



## Evaluation du potentiel de séquestration du carbone de plantations de *Mangifera indica* L. en Basse Casamance (Ziguinchor)

Joseph Saturnin Diémé, Alioune Ndiaye, Boubacar Camara, Rose Bernadette Assine, Seynabou Diop, Ibrahima Ndiaye, Landing Diedhiou et Antoine Sambou

Laboratoire d'Agroforesterie et d'Écologie (LAFE) – Département d'Agroforesterie / UFR ST / Université AssaneSeck de Ziguinchor (Sénégal)

Correspondant : Tél : 00 (221) 77 337 21 87, courriel : [js.d1@univ-zig.sn](mailto:js.d1@univ-zig.sn)

Submitted 31/10/2025, Published online on 31/01/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.216.5>

### RESUME

**Introduction:** L'horticulture, en tant que sous-secteur de l'agriculture, revêt une grande importance socio-économique. Par ailleurs, sa contribution dans le domaine environnemental est également reconnue à travers ses formations végétales, qui participent à l'atténuation des effets du changement climatique grâce aux quantités de carbone (C) qu'elles stockent.

**Objectif:** Cette étude vise à évaluer le potentiel de séquestration du carbone des plantations de *Mangifera indica* L. en Basse Casamance (Ziguinchor, Sénégal).

**Méthodes et résultats:** L'étude a été menée dans la région de Ziguinchor. Quatre sites ont été sélectionnés : le Parc de Djibélor, la ferme de Kabo, la ferme de Teubbi et le Centre de Recherches Agricoles (CRA) de Djibélor. Au total, 462 individus ont été inventoriés. Les mesures ont porté sur le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), la hauteur totale et le diamètre du houppier. La biomasse aérienne et souterraine et le stock de carbone ont été estimés à partir des équations allométriques. Les individus inventoriés ont été classés en classe d'âge (0-5, 5-10 et plus de 10 ans). Les résultats révèlent une diversité variétale importante (43 variétés), dominée par l'ISRA de Djibélor (38 variétés). Toutefois, cette richesse ne s'est pas traduite par une meilleure croissance dendrométrique, en raison de densités élevées et de pratiques culturales intensives. Les plantations âgées de plus de 10 ans présentent les plus fortes dimensions dendrométriques et biomasses, notamment au Parc de Djibélor (BA = 1845,90 kg ; CS = 922,95 t C/ha). La variété Céline se distingue par les valeurs maximales de biomasse et de carbone séquestré. L'analyse en composantes principales a confirmé une corrélation positive entre les paramètres dendrométriques et le carbone séquestré, indiquant que le diamètre et la hauteur constituent de bons indicateurs du potentiel de séquestration.

**Conclusion et applicabilité des résultats :** Ces résultats soulignent le rôle des plantations fruitières bien gérées dans l'atténuation du changement climatique et la promotion d'une arboriculture climato-intelligente en Basse Casamance.

**Mots-clés :** *Mangifera indica* L., biomasse, carbone séquestré, équations allométriques, Basse Casamance, agroforesterie.

## ABSTRACT

**Introduction:** Horticulture, as a subsector of agriculture, plays a major socio-economic role. In addition, its environmental contribution is increasingly recognized through the vegetative formations it supports, which contribute to climate change mitigation by storing significant amounts of carbon (C). However, this carbon sequestration capacity can be influenced by both climatic and anthropogenic factors.

**Objective:** This study aims to assess the carbon sequestration potential of *Mangifera indica* L. plantations in Lower Casamance (Ziguinchor, Senegal).

**Methods and Results:** The study was conducted in the Ziguinchor region. Four sites were selected: Djibélôr Park, Kabo Farm, Teubbi Farm, and the Djibélôr Agricultural Research Center (ARC). A total of 462 individuals were inventoried. Measurements included diameter at breast height (DBH), total height, and crown diameter. Aboveground and belowground biomass, as well as carbon stocks, were estimated using allometric equations. The inventoried individuals were classified into age classes (0–5, 5–10, and >10 years). The results revealed high varietal diversity (43 varieties), largely dominated by the Djibélôr ISRA collection (38 varieties). However, this richness did not translate into improved dendrometric growth, likely due to high planting densities and intensive management practices. Plantations older than 10 years exhibited the highest dendrometric parameters and biomass values, particularly at Djibélôr Park (AGB = 1845.90 kg; CS = 922.95 t C ha<sup>-1</sup>). The Céline variety showed the highest biomass and carbon sequestration values. Principal component analysis confirmed a positive correlation between dendrometric parameters and sequestered carbon, indicating that diameter and height are reliable indicators of sequestration potential.

**Conclusion and Applicability of Results:** These findings highlight the role of well-managed fruit tree plantations in climate change mitigation and support the promotion of climate-smart arboriculture in Lower Casamance.

**Keywords:** *Mangifera indica* L., biomass, carbon sequestration, allometric equations, Lower Casamance, agroforestry.

## INTRODUCTION

La production fruitière connaît un essor considérable depuis trois décennies à l'échelle mondiale (Barat, 2012). En Afrique de l'Ouest, l'horticulture figure parmi les secteurs agricoles à croissance rapide, jouant un rôle stratégique dans la sécurité alimentaire et la diversification des revenus (Ndiaye, 2020). Elle est reconnue comme une filière porteuse, du fait de la diversité de fruits qu'elle met à disposition sur les marchés locaux et internationaux, mais aussi par les opportunités économiques qu'elle offre aux producteurs, notamment en zones urbaines et périurbaines (Gueye et Wone, 2009). Au Sénégal, le secteur horticole est ainsi devenu un levier majeur des politiques publiques de diversification agricole, de réduction de la pauvreté et

d'intégration aux marchés extérieurs. Parmi les espèces fruitières cultivées, *Mangifera indica* L. occupe une place prépondérante dans la zone Sud du pays, particulièrement en Basse Casamance, où ses fruits sont destinés à la fois à la consommation locale et à l'exportation. Selon la Direction de l'Horticulture, la production annuelle de mangues atteignait environ 86 450 tonnes entre 1999 et 2000 sur un total de 145 000 tonnes de fruits. Outre leur rôle économique et alimentaire, les plantations de manguiers présentent un intérêt écologique marqué. En effet, les arbres fixent du carbone atmosphérique par photosynthèse et participent ainsi à l'atténuation du changement climatique (Nowak *et al.*, 2006 ; GIEC, 2019). Le carbone joue un rôle central dans le

fonctionnement de la biosphère, circulant entre réservoirs terrestres, atmosphériques et océaniques au sein du cycle global (DEFSE, 1996). Cependant, les activités anthropiques notamment la combustion des énergies fossiles, la déforestation et les changements d'usage des terres accentuent l'accumulation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (Carvalho *et al.*, 2019). La déforestation, à elle seule, entraîne des émissions estimées à 1,1 GtC/an, représentant environ 25 % des émissions globales de gaz à effet de serre (Joyard et Sommeria, 2019). Pour faire face à cette situation, deux stratégies majeures sont mises en avant : l'atténuation, qui consiste à réduire les émissions ou à renforcer leur captation dans des puits de carbone, et l'adaptation, qui vise à ajuster les systèmes socio-écologiques aux effets du changement climatique (CCNUCC, 2005 ; GIEC, 2014). Dans le cas des

écosystèmes forestiers, agroforestiers et agroforêts, l'atténuation repose sur le maintien du couvert végétal, la promotion de plantations, le reboisement et la gestion durable des ressources (Ciesla, 1997). Les plantations fruitières telles que celles de manguiers, en plus de leur importance économique, constituent donc des puits de carbone potentiels dont l'évaluation demeure encore peu documentée en Casamance. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude, qui vise à analyser la contribution des plantations de *Mangifera indica* L. à l'atténuation du changement climatique en Basse Casamance. Plus spécifiquement, il s'agit de :

- Caractériser les plantations de manguiers de la région de Ziguinchor ;
- Evaluer leur potentiel de séquestration du carbone.

## MATERIEL ET METHODES

**Zone d'étude :** L'étude a été effectuée sur deux départements de Ziguinchor (Centre de Recherches Agricoles de Djibélor (ISRA Djibélor), Ferme de Kabo, Parc de Djibélor) et de Bignona (Ferme de Teubbi) qui se trouvent tous les deux se trouvant dans la région de Ziguinchor (Figure 1). Cette région est située dans le sud du Sénégal entre 12,55° N et 16,27° W. La zone est caractérisée par un climat soudanien côtier sud (Sagna, 2005), avec une température moyenne annuelle de 27,1 °C et une pluviométrie moyenne annuelle de 1322,66 mm sur la période 1984–2015 (Dasylyva *et al.*, 2017). Deux saisons principales s'y succèdent : une saison sèche (novembre–mai) et une saison pluvieuse (juin–

octobre). La pluviométrie, bien que relativement abondante, présente une forte variabilité interannuelle, marquée par l'alternance d'épisodes excédentaires, normaux et déficitaires (Figure 2). La flore ligneuse de cette zone est dominée par quelques espèces majeures, parmi lesquelles : *Azadirachta indica* (90 %), *Mangifera indica* (65 %), *Elaeis guineensis* (55 %), *Adansonia digitata* (52 %) et *Borassus aethiopum* (45 %) (Charahabil *et al.*, 2018). Cette composition floristique traduit à la fois la richesse et la diversité des écosystèmes agroforestiers et forestiers de la Basse Casamance, où le manguiers occupe une place importante.

