

Effet de la nature du substrat sur les paramètres de germination des graines et de croissance des plants de *Ximenia americana* L. à L'IPR/IFRA de Katibougou au Mali

Siriki Fané^{1*}, Félicité Ballo², Bréhima Traoré², Moussa Karembé³ et Sidi Sanogo³

^{1a-2}Institut Polytechnique Rural de Formation et recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, Mali

^{1b}Organic Plant Production and Agroecosystems Research in the Tropics and Subtropics (OPATS), University of Kassel, Germany

²Institut de Formation Soni Ali Ber de Banankabougou (IFP-SAB)

³Faculté des Sciences et Techniques de l'USTTB, Mali

³Centre Régional de Recherches Agronomique de Sikasso, Institut d'Economie Rural, Mali

* Corresponding author's email address: faneski08@gmail.com

La domestication des espèces à usages multiples peut contribuer à l'amélioration du niveau de vie des populations rurales et à la conservation de la biodiversité. *Ximenia americana* L. est l'une des plantes sauvages comestibles les plus précieuses au monde. Dans différents pays d'Afrique, elle est utilisée comme aliment pour l'Homme et animale, médicament, source d'huile essentielle, et composant industriel pour d'autres produits. Mais de nos jours, elle n'est pas suffisamment disponible dans les pays en raison du problème de déforestation au cours des années. De plus, son importance économique, son état actuel et ses rôles médicinaux ne sont pas bien documentés et compris. C'est dans ce contexte que nous avons initié cette technique de production de plant de *X. americana* L. sur différents substrats. L'objectif de cette étude était de contribuer à la promotion de l'espèce à travers l'amélioration des connaissances sur les techniques de production des plants en pépinière. Pour ce faire, un dispositif de production de plants complètement randomisé à un facteur étudiés (substrat) à 4 variantes qui sont : les substrats limoneux (S1), argileux (S2), témoins (S3) et gravillonnaire. Chaque substrat a été considéré comme traitements et chaque traitement a été répété 4 fois soit 16 unités expérimentales pour l'ensemble de l'expérience. Ainsi, il a été produit avec succès 327 plants soit 91 plants sur un substrat limoneux, 86 plants sur le substrat argileux, 81 plants sur un substrat témoin et 69 plants sur un sol gravillonnaire. Le suivi des paramètres de germination et de croissance de ces plants produits a montré que le substrat de production a un effet sur le développement des plantules. Il ressort des résultats que le taux de survie des plantules est plus élevé (76%) sur le substrat Limoneux (S1) que sur les autres substrats. Il est suivi du substrat argileux (74%) et du substrat témoin (68%). Le substrat constitué par le sol gravillonnaire est celui qui a enregistré le plus faible taux de survie avec 58%. Cette technique peu onéreuse pourrait constituer une étape importante dans le processus de domestication de cette plante si les études complémentaires sur une période d'observation plus longue permettent de préciser la néoformation de racines vigoureuses permettant une adaptation rapide des plantules à leur futur biotope d'accueil et de croissance.

Keywords : *Ximenia americana*, substrat, plantule, germination, pépinière, Mali.

I. INTRODUCTION

La République du Mali recèle d'un immense potentiel naturel, riche et diversifié mais est confrontée à un processus de dégradation prononcée de ses ressources naturelles que traduit notamment la progression de la désertification, particulièrement sur les trois quarts du territoire national, dans les zones saharienne et sahéenne (MET, 2007; Holthuijzen & Maximillian, 2011; Jean, 2021).

La gamme importante d'espèces ligneuses pérennes réparties dans le pays satisfait de nombreuses populations locales. Les travaux de recherche sont réalisés sur les arbres fruitiers classiques faisant partie des produits forestiers non ligneux (agrumes,

palmier à huile, manguier, etc.), alors que très peu d'efforts sont consacrés à l'amélioration variétale des arbres fruitiers sauvages d'Afrique (Djoufack-Manetsa *et al.*, 2009). Pourtant, ils sont consommés en milieu rural, disposant ainsi d'une importance économique et sociale marquée (Tabuna *et al.*, 2004; Sakamoto *et al.*, 2010; Shackleton, 2014;). Aujourd'hui, ces essences sont menacées par une forte pression anthropique avec l'urbanisation croissante du pays, se traduisant par la déforestation caractérisée par les pratiques culturelles telles que l'essartage, ainsi que d'autres formes d'exploitation. La domestication revêt une importance capitale pour la préservation de ces

ressources phylogénétiques. Cette approche, selon Baudoin et al. (2002), requiert l'application de principes génétiques en vue de produire des plantes plus utiles à l'homme.

