

Variation de l'épaisseur des parenchymes du limbe de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) en fonction de l'éclairement solaire en Côte d'Ivoire

Abdoul Rahim Falk KY^{1*}, Mory Latif KONATÉ² et N'Guessan François KOUAMÉ³

¹ Université Nangui Abrogoua d'Abidjan, École Doctorale Sciences, Technologies et Environnement, Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature, Laboratoire de Botanique et Valorisation de la Diversité Végétale, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

² Université de San Pedro, Unité de Formation et de Recherche d'Agriculture, Ressources Halieutiques et Agro-industrie, Département Agriculture Technologies Nouvelles, BP V1800 San Pedro, Côte d'Ivoire

³ Université Alassane Ouattara de Bouaké, Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Technologies, Laboratoire de Biologie Végétale et des Sciences de la Terre 01 BP 18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

(Reçu le 19 Décembre 2023 ; Accepté le 24 Janvier 2024)

* Correspondance, courriel : kyabdourahimfalk@gmail.com

Résumé

Cette contribution a pour but de comparer le parenchyme des feuilles de 22 anacardiers présumés plus productifs (APHP) et de leurs 88 voisins immédiats dans les quatre points cardinaux et soumis à différents degrés d'ensoleillement. La technique de double coloration au vert-carmino d'échantillons de limbe, coupés transversalement au microtome, a permis d'identifier les tissus anatomiques au microscope optique et de mesurer leurs épaisseurs et leurs surfaces avec le logiciel Image J. Les résultats ont montré que l'épaisseur du parenchyme palissadique des surfaces supérieure et inférieure des feuilles ensoleillées était significativement supérieure à celle des feuilles d'ombragées de toutes les catégories d'arbres échantillonnés. Aucune différence n'a été trouvée entre l'épaisseur du parenchyme des feuilles de l'APHP et celle de leurs voisins immédiats quel que soit le degré d'ensoleillement. Aucune différence n'a été trouvée entre l'épaisseur du parenchyme lacuneux du limbe des feuilles ombragées et celle des feuilles ensoleillées de tous les anacardiers. Les feuilles exposées au soleil ont une épaisseur grande des tissus de réserves dont l'intérêt d'écartés les anacardiers.

Mots-clés : *anacardier, Tissus, exposition des feuilles, soleil, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Cashew (*Anacardium occidentale* L.) limb parenchymas thickness variation as a function of solar illuminance in Côte d'Ivoire

The aim of this contribution was to compare the leaf parenchyma of 22 cashew trees presumed to be more productive (APHP) and their 88 immediate neighbours in the four cardinal points and subjected to different degrees of sunlight. The technique of double carmine-green staining of leaf blade samples, cut transversely with a microtome, was used to identify the anatomical tissues under a light microscope and to measure their

thicknesses and surfaces using Image J software. The results showed that the thickness of the palisade parenchyma on the upper and lower surfaces of the sunlit leaves was significantly greater than that of the shaded leaves of all the categories of trees sampled. No difference was found between the parenchyma thickness of AHP leaves and that of their immediate neighbours, whatever the degree of sunlight. No difference was found between the thickness of the lacunar parenchyma of the leaf blade of shaded leaves and that of sunlit leaves of all cashew trees. The intensity of sunlight had a very strong positive influence on the thickness of the palisade parenchyma and the medullary parenchyma. Leaves exposed to the sun have a great thickness of reserve tissue, which is of interest to cashew trees.

Keywords : *cashew tree, tissues, leaves exposure, sunshine, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

La relation entre l'anatomie et le potentiel de production des arbres fruitiers a été mise en évidence par des travaux de recherches. En effet, [1] ont montré que chez *Olea europaea* L., l'anatomie des feuilles, y compris la densité stomatique et la structure des chloroplastes, l'épaisseur du parenchyme palissadique, le taux de photosynthèse nette et la conductance stomatique, influencent le rendement en fruits, d'une part, et que la productivité des plantes dépend directement de la capacité photosynthétique des feuilles, d'autre part. La photosynthèse permet la synthèse de matière organique qui sera redistribuée vers d'autres organes par le phloème [1]. La capacité photosynthétique des feuilles dépend a priori du degré d'ensoleillement auquel les feuilles sont exposées [1]. Le taux photosynthétique net dépend grandement de l'irradiation, de l'absorption et de l'utilisation de l'énergie photonique [2, 3]. Malgré les adaptations similaires des plantes à diverses irradiations, des différences ont été trouvées entre diverses espèces, voire entre divers clones de la même espèce [2, 4]. Dans la production d'arbres fruitiers, des informations précises sur les effets des différentes irradiations sur la morphologie des feuilles et la photosynthèse sont nécessaires pour mieux orienter la gestion du verger [1]. Une étude systématique des effets de l'augmentation de l'ombre sur la morphologie des feuilles ainsi que sur la productivité des arbres a été réalisée dans certaines cultures arboricoles tels que *Prunus persica* (L.) Batsch [5], *Averrhoa carambola* L. [6], *Corylus avellana* L. [7] et *Olea europaea* L. [1]. Cette étude vise à analyser, pour la première fois, l'évolution de l'épaisseur et de la surface des parenchymes des feuilles d'anacardier en fonction du degré et de la durée d'exposition solaire de ces feuilles. L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) appartient à la classe des Angiospermes Eudicotylédones, notamment à l'ordre des Sapindales et à la famille des Anacardiaceae [8]. La filière noix de cajou revêt une grande importance pour le continent africain qui représente plus de 55% de la production mondiale de noix de cajou. Environ 3 millions de ménages en Afrique sont impliqués dans la production de noix de cajou avec une moyenne de 3 hectares de terres agricoles et constituent un moyen de subsistance pour de nombreux agriculteurs africains [9]. En Côte d'Ivoire, la culture de la noix de cajou constitue une nouvelle source de revenus pour les agriculteurs, mais le pays est actuellement le premier producteur et exportateur africain de noix de cajou brutes [10] avec une production estimée de 500 000 tonnes en 2013 à plus de 848 700 tonnes en 2020 [11 - 13]. Malgré cette performance, les rendements restent faibles et oscillent autour de 350 à 500 kg/ha [14, 15]. Les producteurs de noix de cajou rencontrent d'énormes difficultés dues à plusieurs facteurs tels qu'un encadrement technique insuffisant, l'utilisation de variétés à faible rendement et des sources inconnues [16]. L'augmentation de la production et l'amélioration de la qualité de la noix restent une priorité du programme national de recherche sur la noix de cajou de Côte d'Ivoire.

