

Effet de Différents Substrats en Période de Stress Hydrique dans la Croissance des Plants de Palmier à Huile C1001F (*Elaeis Guineensis* Jacq.) en Côte d'Ivoire

Gogoue Dessan Obed

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire d'Agronomie-Physiologie, Station de Recherches de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

N'Guessan Assié Nin Hauverset

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire d'Entomologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Niamchkechi Jule Leonce

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire de Biotechnologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Adou Bini Christophe

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire d'Agronomie-Physiologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Sekou Diabate

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire de Phytopathologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Doi: [10.19044/esipreprint.6.2023.p713](https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2023.p713)

Approved: 28 June 2023

Posted: 30 June 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Obed G.D., Hauverset N.A., Leonce N.J., Christophe A.B. & Diabate S. (2023). *Effet de Différents Substrats en Période de Stress Hydrique dans la Croissance des Plants de Palmier à Huile C1001F (Elaeis Guineensis Jacq.) en Côte d'Ivoire*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2023.p713>

Resume

Les pépinières de palmier à huile, en période de sécheresse, subissent des pertes d'eau élevée dues à l'évapotranspiration au niveau de la plante et du terreau de terre. Dans les zones semis-humides, nouvelles zones d'expansion de la culture du palmier à huile en Côte d'Ivoire, l'évapotranspiration des pépinières est encore plus élevée, à cause de l'intensité des sécheresses. Lorsque les pertes d'eau dues à ce phénomène ne sont pas compensées correctement au niveau des pépinières, cela entraîne un

déficit hydrique qui a pour conséquence une compaction et un durcissement de la terre de terreau ; un ralentissement de la croissance de la plante suivi de son flétrissement et sa mort. Il est recherché ainsi des substrats organiques comme terreau, ayant une bonne stabilité hydrique, une faible compaction, favorisant une bonne croissance de la plante en période sèche, réduisant ainsi les effets du déficit hydrique. Le matériel organique de l'essai se compose de quatre substrats que sont : Terre (T) ; Terre + poudrette de parc (TPP) ; Terre, Poudrette de parc + Fibre de palmier (TPPFP) ; Terre, Poudrette de parc + Suie de bois (TPPSB). Le matériel végétal est de 240 plants de 6 mois de la catégorie C1001F. Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher totalement randomisé à 3 répétitions de 4 traitements chacun, qui permet l'étude de deux facteurs (traitement hydrique et substrats) à deux niveaux (apport d'eau à 690ml et déficit d'eau à 100%) pendant une période de 36 jours. Sous arrosage, les paramètres étudiés sous les quatre traitements sont en perpétuelle croissance. Deux traitements, TPP et TPPFP ont les valeurs des paramètres qui surpassent ceux des autres traitements. Sous déficit hydrique, les valeurs des paramètres étudiés sous les quatre traitements baissent progressivement. Les traitements TPP et TPPFP enregistrent les plus faibles chutes des valeurs de paramètres étudiés. Les deux traitements TPP et TPPFP favorisent plus la croissance des plants sous arrosage normale, mais aussi sous déficit hydrique en période sèche.

Mots clés : Palmier à huile, évapotranspiration, déficit hydrique, tolérance, substrat organique, hauteur, circonférence au collet, nombre de feuille, Côte d'Ivoire

Effect of Different Substrates in Times of Water Stress in the Growth of Oil Palm Plants C1001F (*Elaeis Guineensis* Jacq.) in Côte d'Ivoire

Gogoue Dessan Obed

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire d'Agronomie-Physiologie, Station de Recherches de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

N'Guessan Assié Nin Hauverset

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire d'Entomologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Niamchkechi Jule Leonce

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire de Biotechnologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Adou Bini Christophe

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire d'Agronomie-Physiologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Sekou Diabate

Centre National de Recherche Agronomique, Laboratoire de Phytopathologie, Station de La Mé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Abstract

Oil palm nurseries, in times of drought, suffer high water losses, due to evapotranspiration at the level of the plant and the soil. In the semi-humid zones, new areas of expansion of oil palm cultivation in Côte d'Ivoire, the evapotranspiration of the nurseries is even higher, because of the intensity of the droughts. When the water losses, due to this phenomenon, are not compensated correctly at the level of the nurseries, this leads to a water deficit, which has the consequence of compaction and hardening of the soil, a slowing of the growth of the plant, followed by its wilting, and its death. It is thus sought, organic substrates, such as compost, having good water stability, low compaction, promoting good growth of the plant in dry periods, thus reducing the effects of water deficit. The organic material of the test consists of four substrates which are : Earth (E), earth + park crumb (EPC), earth + park crumb + palm fiber (EPCPF), earth + park crumb + wood soot (EPCWS). The plant material is 240 plants, 6 months old each, of the category C1001F. The experimental device is a totally randomized Fisher block with 3 repetitions, of 4 treatments each, which allows the study of two factors (water treatment and substrates) at two levels (water intake at 690ml and 0% water intake) for a period of 36 days. Under normal watering, the parameters studied under the four treatments are in perpetual growth. Two treatments,

EPC and EPCPF have parameter values that exceed those of the other treatments. Under water deficit, the values of the parameters studied under the four treatments drop progressively. The EPC and EPCPF treatments recorded the smallest drops in the values of the parameters studied. The two treatments EPC and EPCPF, favor the growth of plants more under normal watering, but also under deficit in dry periods.

Keywords: Oil palm, evapotranspiration, water deficit, tolerance, organic substrates, plant height, collar circumference, number of green leaves, Côte d'Ivoire

Introduction

La Côte d'Ivoire est le principal exportateur en Afrique Occidentale de l'huile de palme avec 60 % des exportations. Elle fournit le marché régional en huiles brutes et raffinées ainsi qu'en produits dérivés (Cheyins et al, 2000). La filière palmier à huile génère plus de 200 000 emplois réguliers faisant vivre environ 2 millions d'habitants soit 10 % de la population ivoirienne (Palme, 2014). La filière palmier à huile occupe ainsi une importante place dans l'économie agricole de la Côte d'Ivoire. Compte tenu de cette importance économique et sociale, préserver l'élément culture et accélérer son expansion pour une production plus élevée devient une des priorités de l'Etat (Palmafrique, 2018). L'une des voies préconisées pour augmenter la production de l'huile de palme est l'augmentation de l'espace cultivable du palmier à huile par l'exploitation de zones dites marginales à sa culture, (Palmafrique, 2018). Ces zones sont caractérisées par des sécheresses longues ou courtes mais suffisantes pour affecter le palmier à huile ainsi que son sol, sa flore et sa faune, (Maillard G., et al. 1974), (Rasmusson E.M., 1987), (N'guetta et al 1995), (Ballo K. et B. Kouamé. 1997). La pratique de l'élément culture dans ces zones va conduire à la mise en place de méthodes culturales contre le déficit hydrique (N'diaye O., 2000), (D. O. Gogoue et al, 2020), (Reis De Carvalho C. J., 1991) car le principal facteur climatique limitant la culture du palmier à huile est le manque d'eau dû à l'insuffisance de pluie, une sécheresse prolongée et une évapotranspiration intense. L'eau est le facteur du milieu qui optimise plus le potentiel végétatif et productif du palmier à huile. Des auteurs tels que Devuyst, (1948) ; Surre, (1968) ; Nguetta et al, (1995) ; Quencez, (1996), Caliman JP (1992), Cornaire B., et al (1994), Kallarackal et al. (2004) ont montré l'influence du déficit hydrique sur le cycle végétatif et productif de la plante. Les conséquences du manque d'eau sont désastreuses pour la croissance de la plante et la production de l'arbre. Elle se manifeste surtout en période sèche. En effet en cette période, les différentes étapes de l'évolution de la culture subissent les effets néfastes de l'absence de pluie ou

