

CARACTÉRISATION PHYSIOLOGIQUES DE DIX ACCESSIONS DE *JATROPHA CURCAS* DANS DEUX ZONES PÉDOCLIMATIQUES ASSEZ CONTRASTÉES DE LA CÔTE D'IVOIRE

Coulibaly Noupé Diakaria, Doctorant

Kone Mongomaké, Maître De Conférences

Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales

UFR des Sciences de la Nature

Université NANGUI ABROGOUA; Abidjan, Côte d'Ivoire

Soro Dogniméton, Maître Assistant

Laboratoire de Pédologie, UFR Agroforesterie

Université LOROUGNON GUEDE; Daloa, Côte d'Ivoire

Kouadio Yatty Justin, Professeur Titulaire

Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales

UFR des Sciences de la Nature

Université NANGUI ABROGOUA; Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

Jatropha curcas an oleaginous plant of the Euphorbiaceae family is still wild in Côte d'Ivoire. This plant has many uses including the manufacture of biofuels. Domestication aims to select the accessions expressing good growth and therefore adapted to a particular area. *Jatropha curcas* accessions have been collected in ten towns in Côte d'Ivoire. These were grown on soils of land located in the South and North. The experiment was laid out in a random complete block design. The physiological characteristics were determined from the vegetative growth of the plants. Then parameters related to flowering, including the number of male and female flowers per inflorescence, by branch and tree were determined. The results showed in the South, which is relatively humid with a better distribution of rains than the North, the development of plants was the best. The AC1 accession of Sinématiali was well-suited to both cultivation sites. The most successful accessions in terms of growth in the North zone are AC1 from Sinématiali and AC6 from Toumodi. In the South, AC1 from Sinématiali and AC10 from Abengourou proved most suitable in term of adaptability.

Keywords: *Jatropha curcas*, accessions, vegetative growth, biofuel, localities in the Ivory Coast

Résumé

Jatropha curcas est une plante oléagineuse de la famille des Euphorbiacées. Cette plante de la famille des Euphorbiacées demeure encore sauvage dans un pays comme la Côte d'Ivoire. Cette plante a de multiples usages dont la fabrication de biocarburants. Sa domestication vise à sélectionner les accessions exprimant une bonne croissance et donc adaptées à une zone particulière. Des accessions de *Jatropha curcas* ont ainsi été collectées dans dix localités de la Côte d'Ivoire. Celles-ci ont été cultivées sur les sols de parcelles situées au Sud et au Nord du pays. Le dispositif expérimental est en blocs de Fisher complètement randomisés. Les caractéristiques physiologiques ont été déterminées à partir du développement végétatif des plantes. Ensuite, les paramètres liés à la floraison, notamment le nombre de fleurs mâles et femelles par inflorescence, par branche et par arbre ont été Déterminés. Les résultats obtenus ont montré qu'au Sud, relativement plus humide avec une bonne répartition des pluies qu'au Nord, le développement des plantes a été meilleur. L'accession AC1 de Sinématiali a été la mieux adaptée aux deux sites de culture. Les accessions les plus performantes en termes de croissance dans la zone Nord sont AC1 de Sinématiali et AC6 de Toumodi. Au Sud, AC1 de Sinématiali et AC10 d'Abengourou se sont révélées les plus adaptées.

Mots clés : *Jatropha curcas*, accessions, croissance végétative, biocarburant, localités de la Côte d'Ivoire

Introduction

Les différentes crises répétées des carburants classiques fossiles, notamment le pétrole ont favorisé l'avènement des énergies renouvelables. Au nombre de ces énergies, on trouve les biocarburants de première génération obtenus avec les plantes alimentaires telles que les céréales (Josiane 2013). Ensuite on a les biocarburants de deuxième génération fabriqués à partir des plantes arborescentes (Nigam et al, 2010 ; Air Liquide, 2011 ; Josiane, 2013). Les biocarburants de deuxième génération ont été préférés à ceux de la première génération. En effet, l'utilisation de ceux de la deuxième génération permet d'éviter la compétition avec les plantes alimentaires. De plus la sécurité alimentaire serait impactée négativement avec l'utilisation des plantes alimentaires pour la fabrication du biocarburant. Il est donc opportun d'utiliser les plantes non comestibles comme source d'énergie renouvelable. De nombreuses plantes non comestibles existent

comme sources de biocarburant. Cependant, *J. curcas* occupe le premier rang de toutes ces cultures en tenant compte de ses propriétés biochimiques et des aspects sociaux, économiques (Achten et al., 2010; Behera et al., 2010; Reubens et al., 2011). Cette plante arbustive de la famille des Euphorbiaceae est originaire d'Amérique centrale (King et al., 2009 ; Nicolas, 2010 ; Pompelli et al., 2010). De nos jours, elle est l'espèce ciblée pour la production du biocarburant (Achen *et al.*, 2008). L'intérêt porté sur cette espèce vient du fait que la plante produit des graines contenant 27 à 40% d'huile (Üllenberg, 2007 ; Misra et Misra, 2010 ; Babacar *et al.*, 2012). Cette huile peut servir à fabriquer du biocarburant soixante-dix fois moins toxique que le carburant classique et aussi du savon pour les ménages (Trousseau et Pidoux, 2010). *Jatropha* est une plante peu exigeante en matières organiques et peut pousser sur des sols dégradés (Üllenberg, 2007 ; Babacar et al, 2012). Cependant, très peu d'études scientifiques ont été effectuées dans ce domaine en vue d'améliorer sa culture (Ouattara *et al.*, 2011 ; Babacar *et al.*, 2012). Très peu d'informations sont actuellement disponibles sur la variabilité de production du *Jatropha* selon la provenance et les conditions écologiques du site de culture (Achten *et al.*, 2010). La rareté de données de recherche souligne l'importance d'évaluer le matériel génétique dans divers environnements et de déterminer des zones appropriées de collecte de graines pour l'obtention de matériel génétique de qualité supérieure. Jusqu'à présent, cette plante qui reste encore sauvage en Côte d'Ivoire, doit être domestiquée et améliorée pour sa vulgarisation. Cette étude, pourrait contribuer à la domestication et à l'amélioration de la productivité des accessions collectées.

