFIQUE							
Familles	Genres	Espèces	Code	A	B	C	D
ASCLEPLADACEAE	<i>Leptadenia</i>	<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.)	<i>Leh</i>			+	
BALANTACEAE	<i>Balanites</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	<i>Baa</i>	+	+	+	+
CAESALPINIACEAE	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia rufescens</i> Lam	<i>Bar</i>				+
CAPPARIDACEAE	<i>Boscia</i>	<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.)	<i>Bos</i>	+			
COMBRETACEAE	<i>Anogeissus</i>	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.)	<i>Anl</i>				+
	<i>Combretum</i>	<i>Combretum glutinosum</i> perr. ex DC	<i>Cog</i>			+	+
MIMOSACEAE	<i>Acacia</i>	<i>Acacia senegal</i> (L.)	<i>Acs</i>	+	+	+	+
		<i>Acacia tortilis raddiana</i> (Forst.)	<i>Acr</i>	+	+	+	+
		<i>Acacia nilotica</i> (L.)	<i>Acn</i>	+			
	<i>Faidherbia</i>	<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A.Chev	<i>Faa</i>				+
RHAMNACEAE	<i>Zizyphus</i>	<i>Zizyphus micronota</i> Willd	<i>Zim</i>	+			
RUBIACEAE	<i>Feretia</i>	<i>Feretia apodanthera</i> Del.	<i>Fea</i>	+			
	<b>8</b>	<b>10</b>		<b>7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
			<b>Bas - Fond</b>	7	-	4	5
<b>Unités Topographiques</b>			<b>Versant</b>	-	-	5	2
			<b>Plateau</b>	4	3	3	3
			<b>RICHESSSE SPECIFQUE MOYENNE</b>	<b>3,1</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>
	<b>A : ISRA</b>	<b>B : Ndothie</b>	<b>C : Dealy</b>	<b>D : Boulal</b>			

**Fréquence spécifique :** Dans la zone d'étude, la flore est riche de 12 espèces avec des fréquences présences variables dans les différentes zones (tableau 3). L'examen du tableau montre que seulement l'espèce *Acacia senegal* est présente dans tous les relevés, c'est dire une fréquence de 100% dans toutes les zones. Une seule espèce (*Balanites aegyptiaca*) est présente dans les trois quart ( $\frac{3}{4}$ ) des relevés

des différentes plantations. Les espèces qui présentent les fréquences les plus faibles sont celles qui sont exclusives à une des quatre plantations. Ce sont les espèces telles que *Leptadenia hastata*, *Boscia senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Acacia nilotica*, *Zizyphus micronota* et *Feretia apodanthera* qui sont présentes que dans une seule plantation. Leur fréquence de présence est inférieure à 40%.

**Tableau 3.** Fréquences de présences des espèces ligneuses dans les différentes zones

Espèces	A	B	C	D
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.)	0	8,3	0	0
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	62,5	66,7	100	88,9
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam	0	0	0	11,1
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.)	75	0	0	0
<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.)	0	0	0	11,1
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC	0	8,3	0	11,1
<i>Acacia senegal</i> (L.)	100	100	100	100
<i>Acacia tortilis raddiana</i> (Forst.)	12,5	58,3	40	33,3
<i>Acacia nilotica</i> (L.)	37,5	0	0	0
<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A.Chev	0	8,3	0	0
<i>Zizyphus micronota</i> Willd	12,5	0	0	0
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	12,5	0	0	0

A : ISRA    B : Ndothie    C : Dealy    D : Boulal

**Importance écologique des espèces :**

L'analyse du tableau 4 révèle que les espèces prépondérantes, qui présentent des valeurs d'importance écologique les plus élevées sont

*Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca* et *Acacia tortilis raddiana* quel que soit la plantation. Ces trois espèces dominent le peuplement.