2. Matériel et méthodes

2-1. Site d'étude

Cette étude a été réalisée dans 6 régions administratives locales du bassin de l'anacarde en Côte d'Ivoire (**Figure 1**) à travers deux zones climatiques. Cinq régions (Bafing, Folon, Gontougo, Bounkani et Kabadougou) appartiennent au type climatique soudano-guinéen avec une saison des pluies de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril ; les températures moyennes journalières varient entre 28 et 32°C [17]. La région de l'Indénié-Djuablin appartient au type climatique guinéen caractérisé par quatre saisons dont deux saisons sèches (novembre-février et juillet-août) et deux saisons des pluies (mars-juin et septembre-octobre) ; les températures moyennes varient entre 16°C et 36°C avec une moyenne de 27°C [17].

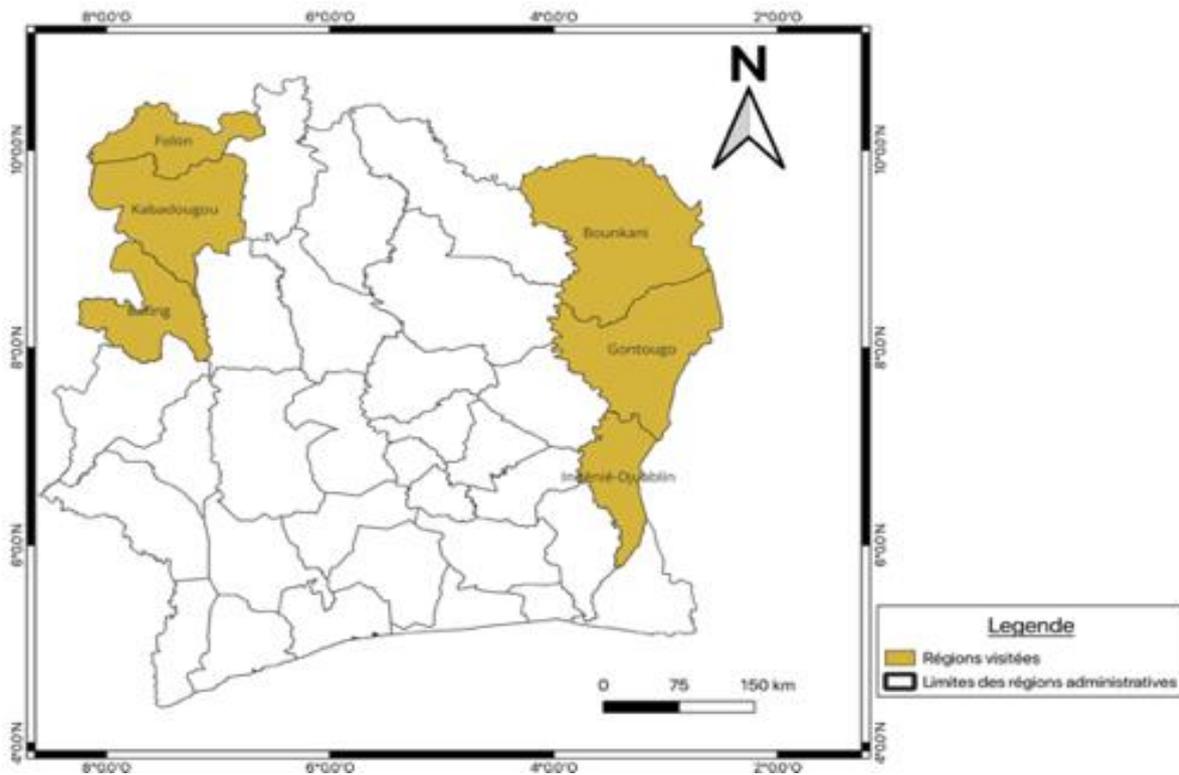


Figure 1 : Carte de la zone d'étude

2-2. Matériel

Le matériel biologique est constitué de feuilles de cajou. L'équipement technique comprend des piluliers, de l'alcool à 70 % et une glacière pour conserver les échantillons de feuilles collectées, un microscope optique Leica DM 750 équipé d'une caméra Leica ICC50HD, le logiciel Leica Acquire, du carmin d'alun, du vert d'iode, un microtome manuel, un capuchon perforé, du polystyrène, eau acétique, boîtes de Pétri et eau glycinée pour la réalisation et l'observation des coupes anatomiques.

