

Deuxième article : Gestion de la plante parasite striga (*Striga hermonthica* (Del.) benth) avec l'agent de lutte biologique *Fusarium oxysporum* f. sp. strigae : État des connaissances des 1992 à 2022

Par : N. A. Akpo, L. Afouda, C. Kanlindogbè et V. A. Zinsou

Pages (pp.) 20-31.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Septembre 2023 – Volume 33 - Numéro 04

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

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	i
Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Réexamen de l'hypothèse de disponibilité des plantes : une analyse ethnobotanique sur les ressources ligneuses des îlots forestiers du massif montagneux de Lubero (Rift Albertin Congolais) N. K. Ndavaro, A. D. M. T. Hegbe, R. Dramani, A. Dicko, W. M. Sahani et A. K. Natta	01
Gestion de la plante parasite striga (<i>Striga hermonthica</i> (Del.) benth) avec l'agent de lutte biologique <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. strigae : État des connaissances des 1992 à 2022 N. A. Akpo, L. Afouda, C. Kanlindogbè et V. A. Zinsou	20
Impact des changements d'occupation du sol sur les services écosystémiques dans les corridors rivulaires : Une revue systématique S. M. D. Kinnoumè, G. N. Gouwakinnou, F. Noulèkoun, B. N. Kouton et A. K. Natta	32
Analyse genre-sensible du consentement des agriculteurs à payer pour un service d'assurance agricole en zone vulnérable aux changements climatiques M. Agossadou et J. Yabi	48
Fire in African savannahs: a review of ecological impacts and management strategies O. G. Zoffoun et E. A. Sogbohossou	59
Déterminants des pratiques culturales en agriculture urbaine sur le site maraîcher de Houéyiho à Cotonou au Sud-Bénin H. G. Tohon, F. M. Adoukè et P. A. Ayélo	69
Modélisation simultanée de l'intégration dans les chaînes de valeur mondiales sur la sécurité alimentaire : une analyse à partir des dirigeants des Petites et Moyennes Entreprises (PME) du secteur apicole M. M. E. Domanou, G. F. Vodouhe, A. Abodohoui et Jacob Yabi	84
Importance, origine et formes d'utilisation des espèces végétales des parcelles habitées de la ville de Parakou au nord-est du Bénin M. Y. Natta, A. Dicko et A. K. Natta	104
Déterminants de la participation des producteurs aux Agribusiness Clusters (ABC) au Bénin A. Assouma, E. Sodjinou, Z. Amadou et J. A. Yabi	116
Impacts environnementaux des pratiques d'élevage de porc dans les zones urbaines et périurbaines du Sud-Bénin N. Abdoulaye, A. M. Agbokounou, I. O. Dotche et I. Youssao Abdou Karim	128
Forestry biomass potential for energy production at global scale: a systematic review R. O. Balagueman, E. S. P. Assede, O. Hidirou, M. Agassounon, E. B. Ayihouenou, S. M. D. Kinnoume, I. Moumouni-Moussa, A. K. Natta and H. S. S. Biaou	143
La part de marché des produits transformés à base de moringa au Niger M. S. Kadade Manomi et F. Vodouhe	166

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.inrab.org>. 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: brabpisbinrab@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 Setchémè Charles Bertrand POMALEGNI, Maître de recherche ; -vi- Membres : Dr Ir Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir Nestor René AHOYO ADJOVI, Directeur de Recherche, Dr Ir Angelo C. DJIHINTO, Directeur de Recherche et Dr Ir Rachida SIKIROU, Directrice de Recherche.

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 Abdourahamane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr Dr Ir Kakaï 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, Bénin), Dr Ir André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir Adolphe ADJANOHOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Pr Dr Ir André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Élevage), Dr Ir Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr Dr Ir Luc O. SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin), Dr Clément C. GNIMADI (Géographie)

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.inrab.org>. 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.

Gestion de la plante parasite striga (*Striga hermonthica* (Del.) benth) avec l'agent de lutte biologique *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae* : État des connaissances dès 1992 à 2022

N. A. Akpo^{1*}, L. Afouda¹, C. Kanlindogbè¹ et V. A. Zinsou¹

¹MSc. Nadège Aimée. AKPO, Laboratoire de Phytotechnie d'Amélioration et de Protection des Plantes (LaPAPP), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), BP 123 Parakou, E-mail : nadgeakpo@yahoo.com, Tél. : (+229)66206032, République du Bénin,

Pr Dr Ir Léonard AFOUDA, LaPAPP/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail : lafouda@gmail.com, Tél. : (+229)96178456, République du Bénin

Dr Ir Cyrille KANLINDOGBE, LaPAPP/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail : cyrillekanlindogbe@yahoo.fr, Tél. : (+229)96371923, République du Bénin

Pr Dr Ir Valérien A. ZINSOU, LaPAPP/FA/UP, BP 123 Parakou, E-mail : valzinsou@gmail.com, Tél. : (+229)95962574, République du Bénin

*Auteur correspondant : MSc. Nadège Aimée AKPO, E-mail : nadgeakpo@yahoo.com

Résumé

La production des principales cultures céréalières de base (maïs, mil, sorgho, et riz) en Afrique subsaharienne est fortement entravée par la présence de la plante parasite *Striga hermonthica* (Del.) Benth. Cette situation est rendue encore plus précaire par les effets des variabilités et des changements climatiques observés au cours des dernières années. Une analyse scientométrique a été réalisée afin d'évaluer les connaissances sur la gestion du *S. hermonthica* et l'utilisation de *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae* en tant qu'agent de lutte biologique. Les données ont été collectées à partir de la base de données Scopus et comprennent exclusivement des articles et revues publiés entre 1992 et 2022, en utilisant des mots-clés pertinents. Deux logiciels scientométriques différents (CitesSpace et R-bibliometrix) ont été utilisés. Les résultats indiquent une tendance à la hausse de la production annuelle d'études liées à la gestion du *S. hermonthica* de 1992 à 2022, avec un taux de croissance annuel d'environ 1,2 %. Les thématiques les plus développées étaient la perception sur la *Strigolactone*, l'infestation par *S. hermonthica*, l'interaction parasite hôte, l'utilisation des traits multiples (la sélection variétale) et la lutte biologique qui constitue l'un des sujets embryonnaires dans ce domaine. Plusieurs stratégies de lutte ont été promues, notamment la lutte chimique, les pratiques agronomiques et culturales, la lutte biologique ainsi que l'utilisation de variétés résistantes à travers la sélection génétique avec l'émergence de nouvelles méthodes en particulier la méthode de sélection par mutation et l'interférence ARN (ARNi). Cependant, malgré la multitude des techniques de gestion développées, aucune n'a permis une gestion durable de *S. hermonthica* lorsqu'elle est déployée en tant que pratique autonome. De même, la lutte contre *S. hermonthica* reste difficile en raison de la complexité de son cycle biologique, de la relation entre l'hôte et le parasite, ainsi que de plusieurs facteurs tels que la fertilité et le type de sol, le type de céréales et la gestion de l'eau. Ainsi, une analyse multidimensionnelle est nécessaire, prenant en compte les composantes biologiques des plantes, les conditions environnementales ainsi que l'accessibilité des méthodes développées.

Mots clés: *Lutte biologique*, interaction hôte-parasite, Synthèse bibliographique, Bénin

Management of parasitic plant *Striga hermonthica* (Del.) benth) with the biological control agent *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae*: State of knowledge from 1992 to 2022

Abstract

The production of the major staple cereal crops (maize, millet, sorghum, and rice) in sub-Saharan Africa is suffering from the infestation of the parasitic weed *Striga hermonthica* (Del.) Benth. This is further aggravated by the effects of climate variability and change observed in recent years. This threatens food and nutritional security in developing countries. In this context, a scientometric analysis was performed to assess knowledge on managing *S. hermonthica* using *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae* as a biological control agent. The data was collected from the Scopus database and exclusively includes articles and reviews published between 1992 and 2022, using relevant keywords. Two different scientometric software (CitesSpace and R-bibliometrix) were used to conduct this study. The results revealed an upward trend in the annual output of studies related to the management of *S. hermonthica* from 1992 to 2022, with an annual growth rate of approximately 1.2%. Most developed topics were the perception of Strigolactone, infestation by *S. hermonthica*, parasite-host interaction, varietal selection and biological control, which is one of the embryonic subjects in this domain. Several control strategies have been promoted, including chemical control, agronomic and cultural practices, biological control and the use of resistant varieties, as well as the emergence of new control methods such as genetic selection, in particular the mutation-selection method, and RNA interference (RNAi). However, despite the numerous management techniques developed, none has provided sustainable management of *S.*

hermonthica when used as a stand-alone practice. The control of *S. hermonthica* is challenging due to the complexity of its biological cycle, the relationship between the host and the parasite, as well as several factors such as fertility and the type of soil, the type of cereals, and water management. A multidimensional analysis is necessary, taking into account the biological components of plants, environmental condition and accessibility of the methods developed.

