

III- RESULTATS ET DISCUSSIONS

1 Analyse globale de la flore ligneuse du Ferlo sableux nord

1.1 Spectre taxonomique

La structure de la flore ligneuse dans la zone nord du ferlo est consignée dans le tableau 1. Cette présente étude révèle que cette flore est riche de 25 espèces ligneuses réparties dans 19 genres et 10 familles. Les familles les plus représentées sont les *Fabaceae*, les *Combretaceae*, les *Capparaceae*, les *Apocynaceae* et les *Malvaceae*. Toutes les autres familles rencontrées sont représentées que par une seule espèce. Le genre *Acacia* est le plus représenté dans cette flore. Toutes les espèces rencontrées sont des dicotylédones. Comparé aux résultats de Diouf *et al.*, (2002) qui ont travaillé au ferlo plus précisément dans sa parties nord. Ces derniers ont répertoriés 11 espèces réparties dans 9 genres et 8 familles, et à ceux de Ndiaye *et al.*, (2015) qui a fait une étude comparée de la végétation de 1964 à 2011 dans le CRZ de Dahra avec 18 espèces réparties dans 12 genres et 10 familles. De même comparée aux travaux de Niang *et al.*, (2014) qui ont travaillé sur la « Flore et structure de la végétation ligneuse le long de la Grande Muraille Verte au Ferlo, nord Sénégal », les résultats sont quasi-similaires. Cette dernière, avait répertoriée 20 espèces appartenant à 18 genres et 12 familles.

Tableau 1 : structure de la flore ligneuse dans la zone sableuse nord du ferlo

Classes	Familles		Genres		Espèces	
	Nombre	proportion	Nombre	proportion	Nombre	Proportion
Dicotylédones	10	100	19	100	25	100
Monocotylédones	00	00	00	00	00	00
Total	10	00	19	100	25	100

Le tableau 2 illustre la répartition par familles des espèces répertoriées. Les résultats montrent que cette flore est dominée par deux familles que sont les *Fabaceae* (32,00%) et les *Combretaceae* (20,00%). Elles regroupent plus de la moitié des espèces soit 52,00% de la totalité des espèces. Trois familles sont relativement bien représentées, il s'agit des *Capparaceae* (12,00%), *Apocynaceae* (8,00%), *Malvaceae* (8,00%) soit un total de 28,00%.

Les autres familles restantes (*Anacardiaceae*, *Burseraceae*, *Rhamnaceae*, *Rubiaceae* et *Zygophyllaceae*) sont très peu représentées avec 4% chacune.

Ces résultats sont similaires à ceux de Niang et al., (2014) et Ndong et al., (2015) qui avaient montré que les *Fabaceae*, les *Combretaceae* et les *Apocynaceae* sont les familles les plus représentées dans le Ferlo nord.

Tableau 2: Répartition par familles des espèces répertoriées

Espèces	Nombres d'espèces	Proportion (%)
<i>Fabaceae(D)</i>	8	32
<i>Combretaceae(D)</i>	5	20
<i>Capparaceae(D)</i>	3	12
<i>Apocynaceae(D)</i>	2	8
<i>Malvaceae(D)</i>	2	8
<i>Anacardiaceae(D)</i>	1	4
<i>Burseraceae(D)</i>	1	4
<i>Rhamnaceae(D)</i>	1	4
<i>Rubiaceae(D)</i>	1	4
<i>Zygophyllaceae(D)</i>	1	4
Total	25	100

1.2 Spectre chorologique

La répartition géographique des espèces est consignée dans le tableau 3. Il ressort de cette analyse que la flore est dominée par les espèces Africaines (Af) soit environ 68% de la totalité des espèces répertoriées. Quant aux espèces Afro-asiatiques (As) et Afro-malgaches asiatiques (Mas), elles sont assez représentées dans le ferlo avec respectivement 12% et 8% alors que les espèces Pantropicales (Pan), Afro-américaines asiatiques et (AmAs) Afro-asiatiques australiennes (Asu) sont faiblement représentent avec chacune 4% des espèces recensées.

Tableau 3: Répartition géographiques des espèces recensées

Affinités Biogéographiques	Nombre d'espèces	Proportion (%)
Africaines (Af)	17	68,00

Affinités Biogéographiques	Nombre d'espèces	Proportion (%)
Afro-asiatiques (As)	3	12,00
Afro-malgaches asiatiques (Mas)	2	8,00
Pantropicales(Pan)	1	4,00
Afro-américaines asiatiques (AmAs)	1	4,00
Afro-asiatiques australiennes (Asu)	1	4,00
Total	25	100,00

1.3 Spectre biologique

Le tableau 4 indique les types biologiques des espèces recensées dans le ferlo nord. Il apparaît que toutes les espèces rencontrées sont des phanerophytes. Il ressort de l'analyse du tableau que les espèces recensées sont dominées par les Microphanérophytes avec 64% de la totalité des espèces. Quant aux Mésophanerophytes, elles représentent 32% des espèces répertoriées. La présence des phanerophytes grimpantes est notée mais avec un pourcentage faible (4%). Cette présente étude révèle l'absence de Mégaphanérophytes et de Nanophanérophytes dans le Ferlo sableux nord.

Dans la zone, l'ensemble des études réalisées montre une dominance des Microphanérophytes et une absence des Mégaphanérophytes (Diallo *et al*, 2012 ; Ndiaye, 2013; Fall, 2014 et Fall, 2017).La prédominance des Microphanérophytes (2 à 10m) s'explique par la dominance de la strate abusive dans la zone.

