

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Liste des sigles et abréviations	vi
Liste des figures	vii
Liste des photos	viii
Liste des tableaux	ix
Résumé	x
Abstract	xi
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I.1. Présentation de l'espèce <i>Tamarindus indica</i> L.	3
I.1.1. Origine et distribution géographique des populations.....	3
I.1.2. Ecologie de l'espèce.....	3
I.1.3. Caractéristiques de l'espèce	4
I.2. Importance socio-économique de <i>Tamarindus indica</i> L.	5
I.3. Etat des lieux sur les populations de <i>Tamarindus indica</i> L. en Afrique de l'Ouest.....	6
I.4. Etat des connaissances la domestication de <i>Tamarindus indica</i>	6
I.4.1. Définition de la domestication	6
I.4.2. Les travaux portant sur la domestication de <i>Tamarindus indica</i> L.	7
I.4.3. Avantages et contraintes de la domestication de <i>Tamarindus indica</i> L.	8
I.5. Multiplication végétative de <i>Tamarindus indica</i> L.	8
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	10
II.1. Zone d'étude	10
II.1.1. Situation géographique	10
II.1.2. Végétation.....	11
II.1.3. Pédologie	11
II.1.4. Climat	11
II.1.5. Activités génératrices de revenu à Daga Birame	12
II.2. Matériel	12
II.2.1. Matériel Végétal	12
II.3. Dispositif expérimental et collecte des données	12
II.4. Traitement et analyse des données.....	17
CHAPITRE III : RESULTATS.....	19
III.1. Caractérisation des plants de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L.	19

III.2. Croissance relative des plants de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L.....	20
III.4. Variabilité morphologique des fruits de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L..	22
III.5. Importance des paramètres dendro-morphologiques selon les accessions.....	23
III.6. Corrélation entre paramètres dendrométriques des plants et morphologiques des fruits	24
CHAPITRE IV : DISCUSSION	27
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	29
Références	30
Annexes	34

Liste des sigles et abréviations

ACP	Analyse en Composantes Principales
AFECA	Agroforesterie, Ecologie, Adaptations
AGIR	Alliance Globale pour la Résilience
ANACIM	Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie
ANCAR	Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural
ANOVA	Analyse de Variance
BAME	Bureau d'Analyses Macro Economiques
BRAS/PAR	Building Resilient Agro-sylvo-pastoral Systems in West Africa through Participatory Action Research
CCAFS	Climate Change, Agriculture and Food Security
CNRF	Centre National de Recherches Forestières
DC	Diamètre au collet
Dim 1	Axe des ordonnées
Dim 2	Axe des abscisses
Epm.F	Epaisseur moyenne du fruit pour un arbre
FST	Faculté des Sciences et Techniques
Houp	Houppier
ICRAF	Centre International pour la Recherche en Agroforesterie
ID	Numéro d'Identification des accessions
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
Largm.F	Largeur moyenne du fruit pour un arbre
MC	Carrés Moyens
NF	Nombre de fruits par arbre
NRP	Nombre ramifications primaires
P4SII	Partnerships for Scaling Climate-Smart Agriculture
PFNL	Produits Forestiers Non Ligneux
Pm.F	Poids moyen d'un fruit pour un arbre
R	Coefficient de corrélation
Pr	Production fruitière estimée par pied
TCRc	Taux de Croissance Relative du diamètre au collet
TCRhp	Taux de Croissance Relative du diamètre du houppier
TCRht	Taux de Croissance Relative de la hauteur
TCRr	Taux de Croissance Relative du nombre de ramifications primaires
UCAD	Université Cheikh Anta Diop

Liste des figures

Figure 1: Classification taxonomique de <i>Tamarindus indica</i> L.	4
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude Daga Birame dans la région de Kaffrine	10
Figure 3: Variations pluviométriques annuelle de la région de Kaffrine de 1990 à 2020 (ANACIM, 2020).	11
Figure 4: Exemple de deux blocs successifs du dispositif expérimental de quatre accessions <i>Tamarindus indica</i> L. dans le village de Daga Birame/Kaffrine	14
Figure 5: Croissance moyenne en hauteur (A), diamètre au collet (B), houppier (C) et nombre de ramification primaire (D) des accessions de <i>Tamarindus indica</i> en 2014 à Daga Birame/Kaffrine	19
Figure 6: Croissance moyenne en hauteur (A), diamètre au collet (B), houppier (C) et nombre de ramifications primaires (D) des accessions de <i>Tamarindus indica</i> en 2019 à Daga Birame/Kaffrine	20
Figure 7: Nombre moyen de fruits (A) et rendement moyen estimé par pied (B) en 2018 par accession de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine	22
Figure 8 : Analyse en composantes principales des paramètres dendrométriques des plants et morphologiques des fruits de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine	24
Figure 9: Matrice de corrélation entre les variables dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits de l'accession TB3 de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine.	25
Figure 10: Matrice de corrélation entre les paramètres dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits de l'accession Sucré de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine	26
Figure 11: Matrice de corrélation entre les paramètres dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits de l'accession Niger 309 de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine	26

Liste des photos

Photo 1 : Le Tamarinier (A), schéma des caractéristiques des fruits et feuilles (B) (Bowe, 2007) et ses fleurs (C)	5
Planche de photo 2: Mesures des paramètres dendrométriques des plants de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine : (A) = Hauteur, (B) = Diamètre du houppier, (C) = Comptage du nombre de ramifications primaires, (D) = Diamètre au collet	15
Photo 3: Perche emboitable pour la mesure de la hauteur des arbres des quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine	15
Planche de photos 4: Méthode de mesures selon (Kouyaté, 2005) de la longueur (A) de la largeur (B) et de l'épaisseur (C) du fruit de <i>Tamarindus indica</i> L.	16
Planche de photos 5: Instruments de mesures des fruits de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. : (A) = Balance à précision 0,01g, (B) = Pied à coulisse	16
Photo 6: Fruits de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine : (A) = TB3, (B) = Sucré, (C) = Niger 309 et (D) = Local	23

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques des arbres « élites » de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L.	12
Tableau 2: Comparaison des moyennes pour les variables TCRht, TCRc, TCRhp et TCRr de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. à Daga Birame/Kaffrine.....	21
Tableau 3: Comparaison des moyennes pour les variables morphologiques des fruits de quatre accessions de <i>Tamarindus indica</i> L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine	22

Résumé

Tamarindus indica est un fruitier forestier à usages multiples bien présent en Afrique sahélienne. C'est une source de revenus importants pour de nombreuses familles rurales. Il est toujours à l'état sauvage, sauf quelques sujets issus de cultivars introduits récemment dans les terroirs villageois sahéliens. Cependant, la performance adaptative de ces cultivars est peu documentée. Ce travail a pour objectif de déterminer la croissance et la production de fruits de quatre accessions de *Tamarindus indica* dans le sud du bassin arachidier. Le dispositif expérimental mis en place est un bloc complet randomisé de 5 répétitions d'une parcelle élémentaire de 5 plants de 3 accessions améliorées de *T. indica* (TB3, Niger 309, Sucré) et d'une accession non améliorée (Locale). L'évaluation de la croissance, entamée 03 mois après plantation a porté sur tous les plants des différentes accessions alors que le potentiel de fructification a été estimé sur 10 plants de chaque accession améliorée en 2018. Les résultats montrent que l'accession Sucré présente les meilleures performances de croissance en termes de hauteur ($4,3 \pm 0,07$), de diamètre au collet ($13,2 \pm 0,10$), de diamètre du houppier ($3,4 \pm 0,08$) et de nombre de ramifications primaires ($40,4 \pm 0,11$). Cependant, l'accession TB3 présente la production estimée par pied la plus importante avec des fruits plus larges ($2,07 \pm 0,27$ cm) et plus lourds ($9,90 \pm 2,16$). Des corrélations entre les paramètres dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits ont été établies pour les accessions améliorées avec la corrélation de Pearson. Le diamètre au collet et la hauteur de l'accession TB3 sont significativement et positivement corrélés à l'épaisseur des fruits ($r = 0,89$ et $r = 0,86$), au nombre de fruits ($r = 0,56$ et $r = 0,59$) et à la production par pied ($r = 0,58$ et $r = 0,63$). Pour l'accession Sucré, le diamètre au collet est fortement et significativement corrélé au nombre de fruits et à la production estimée par pied ($r = 0,77$ et $r = 0,73$). Aucune corrélation n'a été observée entre les paramètres dendrométriques et morphologiques des fruits de Niger 309. Ces résultats peuvent être mis à profit au près des privés et des petits agriculteurs du sud du bassin arachidier pour le développement de chaîne de valeur alimentaire durable.

Mots clefs : Adaptation, Fructification, Parc agroforestier, Résilience, Bassin arachidier, *Tamarindus indica*

Abstract

Tamarindus indica is a multi-purpose forest fruit tree well present in Sahelian Africa. It is an important source of income for many rural families. It is always in the wild state, except for a few subjects resulting from cultivars recently introduced in the Sahelian village soils. However, the adaptive performance of these cultivars is poorly documented. The objective of this work is to determine the growth and fruit production of four accessions of *Tamarindus indica* in the Southern Groundnut Basin. The experimental device set up is a complete randomised block of 5 replicates of a basic plot of 5 seedlings of 3 improved accessions of *T. indica* (TB3, Niger 309, Sweet) and one unimproved accession (Local). Growth assessment, which started 03 months after planting, was carried out on all plants of the different accessions, while fruiting potential was estimated on 10 plants of each improved accession in 2018. The results show that the Sweet accession has the best growth performance in terms of height (4.3 ± 0.07), diameter at the crown (13.2 ± 0.10), crown (3.4 ± 0.08) and number of primary branches (40.4 ± 0.11). However, the TB3 accession has the highest estimated production per plant with larger (2.07 ± 0.27 cm) and heavier (9.90 ± 2.16) fruits. Correlations between tree dendrometric and fruit morphological parameters were established for the improved accessions with the Pearson correlation. Neck diameter and height of TB3 accession are significantly and positively correlated to thickness ($r = 0.89$ and $r = 0.86$), number of fruits ($r = 0.56$ and $r = 0.59$) and yield per plant ($r = 0.58$ and $r = 0.63$). For Sweet accession, neck diameter is strongly and significantly correlated with the number of fruits and the estimated production per plant ($r = 0.77$ and $r = 0.73$). No correlation was observed between the dendrometric and morphological parameters of the fruits of Niger 309. These results can be used by private and small farmers in the Southern Groundnut Basin for the development of sustainable food value chains.

Keywords Adaptation, Agroforestry park, Fruiting, Groundnut Basin, Resilience, *Tamarindus indica*

INTRODUCTION

Face à la croissance démographique, à la rareté et à l'irrégularité des pluies, les rendements agricoles ne suffisent plus pour subvenir aux besoins alimentaires des communautés sahéliennes notamment rurales. Devant ce fait, les populations ont recours de plus en plus aux Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) afin de diversifier leurs activités productives et les sources de revenus tout en améliorant leurs alimentations (ISRA-BAME, 2014). En effet, les espèces fruitières forestières à l'instar de : *Adansonia digitata*, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica* qui offrent ces PNFL sont importantes pour ces populations grâce à leurs potentialités alimentaires, nutritionnelles, pharmacologiques et génératrices de revenus (Larwanou, 2010). *Tamarindus indica*, en particulier est une espèce de subsistance qui est utilisée dans l'alimentation humaine sous différentes formes. Elle a une large répartition géographique dans les régions sub-tropicales (Bowe, 2007; Bowe et Haq, 2010; Diallo, 2001; El-Siddig et al., 2006). Elle appartient à la famille des *Fabaceae* et est une espèce à usages multiples. Bien que le tamarinier fasse partie des systèmes de culture de la zone sahélienne ouest-africaine, les populations n'accordent que très peu d'importance à sa plantation (Buchmann et al., 2009; Havinga et al., 2010). Les paysans de cette zone de l'Afrique ont tendance à planter des arbres exotiques comme *Mangifera indica* ou *Azadirachta indica*, mais peu souvent des espèces endogènes (De Caluwé et al., 2010), même s'ils reconnaissent que ces espèces sont à multiples usages. Des études récentes au Sénégal ont montré une régression du couvert ligneux de 1 à 2% par an, y compris celui qui contient des espèces fruitières forestières comme *Ximenia americana*, *Adansonia digitata* et *Tamarindus indica* (Diagne, 2000). Bien que faisant partie de la cohorte des espèces végétales totalement ou partiellement protégées par la loi N°98/03 du 08 Janvier 1998 du code forestier Sénégalais, *T. indica* est l'une des espèces les plus menacées par la dégradation des écosystèmes (Ba et al., 2001; Diallo, 2001). D'où la nécessité de mettre en place des stratégies de conservation durable de cette espèce qui contribue à la satisfaction des besoins alimentaires des populations rurales africaines à travers sa domestication. Des études ont abordé différemment cette question de domestication de *Tamarindus indica* (Bourou et al., 2011; Bourou et al., 2010; Bourou, 2012; Bourou et al., 2012; Diallo et al., 2007, 2008; Garba et al., 2019; Samb et al., 2015; Soloviev et Gaye, 2004; Soloviev et al., 2004). Toutefois, rares sont celles qui ont porté sur la croissance, la gestion et la production de fruits des espèces locales en plantation. C'est dans ce contexte que la présente étude a été réalisée pour évaluer la croissance et la production fruitière de trois accessions améliorées de

Tamarindus indica comparées aux plants issus de graines, plantés en milieu paysan. Il s'agit spécifiquement de :

- évaluer les paramètres dendrométriques des quatre accessions de *T. indica* plantées dans le sud du bassin arachidier ;
- déterminer la croissance relative des différentes accessions de *T. indica* ;
- étudier la variabilité morphologique des fruits et la production fruitière des quatre accessions de *T.indica* en plantation dans le sud bassin arachidier ;
- étudier les corrélations pouvant exister entre les paramètres dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits des différentes accessions.

