

Essai de germination et croissance en pépinière de quelques espèces ligneuses à bois d'énergie

Massoudou ISSA^{1*}; Félicité Ballo¹, Boubacar Kola Touré¹, Lassina Traore¹; Moussa Karembe¹; Fadiala Dembéle²

¹Faculté des Sciences et Techniques, USTTB

² Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée

*Auteur correspondant, Email: maigamassoudou@yahoo.fr

RESUME

Afin de contribuer à une meilleure gestion des essences à bois d'énergie, un essai de germination et un suivi de la croissance en pépinière des plantules de trois espèces ligneuses a été expérimenté; il s'agit de: *Detarium microcarpum*, *Terminalia macroptera* et *Terminalia mollis*. Le suivi de la croissance des plantules dans des pots plastique a duré trois mois. Cette étude a permis d'envisager la production de plants de ces espèces en vue de leur conservation durable. L'objectif de cette étude est de déterminer les paramètres de germination des graines et de croissance en pépinière de ces trois espèces. Au terme de cette étude, le meilleur taux de germination et le plus court délai moyen de germination ont été observés avec les graines de *D. microcarpum* tandis que celles de *T. mollis* ont présenté le plus court échelonnement moyen de la levée. Les plantules de *D. microcarpum* ont enregistré la meilleure croissance relativement au diamètre au collet, à la hauteur, au nombre de rameaux et de feuilles.

Mots clés: germination, croissance, pépinière, paramètres de germination, paramètres de croissance.

Germination test and growth in the nursery of some ligneous species for energy wood

Massoudou ISSA^{1*}; Félicité Ballo², Boubacar Kola Touré¹, Lassina Traore¹; Moussa Karembe¹; Fadiala Dembele²

¹Faculty of Science and Technology, USTTB

² Rural Polytechnic Institute for Training and Applied Research

*Corresponding author, Email: maigamassoudou@yahoo.fr

Abstract

In order to contribute to better management of fuel wood species, a germination test and monitoring of the growth in the nursery of seedlings of three woody species was tested; these are: *Detarium microcarpum*, *Terminalia macroptera* and *Terminalia mollis*. Monitoring the growth of seedlings in plastic pots lasted three months. This study made it possible to envisage the production of seedlings of these species with a view to their sustainable conservation. The objective of this study is to determine the seed germination and nursery growth parameters of these three species. At the end of this study, the best germination rate and the shortest average time of germination were observed with the seeds of *D. microcarpum* while those of *T. mollis* presented the shortest average staggering of emergence. *D. microcarpum* seedlings showed the best growth with respect to collar diameter, height, number of branches and leaves.

Keywords: germination, growth, nursery, germination parameters, growth parameters.

1. Introduction

Le bois est utilisé par la grande majorité des ménages urbains et la totalité des ménages ruraux comme source d'énergie domestique (bois de chauffe ou charbon de bois) et comme matière première pour la confection de divers équipements tels que bois d'œuvre et de service. Cette consommation risque

d'augmenter très fortement dans les prochaines années à cause de l'accroissement de la population notamment dans les villes. Cependant la dégradation des ressources ligneuses est une réalité en zone sahélienne. Elle est caractérisée par la rareté voire la disparition de certaines espèces [1]. Les produits divers fournis par les ligneux présentent des enjeux

socio-économiques certains, car la vie de nombreuses populations en dépend directement [2]. Toutefois, les ressources énergétiques domestiques sont constituées à 95% par les bois - énergie [3].

Les pressions exercées sur les ressources forestières sont variées. Parmi elles, on peut citer les mauvaises pratiques d'exploitation et de gestion comme les feux de brousse récurrents, les défrichements extensifs et répétés, la surexploitation des bois d'énergie et d'œuvre à travers la pullulation des marchés ruraux de bois et le surpâturage [4]. Ces perturbations, exacerbées par le phénomène de l'accroissement démographique et combinées aux effets des changements climatiques, affectent à la fois la composition et la diversité spécifique de la végétation ligneuse, mais aussi sa production et sa productivité. Les espèces considérées comme bois d'énergie, exploitées pour divers usages, sont prioritairement utilisées pour les préparations culinaires dans toutes les concessions de la zone soudanienne du pays; du coup menacées de

2. Matériel et Méthodes

L'installation de l'essai s'est déroulée en deux phases : une phase préliminaire et une phase de mise en place du dispositif expérimental.

La phase préliminaire comprend: l'extraction des graines des fruits, le remplissage des pots de substrat et le traitement des graines.

2.1. Extraction des graines

Les graines ont été extraites manuellement des fruits. Un tri rigoureux a permis de séparer les bonnes graines des mauvaises c'est-à-dire les graines malformées et/ou brisées. Pour la conduite de l'essai de germination cent vingt graines saines par espèce ont été triés soit un total de trois cent soixante graines conformes. Les graines saines ont été emballées par espèce dans des sachets étiquetés et conservés à la température ambiante sur une étagère au laboratoire d'écologie tropicale avant le semis.

2.2. Modalités de remplissage des pots

Nous avons choisi un substrat constitué d'un mélange d'un tiers de sable, d'un tiers de terreau de champ et d'un tiers de terre. Chacun de ces matériaux

disparition si des mesures ne sont pas prises. Leur régénération est donc compromise. Par ailleurs, la bonne conduite de la régénération ligneuse, constitue une des étapes importantes de la gestion durable des forêts. Pour pérenniser la disponibilité de ces espèces et leurs utilisations, il importe d'entreprendre des activités de recherche pouvant améliorer les connaissances sur la biologie des semences, les contraintes à la germination et à la croissance des plantules pour une large vulgarisation de ces espèces.

