



Available online at <http://www.ifg-dg.org>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(2): 559-572, April 2016

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal
of Biological and
Chemical Sciences

Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Caractérisation agromorphologique des graines de teck (*Tectona grandis* L. f.) au Bénin

Arcadius Yves Justin AKOSSOU^{1*}, Wilfried HOUMENOU¹ et Valérien ZINSOU²

¹ Département d'Aménagement et de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin.

² Département de Production Végétale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Parakou, Bénin.

* Auteur correspondant, E-mail : sakos90@hotmail.com, Tél. : + (229) 97725883

RESUME

Au Bénin, les plantations de teck jouent un rôle important tant dans le domaine économique que sur le plan environnemental. Malheureusement, la pratique paysanne pour l'installation des plantations consiste à utiliser des semences «tout venant». Cette étude a pour objectif de caractériser sur le plan agronomique et morphologique les graines de teck rencontrées au Bénin afin d'apporter une contribution à l'amélioration de cette pratique paysanne. Pour ce faire, huit sites de collecte ont été choisis à raison d'un par zone agroécologique. Les caractéristiques morphologiques des graines ont été mesurées. La germination et la croissance juvénile ont également été étudiées. Les caractéristiques morphologiques ont permis de distinguer trois catégories de graines. Les essais de germination ont révélé un faible taux de germination. Les graines provenant des zones de terres de barres du Sud (Allada), cotonnières du centre (Savè) et de la dépression (Lama) présentent les meilleurs taux de germination au bout de 50 jours après semis (soit respectivement 37,6% ; 27,8% et 18,0%). L'évaluation du taux de reprise est de 96,35% pour les plants semés en pots contre 94,44% pour ceux semés sur des planches. Dans les meilleures situations (semences traitées provenant des plantations d'Allada), l'accroissement moyen en diamètre en 10 jours est estimé à 0,11 cm pour les plants semés sur des planches et de 0,05 cm pour ceux mis en pot. L'accroissement moyen en hauteur en 10 jours est de 2,77 cm pour des plants semés sur des planches contre 0,44 cm pour ceux mis en pot. Cette connaissance de la variabilité agromorphologique est nécessaire pour les recherches futures sur l'amélioration et la sélection variétale de semences de teck au Bénin.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Taux de germination, taux de reprise, croissance juvénile, zones agroécologiques.

Agromorphological characterization of teak seed (*Tectona grandis* Lf.) in Benin

ABSTRACT

In Benin, teak plantations are important both economically and environmentally. Unfortunately, the farmer practice for installing plantations is to use seed "from everywhere" with no selection. This study aims at characterizing agronomically and morphologically teak seeds found in Benin in order to contribute to improving the farmer practice. Therefore eight collection sites were chosen, with one of each agroecological zone. The morphological characteristics of seeds were measured. Germination and early growth were also

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

2599-IJBCS

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.10>

studied. The morphological characteristics allowed to distinguish three categories of seeds. Germination tests revealed a low germination rate. The seeds from areas of ferrallitique soils in southern (Allada), in cotton areas of the center (Savè) and depression zone (Lama) have the best germination rate after 50 days from sowing (respectively 37.6%, 27.8% and 18.0%). Evaluation of the recovery rate was 96.35% for the plants sown in jars against 94.44% for those seeded on boards. In the best situations (treated seeds from plantations of Allada), average diameter growth in 10 days is estimated at 0.11 cm for seedlings planted on boards and 0.05 cm for potted. The average increase in height in 10 days is 2.77 cm for seedlings planted on boards against 0.44 cm for potted. This knowledge of the agromorphological variability is necessary for future research on the improvement and variety selection of teak seeds in Benin.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Germination rate, recovery rate, early growth, agro-ecological zones.

INTRODUCTION

Au Bénin, selon FAO (2010) la perte nette de couvert forestier s'élève à 50 000 ha par an, soit un taux de changement annuel de -1,06 %. Le défi majeur est donc de gérer la capacité de régénération des forêts de manière qu'elles puissent procurer des avantages aujourd'hui sans compromettre les avantages et les choix futurs (MacDicken et al., 2015). Dans ce contexte, les plantations forestières jouent un rôle important dans le maintien des fonctions économiques, sociales et environnementales (de Groot et al., 2010 ; Ferraz et al., 2013).

Dans ce cadre, l'État béninois a entrepris des actions de reboisement pour pallier le plus tôt possible à ce déficit. Les plantations forestières ont été réalisées, aussi bien par l'État que par des agriculteurs. Elles couvrent une superficie totale de 19 000 ha (FAO, 2010) avec le teck (*Tectona grandis* L.f.) comme espèce principale (Akossou et al., 2013 ; Atindogbé et al., 2013 ; Aoudji et al., 2014).

La demande galopante de bois de service, la faible possibilité de fourniture des plantations domaniales de teck au Bénin et le succès de ces plantations incitent davantage les paysans à s'investir dans la culture du teck. Les semences utilisées pour l'installation de ces plantations sont généralement collectées sous des arbres âgés sans aucune forme de sélection. Ce mode d'approvisionnement en semences (utilisation de graines « tout-venant ») est le plus répandu chez la plupart

des exploitants privés et ne permet pas de répondre aux attentes des planteurs en matière de qualité de plants. En effet, les besoins des planteurs et des consommateurs sont d'augmenter la production, et d'avoir accès à des produits compétitifs en quantité suffisante, de bonne conformation et de bonne qualité. Deux variétés de teck sont couramment cultivées au Bénin : la provenance dite locale (Toffo) introduite depuis 1916 (Béghaghel, 1999) et la provenance dite tanzanienne. Cette dernière a montré de meilleures performances de croissance (Azankpan et al., 2009 ; Kokutse et al., 2009). La provenance tanzanienne introduite dans le pays par l'Office National du Bois, entreprise publique en charge de la gestion des plantations étatiques de teck, est recherchée par les planteurs. Toutefois, il est difficile de s'assurer de la provenance livrée aux planteurs à cause de l'utilisation de semences « tout venant » par les pépiniéristes, ce qui ne garantit pas la pureté du matériel végétal. Ces faiblesses liées à l'approvisionnement en semences pourraient expliquer les défauts observés sur les bois des plantations paysannes de teck, par exemple les courbures et la présence excessive de nœuds (Aoudji et al., 2011). Ainsi, depuis l'installation des premières plantations au Bénin, aucune étude n'a été menée pour évaluer l'évolution du matériel végétal disponible et de proposer un matériel végétal répondant au goût des planteurs et des consommateurs. De plus, l'utilisation et la gestion durable des arbres

