

Sixième article : **Déterminants des pratiques culturelles en agriculture urbaine sur le site maraîcher de Houéyiho à Cotonou au Sud-Bénin**

Par : H. G. Tohon, F. M. Adoukpè et P. A. Ayélo

Pages (pp.) 69-83.

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. Abodohou 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.

Déterminants des pratiques culturales en agriculture urbaine sur le site maraîcher de Houéyiho à Cotonou au Sud-Bénin

H. G. Tohon^{1*}, F. M. Adoukpe² et P. A. Ayélo¹

¹Dr Gbédolo Honesty TOHON, Unité d'Enseignement et de Recherche en Santé au Travail et Environnement (URESTE), Département de Santé Publique (DSP), Faculté des Sciences de la Santé (FSS), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP188 Cotonou, Email : honesty.tohon@yahoo.ca, Tél. : (+229)97145392, République du Bénin

²Dr (MR) Mènakpo Ferdinand Adoukpe, Laboratoire National des Stupéfiants et de Toxicologie (LNST)-Centre Béninois de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (CBRSI)/UAC, Bénin. Campus du Champs de Foire-FSS, 04 BP 1357 Cotonou, Email : amefer2000@yahoo.fr, Tél. : (+229)67466861, République du Bénin

Pr Dr Ahoumènou Paul AYÉLO, URESTE/DSP/FSS/UAC, 01 BP 188 Cotonou, Email : paulayelo@yahoo.fr, Tél. : (+229)97026378, République du Bénin.

*Auteur correspondant : Dr Tohon Gbédolo Honesty, Email : honesty.tohon@yahoo.ca

Résumé

À Cotonou au sud du Bénin, l'agriculture urbaine se pratique sur plusieurs sites maraîchers, dont celui de Houéyiho, et contribue à répondre aux besoins alimentaires des populations. Parmi les défis qualitatifs en lien avec les pratiques culturales des maraîchers, figure la production d'aliments sains et la protection de l'environnement. Les objectifs spécifiques de l'étude étaient -i- d'explorer les déterminants des pratiques d'agriculture biologique et -ii- de réaliser des analyses toxicologiques relatives à l'herbicide à base de glyphosate dans le cadre de la production de la laitue sur le site de Houéyiho. Une enquête par questionnaire a été conduite chez 135 maraîchers sur la base de leur consentement libre, éclairé et continu, afin d'appréhender les caractéristiques socio-démographiques, économiques et culturelles, ainsi que les conditions environnementales expliquant leurs pratiques culturales. Parmi eux, chez 30 ont été faites des observations directes, des entretiens individuelles et des mesures toxicologiques concernant l'herbicide à base de glyphosate dans 30 échantillons de sol et de feuilles de laitue prélevés. Les données collectées par questionnaire (variables indépendantes) ont été organisées selon le type de pratiques (biologique et conventionnelle), la variable dépendante. Des tests *U* de Mann-Whitney ou Chi carré de Pearson ont été utilisés afin d'analyser des associations entre les variables dépendante et indépendantes. Un modèle de régression logistique a été conçu afin de prédire les déterminants les plus significatifs des pratiques biologiques sur le site. L'accessibilité sur le site aux solutions naturelles d'amendement des sols ($p < 0,001$), l'encadrement et le contrôle de l'activité ($p = 0,001$), et la rotation des cultures ($p = 0,001$) ont été les principaux prédicteurs des pratiques biologiques sur le site. Des concentrations d'acide aminométhylphosphonique variant entre 0,06 et 0,07 $\mu\text{g/g}$ ont été détectées, suggérant ainsi des traces de glyphosate dans les échantillons de sol analysés et, finalement sans aucune analyse, son absence dans les feuilles de laitue prélevées. Les pratiques maraîchères à Houéyiho sont surtout déterminées par les conditions environnementales d'exercice de l'activité. Toutefois, d'autres études sont nécessaires afin de renforcer les conclusions de cette étude et mesurer l'ampleur de l'utilisation du glyphosate dans d'autres cultures, notamment céréalières, au Bénin.

Mots clés : Maraîchers, Houéyiho, pratiques biologiques, modèle logistique, glyphosate, environnement.

Determinants of farming practices in urban agriculture: case study on the market gardening site of Houéyiho in Cotonou

Abstract

In Cotonou in the south of Benin, urban agriculture is practised on several market gardening sites, including the site of Houéyiho, and contributes to meeting the food needs of the population. Among the qualitative challenges linked to the farming practices of market gardeners is the production of healthy food and the protection of the environment. The specific objectives of the study were -i- to explore the determinants of organic farming practices and -ii- to carry out toxicological analyses relating to the glyphosate-based herbicide in the context of lettuce production on the site of Houéyiho. To do so, a questionnaire survey was conducted among 135 market gardeners selected on the basis of their free, informed and continuous consent, in order to understand the socio-demographic, economic and cultural characteristics, as well as the environmental conditions explaining their farming practices. Among them, 30 completed their questionnaire with direct observations, individual interviews and toxicological measurements relating to the glyphosate-based herbicide in 30 samples of soil and lettuce leaves. Data collected by quantitative survey (independent variables) were organized according to the type of market gardeners' practices (organic and

conventional), the dependent variable. *U* Mann–Whitney or Pearson's Chi-square tests were used, with a significance level of 5%, to study associations between the dependent and independent variables. A logistic regression model was designed to predict the most important significant determinants of the organic practices on the site. The accessibility on the site to natural soil amendment solutions ($p < 0.001$), supervision and control of the activity ($p = 0.001$), and crop rotation ($p = 0.001$) were the main predictors of organic practices on the site. Concentrations of aminomethylphosphonic acid varying between 0.06 and 0.07 $\mu\text{g/g}$ were detected, thus suggesting traces of glyphosate in the soil samples analysed and, ultimately without any analysis, its absence in the lettuce leaves taken. Farming practices in investigated market gardeners are mainly determined by the environmental conditions in which the activity is carried out. However, further studies are needed to strengthen the conclusions of this study and measure the extent of the use of glyphosate in other crops, particularly cereals, in Benin.

Keywords: Market gardeners, Houéyiho, organic practices, logistics model, glyphosate, environment.

Introduction

Le rapport 2015 de la FAO sur l'état de l'insécurité alimentaire révèle que beaucoup restent encore à faire pour éliminer la faim et instaurer la sécurité alimentaire dans le monde. Il s'agit de défis à la fois quantitatifs (ex. : production alimentaire nationale ou locale), et qualitatifs (ex. : qualité sanitaire et hygiénique, et l'innocuité des aliments). Dans plusieurs pays africains, ces défis sont intimement liés à l'urbanisation croissante (avec des taux élevés), à la croissance démographique et à l'exode rural (Olanrewaju *et al.*, 2004 ; Fondation LE RURAL, 2022). Le Bénin n'échappe pas à cet état de choses (PAM, 2017). Avec un taux d'urbanisation estimé à 46 % en 2007 (FAO, 2008), il connaît une forte croissance démographique et une augmentation des besoins alimentaires dans ses villes, dans un contexte où la production agricole rurale tend à diminuer. Par conséquent, l'agriculture urbaine s'y est développée pour répondre à la demande des citoyens en aliments, mais aussi pour résoudre les problèmes de chômage et d'emploi (PAM, 2017 ; Fondation LE RURAL, 2022). D'après la FAO (2008), l'agriculture urbaine se réfère à des petites surfaces utilisées en ville pour cultiver quelques plantes et élever de petits animaux et des vaches laitières en vue de la consommation du ménage ou des ventes de proximité. Ainsi, elle se veut être une agriculture respectueuse de son environnement qui est la ville.

Les cultures maraîchères représentent les principaux produits de l'agriculture urbaine dans toutes les régions du Bénin (Adorgloh-Hessou, 2006 ; PAM, 2017 ; Fondation LE RURAL, 2022). À Cotonou, capitale économique du pays, où le maraîchage se pratique depuis plus de 40 ans (Ogouwalé, 2007), cette activité non professionnelle se réalise sur 11 sites et porte essentiellement sur la culture des légumes et légumineuses (laitue, chou, carotte, concombre, grande morelle, etc.). Elle sert à la consommation locale par le biais des marchés de la ville. Le site de Houéyiho situé proche de l'aéroport international de Cotonou est le plus grand, d'une superficie de 15 ha soit 45 % de la superficie totale exploitée par les maraîchers. Pour rendre les sols plus fertiles en vue de maximiser la production et de répondre efficacement à la demande en hausse, les maraîchers de Houéyiho utilisent diverses stratégies à savoir les amendements locaux tels que les fientes de volaille, les bouses de vache sans un compostage préalable et autres ordures ménagères utilisées en combinaison avec les engrais minéraux. Ils utilisent aussi des pesticides pour lutter contre les mauvaises herbes et les insectes nuisibles (Atodjinou *et al.*, 2019).