La présente étude vise ainsi à évaluer l'effet des zones agroécologiques assez contrastées de la Côte d'Ivoire sur la croissance et le développement des accessions de *Jatropha* de diverses provenances. Les objectifs spécifiques de ce travail consistent à déterminer les propriétés physico-chimiques des sols des sites d'étude et leur effet sur les paramètres physiologiques des provenances. Les résultats attendus de cette étude contribueront à la vulgarisation de la culture de *Jatropha* en Côte d'Ivoire.

Matériel et méthodes

Sites d'étude

L'étude a été réalisée dans deux (2) zones écologiques différentes de la Côte d'Ivoire (Figure 1) : Sinématiali au Nord, (latitude: 9°34'0" N, longitude : 5°27'0" W et altitude : 360 mètres) et Abidjan au sud, (latitude 5°25'08"N, longitude 4°01'14"W et altitude : 105 mètres). Une grande saison de pluie (de juin à septembre) et une longue saison sèche (d'octobre à mai) sont observées à Sinématiali. Les températures moyennes annuelles fluctuent entre 16 et 36 °C et la pluviométrie moyenne est de l'ordre de 1200

mm/an (CNRA, 2012). Dans la zone d'Abidjan, quatre saisons sont observées: deux saisons humides (avril à mi-juillet : grande saison des pluies ; septembre à novembre : petite saison des pluies) et deux saisons sèches (mi-juillet à septembre : petite saison sèche ; décembre à mars : grande saison sèche). Les températures fluctuent entre 21 et 32 °C et la pluviométrie moyenne est de l'ordre de 1973 mm/an (CNRA, 2012).

Matériel végétal

Les graines de *Jatropha* ont été collectées dans dix zones administratives de la Côte d'Ivoire regroupées en cinq régions géographiques (Figure 1). Dans chacune de ces zones, la récolte des graines a été effectuée sur un seul arbre sélectionné à partir de deux ans et le grand nombre de fruits qu'il porte. Le lot de graines de chacun des arbres échantillonnés représente ainsi une accession (Tableau 1).

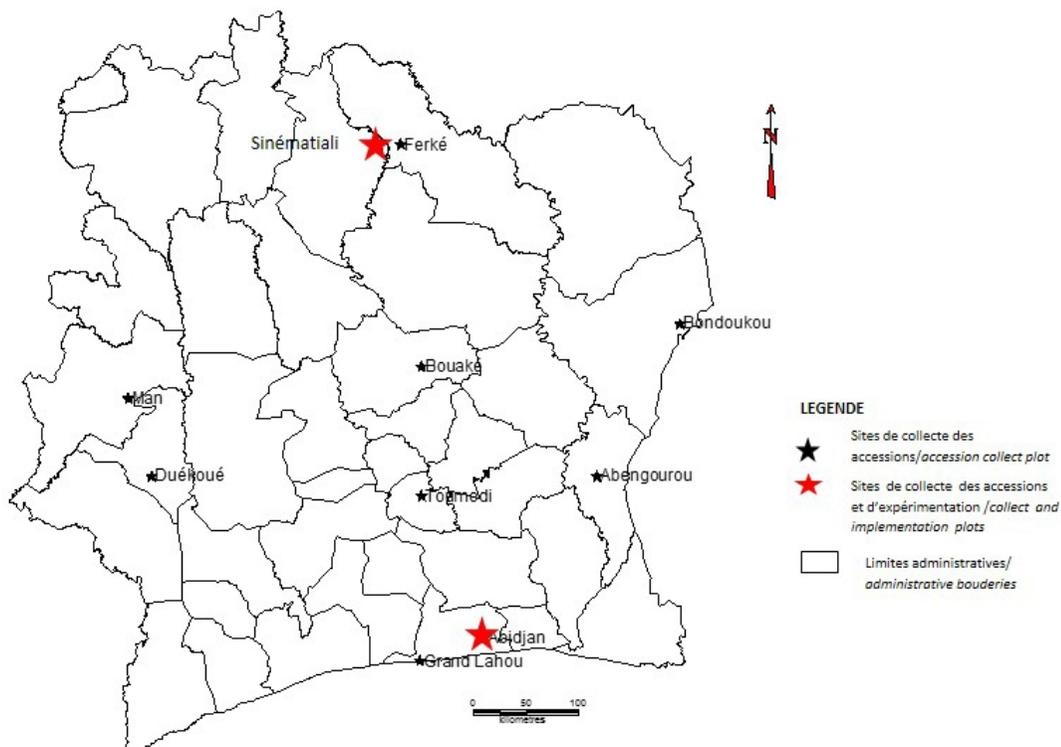


Figure 1: Cartographie des sites de collecte de *Jatropha curcas* en Côte d'Ivoire.

Tableau 1: Couleurs et caractéristiques des gousses et graines des accessions de *Jatropha curcas* collectées dans différentes localités de la Côte d'Ivoire.

