

Effet des tailles de gestion et de la maturité des fruits sur la productivité de diverses provenances de *Jatropha curcas* L

L. Barro ^{1*}, S.A.N. Samba ², T.D.T. Neissem ², M. Diatta ³ et L.E. Akpo ¹

¹ Laboratoire d'Ecologie Végétale et d'Ecohydrologie, Faculté des Sciences et Techniques
Université Cheikh Anta Diop, B.P. 5005 Dakar, Sénégal

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

³ Centre National de Recherches Forestières, CNRF
B.P. 2312 Hann, Dakar, Sénégal

(reçu le 10 Juin 2017 – accepté le 25 Juin 2017)

Résumé - *Jatropha curcas* L. (JCL) est une espèce oléagineuse dont l'huile peut servir comme biocarburant. La présente étude s'est intéressée aux effets du travail du sol et de la gestion des plants de JCL sur les performances de l'espèce et à l'effet du stade de maturité des graines sur la teneur et sur la qualité de l'huile, en fonction de diverses provenances. Quatre facteurs (travail du sol, taille de gestion des plants, état de maturité des fruits et provenance) ont ainsi été étudiés. Les résultats ont montré un effet significatif des facteurs ($p < 0.5$) sur la croissance, la ramification des plants, la quantité et la qualité de l'huile des graines de JCL. La taille de gestion a favorisé la production de plusieurs rameaux d'où une meilleure production de fruits. Par ailleurs, les graines récoltées sur les fruits jaunes (après 7 jours de séchage) ont donné une teneur en huile (30.21 g) et une viscosité (35.37 ± 0.10 cSt) plus élevées que celles obtenues à partir des graines récoltées sur les fruits noirs (respectivement 23.45 g et $21\ 35.285 \pm 0,10$ cSt) ou sur les fruits verts (17.771 g et 35.08 ± 0.10 cSt). Ces résultats permettent de dire que la stimulation de la ramification grâce à la gestion des plants de JCL permet d'augmenter la production de fruits et que le fruit jaune constitue le stade de maturité optimal pour une teneur en huile plus élevée.

Abstract - *Jatropha curcas* L. (JCL) produces oil that can be used as biofuel. This study aimed to evaluate the effects of planting site preparation and JCL plants management on its performances and the effect of seed maturity stage on seed oil content and quality, according to seed origins. Four factors were studied: planting site preparation, JCL plant management and JCL fruit maturity stage and origin. The results showed a significant effect of factors ($p < 0.05$) on plant growth, plant ramification number, JCL seed oil content and quality. Tree management favored twigs production and then higher fruit production. Besides, seeds harvested on yellow fruits gave a higher oil content (30.21 g) and viscosity (35.37 ± 0.10 cSt) than those obtained from seeds collected on black fruits (23.45 g and 35.285 ± 0.10 cSt, respectively) or on green fruits (17.771 g and 35.08 ± 0.10 cSt). These results have shown that higher tree ramification due to plant management allows to increase fruit production and that JCL yellow fruit occurrence determines the optimal maturity stage for a higher seed oil content.

Keywords: *Jatropha curcas* L. - JCL seed origins - JCL plant management - JCL growth
- JCL plant ramification - JCL seed oil content - JCL seed oil quality.

1. INTRODUCTION

L'intérêt grandissant pour les biocarburants a été alimenté par le désir de réduire les émissions de gaz à effets de serre provenant en grande partie des carburants fossiles traditionnels, tout en améliorant la sécurité des réserves de carburants et en encourageant le développement rural [1]. Les politiques en faveur du développement durable et la récente crise énergétique mondiale ont créé une opportunité pour la

* bathie_samba@yahoo.fr

valorisation des huiles végétales comme biocarburant à travers le monde [2]. Grâce à ses potentialités, dont la réhabilitation des sols dégradés, l'utilisation de ses plants comme haie vive, mais aussi et surtout de son huile comme biocarburant, *Jatropha curcas* L. (JCL) suscite un grand intérêt pour divers organismes de développement [3].

JCL est une plante originaire d'Amérique tropicale, mais qui s'est maintenant répandue dans toutes les régions tropicales arides et semi arides du monde. Membre de la famille des *Euphorbiacées*, elle est une plante pérenne résistante à la sécheresse. Elle peut croître sur des sols pauvres et peut vivre jusqu'à 50 ans. Son rendement agricole varie de 123 kg/ha de graines pour des plantations de 2 ans à 350 kg/ha à 4 ans [4]. Selon Pirot *et al.* [5], des rendements en graines de 200 kg/ha durant les mauvaises années et 800 kg/ha durant les bonnes années ont été observés. Les résultats de Barro *et al.* [6] ont montré un an après plantation que le nombre de fruits par arbre variait entre 12 et 16. Deux ans après plantation, ce nombre a été supérieur à 18.

