

Sixième article : Diversités cultivées dans les sites maraîchers du bassin versant de la rivière des cinq bras en République du Bénin

Par : I. Orou Bata, A.-S. Bio Bangana et P. Kassa

Pages (pp.) 85-113.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Mars 2026 – Volume 36 - Numéro 02

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <https://brab.bj/> 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

*DOI : <https://doi.org/10.62344/2k28r447>



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 : contact@inrab.bj

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: contact@inrab.bj - République du Bénin

Sommaire

	Sommaire	i
N°	Informations générales	ii
	Indications aux auteurs	iii
1	Scientific evidence of the efficacy of mushrooms in the management of diabetes and hypertension: a systematic review with meta-analyses L. Agbangla, A. Hegbe, B. G. Hounwanou, O. G. Fadeyi S. Badou, B. Olou, S. Zakari, N. S. Yorou, T. Adoukonou et M. Gomina *DOI : https://doi.org/10.62344/1z7chn68	01
2	Effect of rice variety and amylose content on the texture and sensory acceptability of the main rice-based foods in Benin M. Daouda, M. Oussou, J. Jasniewski and Y. E. Madodé *DOI : https://doi.org/10.62344/6z9xqy50	24
3	Valorisation du frass de larves de mouche soldat noire (<i>Hermetia illucens</i>) pour la production monospécifique d'une algue phytoplanctonique (<i>Scenedemus quadricauda</i>) d'intérêt aquacole au Bénin S. A. R. Tonoukouen, E. H. D. Kpegouton, D. C. Adjahouinou, T. Godome et D. N. S. Kpogue Gangbazo *DOI : https://doi.org/10.62344/nd2z5707	43
4	Characterization of international reptile trade flows in Benin (West Africa) from 1984 to 2022 B. Sossa, K. V. Taiwo, R. B. Badou, G. N. Kpéra, G. Nobimè, A. E. Assogbadjo and C. A. M. S. Djagoun *DOI : https://doi.org/10.62344/5dbfqt40	51
5	Synthèse bibliographique sur la reproduction ex situ du poisson chat du Mékong <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) M. L. Dansi, S. C. B. Pomalegni, S. Kpossou et S. Ahouansou Montcho *DOI : https://doi.org/10.62344/ba1n7814	64
6	Diversités cultivées dans les sites maraîchers du bassin versant de la rivière des cinq bras en République du Bénin I. Orou Bata, A.-S. Bio Bangana et P. Kassa *DOI : https://doi.org/10.62344/2k28r447	85

7	Stratégies d'accès à l'information technique agricole en production des légumes biologiques au Sud-Bénin J. A. Houeto et F. Okry *DOI : https://doi.org/10.62344/4ethbk26	114
8	Analyse de différents modes de financement agricoles des Agrobusiness Clusters de riz au Bénin A. Chaffa Biyaou, E. Sodjinou, Y. E. Tchigo et J. A. Yabi *DOI : https://doi.org/10.62344/w7edwm19	124
9	Nematicidal activities of <i>Syzygium aromaticum</i> (Myrtaceae), <i>Hyptis suaveolens</i> (Lamiaceae) and <i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Myrtaceae) essential oils against <i>Meloidogyne incognita</i> (Tylenchida: Heteroderidae) A. F. A. D. Bossou, A. Manbou, A. Affokpon, H. Adoukonou-Sagbadja et F. Avléssi *DOI : https://doi.org/10.62344/09rhas62	144

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

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

But et champs de publication : 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. **Comités d'administration du BRAB :** La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles soumis en ligne sur la plateforme <https://brab.bj/> 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 consultée et téléchargée sur la plateforme du BRAB. **Fréquence de parution des numéros de chaque volume :** Le BRAB publie par an quatre (04) numéros à raison d'un numéro par trimestre et aussi des numéros spéciaux. Le thesaurus « Agrovoc » est utilisé pour caractériser les articles parus dans le BRAB. **Frais de publication :** Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA, tout frais compris, est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'article publié est disponible en accès libre sur la plateforme avec notification à l'auteur correspondant. **Politique d'accès :** Les articles publiés par le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin sont en libre accès. Ils sont gratuits pour tout le monde, immédiatement téléchargeables dès la publication et distribués sous la licence CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>). **Propriété intellectuelle :** La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager -copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

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: contact@inrab.bj – 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 Sétchéme 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 Rachidatou 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 (Géographie, Climatologie, Environnement, 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 Koffi Daniel KOBIA (Biologie végétale appliquée et arômes naturelles, Togo), Pr Dr Ir Kakaï Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr Dr Ir 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 Mauricette OUALI N'GORAN (Entomologie, Côte d'Ivoire), 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 Gustave Dieudonné DAGBENONBAKIN (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 ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Pr Dr Ir André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr 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 actes 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 -i- quatre (04) numéros à raison d'un numéro par trimestre, et -ii- aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <https://brab.bj/>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA, tout frais compris, est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'article publié est disponible en accès libre sur la plateforme avec notification à l'auteur correspondant.

Soumission de manuscrits

Les manuscrits doivent être soumis en ligne sur la plateforme <https://brab.bj/> accompagnés d'une lettre de soumission au comité de rédaction et de publication du BRAB. 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 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. L'auteur reçoit automatiquement un accusé de réception.

Processus d'évaluation

Dès la réception du manuscrit, le secrétariat scientifique de la revue vérifie la conformité aux indications aux auteurs puis envoie un courriel à l'auteur correspondant où il lui est mentionné la suite réservée à son manuscrit. Ensuite, est déclenché le processus de l'évaluation aveugle par l'envoi aux trois (03) évaluateurs retenus par le secrétariat scientifique. Au cours de la troisième semaine, l'auteur reçoit la décision de rejet ou d'acceptation de son manuscrit sous réserve de la prise en compte des observations faites par les évaluateurs. Les auteurs ont deux (02) semaines pour retourner la nouvelle version de leur manuscrit accompagnées d'une deuxième lettre de soumission comportant un tableau synoptique dans lequel ils justifient la prise en compte ou non des observations critiques constructives des évaluateurs dudit manuscrit. Toutefois, les manuscrits ayant reçu des observations majeures sont retournés aux évaluateurs pour la vérification des observations apportées. Au bout de deux (02) semaines, ils reçoivent le proof de leur article pour une relecture en 72 heures et procède au règlement des frais de publication avant la parution de l'article sur la plateforme.

Sanction du plagiat et de l'autoplégat 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'Autoplégat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout manuscrit 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 du manuscrit 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%)**.

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

Pour qu'un manuscrit 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 Discussion, 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 (permutable 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.

Remerciements

Il s'agit de remercier ceux qui ont financé l'étude, collecté les données sur le terrain et facilité la bonne conduite des travaux de recherche ainsi que d'éventuels lecteurs critiques du manuscrit.

Conflits d'intérêt

Un des aspects cruciaux de l'éthique de la recherche qui nécessite la divulgation transparente des conflits d'intérêt, permet de maintenir l'intégrité de la recherche scientifique et assure la crédibilité des conclusions publiées. Par conséquent, il est plus qu'essentiel pour tout chercheur de divulguer honnêtement toute situation pouvant être perçue comme un conflit d'intérêt afin de préserver la rigueur scientifique et la confiance du public. Par exemple, il s'agit de mentionner si éventuellement le travail a des situations conflictuelles avec d'autres en cours et connues des auteurs.

Contribution des auteurs

Dans cette rubrique est renseignée la contribution substantielle de chaque auteur dans le processus d'élaboration de l'article. Il s'agit de la part de travail de chacun des auteurs depuis la conception du travail, la mobilisation des ressources, la collecte et l'analyse des données, la rédaction du manuscrit, etc.

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 développement 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 et lignes rendues visibles donc quadrillées) 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 Excel, 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.

Diversités cultivées dans les sites maraîchers du bassin versant de la rivière des cinq bras en République du Bénin

I. Orou Bata¹, A.-S. Bio Bangana¹ et P. Kassa^{1,2}

¹MSc. Ibrahim OROU BATA, Unité de Recherche en Aquaculture et Gestion des Pêches (URAGeP), Laboratoire des Sciences Animales et Halieutiques (LaSAH), Université Nationale d'Agriculture (UNA) & École Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE/UNA), BP 43 Kétou, E-mail : ioroubata@gmail.com, Tél. : (+229) 0167818685, République du Bénin

Dr Abdoul-Sahabi BIO BANGANA, URAGeP/LaSAH/UNA), BP 43 Kétou, E-mail : biobanganaa@yahoo.fr, Tél. : (+229) 0197931904, République du Bénin

²MSc. Parfait KASSA, URAGeP/LaSAH/UNA & École Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE/UNA), BP 43 Kétou, E-mail : parfaitos2007@yahoo.fr, Tél. : (+229) 0196861221, République du Bénin

*Auteur de correspondance : MSc. Ibrahim OROU BATA, E-mail : ioroubata@gmail.com

*DOI : <https://doi.org/10.62344/2k28r447>

Résumé

Le maraîchage constitue une source alimentaire essentielle et une activité génératrice de revenus dans le sud du Bénin. L'étude a visé à caractériser la diversité des espèces cultivées, la distribution spatiale des sites maraîchers et les principales contraintes de production dans le bassin versant de la rivière des Cinq Bras. La démarche méthodologique a reposé sur l'identification et la cartographie des sites maraîchers et sur des enquêtes individuelles et sur des focus groups. La taille de l'échantillon a été obtenue en utilisant l'approximation normale de la distribution binomiale proposée par Dagnelie en 1998. Au total, 181 maraîchers ont été sélectionnés et enquêtés par échantillonnage aléatoire simple, et une sous-base de fiches complètes ($n = 101$) a été retenue pour des analyses multivariées. Les inventaires floristiques itinérants ont été effectués sur chaque exploitation visitée afin d'enregistrer les espèces et variétés cultivées. La saisie des questionnaires a été réalisée sur terminaux mobiles via KoboCollect. Au total 23 espèces maraîchères (11 familles) ont été recensées. Les cultures les plus fréquentes ont été la grande morelle (*Solanum macrocarpon*), l'amarante (*Amaranthus* spp.), la laitue, la carotte, le basilic, la tomate et le concombre. L'analyse spatiale a montré des agrégats de forte incidence depuis le centre (Abomey-Calavi, Tori-Bossito) vers le nord du bassin. L'analyse multivariée (ACM + CAH) a fait émerger (i) les exploitations intensives et modernisées, (ii) les exploitations traditionnelles à faibles moyens et (iii) les exploitations de systèmes mixtes diversifiés donc trois types d'exploitations. Les principales contraintes identifiées ont été les attaques d'insectes, les maladies fongiques et les nématodes, et l'usage de pesticides chimiques est généralisé. Enfin, l'analyse économique n'a pas mis en évidence de différence statistiquement significative (ANOVA, $p > 0,05$) de rentabilité entre utilisateurs d'engrais organiques et d'engrais chimiques. Ces résultats fournissent une base pour orienter des actions de gestion durable (appui technique, diversification, maîtrise phytosanitaire) et appellent à une extension de l'inventaire sur l'ensemble des sites maraîchers pour consolider la base de données régionale.

