

Premier article : Sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire : synthèse bibliographique sur les acquis et perspectives

Par : C. Koussinou, A. Adandonon et L. Nodichao

Pages (pp.) 01-09.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Juin 2021 – Volume 31 - Numéro 01

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : sp.inrab@inrab.org / inrabdg1@yahoo.fr / brabpisbinrab@gmail.com

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB)
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01

Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpisbinrab@gmail.com

République du Bénin

Sommaire

Sommaire	i
Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire : synthèse bibliographique sur les acquis et perspectives C. Koussinou, A. Adandonon et L. Nodichao	1
Pratiques de fumage et disposition des fumeuses et des consommateurs à investir plus pour l'obtention de poissons fumés de qualité améliorée au Sud-Bénin C. F. A. Salifou, S. G. Ahounou, S. P. Kiki, E. B. Hogbonouto, K. A. I. Gade, H. F. Hounhoui et I. Youssao Abdou-Karim	10
Système de prix et réaction de l'offre agricole : expérience de la production du coton au Bénin E. Aïfa	24
Déterminants de l'engagement des jeunes dans l'entrepreneuriat agricole du Bénin G. K. B. Chabi, R. Adeoti, A. K. N. Aoudji et D. Mignouna	36
Structure et modèle de gouvernance de la Réserve Transfrontalière de Biosphère W du Bénin A. El-hadj Issa, D. S. J. C. Gbemavo, R. C. Gbedomon, K. V. Salako, G. A. Mensah et B. A. Sinsin	46
Aménagement des bas-fonds dans la région des Savanes au Togo : effet sur la productivité du riz et adoption par les producteurs E. A. Magamana, D. Blavet, E. Hien et J. L. Chotte	65

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Un thesaurus spécifique dénommé « TropicAgrif » (Tropical Agriculture and Forestry) a été développé pour caractériser les articles parus dans le BRAB et servir d'autres revues africaines du même genre. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette Principale - Cotonou 01 – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpbinrab@gmail.com – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir. Sètchéme Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir. Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir. Angelo C. DJIHINTO, Maître de Recherche, Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche et MSc. Ir. Gbènakpon A. Y. G. AMAGNIDE.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Écologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUIGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakai Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Pr. Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr. Dr Ir. Gauthier BIAOU (Économie, Bénin), Pr. Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Économie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Élevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr. Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin)

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : E-mail : brabpbinrab@gmail.com. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris les e-mails) de trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des évaluateurs, spécialistes du domaine.

Sanction du plagiat et de l'autoplaiat dans tout article soumis au BRAB pour publication

De nombreuses définitions sont données au plagiat selon les diverses sources de documentations telles que « -i- Acte de faire passer pour siens les textes ou les idées d'autrui. -ii- Consiste à copier les autres en reprenant les idées ou les résultats d'un autre chercheur sans le citer et à les publier en son nom propre. -iii- Copie frauduleuse d'une œuvre existante en partie ou dans sa totalité afin de se l'approprier sans accord préalable de l'auteur. -iv- Vol de la création originale. -v- Violation de la propriété intellectuelle d'autrui. » (<https://integrite.umontreal.ca/reglements/definitions-generales/>). Le Plagiat et l'Autoplaiat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout article soumis pour sa publication dans le BRAB doit être préalablement soumis à une analyse de plagiat, en s'appuyant sur quelques plateformes de détection de plagiat. Le **plagiat constaté dans tout article** sera sanctionné par un retour de l'article accompagné du **rapport de vérification du plagiat par un logiciel antiplagiat** à l'auteur de correspondance pour sa correction avec **un taux de tolérance de plagiat ou de similitude inférieur ou égal à sept pour cent (07%)**.

Respecter de certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture

Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses). **Le temps des verbes doit être respecté**. En effet, tout ce qui est expérimental et non vérifié est rédigé au passé (passé composé et imparfait) de l'indicatif, notamment les parties *Méthodologie (Matériels et méthodes)* et *Résultats*. Tandis que tout ce qui est admis donc vérifié est rédigé au présent de l'indicatif, notamment les parties *Introduction*, avec la citation de résultats vérifiés, *Discussion* et *Conclusion*. Toutefois, en cas de doute, rédigez au passé. Pour en savoir plus sur la méthodologie de rédaction d'un article, prière consulter le document suivant : **Assogbadjo A. E., Aïhou K., Youssao A. K. I., Fovet-Rabot C., Mensah G. A., 2011. L'écriture scientifique au Bénin. Guide contextualisé de formation. Cotonou, INRAB, 60 p. ISBN : 978-99919-857-9-4 – INRAB 2011. Dépôt légal n° 5372 du 26 septembre 2011, 3^{ème} trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.**

Titre

Dans le titre se retrouve l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots. Il comporte les mots de l'index *Medicus*. Le titre est un message-réponse aux 5 W [what (quoi ?), who (qui ?), why (pourquoi ?), when (quand ?), where (où ?)] & 1 H [how (comment ?)]. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte mais écrits en minuscules, sauf la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues français et anglais.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1^{ère} lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs), sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, e-mail, Tél. et pays) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme de recherche et à la rédaction de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document, etc. Il contient l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Le résumé contient une **Introduction** (contexte, Objectif, etc.) rédigée avec 20% des mots, la **Méthodologie** (type d'étude, échantillonnage, variables et outils statistiques) rédigée avec 20% des mots, les **Résultats obtenus et leur courte discussion** (résultats importants et nouveaux pour la science), rédigée avec 50% des mots et une **Conclusion** (implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches) rédigée avec 10% des mots.

Mots-clés

Les 3 à 5 mots et/ou groupes de mots clés les plus descriptifs de l'article suivent chaque résumé et comportent le pays (la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline ou le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. L'article est structuré selon la discipline scientifique et la thématique en utilisant l'un des plans suivants avec les Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques : *IMReD* (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Conclusion) ; *ILPIA* (Introduction, Littérature, Problème, Implication, Avenir) ; *OPERA* (Observation, Problème, Expérimentation, Résultats, Action) ; *SOSRA* (Situation, Observation, Sentiments, opinion, Réflexion, Action) ; *ESPRIT/SPRIT* [Entrée en matière (introduction), Situation du problème, Problème précis, Résolution, Information appliquée ou détaillée, Terminaison (conclusion)] ; *APPROACH* (Annonce, Problématique (perutable avec Présentation), Présentation, Réactions, Opinions, Actions, Conclusions, Horizons) ; etc.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériels et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs. Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion fait ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. La conclusion fait la synthèse de l'interprétation scientifique et de l'apport original dans le champ scientifique concerné. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats.