Les constats ci-dessus cités ont suscité la réalisation d'un essai de germination des graines et le suivi de la croissance des plantules de trois espèces ligneuses d'énergie; il s'agit de: *T. mollis*; *T. macroptera* et *D. microcarpum*. La présente étude vise à déterminer les paramètres de germination et l'évolution des plantules en pépinière de ces espèces; ce qui peut apporter une importante contribution à la conservation et à la valorisation de ces espèces.

a été tamisé afin de les débarrasser des cailloux, brindilles et mauvaises herbes. Les pots ont été entièrement remplis de substrat, de façon à ce que les parois des sachets ne puissent pas se rabattre sur la surface libre du substrat et empêcher la pénétration de l'eau.

2.3. Traitement des semis

Chaque lot de semences de *D. microcarpum*, *T. macroptera*, *T. mollis* a été soumis à trois traitements à savoir:

Le lot témoin T0 constitué de graines non traitées; le trempage dans l'eau pendant 72 heures, noté T1; le trempage dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes puis rinçage dans l'eau suivi du trempage dans l'eau pendant 24 heures, noté T2.



Figure 1: Trempage de graines de *Terminalia* dans l'eau (A) et dans l'acide sulfurique (B)

Les facteurs étudiés sont:

-Le facteur espèce qui est à trois variantes (*D. microcarpum*, *T. macroptera* et *T. mollis*).

-Le facteur prétraitement qui est aussi à trois variantes: sans traitement; trempage dans l'eau pendant 72 heures ; trempage dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi du trempage dans l'eau pendant 24 heures.

Sur la base du niveau des combinaisons, nous avons obtenu neuf traitements qui sont:

DT0: *D. microcarpum* sans prétraitement;

DT1: *D. microcarpum* soumis au trempage dans l'eau pendant 72 heures;

DT2: *D. microcarpum* soumis au trempage dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi du trempage dans l'eau pendant 24 heures;

TmT0: *T. macroptera* sans prétraitement;

TmT1: *T. macroptera* soumis au trempage dans l'eau pendant 72 heures ;

TmT2: *T. macroptera* soumis au trempage dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi du trempage dans l'eau pendant 24 heures;

TmoT0: *T. mollis* sans prétraitement.

TmoT1: *T. mollis* soumis au trempage dans l'eau pendant 72 heures,

TmoT2: *T. mollis* soumis au trempage dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivies du trempage dans l'eau pendant 24 heures.

homogènes se fonde sur l'hypothèse que le substrat que contenaient les pots est homogène. Pour chaque traitement, il y a quatre répétitions soit 36 parcelles élémentaires disposées en 6 blocs dont chacune est constituée de 10 pots ; soit un total de 360 pots. Des allées de 45 centimètres sont dégagées entre les parcelles d'un même bloc et de 50 centimètres entre les blocs.

2.4. Le dispositif expérimental

Le test de germination des graines des espèces a été réalisé dans l'enceinte de la Faculté des Sciences et Techniques de Bamako. Pour ce test, un dispositif en randomisation totale a été adopté. Le choix de ce dispositif qui n'est approprié que pour les expériences ayant des unités expérimentales

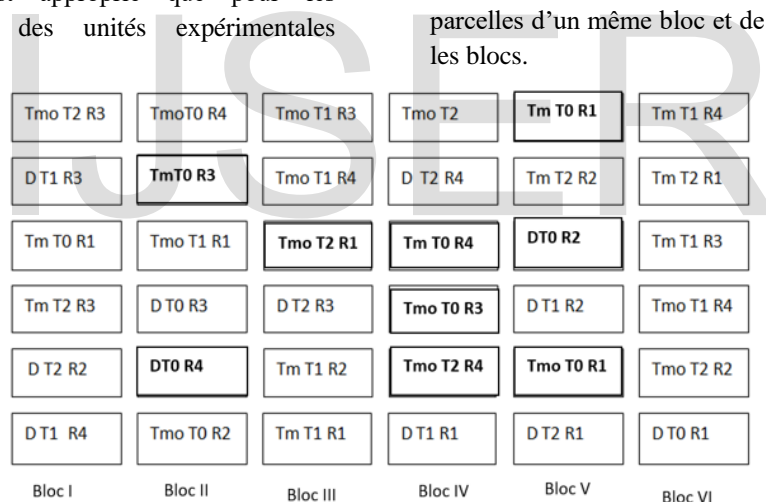


Figure 2. Plan de masse du dispositif expérimental. **Légende:** D= *Detarium microcarpum*; Tm= *Terminalia macroptera*; Tmo= *Terminalia mollis*; R= répétition; T0= témoin; T1= trempage dans l'eau pendant 72 heures ; T2= trempage dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi du trempage dans l'eau pendant 24 heures.

Toutes les parcelles ont été soumises aux mêmes conditions externes (de température, d'humidité et de lumière).

2.5. Modalités de semis

Nous avons affecté au hasard les prétraitements aux unités expérimentales par un tirage au sort intégral. Dans chaque pot a été semée une graine à une profondeur d'environ 3 centimètres.

Une fois le semis terminé, les pots ont été immédiatement arrosés afin de faire disparaître les poches d'air. Durant la période de l'expérimentation,

les pots ont été arrosés tous les jours à partir de 18 heures à raison d'un contenu d'arrosoir pour deux parcelles élémentaires.