Tableau 4 : répartitions des espèces en fonction des types biologiques

Types biologiques	Nombre d'espèces	Proportions %
Microphanérophytes	16	64,00
Mésophanerophytes	8	32,00
Phanerophytes lianescentes	1	4,00

Types biologiques	Nombre d'espèces	Proportions %
Mégaphanérophytes	0	0,00
Nanophanérophytes	0	0,00
Total	25	100,00

2. Dynamique de la flore

Le tableau 5 illustre la richesse spécifique en fonction des années d'étude.

L'analyse des résultats montre que le nombre d'espèces varie faiblement en fonction des années. Ainsi, il est passé de 17 à 19 espèces de 1991 à 2017. Comparées aux années 1991, 2010 et 2017 où respectivement 17, 16 et 19 espèces ont été répertoriées, l'année 2000 est marquée par une baisse considérable du nombre d'espèces recensées.

Tableau 5 : Richesse spécifique en fonction des années d'étude

Familles	Espèces	1991	2000	2007	2017	TB	RG
Anacardiaceae	<i>Sclerocarya birrea</i> (A. RICH.) Hochet	+	+	+	+	p	Af
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W. T. Aiton	+	+	+	+	P	AmAs
	<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forssk.) Decne.	+	-	-	+	P	As
Burseraceae	<i>Commiphora africana</i> (A. Rich.) Engl.	+	-	-	+	P	Af
Capparaceae	<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. ex Poir.	-	+	+	+	P	Af
	<i>Cadaba farinosa</i> Forssk.	-	-	+	+	P	Af
	<i>Capparis decidua</i> (Forssk.) Edgew.	-	-	+	+	P	As
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) Guill. & Perr.	+	-	-	-	P	Af
	<i>Combretum aculeatum</i> Vent.	+	-	-	-	P	Af
	<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	+	+	+	+	P	Pan
	<i>Combretum micranthum</i> G. Don	+	+	+	+	P	Af

Familles	Espèces	1991	2000	2007	2017	TB	RG
	<i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel.	+	+	+	+	P	Af
	<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	-	-	-	+	P	Af
	<i>Dalbergia melanoxylon</i> Guill. & Perr.	-	-	+	-	P	Asu
	<i>Pterocarpus lucens</i> Lepr. ex Guill. & Perr. luc	-	-	-	+	P	Af
Fabaceae	<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex DC.	-	-	-	+	P	Af
	<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Delile	-	-	+	-	P	Mas
	<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd. var. <i>senegal</i>	+	+	+	+	P	Mas
	<i>Acacia seyal</i> Delile	+	-	+	+	P	Af
	<i>Acacia tortilis</i> var. <i>raddiana</i>	+	+	+	+	P	Af
Malvaceae	<i>Grewia bicolor</i> Juss.	+	-	+	+	P	Af
	<i>Sterculia setigera</i> Delile	+	-	-	-	P	Af
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam	+	+	+	+	P	Af
Rubiaceae	<i>Feretia apodanthera</i> Delile	+	-	-	-	P	Af
	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile	+	+	+	+	p	As
Zygophyllaceae	<i>Delile</i>						
Total		17	10	16	19		

TB : Type Biologique

RG : Répartition Géographique

Le tableau 6 montre la ressemblance floristique entre les années 1991, 2000, 2010 et 2017. Les résultats ont montré une ressemblance floristique en fonction des années d'étude ($C_s \geq 60$). Toutefois, il est à noter qu'il y a une forte ressemblance entre 2010 et 2017 avec une valeur de C_s égale à 82,23.

Tableau 6 : Ressemblance floristique annuelle

Année	1991	2000	2010	2017
1991	100			
2000	51,85	100		
2010	66,66	78,57	100	
2017	60,6	75,86	82,23	100

✓ **Distribution des espèces selon l'analyse factorielle de correspondance (AFC)**

Une analyse de la flore par la méthode de l'AFC laisse apparaître une certaine ressemblance floristique entre les années. Ainsi, neuf (9) espèces soit 36% de l'ensemble des espèces rencontrées sont retrouvées à la fois dans les quatre (4) années d'études. Parmi celle-ci nous pouvons citer entre autre *Balanites aegyptiaca*, *Calotropis procera*, *acacia tortilis var. raddiana* etc. cependant, certaines espèces sont spécifiques à des années.

Les espèces telles que *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum aculeatum*, *Sterculia setigera* et *Feretia apodanthera* n'ont été rencontrées qu'en 1991 alors que *Dalbergia melanoxylon*, *Acacia nilotica*, *Bauhinia rufescens* et *Pterocarpus lucens*, *Acacia macrostachya* sont respectivement spécifiques aux années 2010 et 2017.