Il s'agit aussi d'améliorer l'arbre pour qu'à partir d'une constitution de son génome jugée imparfaite, il dispose d'une structure génétique adaptée aux critères et aux besoins des populations humaines (Baudoin et al., 2002), avec une valeur économique ou commerciale appréciable (Leakey *et al.*, 2005 ; Lescuyer, 2010 ; Loubelo, 2012). L'implantation de systèmes agroforestiers productifs et respectueux des traditions locales apparaît ainsi comme une option pertinente. Weigel (1994) définit l'agroforesterie comme étant un système rationnel d'aménagement des terres. Il vise à accroître la production globale, en associant simultanément ou successivement l'agriculture à la sylviculture et/ou à l'élevage, tout en mettant en œuvre des techniques compatibles avec la culture et les traditions des populations locales. Selon Baiyeri (2003), la production des plants de qualité constitue un gage de réussite pour cette approche. Elle nécessite la mise en place d'espace spécialisé telle que la pépinière qui constitue le lieu indiqué.

Ximenia americana est l'une des 6 espèces du genre *Ximenia* qui appartient à la famille botanique des Olacaceae. Elle est nommée en l'honneur du prêtre et missionnaire espagnol Francisco Ximenez (mort en 1725), qui a écrit sur les plantes Mexicaines au XVII^e siècle. Le nom de l'espèce signifie «d'Amérique» ou elle a été récoltée pour la première fois, et le nom de la variété *microphylla* signifie petites feuilles et cette variété peut produire des plantules vigoureuses et de meilleure qualité (Wigthman, 1999 ; M'sadak et al., 2012). *Ximenia americana* ou Mirabellier du désert est un fruitier spontané de 4 à 5 m de haut très apprécié notamment des populations des hautes savanes guinéennes du Cameroun. Localement, il est connu sur le nom de Tchabuli ou Fufuldé (Mapongmetsem et al., 2012). C'est une espèce pantropicale répandue du Sénégal au Cameroun jusqu'en Angola et au Soudan (Fawa et al., 2015). Cependant, les mécanismes de germination des essences forestières dans les régions tropicales sont généralement peu connus. Il en est de même pour les délais de conservation des semences et la cinétique de croissance et de développement des jeunes plants d'après Schwart et al. (2005).

L'importance de la conduite des plants en pépinière relève de ce que l'on sélectionne des

plants suivant leur vigueur et leur état sanitaire. Ainsi, elle permet d'obtenir des plants ayant développé un bon système racinaire, capables de résister et de s'adapter aux conditions rudes en dehors de la pépinière (Guehl et al.). L'intérêt de notre étude réside dans le fait qu'elle constitue l'étape initiale d'un vaste programme concernant de nombreuses ressources phytogénétiques au Mali et en restant fidèle aux principales vocations de l'institut marier la théorie à la pratique. En outre, la majorité des études réalisées sur la germination des graines de *Ximenia* sont très anciennes (M. Édouard Heckel, 1898; M. Édouard Heckel, 1899; Zapata & Arroyo, 1978; GODEAU et al., 1996). C'est dans ce contexte que nous avons entrepris d'évaluer « Effet des différents substrats sur les paramètres de germination et de croissance des semences de *Ximenia americana* L. dans le domaine de L'IPR/IFRA de Katibougou » en pépinière dans l'optique d'inciter la multiplication de cette espèce par les populations locales.