Ce travail comporte quatre chapitres. Le premier chapitre porte sur l'état des connaissances sur le *Tamarindus indica*. Le second aborde le matériel et la méthodologie utilisés dans le cadre de ce travail. Dans le troisième chapitre, il est question de présenter les résultats qui seront discutés dans le dernier chapitre.

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Présentation de l'espèce *Tamarindus indica* L.

I.1.1. Origine et distribution géographique des populations

Originaire de l'Inde, le tamarinier (*Tamarindus indica*) a une vaste aire de répartition dans l'Afrique tropicale sèche et en Asie tropicale, donnant l'impression qu'il s'agit d'une espèce indigène des savanes les plus sèches d'Afrique tropicale (Samaké et al., 2014). Des recherches ont montré que le Tamarinier serait originaire de Madagascar et qu'il a été transporté par les Arabes en Inde et en Afrique, avant même la découverte de Madagascar par les européens en l'an 1500 (Beaujard, 1998). Cependant, il est naturalisé de longue date en Asie tropicale. Le tamarinier est aujourd'hui cultivé dans tous les tropiques et a une importance économique dans l'ensemble de l'Asie du Sud-Est. Il a été introduit plus récemment dans la partie tropicale de l'hémisphère occidental, probablement au début du commerce des esclaves en Afrique de l'Ouest. En Afrique, l'aire de distribution du tamarinier se retrouve dans la partie au sud du Sahara qui s'étend du Sénégal à Djibouti et jusqu'à Madagascar. Il couvre la zone tropicale aride (Bourou, 2012). La capitale du Sénégal, Dakar, tient son nom de la dénomination locale du tamarinier (dakhar). L'espèce serait autochtone au Burkina Faso, dans le nord du Cameroun, en Érythrée, en Éthiopie, en Gambie, en Guinée, en Guinée-Bissau, au Kenya, à Madagascar, au Mali, au Mozambique, au Niger, au Nigeria, en Ouganda, en République Centrafricaine, au Sénégal, au Soudan, en Tanzanie, au Tchad et au Zimbabwe (Muok et Alem, 2011). Le tamarinier couvre aujourd'hui une aire géographique vaste au niveau mondial, principalement dans les continents américain (la région centrale et latine) et asiatique (Inde) (Bourou, 2012).

I.1.2. Ecologie de l'espèce

Le tamarinier se développe bien sur une gamme variée de sols et de conditions climatiques mais préfère les zones semi-arides et les prairies arborées. On le trouve généralement sur des sols composés d'argile légère (en particulier d'argile rouge), de limon fin, de sable ou d'alluvions, ainsi que dans des zones rocailleuses. Il préfère les sols alluvionnaires bien drainés où il pleut en moyenne entre 250 à 1 200 mm par an. Il est présent à une altitude oscillant entre 0 et 1600 m au-dessus du niveau de la mer (Muok et Alem, 2011). Dans les régions plus sèches, l'espèce prospère le long des cours d'eau (Muok et Alem, 2011). Du point de vue botanique, il appartient au sous embranchement des angiospermes et à la classe des dicotylédones, sous classe des Rosidae (Figure 1). Cette sous-classe comprend 18 ordres dont celui des Fabales auquel appartient la famille des Fabaceae. Le tamarinier appartient à la

famille des Fabaceae, sous-famille des Caesalpinioideae (Diallo et *al.*, 2007). Il est la seule espèce dans le genre *Tamarindus* (El-Siddig et *al.*, 2006):

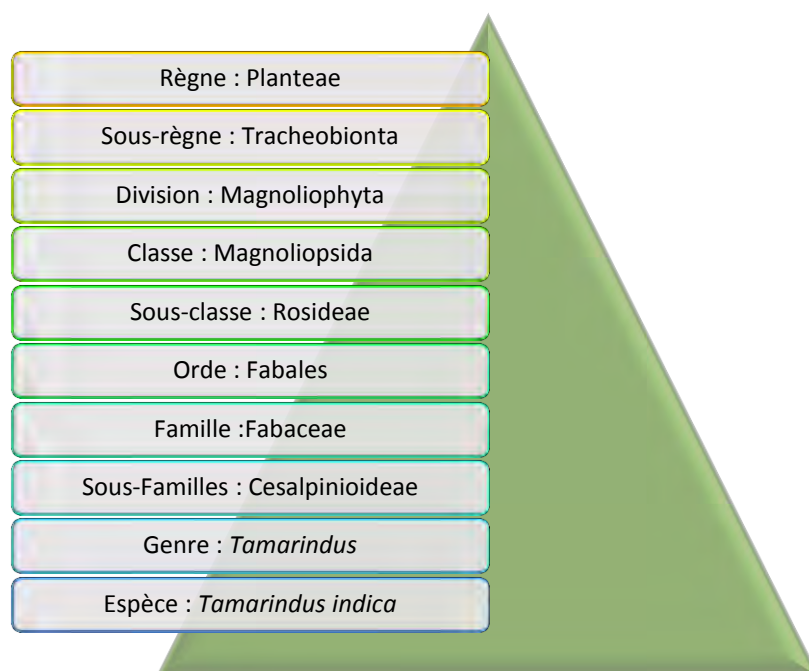


Figure 1: Classification taxonomique de *Tamarindus indica* L.

I.1.3. Caractéristiques de l'espèce

Le tamarinier est un grand arbre que l'on rencontre dans toute l'Afrique semi-aride, à Madagascar et en Inde. Il a besoin d'une saison sèche assez longue et bien marquée pour mûrir ses fruits. C'est un arbre aux usages multiples et utilisé dans l'alimentation et la pharmacopée. Lorsque ses fruits sont bien mûrs (fin décembre-janvier au Sahel) ils sont plus légers que les fruits verts et récoltés avec un sécateur monté au bout d'une longue perche. Les fruits bien mûrs, séchés et décortiqués sont utilisés dans la production industrielle de boisson sucrés non alcoolisés et de différents jus traditionnels. C'est un produit traditionnel d'usage courant dans les ménages. Il fait l'objet de transformation artisanale et industrielle (Konaté, 2005). Les feuilles sont riches en vitamine C et contiennent 14,1% de protéine. Les feuilles et les fleurs sont utilisées dans les soupes et les sauces. Les feuilles sont utilisées dans la préparation du « tô » (Baumer, 1995). Les écorces sont utilisées dans le traitement des plaies alors que les feuilles sont utilisées comme des antibiotiques et dans la préparation de bouillies locales (Fandohan, 2007). Il est caractérisé par une couronne dense et large (photo 1A), et un tronc à écorce rugueuse, fissuré, grisâtre-brun. Les feuilles sont sempervirentes, sauf dans les régions semi-arides. Les feuilles sont alternes, pennées, à rachis de 7 à 12 cm portant 9 à 12 paires des folioles, arrondies aux deux bouts, opposées, d'environ 6 sur 8 mm (photo 1B).

Les fleurs sont jaunâtres à dessins rouges (photo 1C), en grappes instables de 3 à 5cm de long, groupées de 5 à 10 cm, seuls ou en cymes. La floraison se déroule de décembre à mai. Les fruits sont droits et légèrement courbés, cylindriques, aplatis, de 5 à 15cm de long et de 2 à 3 cm d'épaisseur avec 1 à 10 graines brunes luisantes, dans une pulpe brune ou rouge brune (photo 1B). Période de maturité, décembre à Janvier.

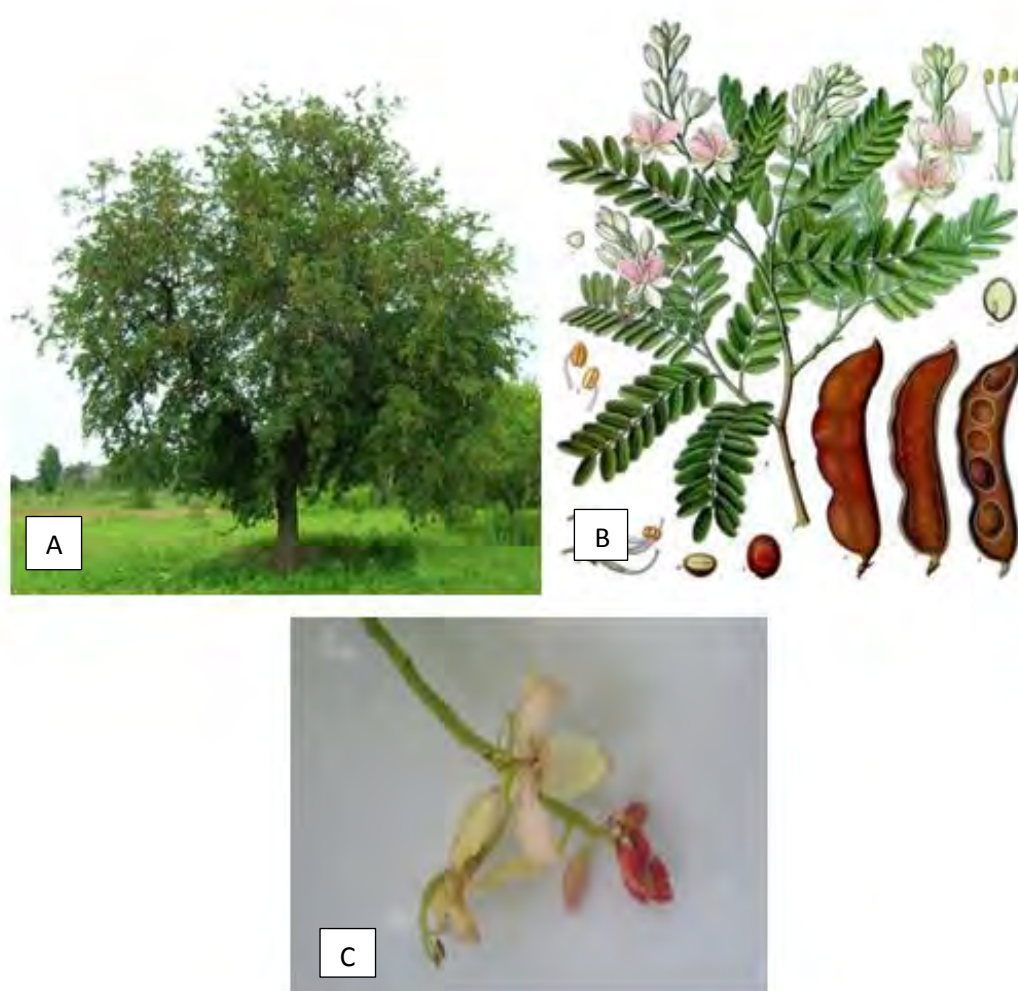


Photo 1 : Le Tamarinier (A), schéma des caractéristiques des fruits et feuilles (B) (Bowe, 2007) et ses fleurs (C)

I.2. Importance socio-économique de *Tamarindus indica* L.

Le tamarinier est une source de nourriture, de conservateurs alimentaires, de fourrage, de médicaments, de bois d'œuvre et de bois de chauffe. La pulpe du fruit est très riche en acide tartrique et sert de conservateur dans l'industrie des fruits et légumes en saumure. La pulpe verte et dure des fruits immatures est trop aigre pour être consommée directement, mais elle entre souvent dans la préparation de plats savoureux. Le fruit mûr du type doux est habituellement consommé frais, tandis que les fruits de type aigre (acide) sont transformés en

jus, confiture, sirop et sucrerie (El-Siddig *et al.*, 2006). Ils sont employés dans des desserts sous forme de confiture, pressés pour en faire des jus ou des boissons sucrées, ou encore consommés comme amuse-gueule. Ils sont utilisés comme ferments de bouillies de céréales et rendent appétissants d'autres mets. Ils servent également de laxatif naturel (Samaké *et al.*, 2014). L'espèce fait l'objet de nombreuses utilisations traditionnelles dans différentes sociétés africaines. Les fruits et autres produits du tamarinier sont vendus sur les marchés locaux d'Afrique ainsi que sur les marchés internationaux.

I.3. Etat des lieux sur les populations de *Tamarindus indica* L. en Afrique de l'Ouest

La dégradation observée ces dernières années des écosystèmes des zones sahéliennes et soudaniennes se traduit, pour de nombreuses espèces ligneuses, par un vieillissement des peuplements lié à l'absence de régénération naturelle (Douma *et al.*, 2010). Des études récentes au Sénégal montrent une régression du couvert ligneux (Diagne, 2000) de 1 à 2% par an, y compris celui qui contient des espèces fruitières forestières comme *Ximenia americana*, *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica* etc. La densité des arbres du Sénégal dont la hauteur est ≥ 3 m a baissé d'un nombre de $10 \pm 0,3$ arbres ha^{-1} en 1954 à $7,8 \pm 0,3$ arbres ha^{-1} en 1989 (Gonzalez, 2001). Toutefois, *T. indica* est l'une des espèces affectées par la dégradation des écosystèmes (Ba *et al.*, 2001). Dans la zone sahélienne, les tamariniers sont caractérisés par une croissance végétative lente. En milieu aride, cette lenteur de croissance est encore plus marquée du fait des effets dépressifs du déficit hydrique (El-Siddig *et al.*, 2006). Des études ont montré que dans les zones d'exploitation agricole, les populations de tamarinier sont caractérisées par la dominance des individus âgés avec des densités très faibles (Douma *et al.*, 2010). Ce qui laisse croire que l'espèce est menacée de disparaître dans le système agroforestier de la zone. La régénération naturelle par graine en milieu naturel de l'espèce est fortement compromise par les facteurs climatiques, anthropiques et entomologiques (Garba *et al.*, 2020). La récolte des gousses qui se fait par émondage des branches fruitières compromet la fructification (Diallo, 2001). Par ailleurs, d'autres recherches (Bourou, 2012) ont trouvé qu'une tentative de régénération de peuplements de tamariniers in situ par la mise en défend semble donc possible en zone tropicale aride.