Ces rendements en fruits et graines étant très faible en plantations pluviales en zone soudano-sahélienne à Bargny (Sénégal), il serait important de trouver des stratégies pour les augmenter. Ainsi, la stimulation d'une ramification importante par les tailles de gestion des plants et/ou le choix de provenances à forte ramification seraient des voies intéressantes à étudier pour augmenter le rendement. Par ailleurs, peu de données sont disponibles sur la quantité et la qualité de l'huile en fonction des provenances et de l'état de maturité des fruits de JCL. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude qui tente d'apporter des réponses aux questions ci-après:

- quel est le type de gestion à appliquer aux plants de JCL pour obtenir une meilleure productivité?
- à quel stade de maturité des graines de JCL obtient-on une plus grande quantité d'huile et une meilleure qualité d'huile?

Cette étude a ainsi pour objectif de déterminer les effets de la taille de gestion, (de l'état de maturité des fruits et de la provenance) sur (i) les performances (croissance des fruits, vigueur des graines ...) (ii) la teneur et la qualité de l'huile des graines de JCL.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Zone d'étude

L'expérimentation a été conduite dans la région de Dakar (Sénégal), commune de Bargny, sur la réserve foncière de la SOCOCIM Industries destinée à l'extraction de calcaires. Ce site est sous l'influence d'un climat de type soudano-sahélien avec une saison pluvieuse (Juillet - Septembre) et une saison sèche (Octobre - Juin). L'altitude moyenne est de 20 m avec une nappe phréatique profonde de 12 à 36 mètres [7]. La température varie entre 17 °C et 25 °C (Décembre à Avril) et de 27 °C à 30 °C (Mai à Novembre). Le site se situe entre les isohyètes 300 et 600 mm. La moyenne annuelle des précipitations est de 550 mm avec des pics au courant du mois d'Août.

Bargny comprend un ensemble de collines et de plateaux d'altitudes inférieures à 50 m. Sa couverture géologique comprend une alternance de marnes et de calcaires dont les plus perméables, les calcaires paléocènes de Sébikotane, les sables et les grès du mæstrichien, renferment des nappes aquifères importantes.

On y observe le prolongement des bas-fonds fertiles et des sols aptes au maraîchage et à l'arboriculture, particulièrement dans la zone rurale.

2.2 Dispositif expérimental

Une plantation de 625 plants à l'hectare (4m x 4m) a été réalisée dans la réserve foncière de la SOCOCIM en 2008. Les plants de *Jatropha curcas* L. ont été irrigués,

après plantation à raison de deux arrosages de 16 l/plant/semaine durant 12 mois. L'influence des facteurs de provenances, du travail du sol, de taille/recépage des branches et du stade de maturité des fruits, sur les variables morphologiques des plants et des graines de JCL et sur la quantité et la qualité de son huile produite a été étudiée.

Le travail du sol avait deux niveaux: sous - solage croisé et témoin sans travail du sol. La taille de gestion a été appliquée sur les branches secondaires des plants de *Jatropha curcas* L. selon quatre modalités: 0, 25, 50 et 100 % des branches taillées respectivement. La taille a été faite à partir du 4ème nœud à compter du point d'insertion de la branche.

Le facteur 'provenance' comptait deux niveaux (Diobass et Casamance). La parcelle élémentaire était un carré de 36 m x 36 m, contenant 100 plants de *Jatropha curcas*. Le facteur 'maturité des fruits' avait trois modalités (fruits verts, fruits jaunes et fruits noirs). La combinaison des niveaux des facteurs (provenances, travail du sol, taille de gestion et maturité des fruits) a donné un total de 48 traitements avec 3 répétitions/traitement, soit 144 unités expérimentales.