II. MATERIELS ET METHODES

2.1 Zone d'étude

L'étude a été conduite dans la pépinière forestière du département du Génie Rural et des Eaux et Forêts de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou. L'IPR/IFRA est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche situé à 70 km de Bamako. Il dispose d'une annexe assurant la formation en élevage à Bamako. Long d'environ 3 km sur 1,2 km de large, l'IPR/IFRA de Katibougou couvre une superficie d'environ 380 ha sur la rive gauche du fleuve Niger. Il est localisé à Katibougou. Situé à 3,5 km de la ville de Koulikoro, chef-lieu de la 2^e région administrative du Mali. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes : 12° 55' de latitude Nord ; 7° 33' de longitude Ouest, 326 m d'altitude par rapport au niveau de la mer. Il est limité au nord-est par une falaise de grès d'environ 100 m de hauteur ; au sud par le marigot "Tiemantièko" et au sud-ouest par le fleuve Niger. Le climat est de type soudano-sahélien, caractérisé par une longue saison sèche allant d'octobre à fin mai (7 à 8 mois) et une saison pluvieuse de juin à début octobre (4-5 mois). La pluviométrie annuelle faible au début atteint son maximum en août, avec un cumul annuel oscillant entre 700 et 900 mm. La saison sèche est subdivisée en deux périodes :

- une période chaude (de Mars à octobre) dont la température moyenne varie entre 30 et 33 °C ;
- une période fraîche qui s'étend sur 4 mois (novembre à février) au cours de laquelle la température moyenne varie entre 21 °C en décembre et 26 °C en février.

2.2 Matériel végétal

Le matériel végétal était constitué des semences de *Ximenia americana* L. collectées

dans le domaine forestier protégé de l'Etat dans le terroir villageois de Tanabougou. Après la collecte, les graines ont été mises dans des sacs à cretonnes et transportées à l'unité du laboratoire d'écologie tropicale de l'Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou. Les graines stockées au laboratoire sur un payasse étaient remuées chaque 3 jours pour éviter la pourriture et favoriser le bon séchage des graines. Qui subiront les essais de germination sur des différents substrats (sol limoneux, sol argileux et sol gravillonnaire) et comparé à un substrat témoin dans les pots noirs polyéthylènes.

2.3. Méthodologie

2.3.1. Production des plants de *Ximenea americana* sur différents substrats en pépinière

Après la collecte, les semences ont été débarrassées de toutes sortes d'impuretés telles que les graines altérées et les débris végétaux. Cela pour que les graines de qualités sélectionnées soient capables de donner des réponses satisfaisantes au test de germination en pépinière.

◆ Collecte du terreau et constitution des substrats

Les terreaux utilisés pour le remplissage des pots ont été transportés dans la pépinière à l'aide d'une moto à trois roues.

Le choix des lieux de collecte des terreaux a été rendu possible grâce aux conseils d'une personne ressource ayant de connaissances pédologiques avérées sur les sols du domaine de l'IPR/IFRA.

◆ Préparation du terreau

Les terreaux ont été apprêtés avec un tamis de maille fine (10 mm) en vue d'enlever les grosses mottes dures et des matières non décomposées. Cette opération constitue un élément essentiel dans la réussite des activités de production de plants en pépinière.

Les terreaux tamisés ont constitué les substrats de semis. Les substrats constitués ont été formulés comme suit :

- Sol Limoneux, S1 : est le substrat constitué du terreau collecté dans le potager de L'IPR/IFRA de Katibougou ;
- Sol Argileux, S2 : est le substrat constitué du terreau collecté sous le pied des manguiers dans le domaine agro-sylvo-pastoral de l'IPR/IFRA de Katibougou ;
- Témoins, S3 : Le terreau utilisé pour constituer ce substrat a été collecté sous les pieds des manguiers dans le verger de l'IPR/IFRA de Katibougou Cet ancien substrat a été mélangé de la bouse de vache avec le ratio 2/4 de substrat contre 1/4 de bouse de vache et 1/4 de sable fin.
- Sol Gravillonnaire, S4 : est le substrat constitué du terreau collecté dans les

dépressions de la colline de Katibougou village dans le domaine de l'IPR/IFRA de Katibougou.

Les pots ont été remplis manuellement. Conformément au dispositif de production adopté, 480 pots ont été utilisés pour l'essai de germination.

◆ Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilise a été la randomisation totale pour la production des plants en pépinière avec un facteur étudiés (Substrat) : le substrat à quatre variantes (S1, S2, S3 et S4). La chaque variante a été a été constitué comme traitements (n=4). Chaque traitement a été répétés 4 fois soit 16 unités expérimentales pour l'ensemble du dispositif (Figure 1). Chaque traitement a été affecté aux unités expérimentales d'une façon aléatoire (tirage au hasard sans remise). Chaque parcelle unitaire était constituée de 30 pots. La forme adoptée pour les parcelles et le dispositif était en rectangle soit 5 X 6 pots pour les parcelles unitaires et 4X4 traitements pour le dispositif expérimental complet. Cette disposition a été adoptée pour faciliter le comptage, le semis, l'arrosage et les d'entretiens ultérieures.