Mot clés : caractérisation, distribution spatiale, dynamique des sites maraîchers, département de l'Atlantique, Afrique de l'Ouest

Cultivated diversity in market-gardening sites of the Cinq Bras River watershed in Bénin

Abstract

Market gardening is an essential source of food and income-generating activity in southern Benin. The study aimed to characterize the diversity of cultivated species, the spatial distribution of market gardening sites, and the main production constraints within the watershed of the Cinq Bras River. The methodological approach was based on the identification and mapping of market gardening sites, as well as individual surveys and focus group discussions. The sample size was determined using the normal approximation of the binomial distribution proposed by Dagnelie (1998). A total of 181 market gardeners were selected and surveyed through simple random sampling, and a subset of complete records ($n = 101$) was retained for multivariate analyses. Travelling floristic inventories were conducted on each visited farm to record the cultivated species and varieties. Questionnaires were entered using mobile devices via KoboCollect. In total, 23 vegetable species (11 families) were recorded; the most frequent crops were African eggplant (*Solanum macrocarpon*), amaranth (*Amaranthus* spp.), lettuce, carrot, basil, tomatoes, and cucumber. Spatial analysis revealed high-incidence clusters from the central area (Abomey-Calavi, Tori-Bossito) toward the northern part of the watershed. Multivariate analysis (MCA + HCA) identified the following three types of farms: (i) intensive and modernized farms; (ii) traditional low-input farms; (iii) diversified mixed system farms. The main constraints identified were

insect attacks, fungal diseases, and nematodes; the use of chemical pesticides was widespread. Finally, economic analysis showed no statistically significant difference in profitability between users of organic fertilizers and chemical fertilizers (ANOVA, $p > 0.05$). These results provide a basis for guiding sustainable management actions (technical support, diversification, plant health management) and call for an extension of the inventory to all market gardening sites to strengthen the regional database.

Keywords: characterization, spatial distribution, dynamics of market gardening sites, Atlantique Department, West Africa.

1. Introduction

L'agriculture urbaine et périurbaine joue un rôle central dans la sécurité alimentaire des villes africaines en fournissant des légumes frais et en approvisionnant les marchés locaux (Houessou et van der Linden, 2020). La filière maraîchère, souvent mise en œuvre sur de petites parcelles en milieu urbain et périurbain, constitue à la fois une source de produits à forte valeur nutritionnelle et une activité génératrice de revenus pour de nombreux ménages (Ahouangan *et al.*, 2024). Deux systèmes de production coexistent majoritairement : des systèmes intensifs reposant sur l'utilisation d'intrants minéraux (engrais, pesticides) et des systèmes à faible intrant, parfois orientés vers des pratiques agroécologiques. L'emploi fréquent d'intrants chimiques dans le maraîchage suscite des préoccupations quant à la santé humaine et à la qualité des ressources en eau, notamment à travers la présence de résidus de pesticides dans les légumes (Dinede *et al.*, 2023). Les exploitations maraîchères en zone urbaine et périurbaine sont majoritairement de petite taille et organisées de manière informelle ; elles souffrent souvent de contraintes d'accès à la terre, à l'eau, aux intrants et aux services techniques, ce qui limite leur capacité d'investissement et de transformation (Houessou et van der Linden, 2020). Par ailleurs, les externalités négatives associées à certaines pratiques comme la pollution des sols, des eaux, les coûts sanitaires, la perte de biodiversité constituent des coûts sociaux rarement internalisés dans les prix des produits (Rufo *et al.*, 2024). Étant donné l'hétérogénéité des exploitations, chaque producteur combinant terres, travail, eau et intrants de manière spécifique, la classification en typologies basées sur des caractéristiques communes (structure des exploitations, stratégies culturelles, accès aux marchés, performances économiques) s'avère utile pour concevoir des politiques adaptées. Les méthodes multivariées (ACM/ACP, CAH, clustering) sont couramment employées pour dégager ces typologies et orienter des actions ciblées (Maru *et al.*, 2021 ; Tapsoba *et al.*, 2023). Ainsi, les objectifs spécifiques de la présente étude ont été -i- de caractériser la diversité des espèces maraîchères cultivées dans le bassin versant de la rivière des Cinq Bras, -ii- d'analyser la distribution spatiale et la dynamique des sites maraîchers et -iii- d'établir une typologie des exploitations à partir de leurs caractéristiques agronomiques et socio-économiques, indispensables à l'identification des leviers pour une production durable et sûre.

2. Site d'étude

Le bassin versant de la rivière des Cinq Bras (Figure 1) est localisé au sud-ouest du Bénin, entre les latitudes 6,31724°N et 6,77729°N et les longitudes 1,99217°E et 2,42023°E. Il couvre une superficie de 1 276,25 km² et présente un périmètre d'environ 289,29 km ; il est majoritairement inclus dans le département de l'Atlantique, avec une portion située dans le département du Littoral. Les caractéristiques côtières et les interactions nappe-lagune observées dans les bassins sédimentaires du littoral béninois influencent fortement la dynamique hydrologique et l'alimentation en eau des dépressions alluviales de la zone (Odeloui *et al.*, 2022). L'aire d'étude englobe sept communes : Abomey-Calavi, Allada, Kpomassè, Ouidah, Tori-Bossito et Zè (département de l'Atlantique), ainsi que Cotonou (département du Littoral).

Sur le plan biophysique, le secteur d'étude présente un climat subéquatorial marqué par l'alternance de deux saisons pluvieuses et de deux saisons sèches, avec des variations locales (Kingbo *et al.*, 2022). Les cumuls pluviométriques annuels observés dans les communes étudiées oscillent généralement entre environ 800 mm et 1 320 mm selon les stations et les périodes, la pluviométrie étant le plus souvent bimodale, avec des pics principaux en juin et en octobre (Obada *et al.*, 2021 ; Kingbo *et al.*, 2022). Les températures moyennes annuelles tournent autour de 27 °C, avec des maxima enregistrés en mars-avril (environ 29–34 °C) et des minima en juillet-août (environ 23–25 °C) (Kingbo *et al.*, 2022). Ces conditions climatiques favorisent une forte dynamique saisonnière des ressources en eau et influencent fortement le calendrier culturel maraîcher (Figure 2).

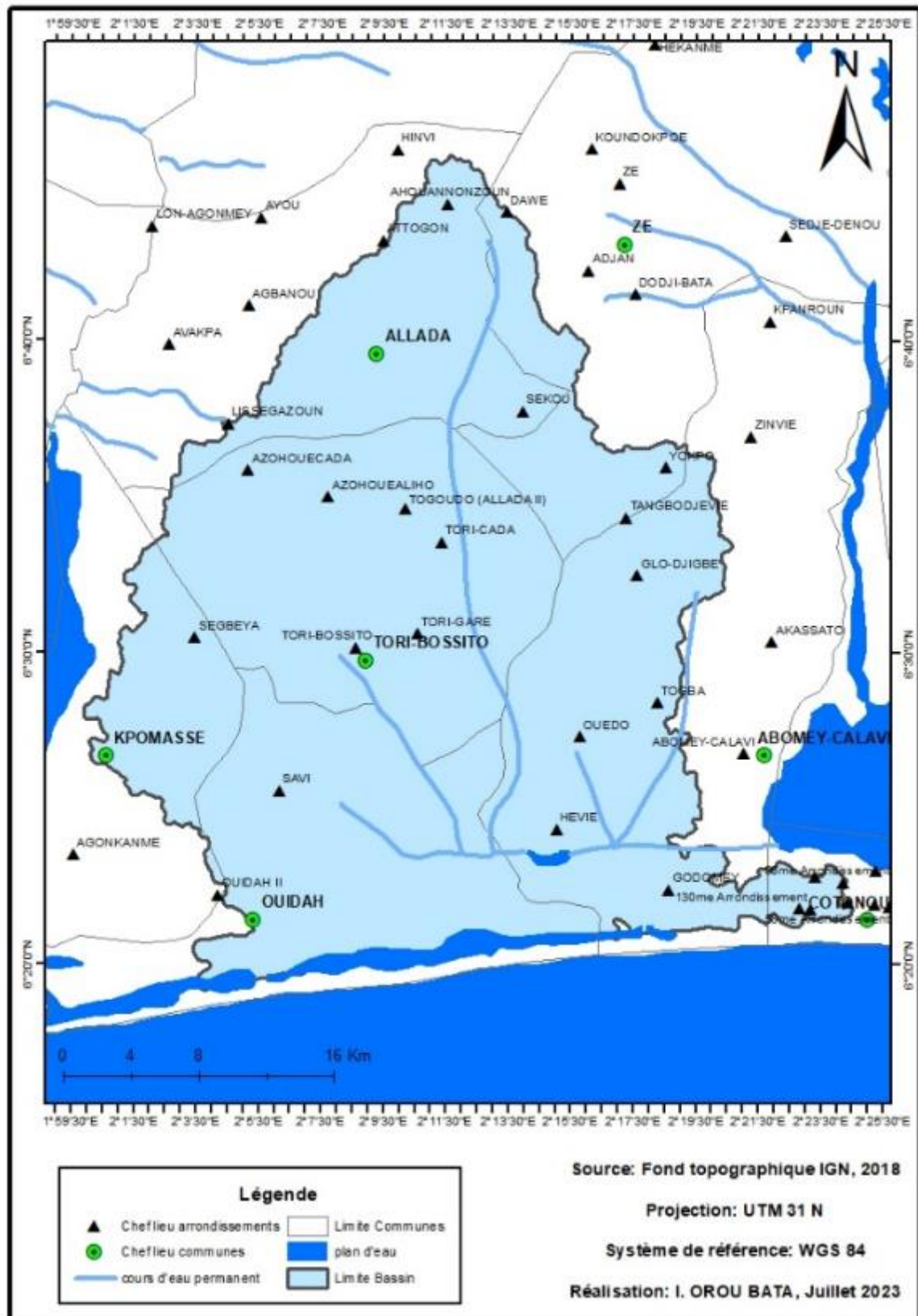


Figure 1. Carte montrant la délimitation du bassin versant de la rivière des cinq bras

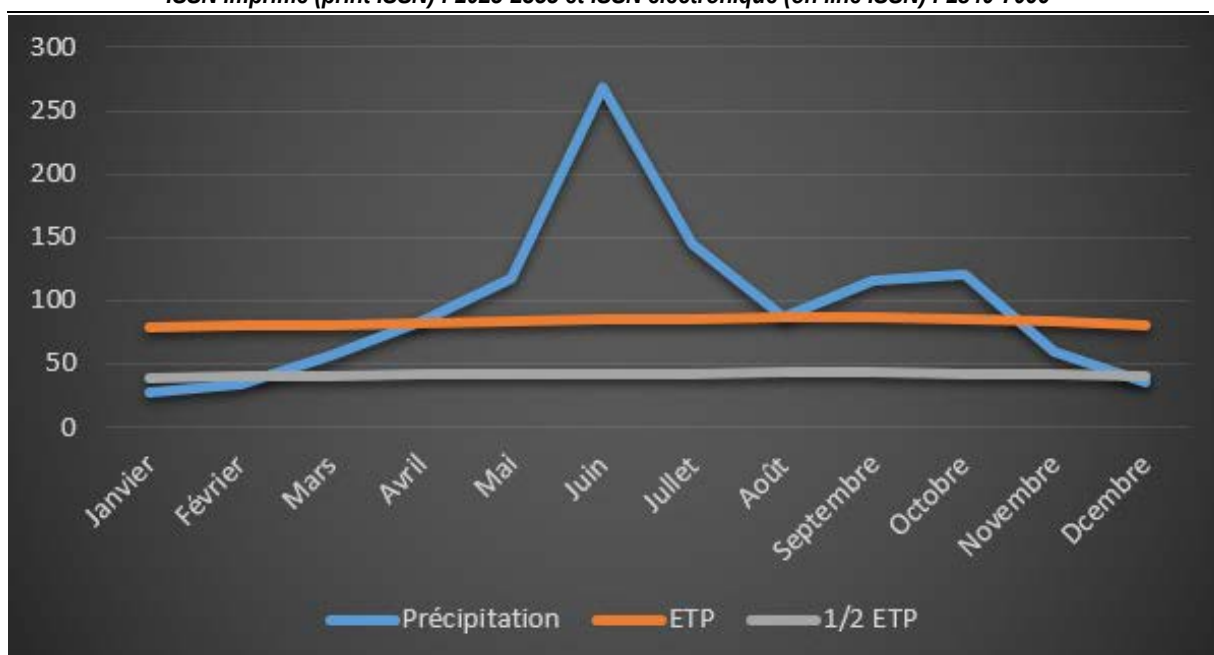


Figure 2. Diagrammes climatiques des stations de Cotonou 2022

Les facteurs orohydrographiques se caractérisent par un relief globalement plat à faiblement ondulé, avec une altitude moyenne d'environ 67,5 m et une altitude maximale locale supérieure à 145 m (Odeloui *et al.*, 2022 ; Figure 3). Le paysage comprend des cordons littoraux et des dépressions qui favorisent l'existence de bas-fonds. Le réseau hydrographique du bassin est dense et connecté à des systèmes lagunaires locaux, notamment le lac Toho et la lagune de Ouidah, ce qui détermine la disponibilité en eau pour l'irrigation et la localisation des sites maraîchers. La nappe phréatique présente des variations d'altitude qui influencent la présence et l'extension des zones humides (Akodekou *et al.*, 2025).