Keywords: Biocontrol, host-parasite interaction, literature review, Bénin

Introduction

L'évaluation de l'efficacité des approches de lutte contre *Striga hermonthica* (Del.) Benth en production céréalière est cruciale pour proposer des modèles et politiques de gestion durable dans le but de lutter contre la faim dans le monde (Dechassa et Abate, 2021; Ejeta et Gressel, 2007; Mrema *et al.*, 2017a, 2017b). Cependant, malgré les nombreux efforts de contrôle du parasite, la menace persiste sur la production céréalière et est susceptible d'être exacerbée sous l'influence des changements climatiques prévus (Jamil *et al.*, 2011; Stringer *et al.*, 2009). Bien que cette préoccupation soit mondiale, l'attention est généralement focalisée sur la situation des pays en voie de développement (majoritairement des pays tropicaux). En effet, *S. hermonthica* est une mauvaise herbe parasite représentant une menace majeure pour la production des cultures céréalières telles que le maïs, sorgho, le riz, le mil, la canne à sucre et les graminées sauvages en Afrique subsaharienne (Avedi *et al.*, 2014; Beed *et al.*, 2007; Berner *et al.*, 2003; Parker et Riches, 1993). Cette plante parasite est responsable de la perte de plus de 70% des récoltes céréalières annuelles, et son impact s'accroît dans les zones précaires caractérisées par des sols pauvres et des poches de sécheresses élevées (Menkir et Tofa, 2012; Stringer *et al.*, 2009) touchant plus les petits exploitants agricoles (Emechebe *et al.*, 2004; Tippe *et al.*, 2017). Cet état de chose entraîne une perte de rendement ayant un impact considérable sur l'économie et pouvant être estimé à 117 millions de dollars US (soit 293 000 tonnes de riz usiné) par année (Rodenburg *et al.*, 2016). Des pertes élevées sont également observées dans la culture du sorgho et du mil avec une perte annuelle combinée estimée à 8,6 millions de tonnes, et le maïs avec une perte annuelle estimée à 2,1 millions de tonnes (Gressel *et al.*, 2004).

Plusieurs facteurs favorisent les effets néfastes du *Striga*, notamment l'extension des activités agricoles qui contribuent à sa propagation à travers l'échange des produits de récoltes déjà infestés et des mouvements des bétails, amplifiée par les mauvaises pratiques agricoles notamment la monoculture (Berner *et al.*, 2003) entraînant un épuisement continu de la fertilité du sol (Parker et Riches, 1993; Rich et Ejeta, 2008). De plus pour assurer sa survie, *S. hermonthica* se lie intimement à son hôte (Belay, 2022; Rich et Ejeta, 2008) duquel il dérobe de l'eau et des nutriments du xylème (Tenebe et Kamara, 2002). Un phénomène qui provoque le rabougrissement de la plante, la chlorose, la brûlure des feuilles autour des marges, des épis mal remplis et enfin le flétrissement de l'hôte infesté (Watling et Press, 2001). L'infestation au *S. hermonthica* réduit de même, la hauteur des plantes, le nombre d'épis récoltés, la longueur des épis, le diamètre des épis et le poids de 1000 grains et augmente la verse des tiges (Kim, 1991).

Malgré la multitude des techniques de lutte développée, aucune ne permet une gestion durable de *S. hermonthica* lorsqu'elle est déployée en tant que pratiques autonomes (Bàrberi, 2019; Hearne, 2009). De même les techniques de lutte promues restent coûteuses et inaccessibles aux petits exploitants agricoles. Ainsi pour une efficacité dans la gestion du parasite *S. hermonthica*, il convient de développer un système intégré, écologiquement durable, reproductible, accessible, moins coûteux et surtout adaptable aux systèmes agricoles des petits exploitants (Mwangangi *et al.*, 2021). La synthèse des connaissances disponibles sur la lutte durable contre le *S. hermonthica* dans la production céréalière est faite, tout en explorant les possibilités de lutte biologique contre cette plante parasite en utilisant l'agent pathogène *Fusarium oxysporum f. sp. strigae*. Des outils d'analyse scientométrique, tels que des méthodes quantitatives basées sur des processus informatiques et statistiques sociaux ont été utilisés afin d'analyser et de comprendre la cartographie et l'état de développement des connaissances les plus pertinentes (Mingers *et al.*, 2015).

La présente étude propose (1) une analyse bibliométrique et une interprétation de la synthèse bibliographique afin de faire le point sur les travaux relatifs à la gestion du *S. hermonthica*, (2) d'identifier les principaux facteurs responsables de l'échec des différentes méthodes et techniques de lutte développées contre cette plante parasite, et (3) enfin d'examiner les perspectives pour une gestion réussie du parasite.

Littérature

Les données ont été collectées essentiellement en ligne dans la base de données Scopus (Caviggioli et Ughetto, 2019). La fouille documentaire a utilisé une équation de recherche spécifique, aboutissant à la sélection de 606 articles en anglais dans la Science Citation Index Expanded (SCIE). Ainsi l'équation de recherche utilisée pour la fouille documentaire est la suivante : Thème = ("*Fusarium Oxysporum*" OR "*Fusarium Oxysporum* f.sp. *strigae*" OR "*Striga hermonthica* (Del.) Benth" OR "*Striga hermonthica*"), période = 1992-2022, langue = anglais. De 778 documents au départ, 606 ont été finalement sélectionnés en se limitant à la Science Citation Index Expanded (SCIE) et les types de publications à « article » ou « revue » rédigées exclusivement en anglais. La langue anglaise a été privilégiée pour la collecte des données parce que la plupart des articles traitant du sujet étaient rédigés en cette langue. En effet, à peine 10 documents ont été trouvés avec des mots clés en français. La période de temps considérée a été définie en se référant dans un premier temps à la période où les premières publications sur *S. hermonthica* sont apparues : 1992-1995 (Gressel, 2018) et dans un second temps à la période de la crise économique et alimentaire mondiale entre 2008 et 2012 (Johan *et al.*, 2012 ; FAO, 2013).

Pour explorer les points saillants, les frontières et les informations les plus pertinentes de la recherche, le logiciel CiteSpace recommandé actuellement pour l'analyse scientométrique a été utilisé (Yang *et al.*, 2019). Il a permis de rechercher les points de repère, détecter et suivre l'évolution de la recherche (Chen *et al.*, 2008). Les paramètres de CiteSpace étaient les suivants : facteur de rétention des liens (LRF = 3) ; années de recul (LBY = -1) ; e pour le N supérieur (e = 2) ; période (1992-2022) ; années par tranche (1) ; liens (force : cosinus, portée : dans les tranches) ; critères de sélection (g-index : k = 25) ; Purning : pathfinder ; durée minimale (MD = 5).