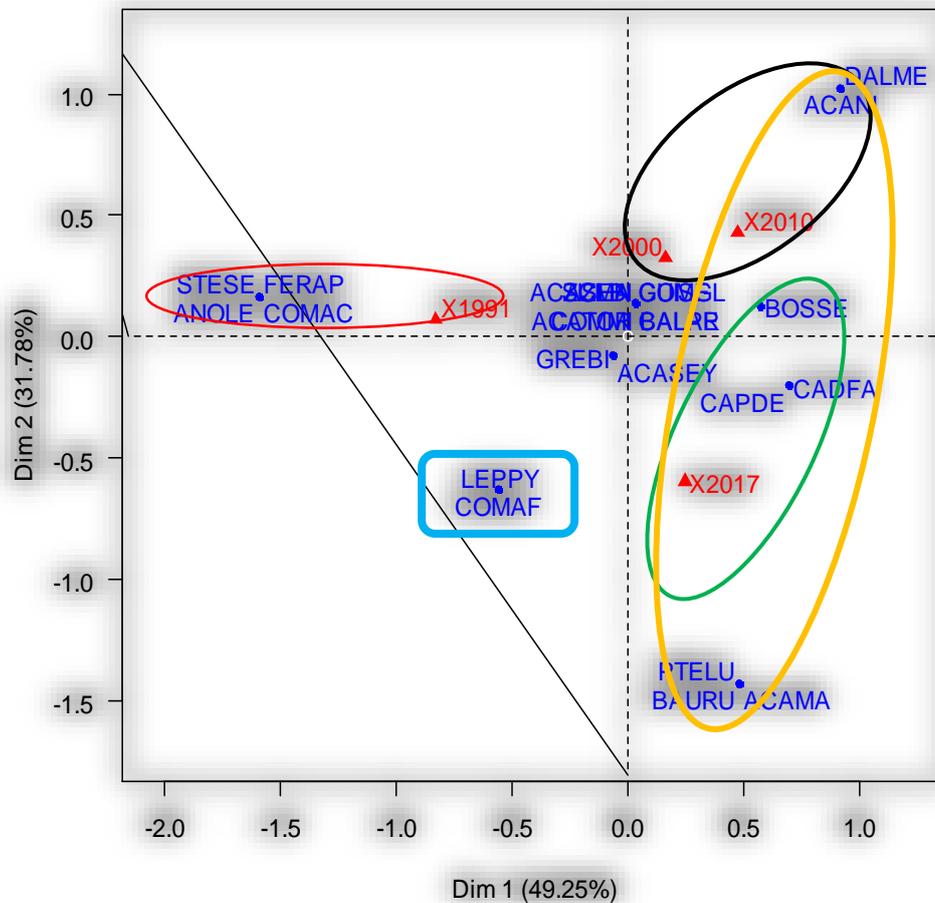


Figure 2 : Répartition des espèces selon l'analyse factorielle de correspondance (AFC)

3. Dynamique de la végétation dans la zone sableuse nord du Ferlo

3.1 Structure horizontale du peuplement suivant les années

La figure 3 illustre l'évolution des diamètres du peuplement ligneux du ferlo sableux en 1991, 2000, 2010 et 2017. A l'exception de l'année 2000, où les individus de diamètres supérieurs ou égaux à 30 cm sont absents, les individus sont distribués dans toutes les classes de diamètres. En 1991 et en 2000, près de 80 % des individus ont un diamètre inférieur à 20 cm alors qu'en 2010 et 2017, 85,80 % des individus sont de grosseurs supérieures à 20 cm. La forte présence des individus de petits diamètres montre que le peuplement est jeune. Ces résultats sont en accord avec ceux de Niang *et al.*, (2014) qui ont montré une forte régénération à Widou qui correspond au site C2L2 de notre étude. Ils ont montré qu'au nord du ferlo, 60% des individus ont des circonférences inférieures à 50 cm. Cette répartition montre que la structure horizontale du peuplement est hétérogène. Le nombre faible des individus de grands diamètres s'explique

par un faible recrutement des individus de petits diamètres qui sont souvent éliminés soit par les coupes soit par les feux de brousses très fréquents dans la zone d'étude (Ngom *et al.*, 2009) où bien exploité pour le charbon de bois (Akpo & Grouzis, 1996).

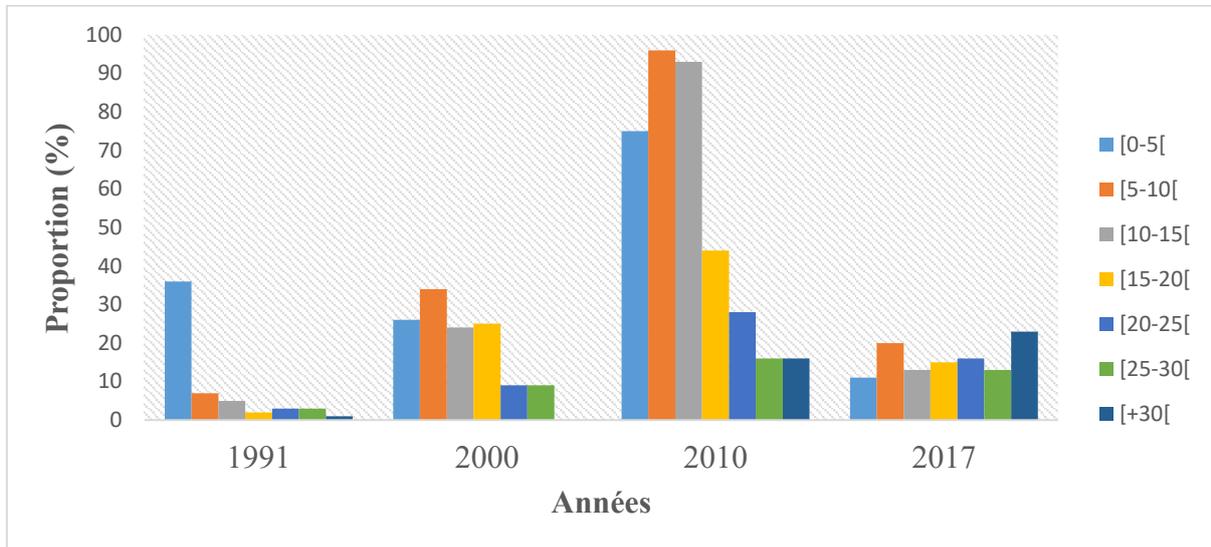


Figure 3: Distribution des individus selon les classes de diamètre (cm) et les années

L'évolution des diamètres des différentes espèces répertoriées dans la zone sableuse nord du Ferlo est consignée dans la figure 4. Les résultats ont montré que la plupart des espèces ont augmenté de diamètre en 1991 et 2017 avec une valeur moyenne de 5cm tous les 10 ans.