Les pratiques culturelles sur ce site maraîcher peuvent donner lieu soit à une surfertilisation organique et/ou minérale, ou à une utilisation abusive ou inappropriée de pesticides avec des risques de contamination des sols, de l'eau et des cultures, et par ricochet des risques pour l'environnement et la santé. En effet, sur ce site, des pesticides organochlorés (lindane, endrine, endosulfan, dieldrine, DDT, etc.) et des métaux lourds ont été déjà retrouvés dans le sol, l'eau d'irrigation, et même dans la laitue et le chou (Agbossou *et al.*, 2003); des teneurs en endrine, dieldrine et DDT supérieures aux normes CODEX de la FAO (Agbossou *et al.*, 2003) recommandées pour ces deux spéculations végétales. Pourtant, une réorganisation de l'activité de maraîchage avait été initiée en 2001 à Cotonou pour promouvoir une agriculture biologique en vue de la régénération de la fertilité des sols, de l'augmentation des rendements et de la production d'aliments sains pour la consommation. Ceci grâce au Projet de Gestion des Déchets Solides Ménagers (PGDSM) soutenu par l'Agence Canadienne pour le Développement International (Kakaï *et al.*, 2010). Ce projet consistait, aussi et surtout, en une valorisation des déchets de la ville desquels la biomasse est récupérée pour fabriquer du compost sur le site de Houéyiho où un vaste espace a été aménagé à cet effet. Ce compost va devoir servir désormais dans les productions maraîchères.

Une pré-enquête que nous avons effectuée en décembre 2016 sur le site maraîcher de Houéyiho révèle que les pratiques culturales posent toujours problème. Elle a permis de constater que peu de maraîchers ont adhéré à la stratégie consistant à utiliser le compost produit sur le site. Des maraîchers participant à cette pré-enquête ont, par ailleurs, reconnu l'usage de pesticides dans leurs pratiques culturales. Au nombre de ces derniers ils ont cité l'Endosulfan. C'est le seul organochloré officiellement importé au Bénin et utilisé comme adjuvant afin d'accroître l'activité des pesticides organophosphorés sur les insectes nuisibles du coton, une culture de rente du pays, surtout produit au Nord de celui-ci, mais pas à Cotonou (Agbossou *et al.*, 2003). Au nombre des pesticides répertoriés dans le bassin cotonnier du pays figurent les herbicides à base de glyphosate (Adechian *et al.*, 2015). Le glyphosate est classé depuis le 20 mars 2015 comme cancérigène « probable » pour l'humain par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CICR). Tout comme l'Endosulfan retrouvé sur ce site de maraîchage, l'herbicide à base de glyphosate va pouvoir aussi s'y retrouver. Ceci n'a pas encore été investigué. Par ailleurs, les sujets de notre pré-enquête ont déclaré l'existence de deux types de pratiques culturales sur ce site à savoir les pratiques culturales liées à l'agriculture biologique et les pratiques culturales relevant de l'agriculture conventionnelle. Les objectifs spécifiques de la présente étude étaient -i- d'explorer les déterminants des pratiques culturales d'agriculture biologique et -ii- de réaliser des mesures toxicologiques relatives à l'herbicide à base de glyphosate dans le cadre de la production de la laitue sur le site de maraîchage de Houéyiho à Cotonou.

Méthodologie

Localisation de l'étude

L'étude a été conduite sur le site de maraîchage de Houéyiho à Cotonou dans le département du Littoral au sud du Bénin. Ce site a été choisi en raison du nombre important de maraîchers qui y travaillent et dont il existe une base de données indiquant la diversité de pratiques culturales (agriculture biologique ou agriculture conventionnelle), d'après la pré-enquête faite qui a aussi indiqué que les feuilles de laitue, spéculations végétales sur lesquelles repose la présente investigation, constituent la plus importante production maraîchère de ce site par an.

Type d'étude et échantillonnage

La présente étude transversale et exploratoire a consisté en une enquête par questionnaire, à un entretien individuel semi-directif, à des observations au travail et à une enquête toxicométrique. La sélection des maraîchers pour constituer l'échantillon ayant fait l'objet de cette recherche s'était déroulée selon un choix raisonné sur la base de consentement libre, éclairé et continu de chaque participant. Ainsi 135 maraîchers, hommes et femmes, âgés de 23 à 71 ans, sur un total de 211 recensés au début de l'étude ont été enrôlés pour l'enquête par questionnaire, soit un taux de participation à l'étude de 64%. Ces maraîchers ont été répartis en les deux groupes suivants : un groupe de 58 personnes (dont 11 femmes) ayant déclaré pratiquer l'agriculture biologique et un autre groupe de 77 personnes (dont 16 femmes) ayant déclaré pratiquer l'agriculture conventionnelle. Parmi ces 135 maraîchers, 30 ont été judicieusement choisis plus tard (dont 15 par type d'agriculture pratiquée) afin de faire l'objet d'observation au travail, de mesures toxicologiques et compléter leur questionnaire par des entrevues individuelles semi-directives.

Enquête à l'aide d'un questionnaire

L'administration, sur l'aire de travail de chaque maraîcher, d'un questionnaire préalablement testé et validé afin d'en vérifier l'intelligibilité, a permis de recueillir des informations sur les caractéristiques socio-démographiques, économiques et culturelles des maraîchers, ainsi que sur les conditions environnementales d'exercice de leur activité. Cette enquête a aussi servi à recenser les produits chimiques utilisés sur le site pour la production des feuilles de laitue. Parallèlement, l'étude quantitative a été complétée par des prélèvements de sol et de feuilles de laitues chez des maraîchers sélectionnés, ceci afin de rechercher au laboratoire la présence de l'herbicide à base de glyphosate et de son principal produit de dégradation dans le sol [l'acide aminométhylphosphonique (AAMP)]. La présence de ces produits chimiques dans ces matières va servir d'indicateur de leur contamination chimique.

Observations sur le site maraîcher et entrevues individuelles semi-directives

Les observations sur le site maraîcher de l'étude ont été faites à l'aide d'une grille d'observation. D'une durée d'environ 04 h chacune, elles ont été réalisées auprès des 30 maraîchers judicieusement choisis parmi ceux ayant participé à l'enquête par questionnaire, et sur leur consentement. Elles ont visé à regarder

faire chacun de ces maraîchers pendant qu'il était à l'œuvre, ceci pour compléter les données sur les pratiques culturales recueillies sur le site à l'aide d'un questionnaire. Elles ont ciblé les maraîchers qui vont faire plus tard l'objet d'entrevues individuelles.

Les entrevues individuelles semi-directives d'une durée d'environ 01 h, ont été effectuées afin de mieux comprendre les caractéristiques socio-démographiques, économiques et culturelles des maraîchers, ainsi que les conditions environnementales pouvant influencer les pratiques culturales sur le site d'étude. Conduites dans les mêmes conditions spatio-temporelles, elles étaient justifiées par le fait qu'il ait été observé que certains maraîchers se revendiquant des pratiques de l'agriculture biologique utilisaient aussi des pesticides déclarés par les maraîchers ayant reconnu pratiquer l'agriculture conventionnelle, contrairement à ce qui était attendu. Aussi, l'enquête à l'aide d'un questionnaire a montré que certains maraîchers n'étaient pas à l'aise à répondre aux questions concernant l'utilisation ou non de pesticides. Les données ont été collectées lors des entrevues en se basant sur un guide d'entretien préalablement élaboré et validé. Leur analyse a été faite en utilisant l'approche longitudinale de la méthode inductive décrite par Lessard-Hébert *et al.* (1995), et utilisée par Tohon *et al.* (2015). Ainsi, un codage des données collectées a été fait après avoir pris connaissance des informations recueillies après plusieurs lectures des enregistrements d'entrevues. De cette étape d'analyse ont été ressorties des hypothèses significatives sur l'explication des divergences parfois observées entre les faits et les déclarations concernant les pratiques culturales sur le site d'étude.