Après le remplissage des pots, le classement des pots et l'implantation du dispositif, ils ont été arrosés abondamment quelques jours pour une prompte reprise de vie dans le substrat tout en maintenant une humidité constante.

◆ Semis

Les semences ont été semées à raison d'une graine par pot (Six, 2012) à cinq centimètres de profondeur techniquement recommandé par les sylviculteurs.

2.3.2. Détermination de l'effet des substrats sur les paramètres de germination

Les paramètres de germination considérés étaient la Durée de Vie Latente, l'Echelonnement de la Levée (EL) et le Taux de Germination (TG). Pour caractériser ces paramètres, la collecte des données a commencé à partir du premier jour de la germination de la première semence dans l'expérience. Pour ce faire, l'expérience était quotidiennement surveillée et la date de la première germination de semence a été enregistrée sur la fiche de collecte pour chaque traitement afin de pouvoir calculer la durée de vie latente.

Pour calculer l'échelonnement de la levée et le taux de germination, il a été effectué des comptages du nombre de graines germées hebdomadairement pour chaque variété à travers les traitements. Les résultats obtenus des relevés ont été comparés à ceux de l'échelle S.R.B.E.A (1977) pour caractériser chaque paramètre de germination.

2.3.3. Evaluation de l'effet des substrats sur les paramètres de croissance

L'étude des paramètres de la croissance a concerné principalement trois paramètres à savoir : le diamètre au collet, la hauteur des plants et le nombre de feuilles permettant ainsi de caractériser

l'évolution horizontale et verticale des plantules. Pour la réalisation de cette activité il a été procédé à un échantillonnage par type de substrat et par traitement.

◆ L'échantillonnage

L'échantillonnage a été procédé en 3 étapes dont les tirages sont faits de façon aléatoire (tirage successif sans remise) : le premier est fait en fonction des substrats (S1, S2, S3 et S4), le second est fait en fonction des répétitions du substrat tiré (SxR1, SxR2, SxR3 et SxR4) et le troisième est fait en fonction des plants de répétitions ou traitements tirés.

Pour évaluer les paramètres de croissance nous avons, selon le dispositif expérimental, numéroté l'ensemble des traitements du dispositif de 1 à 16. Les numéros de répétition des traitements (n=4) de chaque substrat ont été réunis dans une boîte pour le tirage aléatoire sans remise. Ainsi dans chaque boîte de chaque substrat, il a été tiré au hasard 1 traitement sur 4 soit un traitement par substrat et quatre pour l'ensemble de l'expérience.

2.3.4. Collecte, analyse et traitement des données

Les données ont été collectées avec des fiches techniques d'observation pour évaluer soigneusement les paramètres explicatifs. Ces données ont été traitées et analysées avec le logiciel Excel 2016 et R (version : Rx64 4.1.1).

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Détermination de l'effet des substrats sur les paramètres de germination

❖ Effet des substrats sur la durée de vie latente

Effet des types de substrats sur la durée de vie latente des semences du *Ximения americana L.* L'analyse du tableau montre que la durée de vie varie faiblement en fonction des substrats en termes du nombre de jours. Par ailleurs la durée de vie latente des semences de tous les substrats était dans la fourchette de 1 semaine. Par conséquent, nous pouvons conclure que la germination des semences de *Ximения americana L.* est rapide dans les conditions de production des plants selon l'échelle S.R.B.E.A (1977).

Tableau 1 : La durée de vie latente en fonction des substrats de production

Substrats	Date de semis	Date de la 1ère germination	Nombre de jours	Nombre de semaine
Limoneux (S1)	05/07/2021	Le 23/07/2021	18	3
Argileux (S2)	05/07/2021	Le 24/07/2021	19	3
Témoin (S3)	05/07/2021	Le 26/08/2021	21	3
Gravillonnaire (S4)	05/07/2021	Le 27/08/2021	22	4

Concernant la durée de vie latente en termes du nombre de jour, la plus courte durée a été enregistrée sur le substrat limoneux (18 jours) suivi du substrat argileux (19 jours) et le substrat témoin (21 jours). La plus longue durée de vie latente a été

observée sur le substrat gravillonnaire (22 jours). Les sols à texture sableuse ont un caractère filtrant (macro pores) nécessitant un arrosage fréquent pour compenser la perte en eau par infiltration, ce phénomène pourrait jouer sur la durée de vie latente en le prolongeant pour certaines semences (Fortin, 2015).