des faibles pluviométries. Ainsi elles ont des actions négatives sur la croissance des plants et la production des arbres. Les plants de palmiers en pépinière et en jeune culture subissent des mortalités souvent élevées surtout en milieu villageois, (Maillard G., et al. 1974), (Jacquemard JC. 2013), (Ballo K. et B. Kouamé. 1997). En pépinière, la phase d'étude de notre essai, les périodes sèches induisent une intense évapotranspiration (E. T. P.) au niveau de la plante et du terreau de terre qui la contient, (P. Quencez, 1974). Si l'arrosage manuel qui se pratique n'est pas intensif pour compenser les pertes d'eau dû à l'évaporation au niveau du terreau de terre et à la transpiration des feuilles, cela conduit à une insatisfaction des besoins en eau de la plante, (Quencez, 1982). Ceci conduit à un déficit hydrique provoquant le flétrissement et la mort de la plante. Ces facteurs s'aggravent avec le changement climatique qui affecte énormément le climat et la pluviométrie du palmier à huile (Odjugo P., 2009). Il devient donc nécessaire de déterminer et d'appliquer pour la stabilité de l'Elaeis culture en zone traditionnelle et pour son expansion en zone marginale des techniques culturales améliorant la tolérance des jeunes plants à cette période. En pépinière, il est recherché ainsi des substrats organiques comme terreau (Jacquemard JC. 2011), favorisant une bonne stabilité hydrique et une croissance de la plante en période humide comme en période sèche (Jean-Damien C., 2004), (Ognalaga M. 2017), (Tognetti C., Mazzarino M.J., Laos F., 2008), (Tougma R., 2006). En effet, l'apport de matière organique est très favorable à la macrofaune et la microflore du sol (Tougma, 2006), les matières organiques améliorent la structure et la texture du sol et stimulent l'activité microbienne dans le sol, (Cedra, 1997), (Bakayoko S. et al, 2019). C'est dans cette optique que cette étude a été menée avec pour objectif général d'étudier en pépinière l'effet de quatre différents substrats sur le développement de plants de palmier à huile en période de déficit hydrique. Il s'agira d'évaluer le taux de flétrissement et de mortalité des plants de palmier à huile pour chaque substrat utilisé et aussi les valeurs des paramètres morphologiques que sont la croissance en hauteur, la circonférence au collet des plants, et le nombre de feuille.

Matériel et méthodes

Site de l'Etude

L'essai a été réalisé sous serre au centre national de recherche agronomique (CNRA) de La ME, situé entre 5° 26' Latitude Nord et 3° 50' Longitude Ouest, au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, à 30km au Nord-Est de la ville d'Abidjan, sur la route menant à la ville d'Alépé. Des conditions de culture normales de la plante ont été mises en place pour que le déficit hydrique soit seul le facteur stressant. Un capteur d'humidité dans la serre nous permettait d'établir des conditions de température et d'humidité

favorables pour la culture du palmier, (une température moyenne horaire entre 27° et 35°C et une humidité fluctuant entre 80 % la nuit et 50 % à la mi-journée). Des conditions adéquates pour la culture de la plante (J.C Jacquemard, 1995), (Quencez P., 1996).

Matériel végétal

Le matériel de notre essai est composé de 90 plants de 6 mois. Ces plants sont issus de la catégorie C1001F.

Le matériel organique

Le matériel organique est la composition des différents substrats qui vont servir à remplir les sachets de pépinière dans lequel vont évolués les plants qui seront utilisé dans le cadre de l'essai. Il aura quatre types de substrats :

Substrat 1 : 100 % de terre(T) : il s'agit de la terre simple sans mélange de matière organique (Témoin).

Substrat 2 (TPP) : 50% Terre (T) + 50% poudrette de parc (PP), ce qui équivaut à 1 brouette de T pour 1 brouette de PP.

Substrat 3 (TPFP) : 50% Terre(T) +25% de poudrette de parc(PP) + 25% de fibre de palmier (FP), ce qui équivaut à 2 brouettes de T + 1 brouette de PP + 1 brouette de FP.

Substrat 4 (TPPSB) : 50% Terre(T) +25% de poudrette de parc(PP) + 25% de suie de bois(SB), cela égale à 2 brouettes de T + 1 brouette de PP + 1 brouette de SB.

Il faut ajouter que les différents substrats ont été traités à l'eau de javel en raison de 25ml de javel pour un arrosoir de 25 litres, car les substrats à l'état pur contiennent des microorganismes (Jean-Damien, 2004). Ce qui peut être nuisible au développement de la plantule de palmier si leur nombre n'est pas régularisé.

Méthodes Expérimentales

Des plantules de la prépépinière, 240 plantules au total, seront repiquées dans des sachets en polyéthylène qui seront rempli avec 10 kg de terreau des quatre différents substrats organiques énumérés. Les plantules seront choisies suite à une sélection qui permet de rejeter les plantules anormales. Ces plantules seront entretenues pendant une période de 3 mois à l'intérieur des différents substrats étudiés pour avoir au bout de 6 mois des plants robustes et vigoureux sur lesquels vont se pratiquer l'essai. Trois répétitions seront mises en place. Dans une répétition les quatre substrats seront considérées auxquels deux niveaux d'eau seront appliqués (apport d'eau à 100%, déficit d'eau à 100%). Le volume d'eau apporté à la plante de 6 mois en pépinière est de 17,25mm soit 690ml d'eau (17.25mm * 1000ml /

25mm) selon les données de IRHO sur les besoins journaliers d'une plante de 6 mois en pépinière, (IRHO, 1983).

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental ci-dessous est un bloc de Fisher totalement randomisé avec 3 répétitions et 8 traitements par répétition qui permettant l'étude du croisement de deux facteurs (traitement hydrique et substrats) à deux niveaux (apport d'eau à 100%, déficit d'eau à 100%). Il se résume dans le schéma ci-dessous ou le croisement des deux facteurs donnent un traitement ou unité expérimentale. Le nombre de plante par unité expérimentale est dix (10) plants.

Observations et mesures des paramètres étudiés

L'étude de l'évaluation de l'effet de quatre différents substrats sur la croissance des plants de la catégorie C1001F de palmier à huile en période de déficit hydrique se fera par la mesure de paramètres végétatifs chaque 10 jour, sur une période de 30 jours après la mise en place du déficit hydrique. L'ensemble des observations morphologiques a porté sur des plants âgés de 6 mois (165 jours). A ce stade, chaque plant portait au moins 6 à 7 feuilles lancéolées bien ouvertes. Les paramètres morphologiques retenus pour notre étude sont la coloration des feuilles, la hauteur de la plante, la circonférence au collet et le nombre de feuille verte. Ces quatre paramètres ont été retenus pour leur assez bonne corrélation avec le déficit hydrique, (Maillard G, et al, 1974), (Adjahoussou D.F. 1983), (Nouÿ B. et al, 1999). Pour la détermination du niveau de coloration des feuilles des plants, un score de 1 à 3 a été attribué comme suit : -1 : vert pure - 2 : vert pale -3 : jaunâtre.