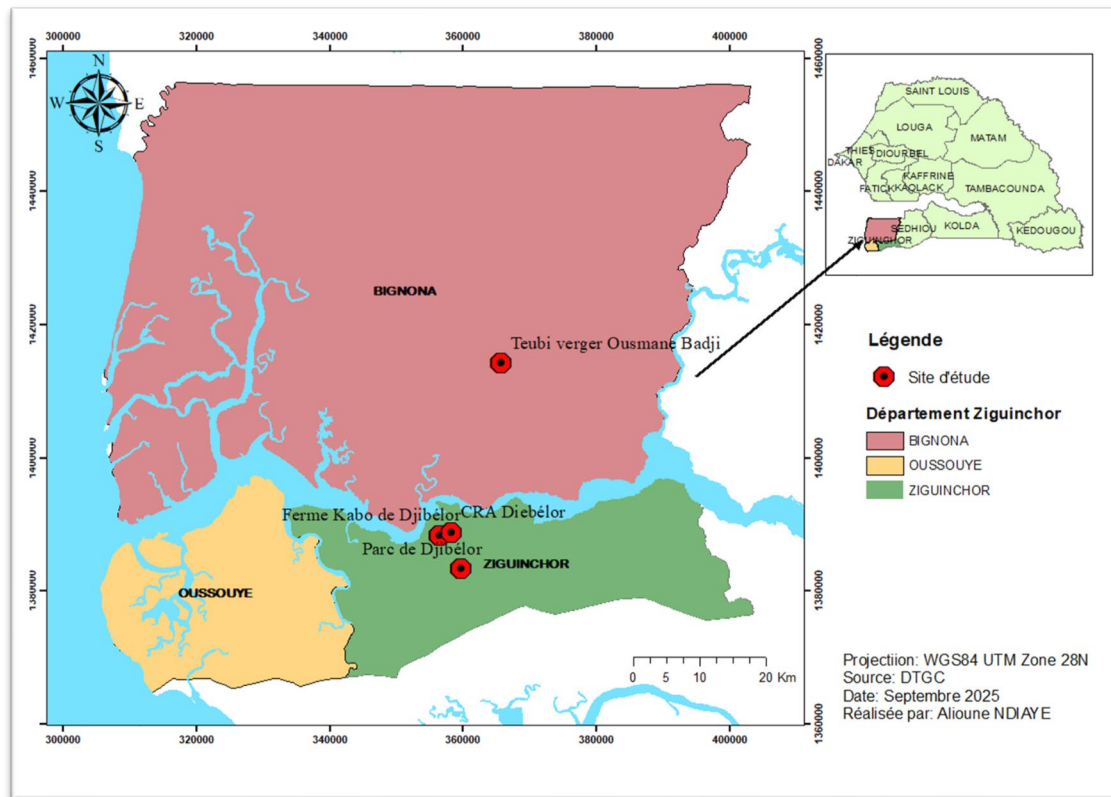


Figure 1: Localisation de la région de Ziguinchor

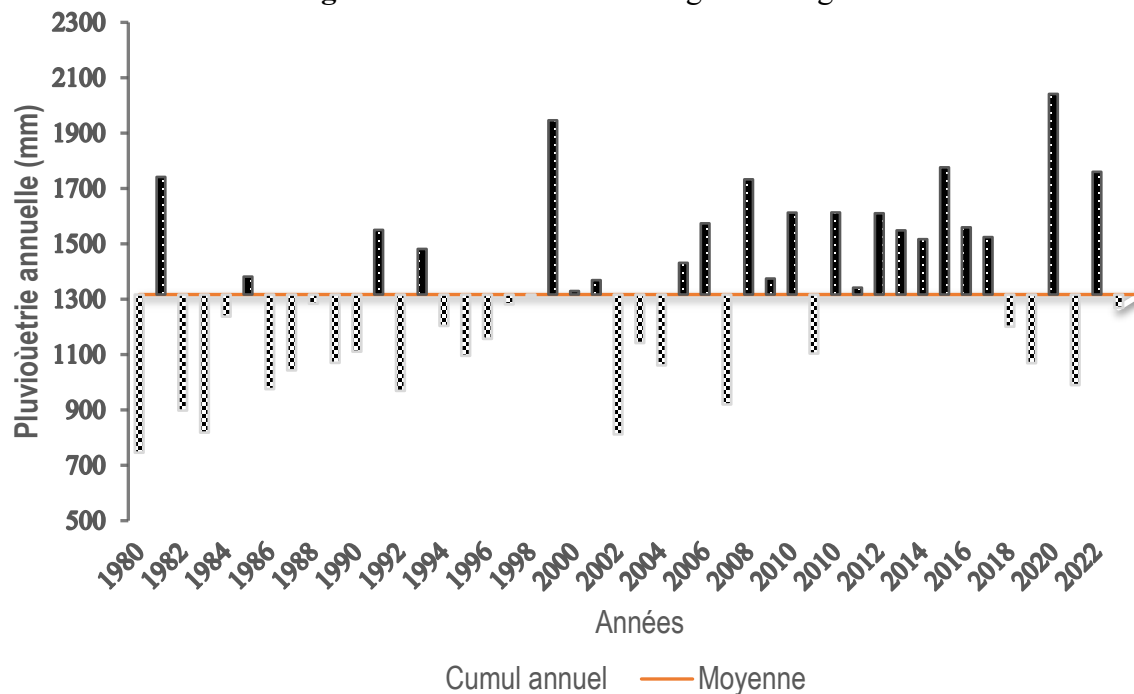


Figure 2: Variation de la pluviométrie moyenne annuelle de la région de Ziguinchor de 1980 à 2023 (source : ANACIM, 2023)

**Echantillonnage :** Le choix des sites d'étude a été orienté par deux principaux critères : (i) la disponibilité d'individus de *Mangifera indica* et (ii) l'accessibilité aux plantations. Au total, quatre sites ont été retenus : la ferme de Kabo, la ferme de Teubbi, l'ISRA de Djibélor et le Parc de Djibélor. Ces sites présentent des plantations de manguiers de différentes classes d'âge et variétés, permettant ainsi d'assurer une bonne diversité des observations. La collecte des données s'est déroulée durant l'hivernage, ce qui a rendu certaines zones inaccessibles, voire interdites d'accès par les gestionnaires.

#### Collecte des données

**Paramètres dendrométriques :** Quatre paramètres dendrométriques (diamètre, la hauteur et le diamètre du houppier) ont été mesurés sur chaque individu de *Mangifera indica*. Le diamètre a été mesuré à 1,30 m du sol (diamètre à hauteur de poitrine) à l'aide d'un compas forestier gradué en centimètres. L'appareil se compose de deux bras (l'un fixe et l'autre mobile) permettant de prendre la mesure du tronc par pression horizontale. Le compas a été utilisé uniquement pour les individus dont le diamètre était inférieur ou égal à 50 cm. Pour les arbres à contreforts dépassant 1,30 m, la mesure a été effectuée à 30 cm au-dessus du contrefort. Pour ceux présentant des déformations à 1,30 m, la mesure a été réalisée juste au-dessus de l'anomalie. La hauteur a été estimée à l'aide du Blum Leiss. Le diamètre du houppier a été mesuré à l'aide d'un ruban mètre suivant les deux directions perpendiculaires du houppier pour en dégager une moyenne.

**Age et variétés des peuplements :** L'âge des individus ainsi que les variétés mises en place ont été obtenus auprès des propriétaires qui ont mis en place les plantations. Par la suite, ces individus inventoriés ont été classés en classe d'âge (0-5, 5-10 et plus de 10 ans).

**Estimation de la biomasse et du stock de carbone :** La biomasse aérienne (BA) est

déterminée à partir des équations allométriques. Le choix de ces équations dépend de leur simplicité ainsi que des paramètres qu'elles intègrent (diamètre, hauteur et densité de bois) (Abani, 2012). En tenant compte des révisions des études de Chave *et al.*, 2005 et Feldpausch *et al.*, 2012 et des études sur l'application des équations allométriques de Chave *et al.*, 2014. Ainsi, le choix s'est porté sur l'équation de Chave *et al.*, 2014 applicable à notre zone d'étude. Et la densité du bois est prise dans la base de données de l'ICRAF *Wood density* et de celle de Zanne *et al.*, 2009 qui est de **0,55**. Elle est exprimée en Kg.

$$BA = 0,0637 * ((\rho D^2 H))^{0,976}$$

La biomasse racinaire ou souterraine (BS) de toutes les espèces a été estimée à l'aide de l'équation de Cairns *et al.* (1997) et elle se présente comme suit :

$$BS = e^{(-1,587 + 0,8836 * \ln(BA))}$$

Cette valeur est obtenue en multipliant la biomasse aérienne par le coefficient 0,47 selon le GIEC (2006). Il est exprimé en TC/ha.

$$Carbone\ stocké = Biomasse\ aérienne * 0,47$$

Le rapport de combinaison du carbone (C) au dioxygène (O<sub>2</sub>) a été estimé par le rapport suivant MmCO<sub>2</sub>/MaC qui nous donne 3,66 ; soit environ 3,67. Cette équation : stock équivalent (Téq) = stock carbone × 3,67 est aussi utilisée pour estimer la quantité de carbone séquestrée dans certains écosystèmes africains (Tsoumou *et al.*, 2016 ; Ouédraogo *et al.*, 2019).

$$TEQ = Carbone\ stocké * 3,67$$

**Traitement et analyse des données :** Les données ainsi collectées ont été saisies sur le tableur Excel. Ce dernier a été utilisé aussi pour l'élaboration des histogrammes. L'analyse de la variance (ANOVA) et les traitements multivariés (ACP) ont été réalisés à l'aide du logiciel R-studio. La comparaison des moyennes a été effectuée à l'aide du test de Fisher au seuil de signification de 5%.