2.6. Observations et mesures de données de l'essai de test de germination

À partir du deuxième jour après le semis, des observations ont été faites tous les jours à partir de 8 heures du matin. Le comptage des graines germées a été fait chaque jour à partir de 8 heures du matin. Les données ont été portées sur une fiche de suivi conçue

à cette fin. Elles ont concerné les paramètres suivants:

Le taux de germination: il permet d'évaluer la capacité de germination des semences. Il est donc un bon indicateur de la vitalité des semences. C'est le rapport en pourcentage entre le nombre de graines germées et le nombre de graines semées.

Le délai de germination exprime le laps de temps exprimé en jours entre la mise en terre d'une semence et la première levée observée. Quant à l'échelonnement de la levée, c'est la durée en jours entre la première levée et la dernière.

2.7. Analyse des données

Les données collectées ont été saisies et traitées sous le logiciel Microsoft Office Excel 2010. Certaines données ont été utilisées via les Tableaux dynamiques croisés. Pour l'analyse et

3. Résultats

Les différents résultats présentés portent sur les paramètres de germination et les paramètres de croissance des plantules issues des graines des trois espèces.

3. 1. Paramètres de germination

Ces paramètres varient selon les espèces et les prétraitements qui ont été appliqués aux semences.

Tableau 1 : Influence du prétraitement témoin sur les paramètres de germination des espèces

Paramètres de germination	<i>D. microcarpum</i>	<i>T. macroptera</i>	<i>T. mollis</i>
Taux de germination %	87,5	22,5	2,5
Délai de germination (en jours)	10	25	20
Échelonnement de la levée (en jours)	10	5	2

Il ressort de l'analyse des données que :

- les graines de *D. microcarpum* ont le meilleur taux moyen de germination et celles de *T. mollis* ont enregistré le plus faible taux de germination. De ce fait, nous pouvons dire que le prétraitement T0 est mieux approprié pour la germination des graines du *D. microcarpum* que pour celle des graines des deux autres espèces.

- les semences de *D. microcarpum* ont le plus court délai de germination moyen et celles de *T. macroptera* ont enregistré le plus long délai de germination. Nous pouvons alors dire que, le prétraitement T0 réalise le délai le plus court de

Trois mois après, la germination des graines, la hauteur totale des plants, leur diamètre au collet ont été mesurés; le nombre de rameaux et celui de feuilles par plant ont été comptés.

La hauteur totale exprime la croissance verticale des jeunes plants. Le diamètre au collet paramètre exprime la croissance en diamètre des plants et permet d'évaluer leur grosseur. Le nombre de feuilles: les feuilles assurent la photosynthèse qui permet à la plante d'élaborer les éléments indispensables pour son développement et sa croissance.

l'interprétation des données, il a été utilisé les graphiques et les Tableaux. La qualification de la germination a été faite selon l'échelle de Station de Recherche sur la Biologie des espèces autochtones. Des analyses de variance ont été effectuées pour les paramètres de croissance des plantules.

3.1.1. Influence des prétraitements appliqués sur les paramètres de germination:

Influence du prétraitement témoin: T0

Les données de l'influence du prétraitement témoin sur les paramètres de germination des trois espèces sont indiquées dans le Tableau 1.

germination avec les graines de *D. microcarpum* qu'avec celles des deux autres espèces.

- les semences de *T. mollis* ont le plus court échelonnement moyen de la levée ; celles de *D. microcarpum* ont enregistré le plus long échelonnement moyen de la levée.

Influence du trempage dans l'eau pendant 72 heures: T1

Les données de l'influence du trempage dans l'eau pendant 72 heures sur les paramètres de germination des espèces sont consignées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Influence du trempage dans l'eau pendant 72 heures sur les paramètres de germination des espèces

Paramètres de germination	<i>D. microcarpum</i>	<i>T. macroptera</i>	<i>T. mollis</i>
Taux de germination (%)	90	42,5	2,5
Délai de germination (jours)	9	16	6
Échelonnement de la levée (jours)	8	10,5	4

Il ressort de l'analyse des données que:

- les graines de *D. microcarpum* ont le meilleur taux de germination et celles de *T. mollis* ont enregistré le plus faible taux de germination. Nous pouvons ainsi dire que, le prétraitement T1 est mieux approprié pour la germination des graines de *D. microcarpum* que pour celle des graines des deux autres espèces.
- les semences de *T. mollis* ont le plus court délai de germination et celles de *T. macroptera* ont enregistré le plus long délai. De ce fait, nous pouvons dire que, le prétraitement T1 réalise le meilleur délai de germination avec les graines de *T. mollis* qu'avec celles des deux autres espèces.

-les semences de *T. mollis* ont le plus court échelonnement moyen de la levée et celles de *T. macroptera* ont enregistré le plus long échelonnement moyen.

