

Caractéristiques morphologiques et croissance de jeunes plants de *Jatropha curcas* L.

Babacar DIOP^{1*}, Samba Arona N'Diaye SAMBA² et Léonard Elie AKPO¹

¹Laboratoire d'Ecologie Végétale et d'Eco-hydrologie, Faculté des Sciences et Techniques
Université Cheikh Anta Diop, BP : 5005 Dakar, Sénégal.

²Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, Université de Thiès, B.P.967 Thiès, Sénégal.

*Auteur correspondant ; E-mail : mbay2d@yahoo.fr

RESUME

Une étude sur le développement de jeunes plants de *Jatropha curcas* (L) provenant de boutures et de semis a été menée dans le Jardin botanique du Département de Biologie végétale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar en comparant différents paramètres liés à leur croissance et à leur morphologie racinaire. Une culture de boutures et de semis en pots remplis de sol sablo-argileux et disposés en bloc complètement randomisé puis un essai de semis direct sur une parcelle de 100 m² du même substrat ont été réalisés. Les résultats ont montré que les segments de rameau proches de la tige débourent mieux (80%) que les segments apicaux (50%). Par ailleurs, aucune différence significative n'a été notée sur la germination entre les graines décortiquées (87%) et les graines non décortiquées (73,3%). Le rapport « longueur racine / longueur tige » est plus élevé chez les boutures que chez les plants issus de semis. Les boutures ont émis des racines adventives dont l'une évolue en pivot avec beaucoup de ramifications tandis que les autres racines disparaissent. Les semis en pot ont présenté un enracinement dense avec plus de ramifications latérales en forme d'échasse que les semis directs dont les ramifications ont, par ailleurs, été superficielles. Les mensurations effectuées sur la partie aérienne ont montré une croissance en diamètre chez les plants issus de semis direct et de semis en pot de 17,5 mm et de 13,08 mm chez les boutures.

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Semis - bouture - tige – racine.

INTRODUCTION

La mise en place de nouvelles filières agricoles est actuellement préconisée pour la diversification des cultures de rente au Sénégal. *Jatropha curcas* L. ou « tabanani » (langue locale) ou pourghère (français) est aujourd'hui l'espèce ciblée pour la production du Biocarburant (Achen et al., 2007). *J. curcas* est une plante arbustive de la famille des Euphorbiaceae originaire d'Amérique centrale (Nicolas, 2010). Elle est présente dans toutes les régions tropicales arides et

semi-arides du monde (Henning, 2002). En Afrique, elle est rencontrée dans les savanes soudanaises et guinéennes et s'étend du Sénégal au Cameroun (Assogbadjo et al., 2010). L'intérêt porté sur cette espèce vient du fait que la plante produit des graines contenant 27 à 40% d'huile (Üllenberg, 2007). Les caractéristiques de son huile sont très proches de celles du diesel (Heller, 1996). Elle est peu exigeante en matière organique et peut pousser sur des sols dégradés (Heller, 1996 ; Üllenberg, 2007 ; Grimm, 1996). Son

© 2012 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i2.12>

association avec les cultures vivrières constitue un double avantage : promouvoir le biocarburant et l'intégrer dans les systèmes agroforestiers.

Le bouturage du *Jatropha* est connu et pratiqué par les sociétés traditionnelles en milieu naturel pour délimiter les champs (Henning, 2002). Cependant, très peu d'études scientifiques ont été effectuées dans ce domaine en vue d'améliorer sa culture (Ouattara et al., 2011). La présente étude a pour objet de comparer deux modes de propagation du *Jatropha* et de caractériser à l'état juvénile, ses plants issus de bouture et de semis.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de boutures de rameaux et de fruits récoltés sur des pieds adultes de *J. curcas* en pleine fructification en bordure des parcelles agronomiques dans le Jardin botanique du Département de Biologie végétale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar situé à 14°41.007' Nord et 17°27.704' Ouest.

Origine des boutures

Les boutures proviennent des rameaux lignifiés d'ordre 1 (première ramification). Deux types de boutures ou fragments ont été distingués selon leur position sur le rameau (Sanogo et al., 2008). Il s'agit de fragment proximal (fp), relié à la tige principale et de fragment apical (fa) situé à l'extrémité du rameau. En effet, selon Diatta et al. (2007), la reprise d'une bouture est due à la levée de la dormance des bourgeons végétatifs émis au niveau des nœuds. Chez *J. curcas*, le nombre de ces nœuds décroît de la partie proximale à la partie apicale du rameau. Ainsi, en tenant compte des nœuds, des fragments de 10 cm de long portant 2 ou 3 nœuds ont été utilisés.

Origine des semences

Les fruits ont été récoltés sur des pieds adultes issus de semis comme les boutures. Chaque fruit renferme 3 graines pourvues de tégument coriace enveloppant une amande. Elles sont séchées sous le soleil et conservées pendant un mois avant d'être semées.

Méthode d'étude

Deux méthodes ont été utilisées. Il s'agit de la culture de bouture en pot et de semis. Pour les semis, deux essais ont été réalisés : un essai en semis direct et un essai de semis en pot. Les pots utilisés dans cette étude sont constitués de sachets plastiques en polyvinyle noirs (50 cm x 20 cm). Ils sont remplis de sol sablo-argileux prélevé dans le jardin botanique du département de biologie végétale à 10 cm de profondeur.

Culture des boutures

Les deux types de boutures (fp et fa) ont été cultivés en pots placés dans la parcelle. Pour chaque type, 10 fragments ont été utilisés et disposés en bloc complètement randomisé avec 3 répétitions, soit 30 boutures par type et 60 boutures pour l'ensemble.

Essai de semis en pot

Un dispositif en bloc complètement randomisé est utilisé pour le suivi de la germination des graines en pot (SP). Le dispositif comprend trois lots de 10 graines entières et trois lots de 10 graines décortiquées (amandes). Chaque lot est répété trois fois, soit au total 30 graines et 30 amandes testées.

