



Analyse différentielle du rendement chez neuf génotypes de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) sous conditions de stress hydriques

Louis Wilfried Yehouessi^{1,2,3*}, Léifi Nodichao¹, Hubert Adoukonou-Sagbadja², Corneille Ahanhanzo³

¹ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)/Centre de Recherches Agricoles Plantes Pérennes (CRA-PP), BP 01 Pobè (Bénin).

² Laboratoire Central des Biotechnologies Végétales et Amélioration des Plantes (LCBVAP) ; Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01BP 526 Cotonou (Bénin).

³ Laboratoire Ressources Génétiques et Amélioration Moléculaire des Espèces (LaREGAME) ; Département de Génétique et des Biotechnologies, Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC), BP 1947 Abomey-Calavi (Bénin).

*Auteur correspondant : Email : wilfriedyl@yahoo.com , Tel. +229 62743431, 01BP :2191 Cotonou.

Original submitted in on 3rd July 2020. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 30th September 2020
<https://doi.org/10.35759/JABs.153.5>

RESUME

Objectif: La sécheresse observée en Afrique sub-saharienne est responsable de précipitations de plus en plus irrégulières d'une année à une autre qui rendent difficile la sélection et la recommandation des génotypes performants de palmier à huile. L'objectif de cette étude est d'évaluer et de classer des génotypes de palmier à huile selon leurs degrés de performance et de stabilité au fil des années.

Méthodologie et résultats : Pour ce faire, des données de rendement ont été analysées chez neuf génotypes de palmier (L1 à L9) sur 18 campagnes de production (de 2000-2001 à 2018-2019) à l'aide de l'indice de supériorité génotypique (P_i) et de la régression linéaire simple. Les résultats obtenus ont montré que les génotypes L1, L2, L6 et L8 sont performants et stables et que le génotype L2 présente une adaptation spécifique aux années contraignantes. En revanche, les génotypes L3, L4, L5 et L9 sont considérés comme des génotypes peu performantes et instables. Le génotype L7 quant à lui, présente la plus faible performance.

Conclusion et application des résultats : Ces résultats, en plus de fournir des détails sur les performances des 9 génotypes étudiés, ont permis d'identifier les génotypes contrastés à considérer dans les études approfondies sur l'adaptation du palmier à huile à la sécheresse.

Mots clés : Palmier à huile, sécheresse, performance, stabilité, année, génotype.

Differential analysis of yield in nine genotypes of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Under water stress conditions

ABSTRACT

Objective: The drought observed in sub-Saharan Africa is responsible for increasingly irregular rainfall from year to year, which makes it difficult to select and recommend efficient oil palm genotypes. This study aims to assess and classify oil palm genotypes according to their degrees of performance and stability over the years.

Methodology and Results : Thus, yield data were analyzed in nine palm genotypes (L1 to L9) over 18 production campaigns (from 2000-2001 to 2018-2019) using the genotypic superiority index (Pi) and simple linear regression. The results obtained have shown that the L1, L2, L6 and L8 genotypes are efficient and stable and that the L2 genotype has a specific adaptation to restrictive years. In contrast, L3, L4, L5 and L9 are considered to be poorly performing and unstable genotypes. The L7 genotype has the lowest performance.

Conclusion and application of results : These results, in addition to providing details on the performance of the 9 genotypes studied, made it possible to identify the contrasting genotypes to be considered in in-depth studies on the adaptation of oil palm to drought.