Collecte et analyse des échantillons de feuilles de laitue et de sol

Des échantillons de feuilles de laitue et de sol sur lequel elles ont poussé ont été prélevés sur une planche de culture de chaque maraîcher choisi, mis séparément dans deux tubes Falcon® de 50 mL (Deutscher, 2023) et immédiatement conservés au congélateur à - 20 °C pendant 10 jours. Ils ont, par la suite, été convoyés dans une glacière contenant des blocs de glace, pour l'analyse chimique, au laboratoire de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) spécialisé dans l'analyse du glyphosate et de ses dérivés. Tout ceci en respectant les conseils et recommandations des experts de ce laboratoire.

Une fois au laboratoire, tous les échantillons ont été conservés congelés. L'analyse chimique a d'abord porté sur les échantillons de sol et ceci en suivant la procédure décrite par Giard *et al.* (2022). Ainsi, ils ont été retirés du congélateur pour être lyophilisés. Des débris grossiers ont été retirés manuellement et les échantillons ont été broyés en vue de l'extraction, première étape de ladite procédure. Elle a consisté à mettre dans un tube Falcon® de 50 mL cinq grammes (5 g) de chaque échantillon de sol avec 20 mL d'eau nanopure et 20 mL d'une solution d'extraction décrite par Alferness et Iwata (1994) qui est composée de 1 % de NH₄OH et 1,36 % de KH₂PO₄, les mélanger dans un rotateur de tubes pendant 30 minutes à 200 tr/min et centrifuger pendant 20 minutes à \approx 3500 tr/min. Deux millilitres (2 mL) du surnageant obtenu dans chaque tube Falcon® ont été ensuite filtrés à l'aide d'un filtre en nylon de 0,2 μ m (InnoSep™ SF25) et transférés dans un autre tube de 2 mL. De ce dernier, finalement, 40 μ L du surnageant filtré ont été ajoutés dans un tube à injection (Vial) à 20 μ L d'acide 2-amino-3-phosphonopropionique (AAPP, 1 μ L/mL) représentant la solution interne standard. Nos échantillons de sol sont ainsi préparés pour l'analyse. Comme le recommande la procédure, pour notre série d'échantillons de sol à analyser, un échantillon a servi de témoin et a été utilisé pour préparer, dans cinq autres tubes (Vial), les étalons (ou contrôles) suivants :

- Étalon 0 : a été obtenu en mettant dans le tube 40 μ L du surnageant filtré obtenu à partir de l'échantillon témoin et 20 μ L d'AAPP ;
- Étalon 10 : a été constitué de 40 μ L du surnageant filtré obtenu à partir de l'échantillon témoin, de 20 μ L d'AAPP et de 10 μ L d'une solution standard de glyphosate (0,25 μ g/mL) et d'AAPP (0,50 μ g/mL) ;
- Étalon 20 : a été constitué de 40 μ L dudit surnageant filtré, de 20 μ L d'AAPP et de 20 μ L de la solution standard de glyphosate et d'AAPP ;
- Ainsi de suite jusqu'à avoir les Étalon 30 et Étalon 40.

Le contenu liquide de tous les tubes (Vial) ainsi préparés (échantillons et contrôles) a été ensuite soumis à l'évaporation à sec sous flux d'azote.

La deuxième étape de la procédure d'analyse chimique a été la dérivation des échantillons et contrôles au cours de laquelle 500 μ L de 2,2,2 trifluoroéthanol (TFE) et 1 000 μ L d'anhydride trifluoroacétique (ATFA)

ont été ajoutés dans leurs tubes respectifs. Après cet ajout, les tubes ont été placés sur une plaque chauffante pendant une heure à 100°C. Une fois refroidis à température ambiante, les échantillons et les contrôles sont à nouveau évaporés à sec sous flux d'azote. Les échantillons (1 µL) ont finalement été dissous dans 1 mL d'acétate d'isopropyle avant l'injection (dernière étape de la procédure d'analyse). L'injection a été faite à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse (Varian CP 3800) couplé à un détecteur à capture d'électrons (CG-DCE). Elle a été conduite sous flux d'hydrogène avec un débit de 1,6 mL/min dans une colonne Rxi-5Sil MS (Restek, Pennsylvanie, USA) (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Les températures de l'injecteur et du détecteur ont été respectivement maintenues à 280°C et 300°C. La durée totale d'une injection était de 31,8 minutes. Le programme démarre à 70°C pendant 0,8 min puis la température augmente à un rythme de 5°C/min jusqu'à 130°C qui a été maintenue pendant 5 minutes. Ensuite, une vitesse de chauffage de 60°C/min a été gardée pour atteindre 250°C, température maintenue pendant 15 minutes. Les pics de glyphosate et d'AAMP ont été identifiés sur les chromatogrammes puis intégrés.

Les contrôles ont servi à tracer les courbes d'étalonnage en utilisant les valeurs d'intégrales de glyphosate et d'AAMP correspondantes comme étant fonction de leurs niveaux connus. L'équation linéaire à cinq points ($r_2 > 0,92$ et $r_2 > 0,90$ pour le glyphosate et l'AAMP, respectivement) obtenue à partir des courbes d'étalonnage a permis la conversion des intégrales relatives à chaque échantillon en ses teneurs en glyphosate et AMPA. La limite de détection (LOD) et la limite de quantification (LOQ) ont été déterminées sur la base de la méthode décrite dans Mocak *et al.* (1997). Les LOD et LOQ calculées étaient de 0,02 µg/g et 0,05 µg/g, et 0,03 µg/g et 0,09 µg/g pour le glyphosate et l'AMPA, respectivement.

Eu égard aux résultats résultant de l'analyse des échantillons de sol (présentés à la section intitulée "Analyse des échantillons de sol prélevés" dans la partie "Résultats"), les experts du laboratoire ont jugé qu'il n'était plus nécessaire d'analyser les échantillons de feuilles de laitue.

Traitement des données collectées et analyse statistique

Les données recueillies à l'aide d'un questionnaire ont été organisées en variables dépendante et indépendantes en vue de leur analyse statistique. Le type d'agriculture (biologique ou conventionnelle) auquel allaient se référer les pratiques culturales que les maraîchers ont déclaré adopter sur le site a constitué la variable dépendante dans la présente étude. Ainsi, deux groupes de maraîchers ont été investigués sur ce site. Les variables indépendantes ont concerné les caractéristiques socio-démographiques, économiques et culturelles des maraîchers, ainsi que les conditions environnementales d'exercice de leur activité. Ces données ont fait l'objet d'une double saisie dans le logiciel Epi Info (version 3.5.1) et ont été analysées statistiquement en utilisant le logiciel Stata 10, après avoir été converties grâce au logiciel Stata Transfert. D'abord, une analyse univariée a été réalisée pour explorer les associations entre chaque variable indépendante et le type d'agriculture pratiqué. Ainsi, le test *U* de Mann-Whitney ou le test Chi carré de Pearson ont été utilisés, en respectant leurs conditions d'application, et ceci avec un seuil de signification de 5 % pour des hypothèses bilatérales. Ensuite, une analyse multivariée a été conduite afin d'identifier les variables indépendantes qui sont les déterminants les plus importants des pratiques d'agriculture biologique sur le site maraîcher de Houéyiho. Pour ce faire, un modèle de régression logistique à visée exploratoire a été établi en sélectionnant les variables par une méthode progressive basée sur le rapport de vraisemblance. Du modèle final, des Odds Ratios (OR) ajustés ont été dérivés. Dans le tableau de présentation, la P-value du Chi carré de Wald a également été reprise. L'adéquation du modèle a été vérifiée par le test de Hosmer et Lemeshow (Tableau 4 des Résultats intitulé *Prédicteurs des pratiques d'agriculture biologique sur le site d'étude*).

Résultats

Caractéristiques socio-démographiques, culturelles et économiques des maraîchers investigués sur le site d'étude de Houéyiho

Dans le Tableau 1 ont été synthétisées les caractéristiques socio-démographiques, culturelles et économiques des maraîchers investigués sur le site d'étude de Houéyiho sur la base des informations recueillies lors de l'enquête à l'aide d'un questionnaire.