Dynamique de la recherche dans le domaine de la gestion du *Striga hermonthica* avec *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae*

Au total 606 études sur le sujet ont été répertoriées et publiées entre 1992 et 2022, comprenant 586 articles et 20 revues, rédigées en anglais. Au cours de la période d'étude, la production annuelle de recherches sur la gestion du *Striga hermonthica* a montré une tendance à la hausse, avec un taux moyen annuel de 1,2%. On observe ainsi plus de 10 articles publiés chaque année, avec un pic en 2011 où 35 articles ont été publiés, représentant 5,78% du total. La recherche sur le sujet peut être divisée en les trois phases distinctes suivantes en termes de distribution globale depuis 1992 (Figure 1) :

- **Phase initiale (1992-2004)** : Pendant cette période, on constate un nombre relativement limité d'études sur les agents pathogènes et leurs hôtes en général, et plus spécifiquement sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae* et sa capacité à lutter contre *S. hermonthica*. Le nombre d'articles a augmenté de manière modérée, passant de 74 en 1992 à 197 en 2004. Ainsi, la recherche était encore à un stade embryonnaire.
- **Phase de développement (2004-2013)** : Cette phase a été marquée par un développement rapide des recherches. Entre 2004 et 2013, le nombre de publications a augmenté de manière significative. Par exemple, le nombre d'articles est passé de 74 en 1992 à 229 en 2013. Cette augmentation peut probablement être attribuée à la crise économique et alimentaire mondiale survenue entre 2008 et 2012 (FAO, 2013; Johan et Pasquamaria, 2012). Cette crise a incité les chercheurs à intensifier leurs efforts de recherche sur les denrées alimentaires pour faire face à la crise. Ainsi, de nombreuses études ont été menées sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae* et la plante parasite *S. hermonthica* dans le but de faciliter la production et la conservation de certaines céréales.
- **Phase de développement rapide (2013-2021)** : Pendant cette période, une augmentation rapide du nombre d'articles a été observée, suivie d'un changement des sujets abordés. Cette situation est probablement due aux avancées technologiques, ainsi qu'à l'augmentation croissante de la population mondiale. Les sujets de recherche sont davantage orientés vers la gestion des parasites des cultures, la germination des graines et les méthodes de lutte biologique, physique et chimique. Face aux risques posés par les produits synthétiques de lutte contre les ravageurs et les agents pathogènes pour les écosystèmes forestiers, les recherches se sont orientées vers la lutte biologique (Oula *et al.*, 2020). Par conséquent, une prolifération des sujets de recherche a été observée dans ce domaine et les domaines connexes.

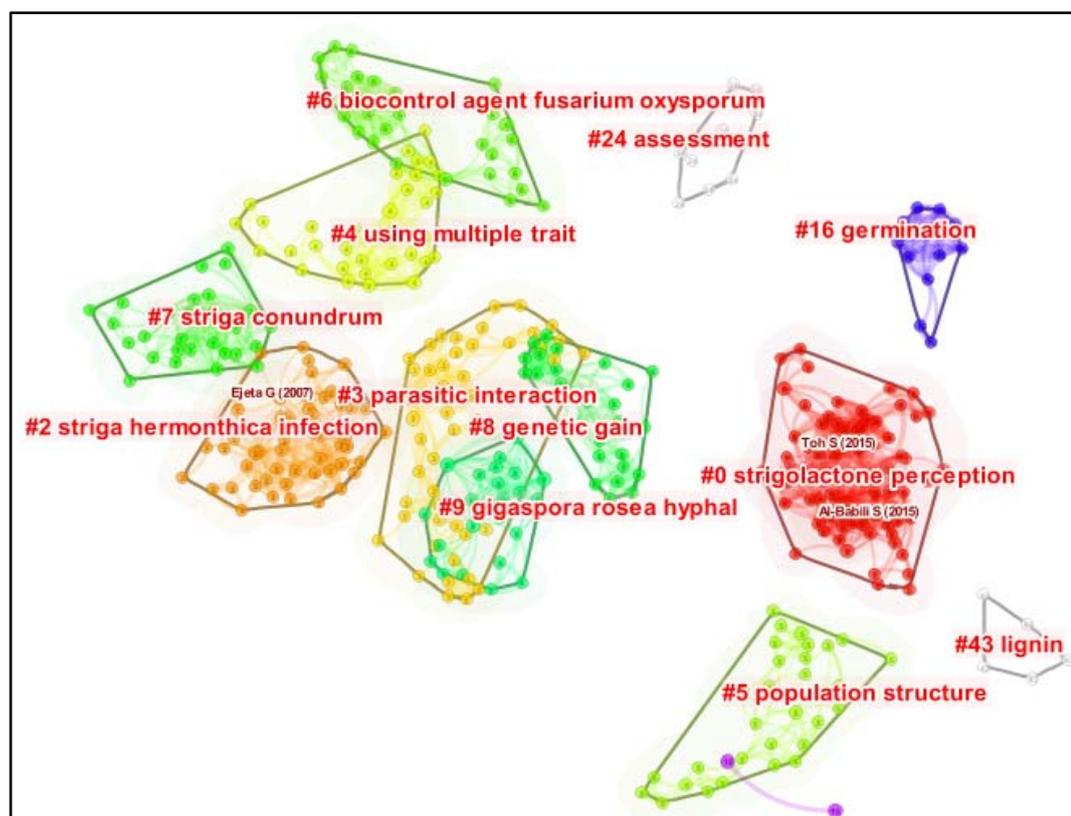


Figure 1. Variation annuelle des publications sur la gestion de *Striga hermonthica* de 1992 à 2021

Analyse des principaux Clusters

Dans le but d'identifier les clusters de référence représentatifs, un réseau de co-citations de documents a été créé à partir de 22 248 articles publiés entre 1992 et 2022. Deux indices ont été calculés pour valider le réseau : l'indice de modularité Q, qui mesure la qualité de la partition des nœuds d'un graphe en communautés, et l'indice de silhouette. Un cluster avec une structure de communauté est considéré significatif si sa modularité est supérieure à 0,5 et son indice de silhouette supérieur à 0,7. Dans notre réseau synthétisé, la modularité Q est de 0,9348 et le score moyen de silhouette de 0,9592. Par conséquent, les résultats des clusters étaient significatifs. Les amas de nuages de points de la Figure 2 ont illustré les résultats de l'analyse, montrant l'existence de 11 clusters clés de co-citations dans le réseau, étiquetés par des thématiques qui résument le contenu des articles. Cependant, seuls les clusters individuels avec une silhouette élevée ont été interprétés, comme indiqué dans le Tableau 1 (Yang *et al.*, 2019).

Le cluster #0, le plus grand cluster, compte 81 membres et une valeur de silhouette de 0,962. Il est étiqueté comme « perception de la strigolactone » par LLR. L'article le plus cité et pertinent pour ce cluster est celui de Lumba S., Holbrook-Smith D. et McCourt P. (2017) intitulé "The perception of strigolactones in vascular plants" publié dans *Nature Chemical Biology*, 13 (6), pp. 599–606. DOI:10.1038/nchembio.2340. Le deuxième plus grand cluster (#2) compte 54 membres et une valeur de silhouette de 0,917. Il est étiqueté comme « infection à *Striga hermonthica* » par LLR. L'article le plus pertinent pour ce groupe est celui de Jamil M., Rodenburg J., Charnikhova T. et Bouwmeester H. J. (2011) intitulé "Pre-attachment *Striga hermonthica* resistance of New Rice for Africa (NERICA) cultivars based on low strigolactone production" publié dans *New Phytologist*, 192 (4), pp. 964–975. DOI:10.1111/j.1469-8137.2011.03850.x. Le cluster (#3), le troisième plus grand, compte 47 membres et une valeur de silhouette de 0,991. Il est étiqueté comme « interaction parasitaire » par LLR. L'article le plus pertinent pour ce groupe est celui de Sun Z., Hans J., Walter M. H., Matusova R., Beekwilder J., Verstappen F. W. A., *et al.* (2008) intitulé "Cloning and characterisation of a maize carotenoid cleavage dioxygenase (ZmCCD1) and its involvement in the biosynthesis of apocarotenoids with various roles in mutualistic and parasitic interactions" publié dans *Planta*, 228 (5), pp. 789–801. DOI:10.1007/s00425-008-0781-6. Le cluster (#4) compte 34 membres et une valeur de silhouette de 0,958. Il est étiqueté comme « utilisation des traits multiples » par LLR. L'article le plus pertinent pour ce groupe est celui de Badu-Apraku B. (2010) intitulé "Effects of Recurrent Selection for Grain Yield and *Striga* Resistance in an Extra-Early Maize Population" publié dans *Crop Science*, 50 (5), pp. 1735–1743. DOI:10.2135/cropsci2009.09.0523.