demandent une bonne connaissance de leurs caractéristiques sur les plans morphologique, biochimique et moléculaire afin de différencier les individus. La caractérisation variétale doit concerner les individus qui se sont adaptés à des conditions écologiques spécifiques (Dosba et al., 1998). Elle est aussi nécessaire pour l'ensemble des activités d'amélioration génétique et de sélection variétale des plantes, car elle permet (1) de cibler les descripteurs morphologiques intéressants et (2) de connaître ceux qui sont liés aux facteurs environnementaux (Zhang, 2002). De plus, pour des programmes de sélection et d'amélioration variétale, la connaissance de la diversité des variétés traditionnelles et leur évaluation sont nécessaires (Hedge et Mishra, 2009; Doumbia et al., 2013). Par conséquent, les forestiers, les pépiniéristes, les distributeurs de semences, entre autres, ont besoin d'une évaluation précise de la qualité des semences dont ils font usage. Pour assurer la productivité et la rentabilité des plantations qui seront établies, il est nécessaire d'accompagner les pépiniéristes pour l'accès à un matériel végétal de qualité (Bekker et al., 2004).

Ce travail vise dès lors à réaliser une caractérisation agromorphologique des graines de teck au Bénin afin d'identifier les meilleures sources d'approvisionnement.

MATERIEL ET METHODES

Provenance des graines

Les graines utilisées ont été collectées sous des arbres présentant un port bien développé à l'intérieur des plantations homogènes. Pour l'installation de la plupart de ces plantations, les semences utilisées ont été de provenance tanzanienne. La collecte a été effectuée dans différentes zones agroécologiques du Bénin. Les communes considérées pour la collecte sont présentées à la Figure 1. Il s'agit de Parakou, Banikoara, Tanguiéta et Sinendé situées dans la partie Nord du Bénin, de Savè située au centre du Bénin, de Zogbodome (Lama) et d'Allada situées au sud du Bénin. Un lot de graines

provenant d'une plantation d'Avétonou située au sud-ouest du Togo a été ajouté à la collection.

Caractérisation morphologique des graines

A partir de la collection de graines, des lots de 150 graines ont été constitués à raison d'un lot par lieu de collecte. Sur les graines de chaque lot, les informations suivantes ont été recueillies pour la caractérisation morphologique. Il s'agit de la longueur, de la largeur, de la couleur de la graine, du nombre de fentes sur la drupe, de l'aspect rugueux ou lisse de la graine et du poids de chaque graine. Cette dernière information a été prise à l'aide d'une balance de précision de 0,01 g.

Détermination du pouvoir germinatif des graines

Le pouvoir germinatif des graines a été étudié à travers un essai réalisé dans la ferme d'application de la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou, situé dans la commune de Parakou (9° 21' latitude Nord, 2°36' longitude Est, altitude moyenne de 350 m). Le climat de type soudanien présente des fluctuations de température et une pluviométrie moyenne de 1200 mm par an. La température moyenne annuelle est de 27 °C et l'humidité relative est de 60% en moyenne par an, avec une insolation moyenne annuelle de 2305 heures.

Les effets de la provenance et du prétraitement des graines sur la germination ont été évalués dans un germoir. Pour ce faire, un dispositif split-plot (parcelle divisée) avec trois répétitions a été installé. Le Bloc principal représente le prétraitement avec deux modalités graines traitées et graines non traitées et le sous-bloc est constitué du lieu de collecte des graines (provenance) avec 8 modalités. Le prétraitement des graines a consisté en un trempage dans l'eau pendant huit jours puis au séchage à l'ombre pendant 48 heures.

Les semis ont été réalisés sur des parcelles élémentaires (germoir) de dimension 2 x 1 m². Sur chaque parcelle, 150 graines ont

été semées à un écartement de 5 cm. Les germoirs ont ensuite été enrichis par une couche fine de terreaux, puis chaque parcelle a été recouverte d'un système d'ombrage fait de branches de palmier à huile pour réduire les effets des rayons solaires.

L'arrosage a été réalisé deux fois par jour avec une dose de 5 litres par germoir. Vingt jours après le semis, un comptage systématique des plantules ayant levé a été effectué tous les jours, ceci pendant trois mois. La levée correspond à l'apparition d'une plantule avec deux feuilles cotylédonaire. Le taux de germination : $T = G/N$ avec $G =$ nombre de graines germées et $N =$ nombre de graines mises en germoir par traitement a été déterminé 30, 40, 45 et 50 jours après semis (JAS).

Croissance des plants en pépinière

Les plantules issues des combinaisons de modalités pour lesquelles le taux de germination est relativement élevé (graines provenant des plantations de Savé, Lama et Allada) ont été utilisées pour évaluer la performance de croissance de celles-ci lorsqu'elles sont mises en pépinière sur des planches et en pots. A cet effet, les plantules issues des germoirs ont été utilisées pour créer deux catégories de pépinière (plants sur planches et plants en pot). Pour chaque catégorie de pépinière un dispositif en split-plot à trois répétitions a été conçu. Les plantules ont été espacées de 20 cm sur les planches comme en pot. Les planches de pépinière de surface 3,75 m² comportent chacune 12 plantules. Chaque plant a été suivi pendant 14 semaines. Le taux de reprise des plantules a été évalué 15 jours après le semis: $T_s = (\text{nombre de plantules ayant repris} / \text{nombre de plantules semés}) \times 100$. Ensuite, des mesures de croissance en hauteur et de diamètre au collet des plantules ont été effectuées tous les 10 jours.

Traitement des données

Le traitement des données a consisté à calculer des pourcentages, des valeurs

moyennes et d'erreurs standard des paramètres étudiés. L'analyse factorielle des données mixtes (FAMD) et la classification numérique ont été utilisées pour catégoriser les graines en fonction des caractéristiques morphologiques. Les effets des différents facteurs contrôlés dans l'expérimentation ont été évalués à travers une analyse de la variance (ANOVA) et des structurations de moyennes ont été réalisées avec le test de Newman-Keuls. Les variables de réponse exprimées en pourcentage ont subi une transformation arcsin afin de respecter les conditions d'application de l'analyse de variance. Le logiciel R a été utilisé pour les analyses.