Régions	Localités	Codes accessions	Couleur des gousses sèches	Couleur des graines
Nord	Sinématiali	AC1	Marron-clair	Noir-foncé
	Ferké	AC2	Marron-clair	Noir-foncé + rayures
Sud	Abidjan	AC3	Marron-foncé + points noirs	Noir-foncé
	Grand - Lahou	AC4	Marron	Noir-foncé
Centre	Toumodi	AC5	Marron+points noirs	Noir +rayure
	Bouaké	AC6	Marron	Noir +rayure
Ouest	Man	AC7	Marron+points noirs	Noir-foncé
	Duékoué	AC8	Marron+points noirs	Noir-foncé + rayures
Est	Bondoukou	AC9	Marron-clair	Noir-foncé + rayures
	Abengourou	AC10	Marron-foncé	Noir + rayures

Méthodes

Le dispositif expérimental mis en place sur les 2 sites de culture (Sinématiali au Nord et d'Abidjan au Sud de la Côte d'Ivoire) est en blocs de Fisher complètement randomisés avec trois répétitions. Chaque bloc renferme dix parcelles élémentaires, et chaque parcelle élémentaire est constituée d'une ligne de dix poquets. Cinq graines ont été semées dans des poquets de 30 x 45 cm. L'écartement était de 2 x 2 m entre les poquets et 2 x 2 m entre les lignes. Les semis ont été effectués sur les deux sites en juin 2012 (saison pluvieuse). Trois mois après la levée, le démariage a été effectué de sorte à disposer d'une plante vigoureuse par poquet et de 10 plants par traitement. Aucun apport d'intrants n'a été effectué à l'exception d'une application de Furadan 5G (carbofuran) pour lutter contre les nématodes et les insectes ravageurs. Le sarclage a été fait au besoin.

Analyse physico-chimique des sols des sites d'expérimentation

Des prélèvements de sol ont été effectués dans l'horizon 0-45 cm des sites de culture du Sud et du Nord de la Côte d'Ivoire. Ces échantillons de sols ont été analysés au Laboratoire de Pédologie de l'ESA (Yamoussoukro-Côte d'Ivoire). Les différents dosages ont été effectués selon les méthodes d'Anderson et Ingram (1991) et ont concerné : le pH, le carbone total, l'azote total, le phosphore total, le phosphore assimilable, le potassium, les ions et les bases échangeables.

Mesure de la hauteur des plantes

A partir de la date des semis, tous les mois, la longueur de la tige est mesurée à l'aide d'un mètre-tailleur (60 inch soit 150 cm)

La mesure se fait en partant du sol jusqu'à la limite des deux (2) feuilles nouvellement formées au sommet de la plante. Les mesures de la hauteur des plants s'effectuent jusqu'à l'apparition de la première fleur. La date de l'apparition de la première fleur est notée lorsque 50% des plantes de l'accession ont fleuri.

Embranchement

Le temps d'embranchement est noté lorsque 50 % des plantes de l'accession ont produit la première branche. Le nombre de branches par arbre et par accession est déterminé par comptage. Ensuite le taux d'embranchement a été déterminé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'embranchement} = \frac{\text{Nombre de plants avec branche(s)}}{\text{Nombre total des plants de l'accession}} \times 100$$

Nombre de fleurs mâles et femelles par branche et par arbre

Avant la formation du fruit, le nombre de fleurs mâles et femelles est déterminé par comptage ainsi que le nombre de fleurs par inflorescence, par branche et par arbre sur chaque site.

Analyses statistiques

Les données expérimentales évaluées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Statistica 7.1. Les moyennes des mesures ont ensuite été séparées par les tests de comparaisons multiples de Newman-Keuls, au seuil de 5 %.

Résultats

Caractéristiques physico-chimiques des sols des sites expérimentaux

Les valeurs obtenues après le dosage des deux types de sols sont indiquées dans le Tableau 2. Le pH des sols de culture est acide. L'acidité est plus élevée dans le sol du site expérimental de Sinématiali au Nord. Les deux sites présentent des rapports C/N sensiblement identiques, avec les teneurs en carbone 11 fois supérieures aux taux d'azote. La granulométrie du sol des deux sites de culture diffère principalement par la quantité de limon qui est relativement plus importante sur le site de Sinématiali au Nord. Les capacités d'échange cationiques d'une part, et les teneurs en ions calcium, magnésium, et potassium d'autre part, sont plus élevées dans le sol du site de Sinématiali au Nord. Les teneurs en sodium sont sensiblement égales sur les deux sites. Par contre, le sol du site d'Abidjan au Sud contient plus de phosphore que celui du site Nord.

Tableau 2: Valeurs des paramètres physico-chimiques des sols des sites de culture de *Jatropha curcas*.

Paramètres physico-chimiques	Sites expérimentaux	
	Sinématiali (Nord)	Abidjan (Sud)
P ^H	5,4±0,23 ^{b*}	4,1±0,23 ^a
C	1,38±0,06 ^a	1,5±0,05 ^a
N	0,13±0,01 ^a	0,12±0,01 ^a
C/N	11,03±0,23 ^a	11,41±0,21 ^a
Argile (%)	19,23±0,44 ^a	23,03±0,6 ^b
Limon fin (%)	6,3±0,17 ^b	0,78±0,04 ^a
Limon grossier (%)	9,13±0,27 ^b	4,93±0,82 ^a
Sable fin (%)	20,19±0,68 ^a	20,71±1,13 ^a
Sable grossier (%)	44,27±0,99 ^a	40,42±0,84 ^a
CEC (cmol/kg)	6,64±1,15 ^a	5,52±0,3 ^a
Ca ²⁺ (cmol/kg)	1±0,01 ^b	0,1±0,02 ^a
Mg ²⁺ (cmol/kg)	0,39±0,03 ^b	0,03±0,00 ^a
K ⁺ (cmol/kg)	0,14±0,01 ^b	0,03±0,01 ^a
Na ⁺ (cmol/kg)	0,04±0,01 ^a	0,05±0,02 ^a
Phosphore total (ppm)	402±30,02 ^a	500±57,73 ^b
Phosphore assimilable (ppm)	32±4,61 ^a	38±1,73 ^b

*Dans une même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman keuls).