Légende : #0 strigolactone perception= perception de la strigolactone ; #2 striga hermonthica infection= infestation par *Striga hermonthica* ; #3 parasitic interaction= interaction parasitaire ; #4 using multiple trait = sélection variétale ; #5 Population structure : structure de la population ; #6 biocontrol agent *Fusarium oxysporum* = Agent de lutte biologique *Fusarium oxysporum* ; #7 striga conundrum = l'énigme striga ; #8 genetic gain = gain génétique ; #9 gigaspora rosea hyphal= hyphes de *gigaspora rosea* ; #16 germination = germination ; #24 assessment= évaluation ; #43 Lignin= lignine

Figure 2. Visualisation de cluster basée sur le réseau de co-citation de documents de 1992-2022

Tableau 1. Résumé des quatre plus grands groupes

ClusterID	Taille	Silhouette	Étiquette (LLR)	Année moyenne
0	81	0.962	Perception de la Strigolactone (35.02, 1.0E-4)	2015
2	54	0.917	Infection par <i>striga hermonthica</i> (45,05, 1,0E-4)	2007
3	47	0.991	Interaction parasitaire (33.36, 1.0E-4)	2003
4	34	0.958	Utilisation de traits multiples (30.48, 1.0E-4)	2005

Problème et implication

Les facteurs de succès et d'échecs des différentes méthodes de lutte contre le *Striga hermonthica*

Outres que les clusters phares, l'apparition de nouvelle thématique comme la lutte biologique a été considérée comme le sujet embryonnaire dans ce domaine. En effet pour lutter contre les effets néfastes du *Striga hermonthica*, plusieurs méthodes de lutte ont été développées. C'est le cas de l'utilisation du FOXY pour la lutte biologique. Des études exploratoires ont été ainsi menées pour tester l'effet du FOXY

sur les céréales. Les résultats révèlent que l'utilisation du FOXY n'a aucun effet sur le rendement, la croissance et les caractéristiques de la plante hôte. C'est le cas des études réalisées au Kenya, qui stipulent que les plants de maïs issus de graines inoculées avec *F. oxysporum* f. sp. *strigae* (Foxy 2) avaient des niveaux de croissance et de rendement similaires à ceux non inoculés. Cela implique que *F. oxysporum* f. sp. *strigae* (Foxy 2) n'a pas eu d'effet négatif sur les plants de maïs et était non pathogène et sans danger pour la culture (Ciotola *et al.*, 1995; Elzein et Kroschel, 2006; Ndambi *et al.*, 2012; Zarafi *et al.*, 2015). FOXY constitue un agent de lutte biologique parfait contre les effets néfastes de *S. hermonthica*. En plus, ce dernier produit un effet stimulant sur les microbes bénéfiques de la rhizosphère (Musyoki *et al.*, 2014). Cependant, des études approfondies sur l'utilisation de FOXY comme méthode de lutte biologique avec des espèces telles que les solanacées ont produit un effet nuisibles (Zarafi *et al.*, 2015). Un fait qui soulève des questions sur l'effet à long terme de l'utilisation de FOXY sur céréales, bien qu'il ait été identifié comme un agent potentiel. Néanmoins, un contrôle efficace du *S. hermonthica* reste difficile car aucune méthode ne permet une lutte efficace lorsqu'elle est déployée seule. Un fait qui est probablement liées à la nature de la fixation et de l'association entre l'hôte et le parasite (Dechassa et Abate, 2021). Tout de même, dans un contexte de changement continu, un certain nombre de facteurs biotiques et abiotiques peuvent affecter l'efficacité de cette approche. Une étude récentes réalisée par Avedi (2014), au Kenya, stipule que même si la nouvelle souche de *F. oxysporum* f. sp. *strigae* souche Foxy 2 est sans danger pour la croissance du maïs, son efficacité à contrôler *S. hermonthica* n'était pas évident sur les sols kenyans testés. Un résultat contraire à celui issu de plusieurs études effectuées dans d'autres zones, qui ont montré une amélioration de la croissance des plantes et des rendements dans les cultures céréalières inoculées avec *F. oxysporum* f. sp. *strigae* (Foxy 2) parmi d'autres agents pathogènes de *S. hermonthica* (Kroschel *et al.*, 1996; Marley et Shebayan, 2005; Venne *et al.*, 2009; Zahran, 2008). Par conséquent, les conditions climatiques ou édaphiques, le degré d'infestation des cultures, la viabilité des semences de *Striga* dans le sol, les écotypes, la virulence du pathogène utilisé dans la lutte, la sensibilité des cultures hôtes pourraient être des facteurs déterminant dans les méthodes de lutte contre *Striga* (Beed *et al.*, 2013; Rodenburg *et al.*, 2016). De même, des facteurs abiotiques tels que la forme d'azote du sol, le pH, l'humidité et la température affectent le pouvoir pathogène du *Fusarium* (Doohan *et al.*, 2003; Nasir *et al.*, 2003). Plusieurs chercheurs ont recommandé, l'amélioration de la fertilité des sols par l'utilisation d'engrais organiques et inorganiques pour contrôler *Striga hermonthica* (Hearne, 2009). Ainsi, pour une lutte efficace contre *S. hermonthica*, la solution serait probablement une méthode qui combine non seulement deux ou trois méthodes de contrôle déjà pratiquées et respectueuses de l'environnement (Ayana *et al.*, 2020; Jamil *et al.*, 2021) mais aussi économiquement rentables et surtout accessibles aux petits agriculteurs (Ejeta, 2007; Sibhatu, 2016). Dans ce contexte, une combinaison de différentes pratiques et mode de gestion permettant une réduction de la population de *S. hermonthica* ont été promu par plusieurs chercheurs. Ces méthodes combinent à la fois des méthodes de lutte biologique, la gestion des nutriments, les techniques de sélection des variétés résistances basée sur la sélection par la méthode des marqueurs génétiques (Ejeta et Tessema, 2019; Hausmann *et al.*, 2000; Jamil *et al.*, 2021; Joel, 2000) comme approches de gestion intégrée du *S. hermonthica*. Les études futures pourraient ainsi analyser les conditions dans lesquelles les souches indigènes de *F. oxysporum* et d'autres isolats microbiens pourraient, contrôler efficacement *S. hermonthica* dans différentes conditions.

La gestion du *S. hermonthica* dépend de la résistance de la plante hôte. D'après Mwangangi *et al.* (2021), les composantes les plus déterminantes dans la gestion du *S. hermonthica* sont le mécanisme de défense de la plante hôte (résistance et tolérance) et la qualité de la nutrition des plantes. Dans ce contexte, la promotion des pratiques de gestion des microbes du sol telles que les champignons mycorhizien arbusculaire (CMA ou AM), PGPR (Plant-Growth-Promoting-Rhizobium) et autres souches bactériennes devient indispensable pour l'amélioration de la santé du sol et de la nutrition des plantes hôtes. Une initiative soutenue, car elles sont considérées comme une approche prometteuse, rentable et sans danger pour l'environnement dans la lutte contre *S. hermonthica* (Samejima et Sugimoto, 2018). Il sera judicieux d'étudier la contribution également des microbes endophytes et de la rhizosphère dans la gestion de *S. hermonthica*, car des études récentes ont montré qu'une modification mineure de la relation entre la plante hôte et ses microbes peut entraîner des changements significatifs dans l'activité biologique de l'hôte induisant ainsi une résistance du *S. hermonthica* (Cohen *et al.*, 2013; Jamil *et al.*, 2018, 2019, 2020; Zwanenburg *et al.*, 2013).

Ces dernières années, la méthode de lutte par l'utilisation de variétés résistantes de l'hôte a été très promue et considérée comme les méthodes innovantes. En effet, elle permet de contrôler plusieurs facteurs clés dans la gestion du *S. hermonthica* à savoir: la production de stimulant de germination ; inhibition des exo-enzymes du tube germinatif, barrières mécaniques entre le parasite et l'hôte ; synthèse des phytoalexines, antibiose insensible à la toxine du parasite (Ejeta et Gressel, 2007; Mrema

et al., 2017a, 2020). Cependant, la création des variétés résistantes d'hôte comme mesure de gestion reste tangible, car elle peut s'effondrer en quelques générations en raison de la forte variation génétique au sein de *S. hermonthica* pouvant provoquer une altération du génotype et la disparition des races locales. La conséquence qui s'en suivra serait le développement d'une population de *S. hermonthica* ou d'écotypes adaptés (Joel et al., 2018; Mutuku et al., 2019; Unachukwu et al., 2017).