Influence du trempage des graines dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi d'un rinçage et trempage dans l'eau pendant 24heures: T2

Les données de l'influence du trempage des graines dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivies d'un rinçage et trempage dans l'eau pendant 24 heures sur les paramètres de germination des trois espèces sont indiquées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Influence du trempage des graines dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes sur les paramètres de germination

Paramètres de germination	<i>D. microcarpum</i>	<i>T. macroptera</i>	<i>T. mollis</i>
Taux de germination (%)	72,5	0	32,5
Délai moyen de germination (jrs)	9	0	26
Échelonnement moyen de la levée (jrs)	2,5	0	5,5

De l'analyse des données, il ressort que:

- les graines de *D. microcarpum* ont enregistré le meilleur taux moyen de germination et celles de *T. macroptera* n'ont pas germé avec ce prétraitement. Ainsi, nous pouvons dire que, le prétraitement T2 est mieux approprié pour la germination des graines de *D. microcarpum* que pour celle des graines de *T. mollis* et qu'il semble détruire le pouvoir germinatif des graines de *T. macroptera*.
- les semences de *D. microcarpum* ont le plus court délai de germination ; celles de *T. mollis* ont enregistré le plus long délai. De ce fait, nous pouvons dire que le prétraitement T2 réalise le meilleur délai de germination avec les graines *D. microcarpum* qu'avec celles de *T. mollis*.
- les semences de *D. microcarpum* ont le plus court échelonnement moyen de la levée. Nous pouvons

ainsi dire que le prétraitement T2 réduit considérablement la durée entre la première et la dernière levée des semences de *D. microcarpum*.

3.1.2. Variation des paramètres de germination en fonction des espèces

Le taux moyen de germination

La figure 1 illustre la variation du taux moyen de germination des graines des différentes espèces. Il ressort de l'analyse des données de cette figure que les semences de *D. microcarpum* ont le meilleur taux moyen de germination avec 83,3%. Celles de *T. macroptera* ont enregistré un taux moyen de 21, 7% et celles de *T. mollis* ont enregistré le plus faible taux avec 12,5%.

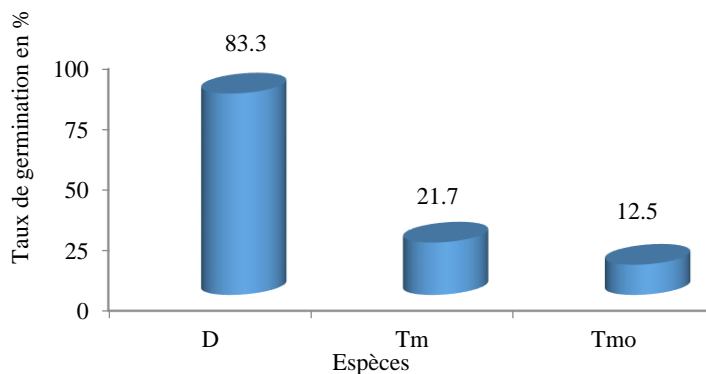


Figure 3: Taux moyen de germination en fonction des espèces. **Légende:** D = *D. microcarpum*, Tm = *T. macroptera*, Tmo = *T. mollis*

Le délai moyen de germination

La figure 2 illustre la variation du délai moyen de germination des graines des différentes espèces. De l'analyse des données, il ressort que, les semences de *D. microcarpum* ont enregistré le délai

moyen de germination le plus court avec 9,33 jours. Les semences de *T. macroptera* ont enregistré 13,67 jours comme délai moyen de germination et celles de *T. mollis* ont enregistré le plus long délai de germination: 17,33 jours.

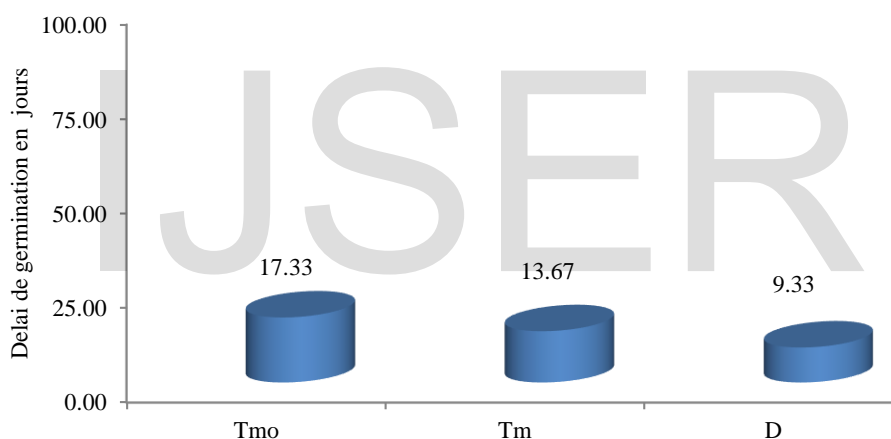


Figure 4: Délai de germination des graines des espèces. **Légende :** D = *D. microcarpum*, Tm = *T. macroptera*, Tmo = *T. mollis*

Échelonnement moyen de la levée

La figure 3 représente la variation de l'échelonnement moyen de la levée des différentes espèces. Il ressort de l'analyse des données que,

l'échelonnement moyen de la levée est de 3,83 jours pour *T. mollis*, 5,17 jours pour *T. macroptera* et 6,83 jours pour *D. microcarpum*. Ceci traduit une germination groupée pour les semences des trois espèces.