La végétation naturelle relève du domaine subéquatorial fortement anthropisé. Elle est dominée par des savanes arbustives et arborées, des jachères et des espaces cultivés, avec des îlots résiduels de formations arborées et des secteurs de mangrove et de roseaux le long des lacs et des lagunes (Osseni *et al.*, 2022 ; Zanzo *et al.*, 2022). Des plantations industrielles de palmiers, de cocotiers et d'essences exotiques sont disséminées sur l'ensemble du territoire (Figure 4 ; Teka *et al.*, 2019 ; Padonou *et al.*, 2021).

La carte pédologique met en évidence une diversité de sols, avec sept classes principales identifiées sur la feuille pédologique au 1/200.000, incluant des sols hydromorphes à forte capacité de rétention d'eau particulièrement favorables aux pratiques maraîchères en bas-fonds (Houngpatin *et al.*, 2022). Ces sols hydromorphes et les bas-fonds associés présentent des caractéristiques pédologiques et hydrologiques (nappe peu profonde, texture limono-argileuse, capacité de stockage d'eau) qui expliquent pourquoi les zones basses sont souvent dédiées au maraîchage et à la riziculture locale (Danvi *et al.*, 2016 ; Figure 5).

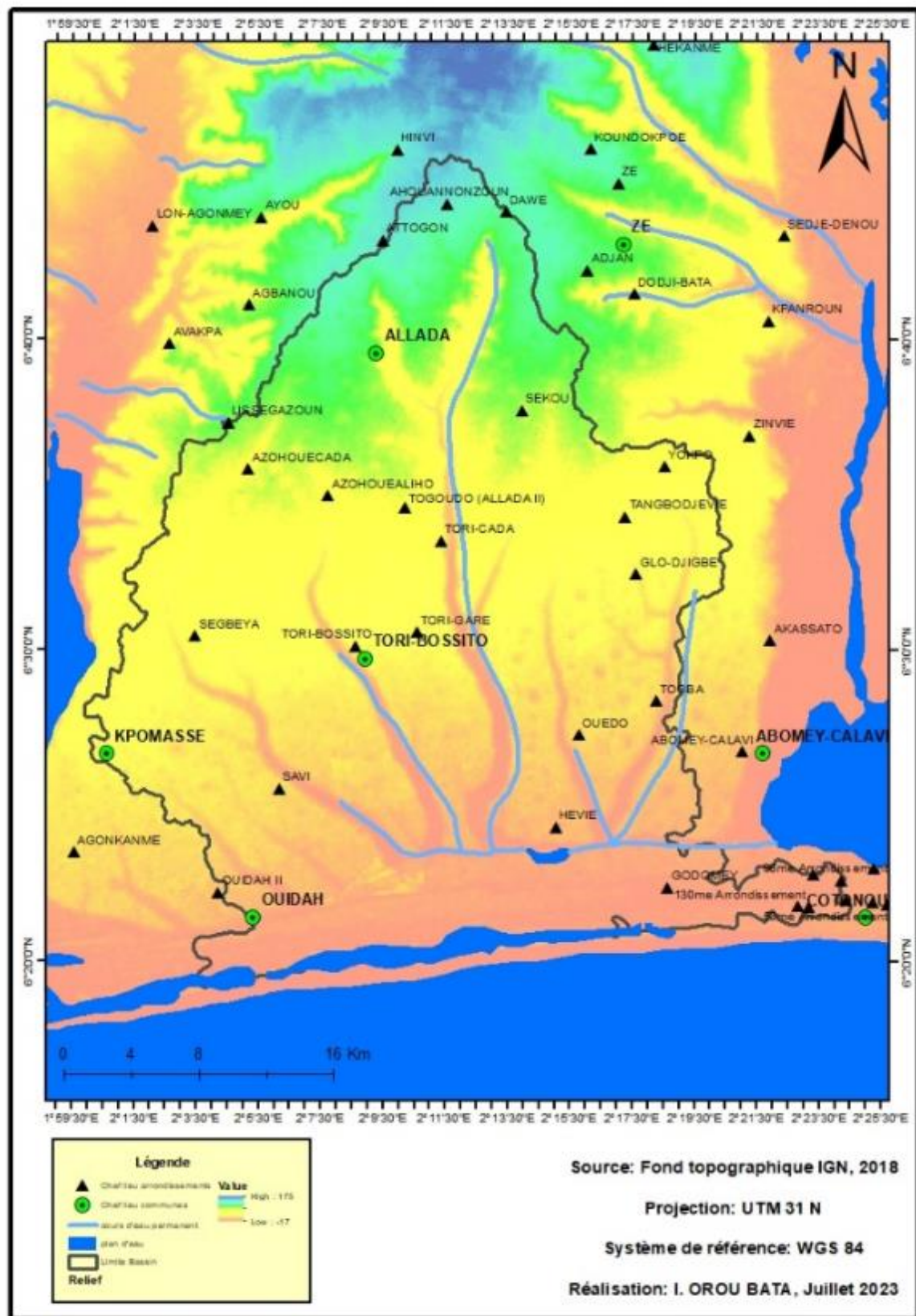


Figure 3. Carte de relief du bassin versant de la rivière des cinq bras

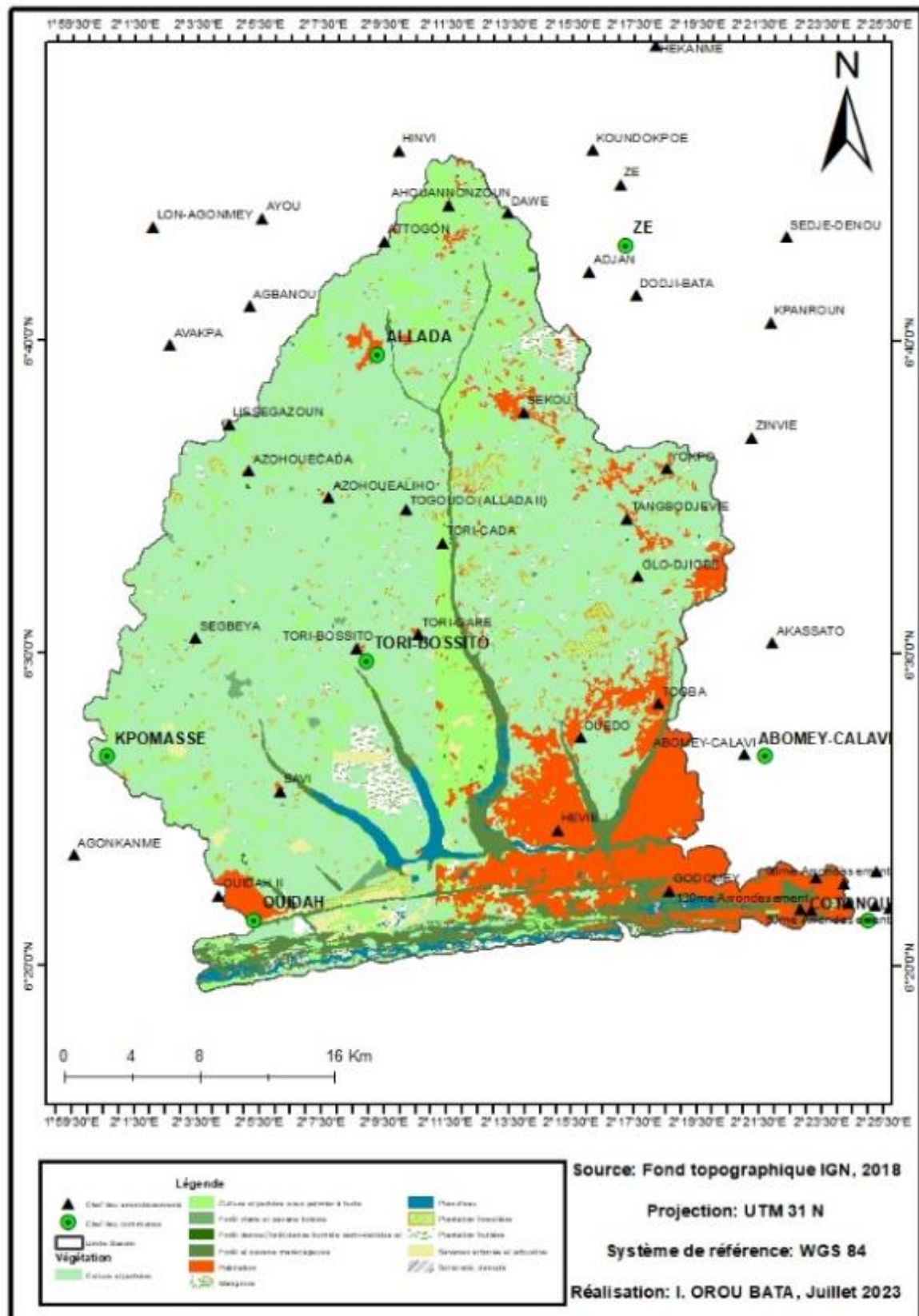


Figure 4. Carte de végétation du bassin versant de la rivière des cinq bras

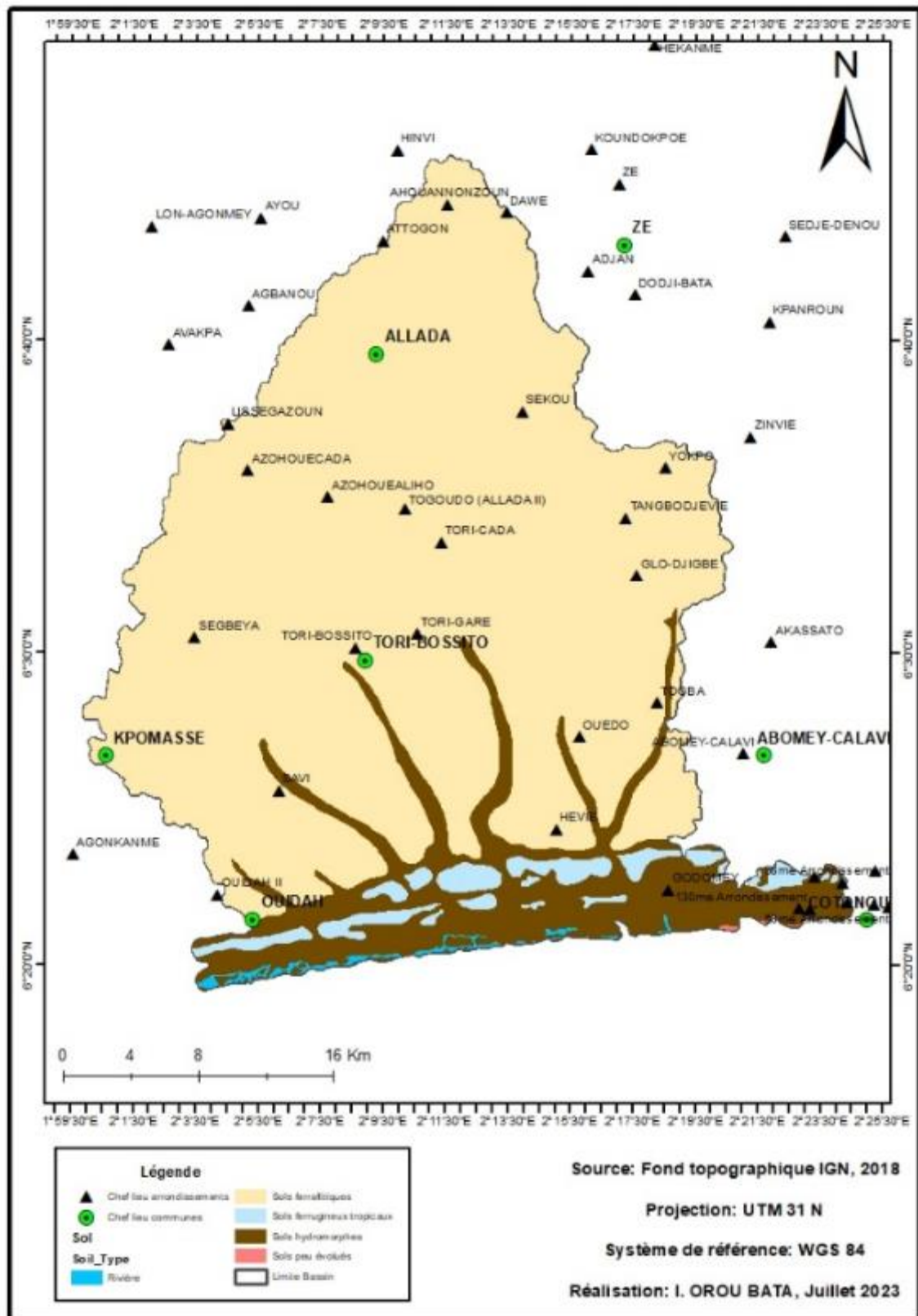


Figure 5. Carte pédologique du bassin versant de la rivière des cinq bras

3. Matériel et méthodes

3.1. Collecte des données

L'étude a été de type longitudinal. En effet, l'analyse spatio-temporelle a porté sur les années 2010 et 2020, tandis que les enquêtes de terrain (prospection et questionnaires) ont été réalisées entre 2023 et 2024, sur des exploitations maraîchères du bassin versant de la rivière des Cinq Bras (communes d'Abomey-Calavi, Allada, Cotonou, Kpomassè, Ouidah, Tori-Bossito et Zè). Les unités d'observation comprenaient les parcelles maraîchères et les exploitants assurant leur gestion technique et économique. Les unités déclarantes étaient constituées des chefs d'exploitation ou, le cas échéant, de leurs représentants. Lors de la phase exploratoire, le questionnaire a été pré-testé afin d'obtenir les listings de producteurs fournis par la Fédération Nationale des Organisations Maraîchères (FÉNOMa). La taille de l'échantillon a été obtenue en utilisant l'approximation normale de la distribution binomiale

proposée par Dagnelie (1998) : $N = \frac{(U_{1-\alpha/2})^2 \times p(1-p)}{d^2}$, avec : $U_{1-\alpha/2}$ la valeur de la variable aléatoire normale pour la valeur de probabilité de $1-\alpha/2$, α étant le risque d'erreur.

Pour $\alpha = 5\%$, la probabilité $1-\alpha/2 = 0,975$ et on a $U_{1-\alpha/2} = 1,96$. p était la proportion de personnes qui s'adonnaient au maraîchage dans le milieu d'étude et d était la marge d'erreur d'estimation, retenue à 5% dans cette étude.

Au total, 181 maraîchers ont été sélectionnés et enquêtés par échantillonnage aléatoire simple selon la disponibilité locale, et une sous-base de fiches complètes ($n = 101$) a été retenue pour certaines analyses multivariées. La collecte de terrain a été assurée par une équipe formée : les enquêtes individuelles ont été administrées avec un questionnaire structuré, des entretiens de groupe ont été conduits et des observations directes ont été réalisées. Les inventaires floristiques itinérants ont été effectués sur chaque exploitation visitée afin d'enregistrer les espèces et variétés cultivées (nom vernaculaire, organe consommé). La saisie des questionnaires a été réalisée sur terminaux mobiles via KoboCollect ; les fichiers ont été exportés vers le tableur Microsoft Excel pour les contrôles initiaux (doublons, valeurs manquantes, incohérences). Les emplacements des parcelles et points d'observation ont été localisés par GPS et photographiés. Enfin, lorsque des prélèvements de sols, d'eau ou d'échantillons de légumes ont été nécessaires, ceux-ci ont été consignés, étiquetés et stockés selon des protocoles normalisés pour analyses ultérieures en laboratoire.

3.2. Traitement et analyse des données

Les traitements des données spatiales et non spatiales ont été distingués en fonction de la nature des données et des objectifs analytiques. Les données spatiales (imagerie satellitaire, couches SIG, coordonnées GPS) ont été traitées à l'aide d'outils de télédétection et de systèmes d'information géographique (SIG), incluant des opérations de correction, de classification, d'analyse spatiale et de cartographie. En revanche, les données non spatiales (questionnaires, variables socio-économiques et agronomiques) ont été traitées par des méthodes statistiques descriptives et multivariées après codification, nettoyage et validation. Pour la télédétection, les images Landsat ont été corrigées géométriquement, géoréférencées et reprojetées dans un système de coordonnées commun (WGS84/UTM). La délimitation du bassin versant et la caractérisation physico-spatiale ont été réalisées à partir d'un Modèle Numérique de Terrain MNT SRTM (2009, résolution 30 m), d'images Landsat (2010 et 2020) et de cartes topographiques, traités avec Global Mapper (extraction du réseau) puis finalisés sous ArcGIS 10.8. Les relevés GPS effectués lors des prospections ont permis de localiser précisément les périmètres maraîchers étudiés et de croiser les informations biophysiques avec les données d'enquête socio-économiques.

La structure spatiale des incidences des sites maraîchers et de la densité des points d'implantation a été analysée à l'aide du centroïde moyen, du barycentre et de l'ellipse de déviation standard. Nous avons évalué l'autocorrélation spatiale à l'aide de Moran's I (global) et de Getis-Ord General G, puis nous avons réalisé des diagnostics locaux (Anselin Local Moran, Getis-Ord Gi*) ; la matrice de poids spatiaux a été construite selon une pondération inverse-distance avec un seuil justifié par la distribution des points, et les p-values ont été estimées par permutations (1.000 répliqués). Pour les analyses socio-économiques, les données issues de KoboCollect ont été nettoyées, vérifiées et codifiées (contrôle de cohérence, gestion des valeurs manquantes et suppression des doublons), puis traitées dans Microsoft Excel avant d'être importées dans SPSS 12 et R pour les analyses statistiques.