Keywords : Oil palm, drought, performance, stability, year, genotype

INTRODUCTION

Le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) est la plante oléagineuse la plus productive au monde, avec une production annuelle d'huile excédant 73 million de tonnes (USDA 2020). Ses rendements sont élevés dans les régions où la pluviométrie annuelle atteint 2000 mm uniformément répartie sur l'année (Corley et Tinker, 2003). En Afrique de l'ouest, le palmier à huile est largement cultivé, mais dans des environnements moins favorables caractérisés par une sécheresse saisonnière (Murugesan *et al.*, 2017). C'est le cas au Sud-Bénin où des épisodes de sécheresse peuvent survenir durant la courte saison sèche (Août – Septembre) et la longue et prononcée saison sèche (Novembre – Mars) provoquant une baisse de la pluviométrie annuelle jusqu'à 1200 mm (Nodichao *et al.*, 2011). Ces perturbations climatiques peuvent avoir un impact direct sur le rendement du palmier à huile (Caliman, 1992 ; Suresh, 2013 ; Woittiez *et al.*, 2017). En effet, le déficit hydrique provoque une baisse considérable de la production en régime due à un fort taux d'avortement des inflorescences femelles et a contrario, une augmentation du nombre d'inflorescences mâles (Carr, 2011 ; Corley

et Tinker, 2003). Généralement, un déficit hydrique de 100 mm entraîne une perte d'environ 10% du rendement potentiel (Corley and Tinker, 2003). Chez le palmier à huile, il n'existe pas de variétés ou de type de croisements dont le rendement ne soit pas affecté par le stress hydrique (Nouy *et al.*, 1999). Mais il importe de savoir si cette baisse de rendement est de même intensité pour tous les types de matériels. Les effets exacts du déficit hydrique sur le rendement sont complexes et peuvent varier selon la régularité de la sécheresse au cours des saisons (Eycott *et al.*, 2019). En effet, les pluies sont de moins en moins régulières au cours des années avec pour conséquence, des rendements instables . La variation des performances génotypiques engendre l'interaction génotype x année qui rend difficile la sélection et la recommandation des génotypes performants (Bouzerzour *et al.*, 1995). L'objectif de la présente étude est de classer les neuf génotypes de palmier à huile en étude, sur la base de leurs niveaux de performance et de stabilité pendant successivement 18 campagnes de production.

MATERIEL ET METHODES

Site expérimental : L'étude a été conduite dans un essai nommé POPP01 installé sur la station du Centre de Recherche Agricole Plantes Pérennes (CRA-PP) depuis le 30 et 31 Mai 1996. Le but de l'essai était d'étudier le comportement vis-à-vis de la sécheresse de quelques génotypes de palmier à huile. La station du CRA-PP est situé dans la commune de Pobè à 7°49'58.83"N et 2°13'37.60"E au Sud-Bénin. La région bénéficie d'un climat Subéquatorial caractérisé par une courte saison sèche qui s'étend d'Aout à Septembre et

une longue et marquée saison sèche qui va de Novembre à Mars avec des moyennes de températures oscillant entre 22 et 30°C et une évapotranspiration moyenne de 3,5 mm d⁻¹ (Nodichao *et al.*, 2011).

Matériel végétal et dispositif expérimental : Le matériel d'étude est composé de neuf génotypes nommés de L1 à L9 et dont les comportements vis-à-vis de la sécheresse avaient été décrits par Yehouessi *et al.* (2019) sur la base des dégâts végétatifs causés par la sécheresse (Tableau 1).

Tableau 1 : Liste des génotypes étudiés et leur comportement vis-à-vis de la sécheresse

Genotypes	Origine		Comportement vis-à-vis de la sécheresse (Yehouessi <i>et al.</i> , 2019)
	PARENT FEMELLE	PARENT MALE	
L1	LM2T	DA115D	TOLERANT
L2	LM2T	DA10D	TOLERANT
L3	LM404D x DA3D	LM2T AF	TOLERANT
L4	DA115D x DA3D	LM10T AF	INTERMEDIAIRE
L5	(DA115D x DA3D)	LM2T AF	INTERMEDIAIRE
L6	(DA115D x DA3D)	LM5T AF	INTERMEDIAIRE
L7	(DA115D x LM269D)	LM2T AF	SENSIBLE
L8	LM404D x DA10D	LM10T AF	TOLERANT
L9	LM404D x DA3D	LM5T AF	TOLERANT

Ces génotypes ont été plantés sur une superficie de 5,85 hectares suivant une densité de 143 plants à l'hectare. Pour chaque génotype, 30 plants (6 lignes x 5 plants) ont été installés dans une parcelle élémentaire et chaque parcelle est répétée 2 fois. Ainsi, un total de 540 arbres a été étudié pour les 9 génotypes.