**Tableau 4.** Valeurs d'importance écologique des espèces ligneuse des quatre plantations

Code	A	B	C	D
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.)	0	0	1,31	0
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	23,9	28,61	24,85	29,1
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam	0	0	0	1,8
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.)	13,1	0	0	0
<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.)	0	0	0	3,4
<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC	0	0	2,02	3,2
<i>Acacia senegal</i> (L.)	44,2	64,65	57,29	52,6
<i>Acacia tortilis raddiana</i> (Forst.)	9,4	6,79	12,90	9,9
<i>Acacia nilotica</i> (L.)	5,7	0	0	0
<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A.Chev	0	0	1,6	0
<i>Zizyphus micronota</i> Willd	1,9	0	0	0
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	1,9	0	0	0
	<b>100,01</b>	<b>100,04</b>	<b>99,96</b>	<b>100,01</b>

A : ISRA    B : Ndothie    C : Dealy    D : Boulal

**4.3 Caractéristiques structurales des ligneux :** Les données de densité (réelle et théorique), de recouvrement aérien et de surface terrière des différentes plantations sont consignées dans le tableau 5. Les plantations étudiées ont des niveaux de densités réelles

différentes. La plus denses est celle de Boulal (251,8 inds/ha) suivi de celle de Dealy (241,3 inds/ha), Ndothie (225,8 inds/ha) et ISRA (178 inds/ha). La densité théorique est plus élevée que la densité observée quel que soit la plantation. Ce qui suggère une distribution

agrégative des ligneux dans les plantations.  
L'agrégation des ligneux serait plus accentuée  
dans la plantation d'ISRA (458,53 inds/ha).

**Tableau 5.** Paramètres structuraux de la végétation ligneuse

Paramètres Statistiques	Zone d'étude			
	A	B	C	D
Surface (ha)	0,5	0,31	0,75	0,56
Effectif (individus)	89	70	181	141
Dm entre arbres (m)	4,67	3,91	4,38	4,58
Densité théorique (ind/ha)	458,53	654,77	520,46	477,65
Densité réelle (ind/ha)	178,0	225,8	241,3	251,8
Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	3,53	2,49	3,3	4,1
Recouvrement aérien (%)	37,55	48,23	50,84	55,75

A : ISRA    B : Ndothie    C : Dealy    D : Boulal

Le taux de recouvrement varie en fonction des différentes plantations car sa valeur dépend fortement de la présence de grands arbres aux larges houppiers. Il est de beaucoup plus importante à Boulal (55,75%) suivi de Dealy (50,84%) puis de Ndothie (48,23%) et d'ISRA (37,55%). La surface terrière moyenne varie de 3,53 m<sup>2</sup>/ha dans la plantation de l'ISRA, à 2,49 m<sup>2</sup>/ha dans la plantation de Ndothie, à 3,3 m<sup>2</sup>/ha dans la plantation de Dealy et 4,1 m<sup>2</sup>/ha (plus élevée) dans la plantation de Boulal.

**4.4 Taux de régénération du peuplement et indice spécifique de régénération :** La régénération du peuplement a été évaluée par l'importance des jeunes plants (diamètre < 3,5 cm). Le taux de

régénération du varie fortement d'une plantation à l'autre, 35,97% à l'ISRA ; 20,45% à Ndothie ; 11,27% à Dealy et 20,79% à Boulal. L'importance de la régénération en fonction des différentes espèces est donnée par le calcul de l'indice spécifique de régénération (ISR) dans les 4 plantations (Tableau 6). L'examen du tableau 6 montre que *Balanites aegyptiaca* (plus de 39%) présente le meilleur potentiel de régénération quel que la plantation étudiée excepté ISRA où le potentiel de régénération de *Boscia senegalensis* domine fortement (60%). Hormis Boulal où on observe une absence de régénération de l'espèce *Acacia senegal*, elle est bien présente dans les autres plantations.

**Tableau 6.** Taux de régénération et Indice spécifique de régénération (ISR) en % dans les quatre plantations

INDICE SPECIQUE DE REGENERATION					
Espèces	Code	A	B	C	D
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.)	Leh	0	16,7	30,4	0
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Baa	14	77,8	39,1	78,4
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam	Bar	0	0	0	0
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.)	Bos	64	0	0	0
<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.)	Anl	0	0	0	0
<i>Combretum glutinosum</i> perr. ex DC	Cog	0	0	0	0
<i>Acacia senegal</i> (L.)	Acs	20	5,6	21,7	0
<i>Acacia tortilis raddiana</i> (Forst.)	Acr	0	0	8,7	21,6
<i>Acacia nilotica</i> (L.)	Acn	0	0	0	0
<i>Faidherbia albida</i> (Delile) A.Chev	Faa	0	0	0	0
<i>Zizyphus micronota</i> Willd	Zim	2	0	0	0
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	Fea	0	0	0	0