REPETITION I		REPETITION II	REPETITION III
Témoïn T 100% d'eau 10 plants	Essai T déficit Sans eau 10plants		
Témoïn TPP 100% d'eau 10 plants	Essai TPP déficit sans eau 10plants		
Témoïn TPPFP 100% d'eau 10plants	Essai TPPFP déficit sans eau 10plants		
Témoïn TPPSB 100% d'eau 10plants	Essai TPPSB déficit sans eau 10plants		
Témoïn TPP 100% d'eau 10 plants	Essai TPP déficit sans eau 10plants		
Témoïn TPPFP 100% d'eau 10plants	Essai TPPFP déficit sans eau 10plants		
Témoïn TPPSB 100% d'eau 10plants	Essai TPPSB déficit sans eau 10plants		
Témoïn T 100% d'eau 10 plants	Essai T déficit Sans eau 10plants		

Témoïn TPPFP 100% d'eau 10plants	Essai TPPFP déficit sans eau 10plants
Témoïn TPPSB 100% d'eau 10plants	Essai TPPSB déficit sans eau 10plants
Témoïn T 100% d'eau 10 plants	Essai T déficit Sans eau 10plants
Témoïn TPP 100% d'eau 10 plants	Essai TPP déficit sans eau 10plants

Avec :

T : terre

TPP : terre + poudrette de parc

TPPFP : terre + poudrette de parc + fibre de palmier

TPPSB : terre + poudrette de parc + suie de bois

Figure 1. Dispositif expérimental dans la serre de 3 répétitions de 4 traitements chacun qui porte sur l'étude du croisement de deux facteurs (traitement hydrique et substrats) à deux niveaux hydrique (apport d'eau à 100%, déficit d'eau à 100%).

Analyse des données

Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel SAS 9.4. Les moyennes marginales, les écarts types et les marges d'écart bases des analyses ont été obtenus par la méthode de la statistique descriptive. Le test post-hoc, comparaison multiple des moyennes marginales des croisements des facteurs, avec le test de LSD (Low Significant Difference) ont permis de construire les diagrammes de profils. Les différences entre traitements étaient considérées statistiquement significatives au seuil de 5 %.

Resultats et discussion

Resultats

1. Evolution de la coloration des feuilles des plants lors des 30 jours de déficit hydrique dans chaque traitement (substrats)

Le flétrissement des plants caractéristique d'une mortalité prochaine, par analyse de la couleur des feuilles lors des 30 jours de déficit hydrique, était très élevé dans le traitement T (40% de jaunissement, 20% de couleur

pâle et 40% de vert pure), faible dans le traitement TPDP (20% de vert pâle) et inexistant pour les traitements TPDP et TPDPFDP, (tableau 1).

Tableau 1. Pourcentage de coloration des feuilles des plants stressés dans chaque traitement (substrats) lors des 36 jours de déficit hydrique

Substrats	Degré de Coloration des feuilles	1 ^{ER} jour de déficit hydrique		12 ^{Eme} jour de déficit hydrique		24 ^{Eme} jour de déficit hydrique		36 ^{Eme} jour de déficit hydrique	
		% Coloration Feuilles Plants Arrosés	% Coloration Feuilles Plants stressés	% Coloration Feuilles Plants Arrosés	% Coloration Feuilles Plants Stressés	% Coloration Feuilles Plants Arrosés	% Coloration Feuilles Plants Stressés	% Coloration Feuilles Plants Arrosés	% Coloration Feuilles Plants Stressés
T	vert pure	100	100%	100%	80%	100%	60%	100%	40%
	vert pâle	0%	0%	0%	20%	0%	20%	0%	20%
	Jaunatre	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	40%
TPDP	vert pure	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	vert pâle	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Jaunatre	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
TPDP FDP	vert pure	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	vert pâle	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Jaunatre	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
TPDP SDB	vert pure	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	80%
	vert pâle	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%
	Jaunatre	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

2. Evolution de la hauteur des plants de C1001F dans les quatre substrats en arrosage normale et sous stress hydrique

Tableau 2 . Moyennes marginales de la hauteur des plants arrosés et stressés sous les quatre traitements (substrats) lors des 36 jours d'essai

Jour de Mesure Traitement s	Moyennes marginales de la hauteur des plants arrosés dans les quatre substrats				Moyennes marginales de la hauteur des plants stressés dans les quatre substrats			
	1 ^{er} jour d'arrosage	10 ^{eme} jour d'arrosage	20 ^{eme} jour d'arrosage	30 ^{eme} jour d'arrosage	1 ^{er} jour de déficit	10 ^{eme} jour de déficit	20 ^{eme} jour de déficit	30 ^{eme} jour de déficit
S1 : T+PDP+FD	45,01 ±5,11 A	50 ± 2,39 A	55 ± 3,05 A	59 ±2,74 A	45,83 ±3.61 A	48 ± 2.66 A	50 ±2.23 A	51 ±2.34 A
S2 : T+PDP+SDB	33,58 ± 3,08 B	38 ± 5,35 C	43 ±5,21 B	45 ±4,92 B	34,16 ± 2,69 B	34,58 ±2,53 C	35 ±2,35 C	36 ±2,19 C
S3 : T+PDP	42,91 ± 4,07 A	47 ± 4,29 B	53 ±5,08 A	58 ± 6,06 A	43 ±7.63 A	44 ± 6.11 B	46 ± 4.85 B	47 ± 3.87 B
S4 : T	33,60 ± 3 B	37,10 ± 5,30 C	41 ± 5,10 B	44 ± 4,80 B	34,15 ± 2,7 B	34,60 ± 2,50 C	33 ± 2,30 B	32 ± 2,10 C

Les moyennes marginales de la hauteur des plants arrosés et stressés déterminées à chaque 10 jour de mesure sous chaque substrat étudiés sont statistiquement différentes, ($P = 0,0001 < 0,05$).

Les hauteurs moyennes des plants arrosés et ceux sous stress hydrique enregistrées avec les lettres différentes au 1^{er}, 10^{eme}, 20^{eme} et 30^{eme} jour de l'essai sont significativement différents. La variation des valeurs de la hauteur des plants dans les différents traitements lors des 30 jours de l'essai est statistiquement significative (tableau1). Les traitements TPDPFDP et TPDP ont statistiquement les valeurs les plus élevées de la hauteur de plants lors des 30 jours d'essai chez les plants arrosés comme stressés. Leurs valeurs surpassent la valeur du témoin absolu (tableau 1, figure 1). Ils favorisent plus la croissance des plants.

Effet du déficit hydrique sur les quatre traitements à travers les valeurs de la hauteur des plants

Au premier jour de l'essai, les moyennes marginales de la hauteur des plants arrosés et des plants stressés exprimées par traitements sont presque identiques (tableau 1). L'effet stress hydrique est insignifiant au premier jour sur la hauteur des plants. La réduction de la hauteur moyenne des plants stressés par rapport leurs témoins arrosés est insignifiante, (tableau 1, figure 1).

Au 10^{eme} jour, les moyennes marginales, exprimées par traitements, de la hauteur des plants stressés comparés à ceux de leurs témoins arrosés sont en faible baisse. L'effet déficit hydrique est moins significatif sur la hauteur des plants et variable en fonction des traitements. Les deux traitements TPDPFDP et TPDP ayant les hauteurs élevées des plants ont les chutes de la hauteur moyenne des plants stressés de -2cm pour TPDPFDP et -3cm pour TPDP par rapport à leur témoin arrosé. Les traitements T, et TPDPADB stressés enregistrent des chutes de la hauteur moyenne des plants de -3cm et -4cm par rapport à leurs témoins. Les traitements TPDP et TPDPFDP gardent au 10^{eme} jour une hauteur élevée des plants témoins et une faible chute de la hauteur des plants stressés par rapport au témoin (tableau 1, figure 1).