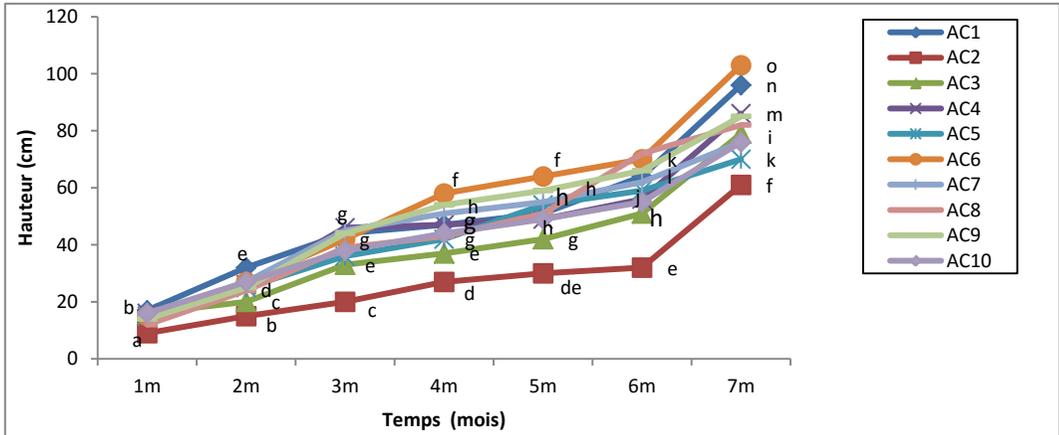
Hauteur des plantes des différentes accessions

La figure 2 représente les valeurs de la hauteur des différentes accessions sur le site de Sinématiali.

L'analyse de cette figure indique que chez toutes les plantes, la hauteur des plantes augmente de façon significative jusqu'au 4^e mois après les semis.

Entre le 4^e et le 6^e mois, l'augmentation de la hauteur des plantes devient lente. Dans cet intervalle de temps, la hauteur la plus élevée a été obtenue avec l'accession AC6 (CENTRE). L'accession AC2 (NORD) a présenté la valeur de la hauteur la plus faible.

Après le 6^e mois, l'augmentation de la hauteur devient plus importante avec des valeurs significativement élevées jusqu'au 7^e mois. Comme précédemment, la hauteur la plus élevée a été obtenue avec l'accession AC6 (CENTRE). Tandis que l'accession AC2 (NORD) a présenté la valeur de la hauteur la plus faible.



*Les valeurs suivies d'une même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5% (test de Newman-keuls).

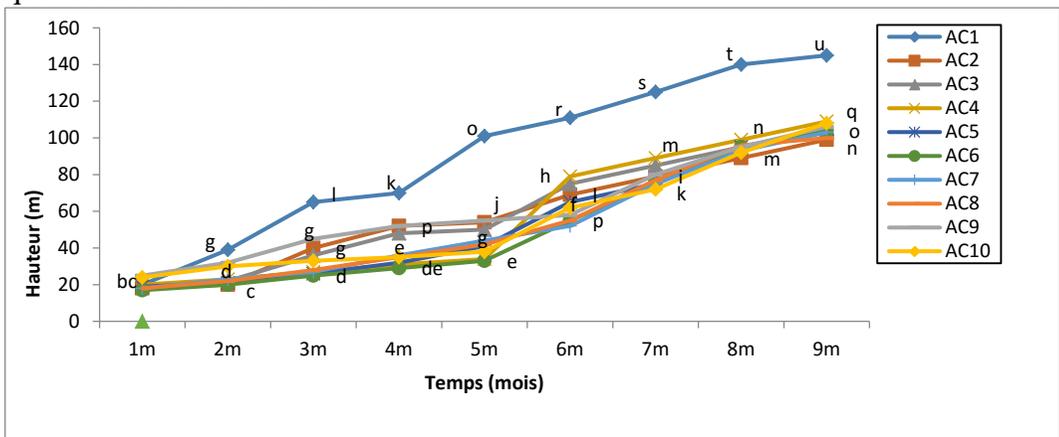
Figure 2 : Evolution de la toise des différentes accessions à la floraison sur le site Sinématiali.

La figure 3 illustre la hauteur des plantes des accessions sur le site Sud. L'analyse de cette figure montre que chez toutes les plantes, la hauteur augmente de façon forte entre le 1^{er} mois et le 3^e mois pour l'accession AC1 et entre le 1^{er} mois et le 4^e mois chez les autres accessions.

Après le 3^e mois, la hauteur se stabilise jusqu'au 4^e mois chez l'accession AC1 ; alors qu'elle se stabilise entre le 4^e et le 5^e mois chez les autres accessions.

A partir du 4^e mois pour AC1 (NORD) et du 6^e mois pour les autres accessions, l'évolution de la toise devient plus forte jusqu'au 9^e mois.

La hauteur des plantes de l'accession AC1 (NORD) a été plus élevée que les autres accessions.



*Les valeurs suivies d'une même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5% (test de Newman-keuls).

Figure 6 : Evolution de la toise des différentes accessions à la floraison sur le site d'Abidjan

Temps et Taux d'embranchement à la floraison

L'analyse de Variance du Tableau 3 a montré que le temps d'embranchement le plus petit a été obtenu avec l'accession AC1 sur le site Nord. L'accession AC2 a présenté le temps d'embranchement le plus long lorsqu'elle est cultivée sur le site Sud. Le temps d'embranchement observé chez les accessions a varié et a été significativement plus long sur le site Sud que sur celui du Nord. Sauf pour AC3 chez la quelle le temps d'embranchement est plus long sur ce dernier site.

Tableau 3 : Temps d'embranchement des différentes accessions sur les sites Nord et Sud.

Accessions	Temps d'embranchement (jours)	
	Site Nord	Site Sud
AC1	58,33±8,81 ^a	102,3±5,60 ^e
AC2	96±4,1 ^b	146±2,33 ^f
AC3	79,66±17,37 ^c	70,33±2,33 ^{cd}
AC4	83,66±18,4 ^c	101,3±11,66 ^e
AC5	67±17,24 ^d	93±15,00 ^b
AC6	82,33±18,80 ^c	108,6±4,33 ^{eg}
AC7	72±19,67 ^{cd}	121,6±15,33 ^g
AC8	73±16,44 ^{cd}	111,6±9,26 ^{eg}
AC9	91,66± 19,46 ^b	122,3±4,66 ^g
AC10	83,6±6,6 ^c	83,6±6,6 ^c

Dans une même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman keuls).