2-3. Méthodes

2-3-1. Préparation et observation

Les échantillons de feuilles ensoleillées et ombragées ont été collectés sur 110 anacardiers dont 22 dits potentiellement plus producteurs (APHP) et les 4 voisins immédiats de chacun dans les directions Nord-Sud-

Est-Ouest, dans 6 régions du bassin de l'anacardier en Côte d'Ivoire [16, 17]. Ces organes de feuilles ont été conservés dans de l'alcool à 70°C avant et pendant leur préparation et observation au microscope optique. À l'aide d'un microtome manuel et de polystyrène, des coupes microscopiques de feuilles de 0,1 à 0,2 mm ont été découpées sur les limbes des feuilles et les nervures médianes, et colorées à l'aide de la technique classique de double coloration vert-carmino. Les tissus anatomiques ont été visualisés et enregistrés à l'aide du logiciel Leica Acquire.

2-3-2. Analyses statistiques de données

Les tissus anatomiques ont été analysés avec le logiciel d'image « Image-J ». Les images capturées ont été enregistrées au format 640*480 pixels et les mesures ont été converties dans le système international [18]. La densité de pixels de l'ordinateur utilisé était de 96 dpi, ce qui signifie qu'il y avait 96 pixels par 25,4 μ ; donc 1 pixel = 0,264583 μ [18]. Les données collectées sur le logiciel Microsoft Excel ont été analysées à l'aide du logiciel R pour la comparaison des épaisseurs. Le test t de Student a été réalisé pour comparer les épaisseurs moyennes au niveau de signification de 5 %.

3. Résultats

3-1. Effets du soleil sur l'épaisseur du parenchyme de la nervure médiane

La réalisation des coupes anatomies a permis de montrer que l'épaisseur du parenchyme cortical sur la face supérieure de la nervure médiane des feuilles ensoleillées a été similaire à celle des feuilles ombragées (*Figures 2 et 3*). Ce fait est illustré par les résultats du *Tableau 1* (valeur $p = 0,2141$; $p > 0,05$; $t = 1,37$). Par contre, les coupes anatomies obtenues de la surface inférieure des feuilles ont montré que l'épaisseur du parenchyme cortical sur la face inférieure de la nervure médiane des feuilles ensoleillées a été plus grande que celle des feuilles ombragées. Les valeurs du *Tableau 1* indiquent bien ce fait (valeur $p = 0,001824$; $p < 0,01$; $t = 5,87$). Il ressort également du *Tableau 1* que l'épaisseur du parenchyme cortical sur la face inférieure de la nervure médiane a été toujours plus grande que celle sur la face supérieure de la nervure médiane de même feuille, indépendamment de l'éclairage solaire (valeur $p = 1,851e-11$; $t = 52,98$). Le parenchyme médullaire de la nervure médiane des coupes anatomies obtenues des feuilles ensoleillées a été toujours plus grande que celle des feuilles ombragées (*Figures 2 & 3*). L'analyse des résultats du *Tableau 2* est similaire au fait observé (valeur $p = 0,0008139$; $p < 0,01$; $t = 8,25$). La *Figure 4* a montré que sur l'ensemble des échantillons de feuilles prélevés le parenchyme médullaire de la nervure médiane des feuilles ensoleillées, avec 5053,79 μ^2 , a été plus large que celui de la nervure médiane des feuilles ombragées, avec 3712,60 μ^2 .

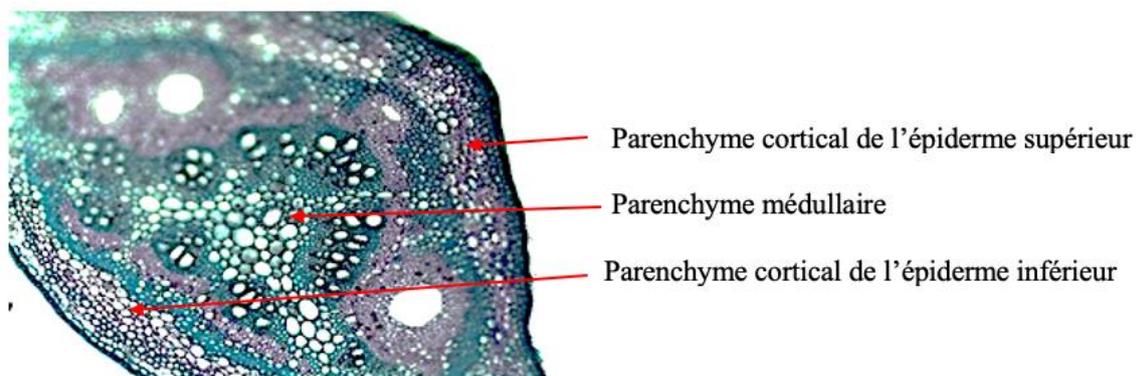


Figure 2 : Tissus de la nervure médiane de la feuille (x100)