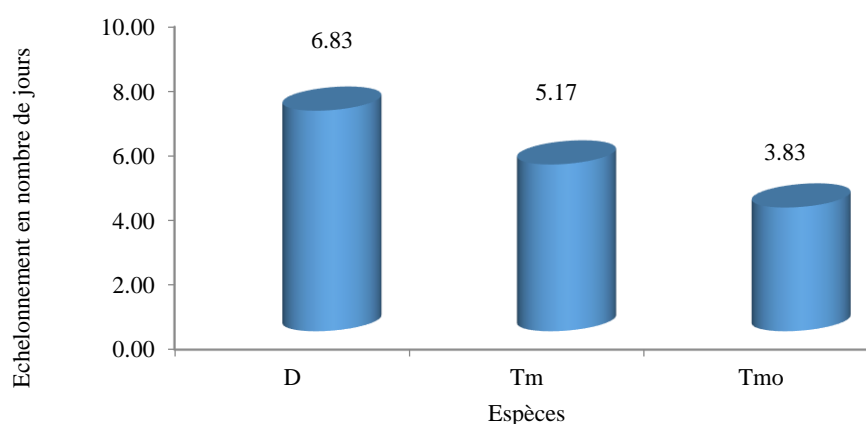


Figure 5. Echelonnement moyen de la levée des graines des espèces **Légende:** D = *D. microcarpum*, Tm = *T. macroptera*, Tmo = *T. mollis*

3.2. Variation des paramètres de croissance en fonction des espèces et des prétraitements

Ces paramètres ont été mesurés sur les plantules des trois espèces, trois mois après la germination des semis.

Il était souhaitable de continuer les mensurations des paramètres de croissance des plantules sur une

longue durée (environ au moins une année), mais une pénurie d'eau qui risquait de biaiser les résultats, nous a obligé à nous limiter à une seule mensuration, au troisième mois après semis.

Ces paramètres varient selon les espèces et les prétraitements subis par les graines dont sont issues les plantules.

3.2.1. Variation des paramètres de croissance en fonction des prétraitements Chez *D. microcarpum*

Tableau 4 : Variation des paramètres de croissance des plantules de *Detarium microcarpum* en fonction des prétraitements. **Légende:** T0 = Témoin, T1 = trempage dans l'eau pendant 72 heures, T2 = trempage des graines dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes.

Paramètres de croissance	T0	T1	T2
Diamètre moyen au collet (cm)	0,29	0,295	0,092
Hauteur moyenne (cm)	12,19	10,21	3,25
Nombre moyen de rameaux	0,05	0	0
Nombre moyen de feuilles	2,85	2,20	0,97

L'analyse des données a montré que:

- les plantules issues des semences ayant subi les prétraitements T0 et T1 ont presque les mêmes diamètres moyens au collet (0,29 centimètre); celles issues des semences ayant subi le prétraitement T2 n'ont enregistré que 0,09 centimètre de diamètre moyen au collet.

L'analyse de variance réalisée sur ce paramètre (Tableau 5) montre une différence très hautement significative au seuil de probabilité 5%. Les prétraitements T0 et T1 constituent un même groupe statistique homogène. En revanche, le prétraitement T2 constitue un groupe à part.

- les plantules issues des semences du lot témoin (T0) ont enregistré la meilleure hauteur avec une moyenne de 12,19 cm. Celles issues des semences trempées dans l'eau pendant 72 heures (T1) ont enregistré une hauteur moyenne de 10,21 centimètres; et les plantules issues des semences trempées dans l'acide sulfurique puis dans l'eau (T2) ont enregistré la plus faible hauteur (3,25 cm).

L'analyse de variance a donné des résultats similaires à ceux réalisés sur le diamètre moyen (voir Tableau 5). Les prétraitements T0 et T1 sont statistiquement homogènes et le prétraitement T2 constitue un groupe à part.

-Seules les plantules issues des graines soumises au prétraitement T0 ont émis des rameaux (en moyenne 0,05 rameau). L'analyse de variance n'a montré aucune différence statistiquement non significative au seuil de probabilité 5 % ; tous les trois prétraitements constituent un même groupe statistique.

-Les plantules issues des graines soumises au prétraitement T0 ont développé une moyenne de 3

Tableau 5 : Analyse de variance des paramètres de croissance des plantules de *Detarium microcarpum* en fonction des prétraitements. **Légende:** HT = hauteur totale, Dco = diamètre au collet, N. ram. = Nombre de rameaux, N. feu = Nombre de feuilles, THS = différence très hautement significative ($p \leq 0,01$), NS = différence non significative ($p > 0,05$).

Prétraitements	Variables mesurées			
	Dco (cm)	HT (cm)	N. ram.	N. feu.
T0	0,2900b	12,1875b	0,05a	2,850b
T1	0,2950b	10,2125b	0,00a	2,200b
T2	0,0925a	3,2500a	0,00a	0,975a
Moyenne	0,225	8,55	0,017	2,008
Probabilité	0,001	0,001	0,371	0,001
Signification	THS	THS	NS	THS

Chez *T. macroptera* La variation des paramètres de croissance des plantules de *T. macroptera* est rapportée dans le Tableau 6.

Tableau 6: Variation des paramètres de croissance des plantules de *T. macroptera* en fonction des prétraitements..

Paramètres de croissance	T0	T1	T2
Diamètre moyen au collet (cm)	0,012	0,05	0
Hauteur moyenne (cm)	1,49	4,55	0
Nombre de rameaux	0	0	0
Nombre moyen de feuilles	1,42	3,95	0

Légende: T0 = Prétraitement témoin, T1 = trempage dans l'eau pendant 72 heures, T2 = trempage des graines dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi d'un rinçage et trempage dans l'eau pendant 24 heures.

L'analyse des données montre que:

-les plantules issues des semences ayant subi le prétraitement T1 ont un diamètre moyen au collet de 0,05 centimètre; celles issues des graines ayant subi le prétraitement T0 n'ont enregistré que 0,012 centimètre de diamètre moyen au collet.