Essai en semis direct

L'essai en semis directs (SD) des graines entières est réalisé sur une parcelle de 10 x 10 m. La profondeur des semis a été de 2 à 3 cm. La distance est de 2 m entre les plants et de 2,5m entre les lignes de plantation.

Le suivi de la reprise des boutures et de la germination des graines a eu lieu tous les jours pendant un mois, puis une fois par semaine pendant 3 mois pour le développement des plants obtenus. Les jeunes plants sont arrosés toutes les 48 heures à la capacité au champ.

Expression des résultats

Les critères agronomiques de la reprise des boutures ou la germination des graines sont caractérisés par l'apparition d'un bourgeon caulinaire. Les caractéristiques définies lors de la collecte des données sont :

- le temps de latence : temps qui s'écoule entre la mise en terre et l'apparition du premier bourgeon ;
- la durée de reprise : c'est le temps qui s'écoule entre le début et la fin de la reprise des boutures ou de la germination des graines pendant la période d'observation ;
- le taux de reprise des boutures : c'est le rapport entre le nombre de boutures ayant repris sur le nombre total de boutures ;
 - le taux de germination des graines : c'est le rapport entre le nombre de graines germées sur le nombre total de graines ;
 - Les mesures de la croissance des jeunes plants issus des boutures et des semis ont porté sur la longueur de la tige (LT), le diamètre de la tige (DT), la longueur de la racine principale ou pivot (LR) et le diamètre racinaire (DR). Pour les boutures, la longueur et le diamètre moyen des racines adventives sont mesurés ;
 - Le rapport L_{pivot} / L_{tige} qui permet de comparer la croissance de ces deux parties pour les deux catégories de plants (ceux issus de semis et de boutures) et de savoir celui qui présente une meilleure croissance. En effet, le système racinaire apparaît comme la partie complémentaire de celle aérienne dans toutes les fonctions de la plante (Raimbault, 2003) ;
 - Pour le suivi et la description du système racinaire, trois pots sont sacrifiés chaque semaine afin de mettre en évidence les racines. Par contre, sur les essais en semis direct, c'est une excavation manuelle qui est effectuée.

Pour le traitement des données, nous avons soit considéré les périodes, soit calculé les moyennes associées aux coefficients de variations, soit enfin comparé les moyennes par une analyse de variance avec le logiciel Minitab.14. Les données DT et LT ont subi une transformation logarithmique afin de normaliser leur distribution et de stabiliser leur variance.

RESULTATS

Caractéristiques du bouturage et semis

Le Tableau 1 présente le temps de latence, la durée de reprise des boutures et de

germination des graines et la date d'apparition des racines.

Le temps de latence

Le temps de latence n'a pas varié en fonction des deux types de boutures. Il est de 8 jours. Les premiers bourgeons ont été observés à partir du 9^{ème} jour pour les fragments proximaux et apicaux à compter de la date de repiquage. Pour l'essai sur les semis, le délai est de 7 jours pour les graines et de 5 jours pour les amandes (graines décortiquées).

L'apparition des racines

Pour les semis, l'apparition des racines est intervenue à partir du 5^{ème} jour. Pour les fragments proximaux et apicaux, les racines sont apparues au 15^{ème} jour, soit 6 jours après la reprise.

La durée de reprise

La durée de reprise a varié de 20 à 26 jours, soit 23 jours en moyenne à partir du repiquage à la dernière reprise. Elle est plus longue pour les fragments proximaux (26 jours) que pour les fragments apicaux (20 jours). Cette durée est encore plus courte pour les graines (8 à 12 jours).

Le taux de reprise

Le Tableau 2 présente l'aptitude au bouturage du *J. curcas* en fonction du type de bouture ou des fragments.

L'aptitude au bouturage du *J. curcas* est de l'ordre de 55% ; elle a varié de 60 à 80% pour les fragments proximaux et de 30 à 50% pour les fragments apicaux. Le coefficient de variation est plus élevé (25%) pour les fragments apicaux.

Le taux de germination des amandes a varié de 80 à 95% dans les trois lots avec une moyenne de 87%. Il est de 73,3% quand elles ne sont pas décortiquées. L'analyse de variance montre une différence non significative ($P = 1,000$) du taux de germination entre les deux types de semis (amande et graine). La différence du taux de reprise est significative ($P = 0,021$) entre les deux types de boutures (bouture proximale et bouture apicale).

Caractéristiques juvéniles des plants

La croissance des jeunes plants issus de semis

Les résultats de l'analyse de variance permettent de comparer l'effet du type de semis sur la longueur et le diamètre de la racine principale et de la tige au cours du temps.

Effet du type de semis et du temps sur la longueur et le diamètre au collet de la racine principale (pivot).

Les résultats obtenus ont révélé une variation dans la croissance en longueur et en diamètre racinaire pour les essais en pots et pour les essais en semis directs.

Les courbes de variation de la longueur moyenne de la racine principale des différents plants montrent comme pour les diamètres, une croissance continue durant les 9 semaines (Figure 1). La longueur racinaire est plus élevée en semis directs que pour les essais en pots. La différence de longueur est cependant plus grande à la 9^{ème} semaine. Elle est de 38 cm pour les essais en semis directs et de 30 cm pour les essais en pots.

L'analyse de variance montre une interaction hautement significative ($P = 0,004$) entre le type de semis et le temps sur le diamètre racinaire (DR). Le diamètre des racines varie donc en fonction du type de semis et dans le temps.

La longueur des racines (LR) varie significativement suivant le type de semis ($P = 0,04$) et son augmentation est très hautement significative dans le temps ($P = 0,000$).

Effet du type de semis et du temps sur la hauteur et le diamètre de la tige

Après 3 mois de suivi, on a observé une variation du diamètre et de la hauteur de la tige des plants en fonction du type de semis (Figure 2). Le diamètre de la tige, est plus gros en pot durant les 4 premières semaines (11 mm) qu'en semis direct (7,5 mm). Il est le même par contre de la 5^{ème} à la 9^{ème} semaine (17,5 mm).