Le Tableau 4 indique le taux d'embranchement sur les sites de culture Nord et Sud.

Le taux d'embranchement le plus élevé Nord a été obtenu avec l'accession AC1. Les faibles taux ont été enregistrés par les accessions AC9 et AC10 sur ce même site.

Sur le site Sud, le taux d'embranchement le plus élevé a été obtenu avec les accessions AC1. Alors que les faibles taux ont été présentés par les accessions AC9 et AC10.

Le taux d'embranchement chez les accessions a été significativement plus élevé au Sud. Par contre, chez AC8 le taux d'embranchement a été statistiquement identique sur les deux sites.

Tableau 4 : Taux d'embranchement des différentes accessions sur les sites Nord et Sud.

Accessions	Taux d'embranchement (%)	
	Site Nord	Site Sud
AC1	49,66±4,33 ^a	70±5,77 ^e
AC2	35±7,64 ^b	40±5,77 ^f
AC3	41,66±8,33 ^d	60±5,77 ^f
AC4	38,33±7,26 ^b	50± 5,77 ^g
AC5	33,33±8,33 ^b	40±5,77 ^d
AC6	29,16±4,17 ^b	41,66±4,41 ^d
AC7	33,33±4,76 ^b	41,33±5,93 ^d
AC8	44,44±11,11 ^d	40±5,77 ^d
AC9	25,92±3,7 ^c	30±5,77 ^b
AC10	26,66±6,67 ^c	31,66±4,41 ^b

*Dans une même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman keuls).

Nombre de fleurs mâles et femelles par inflorescence

L'analyse du tableau 4 a montré que quelle que soit le site de culture, les accessions AC2, AC6, et AC8 ont produit le même nombre de fleurs mâles.

Sur le site Nord, l'accession AC10 a produit le nombre de fleurs mâles le plus élevé. Tandis que les accessions AC2, AC4, AC6, AC7, AC8 et AC10 ont exprimé les valeurs les plus faibles.

Sur le site Sud, l'accession AC4 a obtenu le nombre de fleurs mâles le plus élevé alors que les valeurs les plus faibles ont été exprimées par AC9.

Tableau 5: Nombre de fleurs mâles par inflorescence et par site.

Accessions	Nombre de fleurs mâles par inflorescence	
	Site Nord	Site Sud
AC1	15,66±1,20 ^d	16,33±1,85 ^c
AC2	12,66±1,20 ^d	12,66±1,20 ^d
AC3	16±3,21 ^d	17±1,73 ^f
AC4	13,66± 1,20 ^d	19,66±2,90 ^h
AC5	18,66±1,85 ^g	9,33±0,88 ^b
AC6	13,66±1,76 ^d	12,3±0,88 ^d
AC7	12±2,88 ^d	9,66±0,88 ^b
AC8	12±3,78 ^d	13,33±0,88 ^d
AC9	14,33±5,81 ^d	9±1,52 ^a
AC10	18,66±3,75 ^g	11±1,15 ^c

*Dans une même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman keuls).

L'analyse du Tableau 6 a montré que quel que soit le site de culture, les accessions AC1, AC3 et AC6 ont produit le même nombre de fleurs femelles.

Sur le site Nord, l'accession AC7 a produit le nombre de fleurs mâles le plus élevé. Tandis que les accessions AC2 et AC8 ont exprimé les valeurs les plus faibles.

Sur le site Sud, les accessions AC2 et AC8 ont obtenu le nombre de fleurs mâles le plus élevé. Alors que les valeurs les plus faibles ont été exprimées par AC3, AC5 et AC9.

Tableau 6: Nombre de fleurs femelles par inflorescence et par site.

Accessions	Nombre de fleurs femelles par inflorescence	
	Site Nord	Site Sud
AC1	3±1,15 ^{ab}	3,33±0,88 ^{ab}
AC2	2±0,57 ^a	3,66±0,33 ^b
AC3	2,33±0,33 ^a	2,33±0,66 ^a
AC4	3,66±1,76 ^b	3,33±0,33 ^{ab}
AC5	5±2,64 ^c	1,66± 0,33 ^a
AC6	3,33±0,33 ^{ab}	3±1,15 ^{ab}
AC7	6,66±2,72 ^d	2,66±1,20 ^{ab}
AC8	3,33±0,88 ^{ab}	3,66±1,20 ^b
AC9	2,66±1,20 ^{ab}	2,33±0,88 ^a
AC10	3,66±1,20 ^b	3,33±0,88 ^{ab}

*Dans une même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman keuls).

Nombre d'inflorescence par branche et par arbre

Selon le tableau 7, sur le site Nord, l'accession AC1 a obtenu le nombre d'inflorescences par branche le plus élevé de façon significative. Le nombre d'inflorescence le plus faible a été exprimé par les accessions AC3, AC5, AC7 et AC9.

Sur celui du Sud, le nombre d'inflorescence par branche le plus élevé significativement, a été obtenu avec AC7. Alors que les faibles valeurs ont été exprimées par AC2 et AC3.

Quel que soit le site de culture, AC3, AC6 et AC8 ont produit le même nombre d'inflorescence par branche.

Tableau 7 : Nombre d'inflorescences par branche et par site.

Accessions	Nombre d'inflorescences par branches	
	Site Nord	Site Sud
AC1	4±0,57 ^b	3±0,57 ^{ab}
AC2	2,66±0,88 ^{ab}	2±0,33 ^a
AC3	2±1,00 ^a	2,33± 1,00 ^a
AC4	3±1,00 ^{ab}	3,66±1,00 ^b
AC5	2±0,57 ^a	5±0,33 ^c
AC6	2,66±0,33 ^{ab}	3,33±0,33 ^{ab}
AC7	2±0,57 ^a	6,66±0,33 ^c
AC8	3±0,57 ^{ab}	3,33± 0,57 ^{ab}
AC9	2±0,57 ^a	2,6±0,33 ^{ab}
AC10	3,6±0,33 ^b	3±0,57 ^{ab}

*Dans une même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman keuls).