Au 20^{eme} jour, les moyennes marginales de la hauteur des plants stressés chutent moyennement par rapport à ceux de leur témoin arrosés. L'effet du déficit hydrique est significatif sur la hauteur des plants, mais variables en fonction des traitements. Les traitements TPDPFDP et TPDP ayant les croissances élevées de la hauteur des plants enregistrent des chutes de la hauteur moyenne des plants stressés de -5cm pour TPDPFDP et -7cm pour TPDP par rapport à leurs témoins arrosés. Les traitements T et TPDPADB ont des chutes de la hauteur des plants stressés de -8 cm pour chacun d'eux par rapport à leurs témoins arrosés. Les traitements TPDPFDP

et TPDP gardent au 20^{ème} jour une dynamique de croissance en hauteur des plants témoins et une chute moyenne de la hauteur des plants stressés (tableau 1, figure 1).

Au 30^{ème} jour d'essai, les moyennes marginales de la hauteur des plants stressés chutent énormément par rapport à ceux de leurs témoins arrosés. L'effet du déficit hydrique est très significatif sur la hauteur des plants, mais variables en fonction des traitements. Les traitements TPDPFDP et TPDP qui favorise mieux la croissance en hauteur des plants enregistrent des chutes de la hauteur moyenne des plants stressés de -8cm pour TPDPFDP et -11cm pour TPDP par rapport à leur témoin arrosés. Les traitements T et TPDPsDB enregistrent des chutes de la hauteur des plants stressés de -12cm pour T et -9cm pour TPDPsDB par rapport à leurs témoins arrosés. Le traitement TPDPFDP garde au 30^{ème} jour une dynamique de croissance en hauteur des plants témoins et une chute moyenne de la hauteur des plants stressés (tableau 1, figure 1).

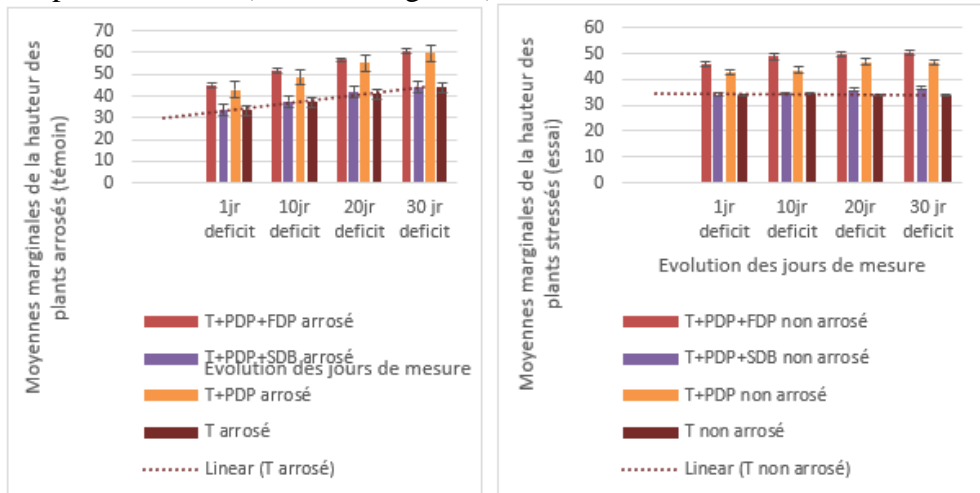


Figure 2. Hauteur marginale moyenne en fonction des quatre traitements des plants arrosés (A) et stressés (B) à chaque jour de mesure

En comparaison avec la courbe de tendance du traitement T (témoin absolu), montrant le niveau de la croissance en hauteur des plants témoins et des plants stressés, lors des 30 jours d'arrosage comme de stress hydrique, les traitements TPDPFDP et TPDP ont les hauteurs de plants les plus élevées par rapport aux autres traitements pendant tout l'essai (figure 1). Ces deux traitements favorisent plus la croissance en hauteur des plants.

3. Evolution de la circonférence au collet des plants de C1001F dans les quatre substrats en arrosage normale et sous stress hydrique

Tableau 3. Moyennes marginales de la circonférence au collet des plants arrosés et stressés sous les quatre traitements (substrats) lors des 36 jours d'essai

Jour de Mesure Traitements	Moyennes marginales de la circonférence au collet des plants arrosés dans les quatre substrats				Moyennes marginales de la circonférence au collet des plants stressés dans les quatre substrats			
	1 ^{er} jour d'arrosage	10 ^{eme} jour d'arrosage	20 ^{eme} jour d'arrosage	30 ^{eme} jour d'arrosage	1 ^{er} jour de déficit	10 ^{eme} jour de déficit	20 ^{eme} jour de déficit	30 ^{eme} jour de déficit
S1 : T+PDP+FDP	1,44 ±0,46 A	1,98 ± 0,56 A	2,70 ± 0,44 A	3,15 ±0,36 A	1,45 ±0,41 A	1,79 ± 0,39 A	2,14 ±0,40 A	2,38 ±0,42 A
S2 : T+PDP+SDB	1,37 ± 0,21 A	1,77 ± 0,24 B	2,12 ±0,27 B	2,50 ±0,28 B	1,36 ± 0,14 A	1,54 ±0,14 B	1,55 ±0,16 B	1,65 ±0,18 B
S3 : T+PDP	1,82 ± 0,33 A	2,25 ± 0,31 A	2,80 ±0,33 A	3,20 ± 0,31 A	1,74 ± 0,26 A	2 ± 0,28 A	2,25 ± 0,28 A	2,44 ± 0,30 A
S4 : T	1,37 ± 0,2 A	1,78 ± 0,24 B	2,13 ±0,25 B	2,48 ±0,25 B	1,36 ±0,14 A	1,56 ±0,14 B	1,57 ±0,16 B	1,62 ±0,18 B

Les moyennes marginales de la circonférence au collet des plants déterminées à chaque 10 jour de mesure sous chaque substrat évalués sont statistiquement différentes, ($P = 0,0001 < 0,05$).

Les circonférences aux collets moyennes des plants arrosés et sous stress hydrique au premier jour d'essai, enregistrées avec les mêmes lettres, n'ont pas de différence significative entre elles. La variation des valeurs de la circonférence au collet des plants arrosés et stressés dans chaque traitement, exprimée au premier jour n'est pas statistiquement significative (tableau 2). Par contre les circonférences au collet moyennes des plants arrosés et ceux sous stress hydrique, enregistrées avec les lettres différentes au 10^{eme}, 20^{eme} et 30^{eme} jour de l'essai sont significativement différentes. La variation des valeurs de la circonférence au collet des plants dans les différents traitements lors de cette période est statistiquement significative (tableau2). Les traitements TPDPFDP et TPDP ont statistiquement les valeurs les plus élevées de la circonférence au collet des plants lors de l'essai. Leurs valeurs surpassent la valeur du témoin absolu (tableau 2, figure 2). Ils favorisent plus la croissance de la circonférence au collet des plants.

Effet du déficit hydrique sur les quatre traitements à travers les valeurs de la circonférence au collet des plants

Au premier jour de l'essai, les moyennes marginales de la circonférence au collet des plants arrosés et des plants stressés exprimées par traitement, sont égales ou presque identique. L'effet du stress hydrique au

premier jour est insignifiant sur la circonférence au collet des plants. Néanmoins le traitement TPDP à la valeur la plus élevée de la circonférence au collet des plants arrosés et stressés par rapport aux autres traitements, (tableau 2, figure 2).