I.4. Etat des connaissances la domestication de *Tamarindus indica*

I.4.1. Définition de la domestication

La domestication des arbres en agroforesterie est définie comme un processus piloté par les paysans qui permet d'exploiter la variabilité intra-spécifique des arbres localement importants afin de satisfaire les besoins des petits agriculteurs, de répondre à la demande du marché en

PNFL et d'accroître la diversité de l'environnement agricole (Simons et Leakey, 2004). Il s'agit d'une procédure scientifique et itérative impliquant l'identification, la production, la gestion et l'adoption de matériel génétique de haute qualité en agroforesterie. Les stratégies pour chaque espèce varient en fonction de leur utilisation fonctionnelle, de la biologie, des alternatives de gestion et des environnements cibles. La domestication peut se produire à tout moment le long du continuum, de l'état sauvage à l'état génétiquement transformé (Kalinganire, 2005). La démarche de la domestication débute par l'exploitation de la variabilité naturelle existante en sélectionnant, avec l'aide des populations, les sujets aux phénotypes les plus intéressants pour les critères considérés, désignés comme « arbres plus ». L'étape suivante vise, dans le même temps, à mettre au point les techniques de propagation végétative permettant de fixer les caractéristiques génétiques du matériel végétal sélectionné (Danthu et Soloviev, 2000) ainsi qu'à poursuivre l'évaluation du matériel végétal collecté. L'étape ultime doit permettre le clonage en masse des « arbres plus » supérieurs en vue de leur diffusion. L'objectif final est de transférer, aux populations, des variétés sélectionnées pour leur productivité, leur qualité fruitière ainsi que leur résistance à divers ennemis et maladies afin qu'elles les introduisent dans les parcs agroforestiers, dans les jardins de case ou dans les vergers (Soloviev *et al.*, 2004).

I.4.2. Les travaux portant sur la domestication de *Tamarindus indica* L.

Tamarindus indica est une espèce fruitière d'intérêt économique. Sa domestication au Sahel impose d'évaluer en préalable la variabilité de ses caractères phénotypiques sur l'ensemble de son aire de répartition. Des études ont abordé différemment cette question de domestication de *Tamarindus indica*. C'est le cas de (Diallo *et al.*, 2010) qui ont étudié la variation des caractères biométriques des graines et des plantules de neuf provenances de *Tamarindus indica* L. (Soloviev et Gaye, 2004) se sont intéressés à l'optimisation du greffage de *T indica* afin de disposer des arbres à phénotype supérieur en vue de leur distribution aux populations locales. Ces auteurs se sont également intéressés à la comparaison des caractéristiques physico-chimiques de fruit de cette espèce en provenance de trois zones climatiques (Soudano-sahélienne, Soudano-guinéenne et Sahélo-soudanienne) au Sénégal (Soloviev *et al.*, 2004). Des études ont aussi porté sur la comparaison de la diversité génétique des populations africaines, asiatiques et sud-américaines ; les systèmes de reproduction ainsi que les problèmes liés à la pollinisation (Diallo *et al.*, 2007, 2008). La germination de cinq provenances de *T. indica* L. en conditions de stress hydrique a fait l'objet d'une étude au Sénégal par (Samb *et al.*, 2015). Au Sénégal, de récentes études ont porté sur

l'écophysiologie du tamarinier, les impacts écologiques et humains sur la densité et la répartition des peuplements, le potentiel mycorhizien des parcs de cette espèce et les effets de l'inoculation mycorhizienne sur le comportement agro-physiologique des écotypes du tamarinier (Bourou *et al.*, 2011; Bourou *et al.*, 2010; Bourou, 2012; Bourou *et al.*, 2012). Des études en sciences sociales ont également abordés la question de la domestication à travers l'analyse de la perception paysanne et les usages socio-économiques du tamarinier (Garba *et al.*, 2019). Dans plusieurs pays d'Asie, notamment en Thaïlande, aux Philippines et en Inde, les activités de domestication sont avancées, et plusieurs cultivars ont été sélectionnés pour différentes propriétés liées à la consommation (El-Siddig *et al.*, 2006).

I.4.3. Avantages et contraintes de la domestication de *Tamarindus indica* L.

À ce jour, il est convenu que la domestication des espèces d'arbres agroforestiers indigènes pour la diversification de l'agriculture de subsistance pourrait jouer un grand rôle dans la réalisation des objectifs du millénaire pour le développement (Leakey *et al.*, 2007). De la même manière, ces espèces peuvent être utilisées pour arrêter et inverser la dégradation croissante des écosystèmes tout en offrant des opportunités économiques et d'emplois, en particulier dans les pays africains (Garrity *et al.*, 2010; Zomer *et al.*, 2009). Outre leur potentiel d'amélioration durable des moyens de subsistance, certaines espèces indigènes ont une forte capacité de stabilisation de l'environnement indigène et de restauration écologique. Dans les zones arides de l'Afrique de l'Ouest, *Acacia Sénégal*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Phoenix dactylifera*, *Ziziphus mauritiana*, *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica*, *Sclerocarya birrea* constituent entre autres les espèces candidates potentielles à la restauration écologique (Fandohan *et al.*, 2015). À ce titre, l'intégration de ces espèces indigènes dans les systèmes de production pourrait aider à établir une voie de développement basée sur l'écosystème dans les pays africains. Cependant, la sélection des variétés préférées dans les processus de domestication d'espèces spécifiques entraîne souvent l'érosion génétique par perte de diversité génétique (Ofori *et al.*, 2014). Si aucune stratégie de conservation efficace n'est mise en place pour assurer la perpétuation des espèces sauvages apparentées, cela peut entraîner des impacts négatifs sur le plan écologique et socio-économique.

I.5. Multiplication végétative de *Tamarindus indica* L.

La recherche de l'amélioration des arbres est généralement basée sur deux méthodes de propagation : sexuée ou végétative. L'amélioration des arbres fruitiers tropicaux sont généralement propagées par voie végétative en utilisant les bourgeons, les greffes, marcottes

(air-couches) ou des boutures. Ici, des clones d'élite d'espèces telles que *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Tamarindus indica* et les agrumes sont sélectionnés à des intensités élevées pour la propagation de masse en tant que cultivars (Simons et Leakey, 2004). Le tamarinier peut faire l'objet d'une multiplication végétative aisée et fiable reposant sur les techniques du greffage et de l'écussonnage. Les arbres greffés donnent des fruits dans les trois ou quatre ans, contre sept ans pour ceux issus de graines. Les plants greffés sont donc plus attrayants pour le paysan que les semis (Muok et Alem, 2011). Le début de la saison sèche constitue la période optimale de greffage de *T. indica* aussi bien pour le matériel juvénile que celui issu d'arbres matures (Soloviev et Gaye, 2004). S'agissant du type de greffage, les travaux de (Soloviev et Gaye, 2004) ont montré que la position terminale (greffe en fente terminale, greffe anglaise) présente des taux de réussite supérieurs comparé à la greffe de rameau en position latérale et à la greffe d'œil. Selon ces auteurs, le matériel juvénile présente une meilleure réactivité au greffage par rapport au matériel mature, indiquant par ailleurs que le bois issu de jeunes plants est greffé avec un taux de réussite d'environ 70% (Soloviev et Gaye, 2004).

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Zone d'étude

II.1.1. Situation géographique

L'étude est menée dans le village de Daga Birame situé dans la Commune de Ndiognick (figure 2), elle-même située dans la région de Kaffrine, entre les longitudes 15°86' Ouest et 14°58' Est et les latitudes 14°74' Nord et 13°74' Sud. Le village de Daga Birame est situé à 15 km de Kaffrine. Il est le site pilote où l'ISRA et ses partenaires (ICRAF, CCAFS, ANCAR, ANACIM) ont expérimenté l'approche Village Climato-Intelligent qui a permis de développer avec les producteurs locaux des pratiques et options climato-intelligentes adaptées au contexte du petit producteur de la région de Kaffrine (AGIR, 2018). L'accent est mis sur les mesures suivantes : l'utilisation des prévisions et informations climatiques ; le choix de variétés résilientes et des bonnes pratiques d'adaptation au changement climatique ; la pratique de l'agroforesterie avec des arbres fruitiers à cycle de production court ; la gestion de la régénération naturelle assistée par les producteurs ; la gestion concertée des espaces sylvo-pastoraux inter-villageois ; la plantation de fruitiers forestiers prioritaires dans les concessions; la diversification des cultures (maïs, maraîchage, pastèque, légumes) et des sources de revenus avec la création de petites entreprises forestières et agricoles (fruit du baobab, arachide, aviculture, etc.). Le village a une population d'environ 1 446 habitants répartis entre 84 ménages appartenant au groupe ethnique Wolof (Sanogo *et al.*, 2015).

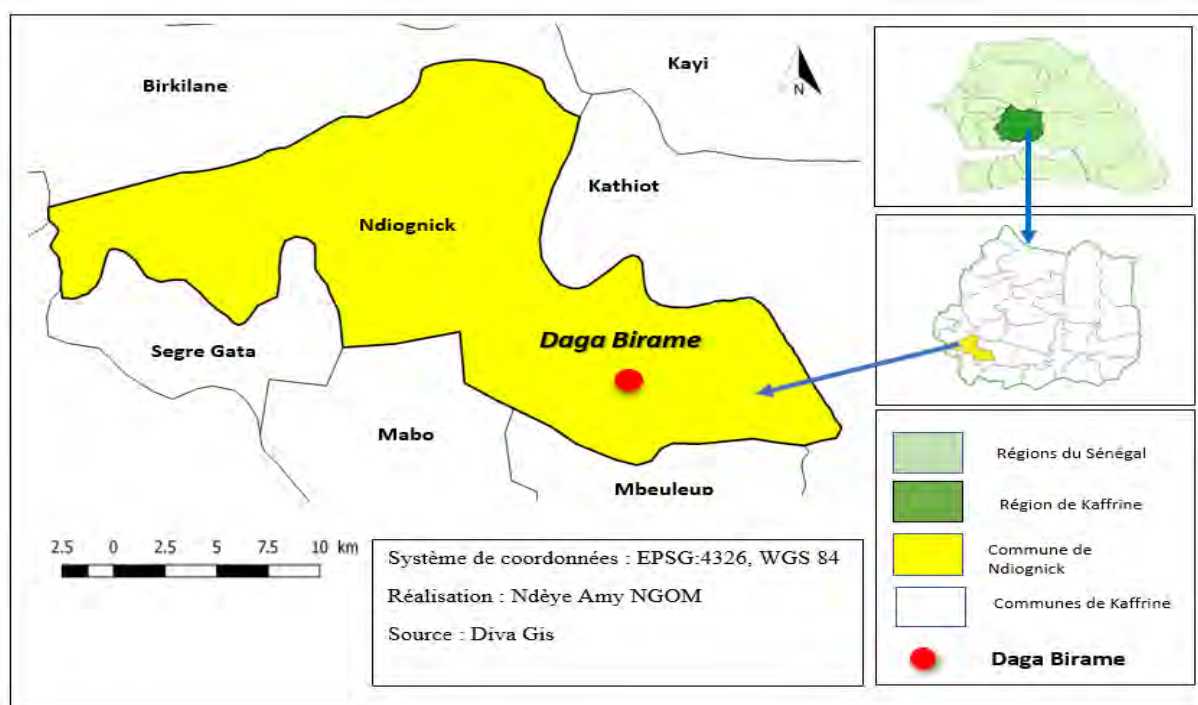


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude Daga Birame dans la région de Kaffrine

II.1.2. Végétation

La végétation est une savane herbacée où on ne rencontre que quelques arbres et arbustes, principalement dans le Nord de la région de Kaffrine, dans les zones aux sols très peu profonds (encroûtés) ou très arides (Sanogo *et al.*, 2015). On rencontre dans la savane herbacée et arbustive principalement les espèces du genre *Combretum* et *Guiera*. Alors que dans la savane arborée et boisée ce sont les espèces telles que *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia macroptera*, *Bombax costatum*, *Combretum glutinosum*, *Cordyla pinnata* qui y sont prédominantes (Bakhoum, 2012).

II.1.3. Les sols

Le relief est plat dans son ensemble et présente une légère pente qui descend du nord au sud. Avec près de 80% de terres cultivables, la commune de Ndiognick dispose de deux types de sols que sont les sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés / sols diors (30%) et les sols ferrugineux tropicaux rouges ou lithosols / deck-dior (70%). La texture du sol dans le village de Daga Birame est de type sablo-argileux, avec des valeurs de densité apparente qui varient de 1,38 à 1,47 g/cm³ (Egueh, 2017). S'agissant de l'hydrographie, la région est traversée par l'affluent du fleuve Saloum, auquel s'ajoutent des mares temporaires et de petites vallées alimentées par les eaux pluviales.

II.1.4. Climat

Le climat de la région de Kaffrine est de type sahélo-soudanien (Sarr *et al.*, 2013). La pluviométrie moyenne annuelle de la région entre 1990 et 2020 est de 654,19 ± 192,75 mm/an (Figure 3) avec une température moyenne annuelle de 29,4 °C. À l'image de la région de Kaffrine, le village de Daga Birame est balayé par l'alizé (en saison sèche) et la mousson (saison des pluies).