Les variables suivantes ont été suivies:

* **la croissance des fruits**- Dans chaque parcelle élémentaire, le diamètre de 16 fruits choisis au hasard sur 4 différents plants, à raison de 4 fruits/plant, a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse électronique. Les mesures ont été effectuées une fois par semaine jusqu'à maturité;

* **la vigueur des graines** a été suivie comme suit: 50 graines issues de fruits verts ont été semées sur place en même temps que 50 graines provenant de fruits noirs et 50 graines de fruits jaunes;

* **le nombre de ramifications secondaires** avant la taille de gestion (NR2AVT);

* **le nombre de ramifications secondaires total** un mois après la taille des plants (NR2APT);

* **le taux de ramification** (Tx/Ram %) après la taille de gestion: Tx/Ram %

$$\text{Tx/Ram \%} \equiv \frac{\text{NR2APT} - \text{NR2AVT}}{\text{NR2AVT}} \times 100$$

* **le diamètre au collet** (cm) de la tige principale (DCTP);

* **les diamètres du houppier** (m) suivant la direction parallèle à la ligne de plantation et suivant la direction perpendiculaire à la ligne de plantations;

* **les caractéristiques morpho-métriques des graines** (longueur: axe longitudinal, largeur: axe radial, épaisseur: axe latéral);

* **la qualité et la quantité de l'huile**-

Pour la détermination de la 'quantité de l'huile' des graines, la méthode au soxhlet a été utilisée. Pour le principe d'extraction, trois échantillons (fruits verts, fruits jaunes, fruits marrons ou noirs) de chaque provenance ont été prélevés, décortiqués, puis broyés séparément. Les échantillons ont été placés dans une cartouche en cellulose.

L'extracteur a été placé sur un ballon contenant du solvant (N-hexane) et chauffé, provoquant ainsi l'évaporation du solvant qui passe dans le tube adducteur, puis se condense grâce au réfrigérant, avant de retomber dans le corps de l'extracteur. Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du tube siphon, qui provoque le retour du liquide dans le ballon, accompagné des substances extraites.

Le solvant contenu dans le ballon s'enrichit progressivement de composés solubles, principalement l'huile. Le cycle a été répété 5 à 6 fois dans les quatre heures jusqu'à épuisement complet de l'échantillon.

* Le **pouvoir rotatoire** a été déterminé à l'aide du polarimètre polartronic E avec une cuve de longueur 5 cm. Ensuite la valeur du pouvoir rotatoire spécifique a été déduite. Le pouvoir rotatoire de l'huile de *Jatropha curcas* L. a été déterminé en utilisant la conversion suivante:

$$(\alpha)D \equiv \frac{\alpha \text{ mesuré} \times 10}{M} \quad (\text{exprimé en deg rés})$$

M, Masse de produit en g, α , Pouvoir rotatoire lu de la substance, $(\alpha)D$, Pouvoir rotatoire spécifique de la substance.

* **Viscosité cinématique**- C'est l'une des propriétés les plus importantes. Elle est caractérisée par la résistance de l'huile à l'écoulement. Elle est déterminée à la température 40 °C et 100 °C du fait qu'on suppose qu'un moteur hors service se met à une température de 40 °C et à 100°C lorsqu'il est en service.

Un viscosimètre propre et sec qui couvre la zone de viscosité cinématique présumée a été utilisée. La viscosité du liquide a été déterminée par la formule suivante:

$$KV \text{ (cSt)} \equiv T \times C \text{ (cSt)}$$

avec KV, Viscosité cinématique, C, Constante du tube, T, Temps d'écoulement en secondes.

* **Point d'écoulement**- Le point d'écoulement d'un lubrifiant correspond à la température en dessous de laquelle le produit est figé et ne peut plus s'écouler. Ce test s'applique à toutes les productions d'huiles lubrifiantes moteurs.

* **Point éclair (flash point)**- Le point éclair est la température minimale à laquelle les vapeurs d'un liquide s'enflamment, soit de manière spontanée (on parle alors d'auto inflammation), soit par l'intermédiaire d'une flamme pilote.

Le point éclair est la température la plus basse à laquelle un liquide fournit suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant, un mélange gazeux qui s'enflamme sous l'effet d'une source d'énergie calorifique, telle qu'une flamme pilote. La détermination du point éclair a été réalisée avec l'appareil automatique de Cleveland.

* **Densité**- La densité ou masse volumique d'un liquide à une température donnée est le quotient entre sa masse et son volume. Elle s'exprime en kilogramme par mètre cube.

Dans le domaine du pétrole, elle est généralement donnée à 15°C. Pour sa détermination, un thermo - densimètre est plongé dans l'échantillon à étudier jusqu'à ce que les chiffres indiquant la densité et la température soient stables. Ces valeurs sont ensuite converties à 15 °C, à l'aide d'un livre ASTM.