L'analyse du Tableau 8 a montré que quel que soit le site de culture, les accessions AC1, AC5 AC6 et AC9 ont produit le même nombre d'inflorescence par arbre. Parmi ces accessions, AC1 a produit le, plus grand nombre d'inflorescence par arbre de façon significative.

Sur le site du Nord, la valeur la plus élevée significativement a été obtenue avec l'accession AC8. La valeur la plus faible a été exprimée par AC2.

Sur le site du Sud, AC4 a produit le plus grand nombre d'inflorescence par arbre. Tandis que les faibles valeurs ont été enregistrées par les accessions AC5, AC7 et AC9.

Tableau 8 : Nombre d'inflorescences par arbre et par site.

Accessions	Nombre d'inflorescences par arbres	
	Site Nord	Site Sud
AC1	16±2,33 ⁱ	16,33±1,85 ⁱ
AC2	5,33±1,76 ^a	12,66±1,20 ^f
AC3	11,3±5,33 ^e	17±1,73 ^j
AC4	11,33±0,66 ^e	19,66±2,90 ^l
AC5	10±2,86 ^d	9,33±0,88 ^d
AC6	13,33±1,66 ^g	13,66±0,88 ^g
AC7	9,33±2,02 ^d	9,66±0,88 ^d
AC8	18±3,44 ^k	13,66±1,20 ^g
AC9	10±2,8 ^d	10±2,08 ^d
AC10	11±1,00 ^e	15±2,30 ^h

*Dans une même ligne, les moyennes suivies de la même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5% (test de Newman keuls).

Discussion

Au Nord, la cinétique de croissance des plantes des différentes accessions jusqu'à la floraison, nous montre que la croissance devient plus importante chez les plantes, un mois avant la floraison. Au Sud, la cinétique de la hauteur des plantes est assimilable à une pente qui est restée forte jusqu'à la floraison. Tout comme au Nord, nous observons une variabilité de la hauteur de la plante entre accessions sur le site Sud.

Ouafae et al (2012) ont observé la même variabilité en mesurant la hauteur des plantes traitées à l'eau usée en comparaison à l'eau potable. Ils ont observé une augmentation très importante de la hauteur de 72 % par rapport au témoin le 7^e mois. Les travaux de Patolia et al (2007) portant sur l'évaluation de la croissance des accessions locales indiennes ont aussi présenté des différences significatives par rapport à la hauteur des plantes. C'est aussi le cas chez Assogbadjo et al (2009) qui ont rapporté une variabilité importante entre la hauteur des arbustes recensés dans les différents départements du Bénin. Cette différence entre les deux sites de culture peut s'expliquer par des spécificités nutritionnelles des plantes des accessions.

En effet, l'analyse des échantillons de sols des deux sites expérimentaux a montré que les teneurs en macroéléments dont l'azote et le carbone sont identiques sur les deux sites. Les teneurs en microéléments tel que le potassium sont plus élevées sur le site Nord. Par contre les teneurs en phosphore sont plus élevées sur le site Sud. D'après Reinhardt et al (2008), les éléments clés dans la fertilisation de *Jatropha* sont l'Azote (N), le Phosphore (P) et le Potassium (K). Ils ont montré que les meilleurs rendements chez cette espèce peuvent être obtenus sur un site ayant des teneurs en azote de 0,19 %, en phosphore de 29,67 mg/kg et en potassium de 0,11 cmol/kg.

La hauteur des plantes sur un même site a présenté la même allure et la même durée de la croissance végétative. Par contre, une variabilité de la hauteur et de la durée végétative a été observée entre le site Nord et celui du Sud. Sur le site Sud, la croissance a été plus forte qu'au Nord. Cette forte croissance des accessions sur le site Sud, pourrait s'expliquer par les quantités élevées de phosphore dans le sol. Aussi, il semble que ces plantes ont été moins exigeantes en potassium. Cependant, le site du Nord qui n'est pas moins pourvu en éléments fertilisants, n'a pas enregistré des hauteurs de plantes aussi élevées que dans le Sud. En somme selon Reinhardt (2008), aucun des deux sites ne présente les conditions idéales pour une croissance optimale de la plante de *Jatropha*. Les conditions pédologiques ne sont donc pas les seuls facteurs à prendre en compte par rapport à la variabilité de croissance entre les plantes du site Nord et celles sur le site Sud.

Qu'il s'agisse de la hauteur des plantes et l'embranchement, les accessions cultivées ont réagi positivement avec les conditions pédoclimatiques de la zone d'étude. Les sites d'étude étant installés l'un dans une zone de savane où les précipitations moyennes annuelles sont de 1200 mm et l'autre dans une zone forestière où les précipitations moyennes annuelles sont de 1973 mm. En effet, la hauteur des plantes et le taux d'embranchement est plus élevé au Sud qu'au Nord. Les moyennes annuelles de précipitations des sites d'étude correspondent à celles citées par Orwa et al., (2009) qui affirment que les précipitations annuelles de 300 mm permettent d'assurer la survie de la plante de *Jatropha*, et un minimum de 500 mm par an est nécessaire pour la croissance de la plante (Jongschaap et al., 2007). A partir de ce seuil, les paramètres de croissance et de rendement augmentent très fortement avec la pluviométrie annuelle totale pour atteindre un optimum à 1500 mm (Trabucco et al., 2010 ; Rajaona et al., 2011). Sur les sites d'étude, au Nord comme au Sud, le temps d'embranchement a présenté une variabilité entre accessions. Ce sont les accessions locales des sites d'étude qui ont présenté un temps d'embranchement précoce par rapport à celles introduites. Au Nord, c'est AC1 et au Sud c'est AC3. Au Nord comme au Sud, AC5 a occupé la deuxième position après les accessions locales. Au Nord, le temps d'embranchement est précoce par rapport au Sud. En effet, le développement végétatif a été plus long au Sud (9 mois) qu'au Nord (7 mois). Cela signifie que les plantes au Nord ont enregistré une floraison précoce par rapport à celles du Sud. L'induction florale est un phénomène physiologique au cours duquel un bourgeon évolue en bouton floral sous l'action de facteurs extérieurs entre autres le thermopériodisme, la photopériode, les variations thermohygrométriques (sècheresse, stress hydrique) et surtout les facteurs trophiques (Chaoqiong et al, 2014). *Jatropha* est une plante héliophile s'adaptant à des températures de 20 à 32°C (Trabucco et al, 2010). Selon Rijssenbeek (2007), de courtes périodes de