❖ Effet des substrats sur l'échelonnement de la levée :

Le tableau 2 rapporte que l'échelonnement de la levée dure 3 semaines quel que soit le type de substrat qualifiant ainsi la germination des semences de *Ximения americana L.* produites dans les conditions agro écologiques de l'IPR/IFRA de Katibougou est groupée.

Tableau 2 : Variation du nombre de plants produits en fonction des substrats.

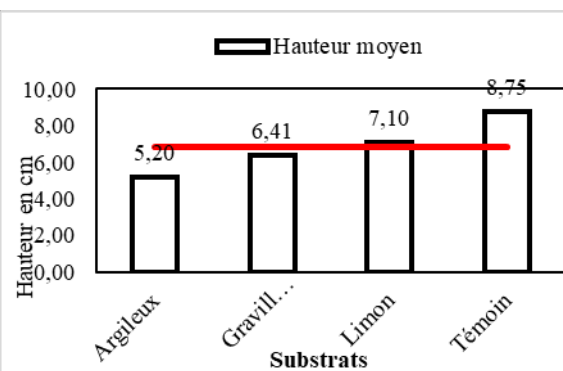
Substrats	Date de 1ère germination	Date de dernière germination	Nombre de jour	Nombre de semaine
Limoneux (S1)	23/07/2021	13/08/2021	21	3
Argileux (S2)	24/07/2021	13/08/2021	20	3
Témoin (S3)	26/07/2021	13/08/2021	18	3
Gravillonnaire (S4)	27/07/2021	13/08/2021	17	3

❖ Effet des substrats sur le taux de germination

Le tableau 3 donne les variations du taux de germination des différents substrats. Le plus grand nombre de plant a été produit sur le substrat limoneux (91 plants), suivi du substrat argileux (86 plants) et le substrat témoin (81 plants). Le substrat gravillonnaire demeure celui qui a le plus petit nombre de plants produits (69 plants). Le substrat S1 a induit la plus grande possibilité de germination (76%), suivi de substrat S2 (74%) et le substrat S3 (68%) germination élevée. Tandis que le substrat S4 à donner une moyenne possible de germination avec (58%) de plant germé. Ces résultats nous permettent de dire que la nature de substrat influe le taux de germination. Ces résultats de taux de germination sont inférieurs à ceux rapportés par (Sacande & Vautier, 2000), qui après avoir étudié les feuilles et semences de *X. americana* ont trouvé qu'après 17 jours de stockage humide des semence dans la vermiculite à 26°C, la germination était de 100% contre une germination initiale avant stockage (93,4%).

Tableau 3 : Variation du taux de germination de *Ximения americana L.* dans les substrats

Substrats	Nombre de graines semées	Nombre de graines germées	Taux de germination (%)
Limoneux (S1)	120	91	76
Argileux (S2)	120	89	74
Témoin (S3)	120	81	68
Gravillonnaire (S4)	120	69	58



3.2. Evaluation de l'effet des substrats sur les paramètres de croissances :

❖ Effet des substrats sur le diamètre (en cm)

La figure 2 illustre la variation diamètre moyen en fonction des substrats. L'observation des graphiques montre que le diamètre moyen des plantules croit en fonction du substrat.