2.3 Analyses statistiques

Les données collectées ont été saisies sur Excel. Ensuite, le logiciel Statistix 10 a été utilisé pour effectuer une analyse de variance afin de déceler l'existence ou non de différences entre les traitements, suivie du test de comparaison de moyennes de Tukey, en cas de différences significatives, pour identifier les traitements différents.

Auparavant le test de Bartlett [8] a permis de vérifier l'homogénéité des variances.

3. RESULTATS

3.1 Effet de la taille de gestion et de la provenance sur la croissance et l'architecture des plants de *Jatropha curcas* L.

La croissance des plants a significativement varié en fonction de l'interaction entre les niveaux de taille et les provenances (**Tableau 1**). Les diamètres au collet des tiges principales des plants de JCL taillés à 100 % ou à 25 % ont été égaux, mais significativement différents de ceux des plants taillés à 50 % ($p = 0.0237$), quelle que soit la provenance considérée.

Tableau 1: Effet de la taille de gestion et de la provenance sur la croissance et la ramification des plants de *Jatropha curcas* L.

Variables	Facteur taille de gestion des plants							Facteur Provenance		
	Provenance Casamance			Provenance Diobass			P>F*	Casamance	Diobass	P>F
	100%	50%	25%	100%	50%	25%				
	Taillées	Taillées	Taillées	Taillées	Taillées	Taillées				
DCTP	40±3,18	34±3,18	43±3,18	51±3,18	41±3,18	51±3,18	0,0237	39,33±2,24	47,889±2,24	0,0173
NR2AV	54±10	42,33±10	53±10	76,33±10	40,33±10	95±10	0,0257	49,889±8	70,556±8	0,0905
NR2T	54±6,4	21±6,4	13,3±6,4	76,33±6,4	20±6,4	23,667±6,4	0,0002	29,44±9	40±9	0,4164
DH1	2,44±0,3	2,54±0,3	2,91±0,3	3,07±0,3	2,69±0,3	2,80±0,3	0,7847	2,63±0,18	2,85±0,18	0,3935
DH2	2,526±0,2	1,96±0,2	2,62±0,2	3,17±0,2	2,74±0,2	3,07±0,2	0,0187	2,37±0,13	2,99±0,13	0,0055
DHM	2,48±0,24	2,25±0,24	2,77±0,24	3,12±0,24	2,72±0,24	2,94±0,24	0,216	2,5±0,136	2,92±0,136	0,0454
NR2APT	130,3±18,6	84,33±18,6	91±18,6	197,67±18,6	77±18,6	147±18,6	0,0069	101,89±16,9	140,56±16,9	0,128
TX/Ram	41,7±2,9	33,5±2,9	25,48±2,9	44,3±2,9	32,29±2,9	23,06±2,9	0,0020	33,579±3,24	33,22±3,24	0,9382

*significatif au seuil de 0,05.

DCTP = diamètre au collet (cm) de la tige principale, NR2AV = nombre de ramifications secondaires avant taille, NR2T = nombre de ramifications secondaires taillées, NR2APT = nombre de ramifications secondaires après taille de gestion, TX/Ram = taux d'augmentation de la ramification, DHM = diamètre moyen (m) du houppier.

Par ailleurs, la valeur moyenne de cette variable était plus faible ($p = 0.173$) chez la provenance Casamance (39.33 ± 2.24 cm) que chez la provenance Diobass (47.889 ± 2.24 cm).

L'analyse a également montré que le diamètre moyen du houppier a varié ($p = 0.0454$) entre les provenances avec 2.5 ± 0.136 m pour la provenance Casamance et 2.92 ± 0.136 m pour Diobass.

Cependant, le nombre de ramifications n'a pas varié entre les provenances avant les tailles de gestion. Après ces tailles, un effet significatif a été observé sur le nombre de ramifications secondaires ($p = 0.0069$) et sur le taux de ramifications ($p = 0.0020$).

Ce taux était plus élevé pour les plants taillés à 100% que pour ceux taillés à 50% et 25% {respectivement 41.7 ± 2.9 %; 33.5 ± 2.9 % et 25.48 ± 2.9 %} chez la provenance Casamance. La même tendance a été notée chez la provenance Diobass avec 44.3 ± 2.9 %; 32.29 ± 2.9 % et 23.06 ± 2.9 %, respectivement sur les plants taillés à 100 %, 50 % et 25 %.

3.2 Effet de la provenance et du travail du sol sur la croissance des fruits de *Jatropha curcas* L.

La croissance des fruits de JCL (figure 1) a duré 5 semaines, soit 35 jours. A partir de la sixième semaine, l'épaisseur des fruits a plafonné à 26.25 mm, valeur qui est restée constante par la suite.