RESULTATS

Caractéristiques morphologiques des graines

L'analyse descriptive des caractéristiques morphologiques (Tableau 1) montre que les graines collectées dans les plantations de la partie Nord du Bénin présentent pour la plupart une couleur jaune clair. Tandis que celles issues des plantations de la partie Sud du pays ont une couleur brun tanné. L'aspect rugueux est le plus fréquent (48 à 92%). Le nombre de fentes sur les graines varie entre 3 et 5. La présence de 4 fentes est plus fréquente sur les graines collectées au Bénin en particulier dans la partie Nord du pays. Les graines du lot provenant du Togo présentent le plus faible nombre de fentes (3 fentes par graine). Les données liées à la mensuration montrent qu'en moyenne la longueur des graines varie de 1,16 à 1,40 cm. Les plus grandes longueurs ont été observées à Sinendé et dans la Lama (respectivement, 1,40 cm et 1,37 cm), alors que les plus petites ont été observées à Avétonou (1,16 cm). La largeur varie de 1,28 à 1,63 cm. Les plus grandes largeurs ont été obtenues sur les graines provenant de la Lama et les plus petites sur celles provenant d'Avétonou. La comparaison du poids des graines présente également une différence entre les lieux de collecte des graines. Les

graines les plus lourdes sont issues des plantations de Banikoara (0,92 g) alors que les plus légères ont été obtenues sur le site d'Avétonou (0,55 g).

Catégorisation des graines

La catégorisation des graines en fonction des caractéristiques morphologiques montre la présence de 3 groupes de graines (Figure 2). Les caractéristiques de chaque groupe sont mentionnées dans le Tableau 2. Le premier groupe constitué en majorité des graines provenant des plantations de Savè (33,95%), de Banikoara (29,71%), et de Sinendé (26,79%) se distingue des autres groupes par la couleur brun tanné et la texture lisse des graines ; les graines de ce groupe sont les plus lourdes de la collection (0,80 g). Par contre, elles sont de petite largeur (1,44 cm). Le groupe 2 est constitué essentiellement des graines provenant des plantations d'Allada (31,91%) et des plantations de la Lama (39,82%). Ce groupe est caractérisé par des graines de couleur jaune clair avec une texture lisse. Dans la collection, les graines de ce groupe présentent les plus grandes largeurs (1,51 cm) et les poids les plus faibles (0,76 g). Dans le troisième groupe, on rencontre aussi bien des graines de couleur jaune clair que des graines de couleur brun tanné. Elles se distinguent par leur texture rugueuse (100%) et présentent des valeurs intermédiaires de largeur et de poids par rapport à celles des deux autres groupes.

Evaluation du taux de germination

L'analyse des pourcentages de graines germées au 30^e, 40^e, 45^e et au 50^e jour après semis (Tableau 3) montre que ces taux sont faibles et varient d'une zone de collecte à l'autre. D'une manière globale, les graines collectées au sud présentent les valeurs les plus élevées du taux de germination quel que soit le nombre de jours après semis (JAS). Dans les meilleures situations, au 50^e JAS, ces

taux sont respectivement de 37,6% à Allada, 27,8% à Savè et 18,0% dans la Lama. Pour une provenance donnée, le traitement des graines pour lever la dormance n'a pas eu d'effet sur le taux de germination (Figure 3). Toutefois, dans le cas des graines non traitées, celles qui proviennent des plantations d'Allada présentent les taux de germination les plus élevés alors que pour les graines traitées, les taux les plus élevés ont été obtenus sur les graines provenant des plantations de Savè (45 jours après semis). Les taux les plus faibles ont été notés sur les graines issues des plantations de Parakou et de Sinendé.

Taux de reprise des plants après semis en pépinière et en pot

Le taux de survie des plantules de teck observés 15 jours après semis (Figure 4) montre d'une manière globale que les plantules mis en pot ont plus de chance de survie que celles semées sur des planches. La survie des plantules dépend donc du type de pépinière (planche ou pot).

Accroissements moyens du diamètre au collet et de la hauteur des plants en pépinière sur planches et en pot

En pépinière (sur planche et en pot), l'accroissement moyen en 10 jours sur une période de 88 jours du diamètre au collet et de la hauteur des plantules de teck issues des graines traitées et non traitées sont présentés dans le Tableau 4. Il ressort de l'analyse de ce tableau que la croissance des plants est plus rapide lorsqu'ils sont semés sur des planches que lorsqu'ils sont mis en pot. Les meilleures croissances du diamètre au collet ont été obtenues sur les plantules issues des graines traitées provenant des plantations d'Allada. De même, les meilleures croissances en hauteur ont été observées sur les plants issus des graines traitées provenant des plantations d'Allada et de la Lama.

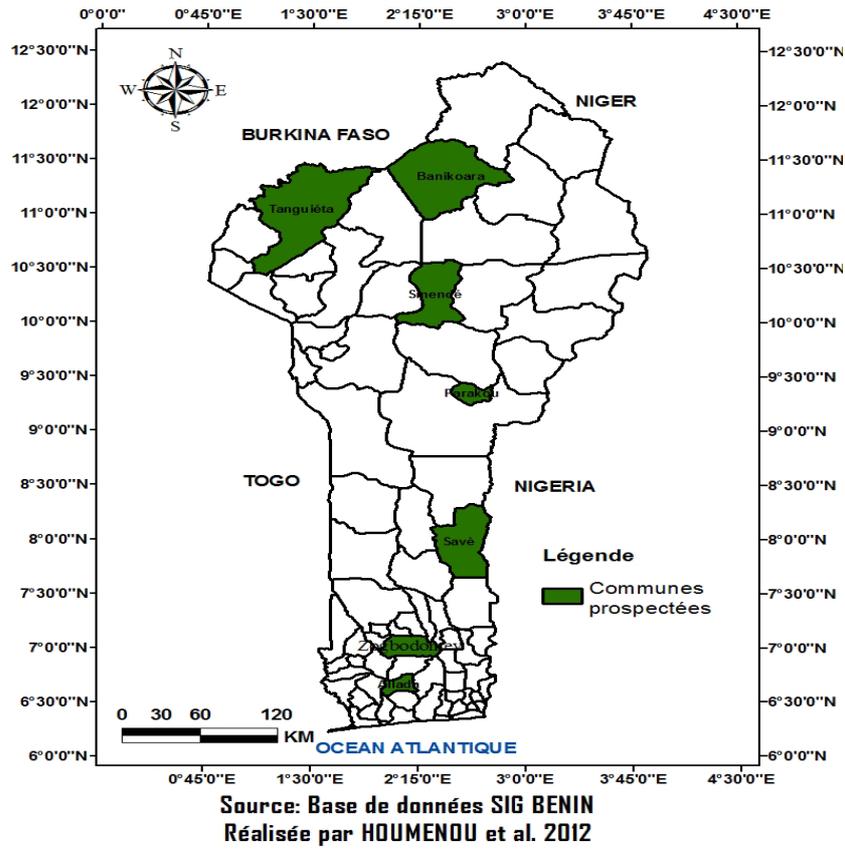


Figure 1 : Localisation de lieux de collecte des graines.