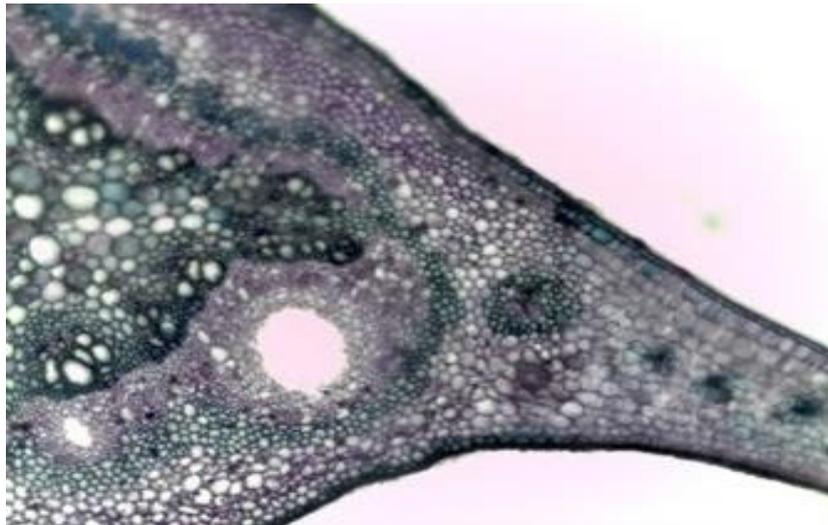


Figure 3 : Tissus de la transition entre la nervure médiane et la lame aplatie de la feuille (x100)

Tableau 1 : Variation de l'épaisseur du parenchyme cortical supérieur (PCNPS) et inférieur (PCNPI) de la nervure médiane en fonction du degré d'exposition au soleil

Groupes d'anacardiens	Degré d'exposition au soleil	Epaisseur des parenchymes	
		PCNPS (μ)	PCNPI (μ)
APHP	Ensoleillé	7,08 ^a	20,88 ^b
	Ombragé	6,50 ^a	16,88 ^c
Voisins non APHP	Nord	Ensoleillé	6,50 ^a
		Ombragé	6,73 ^a
	Sud	Ensoleillé	6,50 ^a
		Ombragé	6,50 ^a
	Est	Ensoleillé	4,90 ^a
		Ombragé	5,97 ^a
	Ouest	Ensoleillé	8,10 ^a
		Ombragé	5,10 ^a

Les valeurs avec les mêmes lettres (a, b et c) sont similaires tandis que celles avec des lettres différentes représentent leurs différences significatives.

Tableau 2 : Variations de la surface du parenchyme médullaire (PM) des différents groupes d'anacardiens

Groupes d'anacardiens	Degré d'exposition au soleil	Surface du parenchyme médullaire (μ ²)	
APHP	Ensoleillé	3893,75 ^a	
	Ombragé	2846,75 ^b	
Voisins non APHP	Nord	Ensoleillé	3482,67 ^a
		Ombragé	3434,00 ^b
	Sud	Ensoleillé	5400,00 ^a
		Ombragé	2303,92 ^b
	Est	Ensoleillé	2616,83 ^a
		Ombragé	1983,33 ^b
	Ouest	Ensoleillé	2167,50 ^a
		Ombragé	1852,50 ^b

Les valeurs avec les mêmes lettres (a et b) sont similaires tandis que celles avec des lettres différentes représentent leurs différences significatives.

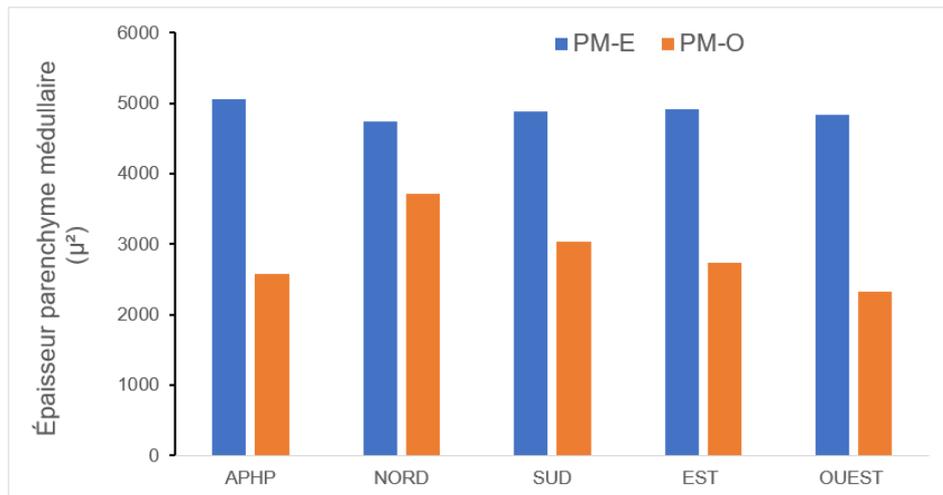


Figure 4 : Variation de l'épaisseur du parenchyme médullaire

APHP : anacardier potentiellement haut producteur ; PM-E : parenchyme médullaire des feuilles ensoleillées ; PM-O : parenchyme médullaire des feuilles ombragées