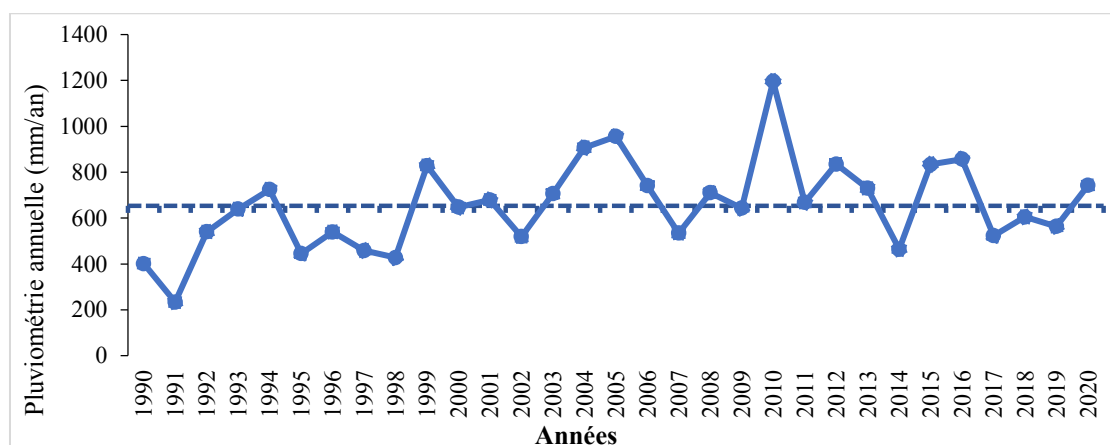


Figure 3: Variations pluviométriques annuelles de la région de Kaffrine de 1990 à 2020 (ANACIM, 2020).

II.1.5. Activités génératrices de revenu à Daga Birame

L'économie du village de Daga Birame repose essentiellement sur l'agriculture pluviale et l'élevage extensif (bovins, petits ruminants, équins et volaille). Plus de 90% de la population active pratique l'agriculture avec une superficie moyenne des parcelles de 3,5 ha (Badji, 2018). Les grandes cultures sont pratiquées en saison des pluies ; le mil, l'arachide, le maïs et le niébé, constituent les principales spéculations. L'agriculture est généralement associée à l'élevage et combinée à des activités de diversification comme le petit commerce, la maçonnerie et le maraîchage.

II.2. Matériel

II.2.1. Matériel Végétal

Le matériel végétal est composé de 4 accessions de *Tamarindus indica* de la collection de la banque de gènes de l'ICRAF de Samanko. Les semences de 3 de ces quatre accessions ont intégré la banque de gènes en 2006. Ce sont : le TB3, le Niger 309 et le Sucré. Les plants de ces dernières ont été améliorées par greffage sur des plants issus de graines de l'accession locale du Mali en juin 2014. L'ensemble des accessions ont été apportées au Sénégal et plantés dans la parcelle communautaire de Daga Birame en août 2014.

Tableau 1: Caractéristiques des arbres « élites » de quatre accessions de *Tamarindus indica* L.

Accession ID	Pays d'origine	Latitude	Longitude	Type de plant initial	Année d'installation
TI-32/Niger309	Niger	13°31'58.8"N	2°4'58.8"E	Greffon collecté sur un plant mature issu de graine	2006
TI-25/TB3 Brésil	Brazil	14°13'55.2"S	51°55'32.2"W	Greffon collecté sur un plant greffé	2006
Thaïlande sucré	Thaïlande	13°02'19.9"N	101°29'24.4"E		2006
Semences locales Mali	Mali	17°34'26.2"N	-3°59'9.99"W	Greffon collecté sur un plant mature issu de graine	2014

II.3. Dispositif expérimental et collecte des données

Le dispositif expérimental a été mis en place depuis 2014. C'est un dispositif en bloc complet randomisé de 05 répétitions équidistantes de 10 m (Figure 4). Chaque bloc est composé de 05 plants de chaque accession avec des écartements de 5m x 5m.

La première mesure effectuée 03 mois après plantation représente la situation de référence pour cette étude. Les variables mesurées sur tous les plants des différentes accessions (Planche de photos 2) ont été :

- la hauteur (m) ;
- le diamètre du houppier suivant les directions Est-Ouest et Nord-Sud (m) ;
- le diamètre au collet (cm) ;
- le nombre de ramifications primaires (premières branches reliées au tronc principal)

L'évaluation de la production de fruit, entamée 3 ans après la plantation, a été effectuée en considérant au hasard 10 plants de chaque accession en 2018 (2 plants/bloc/accession). Pour TB3, Sucré et Niger 309, 100 fruits ont été récoltés par accession et 30 fruits pour l'accession Locale. Toutefois, pour harmoniser la taille de l'échantillon des différentes accessions, seuls 30 fruits intacts, non parasités ont été considérés lors des analyses de variance. Les fruits ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse (photo 5B) d'un ruban mètre et d'une balance à précision (Photo 5A). Les variables qui ont été retenus sont (Planche de photos 4) :

- la longueur du fruit (cm) ;
- la largeur du fruit (cm) ;
- l'épaisseur du fruit (cm) ;
- le poids du fruit (g).

La longueur est prise à partir du point d'attache du fruit jusqu'au pédoncule. La largeur et l'épaisseur sont prises à partir de la moitié de la longueur du fruit suivant la méthode de (Kouyaté, 2005).

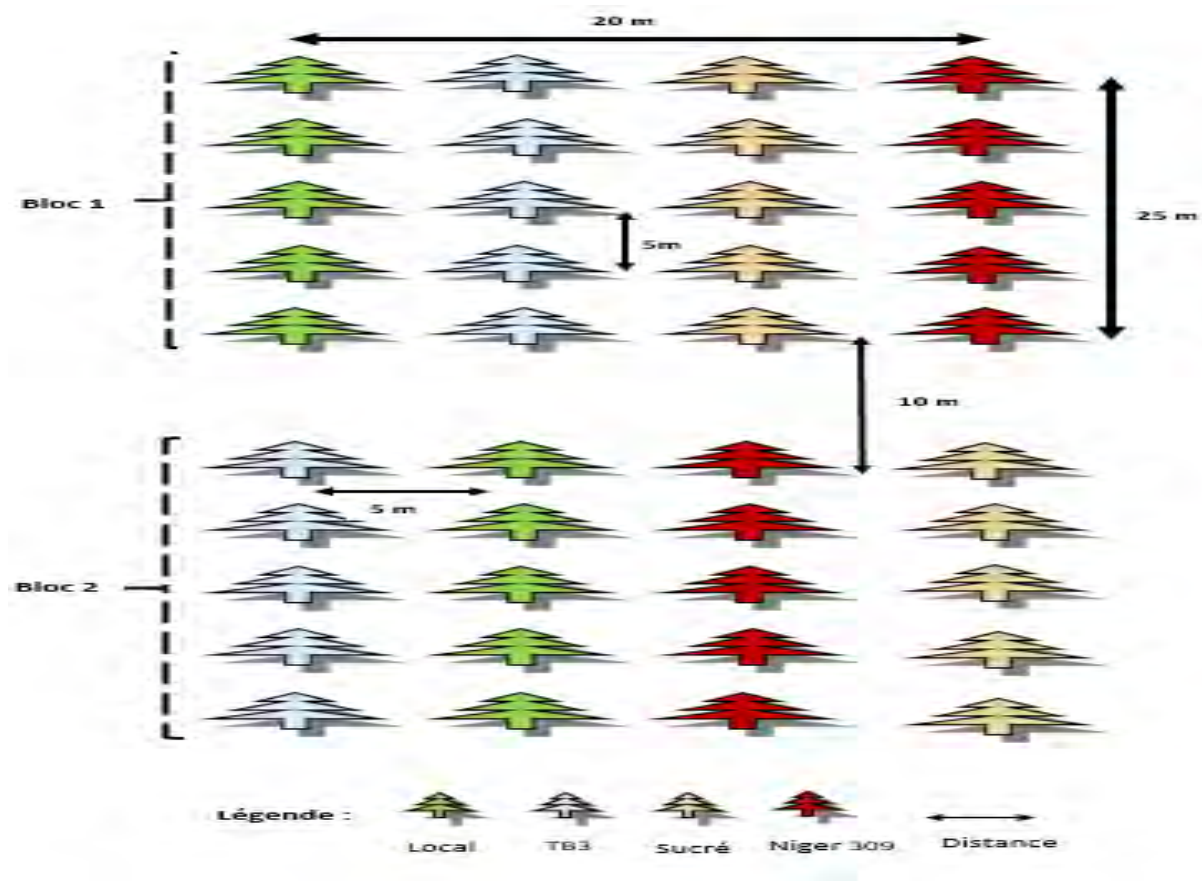


Figure 4: Exemple de deux blocs consécutifs du dispositif expérimental de quatre accessions *Tamarindus indica* L. dans le village de Daga Birame/Kaffrine



Planche de photo 2: Mesures des paramètres dendrométriques des plants de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine : (A) = Hauteur, (B) = Diamètre du houppier, (C) = Comptage du nombre de ramifications primaires, (D) = Diamètre au collet



Photo 3: Perche emboitable pour la mesure de la hauteur des arbres des quatre accessions de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine

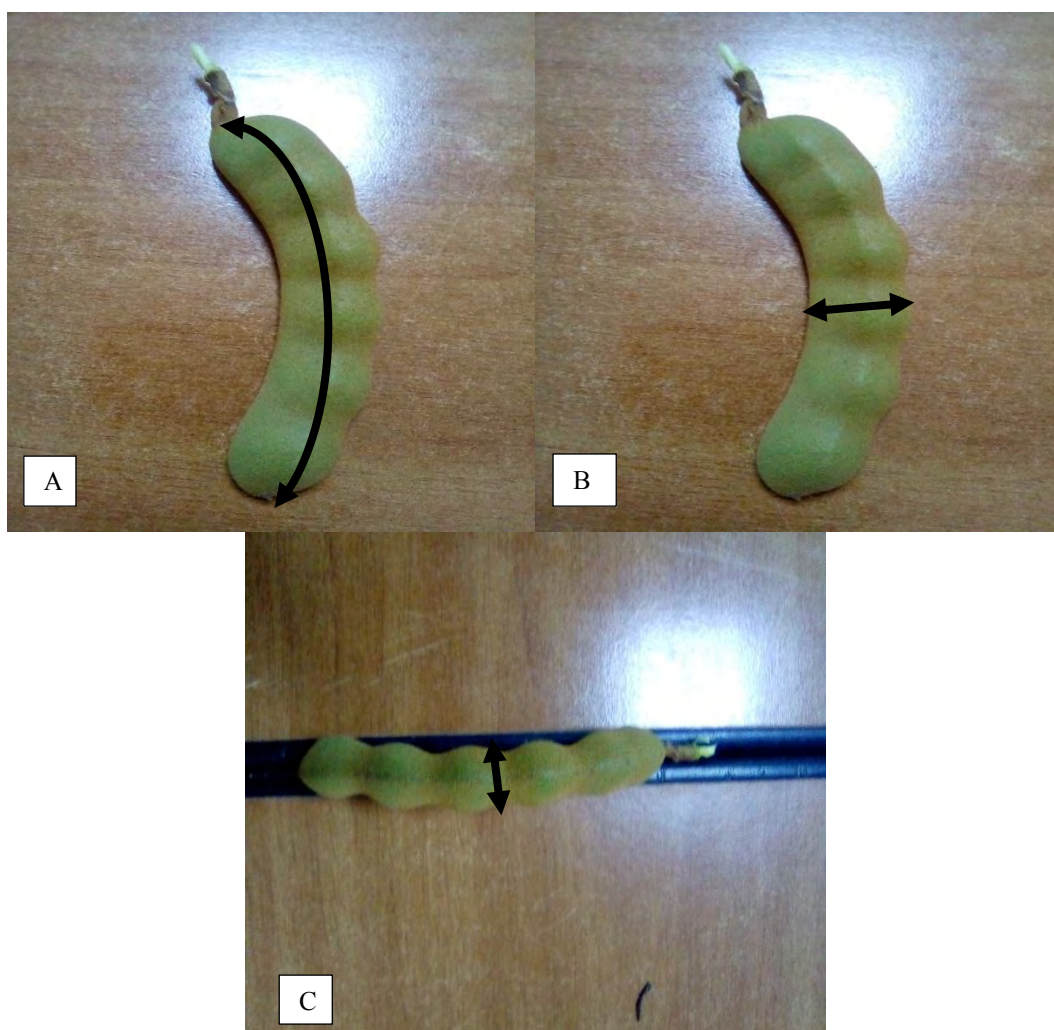


Planche de photos 4: Méthode de mesures selon (Kouyaté, 2005) de la longueur (A) de la largeur (B) et de l'épaisseur (C) du fruit de *Tamarindus indica* L.



Planche de photos 5: Instruments de mesures des fruits de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. : (A) = Balance à précision 0,01g, (B) = Pied à coulisse

II.4. Traitement et analyse des données

Les données collectées sur le terrain ont été saisies sur un tableur Excel qui a servi à calculer les valeurs des taux de croissance relative (TCRht, TCRc, TCRhp, TCRr) respectivement pour la hauteur, le diamètre au collet, le diamètre du houppier et le nombre de ramifications primaires ainsi que la production fruitière estimée par pied pris en compte dans cette étude.

➤ Taux de croissance relative

Le Taux de Croissance Relatif (TCR) a été calculé pour la hauteur, le diamètre au collet, le diamètre du houppier et le nombre de ramification primaire. Le TCR a été calculée selon (Hunt, 1982) :

$$TCR = \frac{(\ln AF - \ln AI)}{(tF - tI)}$$

AF désigne le paramètre et mesuré à l'année finale (F) ;

AI désigne le paramètre mesuré à l'année initiale (I) ;

tF est le temps des mesures en année finale (2019) et (tI) le temps des mesures en année initiale (2014)

Ainsi, dans le texte suivant, le TCR de la hauteur, du collet, du houppier et du nombre de ramifications primaires sont appelés TCRht, TCRc, TCRhp, TCRr respectivement.