Les statistiques descriptives ont été calculées (fréquences, moyennes, écarts-types) et les indicateurs agronomiques et économiques ont été définis : productivité physique ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), productivité en valeur, taux de marge (résultat net/chiffre d'affaires) et rentabilité des capitaux engagés (résultat net/coûts

variables). La typologie des exploitations a été établie en deux étapes : une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été réalisée sous SPAD 5.5 sur les variables qualitatives sélectionnées, puis une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH, méthode de Ward) a été appliquée aux coordonnées factorielles pour dégager des groupes homogènes ; le nombre de groupes retenu a été justifié par l'examen du dendrogramme, de la perte d'inertie et de la pertinence agronomique. Pour les comparaisons de moyennes (p. ex. rentabilité selon type de fertilisation), nous avons testé la normalité (Shapiro-Wilk) et l'homogénéité des variances (Levene) ; lorsque les conditions ont été respectées l'ANOVA et le test post hoc de Tukey ont été appliqués, et en cas de violation des hypothèses le recours a été fait au test non paramétrique de Kruskal-Wallis avec séparation par Dunn. Des modèles économétriques ont été estimés le cas échéant : modèles logistiques pour variables binaires, modèles Tobit et frontières stochastiques pour l'estimation de l'efficacité technique et allocative (STATA 10.1) ; les diagnostics (tests d'hétéroscédasticité, likelihood ratio) ont été réalisés. Lors des prospections phytosanitaires intégrées, nous avons évalué l'incidence sur 30 plants par site selon la méthode des diagonales et calculé à travers la formule suivante : $I = \frac{n}{N} \times 100$, avec : "I" l'incidence ; "n" le nombre de plants portant des symptômes de maladies ou des dégâts de ravageurs ou hébergeant ces derniers ; N : nombre total de plants évalués.

Les séries d'incidence ont été analysées par ANOVA sous R (version 4.5.1) après vérification des hypothèses et, le cas échéant, soumises au test de Tukey ($p < 0,05$). Les traitements cartographiques et spatiaux ont été effectués sous ArcGIS 10.8 et QGIS, les analyses statistiques et économétriques sous SPSS, STATA et R, SPAD 5.5 ayant servi pour l'ACM/CAH, et GraphPad Prism pour la réalisation des graphiques. Des contrôles qualité ont été appliqués tout au long : pré-tests, formation des enquêteurs, procédures de saisie mobile, nettoyage systématique (recherche de valeurs aberrantes et incohérences), vérification de la précision GPS et justification de l'exclusion éventuelle de points aberrants. Les jeux de données et scripts d'analyse ont été archivés et rendus disponibles sur demande pour assurer la reproductibilité ; le consentement éclairé des répondants a été obtenu et les données individuelles ont été anonymisées. Enfin, nous avons discuté en annexe les limites méthodologiques observées (sensibilité des classifications d'images, dépendance de l'indice Kappa à la qualité des données d'entraînement, biais d'échantillonnage possible et réduction d'effectif pour certaines analyses multivariées).

4. Résultats

4.1. Caractéristiques sociodémographiques des exploitants

Les exploitants inclus dans l'étude avaient entre 18 et 65 ans, et plus de la moitié étaient âgés de 35 ans ou moins, ce qui indiquait une prédominance de jeunes acteurs, probablement liée à l'exigence physique de l'activité et à la pénurie de main-d'œuvre. La majorité des producteurs enquêtés étaient des hommes, tandis que les femmes restaient peu représentées. Le niveau primaire prévalait parmi les producteurs, suivi du secondaire, alors que les niveaux supérieur et analphabète restaient minoritaires (Tableaux 1 et 2).

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques des producteurs

Variables	Estimation (Erreur standard)	Rapport de cotes	Pr ($> z $)
(Intercept)	0,4483 (1,4525)	1,565641e+00	0,758
Situation matrimoniale Marié	-1,8688 (0,9452)	1,543091e-01	0,048*
Groupes socioculturels et/ou sociolinguistiques			
Aïzo	1,0902 (1,5100)	2,974762e+00	0,470
Mossi	-16,5101 (6567,3287)	6,756696e-08	0,998
Dendi	-17,4965 10754,0130	2,519827e-08	0,999
Fon	0,2598 (0,9415)	1,296638e+00	0,783
Goun	15,2306 (6655,9317)	2,429154e-07	0,998
Kotafon	-18,4389 (5159,2748)	9,819577e-09	0,997
Mahi	38,2075 (11576,8535)	3,920318e+16	0,997
Mina	-18,145 (10754,01)	1,316681e-08	0,999
Sahoue	-18,1721 4461,0405	1,282258e-08	0,997
Watchi	0,9442 (11576,836)	2,570742e+00	1,000

Variables	Estimation (Erreur standard)	Rapport de cotes	Pr ($> z $)
Niveaux d'instruction			
Niveau primaire	0,6491 (1,1593)	5,225283e-01	0,576
Niveau secondaire	-1,9555 (1,2909)	1,414976e-01	0,130
Niveau supérieur	-19,0898 (4286,5772)	5,121793e-09	0,996

Tableau 2. Répartition des producteurs suivant le niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Effectif	Fréquence (%)
Analphabète	16	15,84
Primaire	41	40,59
Secondaire	37	36,63
Supérieur	7	6,93
Total	101	100

Une régression logistique (Tableau 1) avait été réalisée pour tester si le fait d'avoir le maraîchage comme activité principale dépendait de la situation matrimoniale, du niveau d'instruction, du groupe socioculturel et/ou sociolinguistique et de la taille du ménage. Elle montra que seule la situation matrimoniale était statistiquement significative ($p < 0,05$), la probabilité d'avoir le maraîchage comme activité principale étant plus élevée chez les mariés que chez les célibataires. Dans les départements de l'Atlantique et du Littoral, les hommes mariés s'intéressaient davantage au maraîchage comme activité principale et mobilisaient plus souvent la main-d'œuvre familiale pour pallier le manque de main-d'œuvre salariée.