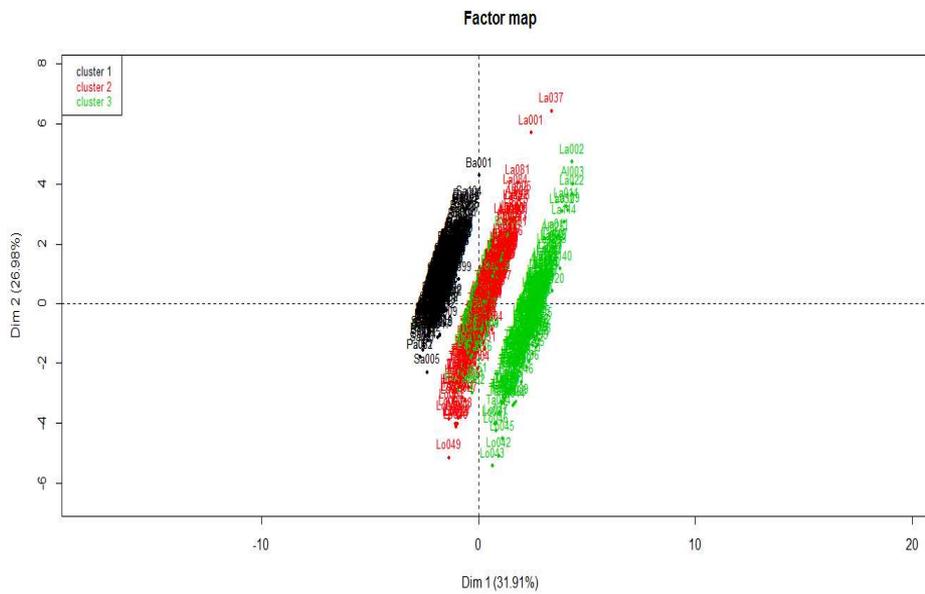


Figure 2: Répartition des graines étudiées dans le premier plan factoriel de l'AFAMD.

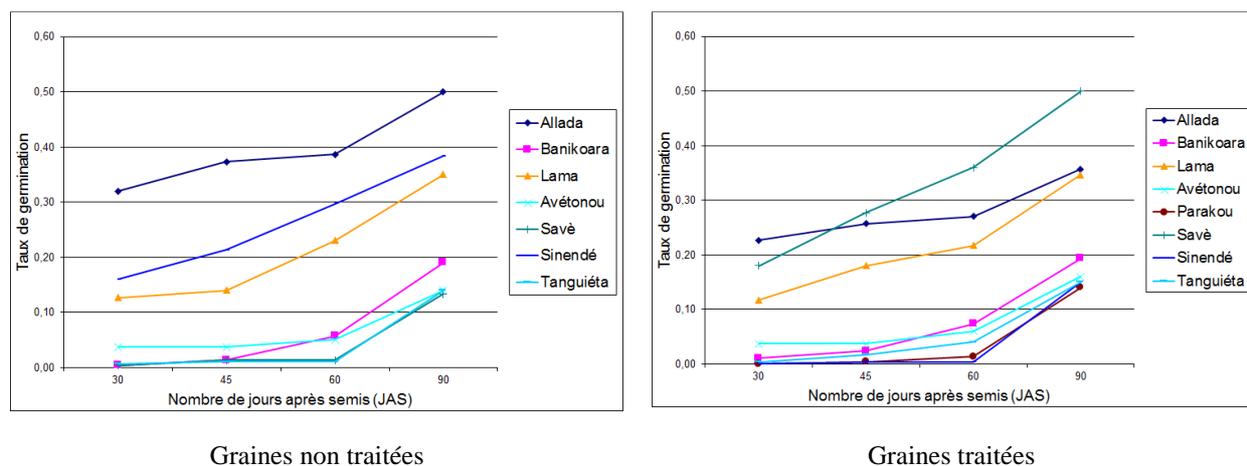


Figure 3 : Evolution du taux de germination des graines selon le traitement et les lieux de collecte.

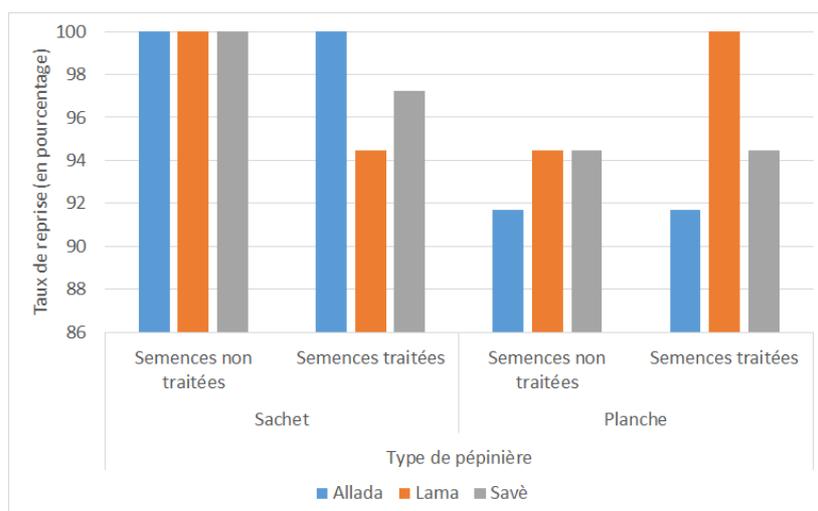


Figure 4 : Taux de reprise des plantules, 15 jours après semis.

Tableau 1: Valeurs moyennes des caractéristiques morphologiques des graines de teck selon le lieu de collecte.