Collecte et analyse de données : Les paramètres « nombre total de régimes » (NTR) et « poids total de régimes » (PTR) par arbre, collectés de 2001-2002 à 2018-2019 ont permis d'estimer le rendement de chaque génotype au cours des 18 campagnes. Les données obtenues ont été traitées sous forme de Boxplots divisant chacune des séries annuelles en quartiles : Q1 pour les 25 % des valeurs les plus faibles, Q2 pour la valeur médiane qui divise la série en deux parties égales et Q3 pour les 25 % des valeurs les plus élevées (Carmello *et al.*, 2013). L'analyse de la variance a permis d'identifier les meilleurs génotypes par année sur la base de leurs rendements et de tester la

présence d'interaction génotype x année au cours des 18 campagnes de production. Le calcul de l'indice de supériorité génotypique (P_i) de Lin *et al.* (1988) a permis de rapprocher l'analyse de la performance et stabilité agronomique chez les 9 génotypes de palmier à huile. La régression linéaire simple a permis de mesurer l'adaptation des génotypes de palmier à huile. Pour chaque génotype, le rendement estimé est régressé en fonction de la performance de l'ensemble des cultivars à l'essai. Le coefficient de régression est considéré comme principal critère de mesure de l'adaptation (Benmahammed *et al.*, 2010). Un coefficient supérieur à l'unité témoigne d'une adaptation aux années favorables tandis qu'un coefficient inférieur à l'unité témoigne d'une adaptation aux années contraignantes. Lorsque le coefficient de régression ne dévie pas significativement de l'unité, il témoigne d'une adaptation générale à l'ensemble des années (Benmahammed *et al.*, 2010).

RESULTATS

Variabilité génotypique du rendement en régime : La fluctuation du rendement des neuf génotypes d'une campagne à une autre témoigne de l'importance du facteur année sur le rendement en régime du palmier à huile. Les résultats d'analyse de variance ont permis de

ressortir un effet génotype significatif qui explique les différences de performance relevées au niveau des neuf génotypes de palmier à huile et la présence d'interaction génotype x année (Figure 1).