L'épaisseur des fruits de la provenance Casamance, dans la parcelle travaillée (sous - solage), a sensiblement été supérieure à celle de la parcelle témoin (sans travail du sol).

Cependant, pour la provenance Diobass, elle a été meilleure au niveau du témoin durant les trois premières semaines, ensuite aucune différence n'a été enregistrée entre l'épaisseur des fruits des plants de la parcelle témoin et celle des fruits des plants de la parcelle travaillée.

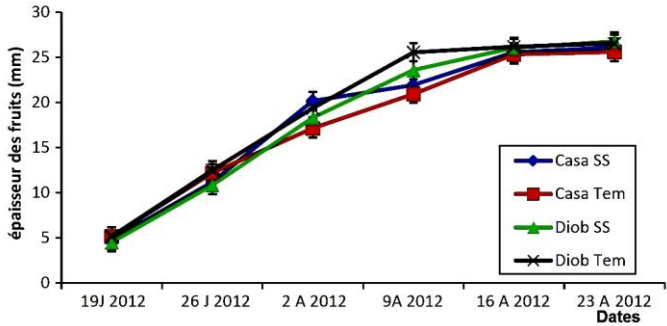


Fig. 1: Effet de la provenance {Casamance (Casa), Diobass (Diob)} et du travail du sol {sous - solage (SS), témoin (Tem)} sur la croissance des fruits {(J = Juillet, A = Août)}

3.3 Effet de la provenance sur les caractéristiques morpho-métriques des graines de *Jatropha curcas* L.

La longueur ($p = 0.4647$), la largeur ($p = 0.5351$) et l'épaisseur ($p = 0.0887$) des graines de JCL n'ont pas varié en fonction de la provenance (Tableau 2).

Tableau 2. Effet de la provenance sur les caractéristiques morpho-métriques (longueur, largeur et épaisseur) des graines de *Jatropha curcas* L.

Variables	Provenance Casamance	Diobass
Longueur (mm)	17,279±0,097	17,403±0,097
Largeur (mm)	11,368±0,063	11,435±0,063
Epaisseur (mm)	8,75±0,024	8,86±0,024

3.4 Vigueur des graines en fonction de la maturité des fruits de *Jatropha curcas*

La germination des graines de JCL semées à faible profondeur (1-2 cm) a commencé le septième jour après semis. Elle a été progressive jusqu'au dixième jour. Le taux de germination des graines issues des fruits jaunes a été plus important (66 %) que celui des graines issues des fruits noirs (28.5 %) et des graines des fruits verts (3.5 %). Les graines des fruits jaunes présentaient ainsi une plus grande vigueur que celles des fruits verts ou noirs.

3.5 Effet de la provenance et de l'état de maturité des fruits sur la teneur en huile des graines de *Jatropha curcas* L.

La masse de l'huile des graines de JCL et la masse du Marc ou, masse de matière sèche n'ont pas varié significativement entre les provenances (respectivement $p = 0.8906$ et $p = 0.9674$). Par contre, l'état de maturité des fruits a eu un effet significatif sur la teneur en huile ($p = 0.0009$) et sur la masse du Marc ($p = 0.00034$).

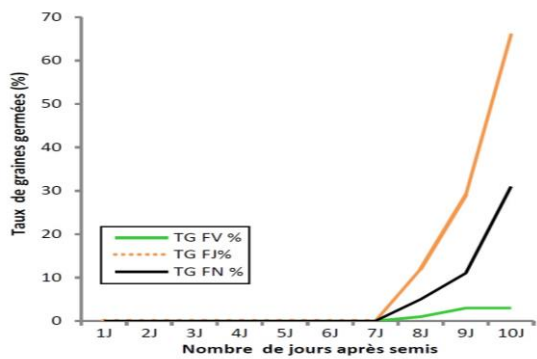


Fig. 2: Vigueur des graines de *Jatropha curcas* L. en fonction de leur état de maturité.
TG = taux de germination ; FV = fruit vert ; FJ = Fruit jaune ; FN = fruit noir.

La teneur en huile a été plus élevée dans les graines des fruits jaunes (30.217 g) que dans les fruits noirs (23.450 g) et dans les fruits verts (17.771 g). La masse du Marc dépend de celle de l'huile, elle diminue quand cette dernière augmente.

Tableau 3: Effet de la provenance et de l'état de maturité des fruits sur la teneur en huile des graines de *Jatropha curcas* L.