Tableau 1. Caractéristiques socio-démographiques, culturelles et économiques des maraîchers investigués sur le site d'étude de Houéyiho

Variables	Pratiques d'agriculture		p-value
	biologique	conventionnelle ^d	
	Médiane (EIQ ^c) ou %		
n (nombre de Maraîchers)	58	77	
Age			0,013 ^e
≤ 35 ans	22 (37,9 %)	33 (42,9 %)	
> 35 ans	36 (62,1 %)	44 (57,1 %)	
Maraîchères	11 (19 %)	16 (21 %)	0,421 ^e
Statut matrimonial			0,221 ^e
Mariage traditionnel	37 (63,8 %)	45 (58,4 %)	
Célibataire	14 (24,1 %)	11 (14,3 %)	
Autres	07 (12,1 %)	21 (27,3 %)	
Nombre d'enfants	2 (0-3)	3 (1-5)	0,032 ^f
Niveau d'étude			
Primaire	19 (32,8 %)	31 (40,3 %)	0,001 ^e
Secondaire	33 (56,9 %)	39 (50,6 %)	
Autres ^a	06 (10,3 %)	07 (09,1 %)	
Durée d'exercice de l'activité du maraîchage	13 (8-17)	8 (6-13)	0,001 ^f
Présence sur le site tous les jours			0,435 ^e
Oui	51 (87,9 %)	69 (89,6 %)	
Non	07 (12,1 %)	08 (10,4 %)	
Nombre d'heures de présence par jour			0,238 ^e
≤ 8 h	21 (36,2 %)	27 (35,1 %)	
> 8 h	37 (63,8 %)	50 (64,9 %)	
Culture maraîchère la plus produite par an			0,254 ^e
Laitue	35 (60,3 %)	47 (61 %)	
Autres ^b	23 (39,7 %)	30 (39 %)	
Revenu mensuel (F CFA)	62.000 (60.000-68.000)	71.000 (63.000-77.000)	0,001 ^f

^a : Universitaire, ou jamais mis pieds à l'école ; ^b : Carottes, concombres, chou, grande morelle ou Vernonia ; ^c : EIQ : écart interquatile ; ^d : Sous-entend l'utilisation systématique de produits chimiques (dont des pesticides) ; ^e : Test de chi-carré de Pearson ; ^f : Test-*U* de Mann-Whitney.

Le type d'agriculture pratiqué par les maraîchers du site d'étude (de Houéyiho) a été significativement ($p < 0,05$) associé à l'âge. L'agriculture biologique a été plus déclarée (pratiquée) chez les moins jeunes avec une différence significative de 5 %. Par ailleurs, le nombre d'enfants en charge chez les maraîchers ayant déclaré pratiquer une agriculture biologique a été 1,5 fois significativement ($p < 0,05$) inférieur à celui des maraîchers ayant déclaré pratiquer une agriculture conventionnelle. Mieux, les maraîchers ayant déclaré pratiquer une agriculture conventionnelle étaient plus nombreux à avoir un niveau d'étude primaire avec une différence très significative ($p = 0,001$) de 7,5 %. Parmi eux, ont été comptés moins d'individus ayant des niveaux d'étude du secondaire ou autres (ex. : universitaire ou n'ayant jamais mis pieds à l'école). Ils ont aussi déclaré une durée d'exercice de l'activité du maraîchage significativement ($p = 0,001$) moins élevée avec une différence de 5 ans. Leur revenu mensuel déclaré a été plus important avec une différence très significative ($p = 0,001$) de 9.000 fcfa par mois.

Conditions environnementales d'exercice du maraîchage à Houéyiho

Dans le Tableau 2 ont été consignées les conditions environnementales d'exercice du maraîchage à Houéyiho. Les maraîchers ayant reconnu pratiquer l'agriculture biologique étaient significativement ($p = 0,001$) plus nombreux (avec une différence d'environ 10 %) à déclarer que le sol a été peu fertile, alors que ceux se reconnaissant des pratiques de l'agriculture conventionnelle étaient significativement ($p = 0,001$) plus nombreux à déclarer que le sol n'a pas été fertile (avec une différence d'environ 18 %). Aussi, ont-ils tous affirmé l'existence sur le site d'étude d'un accès facile à des solutions naturelles d'amendement des sols, contrairement à leurs collègues du second groupe, avec une différence très significative ($p < 0,0001$) d'environ 35 %. Ils étaient, par ailleurs, significativement ($p < 0,001$) plus nombreux à se reconnaître pratiquer des rotations de cultures, avec une différence de 41,6 % comparativement à leurs collègues pratiquant l'agriculture conventionnelle. Des individus appartenant aux deux groupes de maraîchers qui ont utilisé des herbicides (pour lutter contre les mauvaises herbes) ou d'autres pesticides existaient mais leur nombre a été significativement ($p < 0,001$) plus élevé chez les maraîchers se réclamant des pratiques de l'agriculture conventionnelle (avec une différence de 38,2 % pour les herbicides et 60,3 % pour d'autres pesticides). Dans ce second groupe de maraîchers, ils étaient plus nombreux à répondre par l'affirmative à l'existence d'un accès facile aux produits chimiques, avec une différence significative ($p < 0,001$) de 20,6 %, et à affirmer l'inexistence d'encadrement et de contrôle de l'activité (avec une différence significative ($p < 0,001$) de 03,3 %).

Tableau 2. Données relatives aux conditions environnementales d'exercice du maraîchage à Houéyiho

Variables	Pratiques d'agriculture		p-value
	biologique	conventionnelle ^b	
	%		
n (nombre de maraîchers)	58	77	
Qualité du sol			0,001 ^c
Fertile	10 (17,3 %)	07 (09,1 %)	
Peu fertile	42 (72,4 %)	48 (62,3 %)	
Pas fertile	06 (10,3 %)	22 (28,6 %)	
Qualité de l'eau			0,521 ^c
Bonne	51 (87,9 %)	67 (87 %)	
Peu bonne	07 (12,1 %)	10 (13 %)	
Pas bonne	00 (00 %)	00 (00 %)	
Aménagements hydro-agricoles			0,324 ^c
Suffisants	37 (63,8 %)	50 (64,9%)	
Insuffisants	21 (36,2 %)	27 (35,1%)	
Accessibilité facile aux solutions naturelles d'amendement des sols ^a			<0,0001 ^c
Oui	58 (100 %)	50 (64,9 %)	
Non	0 (0 %)	27 (35,1 %)	
Utilisation d'herbicides			<0,001 ^c
Oui	23 (39,7 %)	60 (77,9 %)	
Non	35 (60,3 %)	17 (22,1 %)	
Utilisation d'herbicide à base de glyphosate			0,544 ^c
Oui	00 (00 %)	05 (08,3 %)	
Non	23 (100 %)	55 (91,7 %)	
Utilisation d'autres pesticides			<0,001 ^c
Oui	23 (39,7 %)	77 (100 %)	
Non	35 (60,3 %)	00 (00 %)	

Variables	Pratiques d'agriculture		p-value
	biologique	conventionnelle ^b	
	%		
Accès facile aux produits chimiques			<0,001 ^c
Oui	37 (63,8 %)	65 (84,4 %)	
Non	21 (36,2 %)	12 (15,6 %)	
Rotation des cultures			<0,001 ^c
Oui	43 (74,1 %)	25 (32,5 %)	
Non	15 (25,9 %)	52 (67,5 %)	
Cadre réglementaire d'exercice du maraîchage			0,384 ^c
Oui	39 (67,2 %)	50 (64,9 %)	
Non	19 (32,8 %)	27 (35,1 %)	
Encadrement et contrôle de l'activité			<0,001 ^c
Oui	14 (24,1 %)	16 (20,8 %)	
Non	44 (75,9 %)	61 (79,2 %)	
Utilisation d'équipements de protection individuelle (EPI)			0,393 ^c
Oui	09 (29,03 %)	24 (31,17 %)	
Non	22 (70,97 %)	53 (68,83 %)	

^a : Les solutions naturelles d'amendement des sols disponibles sur le site d'étude sont les poudres préparées par mélange de fèces humaines et de cendres, le compost ; ^b : Sous-entend l'utilisation systématique de produits chimiques (dont les pesticides) ; ^c : Test de chi-carré de Pearson.

Produits chimiques inventoriés pour la production de la laitue sur le site d'étude de Houéyiho

Dans le Tableau 3 ont été présentées les substances chimiques que les maraîchers de Houéyiho ont déclaré lors de l'enquête par questionnaire utiliser pour la culture de la laitue. Il s'agissait d'engrais chimiques et de pesticides (en général des insecticides, des herbicides et des fongicides). Les pesticides cités n'étaient pas, pour la plupart, indiqués pour la production de la laitue. Parmi eux a figuré l'herbicide à base de glyphosate qui a aussi fait objet de notre étude.