Au 10^{ème} jour, les moyennes marginales, exprimées par traitements, de la circonférence au collet des plants stressés comparés à ceux de leurs témoins arrosés sont en faible baisse. L'effet du déficit hydrique est faible sur la circonférence au collet des plants avec des intensités variables en fonction de chaque traitement. Les deux meilleurs traitements, TPDPFDP et TPDP ont les chutes de la circonférence moyenne au collet des plants stressés de -0,19 cm pour TPDPFDP et -0,25 cm pour TPDP par rapport à leur témoin arrosé, alors que les traitements T, et TPDP SDB stressés enregistrent des chutes de -0,22 cm et -0,23 cm par rapport à leurs témoins arrosés. Le traitement TPDPFDP se distingue au 10^{ème} jour par une croissance supérieure de la circonférence au collet des plants arrosés et une baisse réduite de la circonférence au collet des plants sous stress par rapport au témoin arrosé, (tableau 2, figure 2).

Au 20^{ème} jour, les moyennes marginales de la circonférence au collet des plants stressés chutent par rapport à ceux de leur témoin arrosés. L'effet du déficit hydrique est significatif sur la baisse des valeurs de la circonférence au collet des plants, mais est fonction des traitements. Les traitements TPDPFDP et TPDP ayant les valeurs élevées de la circonférence au collet des plants enregistrent des chutes de celle-ci chez les plants stressés de -0,56cm pour TPDPFDP et de -0,55cm pour TPDP. Les traitements T et TPDP SDB enregistrent des chutes de la circonférence au collet de -0,56 cm pour T et -0, 57cm pour TPDP SDB. Les traitements TPDPFDP et TPDP se distinguent au 20^{ème} jour par une croissance supérieure de la circonférence au collet des plants arrosés et une baisse moyenne de la circonférence au collet des plants sous stress par rapport au témoin arrosé, (tableau 2, figure 2).

Au 30^{ème} jour d'essai, les moyennes marginales de la circonférence au collet des plants stressés chutent énormément par rapport à ceux de leurs témoins arrosés. L'effet du déficit hydrique est très important sur la chute des valeurs de la circonférence au collet des plants, mais cette chute varie en fonction des traitements. Les deux meilleurs traitements TPDPFDP et TPDP enregistrent des chutes de la circonférence moyenne au collet des plants stressés de -0,77 cm pour TPDPFDP et -0,76cm pour TPDP par rapport à leurs témoins arrosés. Les traitements T et TPDP SDB enregistrent des chutes de la circonférence moyenne des plants stressés par rapport à leurs témoins de -0,86 cm pour T et -0, 85 cm pour TPDP SDB. Les traitements TPDPFDP et TPDP se distinguent au 30^{ème} jour par une croissance élevée de la circonférence au collet des plants arrosés et une baisse moyenne de la

circonférence au collet des plants sous stress par rapport au témoin arrosé, (tableau 2, figure 2).

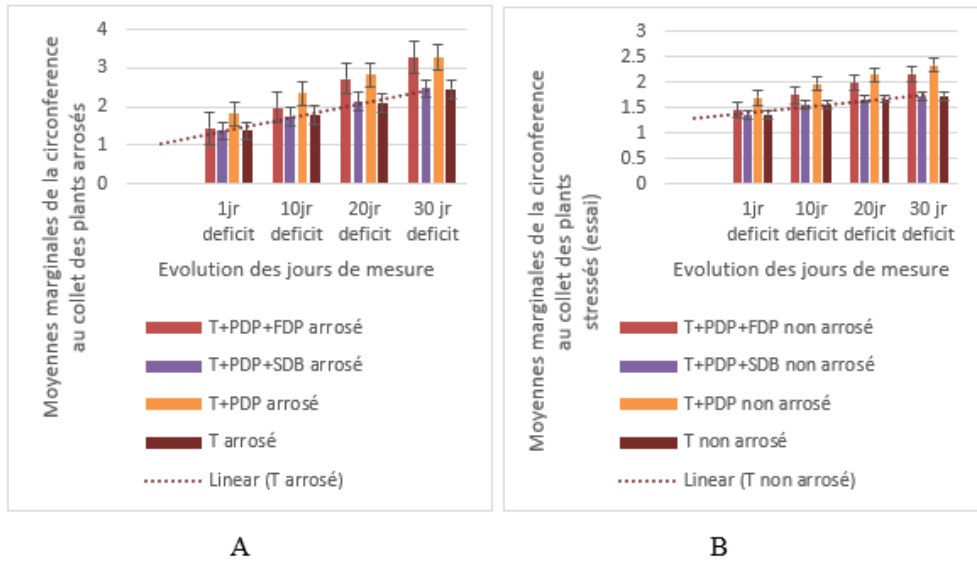


Figure 3 .Circonférence au collet moyenne en fonction des quatre traitements des plants arrosés (A) et stressés (B) à chaque jour de mesure

En comparaison avec la courbe de tendance du traitement T (témoin absolu), montrant le niveau de croissance de la circonférence au collet des plants arrosés et des plants stressés, lors des 30 jours d'arrosage comme de stress hydrique, les traitements TPDPFDP et TPDP ont les croissances de la circonférence au collet des plants les plus élevées par rapport aux autres traitements pendant tout l'essai (figure2). Ces deux traitements favorisent plus la croissance de la circonférence au collet des plants.

4. Evolution du nombre de feuilles vertes des plants de C1001F dans les quatre substrats en arrosage normale et sous stress hydrique

Tableau 4. Moyennes marginales du nombre de feuilles vertes des plants arrosés et stressés sous les quatre traitements (substrats) lors des 36 jours d'essai

Jour de Mesure	Moyennes marginales du nombre de feuilles vertes des plants arrosés dans les quatre substrats				Moyennes marginales du nombre de feuilles vertes des plants stressés dans les quatre substrats			
	1 ^{er} jour d'arrosage	10 ^{er} jour d'arrosage	20 ^{eme} jour d'arrosage	30 ^{eme} jour d'arrosage	1 ^{er} jour de déficit	10 ^{er} jour de déficit	20 ^{eme} jour de déficit	30 ^{eme} jour de déficit
Traitement								
S1 : T+PDP+FDP	8,5 ±0,52 A	8,92 ± 0,79 A	9,83 ± 0,71 A	10,83 ±0,71 A	8,5 ±0,67 A	8,92 ±0,92 A	9,33 ±0,65 A	9,58 ±0,67 A
S2 : T+PDP+SDB	6,5 ± 0,80 B	7 ± 0,60 B	8,20 ±0,39 B	8,67 ±0,49 B	6,58 ± 0,51	6,75 ±0,58	6,90 ±0,39	6,90 ±0,45

					B	B	B	B
S3 : T+PDP	7,58 ± 0,67 A	8,25 ± 0,62 A	9,40 ±0,52 A	9,92 ± 0,51 A	7,48 ± 0,9 A	8,10 ± 0,67 A	8,30 ± 0,62 A	8,50 ± 0,67 A
S4 : T	6,75 ± 0,80 B	7,20 ± 0,65 B	8,15 ±0,39 B	8,60 ±0,45 B	6,85 ± 0,51 B	6,90 ±0,50 B	6,70 ±0,30 B	6 ±0,35 B

Les moyennes marginales du nombre de feuilles vertes des plants déterminées à chaque 10 jour de mesure sous chaque substrat évalués sont statistiquement différentes, ($P = 0,0001 < 0,05$).