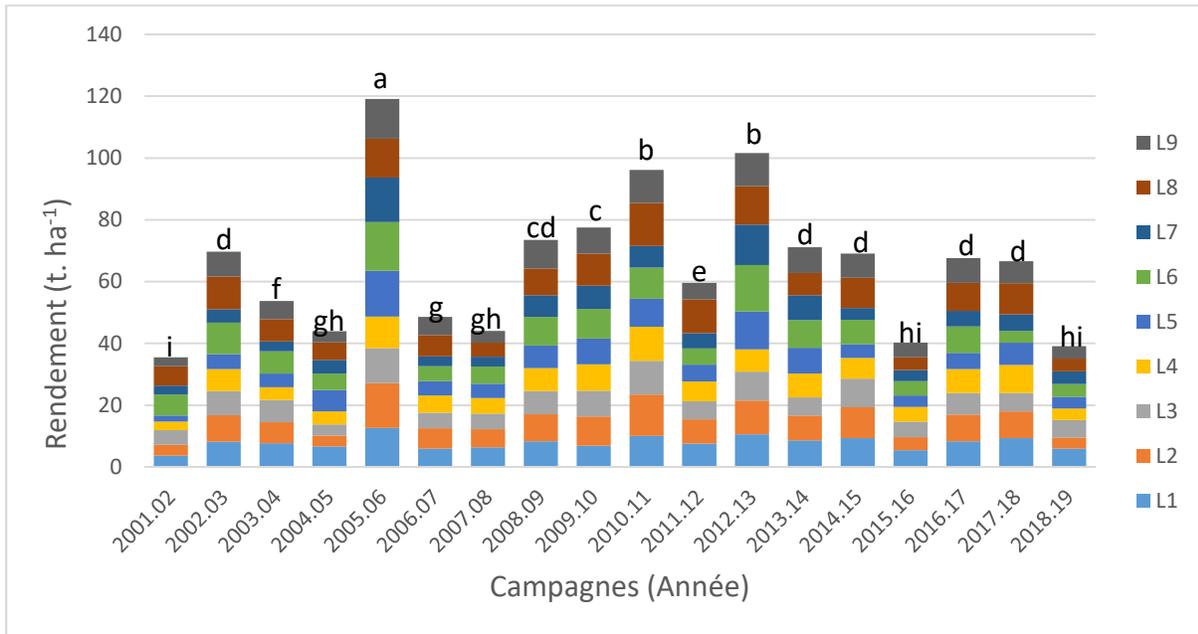


Figure 1 : Variations de rendement du palmier à huile au cours de 18 campagnes de production ; les histogrammes de même lettre ne sont pas significativement différents.

La figure 2 a permis de distinguer trois groupes de génotypes en fonction de leur performance : le groupe des génotypes L1, L2, L6 et L8 qui ont présenté un rendement supérieur à 8 t/ha durant 8 à 10 campagnes de production. Il est suivi d'un deuxième groupe de génotypes composé de L3, L4, L5 et L9 qui ont aussi

présenté un rendement supérieur à 8 t/ha mais en moins de 8 campagnes de production. Le génotype L7 constitue à lui seul le troisième groupe qui présente une plus faible productivité (<8 t/ha) sur pratiquement toute la période considérée.

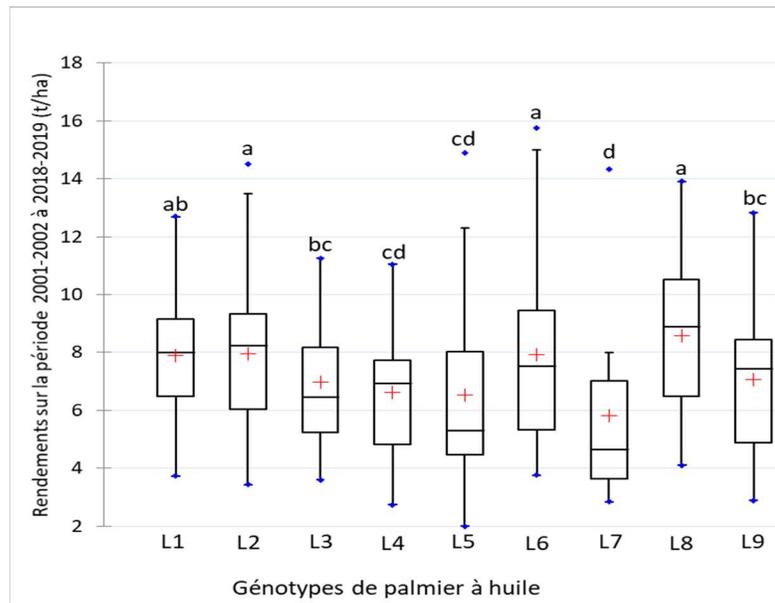


Figure 2 : Variation de rendements chez les neuf génotypes de palmier à huile les boîtes de même lettre ne sont pas significativement différents

Performance et stabilité du rendement

Analyse de l'indice P_i : Les valeurs de l'indice P_i varient de 0,85, valeur mesurée chez L8 à 8,17 pour génotype L7. L'indice P_i mesure la distance qui sépare la performance du génotype d'intérêt de la meilleure performance réalisée au cours de l'année considérée (Benmahammed et al., 2010). Les génotypes performants et stables sont caractérisés par de faibles valeurs de P_i (Rose et al., 2008) (Rose et al., 2008). Une corrélation élevée entre les valeurs de P_i et les rendements durant l'année favorable ($r = -0,83$; $p < 0,05$) atteste de la possibilité de sélectionner des génotypes performants et stables parmi les neuf génotypes de palmier à huile. . Ainsi, L1, L2, L6 et L8 sont classés

comme des génotypes performants et stables tandis que L7, L5, L4, L3 et L9 sont considérés comme des génotypes instables et peu performantes (tableau 2).