3-2. Effets de l'ensoleillement sur l'épaisseur du parenchyme du limbe aplati

Le parenchyme palissadique des deux faces du limbe aplati des feuilles ensoleillées des arbres voisins des APHP a présenté une épaisseur moyenne comprise entre 52,05 μ et 22,09 μ , tandis que celle des feuilles ombragées a présenté une épaisseur moyenne comprise entre 43,84 et 18,42 μ (**Figure 6**). Les APHP ont une épaisseur moyenne de 53,06 μ pour les feuilles ensoleillées et de 17,23 μ pour les feuilles ombragées (**Figure 6**). En revanche, l'épaisseur du parenchyme palissadique des faces supérieure et inférieure des feuilles ensoleillées a présenté très fortement des parenchymes palissadiques plus grands que ceux des feuilles ombragées de toutes les catégories des deux parenchymes et les échantillonnés. Les valeurs du **Tableau 3** indiquent une différence significative entre les deux faces de chacun et entre les deux parenchymes (valeur $p = 0,0004484$; $p < 0,01$; $t = 8,68$). Dans les directions Est et Ouest, l'épaisseur du parenchyme palissadique des deux côtés est significativement plus grande dans les feuilles des arbres de l'Est que dans les feuilles des arbres de l'Ouest indépendamment de l'ensoleillement de ces feuilles (valeur $p = 1,046e-09$; $p < 0,05$; $t = 45,31$) (**Tableau 3**). Pour le parenchyme lacuneux (**Figure 5**), les épaisseurs du limbe des feuilles ensoleillées et celles des feuilles ombragées ont été les mêmes avec une valeur de 33,50 μ pour les feuilles ensoleillées et de 33,00 μ pour les feuilles ombragées (**Figure 6**). Mais il n'y a pas eu de différence significative (valeur $p = 0,1036$; $p > 0,05$; $t = 1,87$) entre l'épaisseur du parenchyme lacuneux du limbe des feuilles ombragées et celles des feuilles ensoleillées de tous les arbres échantillonnés (**Tableau 3**). Le parenchyme cortical sur les faces supérieure et inférieure des feuilles ensoleillées ont une épaisseur respective de 22,50 μ et 9,35 μ , tandis que celle des feuilles ombragées a une épaisseur de 18,25 μ et 9,75 μ (**Figure 6**).

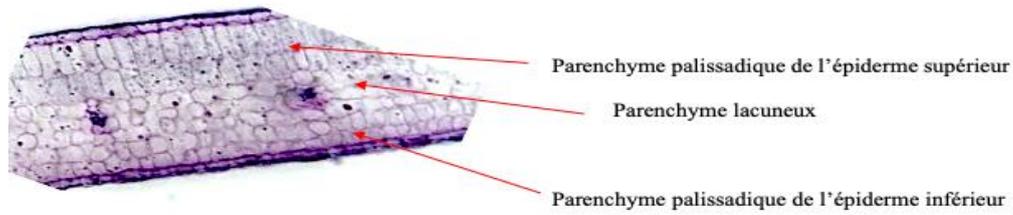


Figure 5 : Tissus de la lame aplatie de la feuille (x100)

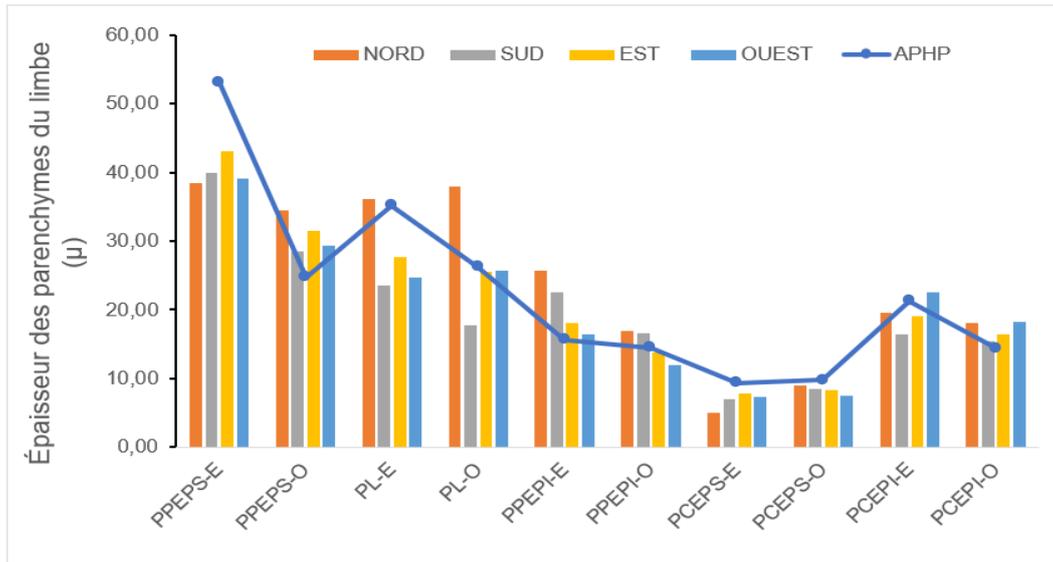


Figure 6 : Épaisseur des parenchymes du limbe

APHP : anacarde potentiellement plus productrice, PPLAS : parenchyme palissadique supérieur de la lame aplatie du membre, PPLAI : parenchyme palissadique inférieur de la lame aplatie du membre, PCNPS : parenchyme cortical supérieur de la nervure médiane, PCNPI : parenchyme cortical inférieur de la nervure médiane, PL : parenchyme lacunaire, O : feuilles ombragées, E : feuilles ensoleillées

Tableau 3 : Variations de l'épaisseur du parenchyme palissadique supérieur (PPLAS) et inférieur (PPLAI) de la lame aplatie du limbe

Groupes d'anacardiens	Degré d'exposition au soleil	Épaisseur du parenchyme palissadique	
		PPLAS (μ)	PPLAI (μ)
APHP	Ensoleillé	53,06 ^a	22,97 ^c
	Ombragé	38,33 ^b	17,23 ^d
Voisins non APHP	Nord	Ensoleillé	54,89 ^a
		Ombragé	42,40 ^b
	Sud	Ensoleillé	54,10 ^a
		Ombragé	45,61 ^b
	Est	Ensoleillé	55,25 ^a
		Ombragé	44,85 ^b
	Ouest	Ensoleillé	54,01 ^a
		Ombragé	42,50 ^b

Les valeurs avec les mêmes lettres (^c et ^d) sont similaires tandis que celles avec des lettres différentes représentent leurs différences significatives.