Les résultats de l'analyse de variance effectuée (Tableau 7) ont montré une différence très hautement significative au seuil de probabilité 5%. Les prétraitements T0 et T2 constituent un même groupe statistique homogène et le prétraitement T1 constitue un autre groupe statistique à part.

-les plantules issues des semences trempées dans l'eau pendant 72 heures ont enregistré la meilleure hauteur avec en moyenne 4,55cm. Celles issues des

feuilles, celles soumises au prétraitement T1 ont développé une moyenne de 2 feuilles et celles soumises au prétraitement T2 n'ont développé qu'une moyenne de 1 feuille.

Les données de l'analyse de variance (voir Tableau 5) montrent que les prétraitements T0 et T1 constituent un même groupe statistique homogène et le prétraitement T2 un groupe à part.

semences ayant subi le prétraitement témoin (T0) ont enregistré une hauteur moyenne de 1,49 cm.

Les résultats de l'analyse de variance effectuée (Tableau 7) ont montré une différence très hautement significative au seuil de probabilité 5%. Les prétraitements T0 et T2 constituent un même groupe statistique homogène et le prétraitement T1 constitue un autre groupe.

-aucune des plantules n'a émis des rameaux pendant la durée de l'expérimentation.

-les plantules issues des semences ayant subi le prétraitement T1 ont fourni en moyenne 4 feuilles, celles issues des semences ayant subi le prétraitement T0, ont fourni en moyenne 1 feuille et

celles issues des semences ayant subi le prétraitement T2 n'ont donné aucune feuille. Les résultats de l'analyse de variance (Tableau 7) ont montré une différence très hautement significative

au seuil de probabilité 5%. Les prétraitements T0 et T2 constituent un même groupe statistique et le prétraitement T1 un autre groupe à part.

Tableau 7 : Analyse de variance des paramètres de croissance des plantules de *T. macroptera* en fonction des prétraitements.

Prétraitements	Variables mesurées en cm			
	HT	D co	N. ram.	N. feu.
T0	1,4900a	0,0125a	0	1,425a
T1	4,5525b	0,0500b	0	3,950b
T2	0,0000a	0,0000a	0	0,000a
Moyenne	2,01	0,22	0	1,79
Probabilité	0,001	0,001	0	0,001
Signification	THS	THS	NS	THS

Légende : HT = hauteur totale, D co = diamètre au collet, N. ram. = Nombre de rameaux, N. feu. = Nombre de feuilles, THS = différence très hautement significative ($p \leq 0,01$); NS = différence non significative ($p > 0,05$).

Chez *Terminalia mollis* La variation des paramètres de croissance des plantules de *T. mollis* est rapportée dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Variation des paramètres de croissance des plantules de *T. mollis* en fonction des prétraitements.

Paramètres de croissance	T0	T1	T2
Diamètre moyen au collet (cm)	0,002	0,0025	0,017
Hauteur moyenne (cm)	0,2	0,06	1,59
Nombre de rameaux	0	0	0
Nombre moyen de feuilles	0,22	0,25	2,52

Légende: T0 = Prétraitement témoin, T1 = trempage dans l'eau pendant 72 heures, T2 = trempage des graines dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi d'un rinçage et trempage dans l'eau pendant 24 heures.

Les plantules issues des semences ayant subi le prétraitement T2 ont enregistré un diamètre moyen au collet de 0,017 cm. Celles issues des semences ayant subi les prétraitements T0 et T1 ont presque le même diamètre moyen au collet (0,002 cm).

Les résultats de l'analyse de variance (voir Tableau 9) ont montré une différence très hautement significative au seuil de probabilité 5% entre les trois prétraitements. De ce fait, les prétraitements T1 et T0 constituent un même groupe statistique homogène et le prétraitement T2 aussi constitue un autre groupe.

Les plantules issues des semences ayant subi le prétraitement T2 ont enregistré la meilleure hauteur moyenne avec 1,59 cm. Celles issues des semences ayant subi le prétraitement témoin ont enregistré une hauteur moyenne de 0,20 cm; les plantules des semences trempées dans l'eau pendant 72 heures ont enregistré la plus faible hauteur (0,06 cm).

Les résultats de l'analyse de la variance (voir Tableau 9) ont montré une différence très hautement significative au seuil de probabilité 5%. Deux groupes statistiques ont été discriminés. Les prétraitements T0 et T1 constituent un même groupe statistique et le prétraitement T2 un autre groupe.

-aucune des plantules issues des prétraitements n'a émis des rameaux pendant la durée de l'expérimentation.

-les plantules issues des semences ayant subi le prétraitement T2 ont fourni en moyenne 2 feuilles, celles issues des semences ayant subi les prétraitements T1 et T0 n'ont en moyenne pas fourni de feuille.

Les résultats de l'analyse de variance (voir Tableau 9) ont révélé une différence très hautement significative au seuil de probabilité 5%. Les

prétraitements T0 et T1 constituent un même groupe statistique et le prétraitement T2 un groupe à part.

Tableau 9: Analyse de variance des paramètres de croissance des plantules de *T. mollis* en fonction des prétraitements

Prétraitements	Variables mesurées			
	D co (cm)	HT (cm)	N. ram.	N. feu.
T0	0,0025a	0,2000b	0	0,225a
T1	0,0025a	0,0625b	0	0,250a
T2	0,0175b	1,5900a	0	2,525b
Moyenne	0,008	0,62	0	1,00
Probabilité	0,05	0,001	0	0,001
Signification	THS	THS	NS	THS

. **Légende:** HT = hauteur totale, D co = diamètre au collet, N. ram. = Nombre de rameaux, N. feu. = Nombre de feuilles, THS = différence très hautement significative ($p \leq 0,01$), NS = différence non significative ($p > 0,05$).