Tableau 3. Produits chimiques recensés sur le site de Houéyiho lors de l'intervention et utilisés pour la culture de la laitue

Nom commercial	Matière(s) active(s)	Nature ^a
NPK	<i>Azote, phosphore et potassium</i>	Engrais chimique
Urée	<i>Carbonyldiamide</i>	Engrais chimique
EMACOT A 112 EC	<i>Emamectine benzoate 48 g/L Acétamipride 64 g/L</i>	Insecticide pour le coton
SOFA 40 SC	<i>Nicosulfuron 40 g/L</i>	Herbicide de post-levée en culture du maïs
AKIZON 4SC	<i>Nicosulfuron 40 g/L</i>	Herbicide
GARIL	<i>Triclopyr 72 g/L Propanil 360 g/L</i>	Herbicide pour le riz
KALACH 360 SL	<i>Glyphosate 360 g/L</i>	Herbicide systémique non sélectif
LAMBACAL P 315 EC	<i>Lambdacyhalothrine 15 g/L Profenofos 300 g/L</i>	Insecticide-Ascaricide pour le coton

Nom commercial	Matière(s) active(s)	Nature ^a
GALLANT SUPER	<i>Haloxypol méthylole ester 104 g/L</i>	Herbicide pour le coton
LASER 480 SC	<i>Spinosad 480 g/L</i>	Insecticides pour cultures maraîchères
COTOGARD SC	<i>Fluometuron 250 g/L</i> <i>Prometryn 250 g/L</i>	Herbicide pour le coton
CHANGO 122 SE	<i>Indoxacarbe 50 g/L</i> <i>Cyperméthrine 72 g/L</i>	Insecticide pour le coton
PACHA 25 EC	<i>Acetamipride 10 g/L</i> <i>Lambdacyhalothrine 15 g/L</i>	Insecticides pour cultures maraîchères
MAMBA 360 SL	<i>Glyphosate acide 360 g/L</i>	Herbicide total systémique non sélectif
ACARIUS 18 EC	<i>Abamectine 18 g/L</i>	Insecticide-Acaricide contre les acariens et chenilles des légumes feuilles
COGA 80 WP	<i>Mancozèbe 800 g/Kg</i>	Fongicide contre la cercosporiose de la laitue et le chancre de l'amarante
GLYPHOGAN 360 SL	<i>Glyphosate 360</i>	Herbicide total

^a : Il s'agit de la nature du produit chimique validée par le Comité National d'Agrément et de Contrôle des Produits Phytopharmaceutiques du Bénin.

Analyse chimique des échantillons de sol et de feuilles de laitue prélevés

Quel qu'ait été le type de maraîcher chez qui le prélèvement de sol a été fait, aucune concentration de glyphosate n'a pu être détectée dans l'échantillon lors de son analyse chimique avec le CG-DCE. Cependant, des concentrations d'AAMP ont pu être mesurées avec cet appareil (après trois répétitions à chaque fois) dans les sols prélevés chez deux maraîchers parmi les 15 retenus et ayant déclaré adopter les pratiques d'agriculture conventionnelle contre 0 % pour les 15 autres maraîchers sélectionnés pour l'analyse chimique et ayant déclaré avoir les pratiques d'agriculture biologique. Les concentrations d'AAMP ainsi mesurées variaient entre 0,06 et 0,07 µg/g. La valeur de la limite de détection de l'appareil était égale à 0,03 µg/g pour ce composé. Ainsi, ces résultats ont suggéré des traces de glyphosate dans les échantillons de sol concernés et son absence dans les feuilles de laitue collectées chez les 30 maraîchers retenus pour faire l'objet d'investigations au laboratoire. D'ailleurs, ce fût un avis partagé par tous les experts du laboratoire d'analyse.

Déterminants des pratiques d'agriculture biologique dans la production de la laitue sur le site maraîcher de Houéyiho

Les résultats du modèle de régression logistique utilisé pour prédire les déterminants des pratiques d'agriculture biologique dans la production de la laitue sur le site maraîcher de Houéyiho ont été résumés dans le Tableau 4, ainsi que les résultats du test de Homer et Lemeshow qui indiquaient que l'ajustement du modèle a été adéquat [valeur de p (P-value) du test de «goodness of fit» (qualité de l'ajustement) égal à 0,860] pour bien prédire les facteurs influençant ces pratiques. Des variables explicatives initiales suivantes introduites dans le modèle (au nombre de 12), six en ont été ressorties déterminant l'adoption de ces pratiques sur le site : l'accessibilité facile aux solutions naturelles d'amendement des sols sur le site ($p < 0,001$) ; la durée d'exercice de l'activité de maraîchage ($p = 0,001$) ; l'âge du maraîcher ($p = 0,001$) ; la rotation des cultures ($p = 0,001$) ; l'encadrement et le contrôle de l'activité ($p = 0,001$) ; la qualité du sol ($p = 0,011$). Ainsi, l'accessibilité facile aux solutions naturelles d'amendement des sols sur le site a été positivement associée aux pratiques culturelles d'agriculture biologique. Par conséquent, les maraîchers allaient adopter ces pratiques s'ils ont eu un accès facile sur le site à des solutions naturelles d'amendement des sols.

La durée d'exercice de l'activité a été positivement associée aux pratiques d'agriculture biologique. Ainsi, les producteurs ayant plus d'années d'expérience allaient avoir la tendance à adopter ces pratiques. La rotation des cultures a été aussi positivement associée aux pratiques d'agriculture biologique, ce qui signifiait que ceux qui ont eu ces pratiques faisaient des rotations de culture. Les pratiques d'agriculture biologique ont été aussi positivement associées à l'encadrement et au contrôle de l'activité. Par conséquent,

les maraîchers qui allaient bénéficier d'un cadre d'encadrement et de contrôle pour la production de la laitue allaient avoir la tendance à adopter les pratiques d'agriculture biologique. L'âge a été positivement associé aux pratiques d'agriculture biologiques. Les maraîchers plus âgés allaient avoir la tendance à adopter ces pratiques. Enfin, la qualité des sols a été positivement associée à ces pratiques. Ainsi, les sols de bonne qualité allaient favoriser les pratiques d'agriculture biologique.

Tableau 4. Prédicteurs des pratiques d'agriculture biologique sur le site d'étude

Variables	Coefficients de régression logistique	Odds-Ratios	Valeur de p ^a
Age	1,308	2,039	0,001
Nombre d'enfants	-0,533	0,625	0,271
Niveau d'étude	0,539	1,071	0,059
Durée d'exercice de l'activité de maraîchage	1,313	2,151	0,001
Revenu mensuel	-0,415	0,724	0,189
Qualité du sol	0,871	1,297	0,011
Accessibilité facile aux solutions naturelles d'amendement des sols	1,424	2,211	<0,001
Utilisation d'herbicides	-0,891	0,570	0,055
Utilisation d'autres pesticides	-0,783	0,646	0,059
Rotation des cultures	1,016	1,611	0,001
Accès facile aux produits chimiques	-0,633	0,581	0,287
Encadrement et contrôle de l'activité	1,071	1,839	0,001
Constante	-1,372	0,476	0,229
Test de Homer et Lemeshow : Chi-carré (4dl) = 1,31 ; P = 0,860 ^b			

^a : Valeur de p du test de chi-carré de Wald ; ^b : Valeur de p du test de Homer et Lemeshow ou le test de «goodness of fit» (qualité de l'ajustement).

Discussion

Caractéristiques socio-démographiques, culturelles et économiques, et conditions environnementales d'exercice du maraîchage des personnes investiguées sur le site d'étude de Houéyiho

L'étude explore les déterminants des pratiques culturelles d'agriculture biologique et réalise des analyses chimiques relatives à l'herbicide à base de glyphosate dans le cadre de la production de la laitue sur le site de maraîchage de Houéyiho à Cotonou. Elle consiste en une enquête à l'aide d'un questionnaire pour appréhender les caractéristiques socio-démographiques, économiques et culturelles, ainsi que les conditions environnementales pouvant expliquer les pratiques culturelles sur le site. Cette enquête est complétée par des observations directes, des entretiens individuelles semi-directives et des mesures toxicologiques relatives à l'herbicide à base de glyphosate dans des échantillons de sol et de feuilles de laitue prélevés.