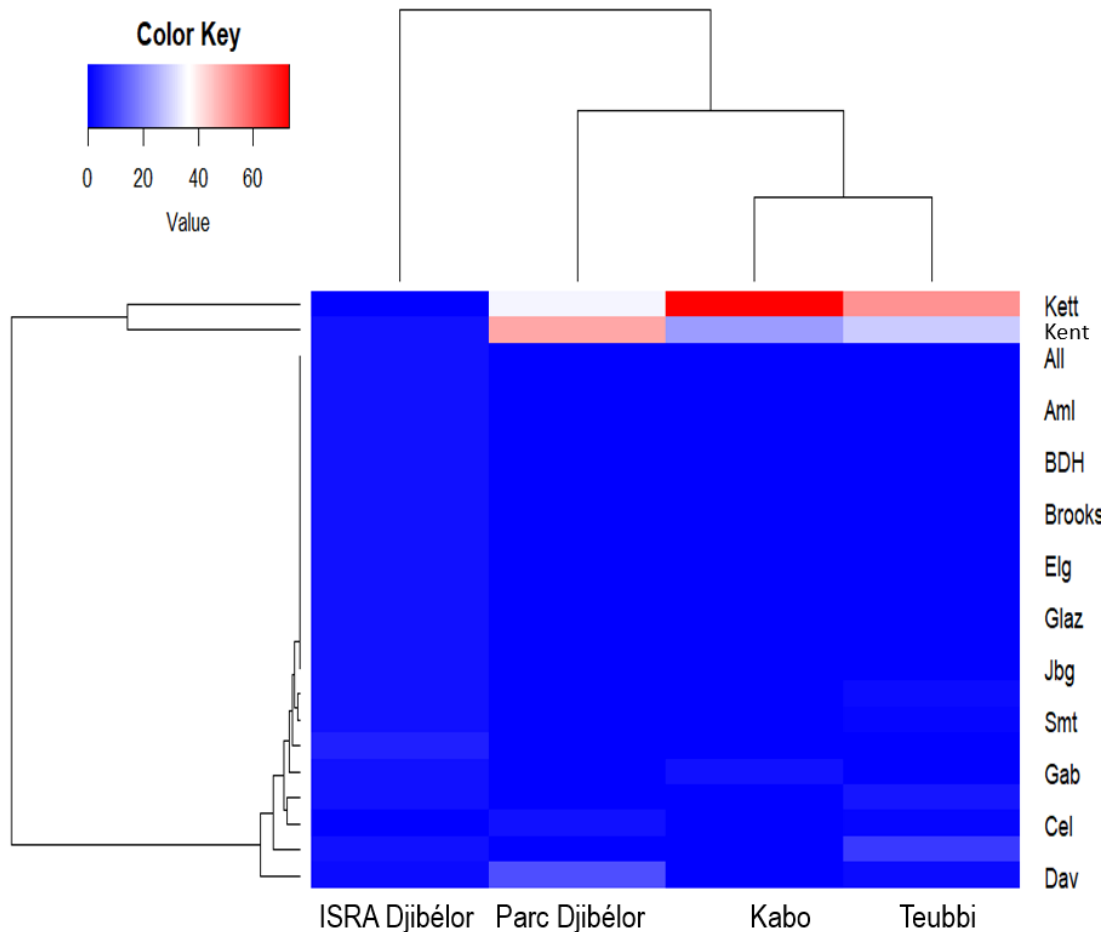
## RESULTATS

**Composition, diversité et âge des plantations :** L'analyse des données révèle une richesse variétale avec 43 variétés de mangues répertoriées et une structure démographique contrastées entre les différentes plantations de *Mangifera indica* L. La richesse spécifique varie fortement selon les sites, avec un gradient décroissant allant de l'ISRA de Djibélôr (38 variétés) à la ferme de Teubbi (4 variétés) en passant par la ferme de Kabo (9 variétés) et le Parc de Djibélôr (5 variétés). L'abondance des individus selon les plantations et les variétés (Figure3) confirme la diversité observée entre les variétés en fonction des plantations. En effet, elle révèle une structuration marquée de l'abondance en fonction des sites, avec des contrastes nets entre les plantations. Les plantations de Teubbi et de Kabo se regroupent au sein d'un même cluster, traduisant une grande similarité dans la répartition et la densité des individus. Ce cluster se rapproche plus de la plantation du Parc de Djibélôr, traduisant de sa similarité même si elle est faible. La plantation de l'ISRA de Djibélôr forme un groupe à part confirmant son originalité. Les variétés comme kett et Kent sont les plus abondantes dans les

plantations de kabo, de Teubbi et le Parc de Djibélôr avec une certaine variabilité. La variété Kett par exemple a une présence plus marquée à la ferme de Kabo et est très rarement observée à l'ISRA de Djibélôr. La variété Kett elle a un degré de présence similaire entre les plantations de Teubbi et du Parc de Djibélôr. Par contre sa présence est assez faible dans l'ISRA de Djibélôr. L'ISRA de Djibélôr se distingue par une diversité particulièrement élevée ( $H' = 3,63$ ) et une équitabilité quasi parfaite ( $E = 0,99$ ). À l'inverse, les autres sites présentent des valeurs plus faibles de Shannon et de Pielou, indiquant une dominance marquée de certaines variétés au détriment d'autres. La structure en classes d'âge met également en évidence des profils distincts. L'ISRA de Djibélôr est composée exclusivement de jeunes individus âgés de 0 à 5 ans (188 individus). Les plantations de Kabo et du Parc de Djibélôr se caractérisent par une majorité d'individus âgés de plus de 10 ans (respectivement 99 et 84 individus), ce qui traduit des vergers assez anciens et matures. La ferme de Teubbi, quant à elle, est dominée par des arbres de 5 à 10 ans (68 individus).

**Tableau 1 :** Paramètres de diversité en fonction des plantations

Plantations	Nombre de variétés	Shannon (H')	Pielou (E)	Nombre d'individus en fonction de âge		
				0 à 5ans	5 à 10ans	Plus de 10ans
Ferme de Kabo	9	1,29	0,59	0	15	99
Ferme de Teubbi	4	0,72	0,52	0	68	3
ISRA de Djibélôr	38	3,63	0,99	188	0	0
Parc de Djibélôr	5	1,13	0,70	0	5	84



**Figure 3 :** Abondance des individus en fonction des plantations et des variétés

**Paramètres structuraux :** La structure des plantations (Figure 4) montre que les individus avec les plus gros diamètres sont retrouvés dans la Parc de Djibélôr avec 45,05cm. L'ISRA de Djibélôr se distingue par un nombre important d'individus de petit diamètre avec seulement 7,88cm. La ferme de Teubbi et celle de Kabo se retrouvent avec les diamètres des individus intermédiaires avec respectivement 36,20cm et 33,67cm. Comme

pour le diamètre, la répartition des individus en fonction des classes de hauteur varie aussi en fonction des plantations. En effet, la hauteur des individus la plus importante est obtenue dans la Parc de Djibélôr ( $21,94\text{m} \pm 3,73$ ), s'en suit la plantation de Kabo avec une hauteur de  $21\text{m} \pm 4,98$  puis la plantation de Teubbi avec  $18,85 \pm 3,64$ . Les individus se trouvant à l'ISRA de Djibélôr détiennent toujours les plus faibles hauteurs moyennes avec  $1,82\text{m} \pm 0,06$ .

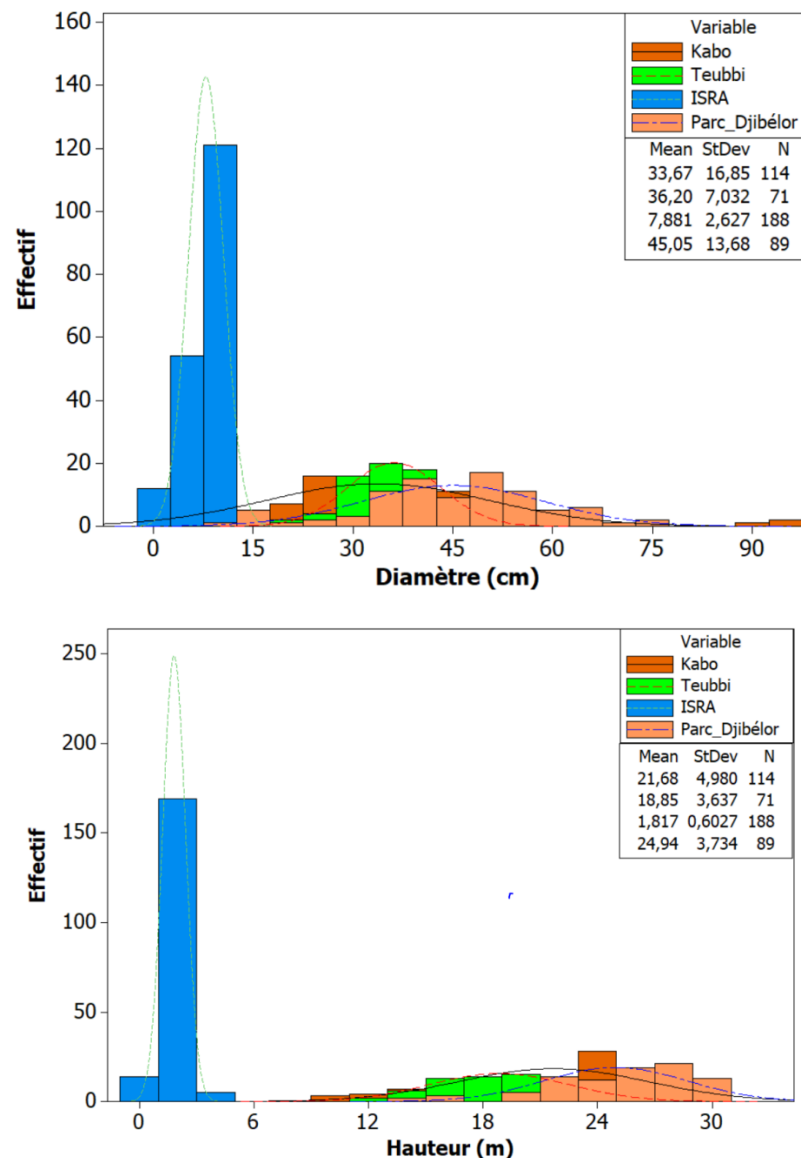


Figure 4 : Structure horizontale et verticale des individus en fonction des plantations