N'empêche, la lutte par la création des variétés résistantes avec la sélection génétique (Wakabayashi et al., 2019, 2020), en fonction de différentes cultures, comme par exemple le maïs (Akaogu et al., 2013, 2019; Badu-Apraku et al., 2019; Menkir et Meseka, 2019) demeure des sujets en vogue. Dans cette optique, Les marqueurs de répétition de séquence simple (SSR) ont été largement utilisés pour l'évaluation de la diversité génétique chez plusieurs cultures, comme le sorgho (Danquah et al., 2019; Yusuf et al., 2018), le riz (Seif et al., 2019; Suvi et al., 2020), le blé (Abbasov et al., 2018; Honore et al., 2017) et le maïs (Adu et al., 2019; Danquah et al., 2019; Hearne, 2009; Shayanowako et al., 2018). L'approche la plus récente proposée pour développer une résistance dérivée de l'hôte contre *S. hermonthica* est l'utilisation de l'interférence ARN (ARNi), c'est-à-dire la transformation de la culture hôte avec des séquences ARNi ciblées sur les gènes critiques de *S. hermonthica*. En outre, d'après les récentes études réalisées en utilisant des lignées de sorgho génétiquement modifiées, il a été démontré que le degré de résistance dépend du génotype du parasite et de l'environnement abiotique (Bellis et al., 2020). Cependant, l'application de cette méthode est limitée par le manque de protocoles de criblage efficaces à haut débit pour le séquençage. Les recherches futures doivent ainsi se concentrer sur l'effet de ses génotypes dans la lutte biologique.

Bien qu'il y ait la possibilité de combiner la résistance et la tolérance des plantes hôtes avec une nutrition ciblée des plantes pour améliorer la gestion du *S. hermonthica*, ces procédés présentent des lacunes. Il existe peu d'informations sur les effets des nutriments sur la résistance des plantes hôtes. De plus, la plupart des études se sont concentrées sur certains paramètres, sans l'identification de voies physiologiques et biochimiques pouvant constituer des cibles pour améliorer la résistance de la nutrition des plantes hôtes.

Perspectives pour la lutte contre *Striga hermonthica*

Un certain nombre de stratégies ont été proposées et testées au cours de la dernière décennie pour lutter contre le *S. hermonthica*. Cependant, des efforts de recherche supplémentaires sont nécessaires afin de trouver des solutions durables et efficaces à ce problème. Nonobstant, il est essentiel d'approfondir notre compréhension des bases moléculaires et génétiques de la résistance de l'hôte et de l'interaction hôte-parasite. Cette connaissance va permettre de sélectionner des cultures résistantes de manière durable. Les ressources génomiques et les outils modernes tels que l'édition ciblée de gènes ou la sélection par mutation peuvent être utilisés pour développer des cultures résistantes (Jamil et al., 2018). D'après Jamil et al. (2018), plusieurs questions demeurent en suspens concernant le *S. hermonthica*. Tout d'abord, quels sont les facteurs moléculaires sous-jacents à la résistance au *S. hermonthica*? Une meilleure compréhension de ces bases moléculaires serait essentielle pour sélectionner des variétés résistantes de manière durable. De plus, il est nécessaire d'explorer comment mobiliser efficacement les outils omiques existants afin de sélectionner des variétés durables résistantes au *S. hermonthica*. Une autre question pertinente concerne les déterminants de la stéréochimie des strigolactones libérées. Comprendre les mécanismes impliqués dans la libération de ces composés chimiques permettrait de développer des approches ciblées pour contrôler le *S. hermonthica*. Il est également crucial d'étudier la possibilité de concevoir une communauté de microbiomes pour supprimer l'impact du *S. hermonthica* et améliorer la productivité des cultures hôtes en Afrique subsaharienne. Cette approche novatrice pourrait offrir des solutions durables pour lutter contre le *S. hermonthica*. Il convient également d'évaluer l'impact des stimulants de germination synthétiques et des nouveaux produits chimiques liés aux strigolactones sur la faune et la flore du sol. Avant d'utiliser ces substances, il est essentiel de comprendre leur effet sur l'environnement afin de minimiser les impacts négatifs potentiels.

L'utilisation de micro-organismes du sol tels que les champignons AM, les PGPR et d'autres souches bactériennes est maintenant largement reconnue comme une approche prometteuse, économique et respectueuse de l'environnement pour contrôler *S. hermonthica* (Samejima et Sugimoto, 2018). Toutefois, l'efficacité de cette approche peut être influencée par divers facteurs biotiques et abiotiques, en particulier dans des conditions réelles sur le terrain. Il est important de rechercher un milieu d'inoculum approprié, de développer des méthodes de production à grande échelle, de formuler adéquatement les produits, de les stocker correctement, de garantir leur durée de conservation, leur cohérence et leur compatibilité avec les plantes hôtes, ainsi que de maintenir leur activité dans les sols infestés. La validation et le perfectionnement de cette stratégie de lutte biologique reposant sur les

micro-organismes nécessitent des recherches approfondies et des essais sur le terrain dans des conditions climatiques et édaphiques variables (Mohemed *et al.*, 2018). Il est essentiel de comprendre et d'optimiser les interactions entre les micro-organismes et *S. hermonthica* dans ces environnements divers pour maximiser l'efficacité du contrôle biologique. Il est ainsi essentiel de développer des formulations appropriées pour ces composés, de les produire à grande échelle à faible coût et de les appliquer de manière pratique sur le terrain dans l'agriculture pluviale africaine. Il est également important d'étudier l'impact de ces produits chimiques sur la faune et la flore du sol, la structure du sol, leur persistance et leurs effets résiduels sur l'environnement avant leur utilisation généralisée.

Concernant les pratiques culturales, les pratiques telles que la rotation des cultures et/ou la culture intercalaire avec de faux hôtes jouent un rôle important et économique dans la gestion du *S. hermonthica*. Cette approche peut être intégrée à l'approche de gestion intégrée existante en agriculture pluviale. Car l'utilisation de méthodes de lutte chimique contre *S. hermonthica* peut être nocive pour la santé des sols, entraînant une dégradation des sols et une réduction des rendements des cultures à long terme (Jamil *et al.*, 2021). *Striga hermonthica* peut aussi réduire la biodiversité en affectant la croissance et la survie des plantes non cultivées dans les zones touchées (Jamil *et al.*, 2021).

Parallèlement des études ont abordé le rôle des variétés de cultures résistantes au *Striga* comme un moyen efficace de contrôler *S. hermonthica*. Par exemple, certaines variétés de riz pluvial ont été identifiées comme résistantes à *S. hermonthica* au Soudan (Samejima *et al.*, 2016). Dans ce contexte, la volonté, l'engagement et la planification des agriculteurs, ainsi que la disponibilité de la main-d'œuvre, du capital et des intrants, sont des facteurs clés pour assurer l'efficacité des technologies telles que le "push-pull", l'enrobage des semences ou le cure-dents/FOS. Il est important de tenir compte de la compatibilité avec les conditions climatiques et pédologiques, de sensibiliser les agriculteurs, de diffuser les informations et de transférer les technologies aux petits exploitants agricoles. Ces aspects nécessitent une attention accrue. (Jamil *et al.*, 2021).

Enfin, il est crucial de développer un ensemble de technologies intégrant des cultivars résistants au *S. hermonthica* avec l'utilisation d'engrais, de mycoherbicides, de revêtements de semences à base d'herbicides ou de nouveaux produits chimiques. Cette approche globale permettrait d'obtenir un contrôle complet et robuste du *Striga*. Voici quelques défis à surmonter dans le contrôle biologique de *S. hermonthica* à l'aide de *Fusarium* spp.

- L'efficacité de *Fusarium* spp. dans le contrôle de *S. hermonthica* peut varier d'après les espèces de *Fusarium* utilisées et les conditions environnementales dans lesquelles elles sont appliquées (1F *et al.*, 2023).
- L'utilisation de *Fusarium* spp. comme méthode de lutte biologique peut avoir un impact sur l'environnement, en particulier sur les organismes non ciblés. Il est important de s'assurer que l'utilisation de *Fusarium* spp. n'a pas d'effets négatifs sur l'environnement (2G *et al.*, 2020)
- Le coût de production et d'application de *Fusarium* spp. peut-être un défi, en particulier pour les petits agriculteurs qui n'ont peut-être pas les ressources nécessaires pour investir dans cette méthode de lutte biologique (Yonli, 2006).
- L'application de *Fusarium* spp. aux semences peut être difficile, car cela nécessite un équipement et des techniques spécialisés. Cela peut limiter l'utilisation de cette méthode dans les zones aux ressources limitées (Nikiema, 2022) .
- *Striga hermonthica* peut développer une résistance à *Fusarium* spp. au fil du temps, réduisant l'efficacité de cette méthode de lutte biologique (David *et al.*, 2022).
- Développement Différents isolats de *Fusarium* spp. comme agents de lutte biologique contre *Striga hermonthica* (Julien, 2008).
- Evaluer l'efficacité de *Fusarium* spp. dans le contrôle de *S. hermonthica* d'après les espèces de *Fusarium* utilisées et les conditions environnementales dans lesquelles elles sont appliquées (Julien, 2008).