Les informations issues de l'enquête quantitative, des entretiens et des observations directes sur le site de Houéyiho révèlent un profil d'âge varié des maraîchers (de 23 à 71 ans). La présence des personnes âgées de 60 ans et plus sur ce site peut s'expliquer par le fait que ces personnes, le plus souvent à la retraite dans un contexte de chômage élevé chez les jeunes, sont à la recherche de revenus supplémentaires pour satisfaire les besoins familiaux (Ba *et al.*, 2016). Sur le site d'étude, les hommes sont en plus grand nombre, mais les femmes sont aussi présentes représentant le 1/5^{ème} de l'effectif des maraîchers. D'après les entretiens, les portions de terre cultivables (les planches) sont plus facilement cédées aux hommes qu'aux femmes, quel que soit le mode de cession (héritage, leg, location, achat, etc.). Ceci pour des raisons culturelles persistantes rendant difficile l'accès des femmes aux terres. Des barrières socio-culturelles empêchant les femmes d'hériter du patrimoine foncier, d'y accéder ou de le gérer sont également relevées dans l'étude de Balasha et Fyama (2020).

Les résultats de l'étude indiquent que 43 % des maraîchers font des pratiques culturales se rapportant à l'agriculture biologique et que 57 % continuent de pratiquer l'agriculture conventionnelle. L'agriculture biologique est un système intégré de gestion de la production qui favorise et améliore la santé des agroécosystèmes, y compris la biodiversité, les cycles biologiques et l'activité biologique des sols, en mettant notamment l'accent sur l'utilisation d'intrants naturels (minéraux et produits dérivés de plantes) et la renonciation aux engrais synthétiques et aux pesticides (Biaou *et al.*, 2016; Gravel, 2016; LE RURAL, 2021). Elle repose largement sur la décomposition naturelle de la matière organique, en utilisant des techniques comme engrais verts et compostage, pour remplacer les nutriments extraits du sol par les cultures précédentes (LE RURAL, 2021). L'agriculture conventionnelle est un système de production agricole qui repose sur le recours systématique aux engrais et aux pesticides de synthèse (Gravel, 2016; POLLINIS, 2019).

Selon les maraîchers se réclamant des pratiques de l'agriculture biologique, ce type d'agriculture est introduit sur le site par le projet de compostage initié et mis en œuvre en 2001 par la mairie de Cotonou. Ce projet consiste à extraire de la biomasse des déchets collectés dans la ville pour fabriquer et distribuer du compost sur le site. Pour ce faire, ces maraîchers se sont constitués en une association et reçoivent des formations périodiques sur la production du compost, ainsi que sur d'autres techniques biologiques de production agricole. D'après les travaux de Mwangi et Kariuki (2015) et de Balasha et Fyama (2020), l'appartenance à une association de maraîchers et des formations en maraîchage sont deux facteurs clés qui influencent positivement et significativement l'adoption de nouvelles technologies agricoles.

Aujourd'hui, les pratiques biologiques sur le site d'étude reposent aussi sur l'utilisation de préparations de matières fécales humaines. Ces préparations sont réalisées grâce à des latrines installées sur le site (dans le cadre d'un autre projet) de manière à faciliter la récupération des produits de selles au moment opportun. Le mode opératoire d'obtention des préparations de fèces humaines consiste à destiner une des latrines pour les besoins d'aisance jusqu'à remplissage. Après chaque passage d'un maraîcher dans cette latrine, les fèces émises sont recouvertes de cendres de bois. Une fois remplie, la latrine est fermée pour plusieurs semaines pour favoriser la décomposition totale du mélange selles-cendres et l'obtention de poudres de selles. Et ces poudres sont finalement récupérées et utilisées en agriculture biologique sur le site. Il s'agit d'un processus très bien organisé.

En plus du compost et des poudres de selles, les maraîchers biologiques du site utilisent des fientes de volailles. Ils justifient leur choix d'agriculture biologique par leur souci de ne pas s'exposer (ou de s'exposer le moins possible) aux produits chimiques et d'éviter les conséquences nuisibles de ces derniers sur leur santé, sur celle des consommateurs (dont ils font partie) et sur l'environnement. Ces préoccupations sont également retrouvées dans plusieurs écrits sur les pratiques d'agriculture urbaine dans les pays en développement (Cissé, 1997; Tripon *et al.*, 2002; Ba *et al.*, 2016). Toutefois, certains maraîchers biologiques ont déclaré ou ont été observés avoir recours à certains insecticides et/ou herbicides pour la production de la laitue. Ils avouent procéder ainsi parfois quand la pression des ennemis (insectes, parasites, mauvaises herbes, etc.) sur leurs cultures est trop forte. Sinon qu'ils procèdent au désherbage naturel.

Produits chimiques inventoriés pour la production de la laitue sur le site d'étude de Houéyiho

Les produits chimiques inventoriés sur le site d'étude sont surtout utilisés par les maraîchers se réclamant des pratiques de l'agriculture conventionnelle et leur choix de pratiques culturales réside, selon eux, dans le fait que les sols sont très peu fertiles et qu'il faut protéger les cultures contre les agresseurs qui sont de divers types afin d'obtenir de bons rendements de production. Les agresseurs cités dans le cadre de la production de la laitue sont des insectes, des champignons, d'autres parasites et des mauvaises herbes. Toutefois, les produits chimiques généralement utilisés sur le site ne sont pas indiqués pour la culture de la laitue comme l'ont déjà rapporté Agbossou *et al.* (2003) et Ahouangninou *et al.* (2019). Les maraîchers peuvent s'en procurer à divers points de vente dans la ville, proches ou éloignés du site d'étude. Selon leurs dires, Ils ne suivent pas les prescriptions de doses inscrites sur les contenants des produits, mais procèdent par diverses habitudes héritées sur le site. Parmi ces maraîchers, plusieurs avouent être conscients du danger pour l'environnement et la santé que peuvent constituer les produits chimiques qu'ils manipulent, mais déclarent se percevoir en bonne santé malgré leurs pratiques culturales et n'avoir jamais reçu de plaintes d'intoxication de la part des consommateurs de leurs cultures. Pour l'un d'eux, « le fait de ne pas

avoir de travail ni de revenu pour subvenir à ses propres besoins ainsi qu'à ceux de sa famille peut être plus nuisible que les produits chimiques qu'il manipule dans le cadre de son activité ». D'ailleurs, Ba *et al.* (2016) sont parvenus à une telle conclusion suite à leurs investigations relatives aux impacts sur la santé des pratiques des agriculteurs urbains à Dakar.

Analyse chimique des échantillons de sol et de feuilles de laitue analysés

Les résultats des analyses chimiques révèlent des traces de glyphosate dans deux échantillons de sol prélevés chez des maraîchers ayant déclaré utiliser l'herbicide à base de glyphosate (5 au total) pour lutter contre les mauvaises herbes. En effet, Al Rajab (2007) a souligné que « le glyphosate se désorbe difficilement et sa dégradation en conditions contrôlées ou naturelles est rapide, mais sa dynamique est très variable suivant l'activité biologique des sols. La dégradation conduit à la formation d'un métabolite, l'acide aminométhylphosphonique (AAMP) qui tend à s'accumuler dans le sol. » Ces résultats sont compatibles à ceux généralement rapportés par la littérature mondiale pour les régions tropicales (Giard *et al.*, 2022). En effet, le glyphosate et son produit de dégradation (l'AAMP) peuvent s'accumuler généralement dans les 5 ou 10 premiers centimètres du sol (Lupi *et al.*, 2015, Okada *et al.*, 2016, Soracco *et al.*, 2018). Cette considération étant prise en compte lors des prélèvements de sol, les traces de glyphosate obtenues dans les deux échantillons de sol peuvent être dus à la fréquence d'application de l'herbicide à base de glyphosate sur ces sols, puisque des corrélations positives sont établies entre les fréquences d'application de l'herbicide à base de glyphosate et les teneurs des sols en ce composé chimique (Peruzzo *et al.*, 2008; Bohm *et al.*, 2014; Primost *et al.*, 2017). Toutefois, Soracco *et al.* (2018) et Alonso *et al.* (2018) ont observé une faible teneur en glyphosate dans les sols alors que leur zone d'étude en Argentine a fait l'objet d'une pulvérisation intensive de GBH tout au long de leur expérience.