➤ Production fruitière estimée par pied

La production fruitière estimée par pied a été calculé par la formule :

$$Pr = NF * Pm.F$$

Pr désigne la production fruitière estimée par pied elle s'exprime en kg

NF désigne le nombre de fruits par arbre

Pm.F désigne le poids moyen d'un fruit pour un arbre

L'intégralité des données a été traitée avec le logiciel R version 4.0.0 (64bits). Les variables (TCRht, TCRc, TCRhp TCRr) ainsi que la longueur, la largeur, l'épaisseur et le poids des fruits ont fait l'objet d'une analyse de variance. Au préalable, certaines données telles que TCRht et TCRc ont subies une transformation de Box-cox pour améliorer leur normalité. Le test de Tukey a été utilisé pour comparer les moyennes des variables étudiées pour les différentes accessions avec un intervalle de confiance fixé à 95%. Pour, le nombre moyen de fruits par plant et la production estimée par pied des différentes accessions, le test de Kruskal-Wallis a été utilisé. Une Analyse en Composantes

Principales (ACP) a permis de mettre en évidence les différents groupes en fonction des paramètres dendrométriques et morphologiques. Des corrélations sont établies entre les paramètres dendrométriques des arbres et les descripteurs morphologiques des fruits grâce à un test de corrélation.

CHAPITRE III : RESULTATS

III.1. Caractérisation des plants de quatre accessions de *Tamarindus indica* L.

A la situation de référence (2014) (Figure 5), Niger 309 présentait les meilleures caractéristiques en termes de grosseur du diamètre au collet avec l'accession Sucré (5B), mais également en termes de diamètre du houppier (5C). Alors qu'on retrouve les plus grandes hauteurs chez l'accession Sucré. Cependant, en 2019, les arbres de l'accession Sucré présentent les meilleures performances en termes de hauteur (Figure 6A), diamètre au collet (figure 6B) et nombre de ramifications primaires (Figure 6D) comparé aux autres accessions. A l'opposé l'accession Niger 309 s'est montré la moins performante pour les quatre variables considérées à l'exception des ramifications où on ne note aucune différence significative. Les deux autres accessions (Local et TB3) sont des intermédiaires de l'accession Sucré et la Niger 309 pour ces variables.

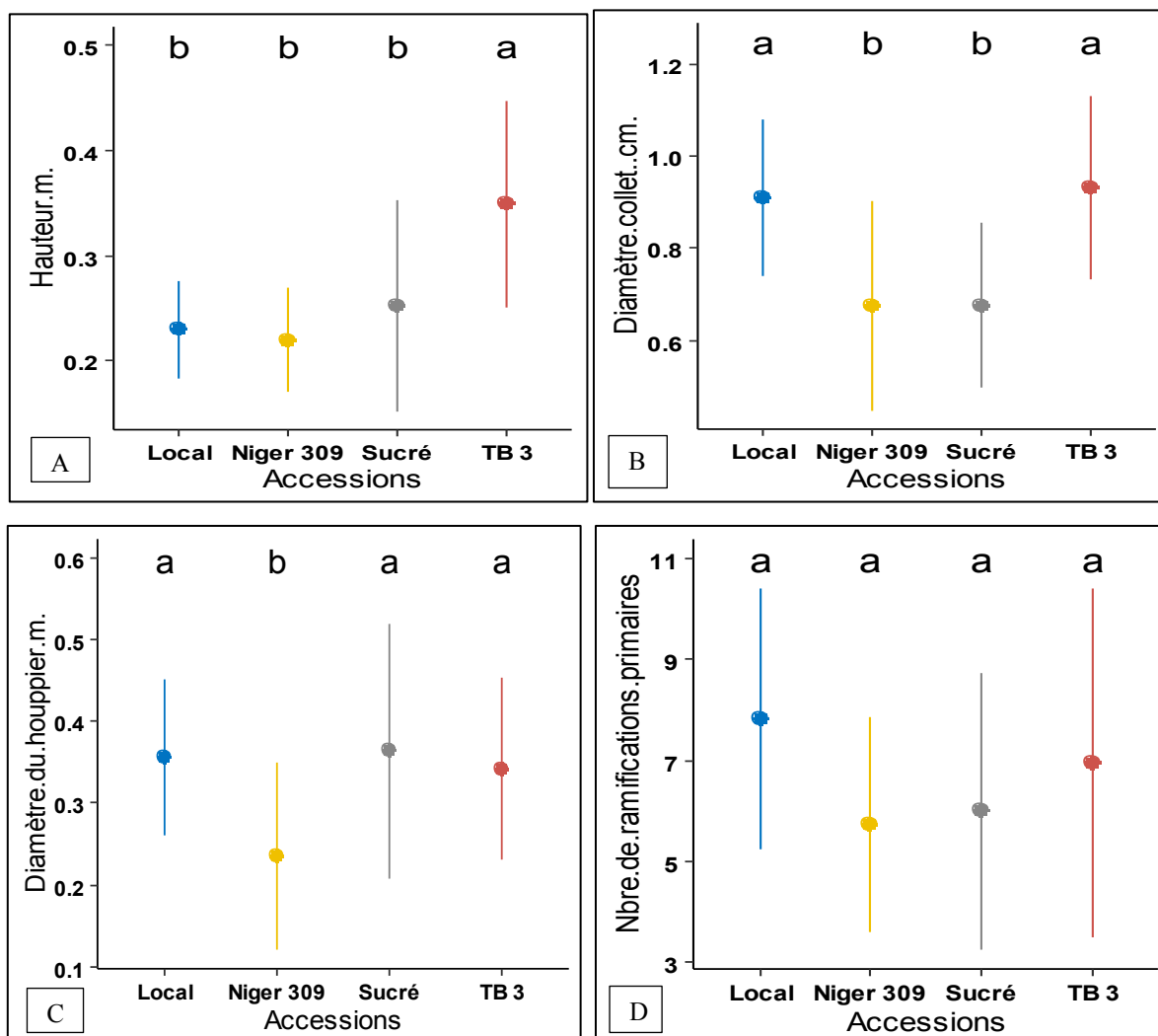


Figure 5: Croissance moyenne en hauteur (A), diamètre au collet (B), diamètre du houppier (C) et nombre de ramification primaire (D) des accessions de *Tamarindus indica*

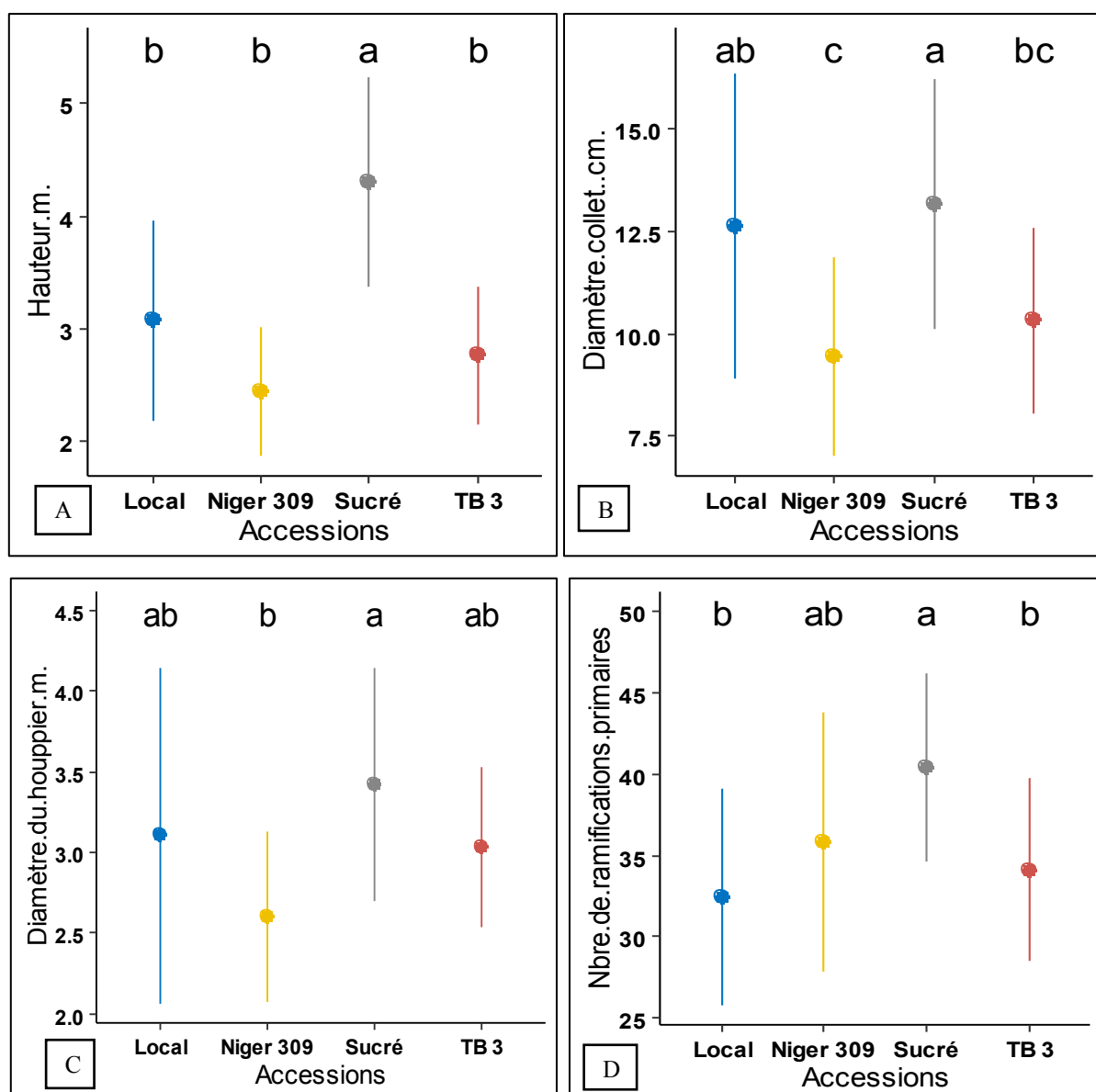


Figure 6: Croissance moyenne en hauteur (A), diamètre au collet (B), diamètre du houppier (C) et nombre de ramifications primaires (D) des accessions de *Tamarindus indica* en 2019 à Daga Birame/Kaffrine

III.2. Croissance relative des plants de quatre accessions de *Tamarindus indica* L.

Il ressort des résultats (Tableau 2) que l'accession Sucre a présenté une croissance relative statistiquement plus élevée que celle des autres accessions quels que soient l'année et le paramètre. De même, on observe une réduction de la croissance relative de tous les paramètres avec l'âge montrant que les sujets croissent de moins en moins vite en devenant plus âgés.

Tableau 2: Comparaison des moyennes pour les variables TCRht, TCRc, TCRhp et TCRr de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. à Daga Birame/Kaffrine

Accessions		2014-2016		2014-2018		2014-2019	
		Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
TCRht	Niger 309	0,73 b	±0,25	0,54 bc	±0,10	0,47 bc	±0,06
	Local	0,95 a	±0,15	0,61 ab	±0,09	0,51 ab	±0,07
	Sucré	1,04 a	±0,15	0,67 a	±0,08	0,57 a	±0,07
	TB 3	0,73 b	±0,17	0,49 c	±0,11	0,42 c	±0,20
TCRc	Niger 309	0,89 b	±0,23	0,63 b	±0,09	0,52 b	±0,07
	Local	0,88 b	±0,11	0,62 b	±0,08	0,52 b	±0,07
	Sucré	1,07 a	±0,28	0,72 a	±0,12	0,60 a	±0,10
	TB 3	0,86 b	±0,13	0,58 b	±0,07	0,48 b	0,06
TCRhp	Niger 309	0,95 a	±0,26	0,61 a	±0,11	0,49 a	±0,09
	Local	0,84 a	±0,16	0,53 a	±0,08	0,43 a	±0,07
	Sucré	0,94 a	±0,22	0,58 a	±0,10	0,45 a	±0,08
	TB 3	0,89 a	±0,15	0,56 a	±0,10	0,45 a	±0,07
TCRr	Niger 309	0,74 ab	±0,30	0,40 ab	±0,11	0,38 a	±0,07
	Local	0,71 b	±0,17	0,32 b	±0,10	0,29 b	±0,08
	Sucré	0,93 a	±0,27	0,44 a	±0,14	0,40 a	±0,11
	TB 3	0,77 ab	±0,26	0,38 ab	±0,14	0,34 ab	±0,11

La comparaison se fait entre les lignes de chaque grand rectangle contenant des valeurs

Les valeurs qui partagent les mêmes lettres ne présentent pas statistiquement de différences significatives

III.3. Potentiel de fructification des quatre accessions de *Tamarindus indica* L.

Il ressort des figures 7A et 7B que l'accession TB3 présente significativement la meilleure production fruitière en 2018 avec 218 fruits en moyenne. La production fruitière par pied de TB3 en 2018 (Figure 7B) est estimé à 1,9 kg/pied contre 0,35±0,22 kg/pied pour l'accession Sucré, 0,2±0,40kg/pied pour l'accession Niger 309 et 0,04±0,13 kg/pied pour l'accession Local.