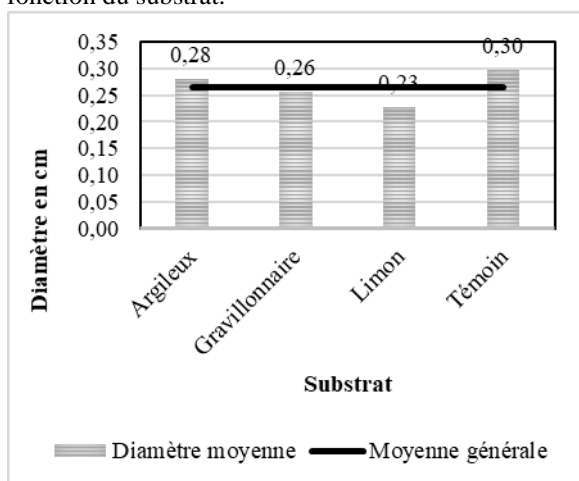


Figure 2 : effet du type de substrat sur le diamètre moyen

La croissance en diamètre la plus élevée a été enregistrée sur le substrat témoin (0,30 cm) suivi par les substrats argileux (S2) et gravillonnaire (S4) avec des diamètres moyens de 0,28 cm et 0,26 cm respectivement. Cependant, la faible croissance en diamètre a été observée par le substrat limoneux (0,23 cm). Cependant, l'analyse de variance ne révèle aucune différence significative au seuil de 5% avec une probabilité de 0.399. Les textures fines à moyenne respectivement l'argile et le limon peuvent avoir des impacts négatifs sur le développement de la plante si certains facteurs sont associés telle l'intensité ou la fréquence d'arrosage. Une croute de battance peut se former diminuant les échanges entre la plante et son environnement (Fortin, 2015).

❖ Effet des substrats sur la hauteur (en cm)

L'évolution de la hauteur moyenne est élucidée par la figure 3.

Figure 3 : Effet du substrat sur la hauteur moyenne des plantules

Le substrat témoin a une hauteur moyenne supérieure (8,75 cm) que tous les autres substrats dans les conditions de production en pépinière. Il est suivi par le substrat limoneux (7,10 cm) et le substrat gravillonnaire (6,41 cm). La plus petite hauteur des plantules a été enregistrée avec le substrat argileux. Ces hauteurs moyenne sont largement inférieures à certains études antérieurs (Cuny et al., 1997), qui ont rapporté que la hauteur moyenne des plants de *Ximenia americana* en pépinière est de 25 cm à 35 cm.

Cependant, l'analyse de variance révèle une différence significative entre les hauteurs ($p=0,03$) au seuil de 5%. La comparaison des moyennes a révélé trois groupes de classement (a, ab et b). Le substrat témoins s'est classé dans le groupe (a) suivi du substrat de limon et Gravionnaire (ab) et le substrat argileux classé (b).

Tableau 4 : comparaison de la hauteur moyenne en fonction du substrat

Substrats	Hauteur moyenne	Groupes
Témoin	8,748	a
Limon	7,098	ab
Gravillonnaire	6,408	ab
Argileux	5,202	b
Probabilité		0,0371*

❖ Effet du substrat sur le nombre de feuille

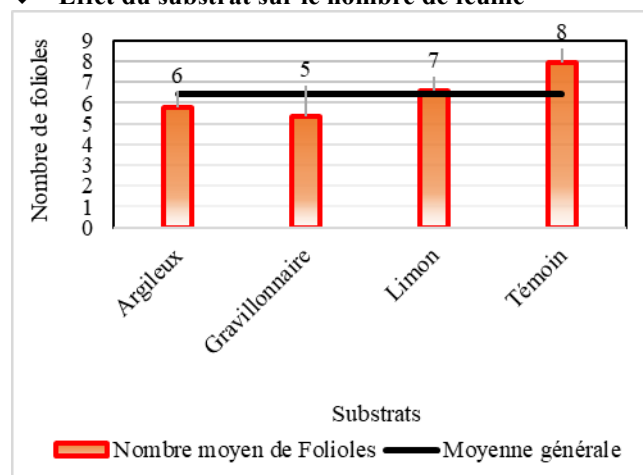


Figure 4: Effet du substrat sur le nombre moyen de feuilles des plantules

L'analyse de la figure 4 montre que le nombre moyen des folioles des plantules germées sur les substrats témoin (S3) et limoneux (S1) sont au-dessus de la moyenne générale du nombre moyen des folioles en pépinière avec respectivement un nombre moyen de 8 et 7 feuilles. Par ailleurs, même si l'analyse de variance n'a révélée aucune différence significative, les plantules poussées sur les substrats gravillonnaire (S4) et argileux sont en dessous de la moyenne générale de feuilles par plantules dans la pépinière (5 et 6 feuilles) respectivement. En plus de la texture, la structure du sol et son contenu en matière organique du sol (MOS). Les structures (granulaires) telle que grumeleuses favorisent un meilleur développement des végétaux. Les sols riches en MOS ont la capacité de garder et de mettre à la disposition des plantes les éléments nutritifs indispensables (Fortin, 2015).