En effet, *Balanites aegyptiaca* contrairement aux autres espèces, est représenté dans toutes les classes de diamètres. *Sclerocarya birrea*, apparait comme l'espèce qui a le plus grand diamètre dans la zone avec une valeur moyenne supérieur à 20cm, par ailleurs elle n'est pas représentée dans les petites classes. Les espèces *Calotropis procera* et *Commiphora africana* se caractérisent par des individus de petits diamètres (≤ 15 cm).

L'absence des individus d' *Acacia tortilis* dans les classes de grosses diamètre serait due à une utilisation de l'espèce comme fourrage à l'état jeune. En raison des multiples usages et de son importance dans l'économie rurale notamment en Afrique (Bille & Loesel, 2000). les gousses, les feuilles et et les jeunes rameaux de cette espèce ont une grande valeurs forragères (Grouzis, 2003). L'espèce est utilisée également dans la medecine, sa gomme est utilisée pour soigner les maux de ventre, les blessures, les brûlures et l'écorce réduit en poudre est efficace pour la cicatrisation des plaies (Larribaud, 1952).

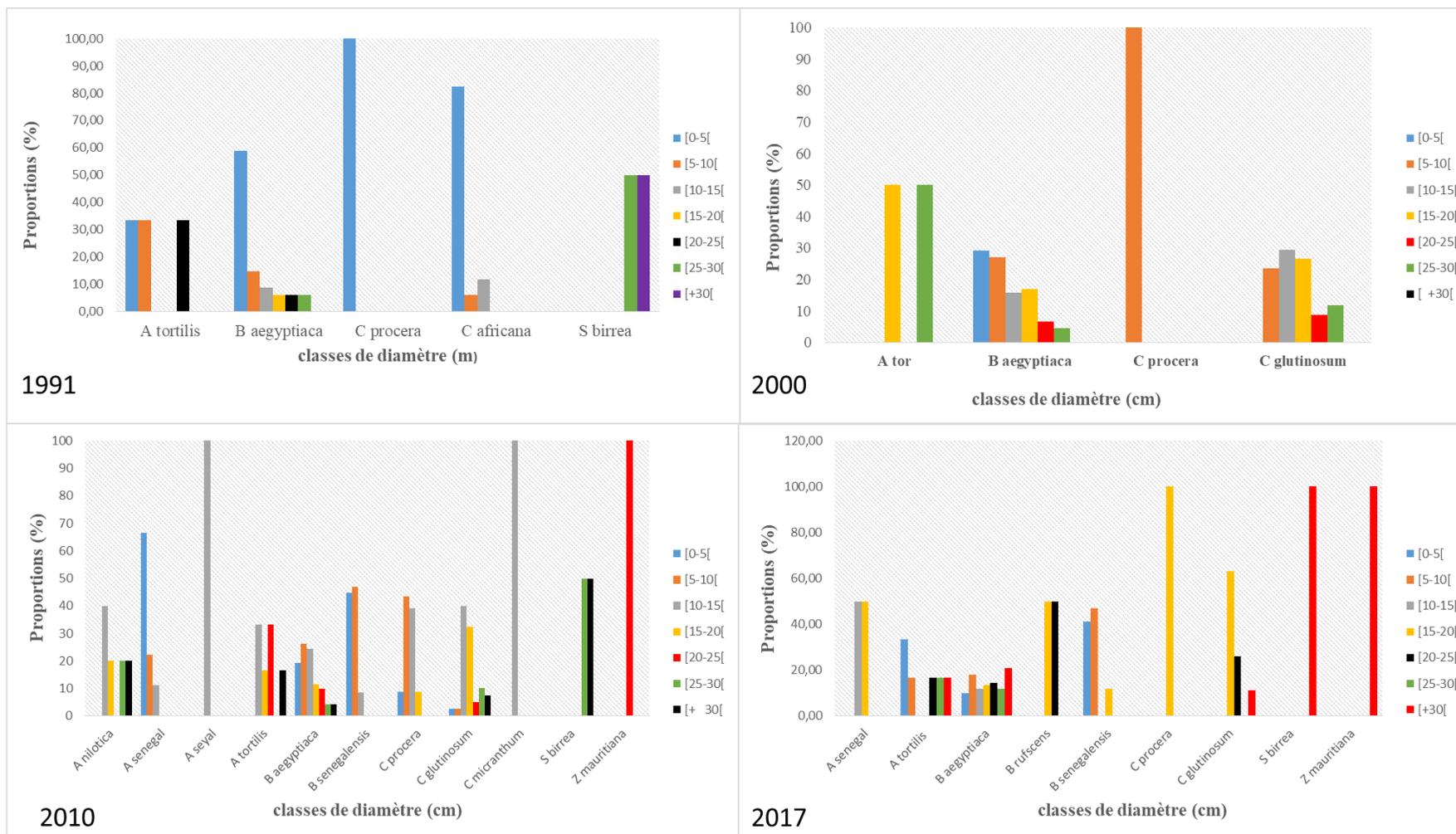


Figure 4: Répartition des espèces en fonction des classes de diamètres en 1991, 2000, 2010 et 2017

3.2 Structure verticale du peuplement suivant les années

La structure verticale est évaluée à partir de la distribution selon la hauteur des individus du peuplement. Environ plus de 50% des individus de la zone ont une hauteur inférieure à 6m tandis que moins de 15% seulement dépassent 8m de hauteur. La distribution selon la hauteur du peuplement montre une structure verticale hétérogène. Ces résultats sont similaires à ceux de Diouf *et al.*, (2002) qui ont montré que la plupart des espèces ligneuses sont dans la strate inférieure (inférieure à 5m de hauteur) dans laquelle la pression anthropique et les aléas climatiques empêchent les individus issus de régénération, de se développer et de se dégager de la strate arbustive. Ces résultats corroborent également ceux de Ndong *et al.*, (2015) qui montre une prédominance de la strate arbustive au niveau du peuplement ligneux de la végétation du Ferlo.