Références bibliographiques

La norme Harvard et la norme Vancouver sont les deux normes internationales qui existent et régulièrement mises à jour. Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités

dans les références bibliographiques. Dans le texte, les publications doivent être citées de la manière suivante : Sinsin (2020) ou Sinsin et Assogbadjo (2020) ou Sinsin *et al.* (2007). Sachez que « *et al.* » est mis pour *et alteri* qui signifie et autres. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées par ordre alphabétique dans la liste des références bibliographiques. Somme toute dans le BRAB, selon les ouvrages ou publications, les références sont présentées dans la liste des références bibliographiques de la manière suivante :

Pour les revues scientifiques :

- ✓ **Pour un seul auteur :** Yakubu, A., 2013: Characterisation of the local Muscovy duck in Nigeria and its potential for egg and meat production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4): 931-938. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000937>
- ✓ **Pour deux auteurs :** Tomasz, K., Juliusz, M. K., 2004: Comparison of physical and qualitative traits of meat of two Polish conservative flocks of ducks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(4): 367-375.
- ✓ **A partir de trois auteurs :** Vissoh, P. V., R. C. Tossou, H. Dedehouanou, H. Guibert, O. C. Codjia, S. D. Vodouhe, E. K. Agbossou, 2012 : Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer N° 260*, 479-492.

Pour les organismes et institutions :

- ✓ FAO, 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017 : Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO. 144 p.
- ✓ INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2015 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4) : Résultats définitifs. Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 33 p.

Pour les contributions dans les livres :

- ✓ Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), The biology of cyanobacteria.* Oxford, Blackwell.
- ✓ Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. *In: Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale.* Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

Pour les livres :

- ✓ Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- ✓ Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

- ✓ Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. *Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA*, 3243-3247.
- ✓ Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

Pour les abstracts :

- ✓ Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. *Plant Cell Physiology abstracts*, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

- ✓ Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web : <http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes rendus invisibles mais seules la première ligne et la dernière ligne sont visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées.

Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire : synthèse bibliographique sur les acquis et perspectives

C. Koussinou¹, A. Adandonon¹ et L. Nodichao²

¹MSc Claudine KOUSSINO, Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière (EGPVS), Université Nationale d'Agriculture (UNA) de Porto-Novo, BP 793 Porto-Novo, E-mail : claudinekoussinou057@gmail.com, Tél. : (+229)96238102, République du Bénin

Dr Ir. Apollinaire ADANDONON, EGPVS/UNA, BP 43 Kétou, Porto-Novo, E-mail : adanappo@yahoo.fr, Tél. : (+229)95071149, République du Bénin

²Dr Ir. Léfi NODICHAO, Centre de Recherches Agricoles-Plantes Pérennes, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, BP 01 Pobè, E-mail : anleifi@yahoo.com, Tél. : (+229)97572583, République du Bénin.

*Auteur de correspondance : MSc Claudine KOUSSINO, E-mail : claudinekoussinou057@gmail.com

Résumé

En Afrique, les plantations de palmier à huile sont sujettes à la fusariose vasculaire. Cette synthèse fait le point des méthodes de sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire, en vue d'identifier celles qui sont appropriées pour les travaux futurs de sélection. Pour ce fait, les méthodes de lutte contre la fusariose vasculaire développées de façon globale à nos jours ont été abordées tout en mettant l'accent de façon spécifique sur les méthodes de sélection utilisées. La fusariose du palmier à huile est contrôlée par une stratégie préventive stricte, allant du criblage des croisements, à la mise en quarantaine en passant par la détection de *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* dans les semences. La technique de sélection la plus utilisée est basée sur l'inoculation d'une solution de *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* à de jeunes plantules de palmiers à huile pour observer le comportement différentiel des individus pendant l'expression des symptômes. Le dosage des composés phénoliques dans le palmier à huile avant et après leur exposition au pathogène a également servi de base de sélection. Les facteurs impliqués dans le mécanisme de tolérance du palmier à huile à la fusariose vasculaire ne sont pas identifiés. Cependant, la tolérance du palmier à huile à la fusariose semble être gouvernée par plusieurs gènes. Les études futures devraient être axées sur l'identification de ces gènes afin d'aboutir à la sélection assistée par marqueurs.

Mots clés : *Elaeis guineensis*, criblage, xylème, indice de tolérance, résistance polygénique.

Selection of oil palm for resistance to Fusarium wilt: Literature review on achievements and perspectives

Abstract

Oil palm in Africa is susceptible to vascular Fusarium wilt. This review provides an update on the methods of breeding oil palm for resistance to vascular Fusarium wilt, with a view to identifying future breeding pathways. General control methods against *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* in focusing on the specific selection methods were described. The results from this literature review indicated that Fusarium wilt of oil palm is controlled by a strict preventive strategy, including screening of crosses (varieties) and quarantine, including detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* in seeds. The most widely used selection technique is based on the inoculation of young oil palm seedlings with *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* strains and evaluation of symptom expression. Moreover, the determination of phenolic compounds in oil palms before and after seedlings exposure to the pathogen was also used as a basis for selection. The factors involved in the mechanism of tolerance of oil palm to vascular Fusarium wilt have not been yet identified. However, the tolerance of oil palm to Fusarium wilt appears to be governed by several genes and not well documented. Future studies should focus on identifying these genes in order to achieve marker-assisted selection.

Keywords: *Elaeis guineensis*, screening, xylem, tolerance index, polygenic resistance.

Introduction

Le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq) est l'oléagineuse la plus productible au monde, avec une productivité en huile de 3,5 à 4,0 tonnes d'huile de palme par hectare en moyenne dans le monde (Schleicher et al., 2019). Il est essentiellement cultivé dans la zone intertropicale pour ses fruits dont on extrait l'huile de palme et l'huile de palmiste (Hoyle et Levang, 2012). L'Indonésie et la Malaisie détiennent à elles seules 82% de la production mondiale en 2018 selon Palm Oil Trade Exporters (OEC, 2019). Les pays de l'Afrique de l'Ouest dont, le Nigeria, le Ghana et la Côte d'Ivoire, n'ont produit que 2,7 millions de tonnes d'huile de palme en 2018, soit 3% de la production mondiale (EPOA, 2019). L'expansion exponentielle des plantations commerciales en Asie du Sud-Est se justifie par les conditions pédoclimatiques adéquates, et la faible incidence des ravageurs et des maladies (Rival et Levang, 2014). En Afrique, la culture du palmier à huile est sujette, entre autres, à la fusariose