Les moyennes marginales du nombre de feuilles vertes des plants arrosés et ceux sous stress hydrique enregistrées avec les lettres différentes au 1^{er}, 10^{eme}, 20^{eme} et 30^{eme} jour de l'essai sont significativement différents. La variation des valeurs du nombre de feuilles vertes des plants dans les différents traitements lors des 30 jours de l'essai est statistiquement significative (tableau3). Les traitements TPDPFDP et TPDP ont statistiquement les valeurs les plus élevées du nombre de feuilles vertes de plants lors de l'essai chez les plants arrosés comme stressés. Leurs valeurs surpassent la valeur du témoin absolu (tableau 3, figure 3). Ils favorisent plus la croissance des plants.

Effet du déficit hydrique sur les quatre traitements à travers les valeurs du nombre de feuilles vertes des plants

Au premier jour de l'essai, les moyennes marginales du nombre de feuilles vertes des plants arrosés et des plants stressés exprimées par traitement, sont égales ou presque identique. L'effet du stress hydrique au premier jour est insignifiant sur le nombre de feuilles vertes des plants. Le traitement TPDPFDP a la valeur la plus élevée du nombre de feuilles vertes des plants, elle surpasse celle de T, témoin absolu (tableau 3, figure 3). TPDPFDP favorise plus la croissance du nombre des feuilles vertes.

Au 10^{eme} jour, les moyennes marginales, exprimées par traitements du nombre des feuilles vertes des plants stressés comparés à ceux de leurs témoins arrosés sont en faible baisse. L'effet du déficit hydrique est faible sur le nombre des feuilles vertes des plants avec des intensités variables par traitement. Les deux meilleurs traitements, TPDPFDP et TPDP ont les chutent du nombre moyen des feuilles vertes des plants stressés de 0 cm pour TPDPFDP et -0,15 cm pour TPDP par rapport à leur témoin arrosé, alors que les traitements T, et TPDP SDB stressés enregistrent des chutes de -0,30 cm et -0,25 cm par rapport à leurs témoins arrosés. Les traitements TPDP et en particulier le TPDPFDP se distinguent au 10^{eme} jour par un nombre élevé des

feuilles vertes des plants arrosés et une faible chute de celles-ci sous stress par rapport au témoin arrosé, (tableau 3, figure 3).

Au 20^{ème} jour, les moyennes marginales du nombre des feuilles vertes des plants stressés chutent par rapport à celles de leurs témoins arrosés. L'effet du déficit hydrique est significatif sur la baisse du nombre des feuilles vertes des plants, avec des intensités variant en fonction des traitements. Les deux meilleurs traitements TPDPFDP et TPDP ayant les valeurs élevées du nombre des feuilles vertes des plants arrosés enregistrent des chutes de celles-ci chez les plants sous stress de -0,50 cm pour TPDPFDP et de -1,10 cm pour TPDP. Les traitements T et TPDPADB enregistrent des chutes de la circonférence au collet de -1,45 cm pour T et -1,30cm pour TPDPADB. Les traitements TPDPFDP et TPDP gardent au 20ème jour une dynamique de croissance élevée à l'arrosage et des chutes modérées sous stress, du nombre de feuilles verte des plants arrosés et stressés, (tableau 3, figure 3).

Au 30^{ème} jour, les moyennes marginales du nombre des feuilles vertes des plants stressés baissent énormément par rapport à celles de leurs témoins arrosés. L'effet du déficit hydrique est très important sur la baisse du nombre des feuilles vertes des plants, avec des intensités variant en fonction des traitements. Les deux meilleurs traitements TPDPFDP et TPDP ayant les valeurs élevées du nombre des feuilles vertes des plants arrosés enregistrent des chutes de celles-ci chez les plants sous stress de -0,50 cm pour TPDPFDP et de -1,10 cm pour TPDP. Les traitements T et TPDPADB enregistrent des chutes de la circonférence au collet de -1,45 cm pour T et -1,30cm pour TPDPADB. Les traitements TPDPFDP et TPDP gardent au 30ème jour une dynamique de croissance élevée à l'arrosage et des chutes modérées sous stress, du nombre de feuilles verte des plants arrosés et stressés, (tableau 3, figure 3).

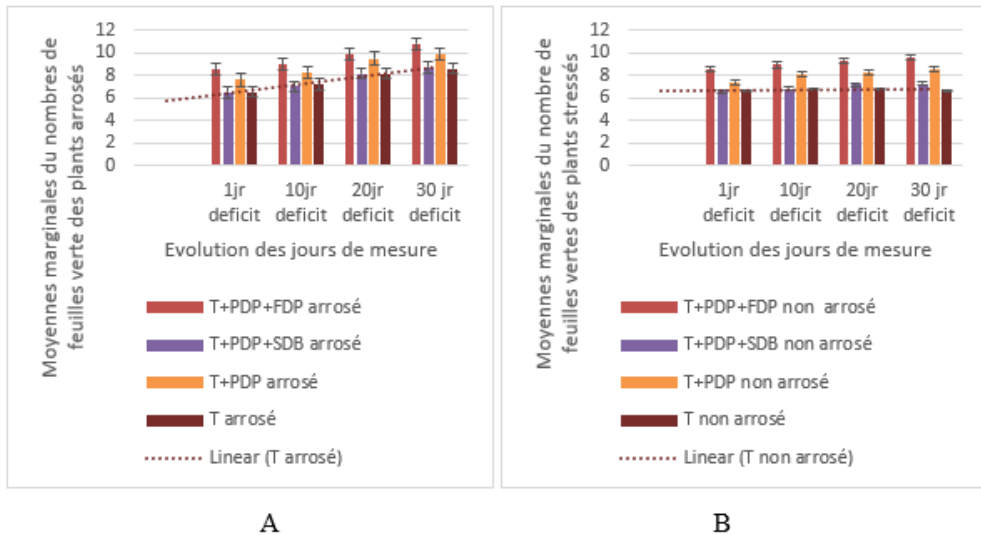


Figure 4. Nombre de feuilles vertes moyenne en fonction des quatre traitements des plants arrosés (A) et stressés (B) à chaque jour de mesure

En comparaison avec la courbe de tendance du traitement T (témoin absolu), montrant le niveau de croissance de la circonférence au collet des plants arrosés et des plants stressés, lors des 30 jours d'arrosage comme de stress hydrique, les traitements TPDPFDP et TPDP ont les croissances de la circonférence au collet des plants les plus élevées par rapport aux autres traitements pendant tout l'essai (figure)3. Ces deux traitements favorisent plus la croissance de la circonférence au collet des plants.

Discussion

L'effet des quatre traitements (substrats) sur les plants évalué à travers la coloration des feuilles lors des 36 jours de stress

Les plants témoins arrosés dans les quatre traitements lors de l'essai ont tous gardés une coloration verte foncée élevée chez TPDPFDP, TPDP et TPDP SDB, et une coloration verte faible chez T, vers la fin de l'essai, (N'Guessan A.H et al., 2021). L'effet des traitements sur les plants en 36 jours de stress à travers la coloration des feuilles est variable par traitement. Lors du stress hydrique, les traitements TPDPFDP et TPDP n'enregistrent aucune décoloration des feuilles des plants. Les deux traitements en ces 36 jours de stress ont maintenu la coloration vert foncée des feuilles des plants comme ceux de leurs témoins arrosés. Par contre le traitement TPDP SDB enregistre une décoloration vert pâle faible des feuilles et le traitement T une décoloration vert pâle et jaune très intense des feuilles lors de la période de stress. La capacité des composants des différents substrats à s'homogénéiser lors de leur mélange améliore la teneur organique et l'absorption du substrat

par la plante. Les composants des traitements TPDPFDP, TPDP ayant une très bonne teneur organique et minérale ont maintenu verte en période de stress la coloration des feuilles de palmier à huile en fournissant les nutriments minérales et organiques nécessaire à la plante. La décoloration faible des feuilles au 36^{ème} jour de stress au niveau du traitement TPDP SDB est caractéristique d'une homogénéité moyenne et donc d'une teneur organique et minérale moins élevé des composants du traitement. En effet l'homogénéité des composants permet d'améliorer la teneur en éléments nutritifs du substrat, ce qui permet au substrat quoique sec, de rester meuble, difficilement compactable et surtout de maintenir l'activité microbienne dans le sol. Par contre le traitement T est un traitement simple à composante unique, propice à une compaction rapide (durcissement) en période de stress hydrique et dont la teneur en élément nutritif est limitée. Ce qui affecte la croissance de la plante d'où le niveau très élevé de la décoloration verte pure et jaune observées.