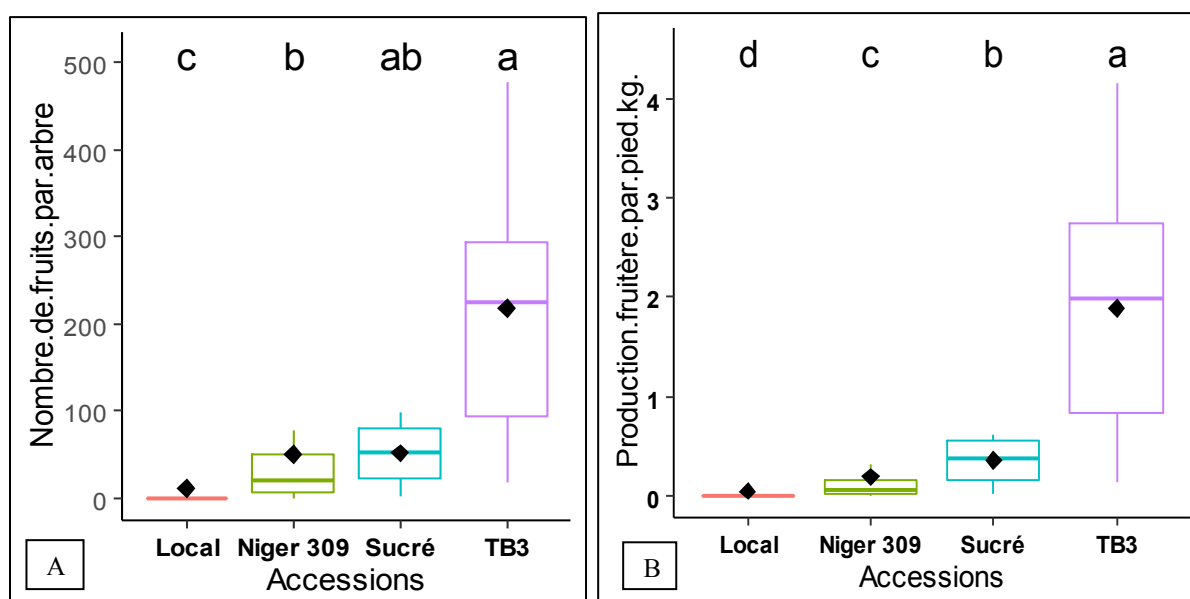


Figure 7: Nombre moyen de fruits (A) et Production fruitière estimée par pied (B) en 2018 par accession de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine

III.4. Variabilité morphologique des fruits de quatre accessions de *Tamarindus indica* L.

Il ressort du tableau 3 et de la photo 6 que les accessions TB 3 et Sucre présentent les meilleures caractéristiques morphologiques des fruits en ce qui concerne la largeur ($2,07 \pm 0,27$ cm et $1,53 \pm 0,22$ cm), l'épaisseur ($1,2 \pm 0,21$ cm et $1,36 \pm 0,24$ cm) et le poids moyen d'un fruit ($9,9 \pm 2,16$ g et $6,92 \pm 1,84$ g). Concernant la longueur des fruits, l'accession Locale présente les plus faibles performances comparées aux autres accessions.

Tableau 3: Comparaison des moyennes pour les variables morphologiques des fruits de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine

Accessions	Longueur (cm)		Largeur (cm)		Epaisseur (cm)		Poids sec (g)	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Niger 309	11,24 a	$\pm 2,53$	1,11 c	$\pm 0,22$	0,82 c	$\pm 0,25$	3,49 c	$\pm 1,47$
Local	8,34 b	$\pm 2,46$	1,17 c	$\pm 0,22$	0,91 c	$\pm 0,2$	3,57 c	$\pm 1,05$
Sucre	10,13 a	$\pm 2,25$	1,53 b	$\pm 0,22$	1,36 a	$\pm 0,24$	6,92 b	$\pm 1,84$
TB 3	9,92 a	$\pm 1,58$	2,07 a	$\pm 0,27$	1,20 b	$\pm 0,21$	9,90 a	$\pm 2,16$

La comparaison se fait entre les lignes de chaque grand rectangle contenant des valeurs

Les valeurs qui partagent les mêmes lettres ne présentent pas statistiquement de différences significatives

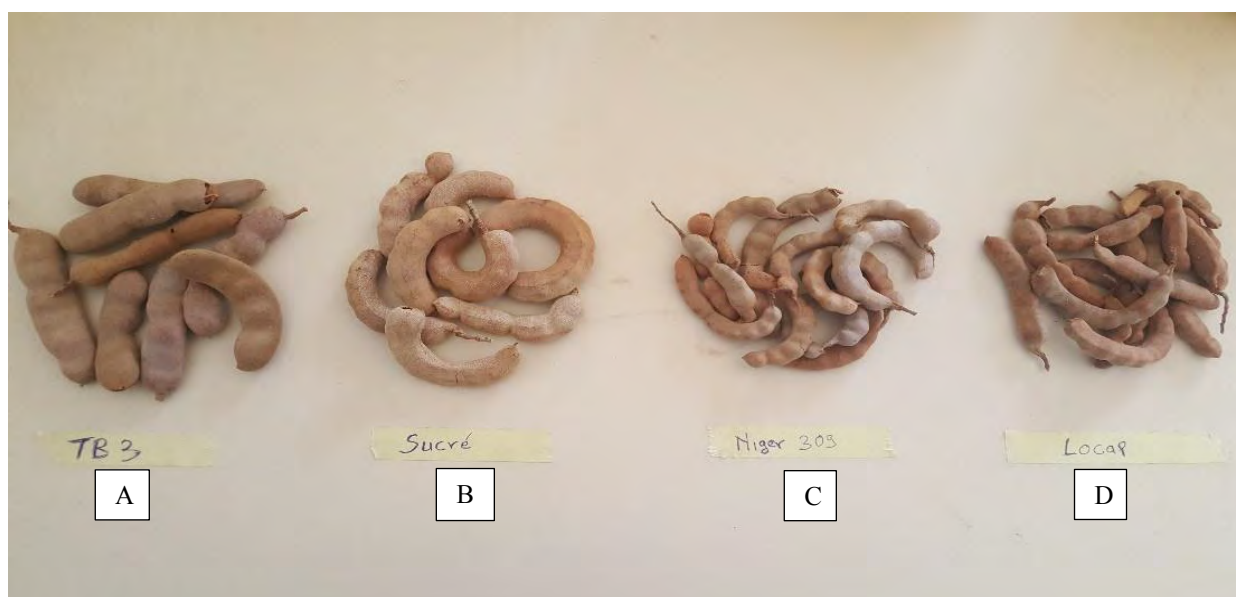


Photo 6: Fruits de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine : (A) = TB3, (B) = Sucré, (C) = Niger 309 et (D) = Local

III.5. Importance des paramètres dendro-morphologiques selon les accessions

L'analyse en composantes principales (Figure 8) effectuée sur les paramètres dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits a montré que les 2 premiers axes principaux expliquaient 69 % de la variabilité observée (Dim 1 : 46,4 % ; Dim 2 : 22,6%).

L'analyse en composantes principales (Figure 8) effectuée sur les variables dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits a montré que les 2 premiers axes principaux expliquaient 69 % de la variabilité observée (Dim 1 : 46,4 % ; Dim 2 : 22,6%).

Les variables explicatives de l'axe Dim 1 sont la hauteur, le diamètre au collet (DC), le diamètre du houppier (Houp) et le nombre de ramifications primaires (NRP), l'épaisseur moyenne (Epm.F), la largeur moyenne (Largm.F) et le poids moyen (Pm.F) d'un fruit par arbre. Cet axe représente les variables dendrométriques et morphologiques des fruits. L'axe Dim 2 est expliqué par les variables nombre de fruits (NF) et la production fruitière estimée par pied (Pr). Cet axe pourrait donc être défini comme l'axe de la production fruitière. Quant à la longueur, elle n'est corrélée à aucun des deux axes principaux. Il contribue très faiblement à la représentation de ces derniers.

L'examen de la figure 8 montre que l'accession TB3 est corrélée aussi bien à l'axe Dim 1 qu'à l'axe Dim2 contrairement à l'accession Sucré qui n'est corrélée qu'à l'axe Dim 2. L'accession TB3 est caractérisée par les fruits les plus larges et plus lourds mais présente également la meilleure production fruitière. Quant à l'accession Sucré, elle a les meilleurs paramètres dendrométriques et est caractérisée par les fruits les plus épais.

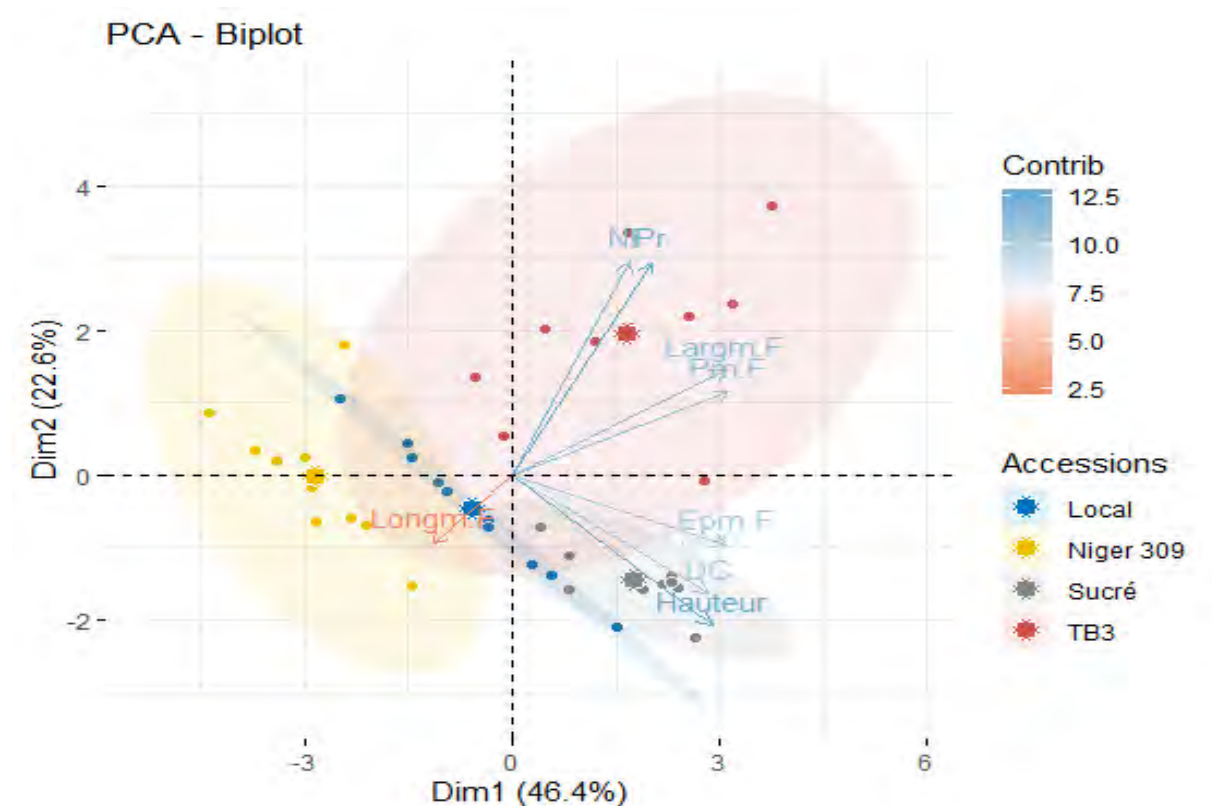


Figure 8 : Analyse en composantes principales des paramètres dendrométriques des plants et morphologiques des fruits de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine

III.6. Corrélation entre paramètres dendrométriques des plants et morphologiques des fruits

L'examen de la matrice (Figure 9) de l'accession TB3 montre que le diamètre au collet et la hauteur sont significativement et positivement corrélés à l'épaisseur ($r = 0,89$; $p\text{-value} < 0,05$ et $r = 0,86$; $p\text{-value} = 0,02$), au nombre de fruits ($r = 0,56$; $p\text{-value} = 0,09$ et $r = 0,59$; $p\text{-value} = 0,07$) et à la production fruitière estimée par pied ($r = 0,58$; $p\text{-value} = 0,07$ et $r = 0,63$; $p\text{-value} = 0,04$). Le diamètre du houppier et le nombre de ramifications primaires sont respectivement corrélés de façon positive à l'épaisseur ($r = 0,73$; $p\text{-value} = 0,02$) et à la largeur ($r = 0,60$; $p\text{-value} = 0,07$). Une forte corrélation positive est également observée entre le nombre de fruits et la production fruitière estimée pied ($r = 0,99$), la largeur du fruit et le poids du fruit ($r = 0,7$) et entre la longueur du fruit et le poids du fruit ($r = 0,76$). Concernant l'accession Sucré, la figure 10 montre que le diamètre au collet est fortement et significativement corrélé au nombre de fruits et à la production par pied ($r = 0,77$ et $r = 0,73$).