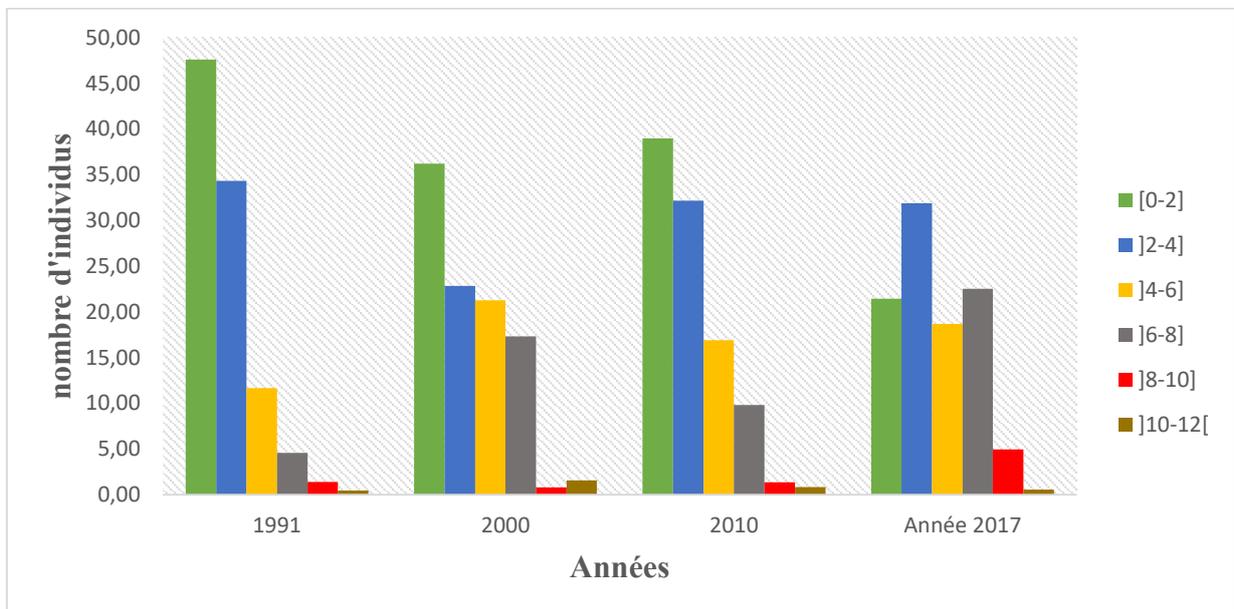


Figure 5 : Répartition des espèces en fonction des classes de diamètres en 1991, 2000, 2010 et 2017

La répartition des classes de hauteur suivant les années d'études est consignés dans la figure 6.

Les résultats ont montré que la majorité des espèce ont une hauteur inferieur ou égale à 8m. toutefois certains espèces comme, *Sclerocarya birrea*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum glutinosum*, *Ziziphus mauritiana* et *Acacia tortilis* présentent des individus qui sont > à 10m. Le peuplement présente donc une distribution asymétrique avec une prédominance des individus de petites tailles.

Ces tendances sont signalées par plusieurs auteurs (Bille, 1974; Poupon, 1980; Toutain, 1987) cité par (Akpo & Grouzis, 1996). Ces résultats a son accord à eux de Ndong *et al.*, (2015) travaillant sur la caractérisation de la végétation ligneuse sahélienne du Sénégal ; ont montré une prédominance de la strate arbustive au niveau de la structure verticale. Ces résultats sont similaires également à ceux de Diouf *et al.*, (2002) qui confirmé une bonne régénération des espèces ligneuses qui résistent aux contraintes du Ferlo.