**Caractéristiques dendrométriques des plantations inventoriées :** L'analyse de variance des paramètres dendrométriques en fonction de l'âge et des sites (Figure 5) montre une différence significative entre de ces paramètres aussi bien pour l'âge que pour les sites. En effet, concernant l'âge des plantations, celles avec plus de 10ans dominent pour le diamètre à poitrine d'homme (41,83cm±1,03), le diamètre moyen du houppier (10,79m±0,16) ainsi que la hauteur (24,09m±0,28). Les plantations avec un âge

compris entre 0 et 5ans ont le diamètre à poitrine d'homme, le diamètre moyen du houppier et la hauteur les plus faibles avec respectivement : 7,88m±0,19; 2,09m±0,06 et 1,81m±0,04. Ces mêmes paramètres dendrométriques présentent une variation au niveau des sites. Le parc de Djibélor présente le diamètre à poitrine d'homme (45,03cm±1,45), le diamètre moyen du houppier (10,52m±0,23) et la hauteur (24,94m±0,39) la plus élevée suivie de la ferme de Teubbi pour le diamètre à poitrine



d'homme ( $36,19\text{cm} \pm 0,83$ ) et de la ferme de Kabo pour le diamètre moyen du houppier ( $9,77\text{m} \pm 0,32$ ) et la hauteur ( $21,77\text{m} \pm 0,47$ ). Le site ISRA de Djibélor présente les valeurs

dendrométriques les plus faibles (diamètre à poitrine d'homme ( $7,88\text{cm} \pm 0,19$ ), diamètre moyen du houppier ( $2,09\text{m} \pm 0,06$ ) et hauteur ( $1,81\text{m} \pm 0,04$ ).

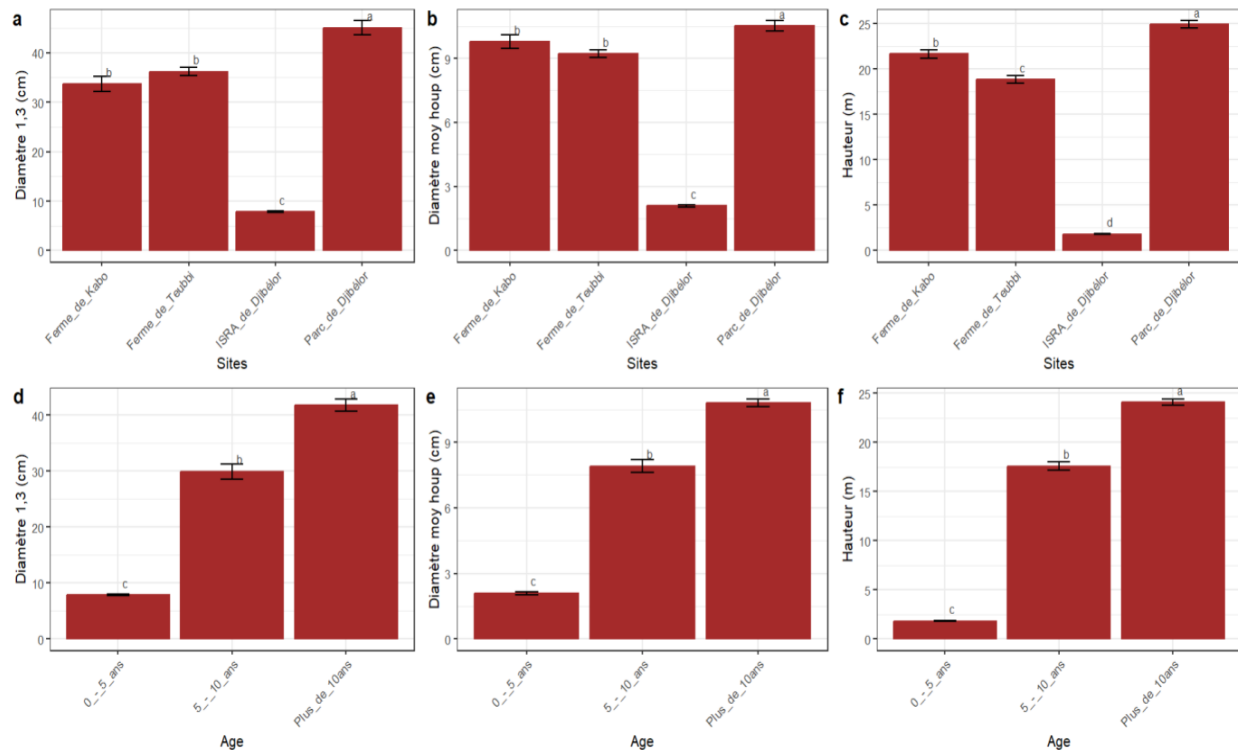
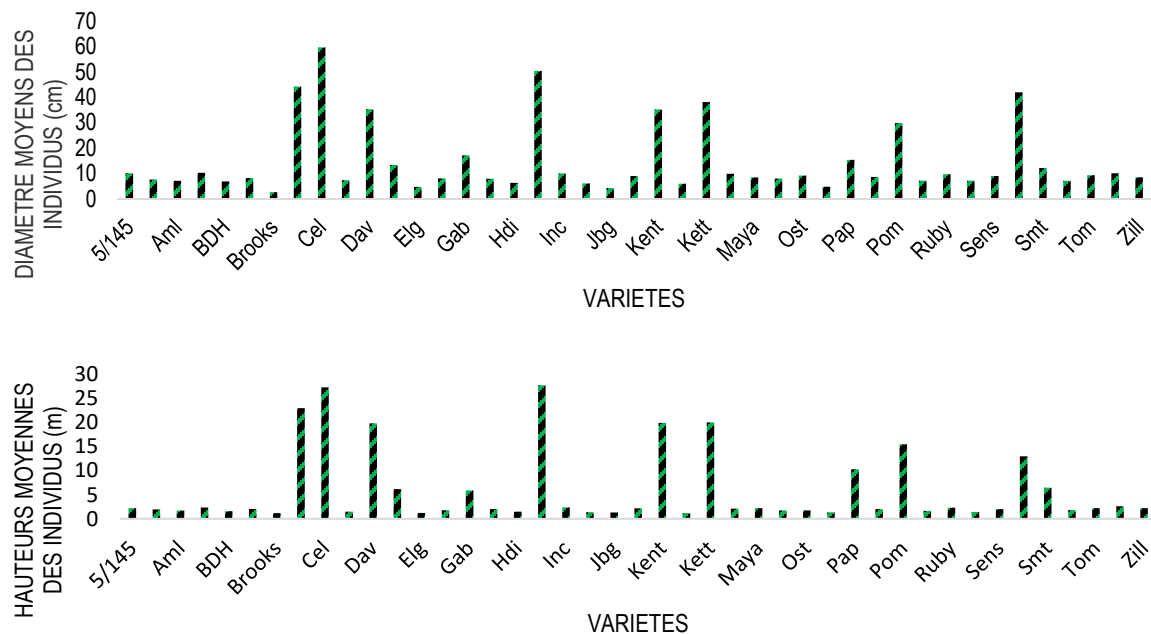


Figure 5 : Caractéristiques dendrométriques en fonction de l'âge et des sites

**Variation des paramètres dendrométriques en fonction des variétés :** L'analyse des variances a montré qu'il existe une différence très hautement significative entre les variétés ( $p\text{-value} = 2,2 \cdot 10^{-16}$ ) pour ce qui est des paramètres dendrométriques (Figure 6). Le test de Fisher montre que la variété Céline comprend les

individus qui ont les plus gros diamètres de tronc ( $59,73 \pm 26,19\text{cm}$ ) ainsi que les plus gros diamètres de houppier ( $18,55 \pm 6,01\text{m}$ ). Par contre, les plus grandes hauteurs totales moyennes sont rencontrées chez les individus appartenant à la variété Heldon ( $27,75 \pm 2,47\text{m}$ ).