Variables	Provenance		P>F*	Etat de maturité des fruits			P>F
	Casamance	Diobass		Vert	Jaune	Noir	
Masse huile (g)	25,044	24,594	0,8906	17,771	30,217	23,450	0,0009
Masse Marc (g)	73,474	73,337	0,9674	80,921	68,567	73,950	0,0034

*significatif au seuil de 0,05.

3.6 Effet de la provenance et de l'état de maturité des fruits sur la qualité de l'huile des graines de *Jatropha curcas* L.

La provenance et l'état de maturité des fruits n'ont pas eu d'effets significatifs sur la densité {respectivement $p = 0.168$ et $p = 0.427$ }, le flash point { $p = 0.1835$ et $p = 0.500$ } et la polarimétrie { $p = 0.4226$ et $p = 0.500$ } de l'huile de JCL.

Par contre, la viscosité { $p = 0.004$ } a varié en fonction de la provenance mais elle a été la même pour tous les stades de maturité des fruits ($p = 0.319$). La viscosité moyenne de l'huile des graines de JCL, en fonction du stade de maturité des fruits, était de 35.24 ± 0.10 cSt.

Tableau 4: Qualité de l'huile des graines de *Jatropha curcas* L. sous l'influence de la provenance et de l'état de maturité des fruits

Variables	Provenance		P>F*	Etat de maturité des fruits			P>F
	Casamance	Diobass		Vert	Jaune	Noir	
Densité (kg/m ³)	873±0,56	874,7±0,56	0,168	872,1±0,69	874,1±0,69	874,50±0,69	0,427
Flash point (°C)	186,67±0,47	188±0,47	0,1835	187±0,57	188±0,57	187±0,57	0,500
Viscosité (cSt)	34,32±0,083	36,17±0,083	0,0040	35,08±0,10	35,37±0,10	35,285±0,10	0,319
Polarimétrie	-6,67	0,000	0,4226	0,000	0,000	-1 ,00	0,500

*significatif au seuil de 0,05.

4. DISCUSSION

Les variables de croissance notamment le diamètre au collet de la tige principale et le diamètre du houppier ont varié entre les provenances (Diobass et Casamance). Ces résultats sont en harmonie avec ceux d'Ahoton *et al.* [9] qui ont observé des différences hautement significatives du diamètre au collet de la tige principale entre plusieurs provenances de *Jatropha curcas*.

De même, Ly *et al.* [10] ont montré que les taux de croissance du diamètre au collet des provenances Nioro et Kaffrine ont varié en fonction de la salinité du sol.

Pour toutes les provenances, la ramification (avant et après taille) a varié sous l'effet des tailles de gestion des plants de JCL. C'est la même tendance qui a été observée pour le taux de ramification chez les deux provenances.

Jatropha curcas ne produisant que quelques fruits (entre 10 et 20) par branches [11], il convient, par une gestion appropriée, de lui donner un port multicaule pour augmenter sa production. Selon Bruno *et al.* [12], la taille permet le développement des bourgeons latéraux; les fleurs apparaissent à l'extrémité des branches et plus il y a de branches, plus l'arbre est productif.

Le travail du sol a semblé améliorer la croissance des fruits chez la provenance Casamance durant les trois premières semaines. Par contre chez Diobass, la parcelle préparée a enregistré les plus faibles valeurs par rapport au témoin. Cependant, à la sixième semaine, tous les fruits avaient atteint leur maturité avec la même grosseur entre les parcelles (travaillées ou pas) et entre les provenances.

D'après Heller [1996 [13]], la maturité est atteinte en 90 jours après l'anthèse. Certains résultats confirment que de la floraison à la maturité des graines, le fruit de JCL met 80 - 100 jours pour se développer [11], ce qui est en harmonie avec nos résultats.

L'étude de la vigueur des graines a montré que celles provenant des fruits verts germent en même temps (au septième jour) que les graines des fruits jaunes et noirs, mais avec un taux plus faible. Nguema *et al.* [14] ont observé une germination des graines de *Jatropha curcas* six (6) jours après semis, avec un taux de 90 %. La germination comparée des graines en fonction de leur maturité a montré que les graines de fruits jaunes ont une vigueur germinative plus élevée que celle des graines des fruits noirs et verts.

De même, la teneur en huile et la masse du Marc ou masse de matière sèche sont plus importantes chez les fruits jaunes que chez les fruits noirs ou verts. La récolte au stade optimal permet de maximiser le contenu en huile [Barbier *et al.* [15]]. Le stade fruit jaune serait ainsi favorable pour une germination optimale et une quantité d'huile maximale.