Analyse de la régression linéaire : Les résultats de régression indiquent que les génotypes L2, L3 et L4 présentent un coefficient de régression inférieur à l'unité ($b_i < 1$) alors que les génotypes L1, L5, L6, L7, L8 et L9 présentent un coefficient de régression sensiblement proche de 1 (tableau 2). Ces résultats montrent que les génotypes L2, L3 et L4 s'adaptent particulièrement aux années contraignantes contrairement aux génotypes L1, L5, L6, L7, L8 et L9 qui montrent une adaptation plus élargie sur toutes les années.

Tableau 2 : Paramètres de performance et de stabilité du rendement caractéristiques des différents génotypes

Génotype	MG	P_i	b_i	R^2	IC 95%	
L1	7,89	2,38	1,19	0,91	0,99	1,38
L2	7,95	1,86	0,76*	0,84	0,58	0,93
L3	6,98	4,28	0,76*	0,80	0,56	0,96
L4	6,62	5,61	0,76*	0,74	0,52	1,00
L5	6,52	5,78	1,13	0,81	0,84	1,42
L6	7,93	2,91	1,18	0,77	0,84	1,52
L7	5,83	8,17	1,14	0,79	0,87	1,45
L8	8,59	0,85	1,02	0,77	0,72	1,32
L9	7,07	3,77	1,05	0,94	0,92	1,19

* b_i significativement < 1 ; MG : Moyenne Générale des rendements ; P_i : indice de supériorité génotypique ; b_i : coefficient de régression linéaire ; R^2 : coefficient de détermination ; IC : Intervalle de confiance

La figure 3 montre le comportement des neuf génotypes de palmier à huile au cours des 18 campagnes de production dont le potentiel varie de 1 à 14 t. ha⁻¹. L'analyse de la figure montre en tendance générale, que lesdits génotypes améliorent leur rendement au fur et à mesure que le potentiel de l'année augmente. présente une bonne performance lorsque l'année affiche un

potentiel inférieur à 11,29 t. ha⁻¹. Au-delà, c'est le génotype L6 qui montre une meilleure performance. La plus faible performance est relevée au niveau du génotype L7. Les génotypes L5, L1 et L9 présentent quant à eux une performance intermédiaire durant les 18 campagnes de production.