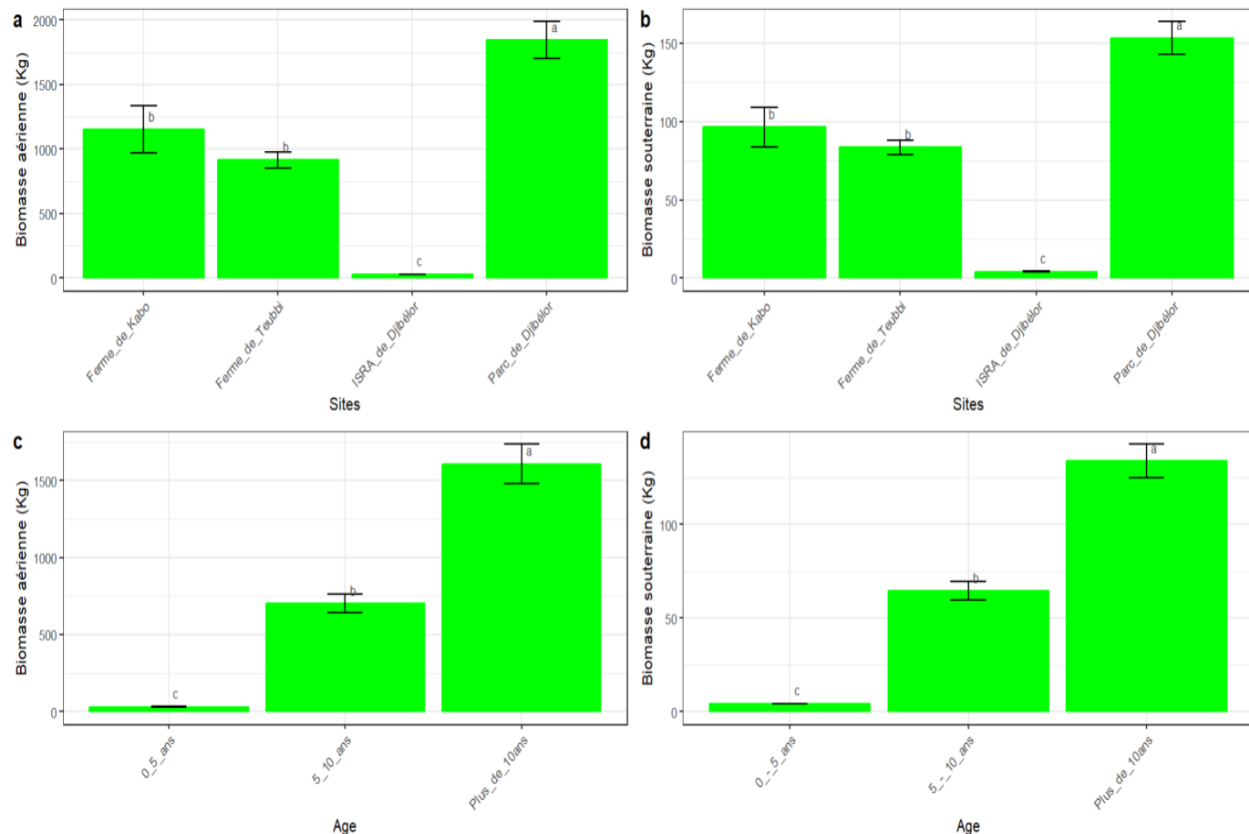


**Figure 6** Variation moyenne de la hauteur et du diamètre des individus en fonction des variétés.

### Estimation de la biomasse et du carbone séquestré

a. **Biomasse** : L'analyse de variance de la biomasse aérienne et souterraine en fonction de l'âge et des sites (Figure7) a montré des différences significatives ( $p < 2e-16$ ) aussi bien pour la biomasse aérienne (BA) que souterraine (Bs), en fonction des sites et de l'âge des plantations. La biomasse aérienne et celle souterraine varient fortement selon les sites, Le Parc de Djibélôr enregistre les valeurs les plus élevées ( $BA = 1845,90 \pm 141,83$  ;  $Bs = 153,30 \pm 10,48$ ), se distinguant significativement de tous les autres sites (groupe *a*), Les Fermes de Kabo ( $BA = 1153,35 \pm 180,71$  ;  $Bs = 96,49 \pm 12,56$ ) et de Teubbi ( $BA = 914,56 \pm 58,96$  ;  $Bs = 83,48 \pm 4,69$ ) présentent des résultats intermédiaires,

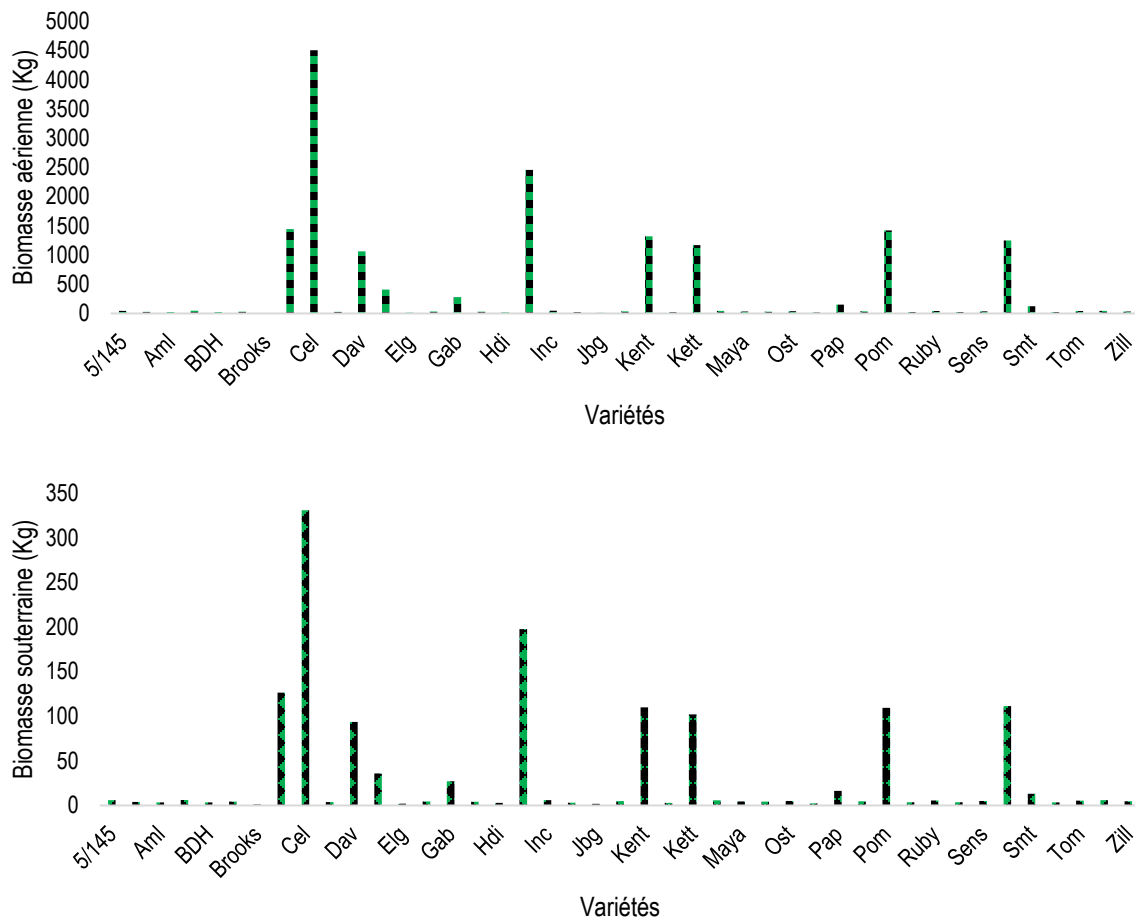
appartenant au même groupe statistique (*b*), À l'opposé, le site ISRA de Djibélôr affiche des niveaux très faibles ( $BA = 31,48 \pm 1,09$  ;  $Bs = 4,25 \pm 0,13$ ), constituant un groupe à part (*c*). Les différences sont tout aussi marquées en fonction de l'âge, Les plantations de plus de 10 ans se démarquent avec les valeurs les plus importantes ( $BA = 1607,51 \pm 127,39$  ;  $Bs = 133,81 \pm 8,95$ ), regroupées dans la classe (*a*), Les plantations de 5 à 10 ans affichent des niveaux intermédiaires ( $BA = 701,19 \pm 59,95$  ;  $Bs = 64,57 \pm 5,01$ ), correspondant au groupe (*b*), Les jeunes plantations de 0 à 5 ans présentent quant à elles des valeurs extrêmement faibles ( $BA = 31,48 \pm 1,09$  ;  $Bs = 4,25 \pm 0,13$ ), se distinguant nettement dans le groupe (*c*).



**Figure 7 :** Variation de la biomasse aérienne et souterraine en fonction de l'âge et des sites

L'ANOVA de la biomasse aérienne et souterraine en fonction des variétés (Figure 8) révèle une différence significative entre les variétés pour ces deux variables ( $p=5,59^{-10}$  pour la biomasse aérienne et  $p=3,88^{-14}$  pour la biomasse souterraine). Comme pour les paramètres dendrométriques, la variété Céline

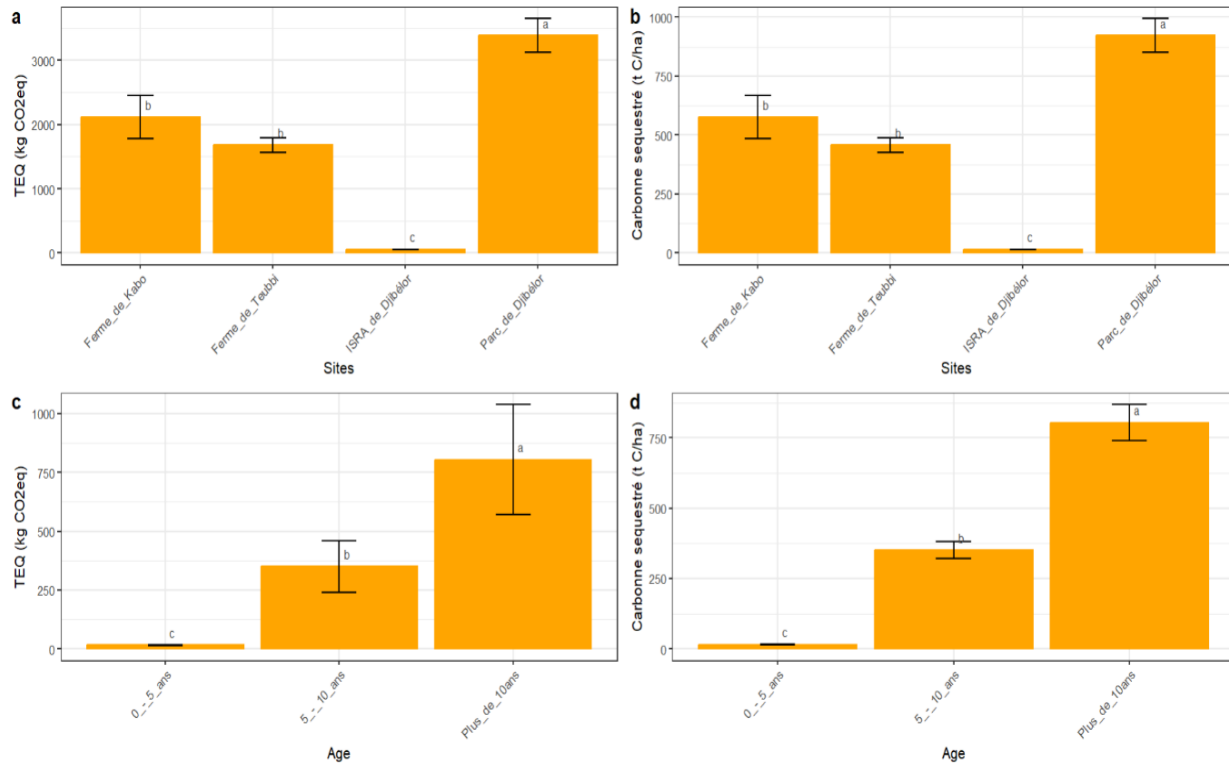
détient toujours les biomasses aériennes ( $4504,03\text{kg} \pm 3013,09$ ) et souterraines les plus élevées ( $331,02\text{kg} \pm 201$ ). Elle est suivie par la variété Heldon avec une biomasse aérienne de  $2455,75\text{Kg} \pm 1417,83$  et une biomasse souterraine de  $197,68\text{Kg} \pm 95,34$ .