Les groupes socioculturels et/ou sociolinguistiques dominants parmi les producteurs étaient les Fon, suivis des Adja et des Sahouè, tandis que d'autres groupes (Aïzo, Dendi, Goun, Mina, Mahi, Kotafon, Watchi et des personnes venues d'autres pays) étaient faiblement représentés (Figure 6). Le niveau primaire prévalait parmi les producteurs, suivi du secondaire, tandis que le niveau supérieur restait marginal (Tableau 2).

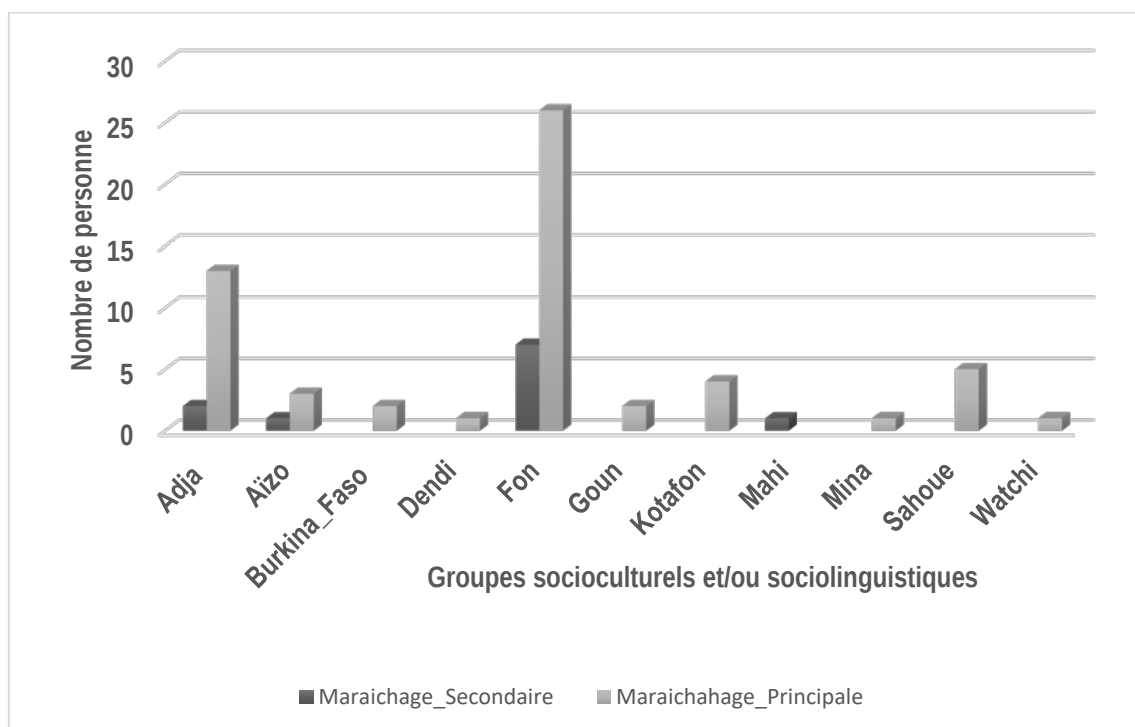


Figure 6. Groupes socioculturels et/ou sociolinguistiques rencontrés dans le bassin versant de la rivière des cinq bras

4.2. Pratiques culturales

Tous les producteurs enquêtés pratiquaient des techniques de type permacultural et confectionnaient des planches adaptées à l'écosystème local ; la surface des planches variait entre 4 m² et 36 m², avec une taille moyenne de 10 m².

4.2.1. Analyse des correspondances multiples (ACM) — représentation des axes 1 et 2

L'ACM réalisée sur un échantillon de 101 maraîchers répartis sur sept communes a révélé une structuration marquée des systèmes de production, permettant de discriminer les profils d'agriculteurs selon leurs pratiques, caractéristiques sociodémographiques et performances économiques (Figure 7).

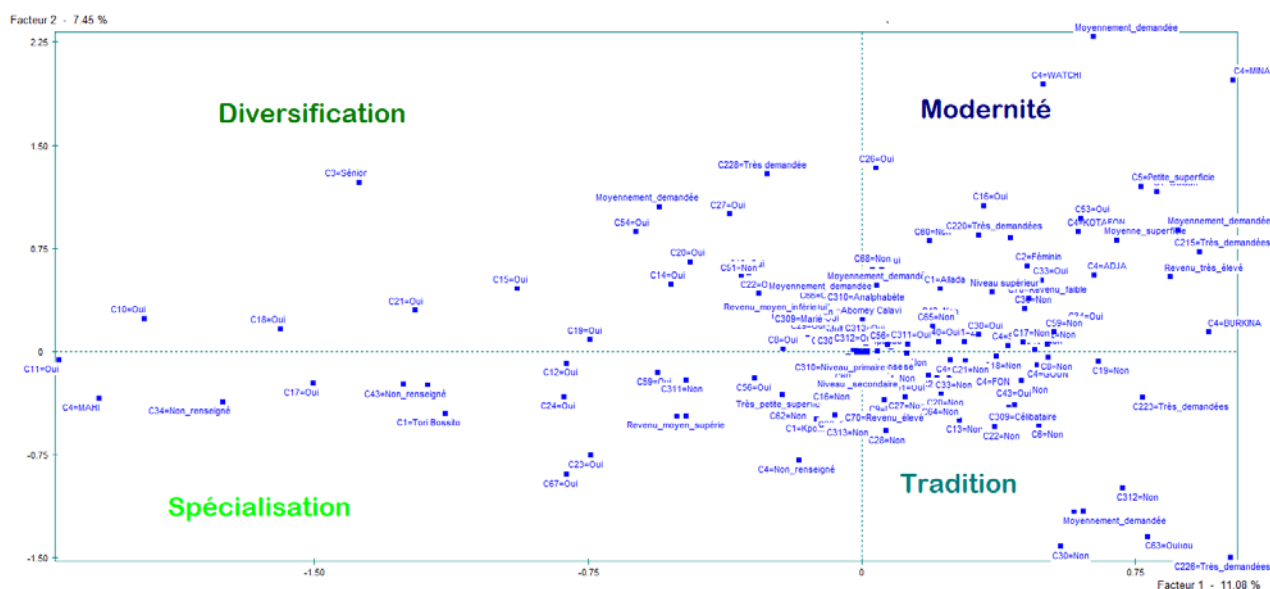


Figure 7. Représentation des axes 1 et 2 issus de l'ACM

- **Interprétation de l'axe 1 (modernité-tradition) :** l'axe 1, qui a expliqué 11,08 % de l'inertie totale, a opposé nettement deux modèles agricoles. Le pôle positif caractérisa les maraîchers professionnels, recourant aux intrants chimiques, équipés en irrigation moderne et présentant un niveau d'instruction supérieur ; le pôle négatif a rassemblé les praticiens traditionnels, privilégiant les engrais organiques, ayant des revenus modestes et un niveau de formation souvent basique (Figure 7).
- **Interprétation de l'axe 2 (spécialisation versus diversification) :** l'axe 2, expliquant 7,45 % de la variance, illustré la dichotomie spécialisation / diversification. Le pôle positif a réuni les maraîchers pratiquant la polyculture et la rotation culturale (notamment en zones périurbaines comme Abomey-Calavi), tandis que le pôle négatif représenta les agriculteurs spécialisés sur peu de cultures avec des pratiques simplifiées (Figure 7).

Les deux axes ont capturé ensemble près de 19 % de l'information totale et présentèrent un pouvoir discriminant fort, l'axe 1 étant particulièrement discriminant pour les variables liées au capital économique et technique (classe de revenu, type de fertilisation) et l'axe 2 pour la diversification culturelle et l'intégration au marché (Figure 7). Ces résultats appelèrent des politiques d'accompagnement différenciées : renforcement des capacités et accès aux intrants pour les maraîchers traditionnels, transition agroécologique pour les exploitations intensives et soutien à la commercialisation pour les exploitations diversifiées.

4.2.2. Typologie des exploitations maraîchères

La classification ascendante réalisée à partir des coordonnées factorielles a dégagé les trois types d'exploitations suivants (Figure 8) :

- Exploitations intensives et modernisées : usage régulier d'intrants chimiques, équipements d'irrigation modernes, niveau d'instruction plus élevé, revenus supérieurs ; localisées principalement en zones à forte pression urbaine (notamment Abomey-Calavi).

- Exploitations traditionnelles à faibles moyens : recours majoritaire aux fertilisants organiques, techniques manuelles, faibles niveaux de revenu et d'instruction ; situées en zones rurales moins connectées aux marchés.
- Systèmes mixtes diversifiés : diversification marquée, polyculture, rotation culturale et combinaison d'intrants organiques et minéraux ; stratégies adaptatives fréquentes en zones périurbaines.

Ces trois logiques (modernisation intensive, tradition et diversification mixte) ont offert un cadre utile pour orienter des politiques publiques ciblées afin d'améliorer l'accès aux intrants, la durabilité et la commercialisation.

Typologie des exploitations maraîchères

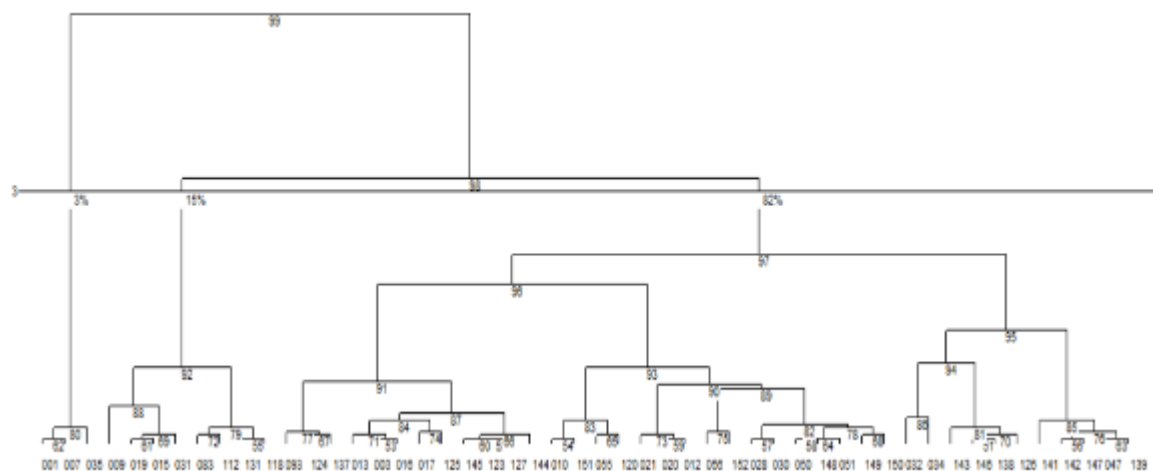


Figure 8. Typologie des exploitations maraîchères

4.2.3. Répartition spatiale des sites maraîchers

La distribution spatiale des sites maraîchers visités lors des enquêtes de terrain a été décrite à partir des caractéristiques descriptives des données : barycentre de la distribution, centroïde des points de collecte et ellipse de déviation standard (Figure 9). L'analyse a révélé une superposition du barycentre de la distribution et du centroïde des points de collecte, suggérant une influence de la localisation sur les valeurs d'incidence (Figure 9). La dispersion standard mesurée sur la distribution des données était de 23,16 km autour du barycentre (Figure 9). L'ellipse de déviation standard s'était étirée selon l'axe nord-sud sur une superficie de 972,15 km² et recouvrait 57 des 74 points d'observation, soit 77,03 % de la distribution, montrant ainsi une répartition proche d'une distribution normale (Figure 9). Le grand rayon de l'ellipse avait une longueur de 31,21 km contre 9,92 km pour le petit rayon, avec un angle de rotation de 1,86° (Figure 9).