3.3. Résilience des plantules aux conditions de production en fonction des différents substrats

La figure 1 renseigne que le taux de survie et le taux de mortalité varient en fonction du substrat de production des plants de *Ximenia americana L* dans les conditions agro écologique de Katibougou. Le taux de survie des plantules est plus élevé (76%) sur les substrats Limoneux (S1) suivi du substrat argileux (74%) et le substrat témoin (68%). Le substrat constitué par le sol gravillonnaire est celui qui a enregistré le plus faible taux de survie avec 58%. Le taux de survie est supérieure à 50% quelques soit le type de substrat ce qui signifie que le *X. americana* à la faculté de s'adapter à plusieurs types de sols un résultat similaire a été obtenu par (Feyssa *et al.*, 2012). De même, les substrats gravillonnaire et témoin ont observé les taux de mortalité les plus élevée (43% et 41%) respectivement. Par analogie, les sols limoneux et argileux semblent être les plus appropriés pour une production de plants de *X. americana* en pépinière. Cet état de fait pourrait être dû à la texture et à la structure des particules minérales des substrats. Les substrats S1 et S2 ont des textures plus fines que les substrats S3 et S4, confèrent donc aux semences les meilleures conditions de germination élevée par le biais de la microporosité (humidité, chaleur, adhésion à la semence etc.). L'ordre de porosité des sols en fonction de leur texture : Argileuse (élevée) ; Limoneuse (moyenne) ; et Sableuse (faible). De plus, les substrats gravillonnaires peuvent être plus filtrants que les sols sableux

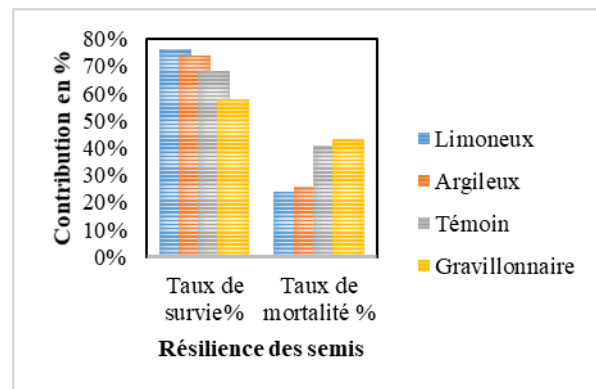


Figure 1 : variation du taux de survie et de mortalité en fonction des substrats des semis de 4 mois

4. CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre en évidence la préférence en matière de type de sol de production de l'espèce *Ximenia americana L*. Il ressort des résultats que Le taux de survie des plantules est plus élevé (76%) sur le substrats Limoneux (S1) suivi du substrat argileux (74%) et le substrat témoin (68%). Le substrat constitué par le sol gravillonnaire est celui qui a enregistré le plus faible taux de survie avec 58%. De même, les substrats gravillonnaire et témoin ont observé les taux de mortalité les plus élevée (43% et 41%) respectivement. Par analogie, le sol limoneux et argileux semble être ceux adéquats pour une production de plants vigoureux de *Ximenia americana L* en pépinière. Cependant, la composition du substrat de production des plants n'a pas eu un effet notable sur la durée de vie latente et l'échelonnement de la levée. Quelques soit le substrat testé, la durée de vie latente et l'échelonnement de la levée restent dans la fourchette de 3 semaines pourrât conférant une germination rapide et groupée aux semences de *Ximenia americana* dans notre condition de production. Par ailleurs le choix ou la nature du substrat est capital en ce qui concerne le taux de germination. Le substrat S1 a induit la plus grande possibilité de germination (76%), suivi de substrat S2 (74%) et le substrat S3 (68%) germination élevée. Tandis que le substrat S4 à donner une moyenne de germination avec seulement (58%) de plant germé. La croissance en diamètre la plus élevée a été enregistrée sur le substrat témoins (0,30 cm) suivi par les substrats argileux (S2) et gravillonnaire (S4) avec des diamètres moyens de 0,28 cm et 0,26 cm respectivement. Cependant, la faible croissance en diamètre a été observée par le substrat limoneux (0,23 cm). Par ailleurs, les plantules poussées sur les substrats gravillonnaire (S4) et argileux sont en dessous de la moyenne générale de feuilles par plantules dans la pépinière (5 et 6 feuilles) respectivement.