**Figure 8 :** Variation de la biomasse aérienne et souterraine en fonction des variétés.

b. **Stock de carbone :** L'analyse de variance a révélé des différences hautement significatives ( $p < 2 \times 10^{-16}$ ) du TEQ et du carbone séquestré en fonction à la fois du site et de l'âge des plantations (Figure 9). Concernant les sites, le Parc de Djibélôr se distingue par les valeurs les plus élevées tant pour le TEQ ( $3387,24 \pm 260,26$ ) que pour le CS ( $922,95 \pm 70,91$ ), formant un groupe statistiquement supérieur (a), Les Fermes de Kabo (TEQ =  $2116,40 \pm 331,60$  ; CS =  $576,67 \pm 90,35$ ) et de Teubbi (TEQ =  $1678,21 \pm 108,19$  ; CS =  $457,28 \pm 29,48$ ) présentent des valeurs intermédiaires, regroupées dans le même

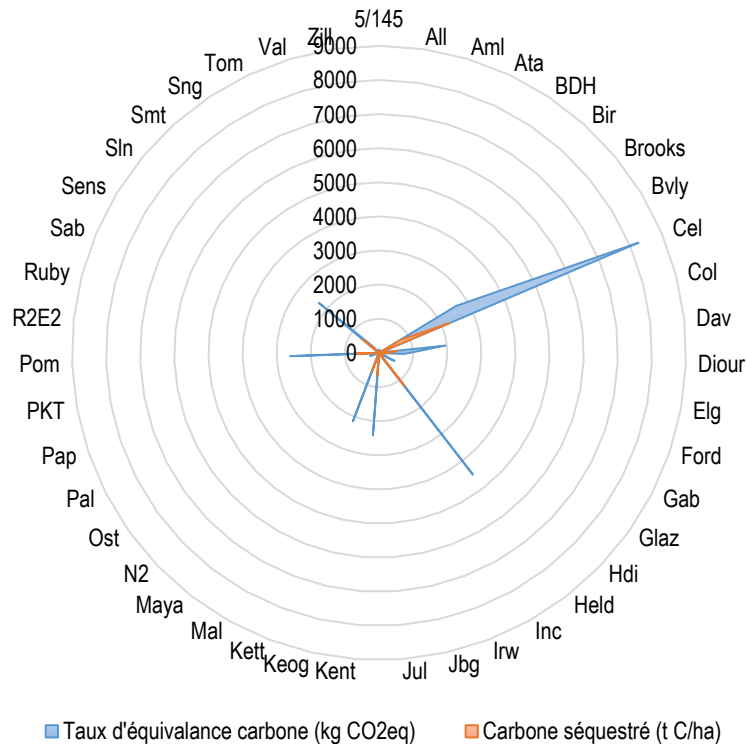
groupe statistique (b). En revanche, le site ISRA de Djibélôr affiche des valeurs extrêmement faibles (TEQ =  $57,76 \pm 1,99$  ; CS =  $15,73 \pm 0,54$ ), se distinguant nettement de tous les autres (c). En ce qui concerne l'âge des plantations, une progression nette est observée, Les plantations de plus de 10 ans présentent les valeurs les plus élevées (TEQ =  $2949,77 \pm 233,75$  ; CS =  $803,75 \pm 63,69$  ; groupe a), suivies des plantations de 5 à 10 ans (TEQ =  $1286,68 \pm 110,01$  ; CS =  $350,59 \pm 29,97$  ; groupe b). Les plantations de 0 à 5 ans enregistrent les plus faibles niveaux (TEQ =  $57,76 \pm 1,99$  ; CS =  $15,73 \pm 0,54$  ; groupe c).



**Figure 9 :** Variation du taux d'équivalence carbone et du carbone séquestré en fonction de l'âge et des sites

La variation du taux d'équivalence carbone et du carbone séquestré en fonction des variétés révèle que la variété se caractérise par une capacité importante de séquestration de

carbone et par conséquent un taux d'équivalence carbone élevé, Elle est toujours suivie par la variété Heldon.

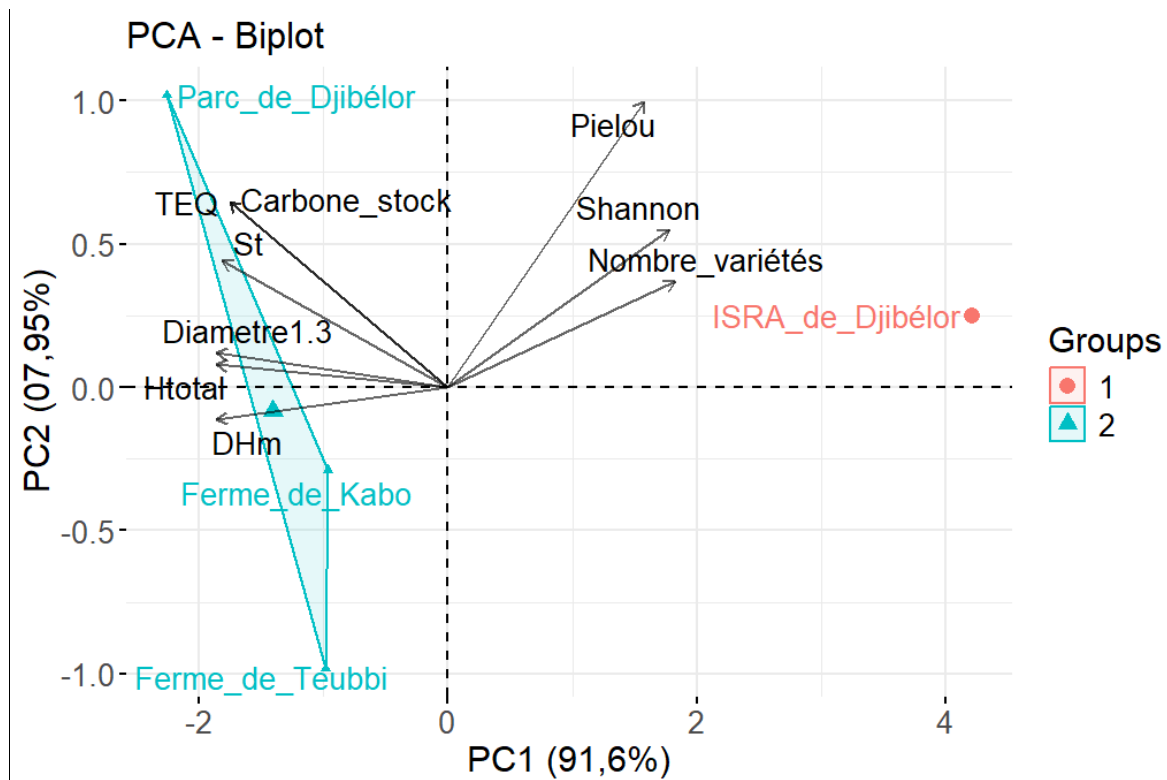


**Figure 10 :** Variation du taux d'équivalence carbone et du carbone séquestré en fonction des variétés

**Caractéristiques globale des sites et des variables étudiées :** L'ACP (figure 10) a permis de résumer la variabilité des données en deux axes principaux qui expliquent ensemble près de 91,6 % de l'inertie totale (PC1 = 97,01 % et PC2 = 7,95 %). Cet ACP permet de distinguer deux groupes, Le premier groupe représenté par ISRA de Djibélor, positionné du côté positif de l'axe 1, mais surtout en lien avec la variable Nombre de variétés et les indices de diversités (Shannon (H') et Pielou (E)). Ce site se caractérise donc par une forte diversité, mais de faibles paramètres dendrométriques et donc de faible potentiel de séquestration (faible TEQ, faible carbone stocké). Il présente un profil écologique différent, orienté davantage

vers la diversité variétale. Le deuxième groupe regroupant le Parc de Djibélor, les plantations de Kabo et de Teubbi, situés du côté négatif de l'axe 1. Ces sites sont fortement corrélés aux variables diamètre, hauteur surface terrière, TEQ et carbone stocké, Ils se distinguent donc par une forte productivité et une meilleure capacité de séquestration du carbone, soutenues par de bonnes caractéristiques dendrométriques. Le Parc de Djibélor est situé à l'extrémité positive du PC2, traduisant une productivité élevée associée à une certaine diversité. La Ferme de Teubbi, en revanche, se trouve plus bas sur le PC2, ce qui reflète une moindre diversité, mais une structure dendrométrique plus homogène.