L'indice d'autocorrélation spatiale de Moran, calculé sur les 74 points de collecte et les incidences observées, valait 1,1041 ; l'indice attendu était -0,023 ; la variance = 0,64 ; Z score = 1,409. L'indice de Moran étant différent de zéro, la variable aléatoire régionalisée n'était pas indépendante, ce qui traduisait l'existence d'une autocorrélation spatiale locale : l'incidence en un point de collecte était influencée par les incidences observées aux points voisins, rendant possible la prédiction d'une incidence locale à partir des valeurs proches, en s'appuyant sur la distance qui les séparait. Cependant, le test global validant cette dépendance spatiale donnait un Z score de 1,409709 ($p = 0,158626$), ce qui relativisait l'interprétation de l'indice de Moran à l'échelle de l'ensemble de la variable ; il était donc difficile d'affirmer l'existence d'une autocorrélation spatiale significative à l'échelle globale, même si des agrégats locaux semblaient exister (Figure 9).

Le calcul de l'indice de concentration Getis-Ord General G a confirmé la présence d'agrégats spatiaux de valeurs élevées : Général G observé = 0,004213 ; Général G attendu = 0,001351 ; variance du Général G = 0,000002 ; Z score = 2,221551, avec une valeur de $p < 0,05$, ce qui a permis de conclure à l'existence d'agrégats spatiaux de fortes valeurs au sein desquels pouvait s'exprimer une autocorrélation spatiale (Figure 9). La dépendance spatiale, couplée à la concentration des fortes valeurs d'incidence depuis le centre (communes d'Abomey-Calavi et de Tori-Bossito) vers le nord (communes d'Allada et de Zè), suggérait que cette zone centrale présentait de meilleures conditions

écologiques et anthropiques que le sud du bassin (Figure 9). Face à ces résultats, une analyse des configurations spatiales à l'échelle locale a été préconisée afin d'identifier précisément les agrégats, les zones de concentration et les facteurs expliquant ces regroupements.

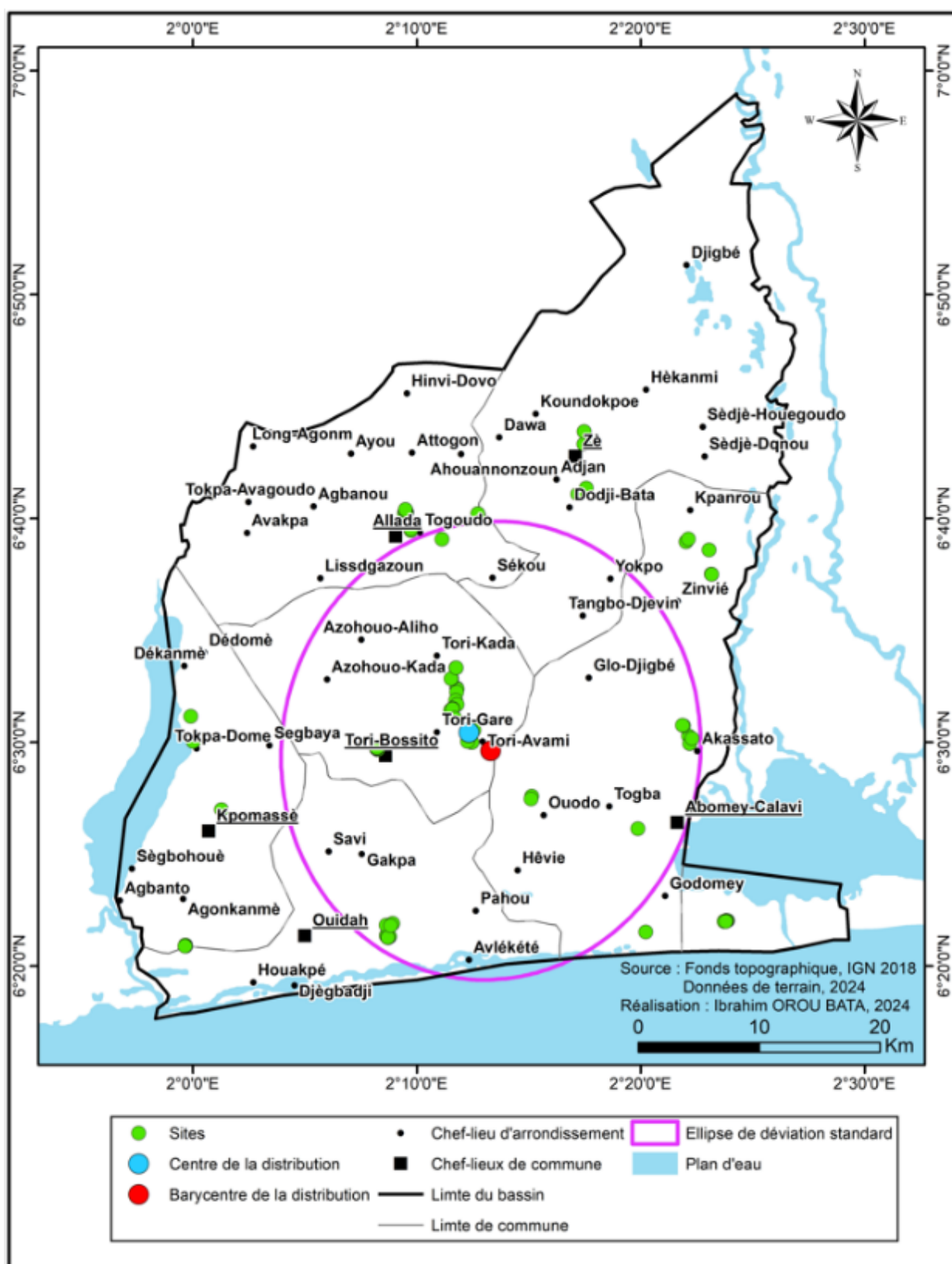


Figure 9. Distribution spatiale des sites maraichers

4.3. Dynamique spatio-temporelle d'installation des sites maraîchers

La dynamique d'installation des sites maraîchers a permis de retracer l'évolution temporelle des implantations et d'identifier les paramètres favorisant ces installations.

4.3.1. Distribution spatiale 1984–2004

La superposition des caractéristiques descriptives pour la période 1984–2004 a montré qu'aucun site maraîcher n'existait quarante ans auparavant et que les premières implantations étaient apparues à partir de 1984 (Figure 10).

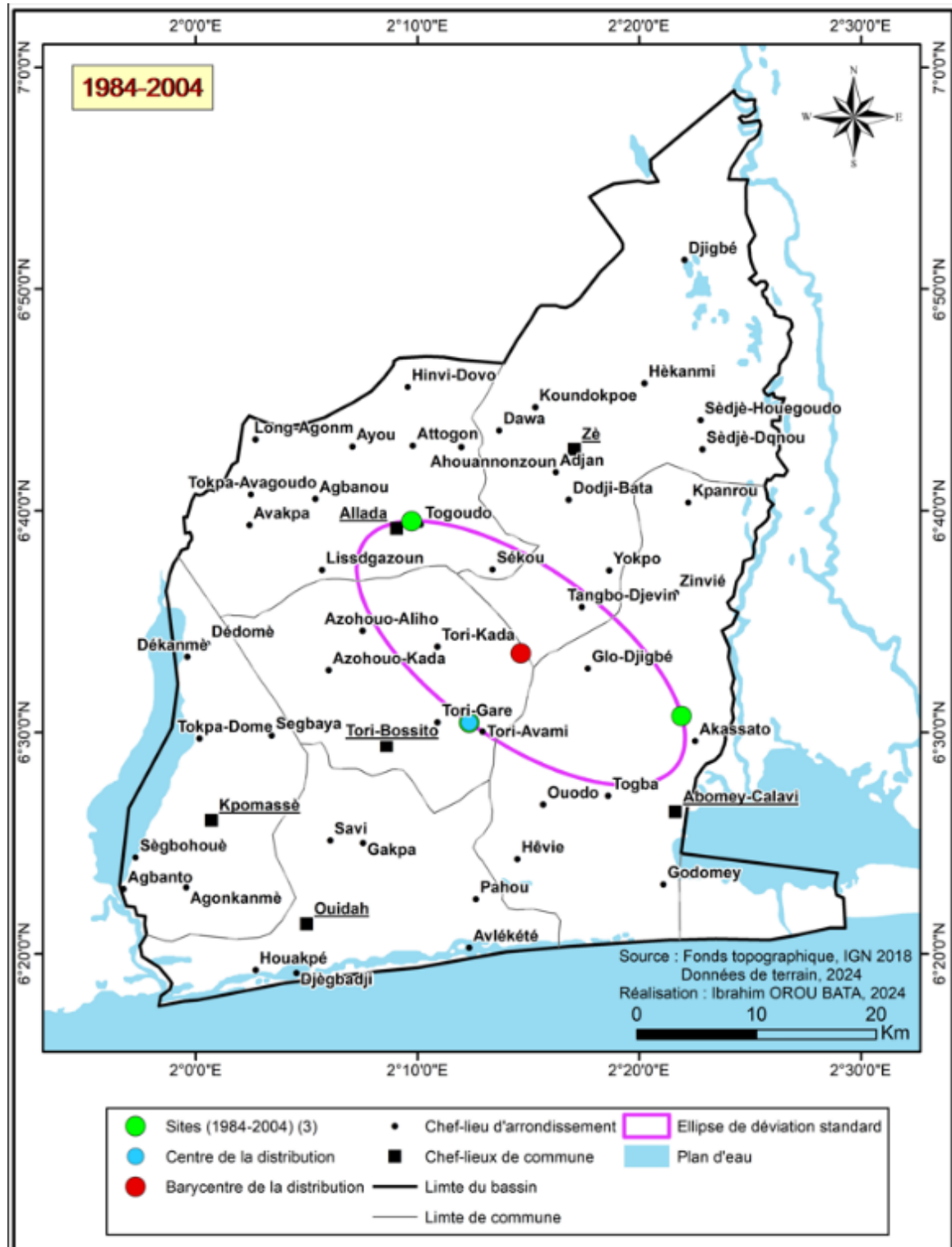


Figure 10. Distribution spatiale des sites maraichers de 1984 à 2024

Entre 1984 et 2004, seuls deux pôles de maraîchage étaient identifiables, situés dans les communes d'Allada et d'Abomey-Calavi, ces zones présentant des conditions écologiques favorables au maraîchage (Figure 10). L'orientation générale des installations durant cette période suivait un axe nord-ouest / sud-est, influencée par la RNIE 2, l'existence des bas-fonds de la vallée d'Allada et les bras du lac Nokoué à Abomey-Calavi (Figure 10).

4.3.2. Distribution spatiale 2004–2014

Entre 2004 et 2014, vingt-quatre nouveaux sites maraîchers furent créés dans les communes d'Allada, Abomey-Calavi, Ouidah, Cotonou et Tori-Bossito, en plus des sites déjà existants à Allada et Abomey-Calavi (Figure 11).