Dans l'ensemble, *Fusarium* spp. est utilisé dans la lutte biologique contre *S. hermonthica* en développant différents isolats, en l'appliquant aux semences de cultures hôtes, en utilisant dans le cadre d'une approche de gestion intégrée, et en garantissant son efficacité et sa sécurité environnementale. Ces articles donnent un aperçu des avantages et des limites de l'utilisation de *Fusarium* spp. Comme agent de lutte biologique contre *S. hermonthica*, y compris l'efficacité des différentes méthodes et périodes d'application, l'utilisation de souches locales, l'optimisation de la production et de l'application de l'inoculum et l'impact sur les plantes hôtes et les organismes non ciblés.

Dans l'ensemble, l'efficacité des différentes méthodes de lutte biologique et chimique contre *S. hermonthica* dépend de divers facteurs, notamment l'espèce et l'isolat utilisés, les conditions environnementales et les pratiques de gestion employées (Anteyi *et al.*, 2022).

Conclusion

En utilisant des méthodes scientométriques, cette étude a mis en évidence les avancées dans la lutte contre les plantes parasites (*Striga hermonthica*) et leurs agents pathogènes (*Fusarium oxysporum f. sp. strigae*). Les principales thématiques de recherche concernent la perception des strigolactones, l'infection par *S. hermonthica*, l'interaction parasitaire, l'utilisation de traits multiples et la lutte biologique. Cependant, malgré la diversité des méthodes de lutte, la gestion du *S. hermonthica* présente encore des lacunes. Une approche intégrée combinant résistance et tolérance des plantes hôtes avec une nutrition ciblée semble être la plus efficace. La recherche sur la variabilité génétique et agromorphologique des plantes hôtes pour la lutte biologique est également un sujet populaire. Compte tenu de la complexité des interactions entre la plante parasite, l'hôte et les facteurs environnementaux, une analyse multidimensionnelle est nécessaire, prenant en compte les composantes biologiques et les caractéristiques physicochimiques du sol, ainsi que les changements climatiques. Une approche contextuelle et la reconnaissance des savoirs locaux sont essentielles pour évaluer ces interactions. Cette étude fournit un outil d'aide à la prise de décision pour les politiques agricoles mondiales et constitue une base de connaissances pour les chercheurs engagés dans la gestion du *S. hermonthica* ouvrant de nouvelles perspectives de recherche.

Remerciements

L'auteur tient à remercier le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique pour son soutien financier tout au long de ce projet de recherche. Nos remerciements vont également à l'endroit de M. Bill AGASSOUNON et de M. Yanik AKIN YAÏ pour leurs précieuses contributions à la rédaction de l'article.

Références Bibliographiques

- Abbasov, M., Z. Akparov, T. Gross, S. Babayeva, V. Izzatullayeva, E. Hajiyev, K. Rustamov, P. Gross, M. Tekin, T. Akar, S. Chao, R. Bruggeman, 2018: Genetic relationship of diploid wheat (*Triticum* spp.) species assessed by SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65 (5), 1441–1453.
- Adu, G. B., F. J. Awuku, I. K. Amegbor, A. Haruna, K. A. Manigben, P. A. Aboyadana, 2019: Genetic characterization and population structure of maize populations using SSR markers. *Annals of Agricultural Sciences*, 64 (1), 47–54.
- Akaogu, I. C., B. Badu-Apraku, V. O. Adetimirin, I. Vroh-Bi, M. Oyekunle, R. O. Akinwale, 2013: Genetic diversity assessment of extra-early maturing yellow maize inbreds and hybrid performance in *Striga*-infested and *Striga*-free environments. *The Journal of Agricultural Science*, 151 (4), 519–537.
- Akaogu, I. C., B. Badu-Apraku, P. Tongoona, H. Ceballos, V. Gracen, S. K. Offei, D. Dzidzienyo, 2019: Inheritance of *Striga hermonthica* adaptive traits in an early-maturing white maize inbred line containing resistance genes from *Zea diploperennis*. *Plant Breeding*, 138 (5), 546–552.
- Anteyi, W. O., I. Klaiber, F. Rasche, 2022: Diacetoxyscirpenol, a *Fusarium exometabolite*, prevents efficiently the incidence of the parasitic weed *Striga hermonthica*. *BMC Plant Biology*, 22 (1), 84.
- Avedi, E. K., D. M. W. Ochieno, S. Ajanga, C. Wanyama, H. Wainwright, A. Elzein, F. Beed, 2014: *Fusarium oxysporum f. sp. strigae* strain Foxy 2 did not achieve biological control of *Striga hermonthica* parasitizing maize in Western Kenya. *Biological Control*, 77, 7–14.
- Ayana, G., B. Bekele, T. Negewo, S. Bedada, G. Ayalew, M. Yesuf, 2020: Results of Plant Protection Research 2018. *Ethiopian Institute of Agricultural Research*.
- Badu-Apraku, B., A. O. Talabi, M. A. B. Fakorede, Y. Fasanmade, M. Gedil, C. Magorokosho, R. Asiedu, 2019: Yield gains and associated changes in an early yellow bi-parental maize population following genomic selection for *Striga* resistance and drought tolerance. *BMC Plant Biology*, 19 (1), 1–17.
- Bärberi, P., 2019: Chapter Four - Ecological weed management in Sub-Saharan Africa: Prospects and implications on other agroecosystem services. *In*: Sparks, D. L. (ed.) *Advances in Agronomy*. Academic Press, 156, pp. 219–264.
- Beed, F. D., S. G. Hallett, J. Venne, A. K. Watson, 2007: Biocontrol using *Fusarium oxysporum*: a critical component of integrated *Striga* management. *In*: Integrating new technologies for *Striga* control: Towards ending the witch-hunt. *World Scientific*, 283–300.
- Beed, F., A. Elzein, H. Wainwright, 2013: Biocontrol of *Striga*-A progress report, *Haustorium*, 64, 7–8.
- Belay, N., 2022: *Striga* Biology and Its Management in Maize: A Review. *Advance in Biological Research*, 3 (1), 16–25. DOI: <http://dx.doi.org/10.26855/abr.2022.05.001>.