sècheresse peuvent induire la floraison une fois que le sol est à nouveau humide. Dans le cas de cette étude, il semble que les variations thermohygrométriques soient à l'origine de ce décalage entre les dates de floraison du site Nord par rapport à celui du Sud. Au Nord après les semis, les plantes ont bénéficié des précipitations jusqu'en fin septembre. Et en décembre, l'effet du harmattan qui semble être une source de stress a provoqué l'initiation florale chez les plantes. Alors qu'au Sud, les plantes ont bénéficié des précipitations jusqu'en décembre. C'est en faveur de la rareté des précipitations en février que les premières floraisons ont été observées en Mars.

Par rapport au nombre de fleurs mâles et femelles par inflorescence et le nombre d'inflorescences par branche, il n'y a pas de variabilité importante entre les accessions cultivées sur un même site. Le constat est le même quand on passe d'un site à un autre. Par contre, on note une variabilité du nombre d'inflorescence par arbre. En effet, les accessions présentent une variabilité aussi bien sur un même site, que lorsqu'elles sont cultivées sur les deux sites. Il semble que le nombre de fleurs par inflorescence ne dépend pas de facteurs externes à la plante. L'émission florale qui est un phénomène physiologique, pourrait être liée à la nature génétique de la plante de *Jatropha*. Cependant, le rendement en inflorescences par arbre est indirectement lié aux conditions pédoclimatiques. Il est noté que la croissance végétative, notamment l'embranchement est plus important sous des conditions pédoclimatiques favorables. De plus, chez *Jatropha*, l'inflorescence est terminale (Sanou, 2010) ; Ouaffae et al, 2011). Donc le nombre d'inflorescences par arbre va augmenter avec le nombre de branches.

Par ailleurs, nos résultats suggèrent une notion variétale. Les accessions de la même région se sont exprimées différemment vis-à-vis de la hauteur des plantes. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces accessions bien qu'issues de la même origine, seraient des variétés différentes.

Aussi devrions-nous prendre en compte la notion de l'adaptabilité de chaque accession sur le site. Il semble que chaque accession développe un caractère individuel pour s'adapter au nouveau milieu dans le quel elle est cultivée. A cet titre sur le site Nord, c'est l'accession AC6 du Centre qui se montre la plus adaptée car enregistre la croissance la plus importante sur le site ; mieux que les accessions locales AC1 et AC2 du Nord. Alors que sur le site Sud, c'est l'accession AC1 du Nord qui s'avère la plus adaptée mieux que les accessions locales AC3 et AC4 du Sud.

Conclusion

Les caractéristiques du sol des sites d'études ont été déterminées à l'issue des analyses physico-chimiques. L'étude a montré que les caractéristiques du sol et surtout des conditions climatiques ont influencé la

hauteur des plantes et l'embranchement des différentes accessions de *Jatropha curcas*. Une différence significative a été observée entre les paramètres de la croissance des accessions utilisées entre le site Nord et celui du Sud.

Aussi les performances de croissance dépendent de la capacité intrinsèque de chaque accession.

Au vu donc des résultats, l'écologie des sites et le génotype ont été les principales sources de variabilité entre les différentes accessions.

Les accessions, AC1 provenant de Sinématiali et AC6 provenant de Toumodi semblent les plus adaptées aux milieux de culture de toutes les accessions testées.

Cette étude nécessite d'autres recherches complémentaires, notamment la poursuite des tests de rendement afin de mieux discriminer les accessions les plus productives.

References:

Achten W.M.J., Verchot L., Franken Y.J., Mathijs E., Singh V.P., Aerts R. and Muys B.: *Jatropha* bio-diesel production and use: review, *Biomass and Energy*, **32**(12): 1063-1084.

DOI: 10.1016/j.biombioe.2008.03.003, 2008.

Achten W. M.J., Nielsen L., R., Aerts, R., Lengkeek, A., G., Kjaer, E., D., Trabucco, A., Hansen J.K., Maes W., H., Graudal L., Akinnifesi F. K. and Muys B.: Towards domestication of *Jatropha curcas*. *Futura-Science*, **1**(1): 91-107. DOI 10- 4155/bfs 09.4, 2010.

Air Liquide: Air Liquide and second-generation biofuels. *In Air liquide. World leader in gases for industries, health and the environment*. <http://www.airliquide.com/en/second-generation-biofuels-1/air-liquide-and-second-generation-biofuels.html> (page consultée le 14/10/2015), 2011.

Anderson J.M. and Ingram J.S.: *Tropical soil biology and fertility: handbook of methods*. 1ere edition. CAB International, Wallingford, UK. 14 pages, 1991.

Assogbadjo, A.E., G. Amadji, R. Glèlè Kakai, A. Mama, B. Sinsin and P. Van Damme: Evaluation écologique et ethnobotanique de *Jatropha curcas* L. au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**(5): 1065-1077. DOI: 10.4314/ijbcs.v3i5.51085, 2009.