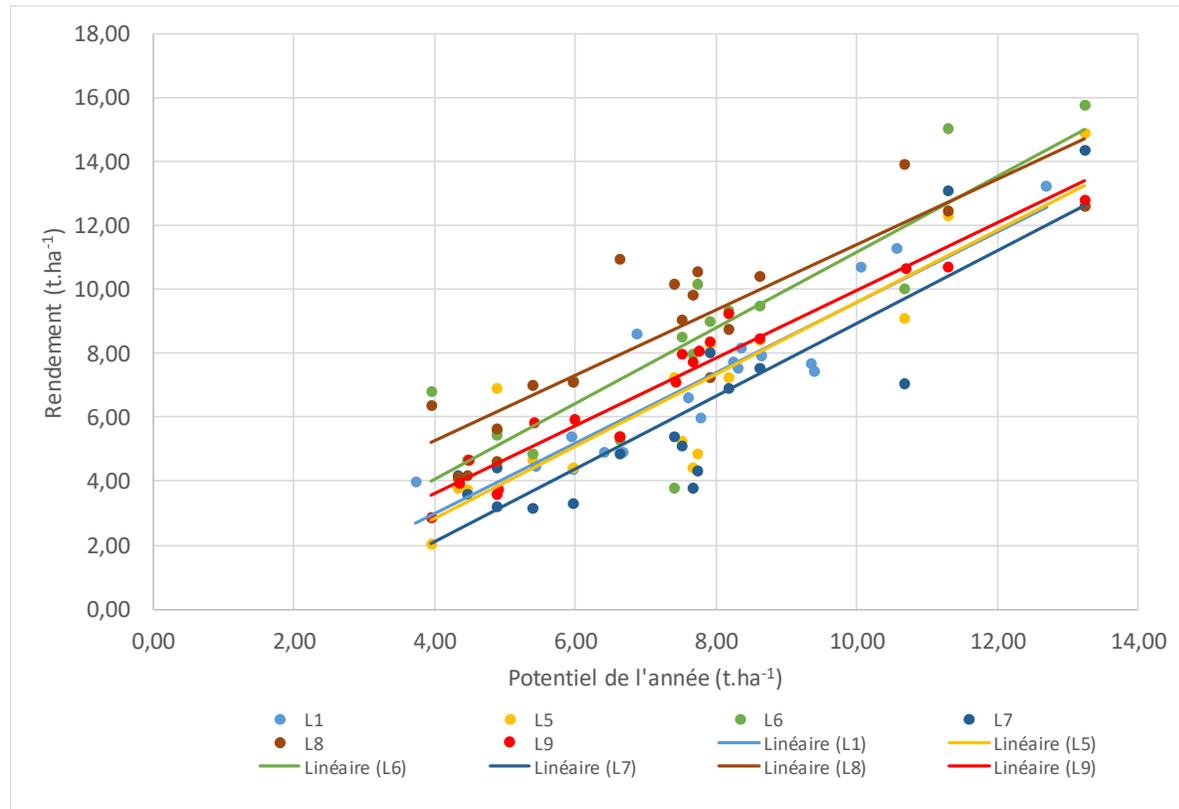


Figure 3 : Comportement prédictif des génotypes de palmier à huile en réponse au potentiel de rendement de l'année

DISCUSSION

L'interaction génotype x année est très déterminant dans la sélection des génotypes performants et stables (Benmahammed *et al.*, 2010). Les résultats de cette étude indiquent clairement la présence de l'interaction génotype x année chez les neuf génotypes de palmier à huile. La stabilité agronomique qui est privilégiée en sélection dans un objectif d'augmentation du potentiel de rendement (Becker et Léon, 1988) et mesurée ici par les indices P_i et b_i , a permis de relever les génotypes L1, L2, L6 et L8 comme génotypes performants et stables avec une adaptation spécifique aux années contraignantes pour le génotype L2. Les génotypes L3, L4, L5 et L9 sont considérés comme des génotypes peu performants et instables. Le génotype L7 quant à lui, présente la plus faible performance des neuf génotypes étudiés. Ces résultats corroborent bien ceux de

Yehouessi *et al.* (2019) obtenus à l'issue de l'étude sur la variabilité génotypes des mêmes génotypes de palmier à huile à travers les dégâts causés par la sécheresse. En effet, parmi les génotypes étudiés, l'auteur a montré que les génotypes L1, L2 et L8 présentent très peu de dégâts causés par la sécheresse contrairement au génotype L7 qui montre une forte proportion de dégâts causés par la sécheresse, signe d'une forte sensibilité au déficit hydrique. De même, les génotypes L4 et L5 considérés comme peu performants dans la présente étude, avaient été classés par Yehouessi *et al.* (2019) comme génotypes à tolérance intermédiaire. Cependant, les génotypes L3 et L9 qui avaient été classés tolérants à la sécheresse se sont montrés ici peu performants en terme de production de régime. La bonne performance-stabilité relevée au niveau du

génotype L2 et son adaptation spécifique aux années contraignantes lui ont été sans doute transmises par à son parent mâle DA10D qui est caractérisé par une

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Cette étude a permis de relever l'interaction génotype x année grâce à l'analyse de rendement chez neuf génotypes de palmier à huile préalablement typés pour leur tolérance à la sécheresse. À terme, les génotypes L1, L2, L6 et L8 sont performants et stables et L2 présente une adaptation spécifique aux années contraignantes. L3, L4, L5 et L9 sont considérés comme des génotypes peu performantes et instables. Le

REMERCIEMENT

Cette étude a été financée par le Centre de Recherche Agricole Plantes Pérennes de l'Institut National des Recherches Agricole du Bénin (CRA-PP/INRAB), dans