4. Discussion

Le nombre globalement similaire de tissus dans les deux catégories d'APHP et chez leurs proches voisins montre que la différence de capacité de production de ces anacardiens ne peut s'expliquer singulièrement par la structure anatomique propre à chaque espèce végétale. Au niveau du membre, les spécificités structurelles anatomiques sont constituées d'un épiderme supérieur et inférieur, d'un parenchyme palissadique, des poches de sécrétion et de la symétrie bilatérale [21, 22]. Le parenchyme externe (cortical), le parenchyme interne (médullaire), le phloème, le xylème, le collenchyme et le sclérenchyme sont communs à tous les organes des plantes [23]. L'épaisseur similaire (valeur $p = 0,2141$; $p > 0,05$; $t = 1,37$) du parenchyme cortical sur la face supérieure de la nervure médiane des feuilles ensoleillées et des feuilles ombragées, et l'épaisseur plus large (valeur $p = 0,001824$; $p < 0,01$; $t = 5,87$) de ce parenchyme cortical sur la face inférieure de la nervure médiane des feuilles ensoleillées que celles des feuilles ombragées expriment l'influence positive de l'intensité du soleil sur l'épaisseur du parenchyme externe. Dans cette étude, l'intensité de la lumière solaire qui atteint les faces supérieures des feuilles ombragées d'*Anacardium occidentale* est largement suffisante pour avoir un impact similaire sur le parenchyme cortical que les feuilles ensoleillées. Mais l'intensité de la lumière solaire atteignant les faces inférieures des feuilles ombragées est insuffisante pour que le parenchyme cortical ait un développement maximal. Cet impact de l'intensité de l'ombre sur l'épaisseur du parenchyme a été montré principalement sur la réduction à la fois du parenchyme palissadique et médullaire de plusieurs cultures ligneuses [24 - 26]. Même si l'effet de l'ombre sur la morphologie et l'anatomie des feuilles n'a pas été étudié de manière approfondie, il a été constaté qu'une exposition à long terme à l'ombre augmentait la surface des feuilles, mais diminuait le nombre de boutons floraux et de nouaison chez trois cultivars d'oliviers [27, 28]. Certaines différences ont été révélées entre les cultivars d'oliviers et leurs réponses saisonnières à l'ombre [28].

De plus, les feuilles d'olivier ombragées avaient une plus grande surface et une masse foliaire plus petite que celles cultivées en plein jour [29, 30]. Au niveau de la nervure médiane des feuilles d'anacardier, les impacts positifs de la lumière solaire ont été constatés sur le nombre de faisceaux xylème-phloème, sur l'épaisseur du parenchyme cortical et du parenchyme médullaire. L'épaisseur du parenchyme palissadique des faces supérieure et inférieure des feuilles ensoleillées, très plus grande que celle des feuilles ombragées de toutes les catégories d'arbres échantillonnés, montre l'impact positif de la lumière solaire sur le développement du parenchyme palissadique des feuilles d'anacardier. Des résultats similaires avaient montré que les feuilles ensoleillées de *Arbutus unedo* L. avaient un parenchyme palissadique plus épais que les feuilles ombragées [22]. Les feuilles d'olivier ombragées étaient 30 % plus fines que celles cultivées sous irradiation naturelle [29]. En effet, elles ne comportaient que deux couches de cellules de palissade par rapport aux trois couches des feuilles témoins. Certaines études ont montré qu'une exposition prolongée des feuilles à l'ombre pourrait modifier la morphologie des feuilles, leur anatomie et d'autres paramètres photosynthétiques, tels que la densité stomatique et la teneur en chlorophylle, et ainsi affecter indirectement la photosynthèse des feuilles dans plusieurs cultures [29]. Certains résultats, similaires, ont révélé que l'ombrage réduit le nombre de couches de palissade à seulement 1 à 2 couches de palissade et la longueur des cellules de palissade sur les feuilles d'olivier [1]. D'autres résultats ont mentionné que les feuilles ensoleillées sont généralement plus épaisses que les feuilles ombragées [21]. L'épaississement du limbe contribuerait en effet à une réduction de la transpiration ainsi qu'à une limitation du flux thermique au sein des organes photosynthétiques foliaires. Ce phénomène permettrait non seulement une grande économie d'eau, mais aussi la préservation des structures chlorophylles au niveau de tous les organes végétatifs aériens. La plus grande épaisseur du parenchyme palissadique des deux côtés dans les feuilles des anacardiens de l'Est que dans celles des feuilles des anacardiens de l'Ouest, indépendamment de l'ensoleillement de ces feuilles, montre la plus grande importance de l'ensoleillement précoce que de

l'ensoleillement ultérieur pour le développement du parenchyme palissadique, et indirectement les activités de photosynthèse de l'anacarde. Dans la littérature, l'effet le plus fort et le plus constant de l'ombre était celui sur la surface foliaire, qui est l'un des facteurs les plus importants pour la photosynthèse des feuilles. Les effets de l'ombre sur la surface foliaire de l'olivier ont été signalés [29]. Ces mêmes effets de l'ombre ont aussi été signalés chez les jeunes feuilles de pêche [5, 26], les cultivars de kiwi [31] et des jeunes feuilles de la carambole [6]. En effet, Il s'agit d'une adaptation courante à une faible irradiation. Cependant, certaines différences entre l'olivier et les autres arbres fruitiers ont été constatées. Ainsi, alors qu'un ombrage de 90 % provoquait une augmentation de 81 % de la surface foliaire de l'olivier, l'augmentation n'était que de 20 à 36 % chez le pêcheur [5, 26] et 49 % en noisetier sous 92 % d'ombre [8]. La plus grande taille des feuilles ombragées peut avoir été causée par une augmentation de la teneur en auxines et en gibbérélines dans les feuilles soumises à une faible irradiation [32].