L'effet des quatre traitements (substrats) sur les plants évalué à travers la hauteur des plants lors des 36 jours de stress

Lors des 36 jours d'essai, les plants sous arrosage ont une croissance en hauteur normale dans les traitements étudiés que ceux sous stress. Cette croissance en hauteur est élevée sous les traitements TPDPFDP et TPDP, moyenne sous le traitement TPDP SDB et faible sous le traitement T. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Bakayoko et al. (2019), et N'Guessan A.H et al, (2021). En période de stress hydrique, l'effet des traitements sous déficit sur la hauteur des plants est variable par traitements. Au premier jour de déficit, l'effet des traitements est insignifiant sur la hauteur des plants, il n'y a pas de différence majeure entre les hauteurs des plants stressés et arrosés de chaque traitement. Les traitements TPDPFDP et TPDP ayant les hauteurs de plants les plus élevés favorise plus la croissance des plants. Au 12^{ème}, 24^{ème} et 36^{ème} jour de déficit, l'effet des traitements varie en fonction des traitements. Du 12^{ème} au 24^{ème} jour de déficit, les traitements TPDP et TPDPFDP ont les croissances les plus élevées de la hauteur des plants arrosés et des plants stressés. L'effet de ces deux traitements est très élevé sur la croissance en hauteur des plants, ces traitements favorisent la croissance des plants car ils arrivent à fournir les nutriments minéraux et organiques nécessaire à la croissance de la plante à cette période de stress hydrique, (N'Guessan A.H et al, 2021). Les traitements T et TPDP SDB et en particulier T se caractérisent par une croissance moyenne de la hauteur des plants. Leur effet sur la croissance en hauteur des plants en période de déficit hydrique est faible. Au 36^{ème} jour, le traitement TPDPFDP est le traitement qui conserve plus une dynamique de croissance en hauteur des plants témoins et des plants stressés. TPDPFDP

maintien la croissance en hauteur des plants à ce niveau de déficit hydrique car les composants de son substrat sont encore accessible pour la nutrition des plants. Le traitement TPDP a un effet moyen alors que par contre T et TPDPsDB ont un effet faible sur la croissance des plants au 36^{ème} jour de déficit par la faible croissance des plants enregistrée à cette période de déficit hydrique.

L'effet des quatre traitements sur les plants évalué à travers la circonférence au collet des plants lors des 36 jours de stress

Les plants sous arrosage régulier ont une croissance normale de la circonférence au collet que ceux sous stress hydrique. Les traitements TPDPFDP et particulièrement TPDP par la valeur élevée de la circonférence au collet favorisent plus sa croissance par rapport aux traitements TPDPsDB et T. Sous stress hydrique, l'effet des traitements sur la circonférence au collet des plants est variable par traitements. Au premier jour de déficit, l'effet des traitements est insignifiant sur la hauteur des plants, il n'y a pas de différence majeure entre la circonférence au collet des plants stressés et arrosés de chaque traitement. Le traitement TPDP sur les quatre traitements à la valeur la plus élevée de la circonférence au collet des plants arrosés et stressés. Ce traitement favorise plus la croissance de la circonférence au collet des plants. Au 12^{ème}, 24^{ème} et 36^{ème} jour de déficit, l'effet des traitements est variable par traitement. Au 12^{ème} jour le traitement TPDPFDP a la croissance la plus élevée de la circonférence au collet des plants arrosés et des plants stressés. TPDPFDP favorise plus la croissance de la circonférence au collet en fournissant la meilleure nutrition à ce niveau de stress. Du 24^{ème} jour au 36^{ème} de déficit, les traitements TPDP et TPDPFDP ont les croissances les plus élevées de la circonférence au collet des plants arrosés et des plants stressés. L'effet de ces deux traitements est très élevés sur la croissance de la circonférence au collet des plants, ces traitements maintiennent et favorisent la croissance de la circonférence au collet des plants à ce niveau de déficit hydrique car les composants de leur substrat sont encore accessible pour la nutrition minéral et organique des plants. Les traitements T et TPDPsDB par la faible croissance des plants enregistrée ont un effet faible sur la croissance de la circonférence au collet des plants à cette période de déficit hydrique à cause de la pauvreté et la difficulté aux plants d'atteindre les éléments nutritifs de leur substrat.

L'effet des quatre traitements sur les plants évalué à travers le nombre de feuilles vertes des plants lors des 36 jours de stress

Sous arrosage normal, les plants témoins ont un nombre de feuilles élevés que ceux sous stress hydrique dans les différents traitements étudiés. Le nombre de feuille est élevé pour les plants sous les traitements TPDPFDP

et TPDP, moyenne pour ceux sous le traitement TPDP SDB et faible pour ceux sous le traitement T. Les effets des traitements TPDP FDP et TPDP sur l'augmentation du nombre de feuilles sont confirmés par Bakayoko et al. (2019), et N'Guessan A.H et al, (2021). Sous stress hydrique, l'effet des traitements sous déficit sur l'augmentation du nombre de feuilles des plants est variable par traitements. Au premier jour de stress, l'effet des traitements sous déficit est insignifiant sur l'augmentation du nombre de feuille des plants, il n'y a pas de différence majeure entre le nombre de feuilles des plants stressés et arrosés de chaque traitement. Les traitements TPDP et surtout TPDP FDP favorisent plus la croissance des plants car ayant le nombre de feuilles de plants les plus élevés que les autres traitements. Au 12^{ème}, 24^{ème} et 36^{ème} jour de déficit, l'effet des traitements sur la croissance du nombre de feuilles verte des plants est variable en fonction de chaque traitement sous déficit. Du 12^{ème} au 36^{ème} jour de déficit, les traitements TPDP et TPDP FDP ont un nombre plus élevé de feuilles vertes des plants stressés. L'effet de ces deux traitements est très élevé sur la croissance du nombre de feuilles vertes. Ces traitements quoique sous stress, favorisent la croissance du nombre de feuilles vertes des plants car ils arrivent à fournir les nutriments organiques et minéraux nécessaire à la croissance de la plante à ces périodes de stress hydrique. Les traitements T et TPDP SDB se caractérisent par une regression du nombre de feuilles vertes des plants lors de l'évolution du stress hydrique. Leur effet sur l'augmentation du nombre de feuilles verte des plants en période de déficit hydrique est faible.