vasculaire. La pathologie se manifeste par divers symptômes selon le stade de développement du palmier à huile. Toutefois, le retard de croissance généralisé et un jaunissement des jeunes feuilles entraînant un dépérissement et la mort du palmier sont les principaux traits caractéristiques de la maladie (Renard et de Franqueville, 1989 ; de Franqueville et Diabaté, 1995). Cette pathologie peut causer plus de 70% de perte de la production par mortalité (Renard et de Franqueville, 1989 ; Flood, 2006). Dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest, l'incidence de la Fusariose vasculaire du palmier à huile est reportée (Renard *et al.*, 1972 ; Gogbe *et al.*, 2017 ; Koussinou *et al.*, 2019). Avec l'utilisation de matériel végétal sélectionné et les bonnes pratiques agricoles, l'incidence de la maladie a régressé. L'incidence de la fusariose a régressé 70% à 1% entre 1989 et 2017 dans les plantations de Dabou en Côte d'Ivoire (Renard et de Franqueville, 1989 ; Flood, 2006 ; Gogbe *et al.*, 2017). Au Bénin, la fusariose est toujours présente avec une incidence de 12.5 à 30% dans les régions de l'Ouémé et du plateau (Koussinou *et al.*, 2019). Toutefois le Bénin dispose à son actif plusieurs génotypes de palmiers à huile tolérants à la fusariose, notamment les génotypes C2501F, C7001F, C8201F et C8701F mise au point par le Centre de Recherches Agricoles- Plantes Pérennes de Pobè (INRAB, 2013). La présente synthèse bibliographique fait le point des méthodes de lutte en général et spécifiquement des méthodes de sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire.

Mécanisme d'infection et organes attaqués par *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*

L'infection du palmier à huile par le champignon *F. oxysporum* f.sp.*elaeidis* est l'aboutissement d'un mécanisme très spécifique. Elle est conditionnée par la présence simultanée des lésions au niveau de l'hôte et des spores d'une souche agressive de l'agent pathogène (Cooper, 2011). Elle débute par la pénétration du champignon dans les racines du palmier à huile puis, s'en suit la colonisation des vaisseaux du xylème. En réponse, l'alimentation en eau et en nutriments du système vasculaire est affectée. Ceci se traduit par un déficit hydrique, et une déficience nutritive suivi d'un déséquilibre hormonal conduisant à une perte de rendement ou même la mort du plant (Jonkers *et al.*, 2009 ; Cooper, 2011). L'infection s'opère au bout d'une durée minimale de quatre semaines après l'exposition au pathogène (Gbongué *et al.*, 2014). Cela signifie que la capacité de ce champignon à infecter et à coloniser les racines de la plante est un facteur majeur déterminant l'efficacité de l'infection. Une fois le champignon à l'intérieur du plant, la progression de l'infection est dépendante de la capacité de l'agent pathogène à contourner les mécanismes de résistances du palmier. L'agent pathogène a été détecté dans le pollen puis à la surface de la graine (Flood *et al.*, 1990). Mais l'infection ne peut survenir que chez le jeune plant ou chez le palmier adulte à condition que l'agent pathogène soit présent dans le sol. *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* peut également se propager grâce à l'interconnexion des racines dans le sol (Dumortier *et al.*, 1992). La mise en évidence des marqueurs RFLP (polymorphisme de longueur de fragment de restriction) identiques et compatibles entre isolats issus de différentes régions de production de palmier à huile suggère que *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* peut être dispersé par voie aérienne, c'est-à-dire que le vent peut favoriser la dispersion des spores du pathogène (Cooper *et al.*, 1989) ou peut contaminer l'extérieur des graines (Flood, 2006). La déduction est que la lutte contre la fusariose peut se faire suivant deux axes. Le premier est d'éviter toute exposition du palmier à huile au pathogène. Le deuxième axe est basé sur la capacité des croisements de palmier à huile à combattre l'infection. Cependant vu la distribution et la quasi-permanence de *F. oxysporum* f. sp. *elaeidis* dans les sols, seule la capacité des croisements à résister à l'infection a servi de base aux techniques de lutte contre la fusariose vasculaire. À ce titre, la sélection de croisement résistant est capitale. La lutte contre la fusariose vasculaire passe donc par une prévention stricte de l'infection depuis la production de graine jusqu'à la diffusion du matériel végétal.

Symptomatologie

La pathologie se manifeste par deux types de symptômes chez les palmiers en production ; une forme typique caractérisée par un dessèchement des feuilles basses et une cassure du rachis au premier tiers de celui-ci en partant du pétiole, un retard de croissance généralisé et un jaunissement des jeunes feuilles entraînant un dépérissement et la mort du palmier (Renard et de Franqueville, 1989 ; de Franqueville et Diabaté, 1995), et la forme chronique résultant de la mise en place des mécanismes physiologiques de lutte développés par le palmier à huile à la suite d'une infection typique. Dans ce cas, les feuilles sèches tombent, le palmier se caractérise par un couvert végétal peu dense, matérialisé par la présence de deux à quatre flèches à ouverture très lente. Le diamètre du stipe se réduit et s'affine à son extrémité supérieure en pointe (de Franqueville et Diabaté, 1995). En revanche, chez les jeunes palmiers, la fusariose se caractérise par un jaunissement des feuilles dans un premier temps, puis survient le brunissement des feuilles moyennes, par suite le brunissement évolue vers les feuilles de même rang et enfin les feuilles basses (de Franqueville et Diabaté, 1995). Le symptôme interne qui

confirme la maladie est le brunissement des vaisseaux du xylème (Cooper, 2011). Toutefois, pendant les tests de criblage, les symptômes foliaires précédemment décrits ne servent pas de base d'appréciation des croisements. Seul le symptôme interne sert de critère de classification des croisements. En effet, bien que des symptômes caractéristiques de la fusariose vasculaire aient été décrits, ces symptômes n'apparaissent pas systématiquement en plantation ou dans les tests en pépinière. Ainsi, des palmiers malades ne présentant aucun symptôme foliaire étaient observés. Il a été établi que plusieurs facteurs conditionnent l'expression de l'infection sur le palmier à huile. Au nombre de ces facteurs nous pouvons citer : le stade de développement du palmier à huile, le fond génétique du palmier à huile, le stade d'évolution de l'infection (Renard et de Franqueville, 1989). Certaines composantes du climat, notamment les facteurs hygrométriques, humidité relative du sol, et la température ambiante ont un impact sur le développement de l'infection (Dossa *et al.*, 2019). Les antécédents culturels de la plantation conditionnent également l'apparition de la maladie (Diabaté *et al.*, 2015), en influant sur la préexistence ou non des foyers d'infection.