5. Conclusion

Les parenchymes des feuilles d'anacardier ont connu des réactions plus différentes dans leur épaisseur que dans leur nombre selon l'intensité de l'ensoleillement. Cette intensité d'ensoleillement n'a pas influencé l'épaisseur du parenchyme cortical de la face supérieure de la nervure médiane mais a eu une influence positive sur l'épaisseur du parenchyme cortical de la face inférieure et du parenchyme médullaire de la nervure médiane. L'épaisseur du parenchyme cortical sur la face inférieure de la nervure médiane est toujours plus large que celle de la face supérieure de la nervure médiane de la même feuille, indépendamment de l'éclairage solaire. L'intensité de l'ensoleillement a montré une influence très fortement positive sur l'épaisseur du parenchyme palissadique. La durée d'ensoleillement, à travers l'exposition solaire des feuilles dans les directions est et ouest, a influencé de manière significative l'épaisseur du parenchyme palissadique, montrant la plus grande importance de l'ensoleillement précoce que de l'ensoleillement ultérieur pour le développement du parenchyme palissadique et indirectement des activités de photosynthèse de la noix de cajou.

Références

- [1] - K. GRÉGORIOU, K. PONTIKIS et S. VEMMOS, Effets d'une irradiation réduite sur la morphologie des feuilles, la capacité photosynthétique et le rendement en fruits de l'olivier (*Olea europaea* L.). *Photosynthétique* 45 (2007) 172 - 181. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11099-007-0029-x>
- [2] - N. K. BOARDMAN, Photosynthèse comparative des plantes d'ombre et de soleil. *Revue annuelle de physiologie végétale*, 28 (1977) 355 - 377. DOI: <https://10.1146/annurev.pp.28.060177.002035>
- [3] - J. E. JACKSON, Interception et utilisation de la lumière par les systèmes de vergers. *Revue horticole*, 2 (1980) 208 - 267. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118060759.ch5>
- [4] - O. BJÖRKMAN et P. HOLMGREN, Adaptabilité de l'appareil photosynthétique à l'irradiation dans les écotypes issus d'habitats exposés et ombragés. *Physiologie de la plante*, 16 (1963) 889 - 914. <https://10.1111/j.1399-3054.1963.tb08366.x>
- [5] - F. KAPPEL et J. A. FLORE, Effet de l'ombre sur la photosynthèse, le poids spécifique des feuilles, la teneur en chlorophylle des feuilles et la morphologie des jeunes pêcheurs. *Journal de la Société américaine des sciences horticoles*, 108 (1983) 541 - 544. DOI:<https://doi.org/10.21273/JASHS.108.4.541>
- [6] - T. E. MARLER, B. SCHAFFER et J. H. CRANE, Le niveau de lumière pendant le développement affecte la croissance, la morphologie et la physiologie des feuilles des jeunes Carambole. *Journal de la Société*