4.2.2. Variation des paramètres de croissance des plantules en fonction des espèces

Le Tableau 10 fait ressortir la variation des paramètres de croissance des plantules, tous prétraitements confondus en fonction des espèces.

Diamètre au collet des plantules

Le plus gros diamètre moyen au collet a été mesuré sur les plantules de *D. microcarpum* (0,22 cm); le diamètre moyen au collet des plantules de *T. macroptera* est de 0,02 cm. Le plus faible diamètre moyen au collet a été mesuré sur les plantules de *T. mollis*: 0,008 cm. Les résultats de l'analyse de variance sur ce paramètre ont révélé qu'il y a une différence statistique très hautement significative au seuil de 5% entre les espèces. L'espèce *D. microcarpum* constitue un groupe statistique à part, *T. macroptera* et *T. mollis*, statistiquement homogènes constituent un autre groupe.

Hauteur moyenne des plantules

La plus importante hauteur moyenne a été mesurée sur les plantules de *D. microcarpum* (8,55 cm), les plantules de *T. macroptera* pendant ce temps mesuraient en moyenne 2,01 cm et les plantules de *T. mollis* 0,61 cm.

Tableau 10 : Analyse de variance des paramètres de croissance des plantules tous Prétraitements confondus en fonction des espèces.

Espèces	Variables mesurées			
	Dco (cm)	Ht (cm)	N. ram.	N. feu.
<i>Detarium microcarpum</i>	0,225b	8,550b	0,017a	2,008 a
<i>Terminalia macroptera</i>	0,021a	2,0142a	0,000a	1,792a
<i>Terminalia mollis</i>	0,008a	0,618a	0,000a	1,000b
Moyenne	0,085	3,727	0,006	1,6
Probabilité	0,001	0,001	0,369	0,0295

Les résultats de l'analyse de variance dans le Tableau 10 ont montré une différence très hautement significative au seuil de probabilité 5% entre les espèces. *T. macroptera* et *T. mollis* ont constitué un même groupe statistiquement homogène. L'espèce *D. microcarpum* constitue un groupe à part.

Nombre de rameaux

À la lecture des données du Tableau 10 de l'analyse de variance, seules les plantules de *D. microcarpum* ont émis des rameaux trois mois après germination. Cependant de l'analyse statistique, il n'a pas été observé de différence significative au seuil de probabilité 5% entre les trois espèces par rapport à ce paramètre.

Nombre de feuilles

Le nombre moyen de feuilles émises chez *D. microcarpum* et *T. macroptera* est de 2 et *T. mollis* a enregistré en moyenne 1 feuille.

L'analyse de variance réalisée a montré une différence significative au seuil de 5% entre les espèces. *D. microcarpum* et *T. macroptera* constituent un groupe statistique à part; et *T. mollis* constituent un autre groupe statistique.

Signification	THS	HS	NS	S
---------------	-----	----	----	---

Légende: HT = hauteur totale, D co = diamètre au collet, N. ram. = Nombre de rameaux, N. feu. = Nombre de feuilles, THS = différence très hautement significative ($p \leq 0,01$), NS = différence non significative ($p > 0,05$), S = différence significative ($0,05 \geq p > 0,01$).

4. Discussion

Les résultats discutés sont relatifs aux différents paramètres de germination et aux paramètres de croissance des jeunes plants issus des semences de *D. microcarpum*, *T. macroptera* et *T. mollis*.

4.1. Variation des paramètres de germination

4.1.1. Variation du taux moyen de germination

Le taux de germination, bon indicateur de viabilité des semences est fonction des espèces et des prétraitements appliqués aux graines.

D. microcarpum a un taux moyen de germination élevé (83,3%) comparativement aux autres espèces: *T. macroptera* et *T. mollis* quel que soit le prétraitement utilisé dans le cadre de la présente étude. Cela peut s'expliquer par la nature même des semences des espèces. Sachant que *D. microcarpum* est une *Fabaceae* avec une graine plus dure que les deux autres de la famille des *combretaceae*. Toutefois, les semences de *T. mollis* semblent plus appropriées au trempage dans l'acide sulfurique que celles de *T. macroptera* qui n'ont pas pu germer avec ce prétraitement. Il faut signaler que les taux de germination obtenus (22%) et (13%) respectivement avec *T. macroptera* et *T. mollis* lors de la présente expérimentation sont qualifiés globalement de très faible [5]; Cela peut s'expliquer par la faible viabilité des semences des espèces d'une part et par les prétraitements souvent inappropriés d'autre part.

4.1.2. Variation du délai moyen de germination

Cette étude a montré que pour avoir une germination rapide et homogène des graines de *D. microcarpum*, le prétraitement des semences est nécessaire après conservation de celles-ci. Les graines ayant subi des prétraitements avant leur semis ont des délais de germination plus courts que celles qui n'ont pas été traitées. Ce résultat est comparable à celui de [6], pour qui, le délai moyen de germination des graines de *Balanites aegyptiaca* dépend du prétraitement qu'ont subi les graines. Selon ces auteurs, il est de 5 jours pour les graines totalement dépourvues de leur coque, de 9 jours pour celles uniquement fissurées et de 11 jours pour celles n'ayant subi aucun prétraitement. Toutefois, le délai moyen de

germination de cette espèce est plus court que celui de *D. microcarpum*, de *T. macroptera* et de *T. mollis* qui font l'objet de la présente étude.