[illegible]

25

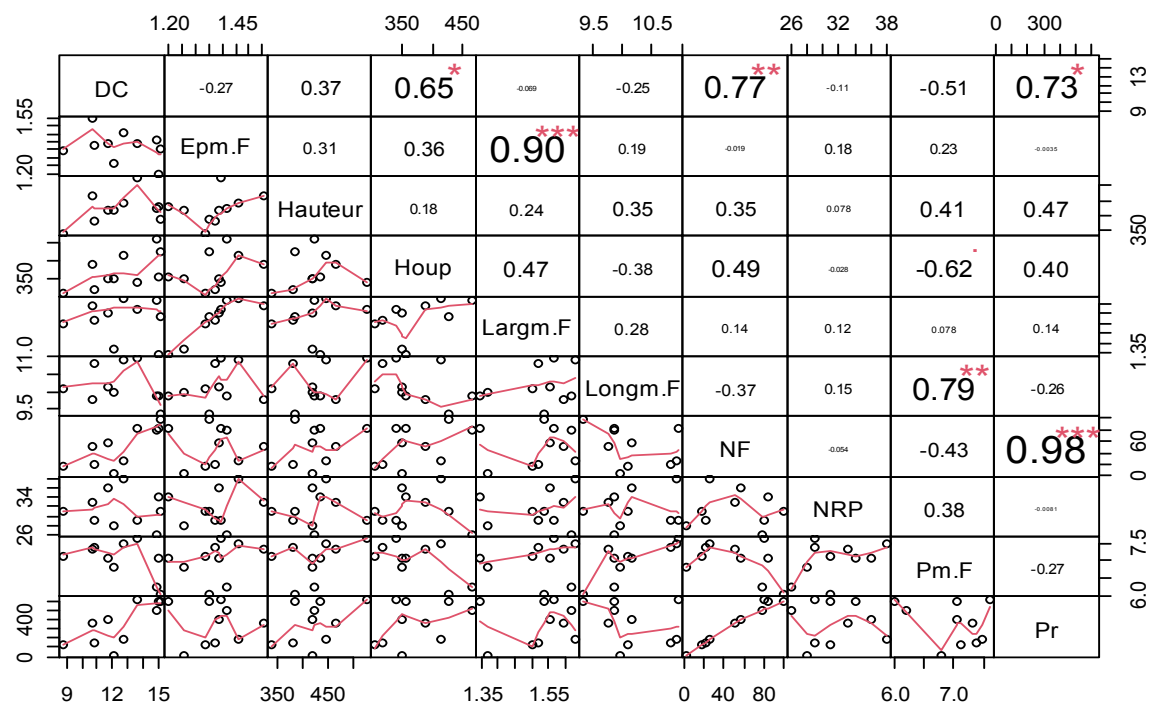


Figure 10: Matrice de corrélation entre les paramètres dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits de l'accession Sucre de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine

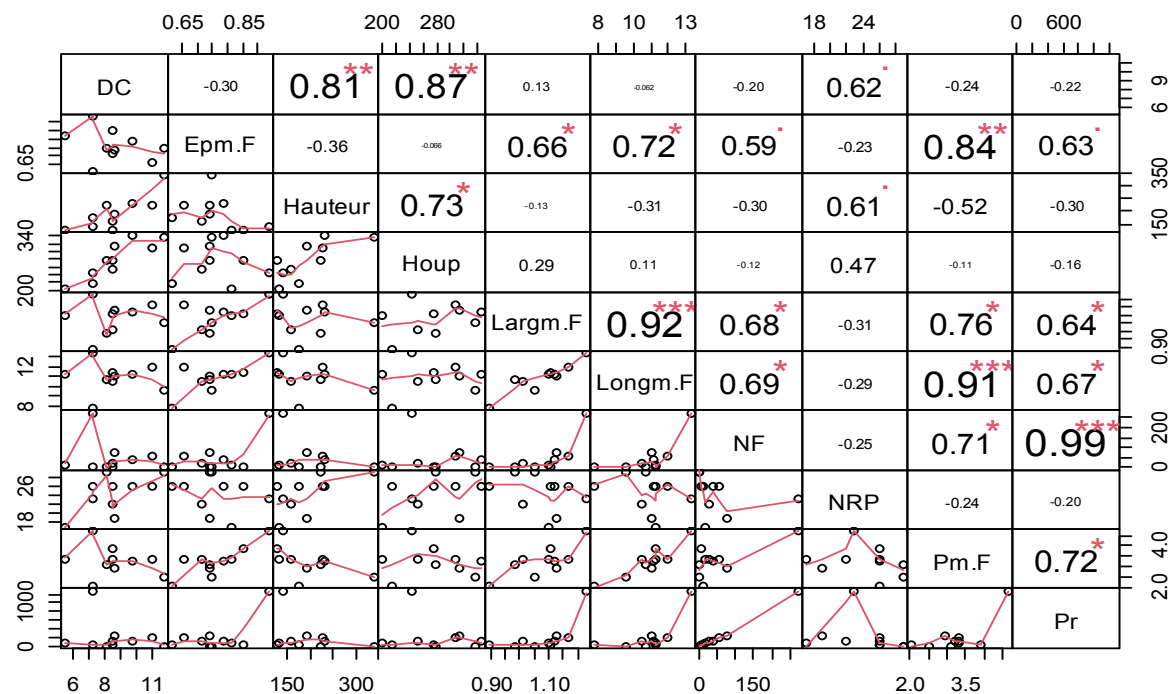


Figure 11: Matrice de corrélation entre les paramètres dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits de l'accession Niger 309 de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine

CHAPITRE IV : DISCUSSION

L'accession Sucré a présenté les meilleures performances de croissance après 5 années de plantation (2014 – 2019). Ces résultats montrent que l'accession Sucré a la meilleure aptitude de croissance dans la zone d'étude. Elle semble être l'accession la plus adaptée dans la zone et pourrait être associée aux cultures sans encombrement à cause de sa vitesse de croissance et de sa grande hauteur. Les résultats ont montré une diminution de la croissance relative de tous les paramètres avec l'âge de la plantation. Cela laisse supposer que les sujets croissent de moins en moins vite en devenant plus âgés. Selon El-Siddig *et al.*, (2006) la croissance des semis de *Tamarindus indica* sur le terrain est d'abord rapide les deux premières années (environ 1,2 m), mais elle ralentit ensuite. Les résultats ont montré que la production moyenne de fruits par arbre est beaucoup plus élevée pour TB3 et Sucré que l'accession Locale. En général, les tamariniers commencent à fructifier sept ans après la plantation. Il est cependant possible de raccourcir la période de première fructification avec le greffage et un bon entretien des plants (Kalinganire *et al.*, 2007). Les arbres greffés donnent des fruits dans les trois ou quatre ans, contre sept ans pour ceux issus de graines. Les plants greffés sont donc plus attrayants pour le paysan que les semis (Muok et Alem, 2011). Ces deux accessions (TB3 et Sucré) présentent les meilleures caractéristiques morphologiques des fruits au regard de la largeur, de l'épaisseur et le poids sec du fruit. Pour ce dernier paramètre, le poids moyen d'un fruit sec de TB3 est estimé à $9,9 \pm 2,16$ g et celui d'un fruit sec de Sucré à $6,92 \pm 1,84$ g. Cette différence peut être expliquée par la forte variabilité qui existe entre les caractéristiques fruitières du tamarin en fonction des caractéristiques géographiques du pays considéré. Ce résultat est similaire à celui de Girmay *et al.*, (2020) qui ont montré, dans le cadre d'une étude comparative de morphotypes locaux de tamarin au Tigray en Ethiopie, que le tamarin aigre présentait des caractéristiques morphologiques systématiquement inférieurs par rapport au tamarin Sucré. Ce dernier a une longueur moyenne de gousse de 8,52 cm, une largeur de gousse de 1,64 cm et un poids de gousse de 14,79 g alors que le tamarin aigre a une longueur moyenne de gousse de 7,7 cm, une largeur de gousse de 1,43 cm et un poids de gousse de 10,49 g (Girmay *et al.*, 2020). Nos résultats corroborent ceux de Hamfacek *et al.*, (2013), en ce qui concerne les performances de l'accession TB3 originaire du Brésil, qui ont trouvé que les tamarins du Minas Gerais (Brésil) présentent une masse de fruit de 9,30 g. Le poids sec des fruits de l'accession TB3 est supérieur au poids moyen en matière fraîche des fruits de différentes accessions de *T. indica*, récoltés dans différentes localités du Sénégal par Soloviev *et al.*, (2004) qui est de 8,8 g. Selon Fandohan *et al.*, (2011), la productivité (masse de fruits et

de pulpe et nombre de graines par fruit) des tamariniers varie de manière significative en fonction des conditions écologiques. Le poids du fruit de *T. indica* est estimé à 11.29 g en zone soudanienne, 17.54g en zone soudano-guinéenne et 48.85g en zone guinéo-congolaise. Diallo *et al.*, (2010) ont également montré, lors de l'étude de la variation des caractères biométriques des graines et des plantules de neuf provenances de *Tamarindus indica*, que les caractéristiques des provenances de Pramane (Thaïlande) sont largement supérieures aux provenances de Pamène (Sénégal). D'autres études ont également montré que les variables environnementales peuvent affecter la taille et la forme du fruit de baobab ainsi que le noyau masse (Assogbadjo *et al.*, 2005).

Il ressort des résultats qu'il existe des corrélations entre les variables dendrométriques des arbres et morphologiques des fruits de *Tamarindus indica*. Les corrélations significatives et positives entre le diamètre au collet et la production fruitière des accessions TB3 et Sucré permettent de dire que les arbres bons producteurs sont de gros diamètre. Ces résultats corroborent ceux d'autres travaux réalisés sur des espèces forestières soudano-sahéliennes. Sanogo *et al.*, (2015) ont observé des corrélations significatives et positives entre le diamètre du tronc à 1,30 m du sol et la production fruitière et de pulpe de *A. digitata*. Boffa, (2000) et Lamien *et al.*, (2008) ont montré sur le *Vitellaria paradoxa* que le nombre et le poids moyen des fruits sont positivement corrélés à la taille de l'arbre. Diallo *et al.*, (2010), quant à eux, ont trouvé des corrélations positives entre la hauteur de la tige et les variables biométriques des graines de *Tamarindus indica*. Les corrélations ont également montré que la production par arbre des accessions TB3, Sucré et Niger 309 augmente avec le nombre de fruit et que le poids du fruit augmente avec sa longueur. Selon Fandohan *et al.*, (2011), la masse des gousses et de la pulpe, ainsi que le nombre de graines par gousse des tamariniers variaient de manière significative, mais n'entraînaient pas de variation significative du rendement en fruits par arbre. Des constats similaires ont été faites sur d'autres espèces forestières soudano-sahéliennes. Koura *et al.*, (2013) ont montré que le poids de la gousse de *Parkia biglobosa* augmente avec la longueur de la gousse, le nombre de graines par gousse et l'épaisseur du pédoncule. Diouf *et al.*, (2019) ont également montré que le poids de fruit de *Saba senegalensis* augmente avec la longueur du fruit et son épaisseur.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude sur la croissance et production fruitière de 4 accessions de *Tamarindus indica* dans le sud du bassin arachidier a mis en évidence une forte variabilité entre les accessions tant au niveau de la croissance des plantes qu'au niveau des caractéristiques morphologiques des fruits mais également à la productivité. Elle nous a également permis de faire ressortir l'importance de la plantation de nouvelles accessions dans l'amélioration de la carte variétale et de la production fruitière de *T. indica* dans la zone d'étude. L'accession Sucre est caractérisée par les meilleures performances dendrométriques. Vu sa croissance en hauteur, elle pourrait faire l'objet d'une agrosylviculture sans effet d'encombrement pour les cultures. Les meilleures caractéristiques morphologiques des fruits tels que l'épaisseur moyenne et le poids sec d'un fruit ont été retrouvées chez TB3. Cette accession serait beaucoup plus appréciée par les cultivateurs qui visent la productivité. Les corrélations positives qui ont été notées entre paramètres dendrométriques et caractéristiques morphologiques des fruits pourraient permettre de prédire la production fruitière en fonction de la hauteur et du diamètre au collet pour les accessions TB3 et Sucre. L'introduction d'accessions améliorées d'arbres fruitiers forestiers prioritaires dans les parcs agroforestiers peut jouer un rôle important dans la sécurité alimentaire, la résilience des petits exploitants et l'amélioration de la biodiversité dans le paysage. Ces résultats peuvent aussi être mis à profit au près des privés et des petits agriculteurs du sud du bassin arachidier pour le développement de chaîne de valeur alimentaire durable.

Toutefois, notre étude n'a pris en considération que le caractère physique des arbres et morphologiques des fruits, elle pourra être complétée par d'autres critères de sélection importants tels que la résistance aux ravageurs, une étude sur la phénologie des différentes accessions, l'effet de pratique de gestion intégrée de fertilité des sols, élaboration des modèles de prédiction de la productivité des différentes accessions.

Références

- Assogbadjo, A. E., Sinsin, B., Codjia, J. T. C., & Van Damme, P. (2005).** Ecological diversity and pulp, seed and kernel production of the baobab (*Adansonia digitata*) in Benin. *Belgian Journal of Botany*, 138(1), 47–56.
- Ba, A., Plenchette, C., Danthu, P., Duponnois, R., & Guissou, T. (2001).** Functional compatibility of two arbuscular mycorrhizae with thirteen fruit trees in Senegal. *Agroforestry Systems*, 50, 95–105.
- Badji, T. (2018).** *Variabilite Pluviometrique Et Strategies D'adaptation De L'agriculture Familiale Pour La Securite Alimentaire Dans Le « Village Climato-Intelligent » De Daga Birame (Région De Kaffrine)*. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD).
- Bakhoun C., 2012.** Diversité et capacités de régénération naturelle du peuplement ligneux dans les systèmes agraires du Bassin Arachidier en zone soudano-sahélienne (région de Kaffrine, Sénégal). Thèse de doctorat en Biologie, Physiologie et productions végétales, UCAD/FST, p 154.
- Baumer, M. (1995).** *Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidentale* (Enda-Editi, pp. 158–162).
- Beaujard, P. (1998).** Les manuscrits arabico-malgaches sorabe du pays antemoro (Sud-Est de Madagascar. In *Islam et Sociétés au sud du Sahara* (pp. 173–199).
- Boffa, J. M. (2000).** West African agroforestry parklands : key to conservation and sustainable management. *Unasylva* 51 (200): 11-17. *Unasylva* 200, 51, 11–17.
- Bourou, S., Ndiaye, F., Diouf, M., & Van Damme, P. (2011).** Effects of mycorrhizal inoculation on the behavior of agro-physiological ecotypes of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Senegal. *Journal of Applied Biosciences*, 46, 3093–3102.
- Bourou, S, Ndiaye, F., Diouf, M., & Van Damme, P. (2010).** Tamarind (*Tamarindus indica*) parkland mycorrhizal potential within three agro-ecological zones of Senegal. *Fruits*, 65, 1–9.
- Bourou, Sali. (2012).** *Étude éco-physiologique du tamarinier (Tamarindus indica L.) en milieu tropical aride*. Université de Gand, Belgique.
- Bourou, Sali, Bowe, C., Diouf, M., & Van Damme, P. (2012).** Ecological and human impacts on stand density and distribution of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in Senegal. *African Journal of Ecology*.
- Bowe, C. (2007).** *Predicting suitable areas for the production of tamarind (Tamarindus indica L.) an underutilised fruit tree species*. University of Southampton.
- Bowe, C., & Haq, N. (2010).** Quantifying the global environmental niche of an underutilised tropical fruit tree (*Tamarindus indica* L.) using herbarium records. *Agriculture Ecosystem and the Environment*, 139, 51–58.
- Buchmann, C., Prehler, S., Hartl, A., & Volg, C. (2009).** To plant or Not to plant? Considering the cultural context of adoptive transplantation of baobab(*Adansonia Digitata* L.) and tamarind (*Tamarindus indica* L.) in the West Africa. *Tropentag 2009, Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development*, 23.