Conclusion

L'Etude de l'effet de différents substrats en période de stress hydrique sur la croissance des plants de palmiers à huile est importante pour évaluer l'impact des substrats organiques dans l'amélioration de la tolérance de jeunes plants de palmier à huile en période de déficit hydrique. L'effet du stress hydrique sur les quatre différents substrats (T, TPP, TPPFP, TPPSB) s'est mesuré à travers l'expression des valeurs des paramètres végétatifs étudiés que sont la coloration des feuilles, la hauteur des plants, la circonférence au collet et le nombre de feuilles vertes émises. L'expression des valeurs des paramètres végétatifs de plants soumis au du déficit hydrique par rapport au témoin dans le cadre de notre étude nous ont permis de différencier le comportement de chaque substrats étudiés en période de déficit hydrique dans la croissance des plants. L'analyse des données des paramètres sous l'effet du stress hydrique nous ont permis de mettre en évidence les substrats ou traitements qui favorisent une tolérance des plants en période de déficit hydrique. Il ressort des différentes conclusions que les traitements TPP, TPPFP sur les 4 étudiées favorisent plus la croissance des plants de palmier à huile, donc améliorent leur

tolérance en période de déficit hydrique. Les traitements TPP, TPPFP ont montré ainsi leur capacité à réduire les effets inhibiteurs du déficit hydrique par rapport aux deux autres traitements que sont T et TPPSB. Ces substrats peuvent être ainsi recommandés en préépinière et en pépinière de palmier à huile dans les nouvelles zones d'expansion semi-humides du palmier à huile, propice à des sècheresses intenses.

References:

1. Adjahoussou D.F., 1983. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) Thèse de Doctorat d'Etat. Université Paris VII, Paris, 203 p.
2. Bakayoko S., Abobi A.H.D., Konate Z., Toure N.U., 2019. Effets comparés de la bouse de bovins séchée et de la sciure de bois sur la croissance et le rendement du maïs (*Zea mays* L.). *Agronomie Africaine*, N° Spécial (8).
3. Ballo K. et B. Kouamé., 1997. Comportement agronomique du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) en région à faible pluviosité. Rapport final d'expérimentation en milieu réel. IDEFOR-DPO / AISA. 11 p.
4. Caliman J.P., 1992. Oil palm and water deficit, production, adapted cropping techniques. *Oil seeds* 47 (5) 205-216.
5. Cheyins E., Akindes F. et Adié A.F., 2000. "La filière palmier à huile en Côte d'Ivoire 3 ans après la privatisation : état des lieux d'un procès de recomposition institutionnelle, OCL. Oléagineux Corps gras Lipides, 7 (2) : 166-171.
6. Cedra C., 1997. Les matériels de fertilisation et de traitement des cultures. Collections Formagri. Bialec (France), 343 p.
7. Cornaire B., Daniel C., Zuily-Fodil Y. et E. Lamade., 1994. Le comportement du palmier à huile sous stress hydrique. Données du problème, premiers résultats et voie de recherches. *Oléagineux* 49 : 1 – 12.
8. Devuyt A., 1948. Influence des pluies sur les rendements du palmier à huile enregistrées à la station de La Mé de 1938 à 1946. *Oléagineux* 3 (3) : 137 – 144.
9. D.O. Gogoue, J.N. Konan, T.T. Lekadou, D. Sekou, 2020. Study of the use of NPK fertilizer complexes in root and vegetative improvement of the C1001F category of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in times of water deficit, *Agricultural Science Research Journal* Volume (10) Issue (6) : 150-163
10. IRHO ; Ministry of Scientific Research, (1983), The cultivation of oil palm. Paper 1, juvenile stages. THE ME 1983. 114p.

11. Jacquemard J.C., 1980. Method for observing the growth in height of the oil palm 35: 439-442.
12. Jacquemard J.C., 2011. Le palmier à huile. Collection «Agricultures tropicales en poche», Ed. Quæ, Versailles, 275 p.
13. Jacquemard J.C., 2013. Le palmier à huile en plantation villageoise. Collection «Agricultures tropicales en poche», Ed. Quæ, Versailles, 142 p.
14. Jacquemard J.C., 1995. Le palmier à huile. Le Technicien d'Agriculture Tropicale. Edition Maisonneuve et Larose (Paris France), 205 p.
15. Jean-Damien C., 2004. La bouse : historique, importance et écosystème. Thèse pour le Doctorat Vétérinaire : Diplôme d'état, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, France, 82 p.
16. Kallarackal J, Jeyakumar P, Jacob S, (2004), Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in Peninsular India. Oil Palm Res.16 : 45-53.
17. Maillard G., Daniel C. et R. Ochs. 1974. Analyse des effets de la sécheresse sur le palmier à huile. Oléagineux 29 : 8 - 9
18. Nouy B., Baudoin L., Djegui N., A. Omore., 1999. Le palmier à huile en conditions hydriques limitantes. Plantations Recherche Développement : pp31-40
19. N'diaye O., 2000. Physiologie d'adaptation du palmier à huile à la sécheresse : problématique, état des connaissances, techniques d'étude. Pour l'obtention du certificate d'etudes superieures specialisés (cess). Session Fevrier-Juin
20. N'guetta R.Y., Dofissi S.O., Ballo K. et Fondio L., 1995. Déclin de la pluviosité en Côte d'Ivoire : Impact éventuel sur la production du palmier à huile. Sécheresse 6 (3) : 265-271.
21. N'Guessan A.H., Gogoue D.O., Anougba B.D., Dembélé I. & Allou K., 2021. Evaluation de différents types de substrats sur le développement des plantules de Palmiers À huile (*Elaeis Guineensis* Jacq.) en Côte d'Ivoire, European Scientific Journal, ESJ, Vol.17, No.37 : 1-14.
22. Odjugo P.A.O., 2009, quantifying the cost of climate change impact in Nigeria: Emphasis on wind and rainstorms. J. Human Ecol., 28(2), 93-101.
23. Ognalaga M., Daglih M., Samson D., Paul O., 2017, Effet de la bouse de vaches, du NPK 15 15 15 et de l'urée à 46% sur la croissance et la production du manioc (*Manihot esculenta* Crantz var 0018) au Sud Est du Gabon (Franceville), Journal of Animal & Plant Sciences, 2017. Vol.31, Issue 3: 5063-5073

24. Palmafrique, 2018. Le palmier à huile dans l'économie Ivoirienne. [Online] <http://www.palmafrique.com/lhuile-de-palme-dans-l'economie-ivoirienne/> (06 Juin 2020).
25. Palmci. 2014. Rapport annuel, 25 p.
26. Quencez P., 1996. La culture du palmier à huile en Afrique intertropicale : les conditions du milieu physique. OCL 3(2): 116-118.
27. Quencez P., 1982. Les pépinières de palmiers à huile en sacs de plastique sans ombrière, Oléagineux, Vol 37, n° 8-9 - Août-Septembre 1982
28. Quencez P., 1974. Arrosage par aspersion des pépinières de palmier à huile en sacs de plastique, Oléagineux, 29e année, n° 8-9 - Août-Septembre 1974
29. Rasmusson E.M., 1987. The prediction of drought : a meteorological perspective. ENDEAVOUR NEW SERIES, Vol. 11, 381-387.
30. Reis De Carvalho C. J., 1991. Mécanismes de résistance à la sécheresse chez des plantes jeunes et adultes de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). Thèse de doctorat. Paris-Sud, Orsay. 203 p
31. Surre C. 1968. Les besoins en eau du palmier à huile. Calcul du bilan de l'eau et des applications pratiques. Oléagineux 23 (3) : 165 167. www.metrologie-francaise.fr www.bipm.org
32. Tougma R., 2006. Effets de la fertilisation organique et minérale sur la production en biomasse et en huile essentielle de la citronnelle (*Cymbopogon citratus* (D.C) STAPF) dans la région des cascades (Ouest du Burkina Faso). Mémoire de fin d'études, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 60p
33. Tognetti C., Mazzarino M.J., Laos F., 2008. "Compost of municipal organic waste: effects of different management practices on degradability and nutrient release capacity", *Soil Biology and Biochemistry*, 49: 2290-2296.