Le traitement des semences de *T. macroptera* dans l'eau pendant 72 heures a donné un délai moyen de germination plus court que celles qui n'ont pas été traitées; par contre les graines de *T. macroptera* trempées dans l'acide sulfurique pendant 30 minutes suivi d'un rinçage et trempées dans l'eau pendant 24 heures n'ont pas germé. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que la plupart des embryons des graines seraient détruits par la longue durée de trempage dans l'acide sulfurique. Ce résultat est comparable à celui de [7].

4.1.3. Variation de l'échelonnement moyen de la levée

Pour tous les prétraitements confondus, l'échelonnement moyen de la levée est compris entre 4 et 7 jours pour les trois espèces. Pour faute d'élément de comparaison, ces résultats n'ont pas fait l'objet de discussion.

4.2. Paramètres de croissance des plantules

Les plantules de *Detarium microcarpum* ont enregistré la meilleure croissance sur l'ensemble des paramètres observés. La plus faible croissance a été enregistrée chez les plantules de *Terminalia mollis*. Les *Combretaceae*; *T. macroptera* et *T. mollis* n'ont pas émis de rameaux après 3 mois de germination en pépinière. Ces résultats sont comparables à ceux de [8] qui ont étudié la germination et la croissance de quatre espèces de *Combretaceae* en pépinière. Dans leur étude, *Guiera senegalensis* a obtenu la meilleure croissance. Les diamètres des plants de *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum* et *Combretum migricans* ont été statiquement identiques. Les biomasses foliaires de *Combretum micranthum* et *Combretum migricans* sont révélées plus faibles. Les plants de *Combretum glutinosum* et *Combretum migricans* n'ont pas émis de rameaux après 4 mois. Les prétraitements appliqués aux graines avant semis ont une influence sur la croissance des plantules. Les résultats obtenus montrent que les meilleures performances, en termes de croissance en hauteur, en diamètre au collet et en nombre de feuilles sont observées sur les plantules issues des graines de *D. microcarpum* et de *T. macroptera* trempées dans

l'eau pendant 72 heures. Le meilleur prétraitement en termes de croissance chez *T. mollis* est observé chez les plantules issues des graines trempées dans l'acide sulfurique. Ces résultats sont comparables à ceux de [9] qui a obtenu la meilleure croissance de *Sterculia setigera* avec le trempage dans l'acide sulfurique.

5. Conclusion

Cette étude nous a permis de comprendre que les paramètres de germination et de croissance des plantules concernant notre étude sont variables en fonction des espèces et des prétraitements appliqués aux semences.

D. microcarpum a le taux de germination élevé (83,3%) comparativement aux deux autres espèces.

Les plantules de *D. microcarpum* ont enregistré la meilleure croissance, celles de *T. macroptera* occupent le second rang et la faible croissance a été observée chez les plantules de *T. mollis*.

Il est nécessaire de s'intéresser au mode de multiplication des espèces ligneuses locales, surtout des espèces à bois d'œuvre et d'énergie qui sont les plus menacées de disparition, afin de maîtriser leur biologie qui permettra de faciliter la restauration des écosystèmes fortement dégradés.

6. Références bibliographiques

- [1] S. Ganaba, Caractérisation, utilisation, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au sahel, Burkina Faso- Thèse de doctorat d'Etat, Université Cheikh Anta Diop, Dakar 287p, 2008
- [2] R. Bellefontaine, S. Petit, M. Pain-Orcet, P. Delporte, JG. Bertault, 2001: les arbres hors forêts vers une meilleure prise en compte. Cahier FAO Conservation 35:231p, 2016.
- [3] Z. Maman, Effet conjugué du feu de brousse et de la pâture sur la végétation ligneuse en fonction du gradient climatique au Mali. Mémoire de DEA, FAST-UB, Mali, 69 pages, 2011.
- [4] E. Abagha, Détermination du potentiel en bois d'œuvre de la zone pré-guinéenne du Mali: cas des sites de Tiorola et de Tiendaga dans la région de Sikasso. Mémoire d'ingénieur de l'IPR/IFRA de Katibougou 44p, 2016.
- [5] SRBEA, Rapport d'état du projet arbres autochtones, INRZFH, Sotuba Mali, 121p, 1989
- [6] M. Karembé, M. Issa M, Z.S. Maiga, MS. Maiga, Influence de la provenance sur la germination de *Balanites aegyptiaca* (L. Del.) en pépinière: cas des zones inondées et exondées du cercle de Niono au Mali. Revue malienne des Sciences et Technologie N0 13, 52-64, 2011.
- [7] LE. Ahoton, J. B. Adjakpa, M. polfonti Mpo, EL. Akpo, Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana*, 2009.
- [8] A. Amani, M.M. Inoussa, I. Dan Guindo, A. Mahamane, M. Saadou et A.M. Lyke: Etude de la germination de quatre espèces de *Combretaceae*, 2014.
- [9] Sanou, Contribution à la domestication de *Sterculia setigera* DEL au Burkina Faso, Détermination des conditions de germination des graines et évaluation des paramètres de croissance des plantules. Mémoire de DEA, UDR, Bobo Dioulasso, 2014.