Méthodes de lutte

Lutte culturale

Dans la perspective de réduire l'incidence et les pertes de rendements induits par la fusariose vasculaire du palmier à huile, plusieurs techniques ont été testées. En Côte d'Ivoire où la maladie sévit de manière endémique, il a été démontré que certaines pratiques culturales recommandées pour la replantation ont été capables de réduire l'impact de la maladie. En effet l'infection s'établit plus précocement chez les palmiers replantés sur antécédents cocotiers du fait de la densité d'inoculum préexistante dans le sol (Allou *et al.*, 2001). Les racines des cocotiers constituent donc un réservoir pour le champignon pathogène qui peut propager l'infection lors des replantations. Ainsi, il est recommandé d'éviter de faire des replantations sur des parcelles à antécédent cultural appartenant à la même famille que le palmier (Allou *et al.*, 2001 ; Diabaté *et al.*, 2015). Les pratiques culturales se sont révélées inefficaces à cause du caractère pérenne du palmier à huile et de la présence quasi permanente du *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* dans le sol. En effet, de Franqueville et Diabaté (1995) ont montré que le pourcentage de maladie pourrait être réduit de moitié si les jeunes palmiers étaient replantés à plus de 2 mètres des vieilles souches de palmiers infectés. La destruction des palmiers infectés et leur combustion, la distanciation des palmiers par rapport aux vieilles souches, le changement de la culture de couverture évitant l'utilisation de tiges de paquet déployées en tant que paillis, ont été tentées (Corley et Tinker, 2003). Mais l'élimination des plantes infectées n'est pas pratique du fait que *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* est un agent pathogène du sol. De plus, les racines sont fortement interconnectées et la nature chronique et asynchrone de la maladie rend difficile la distinction entre un palmier sain et un palmier récemment infecté. Aussi faut-il souligner que la fusariose se développe plus dans les sols appauvris (Renard et Ravisé, 1986). Une meilleure gestion du terrain, comme l'application du potassium (Renard et Quillec, 1983) et le potentiel de *F. oxysporum* non pathogène a supprimé avec succès le flétrissement fusarien dans l'œillet (Postma et Lutikholt, 1996). Il a été fréquemment signalé que des sols supprimeurs expliquent une infection à *Fusarium* réduite causée par les champignons non pathogènes des sols, même si un pathogène et un hôte sensible sont présents (Olivain *et al.*, 2006). Ceci démontre que la nature du sol conditionne le développement de la fusariose.

Lutte chimique

Les fongicides n'ont pas été pris en considération en raison de l'efficacité, du coût, de l'échelle et des considérations environnementales (Turner, 1981). Cependant la désinfection des graines avec du dithiocarbamate de zinc quelques jours avant semis est recommandée (Ravisé, 1965). Une méthode de décontamination du pollen est utilisée par CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International) en collaboration avec MPOB (Malaysian Palm Oil Board) pour tout le matériel entrant en Malaisie et avec des sociétés indonésiennes (Rusli, 2012). Le pollen est moins fréquemment importé mais est également criblé par réisolement sur milieu sélectif *Fusarium* et identifié à l'aide d'outils de diagnostic moléculaire (Rusli, 2012). Il existe aussi une technique d'infiltration des semences avec un fongicide, permettant de désinfecter le tégument et l'intérieur de la graine (Flood *et al.*, 1994).

Lutte biologique

Rusli (2012), souligne que *Trichoderma* a la capacité de coloniser les racines de palmier à huile et de persister au fil du temps. Des effets bénéfiques à la maladie pouvaient résulter d'une activité antimicrobienne directe ou d'effets indirects sur les défenses de l'hôte (Nihorimbere *et al.*, 2010). La concurrence entre isolats de *Fusarium oxysporum* pour l'acquisition des nutriments du sol est certainement l'un des modes d'action de nombreux agents de lutte biologique tels que *Trichoderma* spp.

(Alabouvette *et al.*, 2009). Certains isolats de *Trichoderma* peuvent coloniser les racines et induire des réponses de résistance locales ou systémiques, provoquant une régulation à la hausse des gènes liés à la défense (Harman *et al.*, 2004). Il en ressort que la lutte préventive est la plus concluante.

Test de criblage classique

Le criblage des géotypes se fait généralement en se basant sur le test de criblage mis au point par Prendergast (1963) et Renard *et al.* (1972) en utilisant des isolats de *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* virulent (Flood, 2006). Ce test consiste à inoculer à de jeunes plantules 20 ml d'inoculum soigneusement préparé. Il est le plus utilisé à nos jours dans les centres de criblage du palmier à huile (Bénin, Cameroun,) pour la tolérance à la fusariose, et a permis de réduire considérablement les pertes de plantations dues à la fusariose. Cependant plusieurs modifications ont été apportées au fil des années. Ces modifications touchent le nombre de répétitions dans un essai de criblage qui est passé de deux répétitions soit 2 x 20 plantules (Prendergast, 1963) à huit répétitions soit 8 x 20 plantules (Ntsomboh *et al.*, 2015 ; Asssohou *et al.*, 2016). Il faut également noter une réduction considérable du stade de développement des plantules à inoculer qui est passé de six mois environ à six semaines, avec pour impact la réduction de la durée du test qui est passée de huit mois à cinq mois dans les centres de criblage (Renard *et al.*, 1972). C'est dire que le stade de développement des plantules à la date de l'inoculation favorise l'établissement de l'infection. En effet, des plantules de palmiers inoculées à différents âges lors des tests de criblage (une feuille et demie dans un cas, et sept semaines après repiquage des plantules en pépinière pleine terre dans l'autre cas) ont exprimées les symptômes respectivement à quatre mois et demi, et à huit mois (Renard *et al.*, 1972). Toutefois la dose et la concentration de l'inoculum pourraient impacter l'expression de la maladie, et donc la durée du test. En effet, au cours de ces dernières années, plusieurs auteurs ont utilisé diverses doses et diverses concentrations de *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* pour inoculer des plantules de palmiers à huile âgées de six semaines à cinq mois (tableau 2). Même si aucune étude n'a établi à nos jours, la corrélation entre dose, concentration, âge des plantules et date d'apparition des premiers signes, ces variations de dose, de concentration, d'âge, et de durée du test pourraient influencer ou non les résultats de classification des croisements.