Ceci amène à s'interroger sur la durée de vie du glyphosate et de l'AAMP dans les sols. Les écrits rapportent que les demi-vies de ces deux composés dans les sols sont très variables. Des demi-vies très courtes de 9 jours pour le glyphosate et de 32 jours pour l'AAMP ont été signalées dans une couche arable limoneuse à travail réduit au Danemark (Simonsen *et al.*, 2008). D'autres demi-vies plus longues du glyphosate, de 210 et 1.000 jours, ont également été estimées respectivement dans des sols argileux finlandais et des sols sableux danois (Borggaard et Gimsing, 2008, Laitinen *et al.*, 2006). La plupart des études s'accordent sur le fait que la demi-vie de l'AAMP dans les sols est plus longue. D'après les résultats des analyses de nos échantillons de sol, les experts du laboratoire d'analyse sont unanimement formels qu'il ne peut y avoir de présence de glyphosate dans nos échantillons de feuilles de laitue collectés. Toutefois, en se basant sur la classification de l'OMS de 2015 évoquée en introduction et vu la polémique mondiale sur ce composé, on va pouvoir, par principe de précaution, empêcher rigoureusement son utilisation dans les productions maraîchères. Ceci dans un contexte où son utilisation incontrôlée ou sans autorisation en agriculture en Afrique subsaharienne est rapportée dans plusieurs études (Rodenburg *et al.*, 2019).

Déterminants des pratiques d'agriculture biologique dans la production de la laitue sur le site maraîcher de Houéyiho

Sur le site maraîcher de Houéyiho, plusieurs facteurs ressortent de notre étude pour expliquer les pratiques d'agriculture biologique qui s'y déroulent de nos jours. Au nombre de ceux-ci, mentionnons surtout l'accessibilité facile sur le site aux solutions naturelles d'amendement des sols. Ce résultat significatif est en accord avec ceux d'études antérieures qui mentionnent que les pratiques culturales dépendent de l'organisation du site maraîcher (Ahouangninou *et al.*, 2019 ; Adékambi *et al.*, 2010 ; Zossou et Vodouhè, 2011). Un autre prédicteur significatif des pratiques biologiques sur ce site est la durée d'exercice de l'activité de maraîchage, autrement dit l'expérience professionnelle. Elle influence positivement les pratiques biologiques. Ceci concorde avec les résultats de Ahouangninou *et al.* (2019) selon lesquels l'expérience des producteurs influence négativement l'utilisation des pesticides. Adékambi *et al.* (2010) s'attendent à ce que les producteurs plus expérimentés utilisent les pesticides chimiques car ils ont plus confiance en l'utilisation des pesticides chimiques qu'ils perçoivent plus efficaces que les biopesticides (Ahouangninou *et al.*, 2019).

L'âge des maraîchers aussi influence significativement l'utilisation des pratiques biologiques. Il leur est positivement associé, contrairement aux résultats de Ahouangninou *et al.* (2019) que ces auteurs expliquent par le fait d'une intrusion tardive de personnes âgées dans le maraîchage après perte d'emploi ou admission à la retraite. L'encadrement et le contrôle de l'activité de maraîchage constituent un autre facteur significatif

influençant les pratiques culturales biologiques sur le site d'étude. Ceci est concordant avec les résultats d'une étude antérieure qui rapportent que les producteurs de Sèmè-Kpodji ont moins tendance à utiliser systématiquement les pesticides car recevant régulièrement la visite des agents de vulgarisation agricole dont les locaux sont situés proches de leur site (Ahouangninou *et al.*, 2019). De même, la rotation des cultures est ressortie de notre modèle comme influençant significativement les pratiques biologiques. La littérature scientifique est très riche en écrits sur l'utilisation des rotations des cultures en agriculture biologique. Enfin, un autre prédicteur significatif influençant les pratiques biologiques sorti de notre étude constitue la qualité du sol, comme l'a aussi relevé l'étude de Agbossou *et al.* (2003).

Conclusion

L'étude permet d'évaluer les déterminants pouvant influencer les pratiques culturales biologiques sur le site maraîcher de Houéyiho. Les principaux prédicteurs de ces pratiques sur ce site sont -i- l'accessibilité sur le site aux solutions naturelles d'amendement des sols, -ii- l'encadrement et le contrôle de l'activité et -iii- la rotation des cultures sur le site. Certains maraîchers de Houéyiho utilisent l'herbicide à base de glyphosate dans leurs pratiques culturales. Ceci est confirmé par la présence des traces de glyphosate dans les échantillons de sol prélevés et analysés avec une très faible teneur en acide aminométhylphosphonique (AAMP), son principal produit de dégradation. Ces teneurs d'acide aminométhylphosphonique (AAMP) suggèrent l'inexistence de glyphosate dans les échantillons de feuilles de laitue prélevés sur ce site. Les principaux déterminants des pratiques biologiques sur le site maraîcher de Houéyiho sont donc en rapport avec les conditions environnementales d'exercice de l'activité de maraîchage. Toutefois, d'autres études sont nécessaires afin de renforcer les conclusions issues de l'étude et d'analyser l'ampleur de l'utilisation de ce composé chimique dangereux, et à polémiques, dans d'autres cultures, notamment céréalières au Bénin car il y va de la santé des humains et de l'environnement.

Remerciements

Les auteurs remercient le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) pour son soutien financier à la réalisation de cette étude. Ils tiennent aussi à manifester leur gratitude aux Pr Sami Haddad et Dr Mathieu Valcke de l'Université de Montréal (UdeM), et aux Pr Marc Lucotte et Dr Matthieu Moingt de Université du Québec à Montréal (UQAM) pour leur précieuse aide dans l'atteinte des objectifs de cette recherche. Enfin, ils sont particulièrement reconnaissants envers l'Organisation Non Gouvernementale Great Challenges et surtout envers les maraîchers de Houéyiho qui ont accepté de collaborer à ce travail et ont généreusement donné de leur temps pour participer à leurs enquêtes.

Références Bibliographiques

- Adechian, S.A., M.N. Baco, I. Akponokpe, I.I. Toko, J. Egah, K. Affoukou, 2015 : Les pratiques paysannes de gestion des pesticides sur le maïs et le coton dans le bassin cotonnier du Bénin. *VertigO*, 15 (2) pp. 9-20.
- Adékambi, S. A., P. Y. Adégbola, A. Arouna, 2010: Farmers's perception and agricultural technology. The case of botanical extracts and biopesticides in vegetable production in Benin", Third African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, Cape Town, South Africa, pp. 1-23.
- Adorgloh-Hessou, R. A. 2006 : Guide pour le développement de l'entreprise de production et de commercialisation de légumes de qualité dans les régions urbaines et périurbaines du Sud-Bénin, Rapport de consultation. IITA – Bénin, 82 p.
- Agbossou, K.E., M.S. Sanny, B. Zokpodo, B. Ahamidé, H.J. Guèdègbé, 2003 : Evaluation qualitative de quelques légumes sur le périmètre maraîcher de Houéyiho, à Cotonou au sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 42.
- Ahouangninou, C., S.Y.W. Boko, J. Logbo, F. Assogba-Komlan, T. Martin, B. Fayomi, 2019 : Analyse des déterminants des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers au sud du Bénin. *Afrique Science* 15(5) pp. 252 – 265.
- Alferness, P. L., Iwata, Y., 1994: Determination of Glyphosate and (Aminomethyl)phosphonic Acid in Soil, Plant and Animal Matrixes, and Water by Capillary Gas Chromatography with Mass-Selective Detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 pp. 2751-2759.
- Alonso, L. L., P.M. Demetrio, E.M. Agustina, D.J. Marino, 2018: Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of The Total Environment*, 645 pp. 89-96. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.134>
- Al Rajab, A. J., 2007 : Impact sur l'environnement d'un herbicide non sélectif, le glyphosate : approche modélisée en conditions contrôlées et naturelles. Sciences de la Terre. Institut National Polytechnique de Lorraine. Français. ffNNT. HAL Id: tel-01752951. <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01752951>.