- américaine des sciences horticoles*, 119 (1994) 711 - 718. DOI:<https://doi.org/10.21273/JASHS.119.4.711>
- [7] - C. R. HAMPSON, A. N. AZARENKO et J. R. POTTER, Altération du taux de photosynthèse, de la floraison et des composantes du rendement du noisetier en réponse à différents environnements lumineux. *Journal de la Société américaine des sciences horticoles* 121 (1996) 1103 - 1111. DOI : <https://doi.org/10.21273/JASHS.121.6.1103>
- [8] - GROUPE DE PHYLOGÉNIE DES ANGIOSPERMES, Une mise à jour de la classification du groupe de phylogénie des Angiospermes pour les ordres et familles de plantes à fleurs : APG IV. *Journal de la Société botanique de Linné*, 181 (2016) 1 - 20
- [9] - O. M. ALIYU, Application de la culture tissulaire à la sélection de noix de cajou (*Anacardium occidentale* L.) : une évaluation. *Journal africain de biotechnologie*, 4 (2005) 1485 - 1489
- [10] - A. G. HENRY, A. S. BROOKS et D. R. PIPERNO, Les microfossiles présents dans le calcul démontrent la consommation de plantes et d'aliments cuits dans le régime alimentaire des Néandertaliens (Shanidar III, Irak ; Spy I et II, Belgique). *Actes de l'Académie nationale des sciences*, 108 (2) (2010) 486 - 491. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1016868108>
- [11] - S. ADAMAN et K. A. N'DRI, Impacts socio-économiques de la culture de l'anacarde dans la Sous-Préfecture d'Odienné (Côte d'Ivoire). *Revue scientifique européenne*, 32 (12) (2016) 369 - 383. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n32p369>
- [12] - FIRCA, Le secteur du progrès. La filière noix de cajou. Revue d'information, Acte, 20 (2018), <https://firca.ci/wpcontent/uploads/2019/05/LaFiliereDuProgres20.pdf>. (08/08/2023, date de dernière consultation)
- [13] - FAO, Production de noix de cajou. <https://www.fao.org/faostat/fr/data/qcl.>, (2022). (08/08/2023, date de dernière consultation)
- [14] - A. J-B. DJAHA, A. K. N'GUESSAN, C. K. BALLO et S. AKÉ, Semences de deux variétés élites d'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) destinées à être utilisées comme porte-greffe en Côte d'Ivoire. *Journal des biosciences appliquées*, 32 (2010) 1995 - 2001
- [15] - D. B. MUJUNI, J. F. O ESEGU et P. KIWUSO, Le rôle du capital social dans la construction d'un besoin partagé pour une véritable cause au sein des groupes d'agriculteurs : expérience de l'organisation des producteurs de noix de cajou biologique Teso. Dans : Conférence internationale sur la noix de cajou, (2013) 119 p.
- [16] - M. M. CHARAHABIL, M. DIATTA et S. NDIAYE, Caractérisation des plantations d'anacarde (*Anacardium occidentale* L.) à Balantacounda : cas des communes de Kaour, Goudomp et Djibanar (Casamance/Sénégal). *Journal des sciences européennes*, 13 (12) (2017) 242 - 257. DOI:<https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n12p242>
- [17] - M. L. KONATÉ, Caractérisation des adventices des vergers d'anacardiers (*Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae) dans le bassin anacardier de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université Nangui Abrogoua, (2021) 203 p.
- [18] - A. R. F. KY, M. L. KONATÉ, A. MANGARA et N. F. KOUAMÉ, Pratiques paysannes de gestion des mauvaises herbes dans les vergers d'anacardiers dans trois départements de Côte d'Ivoire. *Reb-Pasres*, 7 (2) (2022) 59 - 67
- [19] - J. BARTEAU, Pixels en centimètres : quelle est la taille d'un pixel ? Technologie de pointe. 18h, (2023). <https://www.zyyne.com/pixels-en-centimetres>
- [20] - C. R. METCALFE et L. CHALK, Anatomie des Dicotylédones. Presse Clarendon, (1980) 288 p.
- [21] - P. H. SCHUEPP, Couches limites des feuilles. *Nouveau phytologue*, 125 (1993) 477 - 507. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1993.tb03898.x>

- [22] - L. GRATANI et E. GHIA, Stratégie adaptative au niveau des feuilles d'*Arbutus unedo* L. pour faire face au climat méditerranéen. *Flore-Morphologie, Distribution, Ecologie Fonctionnelle des Plantes*, 197 (2002) 275 - 284. DOI: <https://doi.org/10.1078/0367-2530-00041>
- [23] - A. MAHAMANE et M. SAADOU, Structures anatomiques de certains organes de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex-Poir. et l'adaptation à la sécheresse. *Sécheresse*, 20 (2) (2009) 237 - 239
- [24] - J. E. JACKSON et J. W. PALMER, Effets de l'ombre sur la croissance et la culture des pommiers. I. Détails expérimentaux et effets sur la croissance végétative. *Journal des sciences horticoles*, 52 (1977) 245 - 252. DOI: <https://doi.org/10.1080/00221589.1977.11514753>
- [25] - J. P. SYVERTSEN et M. L. J. SMITH, Acclimatation légère dans les feuilles d'agrumes. I. Modifications des caractéristiques physiques, de la teneur en chlorophylle et en azote. *Journal de la Société américaine des sciences horticoles*, 109 (1984) 807 - 812. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.109.6.807>
- [26] - N. NII et T. KUROIWA, Modifications anatomiques, notamment la structure des chloroplastes dans les feuilles de pêcher sous différentes conditions d'éclairage. *Journal des sciences horticoles*, 63 (1988) 37 - 45. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.1988.11515825>
- [27] - A. TOMBESI et A. STANDARDI, Effet de l'exposition à la lumière sur la fécondité des oliviers. *Revue italienne des Sciences horticoles*, 51 (1977) 368 - 380
- [28] - A. TOMBESI et A. CARTECHINI, L'effet de l'ombrage de la couronne sur la différenciation des boutons floraux de l'olivier. *Revue italienne des Sciences horticoles*, 70 (1986) 277 - 285
- [29] - P. PROIETTI, P. PREZIOS et A. TOMBESI, Influence de l'ombrage sur la photosynthèse des feuilles d'olivier. Dans : Actes de la 2e réunion internationale sur les cultures arboricoles méditerranéennes, *La Canée*, (1988) 334 - 342 p.
- [30] - A. TOMBESI, Photosynthèse et interception de l'énergie lumineuse par les oliviers. *Projet agricole*, (1992) 36 - 39
- [31] - K. CHARTZOULAKIS, I. THERIOS et B. NOITSAKIS, Effets de l'ombrage sur les échanges gazeux, le poids spécifique des feuilles et la teneur en chlorophylle de quatre cultivars de kiwis dans des conditions de terrain. *Revue Sciences horticoles*, 68 (1993) 605 - 611. <https://doi.org/10.1080/00221589.1993.11516391>
- [32] - F. B. SALISBURY et C. ROSS, Photomorphogenèse. Dans : Wadsworth Pub. Co., Belmont, *Physiologie des Plantes* 2e éd., (1978) 438 - 463 p.