L'interprétation des résultats du test de criblage se fait sur la base du calcul de l'indice de tolérance (Renard *et al.*, 1972 ; Ntsomboh *et al.*, 2015) après observation des symptômes internes lors du dépouillement. Puis les croisements sont classés suivant leur appartenance à un intervalle de référence (tableau 1). L'indice de tolérance d'un croisement est calculé suivant l'équation proposé par Renard *et al.* (1972) :

$$\text{Indice de tolérance (I)} = \frac{\text{Pourcentage de plants infectés pour le croisement A}}{\text{Pourcentage de plants infectés pour l'ensemble des croisements}} * 100$$

Tableau 1. Indice de référence pour la classification des croisements de palmiers à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire d'après Renard *et al.* (1972) puis Ntsomboh *et al.* (2015)

Renard <i>et al.</i> (1972)		Ntsomboh <i>et al.</i> (2015)	
Indice de référence	Statut	Indice de référence	Statut
I ≤ 100	Croisement tolérant	I < 90	Croisement très tolérant
I > 100	Croisement sensible	90 < I < 100	Croisement à tolérance modérée
		100 < I < 120	Croisement sensible
		I > 120	Croisement très sensible

L'évaluation des tests de criblage se base essentiellement sur l'observation visuelle des symptômes, une approche subjective et variable d'un observateur à un autre, la comparaison entre évaluateurs pouvant conduire à des résultats discordants (Barbedo, 2013). Cette technique d'appréciation pourrait constituer une limite à la méthode classique de criblage des géotypes développée par Renard *et al.* (1972), dans la mesure où la classification des géotypes est essentiellement basée sur l'évaluation visuelle des symptômes, après inoculation du pathogène d'une part. Par ailleurs, il est noté une disparité entre symptômes externes et internes (Buchanan, 1999) lors de l'évaluation des tests. Pour cela Renard *et al.* (1972) recommande une appréciation du pseudo-bulbe, indépendamment des symptômes foliaires.

Dans le tableau 2 sont illustrées les modifications apportées au test de criblage du palmier à huile de 1972 à 2018 pour la résistance à la fusariose. Ces modifications touchent essentiellement la concentration de l'inoculum (spores/ml), la dose, le stade de développement des plantules inoculées et

la durée du test avec pour conséquence directe la variation de la date d'apparition des premiers symptômes. Nous pouvons en déduire une réduction à deux mois du stade de développement des plantules testées et une réduction de la durée du test à trois mois ces dernières années. Toutefois dans les centres de criblage du palmier à huile pour la résistance à la fusariose accrédités (Bénin et Cameroun) la durée des tests est de cinq mois.

Tableau 2. Tableau récapitulatif de la concentration de l'inoculum en fonction de l'âge des plantules

Concentration de l'inoculum (spores/ml)	Dose	Age des plantules inoculées	Date d'apparition des premiers symptômes	Durée du test	Auteurs	Pays
Non quantifié	20 ml	1,5 feuille	4,5 mois	4,5 mois	Renard <i>et al.</i> , 1972	Côte d'Ivoire
Non quantifié	10 ml	7 semaines après repiquage pleine terre.	8 mois	8 mois	Renard <i>et al.</i> , 1972	Côte d'Ivoire
4.10 ⁶	-	4 mois	8 semaines	2 mois	Taquet <i>et al.</i> , 1985	Côte d'Ivoire
4.10 ⁶	25 ml	2 mois	-	5 mois	Vernenghi <i>et al.</i> , 1987	Côte d'Ivoire
10 ⁶	10 ml	3 mois	-	3 mois	Rusli, 2012	Angleterre
Non quantifié	20 ml	1,5 mois	-	3 mois	Ntsomboh <i>et al.</i> , 2012	Cameroun
5.10 ⁶	20 ml	2 feuilles	-	4 mois	Diabaté <i>et al.</i> , 2013	Côte d'Ivoire
Trempage des racines	-	2 mois	-	-	Diabaté <i>et al.</i> , 2014	Côte d'Ivoire
2,5.10 ⁶	20 ml	2 mois	4 ^{ème} semaine après inoculation	-	Gbongué <i>et al.</i> , 2015	Côte d'Ivoire.
Non quantifié	20 ml	6 semaines	4,5 mois	12 mois	Ntsomboh <i>et al.</i> , 2015	Cameroun
8.10 ⁶ spores	20 ml	2 mois	3 ^{ème} semaine post inoculation	3 mois	Asssohoun <i>et al.</i> , 2016	Côte d'Ivoire.
Trempage des plantules		2 mois	-	-	Gogbé <i>et al.</i> , 2016	Côte d'Ivoire.
1,7.10 ⁷	20 ml	2 mois	1 mois après inoculation	5 mois	Kablan <i>et al.</i> , 2018	Côte d'Ivoire.

Criblage biochimique

Le criblage biochimique s'appuie sur le test de Renard *et al.* (1972). Il consiste à doser les composés phénoliques produits par le palmier en condition d'infection. Ce test est une alternative au test de Renard *et al.* (1972) basé sur la sélection par voie classique qui se base sur la durée, avec usage d'un nombre élevé de matériel végétal et l'évaluation phénotypique des symptômes. Le criblage biochimique a pour fondement la sécrétion de composés biochimiques (phytotoxines) par le palmier à huile en réponse à l'infection. Il consiste en un criblage classique de jeunes plants de palmier à huile au stade pré-pépinière avec *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* et à la quantification les phénols totaux et la fongitoxicité des extraits à différentes dates, grâce à la méthode colorimétrique (Gogbé *et al.*, 2016) ou par chromatographie liquide à haute performance sur couche mince (Diabaté *et al.*, 2009 ; Diabaté *et al.*, 2014). La variabilité de la quantité des constituants phénoliques dans le temps a servi de base pour une classification des clones (Diabaté *et al.*, 2009 ; Diabaté *et al.*, 2014). Bien que coûteuse, cette technique est entre autres une approche de classification des génotypes.