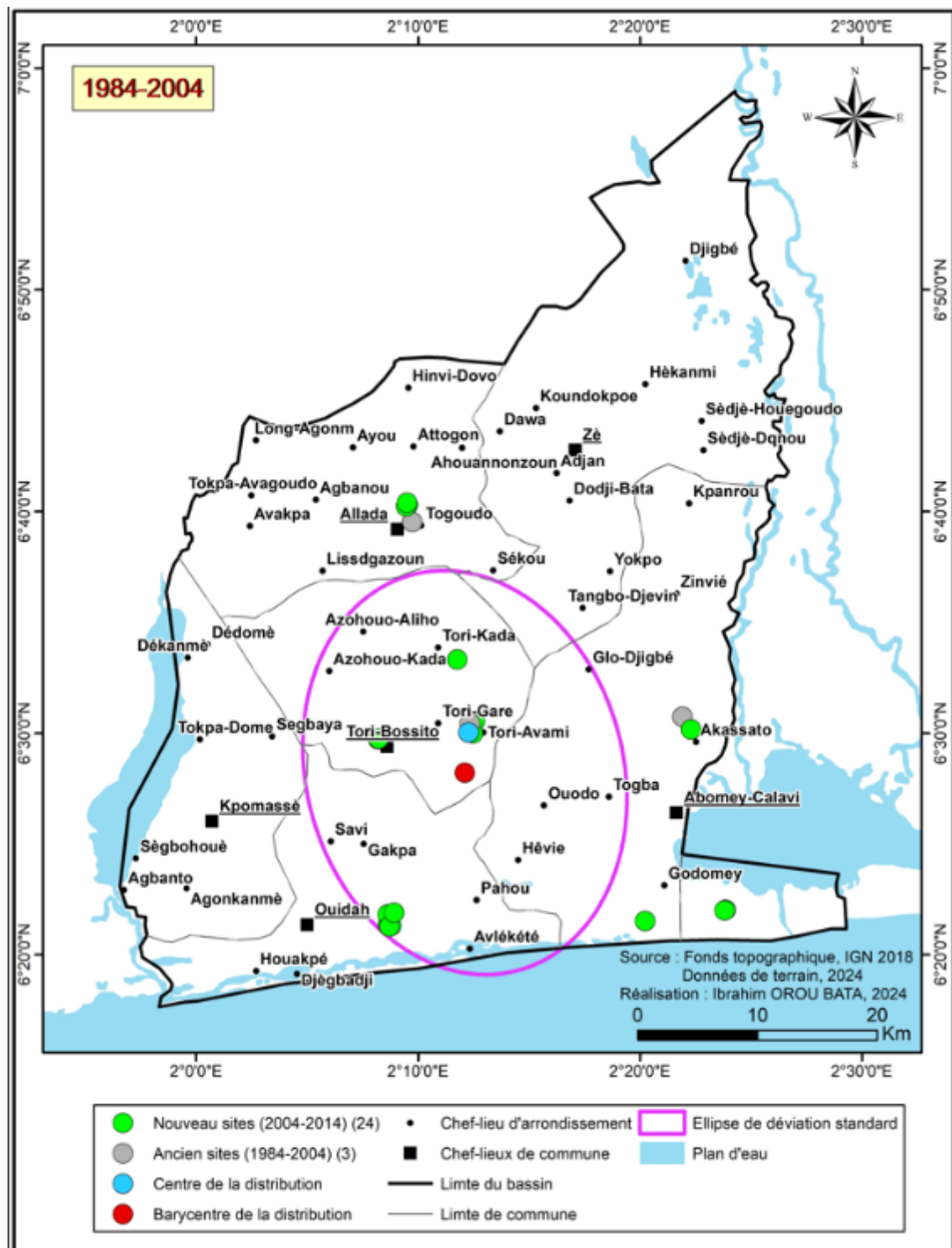


Figure 11. Distribution spatiale des sites maraichers de 2004 à 2014

L'apparition de ces nouveaux sites modifia l'ellipse de déviation standard en lui donnant une orientation nord-sud ; l'évolution des implantations avait suivi la présence des routes, des bas-fonds et la disponibilité en eau, ce qui a identifié l'accès (routes), la disponibilité de terres propices (bas-fonds) et l'eau comme facteurs primordiaux d'implantation (Figure 11). L'analyse indiqua qu'en dix ans le nombre de sites maraîchers avait augmenté d'environ 1 200 % (Figure 11).

4.3.3. Spatiale 1984–2024

Sur la période 1984–2024, soixante-quatorze sites maraîchers ont été recensés dans les communes d'Allada, Abomey-Calavi, Ouidah, Cotonou, Tori-Bossito, Kpomassé et Zè (Figure 12).

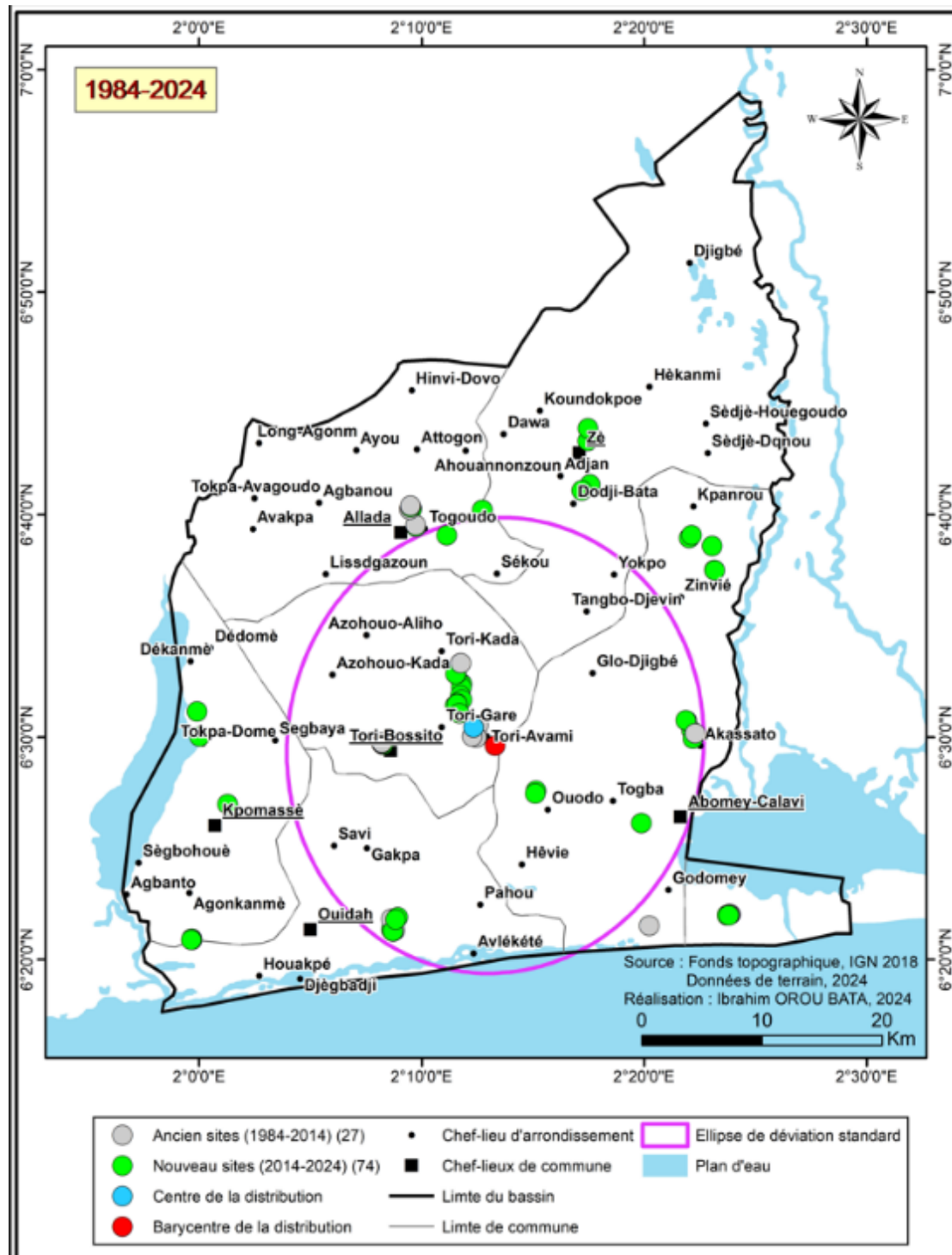


Figure 12. Distribution spatiale des sites maraichers de 1984 à 2024

La répartition spatiale des sites avait principalement suivi trois paramètres : le sol, l'eau et la proximité des routes (Figure 12). Les superficies cultivées avaient augmenté d'environ 50 %, traduisant surtout une intensification de l'activité sur les mêmes emplacements plutôt qu'une délocalisation massive ; des superficies mises en culture s'étaient élargies sans recherche de délocalisation, signe que des facteurs limitants freinaient une expansion spatiale plus ample (Figure 12).

4.4. Rentabilité en fonction du type de fertilisant utilisé

La rentabilité avait été légèrement plus élevée pour les fertilisants chimiques/mixte que pour l'organique, sans différence significative. L'ANOVA réalisée en regroupant les producteurs en deux catégories (chimique/mixte vs organique uniquement) montrait que la différence de rentabilité moyenne n'était pas statistiquement significative, suggérant que cette variation pouvait résulter de la variabilité interne aux groupes plutôt que d'un effet réel du type de fertilisant (Tableau 3).

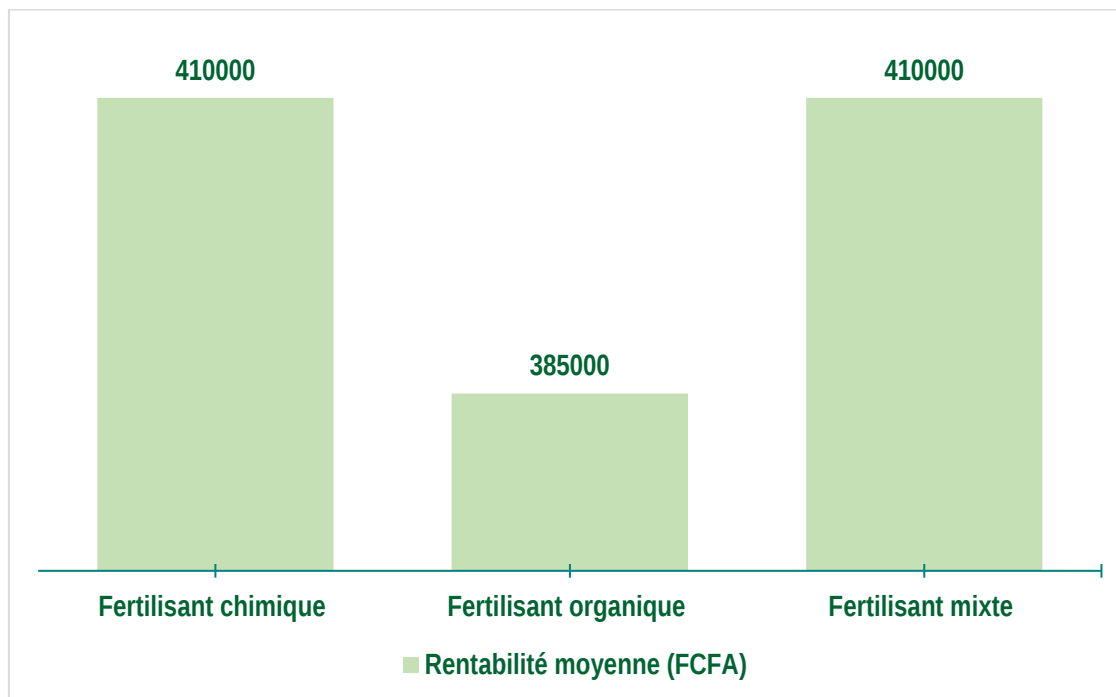


Figure 13. Rentabilité moyenne (en F CFA) en fonction du type de fertilisant utilisé

Tableau 3. Analyse de la Variance (ANOVA)

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés (SS)	Moyenne carrée (MS)	F	Valeur de p
Entre groupes	1	10.059.675.676	10.059.675.676	0,049	0,825
Intra-groupes	99	20.295.000.000.000	205.000.000.000	-	-
Total	100	20.305.059.675.676	-	-	-

4.4.1. Irrigation des planches.

Les sources d'eau les plus utilisées pour l'arrosage étaient les rivières, suivies des forages, tandis que les puits étaient moins sollicités (Figure 14). Trois modes d'irrigation furent identifiés : motopompes avec tuyaux simples, motopompes avec tourniquets et arrosage manuel à l'arrosoir (Figure 14). Les motopompes avec tuyaux simples constituaient la méthode dominante, particulièrement employée par la classe moyenne des maraîchers en raison de leur capacité à couvrir rapidement de grandes superficies. Les motopompes avec tourniquets restaient les moins répandues malgré leur efficacité, probablement à cause de leur coût. L'arrosage manuel, méthode de dernier recours, était surtout pratiqué par les petits exploitants et utilisé de manière modérée (Figure 14).