## TAUX DE REGENERATION

36 20,5 11,3 20,8

A : ISRA B : Ndothie C : Dealy D : Boulal

**4.5 Distribution des ligneux selon la grosseur et la taille :** La structure du peuplement ligneux a été établie par la distribution des ligneux en classe de hauteur et en classe de diamètre à 1,30 m dans les différentes plantations.

✓ **Distribution selon la grosseur :** Dans l'ensemble des plantations, le diamètre des ligneux inventoriés est compris entre 3,5 cm et 50,4 cm. La distribution des arbres selon

les classes de diamètre (Figure 6) montre que la structure des peuplements est similaire dans les différentes plantations. En effet, il y a une distribution asymétrique droite caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. Plus de 70% des individus à ISRA ont un diamètre inférieur à 15 cm ; 80% des individus à Ndothie ; 60% des individus à Dealy ainsi que la zone de Boulal.

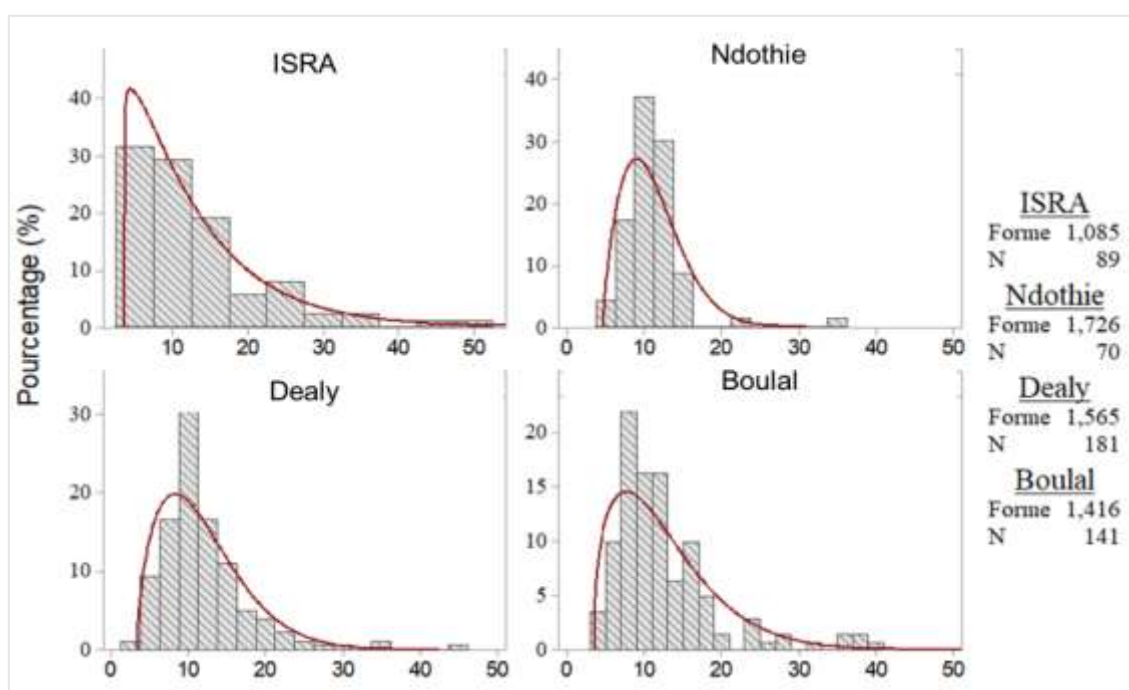


Figure 6. Distribution des ligneux par classe de diamètres à 130 cm

✓ **Distribution selon la taille :** La distribution des arbres dans les différentes plantations selon les classes de hauteur (Figure 7) est asymétrique droite mais elle est

caractérisée par la présence des individus inférieure à 10 m de hauteur. Les individus ayant une hauteur comprise entre 3 et 5 m sont les mieux représentés aussi bien dans les 4 plantations.