La provenance et le stade de maturité des fruits n'ont pas un effet significatif sur les propriétés de l'huile notamment la densité, la polarimétrie et le flash point. Les valeurs du flash point sont comprises entre 186.67 ± 0.47 °C et 188 ± 0.57 °C et corroborent celles de Diop [16] situées dans l'intervalle 177 - 199 °C.

La polarimétrie est une technique expérimentale basée sur la mesure de la déviation du plan de polarisation d'une lumière polarisée traversant une solution composée d'une ou de plusieurs molécules chirales.

Cette méthode n'est applicable qu'aux molécules optiquement actives (chirales). Elle a été découverte par Biot [17] en 1812 sur des cristaux, puis en 1815 sur des molécules organiques. Selon la loi de Biot, un composé est considéré comme optiquement en activité si la lumière polarisée linéairement subie une rotation en passant au travers de

celui-ci. L'huile de JCL manifeste une absence de molécules chirales, car elle donne un pouvoir rotatoire (polarimétrie) presque nul (**Tableau 4**).

Par contre, la viscosité de l'huile a varié entre les provenances. En outre, l'état de maturité des fruits a montré, en valeurs absolues, une viscosité légèrement plus élevée chez les graines de fruits jaunes que chez celles des fruits noirs et verts. La viscosité d'un liquide est selon Barthélémy [18], sa caractéristique d'être plus ou moins fluide ou, en d'autres termes, d'opposer plus ou moins de résistance au pompage ou au passage à travers un orifice ou un tuyau.

L'huile de *Jatropha curcas* présente, selon Amoussou [19], une viscosité plus élevée à 40° C (39.13 ± 0.159 Cst) que celle du gasoil pour la même température (3.37 ± 0.042 Cst). Les travaux de ce dernier confirment aussi que les résultats sur la viscosité (**Tableau 4**) obtenus dans notre étude sont très élevés par rapport à ceux du gasoil. Agarwal *et al.* [20], ont noté que les huiles végétales sont dix fois plus visqueuses que le gasoil à 40°C et trente fois plus visqueuses à 0°C.

5. CONCLUSION

La croissance des plants de *Jatropha curcas*, notamment du diamètre au collet de la tige principale et du diamètre du houppier, a varié entre les provenances avec des valeurs plus élevées chez Diobass que chez Casamance.

Par ailleurs, la gestion des plants a une influence sur la ramification secondaire et le taux de ramification mais le facteur 'provenance' n'a pas d'effets significatifs sur la ramification ou sur les caractéristiques morpho - métriques des graines.

La germination a commencé le même jour pour toutes les graines, quel que soit le stade de maturité des fruits. Cependant, les graines des fruits jaunes ont une vigueur germinative plus importante que celle des graines de fruits noirs et verts. La même tendance s'observe sur la teneur en huile et la masse du Marc. De même, la viscosité est plus élevée dans l'huile extraite des graines de fruits jaunes que dans l'huile des graines des autres stades de maturité.

En outre, la provenance et l'état de maturité des fruits n'ont pas un effet significatif sur les caractéristiques physicochimiques de l'huile, notamment sur la densité, le flash point et la polarimétrie. En effet, l'augmentation de la gamme de provenances, favoriserait un bon choix du taxon plus productif et un meilleur rendement en huile.

REFERENCES

- [1] D. Rangi, 'Le Programme Mondial sur les Espèces Envahissantes', N°9, 2007, www.gisp.org
- [2] M. Jayasingh, 'The Use of Biodiesel by the Indian Railways', In: N.G. Hegde, JND & S. Dhar (Editors), *Jatropha and Other Perennial Oilseed Crops*, BAIF Development Research Foundation, Pune. 2004.
- [3] M.M. Datta, M. Priyanka, G. Biswajit and B.J. Timir, 'In Vitro Clonal Propagation of Biodiesel Plant (*Jatropha curcas* L.)', Current Science, Vol. 93, N°10, pp. 1438 - 1442. 2007.
- [4] I. Diédhiou, 'Impacts Potentiels de l'Introduction de *Jatropha curcas* L. dans un Contexte de Variabilité et Changement Climatiques: Impacts Agricoles et Environnementaux, Intérêts Economiques pour les Ménages et Communautés

Rurales', Atelier de Clôture Cotonou, Bénin, 18-21 octobre, Université de Thiès, Sénégal, 2009.