Lieu de collecte	Rugosité (% de graines)		Couleur (% de graines)		Nombre de fente	Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Poids (g)
	R	L	Jaune claire	Brun tanné				
	Allada	78	22	00				
Lama	52	48	00	100	3,94 ^b (0,29)	1,37 ^{de} (0,09)	1,63 ^e (0,12)	0,87 ^e (0,17)
Savè	85	15	100	00	3,93 ^b (0,26)	1,28 ^b (0,08)	1,46 ^c (0,11)	0,78 ^d (0,13)
Parakou	48	52	100	00	3,96 ^b (0,20)	1,28 ^b (0,09)	1,40 ^b (0,09)	0,71 ^{bc} (0,11)
Banikoara	87	13	100	00	4,00 ^b (0,00)	1,35 ^{cd} (0,06)	1,50 ^d (0,09)	0,92 ^f (0,10)
Tanguiéta	57	43	00	100	3,95 ^b (0,22)	1,24 ^b (0,07)	1,38 ^b (0,11)	0,68 ^b (0,12)
Avétonou	72	28	00	100	3,76 ^a (0,43)	1,16 ^a (0,10)	1,29 ^a (0,13)	0,55 ^a (0,12)
Sinendé	92	8	100	00	3,95 ^b (0,23)	1,40 ^e (0,06)	1,36 ^b (0,08)	0,73 ^{cd} (0,08)

R= rugueux ; L=Lisse ; a, b, c, d, e et f: lettres en exposant des moyennes de la même colonne ne sont pas statistiquement différentes ; si même lettre. Les valeurs entre parenthèse sont les erreurs types associées à chaque moyenne estimée.

Tableau 2 : Caractéristiques des classes de graines issues de la catégorisation.

Classe	N	Nombre de fente	Longueur	Diamètre	Poids	Couleur jaune clair (%)	Couleur brun tanné (%)	Texture lisse	Texture Rugueuse (%)
1	388	3,96 (0,01)	1,33 (0,01)	1,44 (0,01)	0,80 (0,01)	0,00	100	100	0,00
2	329	3,96 (0,01)	1,30 (0,01)	1,51 (0,01)	0,76 (0,01)	100	0,00	100	0,00
3	293	3,90 (0,02)	1,33 (0,01)	1,49 (0,01)	0,79 (0,01)	70,31	29,69	0,00	100

Tableau 3: Taux de germination en pourcentage des graines de teck à différents jours après semis (JAS).

Lieu de collecte	30JAS(%)		40JAS(%)		45JAS(%)		50JAS(%)	
	SNT	ST	SNT	ST	SNT	ST	SNT	ST
Allada	31,8 ^{aA}	22,9 ^{aA}	37,1 ^{aA}	25,3 ^{aA}	37,3 ^a	25,6 ^{aA}	37,6 ^{aA}	25,6 ^{aA}
Lama	12,7 ^{abA}	11,8 ^{abcA}	14,2 ^{abA}	16,9 ^{abA}	14,0 ^{bcA}	18,0 ^{abA}	15,80 ^{abA}	18,0 ^{abA}
Savè	16,2 ^{abA}	18,0 ^{abA}	20,2 ^{aA}	25,3 ^{aA}	21,3 ^{abA}	27,8 ^{aA}	21,8 ^{aA}	27,8 ^{aA}
Parakou	0,2 ^{cA}	0,0 ^{dA}	0,4 ^{cA}	0,4 ^{cA}	1,3 ^{cdA}	0,4 ^{cA}	1,3 ^{cA}	0,4 ^{cA}
Tanguiéta	0,1 ^{cA}	0,4 ^{dA}	1,8 ^{cA}	0,4 ^{cA}	1,8 ^{dA}	1,8 ^{cA}	2,7 ^{bcA}	2,2 ^{cA}
Sinendé	0,4 ^{cA}	0,0 ^{dA}	0,4 ^{cA}	0,0 ^{cA}	0,9 ^{dA}	0,2 ^{cA}	0,9 ^{cA}	0,2 ^{cA}
Banikoara	0,2 ^{cA}	1,1 ^{cdA}	0,9 ^{cA}	1,3 ^{cA}	1,3 ^{cdA}	2,4 ^{bcA}	1,8 ^{cA}	2,4 ^{bcA}
Avétonou	3,8 ^{bcA}	4,1 ^{bcdA}	4,0 ^{bcA}	4,3 ^{bcA}	4,0 ^{cdA}	4,6 ^{bcA}	4,0 ^{bcA}	4,6 ^{bcA}

Les valeurs moyennes affectées avec des lettres minuscules différentes dans une même colonne sont significativement différentes au seuil de 5%. Les lettres majuscules désignent pour un lieu donné et pour un JAS donné la comparaison entre graines traitées et non traitées.

Tableau 4: Valeurs moyennes des accroissements moyens en 10 jours du diamètre et de la hauteur selon le type de pépinière, le lieu de collecte et le traitement.

Type de pépinière	Lieux de collecte	Graines traitées	Diamètre au collet (cm)	Hauteur (cm)
Planche	Allada	Oui	0,11 ^A (0,01)	2,77 ^A (0,25)
		Non	0,10 ^{AB} (0,01)	2,11 ^{BC} (0,29)
	Lama	Oui	0,10 ^{AB} (0,01)	2,78 ^A (0,15)
		Non	0,09 ^B (0,01)	1,58 ^C (0,26)
	Savè	Oui	0,10 ^{AB} (0,01)	2,27 ^{AB} (0,30)
		Non	0,11 ^{AB} (0,01)	2,54 ^{AB} (0,22)
Pot	Allada	Oui	0,04 ^C (0,00)	0,44 ^D (0,02)
		Non	0,04 ^C (0,00)	0,41 ^D (0,03)
	Lama	Oui	0,04 ^C (0,00)	0,40 ^D (0,03)
		Non	0,04 ^C (0,00)	0,41 ^D (0,04)
	Savè	Oui	0,04 ^C (0,00)	0,42 ^D (0,04)
		Non	0,04 ^C (0,00)	0,43 ^D (0,02)

Pour une caractéristique donnée, les valeurs moyennes affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