Concernant la longueur de la tige, on constate qu'elle est de 10 cm en pot et de 8,5 cm en semis direct à la 2^{ème} semaine. A la 5^{ème} semaine, elle est devenue plus longue en

semis direct (14 cm) qu'en pot (12,5 cm) comme l'indique l'évolution des hauteurs moyennes maximales (Figure 2). La différence de diamètre de la tige est hautement significative suivant le type de semis ($P = 0,010$). Elle est très hautement significative dans le temps ($P = 0,000$). Par contre, les types de semis n'ont pas eu d'effet significatif sur la longueur de la tige.

La croissance des jeunes plants issus de bouture

La croissance qui traduit la variation de la hauteur et du diamètre de la tige en fonction du temps est représentée par la Figure 3. On constate que quelque soit le paramètre considéré (diamètre ou hauteur), les valeurs moyennes ont été les mêmes entre les différents type de boutures jusqu'à la 7^{ème} semaine. C'est seulement à partir de la 8^{ème} semaine qu'on a noté une différence de diamètre de la tige entre les deux types de boutures. Le diamètre moyen a été de 13,08 mm pour les boutures proximales et de 9,84 mm pour les boutures distales tandis que la hauteur moyenne a varié de 19,6 cm à 14 cm respectivement.

L'enracinement des boutures a commencé deux semaines après le repiquage. La Figure 4 illustre les résultats obtenus. Le diamètre des racines n'a pas varié entre les différents types de boutures (Figure 4A). Il est de 4,6 mm pour les boutures proximales (type 1) et de 3,66 mm pour les boutures apicales (type 2). Par contre, la longueur moyenne racinaire a varié suivant le type de bouture. Elle a atteint une moyenne de 41,8 cm pour les boutures de type 1 et 31,2 cm pour les boutures de type 2.

Evolution du rapport longueur moyenne du pivot (L_{pivot}) sur longueur moyenne tige (L_{tige})

Les résultats obtenus ont montré que les plants issus de semis en pot sont caractérisés par une émergence de la tige dès la germination (Figure 5). Les racines et les tiges ont atteint une longueur moyenne de 5 cm dans la première semaine.

Malgré leur apparition tardive par rapport à la partie aérienne, les racines se développent plus rapidement pour les boutures

et le rapport L_{pivot} / L_{tige} augmente fortement. Neuf semaines après le semis, la longueur moyenne du pivot a été de 40 cm contre seulement 20 cm pour la tige. Ainsi, le rapport L_{pivot} / L_{tige} a toujours été supérieur à 1 qu'il s'agisse de bouture, de semis direct ou de semis en pot. Par ailleurs, l'analyse de variance révèle une différence très hautement significative ($P = 0.000$) entre ces rapports. Il est de 2,1 pour les boutures, de 1,5 pour les semis directs et de 1,3 pour les semis en pots.

Description du système racinaire

Les jeunes plants issus de semis présentent dès leur émergence un système racinaire comportant cinq racines partant du collet dont une racine pivotante primaire et quatre latérales traçantes ou charpentières secondaires perpendiculaires au pivot, toutes ces racines sont issues de la ramification de la radicule (Photo 2). Dans les pots, l'enracinement est dense et caractérisé par la présence de nombreuses racines secondaires autour du collet, orientées obliquement en forme d'échasses (Photo 1). La plupart de ces

racines sont plus développées que le pivot. Sur ces racines, on a observé beaucoup de racines tertiaires.

En semis direct, le pivot est plus développé, long et épais. Il se divise en deux branches entre 50 et 60 cm de profondeur (Photo 3). L'une des branches est orientée horizontalement tandis que l'autre reste pivotante.

Le nombre et l'épaisseur des ramifications secondaires et tertiaires ont varié suivant la profondeur. La plupart de ces racines présentent de nombreuses ramifications fines et superficielles situées à l'horizon 0-10 cm et peuvent être mises à nu par un simple raclage manuel (Photo 4). Ces ramifications s'épaississent en profondeur et diminuent en nombre (Photo 3).

Pour ce qui est des boutures, 5 à 7 racines adventives émergent de l'extrémité du pôle basal (Photo 6). L'une de ces racines évolue progressivement en pseudo-pivot portant des ramifications secondaires très vigoureuses alors que les autres racines disparaissent (Photo 5).

Tableau 1: Variation du temps de latence, de la durée de reprise et de la date d'apparition des racines des boutures et des semis.

	Reprise des boutures		Germination des graines	
	Fp	Fa	Amande	Graine
Temps de latence (jours)	8	8	5	7
Apparition des racines (jours)	15	15	5	7
Durée de reprise / germination (jours)	18 (+9)	12 (+8)	3 (+5)	5 (+7)

Fp : fragment proximal, Fa : fragment apical

Tableau 2: Variation du taux de reprise (%) en fonction des lots, du type de bouture et des semis.

		Lot 1	Lot 2	Lot 3	Moyenne	Cv (%)
Bouture	Fp	70	60	80	70	14,3
	Fa	50	30	40	40	25
Semis	Amande	95	86	80	87	8,7
	graine	70	80	70	73,3	7,8