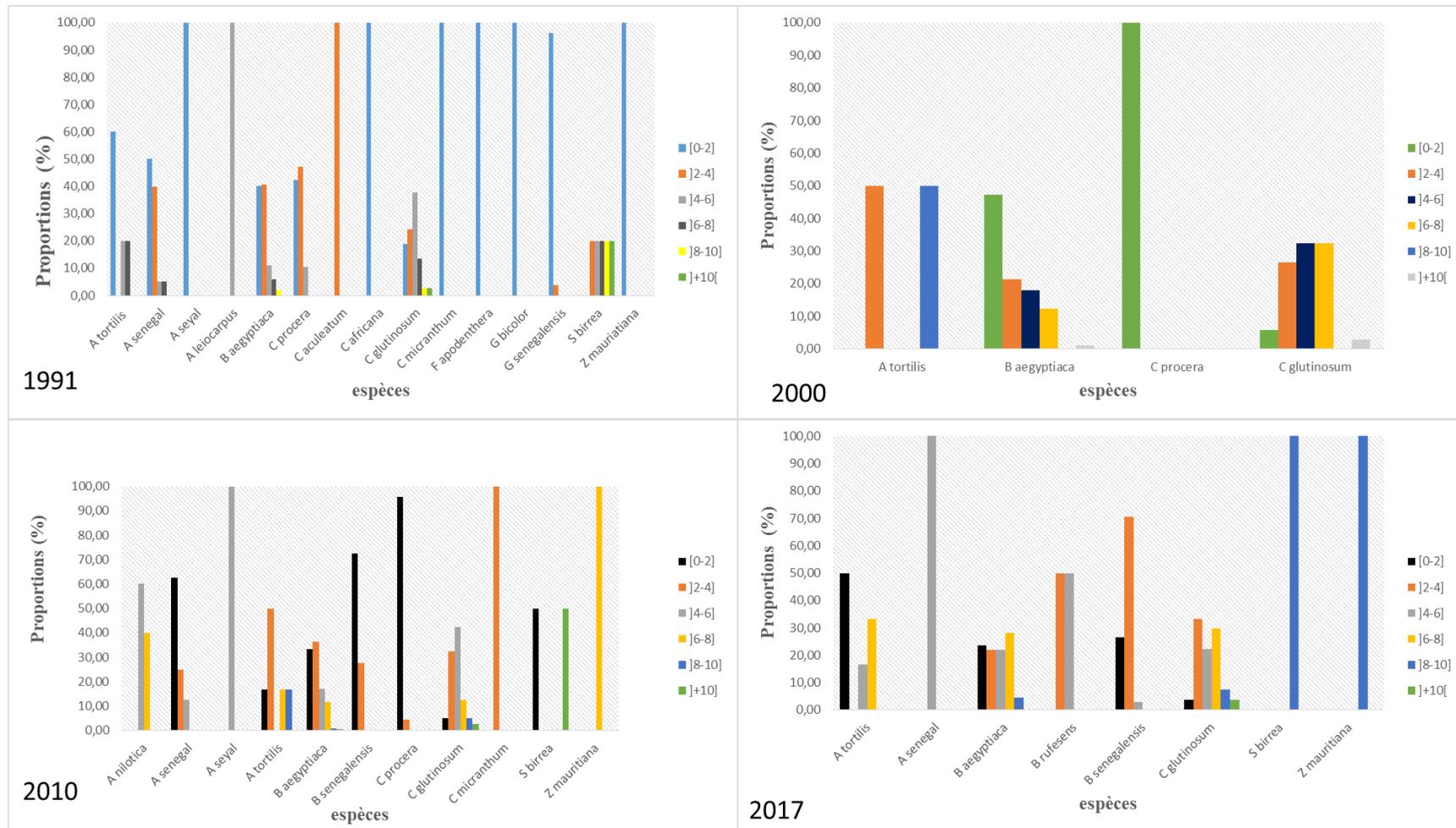


Figure 6: Structure verticale du peuplement du Ferlo en 1991, 2000, 2010 et 2017

3.3 paramètres dendrométriques

Le tableau 7 montre la variation de quelques paramètres dendrométriques. La densité des individus à l'hectare varie en fonction des années. En effet, de 1991 à 2017, une baisse progressive du nombre d'individus à l'hectare a été notée. Elle passe de 451 à 188 entre 1991 et 2017. Il a été évalué également la surface terrière des individus. L'analyse des données de la surface terrière montre une hausse qui passe de 4,87 en 1991 à 6,06 en 2017. En ce qui concerne le recouvrement, il a connu une hausse de 4% entre 1991 et 2017. Toutefois une légère baisse du recouvrement en 2000 et 2010.

Tableau 7 : Ressemblance floristique annuelle

Année	Paramètre dendrométrique		
	Densités réelles	Surfaces terrières	Recouvrement
1991	451	4,87	9068,61
2000	352	4,69	5196,93
2010	372	6,41	7679,02
2017	188	6,06	9438,78

3.4 Etude de quelques paramètres dendrométriques en relation avec les NDVI

La figure 7 montre la relation entre le cumul NDVI et la densité des individus répertoriés dans le ferlo. L'ajustement de la droite de régression entre les valeurs des NDVI et la densité des individus, a donné un coefficient de détermination $R^2 = 0,0355$ équivalant à un coefficient de corrélation $R=0,188$. Ces résultats montrent que le model utilisé n'explique pas du tout l'influence de la densité des individus sur la variation de l'indice de végétation normalisé (NDVI).