DISCUSSION

Caractérisation des graines

La catégorisation a permis d'identifier trois groupes de graines de teck au Bénin. La rugosité, la couleur, la largeur et le poids des graines sont les variables les plus discriminantes. L'aspect au toucher des graines de teck rencontrées au Bénin est soit lisse, soit rugueux. La longueur varie de 1,16 à 1,40 cm. Les graines provenant des

plantations du Nord Bénin sont plus lourdes plus que celles provenant des plantations du Sud. Les graines provenant des plantations du Bénin ont un poids supérieur à celles provenant des plantations d'Avétonou (Togo). Au Nord Bénin, on rencontre plus les graines de couleur jaune clair alors que les graines de couleur brun tanné sont plus présentes dans les plantations du Sud Bénin. Cette différence de couleur peut s'expliquer entre autres par les

conditions climatiques, édaphiques, le stade de maturité et dans une certaine mesure par l'âge des semenciers étant donné que ces derniers sont de la même variété. En effet, Sultan (2000) et Dudash et al. (2005) ont révélé que les conditions édaphiques peuvent affecter la variation phénotypique des espèces d'arbres. Des études similaires effectuées sur *Tamarindus indica* (Fandohan et al., 2011) et sur *Pentadesma butyracea* (Ewédjè et al., 2012) ont montré l'existence de différents groupes morphologiques de graines de ces espèces au Bénin. Pour ces auteurs, le poids et la taille des graines sont positivement corrélés avec l'indice du climat et négativement avec l'insolation et la température maximale. Sanou et al. (2006) ont aussi noté pour le karité (*Vitellaria paradoxa*), une corrélation positive entre la taille des fruits et les précipitations. La zone agroécologique a alors un impact sur les caractéristiques morphologiques des graines dans la mesure où les graines sont supposées provenir d'une même variété.

Taux de germination

Bien que la régénération naturelle par graine constitue le mode principal de la pérennisation d'une espèce (Kuadio et al. 2013), certaines espèces ont cependant un faible taux de germination qui rend faible cette régénération naturelle par graine. Parmi ces espèces, nous avons entre autres, le teck. Le faible taux de germination des graines de teck a été confirmé au cours de cette étude. En effet, au bout de 50 jours après la mise en germe, les taux moyens de germination obtenus varient de 0,9 à 37,60% pour les graines non traitées et de 0,20 à 27,80% pour les graines traitées. Les graines issues des plantations d'Allada, de Savè et de la Lama présentent les meilleurs taux de germination, soit respectivement 37,60% ; 27,8% et 18%. La détermination de la corrélation entre les caractéristiques morphologiques et les pourcentages de germination n'a pas révélé l'existence de corrélation. Par contre, les résultats montrent que les meilleurs taux de germination ont été obtenus au Sud et au Centre du pays alors que les graines provenant des plantations de la partie Nord du pays

présentent les plus faibles taux (avec un pourcentage inférieur à 3). Les graines provenant du site d'Avétonou (Togo) présentent des taux de germination intermédiaires à ces deux groupes (environ 4%). Hessou et al. (2009) ont également constaté une différence de germination des graines de *Caesalpinia bonduc* provenant du Bénin et du Togo. Ces différences de taux de germination entre les lieux de collecte des graines peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment : les conditions climatiques, environnementales, édaphiques et génétiques. En effet, la pluviométrie moyenne annuelle est plus élevée au Sud-Bénin qu'au Nord-Bénin. De plus, les plantations du Sud sont dominées par des sols de type ferrallitiques exceptées les plantations de la Lama qui ont été installées sur du vertisol, alors que les sols de type ferrugineux sont plus présents dans les plantations de la partie Nord du Bénin. Par ailleurs, le plus grand nombre de plantations (domaniales et privées) est situé au Sud qui constitue une zone relativement plus propice à la culture du teck comparativement à la partie Nord du pays. Les résultats obtenus dans les meilleures situations sont toutefois conformes aux taux de germination théoriques des graines de teck dans la littérature. Selon Robertson (2002), le taux de germination dans la première année est en général d'environ 35%. Les graines non germées (mais encore viable) maintiennent toujours leur viabilité et germeront dans les années suivantes lorsque les conditions sont favorables (Robertson, 2002). La dormance des graines est la cause putative pour la germination tardive et sporadique des graines de teck (Slator et al., 2013). En effet, une graine ne peut germer que si l'embryon a la possibilité de s'imbiber ; or la présence de couches cellulaires imperméables empêche le déroulement de cette phase d'imbibition (Niang-Diop, 2010). La véritable cause de la dormance des graines de teck est mal connue (Robertson, 2002). Toutefois, Slator et al., (2013) ont montré que la dormance chez le teck est principalement d'ordre mécanique. La mauvaise germination des graines de teck est donc une contrainte majeure pour la

propagation de l'espèce et elle entrave notamment le déploiement de matériel génétiquement amélioré dans les plantations (Slator et al., 2013). La solution préconisée pour lever la dormance est un prétraitement des graines. La méthode de prétraitement des graines utilisée dans la présente étude n'a pas eu d'effet sur la germination. Ce résultat peut s'expliquer par la durée trop longue de trempage des graines. Des résultats similaires de taux de germination ont été obtenus au Pakistan par Tahira et al. (2007). En effet, en évaluant l'effet de l'acide (H_2SO_4 , KNO_3) après scarification sur des graines de teck (dédoublées à l'extrémité de micropyle), les auteurs ont obtenu des taux moyens variant de 4 à 16%. Cependant, d'autres auteurs ont pu observer une augmentation significative du taux de germination en appliquant d'autres techniques de prétraitement. Ainsi, en évaluant 11 méthodes de prétraitement sur les graines de teck, Vasquez et al. (2014) ont montré qu'après 21 jours de semis, 4 méthodes donnent de très bons résultats, à savoir : graines exposées à la lumière solaire pendant trois jours (78% de taux de germination), graines trempées dans l'eau pendant 72 h (66% de taux de germination), graines trempées dans de l'eau pendant 12 h et séchées pendant 12 heures à une plage de température comprise entre 22 et 45 °C (79% de taux de germination), graines trempées dans de l'eau à débit rapide pendant 24 h et exposées à la lumière solaire pendant 24 h (80% de taux germination). De même, Keiding et Koasa-ard (2002) ont mentionné que la meilleure méthode d'améliorer le taux de germination est l'utilisation de la chaleur. Les graines sont ainsi chauffées pendant 1 à 5 semaines à 50 °C ou pendant 48 h à 80 °C. Cependant, les mêmes auteurs trouvent que cette méthode serait difficile à appliquer pour les gros lots de graines, car elle nécessitera l'usage d'un grand four. Au Ghana, Ka (2008) a montré qu'en enlevant le péricarpe de la graine sans la tremper dans l'eau, on note une augmentation du taux de germination dans l'ordre de 77%. Ces différentes méthodes de prétraitement méritent d'être évaluées sur les

graines de teck rencontrées au Bénin afin d'identifier la méthode appropriée.