Au-delà du coût, il faut considérer l'aspect extrêmement chronophage de cette approche, car au vu de la non répétabilité des mesures, il faudrait répéter les mesures sur chaque plant. Cette technique a permis de révéler l'importance des fluctuations de réaction du palmier à huile à l'infection. Pour des plants hybrides issus d'une même reproduction, des échelles de réaction de défense différentes ont été constaté en fonction de l'individu considéré. Des fluctuations ont été enregistrées pour le paramètre composé phénolique évalué dans les tissus exprimés en acide chlorogénique par g de tissu frais et ces

teneurs sont comprises entre 1.570 et 5.350 ug pour le couple (L 404 D X L2T), 1.865 et 4.251 ug pour le couple (D 115 D X L2T), 1.606 et 2.105 ug pour le couple (D 10 D X L2T) (Taquet, 1985). De même au sein d'un même croisement, on note une réponse fluctuante de teneur en composés phénoliques de chaque plantule par rapport aux valeurs indicatrices de réactions de quelques hybrides (Taquet, 1985). Une proportion importante des individus de palmier considérés (1/3), présente un écart compris entre 20 et 30% en comparaison à la moyenne (Taquet, 1985). Ceci confirme bien le caractère très variable de ces mesures, et donc de la fiabilité de l'exploitation de cette approche à grande échelle. Entre le coût financier et en temps, l'entretien du matériel difficile en milieux tropicaux, le caractère variable de ce paramètre et la justification discutable de cette approche, cela n'est pas applicable à grande échelle. Par ailleurs, Taquet (1985), Renard et Franqueville. (1989) précisent que les valeurs mesurées ne sont pas en elles-mêmes des indicateurs de résistance ou de sensibilité, mais que les interprétations doivent être calibrées pour chaque fond génétique.

Interaction entre *Elaeis guineensis* Jacq et *F. oxysporum* f. sp. *elaeidis*

Chetouhi (2015), mentionne que « Les interactions entre une plante et les organismes pathogènes ou symbiotiques sont contrôlées par l'émission et la perception par les deux partenaires de signaux plus ou moins spécifiques, mettant en jeu des programmes génétiques complexes conduisant à la mise en place de structures et de réponses appropriées. L'issue de l'interaction est fonction de la capacité des partenaires à reconnaître ces signaux, et après la phase de reconnaissance, à enclencher un ou des programmes génétiques spécifiques, mécanismes de défense dans un cas, processus infectieux dans l'autre. Ainsi, l'établissement ou la résistance à l'infection requiert l'expression de gènes végétaux. » Dans le cas du pathosystème *E. guineensis* et *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis*, la résistance observée semble reposer sur une résistance de type polygénique (Meunier *et al.*, 1979 ; de Franqueville et de Greef, 1988). Cela rend difficile la multiplication et l'évaluation, mais présente l'avantage de conférer une résistance durable, à l'inverse de la résistance monogénique contrôlée par des gènes à effet majeur qui sont rapidement surmontés, comme ce fut le cas pour d'autres formes spéciales de *F. oxysporum* (Diener et Ausubel, 2005).

La résistance des génotypes de palmiers à huile à *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis* semble être partielle, donc gouvernée par des QTLs (Quantitatif Trait Loci). Selon Meunier *et al.* (1979) la résistance du palmier à huile à la fusariose est basée sur de nombreux gènes alors que de Franqueville et de Greef (1988) estiment que seulement deux gènes gouvernent la résistance du palmier à huile au *F. oxysporum* f. sp. *elaeidis*. D'un autre côté, Renard *et al.* (1993) indiquent que la transmission de la résistance à la descendance se fait suivant une ségrégation simple plutôt qu'un héritage additif. L'identification des QTLs impliqués dans la résistance du palmier à huile à la fusariose s'impose (Rival, 2017). En effet, la sélection assistée par marqueur (SAM) présente l'avantage d'offrir une précision de plus de 300% des caractères faiblement héréditaires par rapport à la sélection phénotypique (Lande et Thompson, 1990). La sélection assistée par marqueurs moléculaires est aujourd'hui un outil indispensable à l'amélioration des schémas de sélection classique (Hospital, 2001). Cette technique a démontré son efficacité dans l'amélioration de la résistance des plantes aux maladies et aux ravageurs (Langridge *et al.*, 2001). La sélection par criblage phénotypique reste très coûteuse en temps et en tests de résistance notamment dans le cas de la sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire, il faut répéter le test de criblage huit fois avec un minimum de 160 plantules représentatif d'un génotype, et chaque test a une durée de cinq mois. Cette technique peut être simplifiée grâce à la sélection par marqueurs qui permettrait une sélection simultanée de la résistance majeure et du fonds génétique (QTLs de résistance partielle) (Quenouille-Lederer, 2013).

Rival (2001), a établi que la sélection assistée du palmier à huile par des marqueurs constitue, pour le palmier à huile, un long processus articulé sur plusieurs phases dont les principales sont les suivantes: « l'étude de la diversité génétique dans le germplasm de *E. guineensis* et de *E. oleifera* ; le développement à grande échelle par PCR de marqueurs microsatellites, et le développement en parallèle des projets de cartographie génétique et de détection de QTLs s'adressant à des caractères agronomiques majeurs. »

Depuis lors, plusieurs études sur la diversité génétique chez le palmier à huile ont été entreprises. Ces études ont permis la mise au point de marqueurs SSRs à partir de tissus végétatifs et en développement (SSR) (Tranbarger *et al.*, 2012), et la mise en évidence des QTL liés au rendement en huile de palme (Ukoskit *et al.*, 2014 ; Cross, 2014). En somme, au vue de tous ces avancées majeurs l'identification des QTLs liées à la résistance du palmier à huile à la fusariose vasculaire serait une perspective à court terme.

Conclusion et perspectives

La lutte contre la fusariose vasculaire du palmier à huile est essentiellement de type préventif. Elle consiste en une sélection basée sur le criblage phénotypique ou biochimique de jeunes croisements. La dose, l'âge des plantules, la concentration de l'inoculum varient beaucoup dans le temps. Toutefois les protocoles ont été optimisés. Les questions liées aux nombres de gènes impliqués dans la résistance, ainsi que leurs modes de transmission restent toujours posées. Dans la perspective de nouvelles voies de sélection assistée par marqueurs moléculaires, L'identification des QTLs impliqués dans la résistance du palmier à huile à la fusariose est indispensable. Aujourd'hui encore, les mécanismes moléculaires à la base du développement de la fusariose sur le palmier à huile ne sont pas établis. L'étude du protéome et du transcriptome du palmier à huile avant et après l'infection peut permettre de disposer d'information sur les interactions génétiques entre le palmier à huile et *F. oxysporum* f.sp. *elaeidis*. En outre, le dosage de protéines peut constituer une base de sélection. La sélection par marqueurs moléculaire peut également permettre de révolutionner la technique de sélection du palmier à huile pour la résistance à la fusariose vasculaire.