- Atodjinou, F.Y.M., G.H. Tohon, A.P. Ayélo, 2019 : Etude des déterminants des risques sanitaires liés aux pratiques maraîchères dans le Littoral au Bénin. Thèse de médecine. Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 96 p.
- Ba, A., N. Cantoreggi, J. Simos, É. Duchemin, 2016: Impacts sur la santé des pratiques des agriculteurs urbains à Dakar (Sénégal). *VertigO*, 16 (1) pp. 1-16.
- Balasha, A. M., Fyama, J. N. M., 2020 : Déterminants d'adoption des techniques de production et protection intégrées pour un maraîchage durable à Lubumbashi, République démocratique du Congo. *Cahiers Agricultures*, 29 (13).
- Balasha, M., Kesonga, N., 2019 : Évaluation de la performance économique des exploitations de chou de Chine (*Brassica chinensis* L.) en maraîchage à Lubumbashi en République Démocratique du Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* 2(1) pp. 11-19.
- Biaou, D., J. A. Yabi, R. N. Yegbemey, G. Biaou, 2016 : Performances technique et économique des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 21 (1) pp. 201-211.
- Bohm, G., C. Rombaldi, M. Genovese, D. Castilhos, B. Alves, N. Rumjanek, 2014: Glyphosate Effects on Yield, Nitrogen Fixation, and Seed Quality in Glyphosate Resistant Soybean. *Crop Science*, 54 (4) pp. 1737-1743. <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.07.0470>
- Borggaard, O., Gimsing, A., 2008: Fate of Glyphosate in Soil and the Possibility of Leaching to Ground and Surface Waters: A Review. *Pest Management Science*, 64 pp. 441-56. <https://doi.org/10.1002/ps.1512>
- Cissé, G., 1997 : Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées en agriculture urbaine. Cas du maraîchage à Ouagadougou (Burkina Faso). Thèse. École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Suisse, 94 p.
- Deutscher, 2023 : <https://www.dutscher.com/product/0H-11-04>. consulté le 08/09/2023 à 21 h.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2008. L'État de l'insécurité alimentaire dans le monde. Prix élevés des denrées alimentaires et sécurité alimentaire –menaces et perspectives. Rome, FAO. 60p. <https://www.fao.org/3/i0291f/i0291f00.pdf>, consulté le 08/09/2023 à 21 h.
- FAO (Food and Agriculture Organization), FIDA (Fonds International de Développement Agricole), PAM (Programme Alimentaire Mondial), 2015 : L'État de l'insécurité alimentaire dans le monde. Objectifs internationaux 2015 de réduction de la faim: des progrès inégaux. Rome, FAO. 66p. <http://www.fao.org/3/a-i4646f.pdf>, consulté le 08/09/2023 à 21 h.
- Fondation LE RURAL, 2022 : <https://lerural.bi/lagriculture-biologique-au-benin-une-pratique-salvatrice-mais-peu-adoptee/>, consulté le 08/09/2023 à 21 h.
- Giard, F., M. Lucotte, M. Moingt, A. Gaspar, 2022 : Glyphosate and aminomethyphosphonic (AMPA) contents in Brazilian field crops soils. *Agronomy Science and Biotechnology*, 155 (8) pp. 1-18.
- Gravel, A., 2016 : Les pratiques agroécologiques dans les exploitations agricoles urbaines et périurbaines pour la sécurité alimentaire des villes d'Afrique Subsaharienne. Maîtrise. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada.
- Kakai, H.F., A.G. Kakai, A.G. Tohouegnon, 2010 : Agriculture urbaine et valorisation des déchets au Bénin : une approche de développement durable. *VertigO*, 10 (2).
- Laitinen, P., K. Siimes, L. Eronen, S. Rämö, L. Welling, S. Oinonen, L. Mattsoff, M. Ruohonen-Lehto, 2006: Fate of the herbicides glyphosate, glufosinate ammonium, phenmedipham, ethofumesate and metamitron in two Finnish arable soils. *Pest Management Science*, 62 (6) pp. 473-91. <https://doi.org/10.1002/ps.1186>
- Lessard-Hébert, M., G. Goyette, G. Boutin, 1995: Recherche qualitative: fondements et pratiques [Qualitative research: fundamentals and practices]. Éditions Nouvelles, Montréal.
- Lupi, L., K.S.B. Miglioranza, V.C. Aparicio, D. Marino, F. Bedmar, D.A. Wunderlin, 2015: Occurrence of glyphosate and AMPA in an agricultural watershed from the southeastern region of Argentina. *Science of The Total Environment*, 536 pp. 687-694. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.090>
- Mocak, J., A. Bond, S. Mitchell, G. Scollary, 1997: A statistical overview of standard (IUPAC and ACS) and new procedures for determining the limits of detection and quantification: application to voltammetric and stripping techniques (technical report). *Pure and Applied Chemistry*, 69 (2) pp. 297-328.
- Mwangi, M., Kariuki, S., 2015: Factors determining adoption of new agricultural technology by smallholder farmers in developing countries. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6 (5) pp. 208-2016.
- Ogouwalé, R. 2007 : Système d'irrigation et production maraîchère dans les villes de Cotonou et de Sèmè-Kpèdji (Bénin) : Approche cartographique. Laboratoire d'Etudes des climats, des Ressources en eau et de la Dynamique des Ecosystèmes, UAC, Bénin. 21 p.

- Okada, E., J.L. Costa, F. Bedmar, 2016: Adsorption and mobility of glyphosate in different soils under no-till and conventional tillage. *Geoderma*, 263 pp. 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.09.009>
- Olanrewaju B. S., P. Moustier, L.-J. Mougeot, A. Fall (dir), 2004 : Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, concepts et méthodes. CIRAD-CRDI, Montpellier, 173 p.
- PAM (Programme Alimentaire Mondial), 2017 : Analyse Globale de la Vulnérabilité et la Sécurité Alimentaire (AGVSA). Rome, PAM. https://instad.bj/images/docs/insae-statistiques/enquetes-recensements/Autres-Enquetes/AGVSA/Rapport_AGVSA_VF_2017.pdf, consulté le 08/09/2023 à 21 h.
- Peruzzo, P. J., A.A. Porta, A.E. Ronco, 2008 : Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct sowing soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. *Environmental Pollution*, 156 (1) pp. 61-66. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.01.015>
- POLLINIS, 2019: <https://www.pollinis.org/publications/lhecatombe-impacts-de-lagriculture-conventionnelle-sur-les-pollinisateurs#:~:text=L'agriculture%20conventionnelle%2C%20mise%20en,et%20du%20nectar%20des%20fleurs>, consulté le 08/09/2023 à 21 h.
- Primost, J., V. Aparicio, J. Costa, P. Carriquiriborde, 2017: Glyphosate and AMPA, "pseudo-persistent" pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. *Environmental Pollution*, 229 pp. 771–779. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.006>
- Rodenburg, J., J.-M. Johnson, I. Dieng, K. Senthikumar, E. Vandamme, C. Akakpo, M.D. Allarangaye, I. Baggie, S.O. Bakare, R.K. Bam, I. Bassoro, B.B. Abera, M. Cisse, W. Dogbe, H. Gbakatchétché, F. Jaiteh, G.J. Kajiru, A. Kalisa, N. Kamissoko, K. Sékou, A. Kokou, D. Mapiemfu-Lamare, F.M. Lunze, J. Mghase, I.M. Maïga, D. Nanfumba, A. Niang, R. Rabeson, Z. Segda, F.S. Sillo, A. Tanaka, K. Saito, 2019: Status quo of chemical weed control in rice in sub-Saharan Africa. *Food Security*, 11 (1) pp. 69-92.
- Simonsen, L., I. Fomsgaard, B. Svensmark, N. Spliid, 2008: Fate and availability of glyphosate and AMPA in agricultural soil. *Journal of Environmental Science and Health, Part. B, Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes*, 43 (5) pp. 365-375. <https://doi.org/10.1080/03601230802062000>
- Soracco, C. G., R. Villarreal, L. Lozano, S. Vittori, E. Melani, D. Marino, 2018: Glyphosate dynamics in a soil under conventional and no-till systems during a soybean growing season. *Geoderma*, 323 pp. 13-21. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.041>
- Tohon, G.H., B. Fayomi, M. Valcke, Y. Coppieters, C. Bouland, 2015: BTEX air concentrations and self-reported common health problems in gasoline sellers from Cotonou, Benin. *International Journal of Environmental Health Research*, 25 (2) pp. 149-161.
- Tripon, M., D. Boccanfuso, M.-E. Yergeau, 2002: Agriculture urbaine, pratiques agricoles et impacts environnementaux et de santé. Cahier de recherche / Working Paper 20-02. Sherbrooke, Canada.
- Zossou, E., Vodouhè, D.S., 2011 : Déterminants socio-économiques des pratiques phytosanitaires: Cas des cultures maraîchères à Cotonou, Bénin, Omn.Univ.Europ, Editions Universitaires Européennes, 116 p.