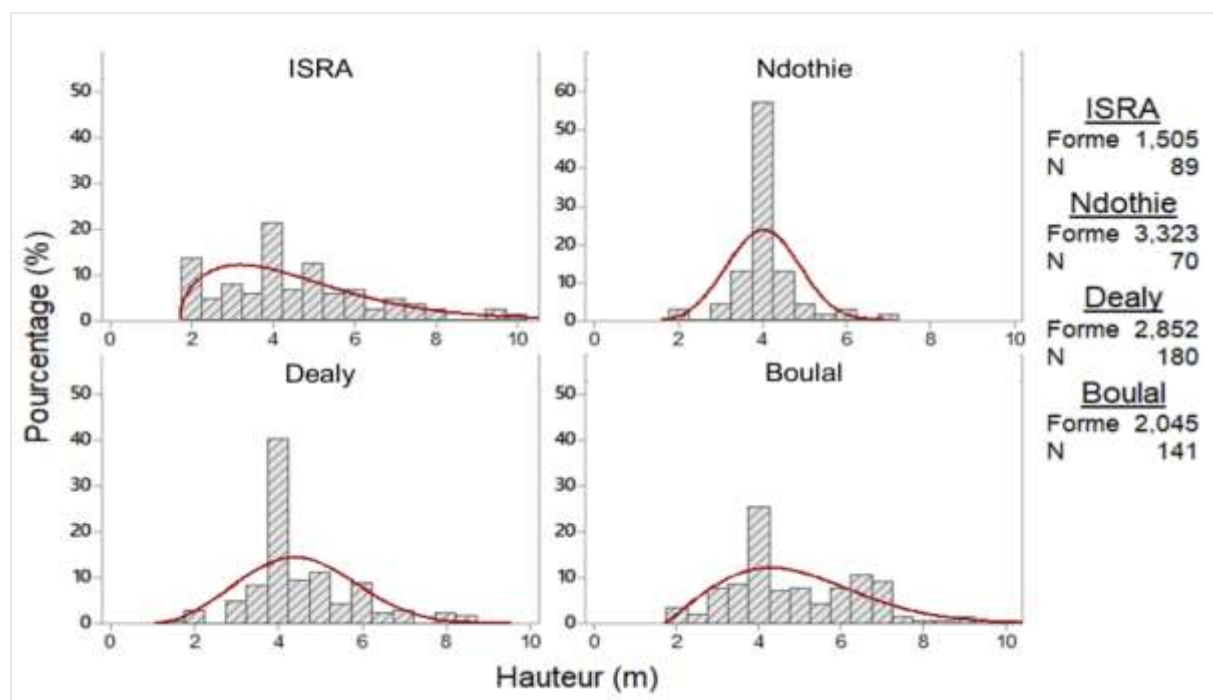


Figure 7. Distribution des ligneux par classe de hauteurs totales

## 5 DISCUSSION

Ce travail, sur l'étude de la dynamique des peuplements ligneux dans les plantations d'*Azyla Gum* au Ferlo (Nord-Sénégal) a révélé une évolution progressive du taux de recouvrement de la végétation au sol de 2007 en 2021. Cela peut être expliqué par leur répartition en fonction du gradient pluviométrique, de la densité, des types de sol ainsi que la mise en défunt. En effet, les zones clôturées évoluent naturellement avec l'absence de perturbation (ici le pâturage) et l'action anthropique qui y est très faible (Faye, Diallo, Sagna, et al., 2020). La plantation de Ndothie renferme les taux de recouvrement de la végétation les plus importants. Ce qui peut être dû par sa proximité avec la vallée du fleuve, à une forte densité de ligneux, ou encore à la présence d'espèces à forte couronne (Diallo et al., 2011). Quant aux plantations de Boulal et de Déaly, une évolution similaire de taux de recouvrement aérien entre 2007 et 2021 est observée sur les images aériennes. La répartition spatiale du taux de couverture végétale se fait de manière hétérogène puisque le recouvrement aérien de la végétation est beaucoup plus important au niveau des dépressions (bas-fonds). Au niveau des dunes et des plateaux, les individus sont