Références bibliographiques

- Alabouvette, C., C. Olivain, Q. Migheli, 2009: Microbiological control of soil-borne phytopathogenic fungi with special phase on wilt-inducing *Fusarium oxysporum*. *New Phytologist.*, 184(3) : 529-544.
- Allou, K., S. Ake, N. Ahoussou, K. Ballo, S. Diabaté, 2001 : Effet de la jachère sur l'expression de la fusariose vasculaire du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq). *Agron. Afr.*, 12(1) : 21-33.
- Assouhoun, A. Gogbé, F. Diabaté, S. Konan, J. Konan, E. Djè, M. De Franqueville, H. Tanoh, 2016 : Expression de la fusariose latente chez les jeunes plantes de palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq) inoculées avec *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*. *J. Appl. Biosci.*, 102 : 9716– 9722.
- Barbedo, J., 2013: Digital image processing technique for detection quantifying and classifying plant diseases. *SprinterPlus*, 2, 660.
- Buchanan, A. G., 1999: Molecular genetic analysis of *Fusarium* wilt resistance in oil palm. PhD Thesis: University of Bath, Bath, UK.
- Chetouhi, C., 2015 : Bases moléculaires de la sensibilité du blé tendre (*Triticum aestivum*) à la fusariose de l'épi causée par le champignon *Fusarium graminearum*. Thèse de doctorat : Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 325 p.
- Cooper, R. M., 2011: *Fusarium* wilt of oil palm: A continuing threat to South East Asian Plantations. *The Planter*, 87: 409 -418.
- Cooper, R. M., J. Flood, R. Mepsted, 1989: *Fusarium* wilt of oil palm : transmission, isolate variation, resistance. *Vascular Wilt Diseases of Plants. Springer-Verlag*, 28:247-258.
- Corley, R., Tinker, B., 2003: The oil palm. Oxford: Blackwell Science Ltd, 562 p.
- Cros, D., 2014: Etude des facteurs contrôlant l'efficacité de la sélection génomique chez le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). Thèse de doctorat. Montpellier, France, 209p.
- de Franqueville, H. De Greef, W., 1988 : Hereditary transmission of resistance to vascular wilt of the oil palm: facts and hypotheses. In: Proceedings of 1987 International Oil Palm Conference. Progress and Prospects. pp 118-129, Palm Oil Research Institute, Kuala Lumpur, Malaysia.
- De Franqueville, H. Diabaté, S., 1995 : La fusariose du palmier à huile en Afrique de l'Ouest. *Plantation, Recherche, Développement*, 2 (4) : 5-13.
- Diabaté, S. de Franqueville, H. Adon, O. Coulibaly, Ake, A., 2009 : The role of phenolic compounds in the determination of wilt disease tolerance of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Afr. J. Biotechnol.*, 8(21): 5679-5690.
- Diabaté, S. Kouame, J. Allou, H., 2013: Effet d'une souche non pathogène de *Fusarium oxysporum* sur l'expression de la fusariose chez le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Int. j. biol. chem. Sci.*, 7 :1279-1288.
- Diabaté, S. Wongbé, Y. Brou, K.G. Gogbé, B.F. Koutou, A., Kouadjo, C.G., 2014 : Étude comparée de la réaction phénolique chez quatre clones de palmiers à huile dans le pathosystème *Elaeis guineensis-Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* au stade pré-pépinière. *J. Appl. Biosci.*, 21 : 3241-3250.
- Diabaté, S. Kouadio L.D. Brou K.G. Yte, W. Konan, J-N. Konan, K.E., 2015: Etude de l'influence du facteur antécédent cultural palmiers et cocotiers sur l'évolution de la fusariose vasculaire chez six clones de palmiers à huile de Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, 92: 8570-8577.
- Diener, A. Ausubel, F., 2005: Resistance to *Fusarium oxysporum*, a dominant Arabidopsis disease-resistance gene, is not race specific. *Genetics*, 171: 305-321.
- Dossa, J. Togbe, E. Pernaci, M. Agbossou E. Ahohuendo, B., 2019: Effet des facteurs de l'environnement sur les *Fusarium* pathogènes des plantes cultivées. *Int. j. biol. chem. Sci.*, 13 : 493-502.
- Dumortier F. Van Amstel H. Corley R. H., 1992. Oil palm breeding at Binga, Zaire. 1970-1990. Unilever Plantations, London.