REFERENCES

- Becker, H.C., Leon, J., 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breed.* 101, 1–23.
- Benmahammed, A., Nouar, H., Haddad, L., Laala, Z., Abdelmalek, O., Bouzerzour, H., 2010. Analyse de la stabilité des performances de rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. *BASE*.
- Bouzerzour, H., Dekhili, M., 1995. Heritabilities, grains from selection and genetic correlations for grain yield of barley grown in two contrasting environments. *Field Crops Res.* 41, 173–178.
- Caliman, J.P., 1992. Oil palm and water deficit, production, adapted cropping techniques. *Palmier à huile et déficit hydrique, production, techniques culturales adaptées*. [Palma aceitera y déficit hídrico: producción, técnicas de cultivo adecuadas]. (No. 47 (5)).
- Carr, M.K.V., 2011. The water relations and irrigation requirements of oil palm (*Elaeis guineensis*): a review. *Exp. Agric.* 47, 629–652. <https://doi.org/10.1017/S0014479711000494>
- Corley, R.H.V., Tinker, P.B. (Eds.), 2003. Selection and Breeding, in: *The Oil Palm*. Blackwell Science Ltd, pp. 133–199. <https://doi.org/10.1002/9780470750971.ch5>
- Eycott, A.E., Advento, A.D., Waters, H.S., Luke, S.H., Aryawan, A.A.K., Hood, A.S., Naim, M., Ps, S., Pujianto, Purnomo, D., Rambe, T.D.S., Soeprapto, Suhardi, Tarigan, R.S., Wahyuningsih, R., Widodo, R.H., Caliman, J.-P., Snaddon, J.L., Foster, W.A., Turner, E.C., 2019. Resilience of ecological functions to drought in an oil palm agroecosystem. *Environ. Res. Commun.* 1, 101004. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab48da>
- Jika, N.I., St-Pierre, C.A., Denis, J.C., 1980. L'adaptation De Cultivars De Sorgho-Grain à Différents Régimes Hydriques. *Can. J. Plant Sci.* 60, 233–239. <https://doi.org/10.4141/cjps80-032>
- Murugesan, P., Aswathy, G.M., Sunil Kumar, K., Masilamani, P., Kumar, V., Ravi, V., 2017. Oil palm (*Elaeis guineensis*) genetic resources for abiotic stress tolerance: A review. *Indian J. Agric. Sci.* 171, 12–17.
- Nodichao, L., Chopart, J.-L., Rroupsard, O., Vauclin, M., Aké, S., Jourdan, C., 2011. Genotypic variability of oil palm root system distribution in the field. Consequences for water uptake. *Plant Soil* 341, 505–520. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0663-0>
- Nouy, B., Baudouin, L., Djegui, N., Omore, A., 1999. Oil palm under limiting water supply conditions. *Plant. Rech. Dév.* 6, 31–45.
- Rose, L.W., Das, M.K., Taliaferro, C.M., 2008. A comparison of dry matter yield stability assessment methods for small numbers of genotypes of bermudagrass. *Euphytica* 164, 19–25. <https://doi.org/10.1007/s10681-007-9620-2>
- Suresh, K., 2013. Adaptation and mitigation strategies for climate-resilient oil palm, in: *Climate-*

bonne tolérance au stress hydriques et une bonne production à l'arbre (Nouy et al., 1999).

génotype L7 quant à lui, présente la plus faible performance. Ces résultats confirment des études antérieures menées avec les mêmes génotypes de palmier à huile. Ils ouvrent la voie à des études plus approfondies, notamment sur l'analyse des mécanismes biochimiques et biomoléculaires mis en œuvre par le palmier à huile pour une meilleure adaptation à la sécheresse.

le cadre du programme de bourse « Master 2 et Doctorat en Science Agronomique » (MADISA). Les auteurs remercient l'institution pour son assistance.

- Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies. Springer, pp. 199–211.
- Woittiez, L.S., van Wijk, M.T., Slingerland, M., van Noordwijk, M., Giller, K.E., 2017. Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *Eur. J. Agron.* 83, 57–77. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.002>
- Yehouessi, L.W., Nodichao, L., Adoukonou-Sagbadja, H., Ahanhanzo, C., 2019. Genotypic variability in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) towards drought damages in Benin (West Africa). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13, 1737-1746–1746.