Babacar DIOP, Sékouna Diatta, Emile Codjo Agbangba, Lamine Barro, Samba Arona N'Diaye SAMBA and Léonard Elie AKPO: Seedsmorphometric Characteristics And Germination Capacity Of Some *Jatropha Curcas* L. provenances. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, **6**(4): 215-221. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i2.12>, 2012.

- Behera SK, Srivastava P, Tripathi R, Singh JP and Singh N: Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass - A case study. *Biomass Bioenerg.* 34:30-41, 2010.
- Chaoqiong L., Li L., Qiantang F., Longjian N. and Zen F. X.: Isolation and functional characterization of *JcFT*, a *FLOWERING LOCUS T (FT)* homologous gene from the biofuel plant *Jatropha curcas*. *BMC Plant Biol.* **14**(2014) : 125 DOI: 10.1186/1471-2229-14-125, 2014.
- CNRA (Centre National de Recherche Agronomique): Bulletin agro météorologique annuel de la Côte d'Ivoire. 6 pages, 2012.
- Domergue M. et Pirot R. : *Jatropha curcas* L. - Rapport de synthèse bibliographique CIRAD, UPR Agro-Generation - Biomasse Energie - Systèmes de Culture Annuels. Montpellier, Paris. France. 118 p, 2008.
- Jongschaap Ree, Corré WJ, Bindraban PS and Brandenburg WA: Claims and Fact on *Jatropha curcas* L. Global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation, Plant Research international, 2007.
- Josiane Hébert : Quel avenir pour le développement des biocarburants de deuxième génération au Québec? Diplôme de Maîtrise en environnement. UNIVERSITE DE SHERBROOK, Québec. 103 pages, 2013.
- King, A.J., He, W., Cuevas, J. A., Freudenberger, M., Ramiamanana, D. and Graham, I. A.: Potential of *Jatropha curcas* as source of renewable oil and animal feed. *J. Exp. Environ. Bot.*, **60**(10): 2897-2905. DOI: 10.1093/jxb/erp025, 2009.
- Misra M and Misra A.: *Jatropha*: The Biodiesel Plant Biology, Tissue Culture and Genetic Transformation – A Review. *Int. J. Pure Appl. Sci. Technol.* **1**(1): 11-24. DOI: www.ijopaasat.in, 2010.
- Nicolas Carels : *Jatropha curcas* L : un examen. *Les Progrès de la Recherche Botanique*, **2**(50): 39-86. DOI: 10./016/s0065-2296, 2010.
- Nigam P. and Singh: Production of liquid biofuels from renewable resources. *Progress in Energy and combustion Science* vol 37, P 52-68, 2010.
- Orwa C.: Agroforestry database: a tree reference and selection guide, version 4.0:
Jatropha curcas,
http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Jatropha_curcas.pdf,
(21/09/2015), 2009.
- Ouafae Mokhtari, Lahrach Abderrahim et El Halouani Hassan : Etude de plantation de *Jatropha curcas* valorisant les eaux usées de la ville d'Oujda. *ScienceLib Editions Mersenne.* **4**(2012): 2111-4706, 2012.
- Ouattara, B., K.N. Ndir, I. Diedhiou, D. Diouf and L.E. Akpo: 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. DOI: <http://www.ijSAT.com>, 2011.

- Patolia, J.S., J. Chikara, A.R. Prakash, A. Ghosh, D.R. Chaudhary and H.M. Bhuvra: Provenance trials for selection of high yielding *Jatropha curcas* L. on wastelands. Expert seminar on *Jatropha curcas* L. Agronomy and genetics. 26-28 March 2007, Wageningen, the Netherlands Published by FACT Foundation, 2007.
- Pompelli MF, Ferreira DTRG, Cavalcante PPGS, Salvador TL, Hsie BS and Endres L.: Environmental influence on the physico-chemical and physiological properties of *Jatropha curcas* L. seeds. Aust. J. Bot. **58**(6): 421-427. DOI: 10.1071/BT10102, 2010.
- Rajaona A.M., Brueck H. and Asch F.: Effect of pruning history on growth and dry mass partitioning of *Jatropha* on a plantation site in Madagascar. Biomass Bioenergy, 35, 4892-4900, 2011.
- Reinhardt, G.I., Becker, K, Gosh et A: Basic data for *Jatropha* production and use-updated version. 2008, IFEU, Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH, CSMCRI Central Salt & Marine Chemical Research Institut, Bhavnagar, University of Hohenheim Institut of Animal Production in the Tropics and Subtropics, 2008.
- Reubens B, Achten WMJ, Maes WH, Danjon F, Aerts R, Poesen J and Muys B.: More than biofuel? *Jatropha curcas* root system symmetry and potential for soil erosion control. J. Arid. Environ. **75**(2011):201-205. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2010.09.011, 2011.
- Rijssenbeek, W.H.R., Jongschaap R, Lutzeyer HJ and Venturi P.: Expert Meeting *Jatropha*, Brussels 07/12/07. 2007. Brussel, 2007.
- Sanou Francois : Productivité de *Jatropha curcas* L. et impact de la plante sur les propriétés chimiques du sol : cas de BAGRE (Centre Est du BURKINA FASO). Diplôme d'ingénieur du développement rural (option : Eaux et Forêts). Université Polytechnique de BOBO-DIOULASSO : Institut du Développement Rural. 72 pages, 2010.
- Trabucco, A., Achten, W., Bowe, C., Aerts, R., Van Orshoven, J., Norgrove, L. and Muys, B.: Global mapping of *Jatropha curcas* yield based on response of fitness to present and future climate. GCB Bioenergy. **2**(3): 139 - 151. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2010.01049.x, 2010.
- Üllenberg A.: *Jatropha* à Madagascar. Rapport sur l'état actuel du secteur GTZ Agresti A, Analysis of categorical data. New York, USA. 43 pages, 2007.