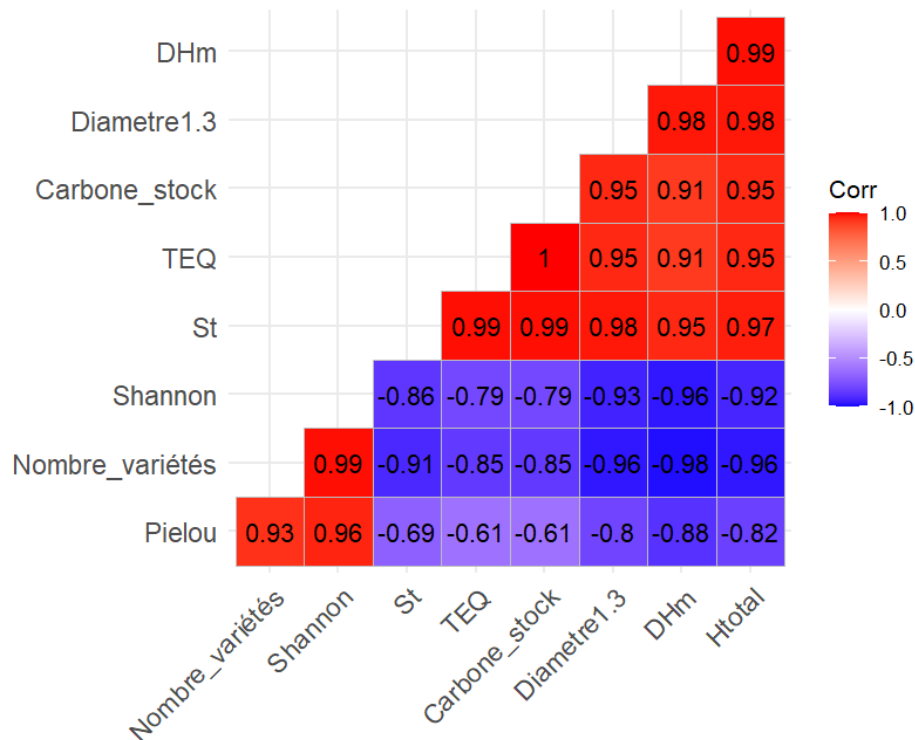




**Figure 11** :Analyse en composante principale des variables suivant les plantations.

La matrice de Pearson (Figure 11) a permis de noter qu'il existe une forte corrélation entre ces différentes variables et cette corrélation est très

forte entre les variables excepté le nombre de variété qui négativement corrélé avec les autres variables.



**Figure 12:** Relations entre variables dendrométriques et biomasse/carbone

## DISCUSSION

Ce travail avait pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance de l'état et du potentiel de séquestration de carbone des manguiers dans des plantations de la région de Ziguinchor. Pour ce faire, l'étude a porté sur la caractérisation des plantations, puis à une estimation de la biomasse pour enfin en déduire les quantités de carbone séquestré.

**Diversité variétale et structuration des plantations :** Les résultats montrent une diversité variétale notable au sein des plantations de manguiers, avec 43 variétés identifiées. Ces mêmes variétés sont retrouvées par Diatta (2017) dans la zone de Diouloulou. Cette diversité, particulièrement élevée au niveau de l'ISRA de Djibélôr (38 variétés), témoigne d'un effort de diversification génétique probablement lié à des objectifs de recherche, d'expérimentation ou de conservation du centre. Une telle diversité est essentielle dans les systèmes agroforestiers car elle contribue à la résilience écologique et économique, Niabaly, 2018 va

dans ce même sens en affirmant que les vergers de la zone du Blouf en Casamance sont caractérisés principalement par l'exploitation sur une même parcelle de plusieurs variétés. Cependant, cette richesse variétale ne s'est pas traduite par une meilleure croissance dendrométrique. Ceci pourrait s'expliquer par la vocation du centre qui est la production de variété qui favorise la production que la croissance dendrométrique. De ce fait les tailles d'entretien et de formation y sont fréquemment appliquée. La taille d'entretien est pratiquée dans les vergers pour limiter la croissance en hauteur des arbres. Elle permet aux fruits colorés de mieux manifester leur coloration (Guira, 2002). À l'inverse, les sites comme le Parc de Djibélôr, qui présentent une structure plus homogène et de fortes dimensions dendrométriques, témoignent d'une croissance latérale et longitudinale plus accrue. Selon Monssou *et al.*, (2016), la structure verticale et horizontale d'une plantation influence directement sa biomasse

et sa capacité à stocker du carbone, en raison d'une meilleure occupation de l'espace et d'une compétition plus équilibrée pour les ressources.

**Influence de l'âge et du site sur les paramètres dendrométriques :** L'âge des plantations apparaît comme un facteur déterminant dans la croissance des manguiers. Les plantations âgées de plus de 10 ans enregistrent les plus grands diamètres, hauteurs et houppiers. Cette tendance concorde avec les travaux de Kuyah *et al.*, (2012) qui ont montré que la biomasse et les dimensions dendrométriques augmentent

exponentiellement avec l'âge jusqu'à un certain seuil de maturité. En revanche, les jeunes plantations (0 à 5 ans) présentent des dimensions réduites, illustrant la lenteur initiale de croissance du manguiers, espèce à croissance modérée mais durable (Ndiaye *et al.*, 2018). Les différences entre sites pour les paramètres dendrométriques traduisent également l'influence des techniques culturales. Le Parc de Djibélôr, dominé par des individus âgés, affiche les meilleurs résultats, tandis que le site ISRA de Djibélôr, avec une forte densité de plantation et des techniques culturales plus intenses, présente les plus faibles valeurs. La hauteur et le diamètre des manguiers est influencée par les tailles d'entretien et la densité des plantations (Camara, 2019).

**Variation intervariétale des paramètres dendrométriques :** L'analyse de variance a mis en évidence des différences hautement significatives entre les variétés. La variété Céline, par exemple, se distingue par des diamètres de tronc et de houppier élevés, tandis que la variété Heldon enregistre les plus grandes hauteurs. Ces différences pourraient s'expliquer par la variation génétique des variétés et les conditions édaphiques des milieux. Ces résultats sont similaires à ceux de Ndiaye *et al.*, (2020) qui ont trouvé une différence significative sur la hauteur des plants entre les variétés. Par contre ces

résultats ne concordent pas avec ceux de Rey *et al.*, (2004) ont trouvé que les variétés Siera Leone, Papaye, Diourou et Kouloubadaseky avaient une meilleure croissance en hauteur.

**Biomasse et potentiel de séquestration du carbone :** La biomasse aérienne et souterraine varie significativement entre les sites, les variétés et selon l'âge des plantations. Les valeurs les plus élevées au Parc de Djibélôr témoignent d'une combinaison favorable entre âge, conditions stationnelles et pratiques culturales. En revanche, les faibles biomasses observées à l'ISRA de Djibélôr confirment que la diversité variétale seule ne garantit pas une accumulation de biomasse optimale sans un encadrement sylvicole adapté. La quantité moyenne de biomasse et de carbone a été enregistrée chez les individus de la variété Céline. Ces résultats sont en adéquation avec ceux de Daniel Ilboudo (2018). En effet, la forte contribution des sujets aux gros diamètres aux stocks totaux de biomasse a été démontrée par des études (Joosten *et al.*, 2004 ; Mbow, 2009).

La progression de la biomasse avec l'âge des plantations rejoint les conclusions de Henry *et al.*, (2011) et Chave *et al.*, (2014), qui ont montré que l'accumulation de biomasse dans les systèmes agroforestiers tropicaux suit une trajectoire exponentielle avant de se stabiliser à maturité. Par ailleurs, la proportion de biomasse souterraine reste relativement faible mais cohérente avec les ratios observés dans les plantations fruitières (10–15 % de la biomasse totale).

**Facteurs déterminants de la séquestration du carbone :** La séquestration du carbone suit les mêmes tendances que la biomasse, soulignant une forte dépendance aux paramètres dendrométriques. Les plantations âgées de plus de 10 ans affichent les taux d'équivalence carbone et les stocks de carbone les plus élevés. Ces résultats confirment les observations de Thompson *et al.*, (2003) selon lesquelles la séquestration du carbone augmente avec la croissance des arbres et

l'accumulation de matière ligneuse. Affirmation appuyée par Gomido Kooke *et al.*, (2019). La comparaison entre sites révèle également le rôle déterminant des conditions stationnelles. Les manguiers du Parc de Djibélôr, plus gros et plus long, contribuent davantage à l'atténuation des émissions de CO<sub>2</sub>. Cela renforce l'idée que les plantations fruitières bien gérées constituent un levier important pour la séquestration du carbone dans les zones tropicales humides (Batjes, 2014). La variété Céline se distingue à nouveau par les plus fortes valeurs de biomasse et de carbone séquestré, traduisant un potentiel génétique favorable pour les programmes de reboisement ou d'agroforesterie à visée climatique.

**Relations entre variables dendrométriques et séquestration du carbone :** L'analyse en composantes principales (ACP) et la matrice de corrélation ont confirmé l'existence de

fortes associations positives entre les paramètres dendrométriques (diamètre, hauteur, surface terrière) et les variables de biomasse et de carbone, à l'exception du nombre de variétés, corrélé négativement. Ces résultats corroborent ceux de Chave *et al.*, (2005) et de Panzou, (2018), montrant que les prédicteurs les plus importants de la biomasse sont par ordre décroissant : le diamètre du tronc, la densité du bois et la hauteur totale. Ainsi, les plantations avec une capacité de séquestration de carbone les plus élevées, comme celles du Parc de Djibélôr, sont caractérisées par un entretien culturel faible et une densité faible favorisant le développement en hauteur et en diamètre et donc une forte capacité de séquestration. À l'inverse, la plantation se trouvant à l'ISRA de Djibélôr bien que plus diversifiées en terme de variété (variabilité génétique importante) a une capacité de séquestration minimale.

## CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

La présente étude menée dans des vergers de la région de Ziguinchor a pour objectif de caractériser et d'évaluer le potentiel de séquestration de carbone de l'espèce *Mangifera indica* L. Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ont montré une diversité variétale notable, dominée par les plantations de l'ISRA de Djibélôr, reflétant des objectifs de diversification génétique et de recherche. Toutefois, cette richesse variétale ne s'est pas accompagnée d'une meilleure performance dendrométrique, en raison notamment de la forte densité de plantation et des pratiques culturales orientées vers la production fruitière. Les paramètres dendrométriques, la biomasse et le carbone séquestré ont varié significativement en fonction de l'âge, du site et des variétés. Les plantations les plus âgées (plus de 10 ans) ainsi que celles situées au Parc de Djibélôr ont enregistré les valeurs les plus élevées, traduisant une combinaison favorable entre âge, conditions stationnelles et gestion sylvicole. À l'inverse, les jeunes plantations et

les sites à forte densité, tels que l'ISRA de Djibélôr, ont montré une croissance limitée et une faible capacité de séquestration. Par ailleurs, la variété Céline s'est distinguée par ses performances supérieures en diamètre, biomasse et carbone stocké, révélant un potentiel génétique prometteur pour les programmes d'agroforesterie et de reboisement orientés vers l'atténuation des changements climatiques. Enfin, l'analyse multivariée a confirmé la corrélation positive entre les paramètres dendrométriques et le carbone séquestré, illustrant que le diamètre et la hauteur constituent de bons indicateurs du potentiel de séquestration. Ces résultats montrent que les plantations fruitières, bien gérées et conduites selon des densités appropriées, peuvent constituer un outil efficace d'atténuation du changement climatique et de valorisation des terres agricoles en Basse Casamance. Ainsi, le renforcement des pratiques sylvicoles adaptées (densité, tailles raisonnées) et la sélection de

variétés à fort potentiel de croissance apparaissent comme des leviers essentiels pour accroître le rôle des manguiers dans la

séquestration du carbone et la durabilité des agroécosystèmes.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abani, S, Z, J, 2012. Application des mesures dendrométriques pour l'estimation de la biomasse aérienne dans la forêt secondaire de la Réserve Forestière de Voko (Province de la Tshopo, RD Congo), *Option: Aménagement des écosystèmes forestiers*.
- Barat J, 2012. La filière fruits et légumes : Données chiffrées et recherches de solutions, In : Acte du séminaire : « Quel avenir pour les productions des fruits et légumes en Europe ? », *Romans Sur Isière*, 21-22 mars 2012.
- Batjes, NH 2014. Carbone total et azote dans les sols du monde, *Revue européenne de science du sol*, 65(1), 10-21.
- Cairns, MA, Brown, S., Helmer, EH et Baumgardner, GA 1997. Allocation de la biomasse racinaire dans les forêts des hautes terres du monde, *Ecologie*, 111(1), 1-11.
- Camara M, M., 2019. Caractérisation Végétale et Typologique des vergers de manguiers (*Mangifera indica*L.) dans les communes de Kartiack et de Mlomp (arrondissement de Tendouck), Mémoire de licence professionnel UASZ (57 pages).
- Carvalho C, R., De Ferreira M, C., Amorim S, S., Hellen R., Catarine J., Assis S, et De Rosa L, H, 2019. Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi, Role of Fungi in Climate Change Abatement Through Carbon Sequestration, vol 3 *Perspect* (October), 303–361.
- CCNUCC (Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques), 2005. *Préserver le climat*, Guide de la Convention sur les changements climatiques et du Protocole de Kyoto, Bonn, Allemagne, 41p.
- Charahabil, M, M., Cesar, B., Hamadou, B., Ndiaye, S, et Diatta, M, 2018. Diversité et structure des espaces végétalisés urbains de la ville de Ziguinchor, Sénégal, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(4), 1650-1666.
- Chave, J., Brown, S., Cairns, M, A., Chambers, J, Q., Eamus, D., Folster, H., ... et Yamakura, T, 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stock and balance in tropical forest, *Oecologia* 145, 87–99.
- Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, MS, Delitti, WB,,,, et Vieilledent, G, 2014. Amélioration des modèles allométriques pour estimer la biomasse aérienne des arbres tropicaux, *Biologie du changement global*, 20(10), 3177-3190.
- Ciesla, M, W, 1997. Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier, Aspects généraux, Etude FAO : Forêts, 126, *Rome, Italie*, 139 p.
- Dasyilva, M., Ndour, N., Ndiaye, O, et Sambou, B, 2017. Analyse de la flore, de la végétation ligneuse et des fonctions des vallées en zone péri-urbaine post-conflit (Ziguinchor, Sénégal), *Int, J, Biol, Chem, Sci*, 11(1): 360-377.
- DEFSE, 1996. Le cycle du carbone et la forêt : de la photosynthèse aux produits forestiers, Michel CAMPAGNA, ing,f, M,Sc, Direction (Vol, 26), *Bibliothèque nationale du Québec*, 56p.
- Diatta, U., 2017. Caractérisation et typologie des vergers à base de manguier dans les

- communes de Djinaiky, Diouloulou, Kafountine et Kataba, *Mémoire master UASZ*, 42p.
- Feldpausch T,R, Lloyd J, Lewis S,L, Brien R,J,W, Gloor M, Monteagudo Mendoza A, Lopez-Gonzalez G, Banin L, et Phillips O,L,, 2012. Tree height integrated into pantropical forest biomass estimates, *Biogeosciences*, 9 (8): 3381-3403.
- GIEC 2006. Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ; agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Institute for Global Environmental Strategies, vol,4, *Japon*, 93 p.
- GIEC, 2014 : Changements climatiques : Incidences, adaptation et vulnérabilité Résumés, foire aux questions et encarts thématiques, Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, *Genève (Suisse)*, 201 p.
- GIEC, 2019 : Résumé à l'intention des décideurs, Changement climatique et terres émergées : rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres, 39p.
- Guira M,, 2002. Rapport d'activités de recherche en arboriculture fruitière, *INERA 1 Burkina Faso, INERA 1 Burkina Faso, Document interne*, 15p.
- Gomido Kooke X, Mandus R, K, F , Djossou J,M et Imorou I,T,2019. Estimation du stock de carbone organique dans les plantations de *Acacia auriculiformis* A, Cunn, ex Benth, des forêts classées de Pahou et de Ouèdo au Sud du Bénin, 17p.
- Henry, M., Picard, N., Trotta, C., Manlay, R., Valentini, R., Bernoux, M., et Saint André, L, 2011. Estimation de la biomasse des arbres des forêts d'Afrique subsaharienne : un examen des équations allométriques disponibles.
- Ilboudo, D., 2018. Evaluation de la biomasse et du potentiel de séquestration de carbone par les petites formations forestières des savanes en zone soudanienne du Burkina Faso : cas du site de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts (ENEF), 80p.
- Joosten, R., Schumacher, J., Wirth, C., et Schulte, A, 2004. Evaluating tree carbon predictions for beech (*Fagus sylvatica* L.) in Western Germany, *Forest Ecology and Management* (189), 18p.
- Joyard J., et Sommeria J, 2019. Un cycle du carbone perturbé par les activités humaines, 12.
- Kuyah, S., Dietz, J., Muthuri, C., Jamnadass, R., Mwangi, P., Coe, R., et Neufeldt, H, 2012. Équations allométriques pour l'estimation de la biomasse dans les paysages agricoles : II, Biomasse souterraine, *Agriculture, écosystèmes & environnement*, 158, 225-234.
- Mbow C, 2009. Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudanienues et soudano-guinéennes du Sénégal (291p.), *Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)*.
- Monssou, E, O., Vroh, B, T, A., Goné, B, Z, B., Adou, Y, C, Y., et N'Guessan, K, E, 2016. Evaluation de la diversité et estimation de la biomasse aérienne des arbres du Jardin Botanique de Bingerville (District d'Abidjan, Côte d'Ivoire), *European Scientific Journal* vol,12, n°,6, pp 168–184.
- Ndiaye O, Goudiaby AOK, et Sambou A, 2018. Effets of substrate on germination and growth of *Moringa oleifera* Lam, *Acacia mellifera* (Vahl)



- Benth, and *Zizyphus mauritiana* Lam, Seedlings, *REFORESTA*, 6: 86-99.
- Ndiaye M, 2020. L'importance de l'innovation agroalimentaire en Afrique : cas de la mangue au Sénégal, *Mémoire de Maîtrise, Quebec*, Canada, p, 87.
- Ndiaye O, Camara B, Sambou A, et Ndiaye S, 2020. Germination, Growth and Development of *Mangifera indica* L, Varieties Used as Rootstocks on Different Substrates, *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(3) : 435-455.
- NIABALY M., 2018. Caractérisation végétale et typologie des vergers de manguier (*Mangifera indica* L.) dans la zone du Blouf en Casamance (au sud du Sénégal), Mémoire de Master *UASZ* (51 pages).
- Nowak, D, J., Hoehn, Robert, E., Daniel, E., Stevens, Jack, and C., et Jeffrey, 2006. Assessing urban forest effects and values, Minneapolis' urban forest, Resour, Bull, NE-166, Newtown Square, PA: U,S, *Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station*, 20 p.
- Panzou, G, J, L, 2018. *Biomasse et stocks de carbone en Afrique centrale: importance de l'allométrie des arbres*, Université de Liege (Belgium).
- Rey J ,Y, Diallo T ,A , Vanniere H., Didier,C, Keita, S, et Sangare, M 2004. La mangue en Afrique de l'Ouest francophone : variétés et composition variétale des vergers F, vol, 59, p, 191–208.
- Sagna, P, 2005. Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique occidentale, *Thèse de doctorat d'Etat ES Lettre, UCAD*, Faculté des lettre et Sciences Humaine, Département de Géographie, 790p.
- Thompson ID, Baker JA et Ter-Mikaelian M, 2003. A review of the long-term effects of post-harvest silviculture on vertebrate wildlife, and predictive models, with an emphasis on boreal forests in Ontario, Canada, *Forest Ecology and Management*, 177(1-3), 29p.
- Zanne A,E, Lopez-Gonzalez G, Coomes D,A, Ilic J., Jansen S, Lewis S,L, Miller R,B, Swenson N,G, Wiemann M,C, et Chave J, 2009. *Global wood density database*, Dryad digital repository [www document], URL <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>, DOI:[10.5281/zenodo.13322440](https://doi.org/10.5281/zenodo.13322440)