Croissance juvénile des plants

La croissance initiale rapide des plants en pépinière permet un établissement des jeunes plants et améliore également l'efficacité des opérations en pépinière (Kamataka, 2004). Ainsi, la croissance juvénile est une étape importante de la croissance de l'arbre. L'évaluation de la reprise des plantules en pépinière a montré que celles qui ont été semées sur des planches ont moins de chance de survie que celles qui sont mises en pot. La production de plants en sachets de polyéthylène est d'ailleurs devenue la technique la plus utilisée pour subvenir aux besoins des programmes de reboisement en matière de production de plants forestiers, agroforestiers et de lutte contre la désertification (Jaenicke, 1999 ; Lamhamedi et al., 2000). Toutefois, outre l'interaction des différents stress biotiques et abiotiques, la variabilité de la qualité des plants produits dans les sachets en polyéthylène, remplis par un substrat compact et très dense, figure parmi les principales causes qui affectent de façon négative le taux de survie et la croissance à long terme des plants forestiers (Jaenicke, 1999 ; Lamhamedi et al., 2000, 2006). De plus, le volume des pots est considéré comme un facteur limitant pour la croissance du pivot (Watanabe et Terao, 1998) des plants et a les mêmes effets qu'une ablation sur la croissance des racines latérales (Diop et al., 2012).

Ainsi, l'évaluation de la croissance du diamètre et de la hauteur des plants en pépinière a montré la supériorité des plants semés sur des planches par rapport aux plants mis en pot. Les meilleures croissances ont été obtenues sur les plants issus des graines traitées provenant des plantations d'Allada. Au bout des 80 jours après semis, la croissance du diamètre et celle de la hauteur des plants sont estimées respectivement à 0,91 cm et 22,19 cm. L'amélioration de la qualité des plants durant les différentes étapes du processus de reboisement, c'est-à-dire de la semence à la plantation, s'avère donc nécessaire en vue d'augmenter de façon

significative leur taux de survie et améliorer leur croissance après plantation (Zine El Abidine, 2003). La fertilisation permet d'accélérer la croissance initiale et le développement des plants en pépinière. En effet, un usage adéquat de la quantité d'azote est associé à une forte activité photosynthétique et une vigoureuse croissance végétative et sa carence provoque le rabougrissement, le jaunissement et une croissance réduite (Kamataka, 2004). Ainsi, en étudiant l'effet de l'engrais sur la croissance des plants de teck en pépinière, ce dernier auteur a montré qu'il n'existe pas d'effet de l'apport sur la croissance des plants 30 jours après semis. A 60 jours après semis, un apport d'engrais par pot dans les proportions d'1 g d'azote, de 2 g de phosphore et d'1 g de potassium a un effet sur la croissance (24,00 cm de hauteur et 0,65 cm de diamètre au collet). Les mêmes tendances ont été notées pour cette combinaison d'engrais à 90 jours et à 120 jours après semis (soit respectivement 39,50 cm et 53 cm pour la hauteur et 0,85 cm et 1,03 cm pour le diamètre). Les résultats obtenus dans les meilleures situations de la présente étude sont dans les mêmes proportions de grandeurs que ceux obtenus par Kamataka (2004) bien qu'il n'y ait pas eu d'apport d'engrais aux plants en pépinière. Il apparaît dès lors le rôle important du substrat utilisé en pépinière. D'autres facteurs peuvent également déterminer la croissance des plants, notamment les caractéristiques génétiques de l'espèce en liaison avec les conditions de l'environnement. Ces conditions regroupent les facteurs climatiques (température, humidité de l'air, précipitation, vent, insolation), les facteurs édaphiques (sol), les caractéristiques topographiques et la compétition entre individus.

Conclusion

L'étude a permis d'identifier les zones propices à la collecte des graines de teck pour la production de plants en pépinière. Les résultats de la caractérisation des graines permettront aux pépiniéristes, forestiers et chercheurs de faire un choix judicieux des

graines pour les programmes de reboisement ou de recherche sur les semences de teck. Les meilleurs taux de germination, de croissance en diamètre et en hauteur des plants ont été obtenus sur les graines collectées dans la zone cotonnière du Centre-Bénin, la zone des terres de barres du Sud et la zone de dépression de la Lama. Ce travail ouvre ainsi de réelles perspectives de recherches notamment dans le domaine génétique pour une bonne gestion des semences au Bénin.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTION DES AUTEURS

AYJA est le porteur du projet, il a supervisé l'ensemble du travail, a contribué à la collecte des données sur le terrain, a analysé les données et contribué à la rédaction du manuscrit. WH a collecté les données sur le terrain, a réalisé la saisie des données et a contribué à la rédaction de l'article. VZ a contribué à la collecte des données et à la rédaction du manuscrit.

REFERENCES

- Akossou AYJ, Arzouma S, Attakpa EY, Fonton NH, Kokou K. 2013. Scaling of Teak (*Tectona grandis*) Logs by the Xylometer Technique: Accuracy of Volume Equations and Influence of the Log Length. *Diversity*, **5**(1): 99-113.
- Aoudji AKN, Adégbidi A, Ganglo JC, Agbo V, Yévidé ASI, De Cannière C, Lebailly P. 2011. Satisfaction across urban consumers of smallholder-produced teak (*Tectona grandis* L.f.) poles in South Benin. *For. Policy Econ.*, **13**: 642-651.
- Aoudji AKN, Adégbidi A, Ganglo JC, Lebailly P. 2014. Teak (*Tectona grandis* L.f.) planting in smallholders' farming system in southern Benin. *Bois For. Trop.*, **319** : 7-17.
- Atindogbé G, Fonton NH, Lejeune P. 2013. Évaluation de la ressource en teck, *Tectona grandis* L.f., des plantations