Les substrats témoin (S3) et limoneux (S1) ont révélé une performance notable en termes de

biomasse foliaire en pépinière tandis que les substrats témoin et argileux ont révélé être performant pour la croissance en hauteur et la vigueur des plantules.

REFERENCES

- CRAAQ. (2014). *Echantillonnage conventionnel des sols agricoles au Québec*, 15 p.
- Cuny, P., Sanogo, S., & Sommer, N. (1997). *Arbres du domaine soudanais-Livre.pdf*.
- Djoufack-Manetsa, V., Fontaine, B., Tsalefac, M., & Brou Yao, T. (2009). Variations de la phénologie végétale et relations avec la variabilité pluviométrique et la croissance démographique dans le Nord du Cameroun. *Geographia Technica, Numéro spé*(September), 131–138.
- Fawa, G., Marie Mapongmetsem, P., Baptiste Noubissie-tchiagam, J., & Bellefontaine, R. (2015). Multiplication végétative d'une espèce locale d'intérêt socio-économique au Cameroun: *Ximenia americana* L. Entrées d'index. *VertigO - La Revue Électronique En Sciences de l'environnement*, 11.
- Feyssa, D. H., Njoka, J. T., Asfaw, Z., & Nyangito, M. M. (2012). Uses and management of *Ximenia americana*, Olacaceae in semi-arid east Shewa, Ethiopia. *Pakistan Journal of Botany*, 44(4), 1177–1184.
- GODEAU, M., LOUPPE, D., & OUATTARA, N. (1996). *SIXIÈME RENCONTRE TRIPARTITE BURKINA FASO, COTE D'IVOIRE, MALI Kaya - Burkina Faso - 17-21 juin 1996*. 17-21 juin, 10.
- Heckel, M. Édouard. (1899). Note Sur Le Parasitisme Des Racines De *Ximenia Americana* L. *Bulletin de La Societe Botanique de France*, 46(7), 61–62.
- Heckel, M. Édouard. (1898). Sur Quelques Phénomènes Morphologiques De La Germination Dans *Ximenia Americana* L. *Bulletin de La Societe Botanique de France*, 45(5), 438–441.
- Holthuijzen, W. A., & Maximillian, J. (2011). Dry, hot, and brutal: Climate change and desertification in the Sahel of Mali. *Journal of Sustainable Development in Africa*, 13(7), 245–268.
- Jean, B. (2021). Sécheresse et désertification au Mali. 2e partie : perspectives. *Revue Forestière Française, AgroParisTech*, 1985, 37(4), 315–331.
- MET. (2007). Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PANA) Mali (National Action Program for Adaptation to Climate Change (PANA) Mali). *MaliMeteo. Global Environment Facility. UNDP, PANA, Juillet 2007*, 1–100.
- Sacande, M., & Vautier, H. (2000). Seed leaflet. *Danida Forest Seed Centre*, 17, 1–2.
- Sakamoto, Y., Hirose, T., Tsukuda, H., Yamazaki, T., Kojima, Y., Ida, H., Haraguchi, T., Tanaka, T., Koitabashi, R., Inazuki, Y., & Yoshikawa, H. (2010). Study and improvement approach to 193-nm radiation damage of attenuated phase-shift mask. *Photomask Technology 2010*, 7823, 782324.
- Shackleton, S. (2014). *Shackleton, S. E. The Significance of the Local Trade in Natural Resource Products for Livelihoods and Poverty Alleviation in South Africa. [PhD thesis]. Grahamstown, South Africa ... A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the deg. January 2006*.
- Six, G. (2012). *La pépinière Arbres et arbustes utilisés en bocage sahélien*,. 67p.
- Tabuna, H., Kana, R., & Tchoundjeu, A. D. Z. (2004). *commercialisation des plants améliorés des produits forestiers non ligneux en Afrique centrale*.
- Zapata, T. R., & Arroyo, M. T. K. (1978). Plant Reproductive Ecology of a Secondary Deciduous Tropical Forest in Venezuela Thirza Ruiz Zapata; Mary T. Kalin Arroyo Plant Reproductive Ecology of a Secondary Deciduous Tropical Forest in Venezuela. *Biotropica*, 10(3), 221–230.