- [5] R. Pirot et O. Hamel, 2012
<http://unep.org/energy/Portals/50177/publications/realites-du-jatropha-confrontees-aux-mecanismes-carbone-intermediaire-28juin2012.pdf>, -consulté le 26/02/2014 à 23h22mn
- [6] L. Barro, N.A.S. Samba, M. Diatta et L.E. Akpo, '*Effet du Travail du Sol sur la Productivité de Différentes Provenances de Jatropha curcas L.*', OCL, Vol. 20, N°3, pp. 165 - 170. Doi: [10.1684/ocl.2013.0508](https://doi.org/10.1684/ocl.2013.0508) consulté 2013.
- [7] A. Diallo, M.A. Diakhaté, A. Bâ, B. Diarra et M. Sow '*Profil de Développement Durable de la Commune de Bargny*', Agenda 21 de la Commune de Bargny, 2006.
- [8] M.S. Bartlett, '*The Use of Transformations*', Biometrics, Vol. 3, pp. 39 - 52, 1947. Doi: [10.2307/3001536](https://doi.org/10.2307/3001536).
- [9] L.E. Ahoton, F. Quenum et G. Mergeai, '*Evaluation Agro-morphologique et Sélection des Meilleures Accessions de Pourghère (Jatropha curcas L.) Introduites au Bénin*', International Journal of Biological and Chemical Sciences, Vol. 5, N°4, pp. 1619 - 1627, 2011.
- [10] Mo Ly, D. Kumar, M. Diouf, S. Nautiyal et T. Diop, '*Effet de la Salinité sur la Croissance et la Production de Biomasse de Deux Provenances de Jatropha curcas L. Cultivées en Serre*', International Journal of Biological and Chemical Sciences, Vol. 8, N°1, pp. 46 - 56, 2014.
- [11] Formad Environnement 2013
<http://www.formad-environnement.org/formad-jatropha-2013.pdf>
 consulté 10/09/2014 à 14heures 56 minutes
- [12] B. Legendre, G. Mergeai et M. Terren, Note N°3. '*Etablissement de plantations de Jatropha curcas*', SociétéPerformances RC 96B1982 – Dakar Ninea 190263 372 2B2, 2009.
- [13] J. Heller, '*Physic Nut Jatropha curcas L. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglectedcrops 1*', In Institute of Plant Genetic and 48 Crop Plant Research (IPR), Gatersleben, Germany, and International Plant Genetic, Resource Institute, Rome, Italy, 88 p., 1996.
- [14] N.P. Nguema, E.B. Bouanga, Y.C. Massounga et B.G. Boussiengui, '*Etude Comparée de trois méthodes de multiplications de Jatropha curcas L. dans les conditions climatiques du Sud-Est du Gabon*', Journal of Applied Biosciences, Vol. 65, pp. 4989 - 4998, 2013.
- [15] J. Barbier, M. Cissao, C. Cissé, F. Loch, C. Grand et G. Mergeai, '*Intérêt de Mettre en Place une Filière Courte Basée sur la Culture du Jatropha (Jatropha curcas L.) dans la Communauté Rurale de Dialocoto*'. Capitalisation du projet '*Validation du Système Jatropha en Milieu Rural Sénégalais*', de l'OPDAD et d'ADG, 2012.
http://ongadg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/divers/document_synthese_jatropha_final.pdf. consulté le 01/06/2015 à 10 heures 18mn.
- [16] M. Diop, '*Production de Biodiesel à partir de l'Huile de Jatropha*', Projet de fin d'étude, ESP Centre de Thiès, Département de Génie Mécanique, 2009.
- [17] <http://sciences-en-ligne.com/DIST/Data/Ressources/lic2/>

chimie/chi_exp/polarimetrie/sommaire.htm

- [18] D.E.T. Barthélémy, '*Utilisation de l'Huile de Palme comme Combustible dans les Moteurs Diesel*', Mémoire d'Ingénieur, Haute Ecole Léonard de Vinci, 2004.
- [19] K.M.A. Amoussou, '*Investigations des Caractéristiques comme Carburants de Mélanges d'Huiles Végétales Incorporées dans du Gasoil*', Laboratoire Biomasse, Energie et Biocarburant / 2ie. Mémoire de Master, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement. 2010.
- [20] D. Agarwal and A.K. Agarwal, '*Performance and Emissions Characteristics of Jatropha Oil (pre-heated and blends) in a direct Injection Compression Ignition Engine*', Applied Thermal Engineering Vol. 27, pp. 2314 - 2323, 2007.