- Bellis, E. S., E. A. Kelly, C. M. Lorts, H. Gao, V. L. DeLeo, G. Rouhan, A. Budden, G. B. Bhaskara, Z. Hu, R. Muscarella, M. P. Timko, B. Nebie, S. M. Runo, N. D. Chilcoat, T. E. Juenger, G. P. Morris, C. W. dePamphilis, L. R. Lasky, 2020: Genomics of sorghum local adaptation to a parasitic plant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117 (8), 4243–4251. DOI:<https://doi.org/10.1073/pnas.1908707117>.
- Berner, D. K., J. Sauerborn, D. E. Hess, A. M. Emechebe, 2003: The role of biological control in integrated management of *Striga* species in Africa. *Biological Control in IPM Systems in Africa*, 259–276.
- Caviggioli, F., Ughetto, E., 2019: A bibliometric analysis of the research dealing with the impact of additive manufacturing on industry, business and society. *International Journal of Production Economics*, 208, 254–268.
- Chen, C., I.-Y. Chanson, X. Yuan, J. Zhang, 2008: Le paysage thématique et de citation de l'ingénierie des données et des connaissances (1985-2007)., *Connaissance Des Données. Ing.*, (67), pp. 234–259.
- Ciotola, M., A. K. Watson, S. G. Hallett, 1995: Discovery of an isolate of *Fusarium oxysporum* with potential to control *Striga hermonthica* in Africa. *Weed Research*, 35 (4), 303–309. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1995.tb01793.x>.
- Cohen, M., C. Prandi, E. G. Occhiato, S. Tabasso, S. Winger, N. Resnick, Y. Steinberger, H. Koltai, Y. Kapulnik, 2013: Structure–Function Relations of Strigolactone Analogs: Activity as Plant Hormones and Plant Interactions. *Molecular Plant*, 6 (1), 141–152. DOI:10.1093/mp/sss134.
- Danquah, A., I. K. Galyuon, E. P. Otwe, D. K. Asante, 2019: Genetic diversity in some Ghanaian and Malian sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] accessions using SSR markers. *African Journal of Biotechnology*, 18 (27), 591–602. DOI:[doi:10.5897/AJB2019.16767](https://doi.org/10.5897/AJB2019.16767).
- David, O. G., A. S. Ayangbenro, J. J. O. Odhiambo, O. O. Babalola, 2022: *Striga hermonthica*: A highly destructive pathogen in maize production. *Environmental Challenges*, 8, 100590. DOI:10.1016/j.envc.2022.100590.
- Dechassa, N., Abate, B., 2021: Striga (Witchweed) Threats to Cereal Crops Production and Its Management: A Review. *Advances in Life Science and Technology*, 88. DOI:10.7176/ALST/88-02.
- Doohan, F. M., J. Brennan, B. M. Cooke, 2003: Influence of climatic factors on *Fusarium* species pathogenic to cereals. *In: Epidemiology of mycotoxin producing fungi*. Springer, pp. 755–768.
- Ejeta, G., 2007: Breeding for Striga resistance in sorghum: exploitation of an intricate host–parasite biology. *Crop Science*, 47, S-216. DOI:<https://doi.org/10.2135/cropsci2007.04.0011IPBS>.
- Ejeta, G., Gressel, J., 2007: Integrating new technologies for Striga control: towards ending the witch-hunt. World Scientific. Singapore.
- Ejeta, G., Tessema, T., 2019. Sorghum production in transition through Striga management. Available from: <http://hdl.handle.net/123456789/3349>.
- Elzein, A., Kroschel, J., 2006: Host range studies of *Fusarium oxysporum* Foxy 2: An evidence for a new forma specialis and its implications for Striga control. *Zeitschrift für pflanzenkrankheiten und pflanzenschutz-sonderheft*, 20, pp. 875.
- Emechebe, A. M., J. Ellis-jones, S. Schulz, D. Chikoye, B. Douthwait, I. Kureh, *et al.*, 2004: Farmers' perception of the striga problem and its control in northern Nigeria. *Experimental Agriculture*, 40 (2), 215–232. DOI:10.1017/S0014479703001601.
- FAO, 2013. L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde 2013 : les dimensions multiples de la sécurité alimentaire, FAO : Rome, Italie.
- Gressel, J., 2018: There are more than one way to kill parasitic weeds. Montana State University.
- Gressel, J., A. Hanafi, G. Head, W. Marasas, A. B. Obilana, J. Ochanda, T. Souissi, G. Tzotzos, 2004: Major heretofore intractable biotic constraints to African food security that may be amenable to novel biotechnological solutions. *Crop Protection*, 23 (8), 661–689. DOI:10.1016/j.cropro.2003.11.014.
- Hausmann, B. I. G., D. R. Hess, H.-G. Welz, H. H. Geiger, 2000: Improved methodologies for breeding striga-resistant sorghums. *Field Crops Research*, 66 (3), 195–211. DOI:10.1016/S0378-4290(00)00076-9.
- Hearne, S. J., 2009: Control—the Striga conundrum. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 65 (5), 603–614. DOI:<https://doi.org/10.1002/ps.1735>.
- Honore, T., M. N. Eddy, P. D. Francois, E. Aletta, L. Venasius, S. Lezaan, *et al.*, 2017: Genetic diversity of Cameroonian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars revealed by microsatellite markers. *African Journal of Biotechnology*, 16 (36), 1832–1839. DOI:[doi:10.5897/AJB2017.16090](https://doi.org/10.5897/AJB2017.16090).
- Jamil, M., B. A. Kountche, S. Al-Babili, 2021: Current progress in Striga management. *Plant Physiology*, 185 (4), 1339–1352. DOI:[doi:10.1093/plphys/kiab040](https://doi.org/10.1093/plphys/kiab040).
- Jamil M., B. A. Kountche, I. Haider, X. Guo, V. O. Ntui, K.-P. Jia, *et al.*, 2018: Methyl phenlactonoates are efficient strigolactone analogs with simple structure. *Journal of Experimental Botany*, 69 (9), 2319–2331. DOI:<https://doi.org/10.1093/jxb/erx438>.
- Jamil, M., B. A. Kountche, I. Haider, J. Y. Wang, F. Aldossary, R. A. Zarban, *et al.*, 2019: Methylation at the C-3' in D-ring of strigolactone analogs reduces biological activity in root parasitic plants and rice. *Frontiers in Plant Science*, 10, 353.

- Jamil, M., B. A. Kountche, J. Y. Wang, I. Haider, K.-P. Jia, I. Takahashi, T. Ota, T. Asami, S. Al-Babili, 2020: A new series of carlactonoic acid based strigolactone analogs for fundamental and applied research. *Frontiers in Plant Science*, 11, 434.
- Jamil, M., J. Rodenburg, T. Charnikhova, H. J. Bouwmeester, 2011: Pre-attachment *Striga hermonthica* resistance of New Rice for Africa (NERICA) cultivars based on low strigolactone production. *New Phytologist*, 192 (4), 964–975. DOI:10.1111/j.1469-8137.2011.03850.x.
- Joel, D. M., 2000: The long-term approach to parasitic weeds control: manipulation of specific developmental mechanisms of the parasite. *XIVth International Plant Protection Congress*, 19 (8), 753–758. DOI:10.1016/S0261-2194(00)00100-9.
- Joel, K. A., S. Runo, A. Muchugi, 2018: Genetic diversity and virulence of *Striga hermonthica* from Kenya and Uganda on selected sorghum varieties. *Nusantara Bioscience*, 10 (2), 111–120. DOI:https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100208.
- Johan, S., Pasquamaria, S., 2012: Messages mitigés sur les prix et la sécurité alimentaire. *Science*, (335), 405–406.
- Julien, V., 2008: *Molecular characterization and virulence analysis of Fusarium Oxysporum strains used in Biological control against striga Hermonthica*. Thèse de Master. McGill University.
- Kroschel, J., A. Hundt, A. A. Abbasher, J. Sauerborm, 1996: Pathogenicity of fungi collected in northern Ghana to *Striga hermonthica*. *Weed Research*, 36 (6), 515–520. DOI:doi.org/10.1111/j.1365-3180.1996.tb01680.x.
- Marley, P. S. J., Shebayan, A. Y., 2005: Field assessment of *Fusarium oxysporum* based mycoherbicide for control of *Striga hermonthica* in Nigeria. *Biocontrol*, 50 (2), 389–399. DOI:doi.org/10.1007/s10526-004-0461-9.
- Menkir, A., Meseka, S., 2019: Genetic improvement in resistance to Striga in tropical maize hybrids. *Crop Science*, 59 (6), 2484–2497. DOI:https://doi.org/10.2135/cropsci2018.12.0749.
- Menkir, A., Tofa, A. I., 2012: Agronomic response of drought-tolerant and Striga-resistant maize cultivars to nitrogen fertilization in the Nigerian Guinea savannahs. *Maydica*, 57 (2), 114–120.
- Mingers, J., Leydesdorff, L., 2015: A review of theory and practice in scientometrics. *European Journal of Operational Research*, 246 (1), 1–19. DOI:10.1016/j.ejor.2015.04.002.
- Mohemed, N., T. Charnikhova, E. F. Fradin, J. Rienstra, A. G. T. Babiker, H. J. Bouwmeester, 2018: Genetic variation in *Sorghum bicolor* strigolactones and their role in resistance against *Striga hermonthica*. *Journal of Experimental Botany*, 69 (9), 2415–2430. DOI:10.1093/jxb/ery041.
- Mrema, E., H. Shimelis, M. Laing, T. Bucheyeki, 2017a: Farmers' perceptions of sorghum production constraints and Striga control practices in semi-arid areas of Tanzania. *International Journal of Pest Management*, 63 (2), 146–156. DOI:10.1080/09670874.2016.1238115.
- Mrema, E., H. Shimelis, M. Laing, T. Bucheyeki, 2017b: Screening of sorghum genotypes for resistance to *Striga hermonthica* and *S. asiatica* and compatibility with *Fusarium oxysporum* f.sp. strigae, *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B — Soil & Plant Science*, 67 (5), 395–404. DOI:10.1080/09064710.2017.1284892.
- Mrema, E., H. Shimelis, M. Laing, L. Mwadzingeni, 2020: Integrated management of Striga hermonthica and S. asiatica in sorghum: A review. *Australian Journal of Crop Science*, 14 (1), pp. 36–45. DOI:https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.098680234409879.
- Mutuku, J. M., S. Cui, C. Hori, Y. Takeda, Y. Tobimatsu, R. Nakabayashi, et al., 2019: The structural integrity of lignin is crucial for resistance against *Striga hermonthica* parasitism in rice. *Plant Physiology*, 179 (4), 1796–1809. DOI:https://doi.org/10.1104/pp.18.01133.
- Mwangangi, I. M., L. Büchi, S. M. Haefele, L. Bastiaans, S. Runo, J. Rodenburg, 2021: Combining host plant defence with targeted nutrition: key to durable control of hemiparasitic Striga in cereals in sub-Saharan Africa? *New Phytologist*, 230 (6), 2164–2178. DOI:10.1111/nph.17271.
- Nasir, N., P. A. Pittaway, K. G. Pegg, 2003: Effect of organic amendments and solarisation on *Fusarium* wilt in susceptible banana plantlets, transplanted into naturally infested soil. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54 (3), 251–257. DOI:doi.org/10.1071/AR02099.
- Ndambi, B., G. Cadisch, A. Elzein, A. Heller, 2012: Tissue specific reactions of sorghum roots to the mycoherbicide *Fusarium oxysporum* f. sp. strigae versus the pathogenic *F. proliferatum*. *Biocontrol Science and Technology*, 22 (2), pp. 135–150. DOI:https://doi.org/10.1080/09583157.2011.644760.
- Nikiema, M., 2022: Amélioration génétique du sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] pour la résistance à *Striga hermonthica* (Del.) Benth. et au déficit hydrique par mutagenèse induite. Thèse de doctorat. Université Joseph KI-ZERBO, Burkina faso.
- Oula, D. A., J. M. Nyongesah, G. Odhiambo, S. Wagai, 2020: The effectiveness of local strains of *Fusarium oxysporum* f. Sp. Strigae to control *Striga hermonthica* on local maize in western Kenya, *Food Science & Nutrition*, 8 (8), 4352–4360.
- Parker, C., Riches, C. R., 1993: Parasitic weeds of the world: biology and control. CAB International: Wallingford, UK, p. 332.
- Rich, P. J., Ejeta, G., 2008: Towards effective resistance to Striga in African maize. *Plant Signaling & Behavior*, 3 (9), 618–621. DOI:10.4161/psb.3.9.5750.
- Rodenburg, J., M. Demont, S. J. Zwart, L. Bastiaans, 2016: Parasitic weed incidence and related economic losses in rice in Africa. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 235, 306–317. DOI:10.1016/j.agee.2016.10.020.