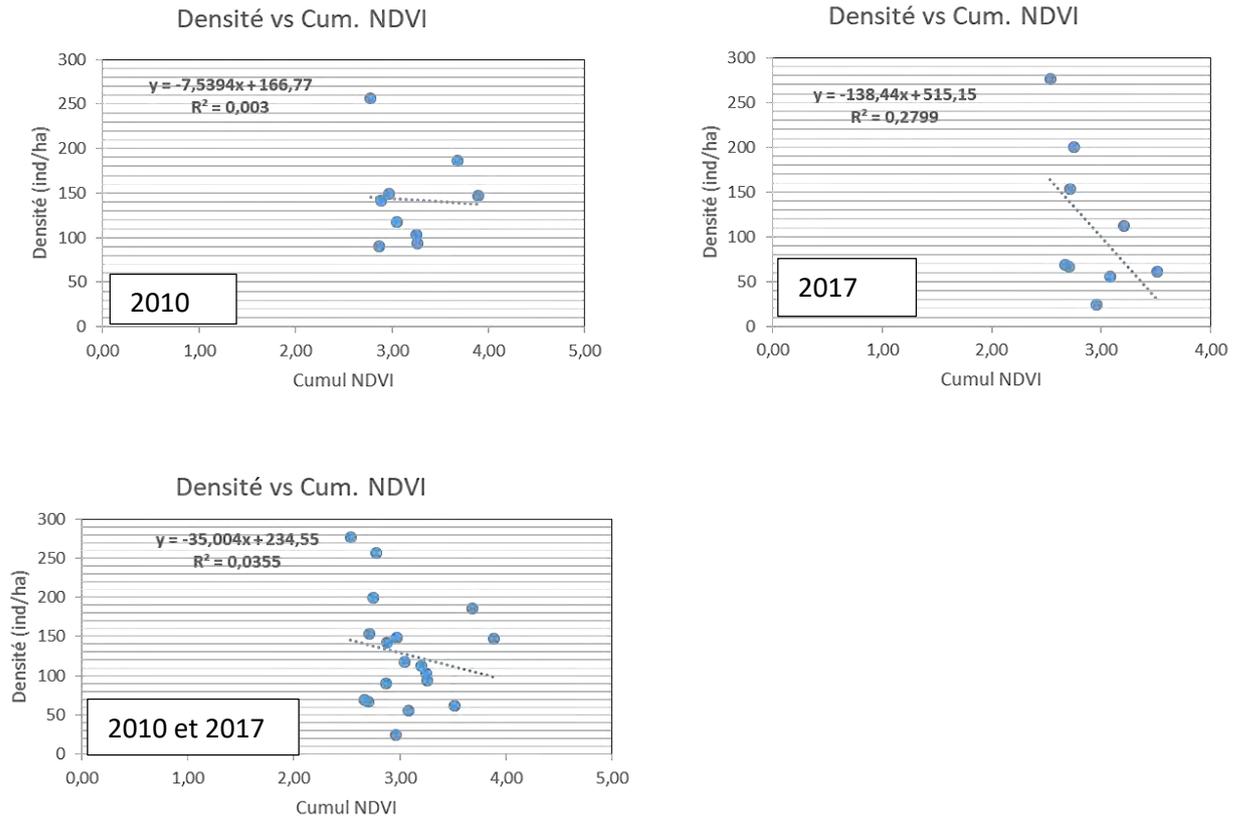


Figure 7: Relation entre la densité des individus en 2010 et 2017 et le cumule NDVI

La figure 8 illustre l'influence des différentes classes de hauteurs des individus répertoriés dans le ferlo en 2010 et 2017 sur les NDVI. Les résultats ont montré une baisse des coefficients de détermination des courbes de tendances si la hauteur des individus augmente. Les résultats ont également montré de faibles valeurs du cumule NDVI. Ces faibles valeurs des cumules NDVI peuvent se traduire par une activité chlorophyllienne faible et sa variation moyenne pour la période considérée (de mai à juillet).