- Danthu, P., & Soloviev, P. (2000).** Propagation par greffage de trois espèces forestières des zones tropicales sèches : *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*. In *LE FLAMBOYANT* (Vol. 53, pp. 22–24).
- De Caluwé, E., Halamova, K., & Van Damme, P. (2010).** *Tamarindus indica* L. A Review of Traditional Uses. *Phytochemistry and Pharmacology*, 38.
- Diagne, A. L. (2000).** *Impact d'un déficit pluviométrique sur le fonctionnement hydrique foliaire de Acacia tortilis en zone semi-aride (Ferlo-Nord, Sénégal)*. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Diallo, B. O. (2001).** *Biologie de la reproduction et Évaluation de la diversité génétique chez une légumineuse : Tamarindus indica L. (Caesalpinioideae)*. Université Montpellier II.
- Diallo, B. O., Joly, H. I., Mc Key, D., Hossaert-Mckey, M., & Chevallier, M. H. (2010).** Variation des caractères biométriques des graines et des plantules de neuf provenances de *Tamarindus indica* L. (Caesalpinioideae). *Fruits*, 65(3), 153–167.
<https://doi.org/10.1051/fruits/2010010>
- Diallo, B. O., Mckey, D., Chevallier, M., Joly, H. I., & Hossaert-mckey, M. (2007).** *Genetic diversity of Tamarindus indica populations : Any clues on the origin from its current distribution ?* 6(April), 853–860.
- Diallo, B. O., Mckey, D., Chevallier, M., Joly, H. I., & Hossaert-mckey, M. (2008).** *Breeding system and pollination biology of the semi- domesticated fruit tree , Tamarindus indica L . (Leguminosae : Caesalpinioideae) : Implications for fruit production , selective breeding , and conservation of genetic resources.* 7(22), 4068–4075.
- Diouf, P., Diedhiou, S., Goudiaby, A. O. K., Ndoye, I., & Koita, B. (2019).** Etude de la Variabilité Morphologique de *Saba Senegalensis* (A. DC.) Pichon en Casamance (Sénégal). *European Scientific Journal ESJ*, 15(9).
<https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n9p500>
- Douma, S., Chaibou, R., Mahamane, A., N'DA, D., Mahamane, S., N'da, D. H., & Saadou, M. (2010).** État actuel de dégradation des populations de quatre espèces ligneuses fruitières en zone sahelo soudanienne du Niger: Réserve Totale de Faune de Tamou. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 16(July 2017), 191–210.
- Egueh, M. W. (2017).** *Contribution à l'évaluation du potentiel de stockage du carbone dans les sols : cas du village climato-intelligent de Daga Birame, Kaffrine, Sénégal*. Dakar: Université Cheikh Anta Diop.
- El-Siddig, Gunasena, Prasad, Pushpakumara, Ramana, Vijayanand, & Williams. (2006).** *Tamarind (Tamarindus indica L.)*. In *Southampton Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK*. <https://doi.org/10.1533/9780857092618.442>
- Fandohan, A. B. (2007).** *Structure des populations et importance socio-culturelle du tamarinier (Tamarindus indica L.) dans la commune de Karimama (Bénin)*. Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin.
- Fandohan, Adandé Belarmain, Gouwakinnou, G. N., Koko, K. I. E. D., Kakaï, R. L. G., & Assogbadjo, A. E. (2015).** Domesticating and conserving indigenous trees species: an ecosystem based approach for adaptation to climate change in sub-Sahara Africa. *Sciences de La Vie, de La Terre et Agronomie*, 3(1), 55–60.

- Fandohan, B., Assogbadjo, A. E., Kakaï, R. G., & Sinsin, B. (2011).** Geographical distribution, tree density and fruit production of *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) across three ecological regions in Benin. *Fruits*, 66(2), 65–78.
<https://doi.org/10.1051/fruits/2010043>
- Garba, A., Amani, A., Douma, S., Soumaila, A. K., & Mahamane, A. (2020).** *Structure des populations de Tamarindus indica L. dans la zone Sud-Ouest du Niger*
Demographical structure of the Tamarindus indica L. in southwest of Niger (north Soudan). 14(January), 126–142.
- Garba, A., Amani, A., Laouali, A., & Mahamane, A. (2019).** *Perceptions et usages socioéconomiques du tamarinier (Tamarindus indica L.) dans le Sud- Ouest du Niger : Implications pour une domestication et une conservation durable .* 40(2), 19.
- Garrity, D. P., Akinnifesi, F. K., Ajayi, O. C., Weldesemayat, S. G., Mowo, J. G., Kalinganire, A., Larwanou, M., & Bayala, J. (2010).** Evergreen Agriculture: A robust approach to sustainable food security in Africa. *Food Security*, 2(3), 197–214.
<https://doi.org/10.1007/s12571-010-0070-7>
- Girmay, H., Tewolde-Berhan, S., Hishe, H., Asfaw, Z., Ruelle, M., & Power, A. (2020).** Use and management of tamarind (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) local morphotypes by communities in Tigray, Northern Ethiopia. *Forests, Trees and Livelihood*, 29(2), 81–98. <https://doi.org/10.1080/14728028.2020.1737582>
- Gonzalez, P. (2001).** Desertification and a shift of forest species in the West African Sahel. *Climate Research*, 17(2 SPECIAL 8), 217–228. <https://doi.org/10.3354/cr017217>
- Hamfacek, F. R., Santos, P. R. G., Cardoso, L. D. M., & Pinheiro-Sant’Ana, H. M. (2013).** Composition nutritionnelle du tamarin (*Tamarindus indica* L.) du Cerrado brésilien (Minas Gerais, Brésil). *Fruits*, 68(5), 381–395.
<https://doi.org/10.1051/fruits/2013083>
- Havinga, M., Hartl, A., Puttscher, J., Prehler, S., Buchmann, C., & Volg, C. R. (2010).** *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) : Patterns of use in traditional African medecine. In *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 127).
- Hunt, R. (1982).** *Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis.*
- Kalinganire, A. (2005).** *Domestication des espèces agroforestières au Sahel : situation actuelle et perspectives.*
- Kalinganire, A., Uwamariya, A., Koné, B., & Larwanou, M. (2007).** Installation de banques fruitières au Sahel. In *World Agroforestry Centre.*
- Konaté, S. (2005).** *Préparation du programme d’appui aux filières agro-sylvo-pastorales (PAFASP), ciblage des filières et de la zone d’intervention du PAFASP.*
- Koura, K., Mbaide, Y., & Ganglo, J. C. (2013).** Caractéristiques phénotypique et structurale de la population de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. du Nord-Bénin. *International Journal of Bioliological and Chemical Sciences*, 7(6), 2409–2425.
- Kouyaté, A. M. (2005).** *Aspects ethnobotaniques et étude de la variabilité morphologique, biochimique et phénologique de Detarium microcarpum.* Université de Ghent.
- Lamien, N., Some, A. N., Ouédraogo, J. S., Ilboudo, B., Ouédraogo, C., & Somba, I. (2008).** Potentiel productif de quelques essences fruitières locales au Burkina Faso. In

Science et Technique, sciences naturelles et agronomie (Vol. 30, Issue 1, pp. 61–73).

Larwanou, M. (2010). *Espèces prioritaires et options agroforestières pour la mise en valeur de la Grande Muraille Verte* (IRD Editions (ed.)).

Leakey, R. R. B., Tchoundjeu, Z., Schreckenberg, K., Simons, A. J., Shackleton, S., Mander, M., Wynberg, R., Shackleton, C., & Sullivan, C. (2007). Trees and markets for agroforestry tree products: targeting poverty reduction and enhanced livelihoods. In *World agroforestry into the future* (World Agro, pp. 11–22).

Muok, B. O., & Alem, S. (2011). Tamarindus indica, tamarinier. Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. *Reactions Weekly*, 1390, 38.

Ofori, D. A., Gyau, A., Dawson, I. K., Asaah, E., Tchoundjeu, Z., & Jamnadass, R. (2014). Developing more productive African agroforestry systems and improving food and nutritional security through tree domestication. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6(1), 123–127. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.016>

Samaké, O., Kalinganire, A., Koné, B., Doumbia, M., Dakouo, J. M., Weber, J. C., Mounkoro, B., Ky-Dembele, C., & Uwamariya, A. (2014). La culture du tamarinier: un manuel pour l'horticulteur sahélien. In *Revue d'anthropologie des connaissances* (Issue 2).

Samb, C., Niang, M., Samba, A., Sall, M., Cisse, N., Diouf, M., & Van Damme, P. (2015). Etude de la germination de cinq provenances de *Tamarindus indica* L. en conditions de stress hydrique au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2), 838. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.23>

Sanogo, D., Badji, M., Diop, M., Samb, C., Tamba, A., & Gassama, Y. (2015). Évaluation de la production en fruits de peuplements naturels de Baobab (*Adansonia digitata* L.) dans deux zones climatiques au Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 85(1), 7838. <https://doi.org/10.4314/jab.v85i1.8>

Sarr, O., Bakhoun, A., Diatta, S., & Akpo, L. E. (2013). L'arbre en milieu soudano-sahélien dans le bassin arachidier. *Food Security*.

Simons, A. J., & Leakey, R. R. B. (2004). Tree domestication in tropical agroforestry. *Agroforestry Systems*, 61, 167–181.

Sinha, A. K. (2010). *Performance evaluation studies on tamarind dehuller-cum deseeder*. Indira Gandhu Krishi Vishwavidyalaya.

Soloviev, P., & Gaye, A. (2004). Optimisation du greffage pour trois espèces fruitières de cueillette des zones sahélo-soudaniennes: *Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* et *Tamarindus indica*. *Tropicultura*, 22(4), 199–203.

Soloviev, Pierre, Niang, T. D., Gaye, A., & Totte, A. (2004). Variability of fruit physicochemical characters for three harvested woody species in Senegal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* and *Tamarindus indica*. *Fruits*, 59(2), 109–119. <https://doi.org/10.1051/fruits>

Zomer, R. J., Trabucco, A., Coe, R., & Place, F. (2009). Trees on farm: analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry. In *ICRAF Working Paper - World Agroforestry Centre* (Issue 89, p. 63). World Agroforestry Centre.

Annexes

Annexe 1 : Pourcentage de survie 03 mois, 01an et 02ans après plantation des quatre accessions de *Tamarindus indica* L. à Daga Birame/Kaffrine

Accessions de <i>Tamarindus indica</i>				
Variables étudiées (%)	Sucré	TB3	Non greffé	Niger 309
Taux de reprise	92 ±4 a	96 ±4,8 a	96 ±4 a	74±8,7 a
Taux de survie	80 ±4 a	80 ±8,9 a	96 ±4 a	70±10,9 a
Taux de Réussite	80 ±8,9 a	96 ±4 a	96 ±4 a	66 ±10,8 a

Annexe 2 : Test de Kruskal Wallis effectué sur le nombre moyen de fruits par arbre en 2018 de quatre accessions de *Tamarindus indica* L. en plantation à Daga Birame/Kaffrine

Années	Khi²	df	p-value
2018	20.774	3	0.0001173

Annexe 3 : Analyse de variance effectuée sur les variables de croissance relative calculés à partir des mesures faites sur les plants de quatre accessions *Tamarindus indica* L. (source de variation = accessions ; nombre de degrés de liberté = 3).

Années	2014-2016				2014-2018				2014-2019			
Variable	SC	CM	F	P > F	SC	CM	F	P > F	SC	CM	F	P > F
TCR												
TCRht	1,5 6	1,56	0,5 201	0,00000 00345 ***	0,4 156	0,138 55	15, 42	0,00000 00525 ***	0,1 712	0,057 07	7,0 33	0,000 299 ***
TCRc	0,1 123	0,03 743	4,5 91	0,00507 **	0,2 123	0,070 76	8,1 63	0,00008 31 ***	0,1 614	0,053 81	9,6 03	0,000 0177 ***
TCRhp	0,1 64	0,05 476	1,3 99	0,249	0,6 79	0,022 632	2,3 85	0,0754.	0,0 316	0,010 537	1,7 11	0,172
TCRr	0,6 02	0,20 063	3,1 47	0,0295 *	0,2 519	0,083 96	3,9 1	0,0117 *	0,1 475	0,049 18	5,1 14	0,002 78 **
Signif. codes : 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1												

Annexe 5 : Analyse de variance effectuée sur les variables mesurées sur des fruits de quatre accessions *Tamarindus indica* L. (source de variation = accessions ; nombre de degrés de liberté =3).

Variables	SC	CM	F	P > F
Longueur	129,1	43,03	8,593	0,0000337 ***
Largeur	1,4483	0,4828	76,08	<2 ^e -16 ***
Epaisseur	575,1	191,7	37,59	<2e-16 ***
Poids	4,893	1,6312	86,6	<2 ^e -16 ***