- Samejima, H., A. G. Babiker, A. Mustafa, Y. Sugimoto, 2016: Identification of *Striga hermonthica*-Resistant Upland Rice Varieties in Sudan and Their Resistance Phenotypes. *Frontiers in Plant Science*, 7. DOI:10.3389/fpls.2016.00634.
- Samejima, H., Sugimoto, Y., 2018: Recent research progress in combatting root parasitic weeds. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32 (2), 221–240. DOI:<https://doi.org/10.1080/13102818.2017.1420427>.
- Seif, G., A. Ishraka, A. Abdel-Wahab, 2019: Genetic diversity of rice (*Oryza sativa* L.) accessions collected from Sudan and IRR1 using SSR markers. *African Journal of Agricultural Research*, 14 (3), 143–150. DOI:[doi:10.5897/AJAR2018.13554](https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13554).
- Shayanowako, A. I. T., H. Shimelis, M. D. Laing, L. Mwadzingeni, 2018: Genetic diversity of maize genotypes with variable resistance to *Striga asiatica* based on SSR markers, *Cereal Research Communications*, 46 (4), 668–678. DOI:[doi:10.1556/0806.46.2018.044](https://doi.org/10.1556/0806.46.2018.044).
- Sibhatu, B., 2016: Review on Striga weed management. *Int. J. Life. Sci. Scienti. Res*, 2 (2), 110–120.
- Stringer, L. C., J. C. Dyer, M. S. Reed, A. J. Dougill, C. Twyman, D. Mkwambisi, 2009: Adaptations to climate change, drought and desertification: local insights to enhance policy in southern Africa. *Environmental Science & Policy*, 12 (7), 748–765. DOI:[10.1016/j.envsci.2009.04.002](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.04.002).
- Suvi, W. T., H. Shimelis, M. Laing, I. Mathew, A. I. T. Shayanowako, 2020: Assessment of the genetic diversity and population structure of rice genotypes using SSR markers. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 70 (1), 76–86. DOI:doi.org/10.1080/09064710.2019.1670859.
- Tenebe, V. A., Kamara, H. M., 2002: Effect of *Striga hermonthica* on the growth characteristics of sorghum intercropped with groundnut varieties. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188 (6), 376–381. DOI:<https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2002.00557.x>.
- Tippe, D. E., J. Rodenburg, M. Schut, A. van Ast, J. Kayeke, L. Bastiaans, 2017: Farmers' knowledge, use and preferences of parasitic weed management strategies in rain-fed rice production systems. *Crop Protection*, 99, 93–107. DOI:[10.1016/j.cropro.2017.05.007](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.007).
- Unachukwu, N. N., A. Menkir, I. Y. Rabbi, M. Oluoch, S. Muranaka, A. Elzein, G. Odhiambo, E. O. Farombi, M. Gedil, 2017: Genetic diversity and population structure of *Striga hermonthica* populations from Kenya and Nigeria. *Weed Research*, 57 (5), pp. 293–302. DOI:<https://doi.org/10.1111/wre.12260>.
- Venne, J., F. Beed, A. Avocanh, A. Watson, 2009: Integrating *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae* into cereal cropping systems in Africa. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 65 (5), 572–580. DOI:<https://doi.org/10.1002/ps.1741>.
- Wakabayashi, T., M. Hamana, A. Mori, R. Akiyama, K. Ueno, K. Osakabe, *et al.*, 2019: Direct conversion of carlactonoic acid to orobanchol by cytochrome P450 CYP722C in strigolactone biosynthesis. *Science Advances*, 5 (12), eaax9067. DOI:[DOI:10.1126/sciadv.aax9067](https://doi.org/10.1126/sciadv.aax9067).
- Wakabayashi, T., K. Shida, Y. Kitano, H. Takikawa, M. Mizutani, Y. Sugimoto, 2020: CYP722C from *Gossypium arboreum* catalyzes the conversion of carlactonoic acid to 5-deoxystrigol. *Planta*, 251 (5), 1–6. DOI:<https://doi.org/10.1007/s00425-020-03390-6>.
- Watling, J. R., Press, M. C., 2001: Impacts of infection by parasitic angiosperms on host photosynthesis. *Plant Biology*, 3 (03), 244–250.
- Yang, H., X. Shao, M. Wu, 2019: A review on ecosystem health research: A visualization based on CiteSpace. *Sustainability*, 11 (18), 4908.
- Yonli, D., 2006: Lutte intégrée contre *Striga hermonthica* (Del.) Benth. combinant la lutte biologique à base de *Fusarium* spp. avec certaines pratiques culturelles au Burkina Faso. *Université de Ouaga I Pr Joseph Ki*, pp. 1–192.
- Yusuf, Z., Y. Petros, K. Ararsa, 2018: Genetic diversity of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) from East and West hararghe zones of oromia regional state, Ethiopia, based on SSR markers. *World J. Agric. Res*, 5, 132–140.
- Zahran, E., 2008: Biological control of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. using formulated mycoherbicides under Sudan field conditions. Ph.D Thesis, University of Hohenheim, Germany, pp: 143.
- Zarafi, A. B., A. Elzein, D. I. Abdulkadir, F. Beed, O. M. Akinola, 2015: Host range studies of *Fusarium oxysporum* f. sp. *strigae* meant for the biological control of *Striga hermonthica* on maize and sorghum. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48 (1), 1–9. DOI:doi.org/10.1080/03235408.2014.880580.
- Zwanenburg, B., S. K. Nayak, T. V. Charnikhova, H. J. Bouwmeester, 2013: New strigolactone mimics: Structure–activity relationship and mode of action as germinating stimulants for parasitic weeds. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 23 (18), 5182–5186. DOI:[10.1016/j.bmcl.2013.07.004](https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2013.07.004).