- privées du Sud-Bénin. *Bois For. Trop.*, **316**: 93-103.
- Azankpan JD, Ganglo CJ, Zohoun S. 2009. Performances de deux provenances de teck (*Tectona grandis* L.f.) au Bénin. *Ann. Sci. Agron.*, **12** : 55-65.
- Béghaghel I. 1999. Plantations de teck dans le monde. *Bois et Forêts des Tropiques*, **262**(4): 5-18.
- Bekker C, Rance W, Monteuis O. 2004. Teak in Tanzania: II. The Kilombero Valley Teak Company. *Bois For. Trop.*, **279**: 11-21.
- de Groot RS, van der Meer PJ. 2010. Quantifying and valuing goods and services provided by plantation forests. In *Ecosystem Goods and Services from Plantation Forests*, Bauhus J, van der Meer PJ, Kanninen M (eds). Earthscan: London; Washington; 16-42.
- Diop B, Samba SAN, Akpo LE. 2012. Caractéristiques morphologiques et croissance de jeunes plants de *Jatropha curcas* L. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(2): 677-691.
- Doumbia IZ, Akromah R, Asibuo JY. 2013. Comparative study of cowpea germplasm diversity from Ghana and Mali using morphological characteristics. *J. Plant Breed. Genet.*, **01**(03) 139-147.
- Dosba F, Saunier R. 1998. La caractérisation variétale fruitière en France. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, **1**: 236.
- Dudash MR, Murren, CJ, Carr DE. 2005. Using *Mimulus* as a model system to understand the role of inbreeding in conservation: genetic and ecological approaches. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, **92**: 36-51.
- Ewédjè E, Parmentier I, Natta A, Ahanchédé A, Hardy OJ. 2012. Morphological variability of the tallow tree, *Pentadesma butyracea* Sabine (Clusiaceae), in Benin. *Genet. Resour. Crop Evol.*, **59** : 625-633. DOI: 10.1007/s10722-012-9802-1
- Fandohan B, Assogbadjo AE, Glèlè Kakai R, Kyndt T, Sinsin B. 2011. Quantitative morphological descriptors confirm traditionally classified morphotypes of *Tamarindus indica* L. fruits. *Genet. Resour. Crop Evol.*, **58**: 299-309.
- FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment 2010, Main report FAO, Forestry Paper 163, Rome.
- Ferraz SFB, de Paula Lima W, Rodrigues CB. 2013. Managing forest plantation landscapes for water conservation. *For. Ecol. Manage.*, **301**: 58-66.
- Hedge SV, Mishra KS. 2009. Landraces of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. As potential sources of genes for unique characters in breeding. *Genetic Resour. Crop Evol.*, **56**: 615-627.
- Hessou C, Glèlè Kakai R, Assogbadjo AE, Odjo T, Sinsin B. 2009. Test de germination des graines de *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**(2): 310-317.
- Jaenicke H. 1999. *Good tree nursery practices. Practical guidelines for research nurseries*. International Centre for Research in Agroforestry: Nairobi.
- Ka N. 2008. Dependence of rate of germination of teak (*Tectona grandis*) seeds on sources, periods of soaking in water and pericarp treatments. *Journal of Applied Science and Technology*, **13**(1 & 2): 108-113.
- Kamataka. 2004. Effect of Nitrogen on the Growth Performance of Teak Seedlings Nursery. *J. Agri. Sci.*, **17**(2): 358-360.
- Keiding H, Koasa-ard A. 2002. *Tectona grandis* Seed leaflet (61). http://curis.ku.dk/ws/files/20649273/tectona_grandis_61_int.pdf. Consulté le 24/11/2015.
- Kokutse AD, Adjonou K, Kokou K, Gbeassor M. 2009. Problématique de la performance du teck de provenance tanzanienne par rapport au teck local en plantation au Togo. *Bois For. Trop.*, **302**: 43-52.
- Kouadio K, N'da Dibi H, Bomisso L, Ettien RBK. 2013. Effet de l'intensité d'ensoleillement sur la croissance initiale en pépinière de *Guibourtia ehie* (A. Chev.) Leonard (Caesalpinaceae), espèce couramment exploitée et

- menacée d'extinction, dans l'Unité de Gestion Forestière de Bossematié (Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(6): 2292-2300.
- Lamhamedi MS, Ammari Y, Fecteau B, Fortin JA, Margolis HA. 2000. Problématique des pépinières forestières en Afrique du Nord et stratégies d'orientation. *Cahiers Agricultures*, 9: 369-380.
- Lamhamedi MS, Fecteau B, Godin L, Gingras C. 2006. *Guide pratique de production en hors sol de plants forestiers, pastoraux et ornementaux en Tunisie*. Tunis : Direction générale des Forêts.
- MacDicken KG, Sola P, Hall JE, Sabogal C, Tadoum M, de Wasseige C. 2015. Global progress toward sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 352: 47-56.
- Niang-Diop F, Sambou B, Lykke AM, 2010. Contraintes de régénération naturelle de *Prosopis africana* : facteurs affectant la germination des graines. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 4(5): 1693-1705.
- Robertson B. 2002. Growing teak in the top end of the NT (*Tectona grandis*). Agnote, 812, n° G26. <http://www.nt.gov.au/d/Content/File/p/General/812.pdf>. Consulter le 24/11/2015.
- Sanou H, Picard N, Lovett PN, Dembélé M, Korbo A, Diarisso D, Bouvet J-M. 2006. Phenotypic variation of agromorphological traits of the shea tree, *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn., in Mali. *Genet Resour Crop Evol*, 53: 145-161.
- Slator NJ, Callister AN, Nichols JD, 2013. Mechanical but not physical dormancy is a cause of poor germination in teack (*Tectona grandis* L.f.). *New Forest*, 44: 39-49.
- Sultan SE. 2000. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends Plant Sci.*, 5: 537-542.
- Tahira J, Suhail M, Hidaytulla A, Larik AS. 2007. Alleviating seed dormancy of *tectona grandis* l. f. By temperature, plant growth regulators and inorganic salts. *Pakistan Journal of Botanic*, 39(7): 2581-2583.
- Vázquez PV, Ortíz-Catón A, Cortez MCN, García-Hernández D, Wong-Villarreal A. 2014. Effects of different pre-sowing seed treatments on germination of *Tectona grandis* species. *African Journal of Agricultural Research*, 9(5): 547-549. DOI: 10.5897/AJAR2014.7954
- Watanabe I, Terao T. 1998. Drought tolerance of cowpea. II. Field trial in the dry season of Soudan Savanna and dry matter production of potted plants under waterstress. *JIRCAS Journal*, 6: 29 - 37.
- Zhang D. 2002. Marqueurs moléculaires. Outils de choix pour le génotypage des plantes. In Les apports de la biologie moléculaire en arboriculture fruitière. 12e colloque sur les recherches fruitières. 30-31 Mai 2002. Bordeaux, P. 3.
- Zine El Abidine A. 2003. Le dépérissement des forêts au Maroc. Analyse des causes et stratégie de lutte. *Sécheresse*, 14 : 209-218.