Fp : fragment proximal, Fa : fragment apical

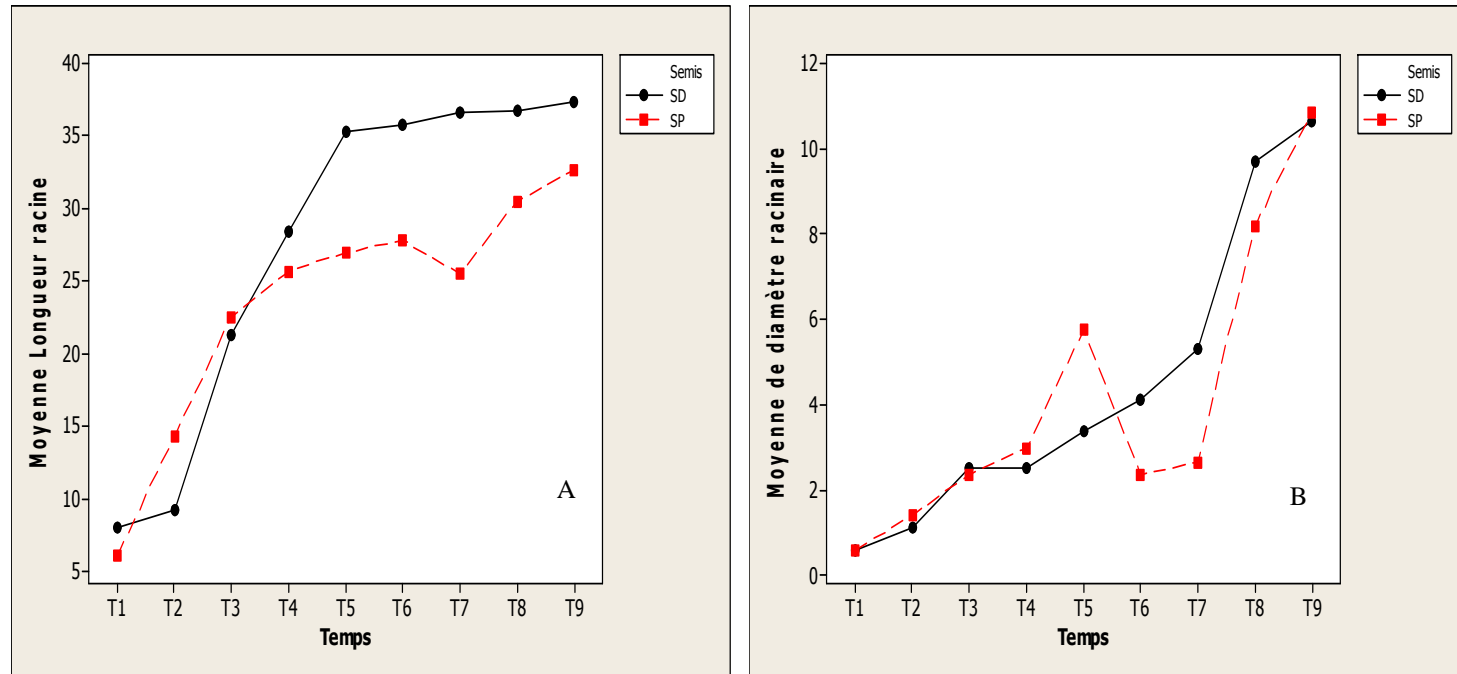


Figure 1 : Effet du type de semis et du temps sur la longueur en cm (A) et sur le diamètre en mm (B) de la racine principale de jeunes plants de *J. curcas* en semis direct (SD) et en pot (SP).

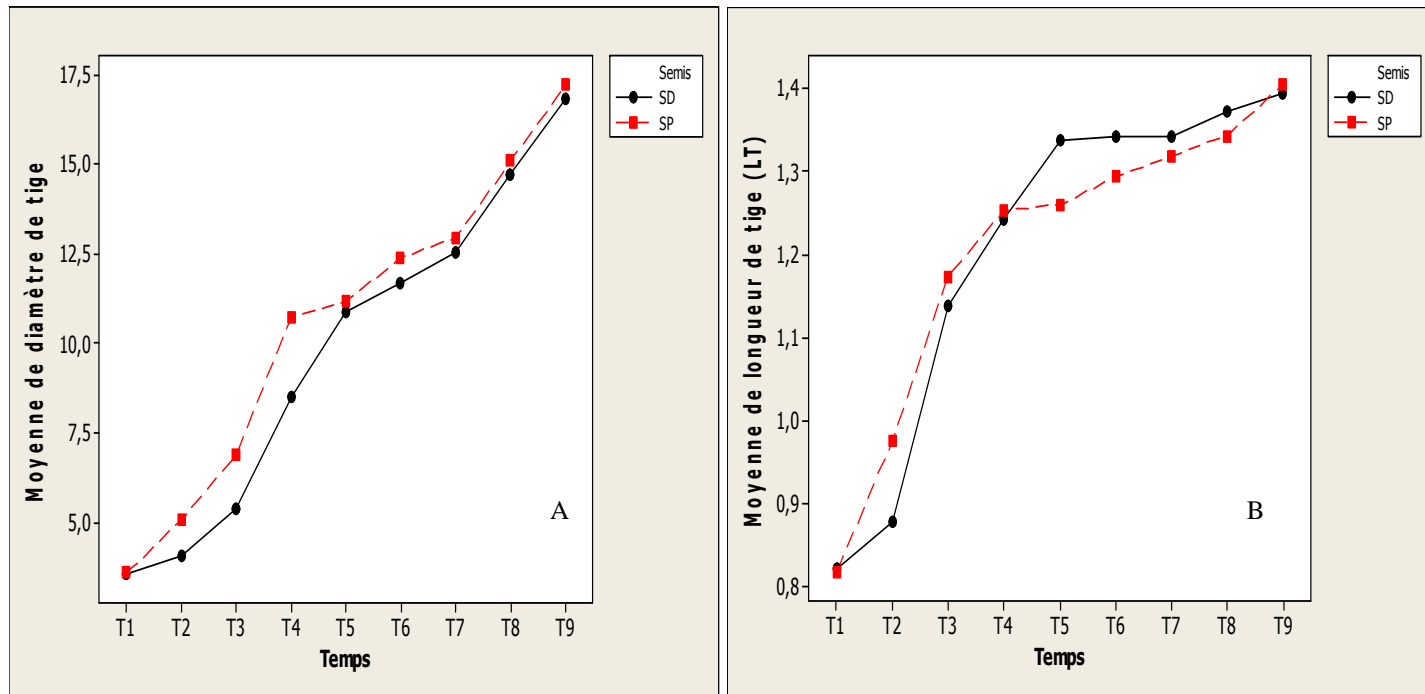


Figure 2 : Effet du type de semis et du temps sur le diamètre en mm (A) et sur la longueur en cm (B) de la tige de jeunes plants de *J. curcas* issus de semis direct (SD) et de semis en pot (SP).