épars ou disséminés. Cela peut s'expliquer par les conditions du milieu qui sont défavorables et les actions anthropiques (Cornet & Poupon, 1978). Il faut noter que les dépressions présentent les conditions favorables et contribuent à l'installation de la végétation ligneuse dans la zone sahélienne (Dendoncker et al., 2020). De la même manière, au niveau de la plantation de l'ISRA, le taux de recouvrement est beaucoup plus important dans les bas-fonds. Ce taux de recouvrement est beaucoup plus faible par rapport aux autres plantations en 2021. Cela peut être expliqué par la présence d'une activité anthropique tout autour de la parcelle qui compromettrait le bon développement des ligneux dans cette zone. En ce qui concerne la richesse spécifique du peuplement ligneux, la richesse spécifique totale à l'échelle des quatre parcelles est de 12 espèces réparties dans 10 genres et 8 familles. La plantation d'ISRA est beaucoup plus riche en termes de diversité spécifique avec 7 espèces rencontrées. Cette diversité floristique est beaucoup plus importante dans les plantations où les bas-fonds existent. D'ailleurs l'essentiel des espèces provient de ces bas-fonds. Bien qu'on note une forte dominance de *Acacia senegal* et de *Balanites aegyptiaca* sur

l'ensemble des unités topographiques. Il faut noter que les plantations sont réputées à la production de la gomme d'où le reboisement de l'espèce *Acacia senegal* et la disparition des autres espèces. Malgré que la plantation de Douthie renferme le plus grand taux de recouvrement aérien sur les images satellitaires, elle a la plus faible diversité spécifique avec 3 espèces et la plus faible richesse spécifique moyenne 2,4. Il faut noter que la plantation Douthie est une parcelle dépourvue de dépressions et que la diversité floristique est beaucoup plus importante dans les plantations où les bas-fonds existent. Ces zones renferment les sols les plus riches (Faye, et al., 2020). En plus l'essentiel des espèces provient des bas-fonds. *Acacia senegal* et *Balanites aegyptiaca* restent les espèces dominantes sur l'ensemble des unités topographiques. Mis à part ces deux espèces, les autres telle que *Leptadenia hastata*, *Boscia senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Acacia nilotica*, *Zizyphus micronota* et *Feretia apodanthera* sont exclusives à une des quatre plantations. Ces deux espèces ont des valeurs d'importance écologique les plus élevées et dominent le peuplement des quatre plantations. La strate arborée dans le Ferlo est marquée par la forte présence de *Balanites aegyptiaca* ((L.) Del.) qui constitue parfois des peuplements mono-spécifiques, par la présence d'*Acacia tortilis raddiana* (Forst.) et d'*Acacia senegal* (L.) (Diallo et al., 2011 ; Bakhoum, 2013 ; Faye, et al., 2020). La densité réelle, le taux de recouvrement ainsi que la surface terrière sont beaucoup plus faibles dans la plantation de l'ISRA (178 inds/ha ; 37,55% et 3,53 m<sup>2</sup>/ha) où on note des activités anthropiques. Ces paramètres sont beaucoup

## 6 CONCLUSION

Cette étude sur la dynamique de la végétation ligneuse des plantations d'*Asylo Gum Company* au Ferlo a démontré l'importance de la reforestation dans l'amélioration de la structure des écosystèmes. Les résultats obtenus ont montré une évolution progressive de la couverture ligneuse dans les plantations de gommiers. Une diversité floristique plus importante dans les zones basses et une forte régénération des jeunes plants des ligneux tels