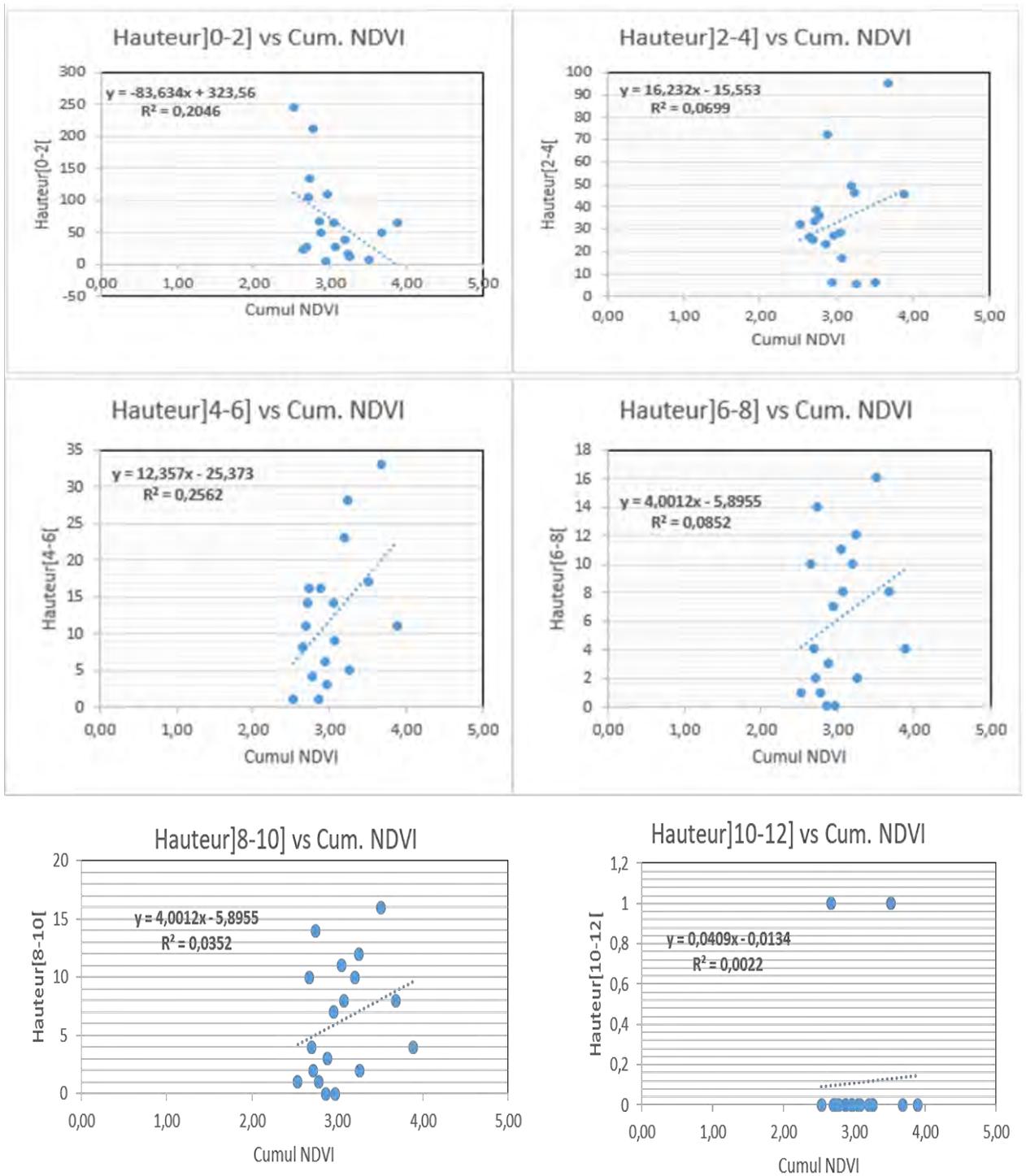


Figure 8: Influence des hauteurs des individus en 2010 et 2017 sur le NDVI

La figure 9 montre la relation entre les classes de diamètre et le cumule des moyennes NDVI. Les courbes de tendances du diamètre en fonction de l'indice de végétation normalisé, montre une faible corrélation entre les deux paramètres étudiés avec des coefficients de détermination qui varient entre 0.0019 et 0,0656. Ces faibles corrélations révèlent que les classes de diamètre des individus n'influent pas sur la l'indice de végétation normalisé (NDVI).

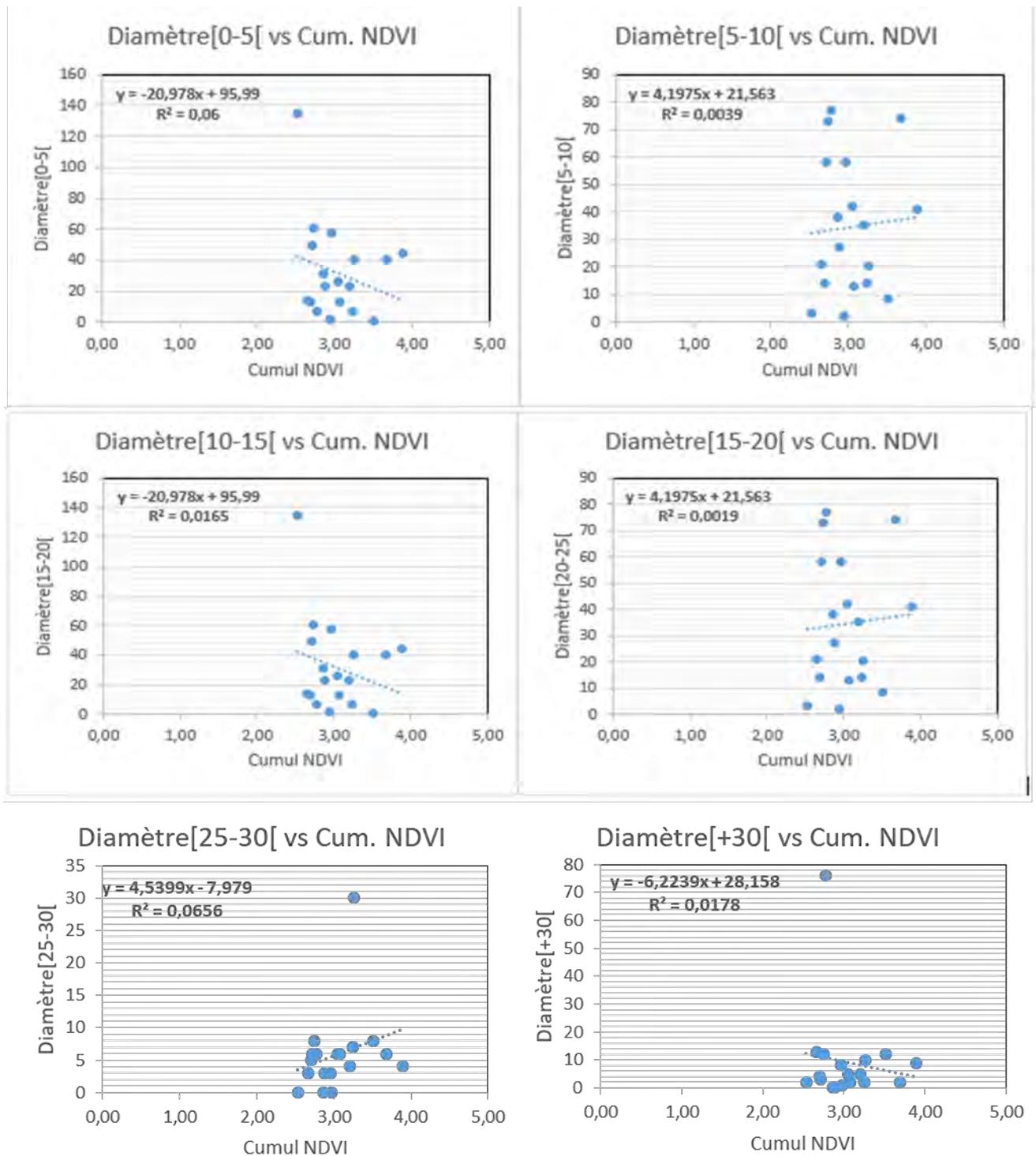


Figure 8 : Relation entre les Diamètres des individus sur le NDVI en 2010 et 2017