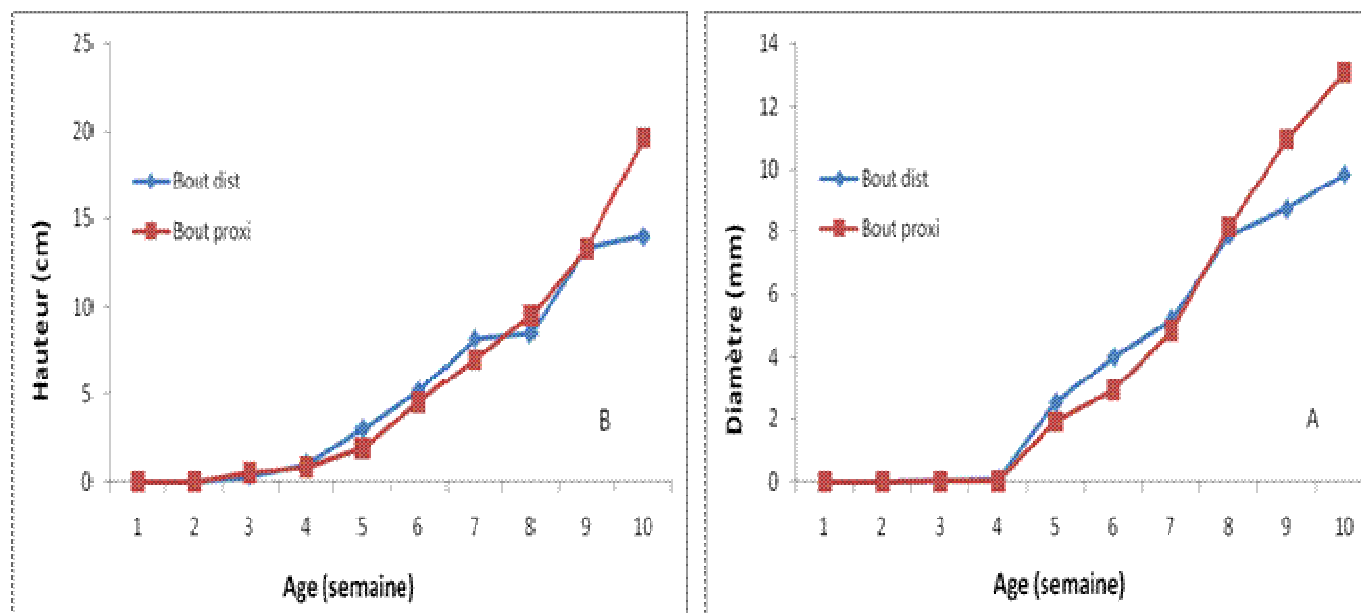


Figure 3 : Evolution du diamètre moyen (A) et de la hauteur moyenne (B) de la tige des boutures de *J. curcas* en pot.

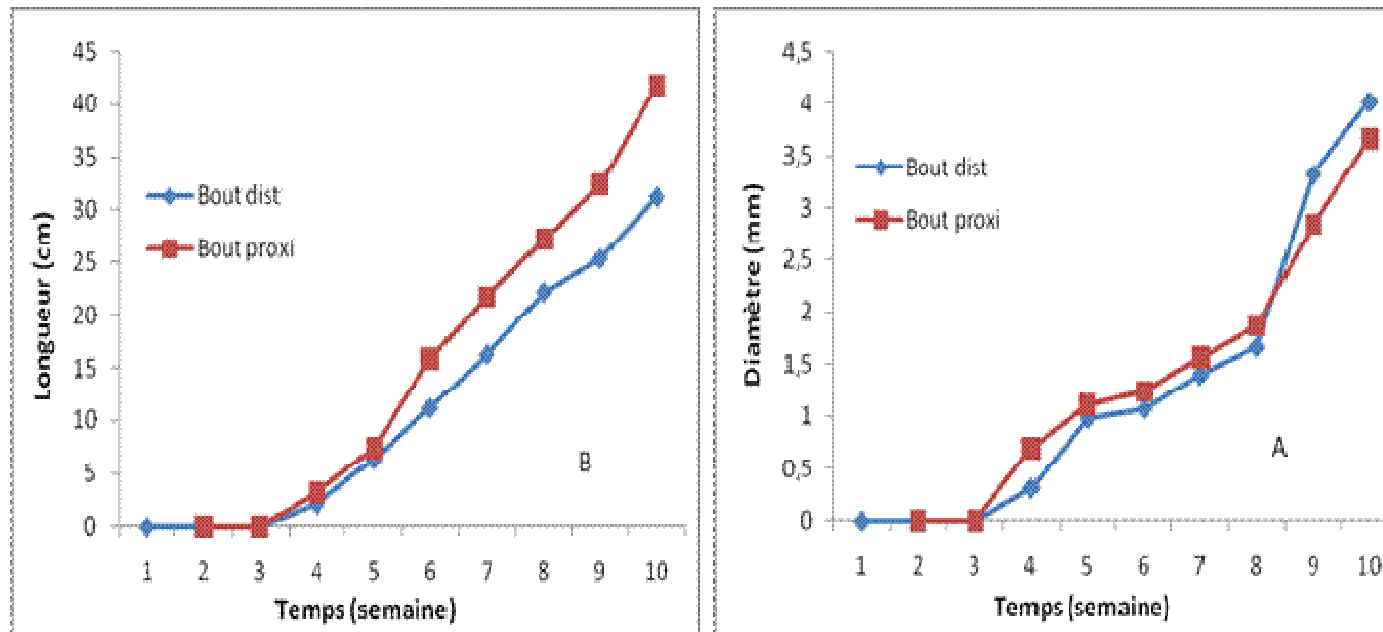


Figure 4 : Evolution du diamètre moyen (A) et de la longueur moyenne (B) de la racinaire des boutures *J. curcas* en pot.