plus importants dans la plantation de Boulal (251,8 inds/ha ; 55,75% et 4,1 m<sup>2</sup>/ha) où il y a la présence de plusieurs bas-fonds. Pourtant la plantation de l'ISRA renferme le plus fort taux de régénération (35,97%). Cette n'est pas totalement protégée. Ce qui entraîne la divagation des animaux et la présence d'autres graines. L'espèce qui régénère plus dans les plantations est *Balanites aegyptiaca* (plus de 39%), excepté la plantation de l'ISRA où *Boscia senegalensis* domine fortement (60%). Les jeunes plants des ligneux tels que *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* sont résistants aux contraintes du milieu car ils parviennent à survivre après la saison des pluies (Diallo et al., 2011). Ces résultats corroborent ceux de Floret et Pontanier, 1984 sur la forte adaptabilité des espèces aux conditions de sécheresse. En effet, ces auteurs stipulent qu'une modification de la flore dans le sens d'une invasion d'espèces considérées comme désertiques est possible suite à une augmentation rapide de l'érosion (donc de l'aridité) à plus grande échelle. La présence des espèces comme *Calotropis procera* et *Balanites aegyptiaca* dans certaines zones traduit un état de dégradation poussée du milieu (White, 1986 ; Ozer et al., 2007). Ces plantations sont dominées par des individus de faibles diamètres (de 70% des individus à ISRA ont un diamètre inférieure à 15 cm ; 80% des individus à Ndothie ; 60% des individus à Dealy ainsi que la zone de Boulal). De la même manière, les individus ayant une faible hauteur (comprise entre 3 et 5 m) sont les mieux représentés aussi bien dans les 4 plantations. Ces résultats prouvent que ces quatre plantations sont peuplées par des arbustes.

que *Boscia senegalensis* et *Balanites aegyptiaca* qui sont résistants aux contraintes du milieu ont été observées. La structure des peuplements ligneux dans ces plantations est fortement liée à la topographie et à la disponibilité de l'eau. Il serait intéressant de poursuivre les études en évaluant la qualité de production de la gomme ainsi leur apport socio-économique de la population locale.

## 7 REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du Labex DRIHM, programme «

Investissements d'avenir » portant la référence ANR-11-LABX-0010.

## 8 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akpo LE, Grouzis M, Bada F, Pontanier R et Floret C: 2000. Effet du couvert ligneux sur la structure de la végétation herbacée de jachères soudaniennes. *Science et Changements Planétaires / Sécheresse*, 10(4), 253–261.
- Bakhom A: 2013. *Dynamique des ressources fourragères : indicateur de résilience des parcours communautaires de TESSEKERE AU FERLO, (NORD-SENEGAL)* [Biologie, Productions et Pathologies Animales]. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR.
- Behnke RHJ & Scoones I: 1993. *Range Ecology at Disequilibrium. New Models of Natural Variability and Pastoral Adaptation in African Savannas* (Overseas Development Institute). IIED. <https://www.soumbala.com/range-ecology-at-disequilibrium-new-models-of-natural-variability-and-pastoral-adaptation-in-african-savannas.html>
- Bingfang W, Miaomiao L, Changzhen Y, Weifeng Z & Changzhen Y: 2004. Developing method of vegetation fraction estimation by remote sensing for soil loss equation: A case in the Upper Basin of Miyun Reservoir. *IGARSS 2004. 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 6, 4352–4355 vol.6. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2004.1370101>
- Boudet G: 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Manuels et précis d'élevage 4, Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Maisons-Alfort, France, 266 p.
- Breman H & Ridder Nde: 1991. *Manuel sur les pâturages des pays sahéliens*. ACCT [u.a.].
- Briemle G & Elsässer M: 1997. *The functions of grassland*. 75, 272–290.
- Camacho F, Cernicharo J, Lacaze R, Baret F & Weiss M: 2013. GEOV1: LAI, FAPAR essential climate variables and FCOVER global time series capitalizing over existing products. Part 2: Validation and intercomparison with reference products. *Remote Sensing of Environment*, 137, 310–329. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.02.030>
- Cissé S, Eymard L, Ndione JA & Gaye AT: 2015. *Analyse statistique des relations pluie-végétation au ferlo (Sénégal)*. 307–312.
- Cornet A & Poupon, H: 1978. Description des facteurs du milieu et de la végétation dans cinq parcelles situées le long d'un gradient climatique en zone sahélienne au Sénégal. *Bull. IFAN*, 39(2), 241–302.
- CSE & ROSELT/OSS: 2002. *Caractérisation des sols de l'observatoire du Ferlo (Sénégal)*. (p. 10).
- Curtis JT & McIntosh RP: 1950. The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters. *Ecology*, 31(3), 434–455. <https://doi.org/10.2307/1931497>
- Dendoncker M, Brandt M, Rasmussen K, Taugourdeau S, Fensholt R, Tucker CJ & Vincke C: 2020. 50 years of woody vegetation changes in the Ferlo (Senegal) assessed by high-resolution imagery and field surveys. *Regional Environmental Change*, 20(4), 137. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01724-4>
- Diallo A: 2011. *Caractérisation de la végétation et des sols dans les plantations d'acacia senegal (l.) willd dans la zone de dabra—Sud ferlo sableux* [PHYSIOLOGIE & PATHOLOGIE VÉGÉTALES].



- UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA  
DIOPE DE DAKAR.
- Diallo A, Ngom Faye M & Guisse A: 2011. Structure des peuplements ligneux dans les plantations d'Acacia senegal (L.) Willd dans la zone de Dahra (Ferlo, Sénégal). *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, 66(4), 415–428. <https://doi.org/10.3406/revec.2011.1609>
- Faye N, Diallo A, Sagna MB, Sarr O, Talla R, Badji ES, Peiry JL & Guisse A: 2020. Répartition spatiale de la végétation herbacée autour des mares temporaires: Influence des facteurs anthropiques et topographiques à WIDOU THIENGOLY (Ferlo, Nord-Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(6), 2077–2093. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i6.12>
- Faye N, Diallo MD, Peiry JL, Diallo A & Guisse A: 2020. Influence of Anthropic and Topographic Factors on the Physicochemical Properties of the Soil around Temporary Pools in Ferlo, North Senegal. *International Journal of Plant & Soil Science*, 26–40. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2020/v32i730302>
- Floret C & Pontanier R: 1984. Aridité climatique, aridité édaphique. *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 131(2–4), 265–275. <https://doi.org/10.1080/01811789.1984.10826667>
- Georganos S, Abdi AM, Tenenbaum DE & Kalogirou S: 2017. Examining the NDVI-rainfall relationship in the semi-arid Sahel using geographically weighted regression. *Journal of Arid Environments*, 146, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.06.004>
- Hountondji YC, Nicolas J, Sokpon N & Ozer P: 2005. Mise en évidence de la résilience de la végétation sahélienne par télédétection basse résolution au Niger à la suite d'épisodes de sécheresse. *Belgeo*, 4, 499–516. <https://doi.org/10.4000/belgeo.12245>
- Lagouarde JP, Seguin B, Clinet S, Gandia S & Kerr Y: 1986. Intérêt de l'indice de végétation des satellites NOAA-AVHRR pour le suivi des cultures (résultats d'une étude dans la basse vallée du Rhône). *Agronomie*, 6(10), 949–954. <https://doi.org/10.1051/agro:19861011>
- Marega O, Emeterio JLS, Fall A & Andrieu J: 2021. Cartographie par télédétection des variations spatio-temporelles de la couverture végétale spontanée face à la variabilité pluviométrique au Sahel: Approche multiscalaire. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement, Volume 16*, Volume 16. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.11977>
- Ndiaye O, Diallo A, Sagna SM & Guissé A: 2013. Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal. *Vertigo*, 13(3), 1–2. <https://doi.org/10.4000/vertigo.14352>
- Ngom D, Bakhom A, Diatta S & Akpo LE: 2012. Qualité pastorale des ressources herbagères de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord-Sénégal). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(1), 186–201. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i1.17>
- Ozer P, Gassani J, Hountondji YC, Niang AJ & Ambouta K: 2007. La désertification est-elle en recul au Sahel? *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 293, 23–28. <https://doi.org/10.19182/bft2007.293.a20338>
- Ramade F: 2003. *Éléments d'écologie. Ecologie fondamentale* (Dunod). <https://www.decitre.fr/livres/elements-d-ecologie-9782100068371.html>
- Scoones I: 1999. New Ecology and the Social Sciences: What Prospects for a Fruitful Engagement? *Annual Review of Anthropology*, 28(1), 479–507. <https://doi.org/10.1146/annurev.ant.28.1.479>



- Wane A, Ancey V & Grosdidier B: 2006. Les unités pastorales du Sahel sénégalais, outils de gestion de l'élevage et des espaces pastoraux: Projet durable ou projet de développement durable? *Développement durable et territoires, Dossier 8*, 19. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.3292>
- White F: 1986. *La végétation de l'Afrique: Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique* Unesco-AETFAT-UNSO. ORSTOM : Unesco.