- European Palm Oil Alliance (EPOA). 2019. The Palm Oil Story. 17p
- Flood, J. Mepsted, R. Cooper, R. M., 1990: Potential Spread of *Fusarium* wilt of oil palm on contaminated seed and pollen. *Mycol. Res*, 94: 708-709.
- Flood, J., Mepstead, R. Turner, S. Cooper R., 1994 : Population dynamics of *Fusarium* species on oil palm seeds following chemical and heat treatments. *Plant Pathology*, 43, 177-182.
- Flood, J., 2006. A review of *Fusarium* wilt of oil palm caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*. *Phytopathology*, 96 : 660-662.
- Gbongué L-R. Diabaté S. Dick Acka E. Yté W., 2015 : Study of the Influence of Previous Vegetation and the Induction of Immunization of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) against *Fusarium* Wilt. *Int. J. Plant Soil Sci.*, 4 :192-202, 2015.
- Gogbé F. Konan J-N., Diabaté, S. Konan, E., Kone, B., Dogbo, O., 2016 : Réaction phénolique de quatre clones de palmier à huile inoculés par *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. *Int. j. biol. chem. Sci.*, 10(2) : 486-496.
- Gogbé, B. Diabaté, S., Konan, J-N., Kablan, A., Dogbo, O., 2017 : Oil palm *Fusarium* wilt distribution and incidence in Southern Region of Ivory Coast. *Afr. J. Agric. Res.*, 12(39) : 2895-2901.
- Harman, G., 2004 : New advances in the science and use of *Trichoderma* spp. *agric. Life sci.*, 30, 388.
- Hospital, F., 2001 : Size of donor chromosome segments around introgressed loci and reduction of linkage drag in marker-assisted backcross programs. *Genetics*, 158 (3) :1363–1379.
- Hoyle D., Levang P., 2012. Le développement du palmier à huile au Cameroun. Geneva : WWF. 16 p. (WWF Rapport).
- INRAB, 2013. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. Rapport Scientifique. 184p
- Jonkers, W. Rodrigues, C. Rep, M., 2009 : Impaired Colonization and Infection of Tomato Roots by the Mutant of *Fusarium oxysporum* Correlates with Reduced CWDE Gene Expression. *Society*, 22 : 507-518.
- Kablan, M. Diabaté, S. Konan J-N. Kouakou, T. Koné M., 2018 : Assessment of tolerance to *Fusarium* wilt of some traditional accessions of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Collected in man, west of Cote d'Ivoire. *Int. J. Plant Pathol*, 07: 77-84.
- Koussinou, C. Adandonon, A. Nodichao, L., 2019 : Distribution and incidence of *Fusarium* wilt in oil palm in Benin. *J. Appl. Biosci*, 135: 13831-13839.
- Lande, R. Thompson R., 1990: Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. *Genetics*, 124: 743-756.
- Langridge, P. Lagudah, T. Holton, R. Appels, P. Sharp K. Chalmers, K., 2001: Trends in genetic and genome analyses in wheat: A review. *Aust J Agric Res*, 52: 1043–1077.
- Meunier, J. Renard, J. Quillic, G., 1979. Heredity of resistance to *Fusarium* wilt in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Oleagineux*, 34 : 555-561.
- Nihorimbere, V. Ongena, M. Cawoy, H. Brostaux, Y. Kakana, P. Jourdan, E. Thonart, P., 2010: Beneficial effects of *Bacillus subtilis* on field grown tomato in Burundi: Reduction of local *Fusarium* disease and growth promotion. *Afr. J. Microbiol. Res.*, 4: 1135-1142.
- Ntsomboh, N.G. Ngando-Ebongue, G.F. Koon, P. Bell, J.M. Youmbi, E. Ngalle-Bille, H. Bilong, E.G. Madi, G. Anaba, B., 2012. Control approaches against vascular wilt disease of *Elaeis guineensis* Jacq. caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. *J. Biol. Life Sci.* 3(1): 160-173.
- Ntsefong N. G. Galdima, M. Ngobisa, N. A. EpohNguea, T. Kato, S. Lum A. Fontem G., 2015: Vascular Wilt Disease Tolerance Status of Some Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Progenies in Relation to Local Strains of *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* in Cameroon. *Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant*, 2: 111-122.
- OECD, 2019. Palm Oil Trade Exporters. The Observatory of Economic Complexity (ed.). Online available at <https://atlas.media.mit.edu/en/profile/hs92/1511/>.
- Olivain, C. Humbert, C. Nahalkova, J. Fatehi, J. L'Haridon, F. Alabouvette, C., 2006: Colonization of tomato roots by pathogenic and non-pathogenic *Fusarium oxysporum* together and separately in the soil. *Appl. Environ. Microbiol.*, 72: 1523–1531.
- Postma, J. Luttikholt, A., 1996: Colonization of carnation stems by a non-pathogenic isolate of *Fusarium oxysporum* and its effect on *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi*. *Can. J. Bot.*, 74: 1841–1851.
- Prendergast, A., 1963: A method of testing oil palm progenies at the nursery stage for resistance to vascular wilt disease caused by *Fusarium oxysporum*. *Schl. J. W. Afr. Inst. Oil Palm Res*, 4:156-175.
- Quenouille-Lederer, J., 2013: Bases génétique et fonctionnelles de la durabilité des résistances polygéniques au virus Y de la pomme de terre (PVY) chez le piment (*Capsicum annum*). Thèse de Doctorat : Sciences agricoles. Université d'Avignon, 210p.
- Ravisé, A., 1965 : Etude de parasites de plantules d'*Elaeis guineensis* en préépinière. In Congrès de la protection des cultures tropicales, Marseille : 801-806.
- Renard, J. L. Gascon, J. P. Bachy, A., 1972 : Recherches sur la fusariose du palmier à huile. *Oléagineux*, 35 : 387-393.

- Renard, J. L. Ravisé A., 1986 : La fusariose du palmier à huile. *Phytoma*, 374 :44-46.
- Renard, J. L. Quillec G., 1983 : Fusarium and replanting. Elements to be considered when replanting oil palm in a Fusarium zone in West Africa. *Oleagineux*, 46, 255-265.
- Renard, J. L. de Franqueville H., 1989 : Oil palm vascular wilt. *Oléagineux*, 44 (7): 341-349.
- Renard, J. de Franqueville, H. Diabaté, S. Ouvrier M., 1993 : Study on the impact of vascular wilt on FFB production in oil palm. *Oleagineux*, 48: 495-504.
- Rival, A. Tregear, J. Jaligot, E. Morcillo, F. Billotte N. Richaud F. Beule, T. Borgel, A. Duval, Y., 2001: *Oléagineux*. 8: 295-306.
- Rival A. Levang P., 2014: Palms of controversies: oil palm and development challenges. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Rival, A., 2017: Breeding the oil palm for climate change. *OCL*, 24(1) D107
- Rusli, M., 2012: Detection, Control and Resistance Expression in Oil Palm Caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. Ph. D thesis: University of Bath, Bath, UK, 300p.
- Schleicher, T. Inga, H. Andreas, M. Klaus, H., Ernah, S. Vidya, I., 2019: Production of Palm Oil in Indonesia. Final Report. Country-focused commodity analysis in the context of the Bio-Macht project.
- Taquet B., 1985 : Les mécanismes physiologiques de la réaction de défense du palmier à huile contre la fusariose vasculaire. Application à la recherche de nouveaux moyens de lutte. Thèse de Doctorat : Université Pierre et Marie Curie-Paris, 164p.
- Tranbarger, T. Kluabmongkol, W. Sangsrakru, D. Morcillo, F. Tregear, J. Tragoonrung, S. Billotte, N., 2012 : SSR markers in transcripts of genes linked to post-transcriptional and transcriptional regulatory functions during vegetative and reproductive development of *Elaeis guineensis*. *BMC Plant Biology*, 12(1) : 1-12.
- Turner, P.D., 1981. Oil Palm Diseases and Disorders. Oxford University Press, Kuala Lumpur.
- Ukoskit, K. Chanroj, V. Bhusudsawang, G. Pipatchartlearnwong, K. Tangphatsornruang, S. Tragoonrung, S. 2014: Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) linkage map, and quantitative trait locus analysis for sex ratio and related traits. *Mol Breeding*, 33(2) :415-424.
- Vernenghi, A., Taquet, B. Renard, J.L. Ravise, A., 1987 : Détection chez le palmier à huile de dérivés oxygénés d'acides gras polygéniques toxiques pour le *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* ; variation de leur accumulation selon les croisements et les modalités de traitement. *Oléagineux*, 42 : 1-10.