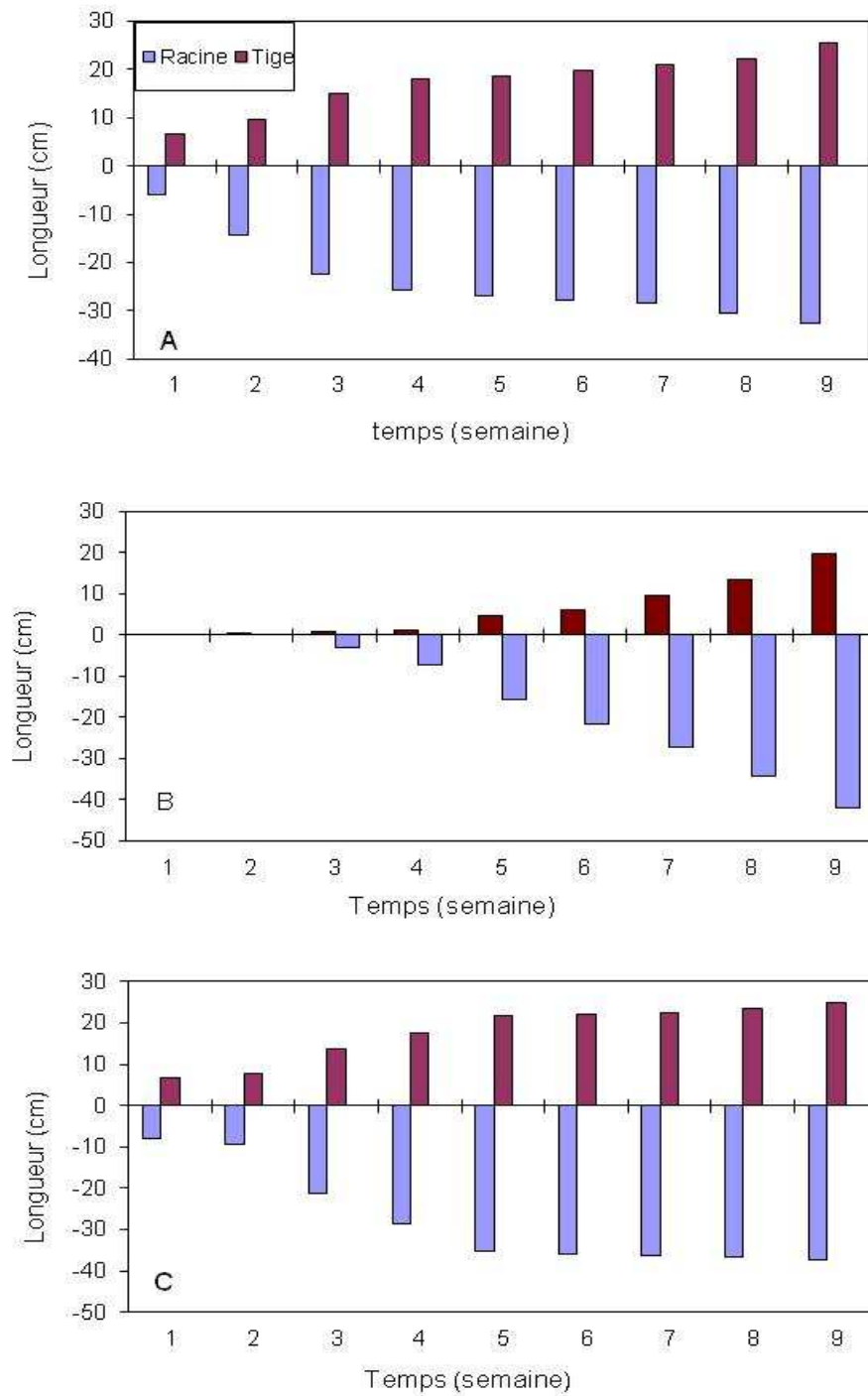


Figure 5 : Variation du rapport de longueur moyenne du pivot et de la tige au cours du temps de jeunes plants de *J. curcas* issus de semis en pot (A), de bouture (B) et de semis direct (C).

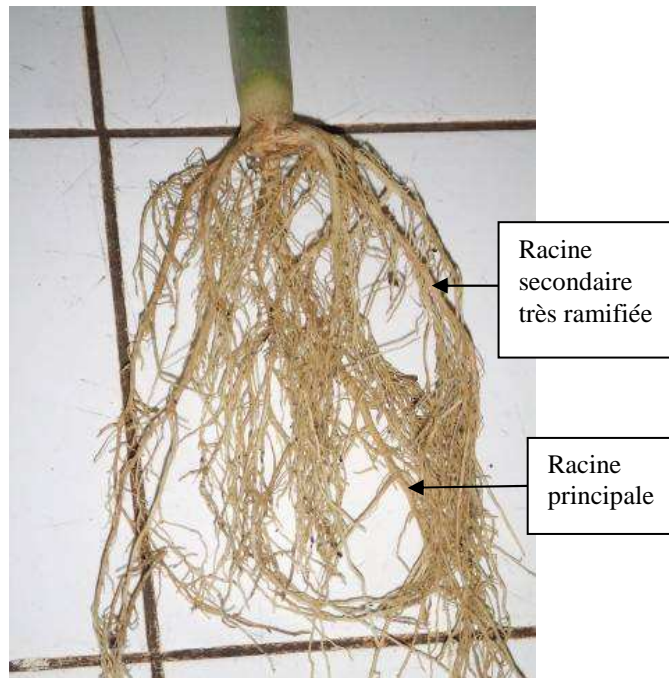


Photo 1 : Morphologie racinaire de jeune plant âgé de 3 mois issu de semis en pot.

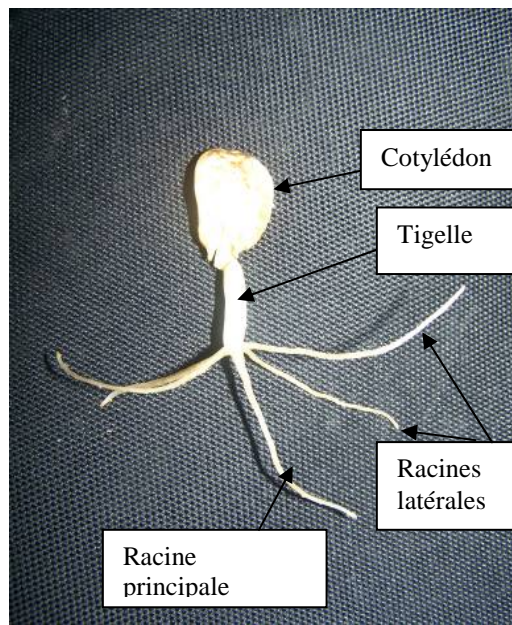


Photo 2 : Graine de *Jatropha* germée une semaine après semis.



Photo 3 : Aspect des racines en profondeur d'un plant issu de semis direct.



Photo4 : Aspect des racines superficielles d'un plant issu de semis direct.

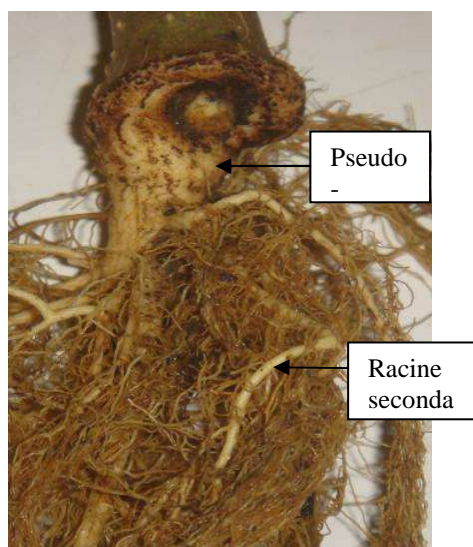


Photo 5 : Evolution d'une racine de plant issu de bouture en pseudo pivot très développé.

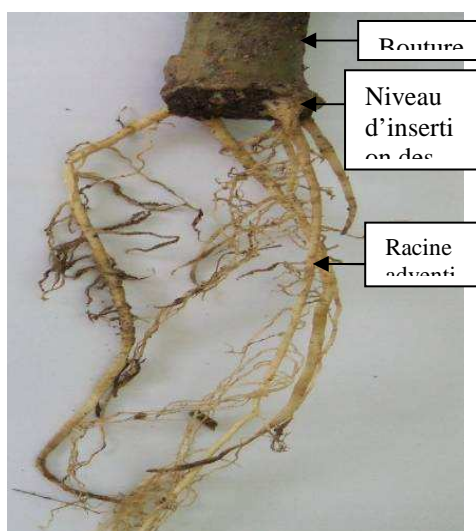


Photo 6 : Morphologie des racines d'un jeune plant provenant de bouture.

DISCUSSION

Des plants de *Jatropha curcas L.* sont obtenus par culture de fragment de rameaux en pot (bouturage) ou par essai de semis. Pour le bouturage, deux types de fragment de rameaux ont été mis en culture : les fragments proximaux et les fragments apicaux. Les résultats obtenus montrent que le temps de latence est de 8 jours. Il n'a pas varié entre les deux types de fragment. Il ne dépend pas donc de leur position sur le rameau. Par contre, la

durée et la capacité de reprise augmentent de la partie proximale ou basale du rameau vers l'extrémité. Ainsi, les fragments proximaux ont donné les meilleurs résultats avec un taux de reprise de 80% contre seulement 50% pour les fragments apicaux dont une partie s'était desséchée à partir de l'extrémité supérieure. Selon Houmey et al. (2007), la capacité de reprise des boutures est liée à la présence de lignine qui est une substance végétale localisée dans les structures intercellulaires

conférant aux rameaux une meilleure rigidité, une imperméabilité et une protection contre les attaques microbiennes (Wikipédia, 2011). En outre, les bourgeons se développent en franchissant rapidement les étapes normales du développement ontogénique (débourement, multiplication et croissance). La partie basale de la plante, qui est chronologiquement la plus ancienne, est la partie la moins mature en terme d'ontogénèse (Wiesman et Jaenicke, 2003).

Le taux de germination obtenu sans aucun traitement à partir des graines âgées de 1 mois est de 73,3% pour les graines entières et de 87% pour les graines décortiquées. Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues par Ouattara et al. (2011) sur des graines âgées de 10 mois. La capacité germinative serait ainsi liée à l'inhibition tégumentaire qui augmente avec l'âge des graines (Diatta et al., 2008). Une différence a aussi été mise en évidence dans la croissance en longueur, en diamètre et au niveau de la ramification des racines des jeunes plants selon qu'ils proviennent de boutures, de semis directs ou de semis en pot. Les plants issus de semis directs ont eu une croissance en profondeur et des ramifications latérales superficielles très importantes. Toutefois, ils ont développé moins de ramifications en profondeur que les plants élevés en pot pour lesquels le pivot s'est moins développé mais dont la ramification des racines latérales s'est accrue. Le simple ralentissement de la croissance du pivot a suffi pour provoquer une transformation des racines latérales en pseudo-pivot (Riedacker, 1976). Dans le cas de la présente étude, le volume des pots, considéré comme un facteur limitant pour la croissance du pivot (Watanabe et Terao, 1998), aurait les mêmes effets qu'une ablation sur la croissance des racines latérales.

Pour les boutures, on a pu constater que l'enracinement qui est postérieur au débourement s'est effectué au début de la 3^{ème} semaine au moment où les feuilles n'étaient pas encore suffisamment développées. Une des racines émises tendait à devenir pivotante. Cette évolution s'opère normalement au cours du développement de l'arbre (Drénou, 1999). Ce pseudo-pivot peut évoluer en véritable pivot très épais présentant plusieurs ramifications secondaires. Parfois, elle peut être la seule à subsister parmi toutes les autres racines émises, ce qui ne concorde

pas avec les observations de Legendre (2008) qui considère que cette racine n'atteint jamais les 2/3 de longueur d'une racine normale.

Le rapport L_{pivot} / L_{tige} est variable suivant les boutures et les semis. Il est plus élevé en bouture (2,1) qu'en semis direct (1,5) ou en pot (1,3). L'importance de ce rapport montre que la croissance racinaire des boutures est plus rapide que celle de la tige. Pour les semis, la racine croît plus vite en semis direct qu'en pot. Cette variation dans la croissance entre racine et tige se présente en cas de déficit hydrique où le système racinaire grandit vite à la recherche de l'humidité (Kazarjan, 1969), ou lorsque le sol est pauvre (Head, 1974). Or, nos plants ont été cultivés dans les mêmes conditions expérimentales (même substrat, même quantité d'eau et même fréquence d'arrosage). La croissance plus importante des racines par rapport aux tiges pourrait être due à une modification d'équilibres hormonaux (Nour et Riedacker, 1984). En effet, les racines sont déterminantes dans la mise en place des organes aériens des boutures. Leur apex est, comme les graines, le siège de la synthèse de cytokinines, substances de croissance moteur de la morphogénèse des tiges (Raimbault, 2003).

Conclusion

Pour le *Jatropha curcas*, les essais montrent que la propagation est possible par bouturage et par semis. Les fragments proximaux des rameaux donnent le meilleur résultat pour le bouturage. Les graines récentes germent bien sans aucun traitement. La différence observée sur le rapport de longueur moyenne racine / longueur moyenne tige entre bouture et semis permet de faire un choix sur la dimension des pots à utiliser et sur la durée de séjour des plants en pépinière. Les plants issus de semis directs présentent des ramifications denses dans les couches superficielles.

REFERENCES

- Achen WMJ, Verchot L, Franken YJ, Mathijs E, Singh VP, Aerts R, Muys B. 2007. Bio-diesel production from *Jatropha*: a life cycle oriented review, Elsevier. (en ligne). Disponible à <http://www.ird.fr/Kenya/actualites/pzanze.html>
- Assogbadjo AE, Sinsin B. 2010. Etat actuel de la diversité végétale au Bénin. In *Atlas de*

- la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest (Tome 1, Vol. 1), Sinsin B, Kanpman D (eds). 222-227.
- Diatta S, Houmey VK, Zougrana KCY, Banoin M, Akpo LE. 2007. Possibilité de multiplication végétative par bouturage chez un ligneux fourrager sahélien: *Maerua crassifolia* (Forsk), Capparidaceae. *Afrique Science*, **03**(2): 271-283.
- Diatta S, Slifou I, Sy MO, Zougrana CYK, Banoin M, Akpo LE. 2008. Evaluation des potentialités germinatives d'un ligneux fourrager sahélien: *Maerua crassifolia* (Forsk) en conditions semi-contrôlées. *Livertock Research for Rural Development*, **19**(11): 159-161.
- Drénou C. 1999. Etude des relations entre systèmes racinaires et stabilité des arbres. *Dossiers de l'Environnement* (n°21). INRA: Paris; 153-159.
- Grimm C. 1996. Le projet *Jatropha* au Nicaragua. *Bagani Tulu*, **1**: 10-14.
- Haed GC. 1974. Shedding of root. In *Shedding of Plant Parts*, Kolowski T (ed). Academic press: New York; 237-293.
- Heller J. 1996. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research Notes, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy, p.66.
- Henning RK. 2002. *Jatropha curcas* in Africa. Assessment of the impact of the dissemination of "the *Jatropha* System" Global Facilitation Unit for Underutilised Species (GFUUS), Weissensberg, Germany, p.49.
- Houmey VK, Diatta S, Akpo LE. 2007. Possibilité de drageonnage d'un ligneux agroforestier sahélien, *Maerua crassifolia* Forsk., en conditions semi-contrôlées. *Livertock Research for Rural Development*, **19**(11): 159-161.
- Kazarjan VO. 1969. *Le Vieillissement des Végétaux Supérieurs*, Navka (ed). Riedacker : Moscou.
- Legendre B. 2008. Culture du *Jatropha Curcas* L. Note agronomique. Technology for Human Development. (en ligne). Disponible à <http://www.riaed.net>.
- Nicolas Carels. 2010. *Jatropha curcas* L : un examen. *Les Progrès de la Recherche Botanique*, **50**: 39-86.
- Nour ME, Riedacker A. 1984. Rythme de croissance et de régénération des racines de plants et boutures de chêne pédonculés (*Quercus pedunculata* Ehrh). *Ann. Sci. For.*, **41**(3): 355-370.
- Ouattara B, Ndir KN, Diedhiou I, Diouf D, Akpo LE. 2011. Effect of water regimes and pre-sowing treatments on seeds germination of different provenances of *Jatropha curcas* (L) in Senegal. *Int. J. of Sci. Adv. Tech.*, **1**(9): 151-156.
- Raimbault P. 2003. La physiologie et l'architecture des arbres. 9è congrès de l'APEVC, Igualada, Institut National d'Horticulture-INH, Angers (France), 22-29.
- Riedacker A. 1976. Rythme de croissance et de la régénération des racines des végétaux ligneux. *Ann. Sci. Forest.*, **33**(3): 109-138.
- Sanogo D, Badji M, Akpo LE. 2008. Possibilité de bouturage *in situ* de *Lawsonia inermis* L. *Bois et Forêts des Tropiques*, **297**(3): 35-41.
- Üllenberg A. 2007. *Jatropha* à Madagascar. Rapport sur l'état actuel du secteur GTZ Agresti A, Analysis of categorical data. New York, USA.
- Wikipédia. 2011. <http://www.Actualités-news-environnement.com>. Consulté le 14 aout 2011.
- 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 water-stress. *JIRCAS Journal*, **6**: 29 - 37.
- Wiesman Z, Jaenicke H. 2003. Concepts et principes. In *La Multiplication Végétative de Ligneux en Agroforesterie*, Jaenicke, beniest (éds). Icrاف: Nairobi, Kenya; 158.