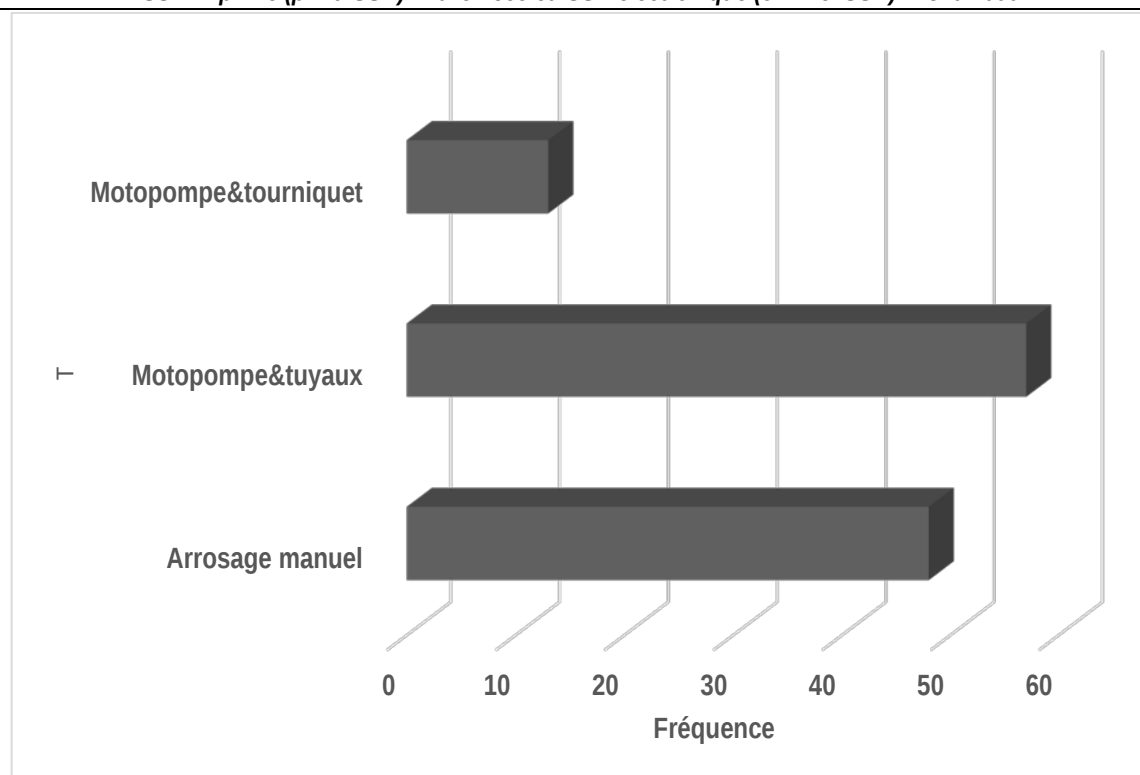


Figure 14. Irrigation adoptée par les producteurs

4.4.2. Usage des produits phytosanitaires

Les produits les plus utilisés par les exploitants sur le marché local étaient Lambda Super, Acarius, K-Optimal et Super Gros, tandis que d'autres comme Lazars, Topsin, Nématures, Dubans et Bendazim restaient peu employés (Figure 15). Ces produits étaient principalement destinés à l'élimination des ravageurs et, dans certains cas, à la fertilisation, chaque produit étant spécifique aux ravageurs et aux cultures traitées (Figure 15).

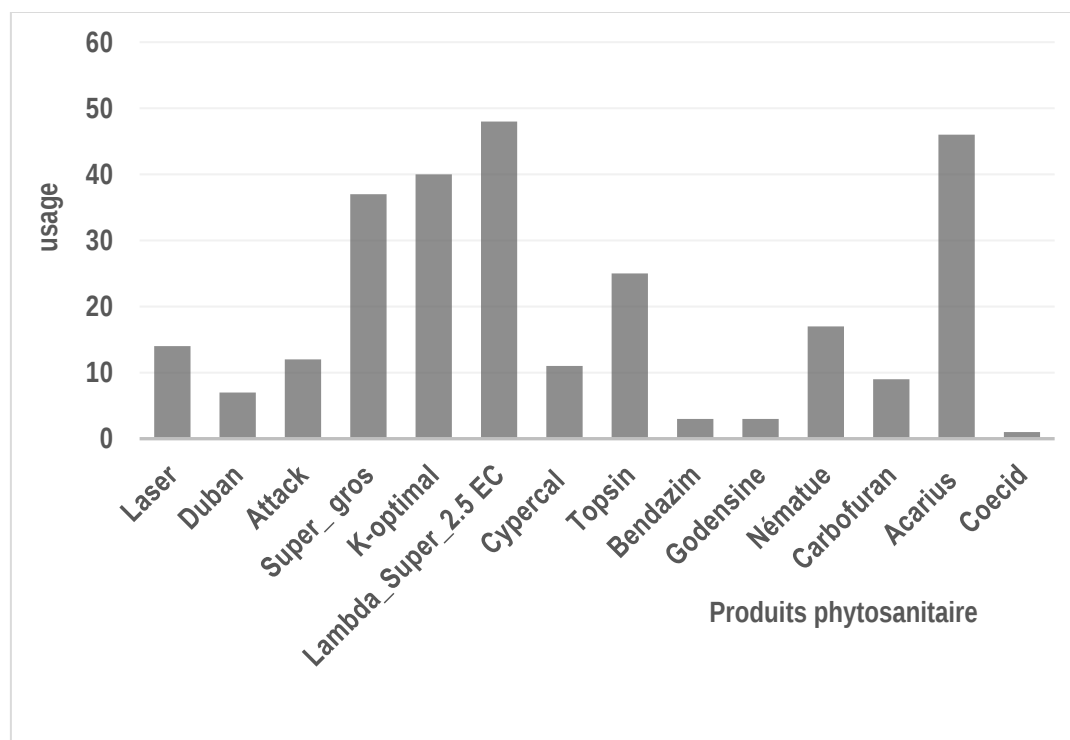


Figure15. Produits phytosanitaires utilisés par les exploitants

4.4.3. Relation entre traitements phytosanitaires et principales cultures

Les produits phytosanitaires les plus utilisés, notamment Super Gros, K-Optimal, Lambda Super 2.5 EC et Acarius, ciblaient principalement la grande morelle (*Solanum macrocarpon*), l'amarante (*Amaranthus hybridus*), la vernonie (*Vernonia amygdalina*), le basilic (*Ocimum basilicum*), la carotte (*Daucus carota*) et la laitue (*Lactuca sativa*) (Figure 15). Pour la grande morelle, Super Gros, K-Optimal et Lambda Super étaient les produits les plus employés, tandis que l'Acarius dominait pour l'amarante. Ces produits étaient également appliqués sur la vernonie, mais moins fréquemment (Figure 16). Pour protéger le basilic, la carotte et la laitue, le Lambda Super 2.5 resta le produit de choix des producteurs (Figure 17).

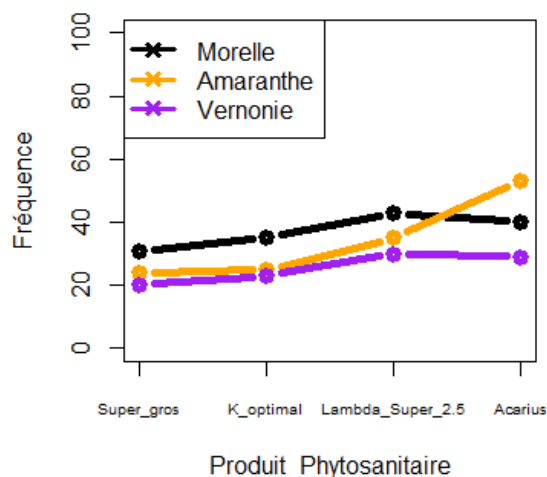


Figure 16. Produits utilisés pour le traitement de la grande morelle, l'amarante et la vernonie

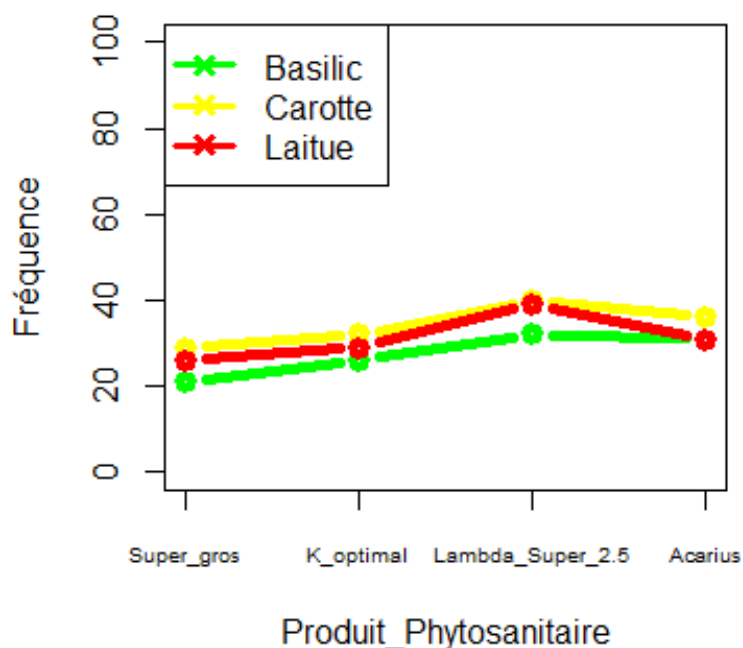


Figure 17. Produits utilisés pour le traitement de la carotte, la laitue et le basilic

4.4.4. Principales spéculations cultivées dans le bassin versant

Les 23 spéculations maraîchères suivantes étaient recensées et réparties en onze (11) familles : des espèces locales et exotiques, parmi lesquelles la grande morelle (*Solanum macrocarpon*), l'amarante (*Amaranthus hybridus*), la vernonie (*Vernonia amygdalina*), la tomate (*Solanum lycopersicum*), le basilic (*Ocimum basilicum*), la laitue (*Lactuca sativa*) et la carotte (*Daucus carota*), produites chacune par plus de 45 producteurs dans la zone d'étude (Tableau 4 ; Figure 18).

La grande morelle dominait la production maraîchère, suivie de l'amarante et de la laitue, tandis que d'autres cultures étaient moins pratiquées. (Figures 17 et 18 ; Tableau 4)

Tableau 4. Présentation des espèces rencontrées et leur famille

Espèces cultivées	Nom scientifique	Famille	Organe consommé	Nombre
Morelle	<i>Solanum macrocarpon</i>	Solanaceae	Feuille	80
Amarante	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Feuille	71
Vernonie	<i>Vernonia amygdalina</i>	Asteraceae	Feuille	47
Coriandre	<i>Coriandrum savitum</i>	Apiaceae	Feuille	6
Celerie	<i>Apium graveolens</i>	Apiaceae	Feuille	2
Crin-crin	<i>Corchorus olitorius</i>	Tiliaceae	Feuille	39
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanaceae	Fruit	47
Piment	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	Fruit	45
Poivron	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae	Fruit	32
Oignon	<i>Allium cepa</i>	Liliaceae	Bulbe	20
Aubergine	<i>Solanum melongena</i>	Solanaceae	Fruit	23
Haricot vert	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	Fruit	19
Concombre	<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae	Fruit	47
Chou	<i>Brassica oleracea</i>	Brassicaceae	Feuille	32
Persil	<i>Petroselinum crispum</i>	Apiaceae	Feuille	19
Basilic	<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiaceae	Feuille	57
Navet	<i>Brassica rapa</i>	Brassicaceae	Bulbe	2
Menthe	<i>Mentha aquatica</i>	Lamiaceae	Feuille	9
Betterave	<i>Beta vulgaris</i>	Chenopodiaceae	Racine	7
Pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae	Fruit	25
Carotte	<i>Daucus carota</i>	Apiaceae	Racine	58
Laitue	<i>Lactuca sativa</i>	Asteraceae	Feuille	59
Radis	<i>Raphanus sativus</i>	Brassicaceae	Bulbe	5

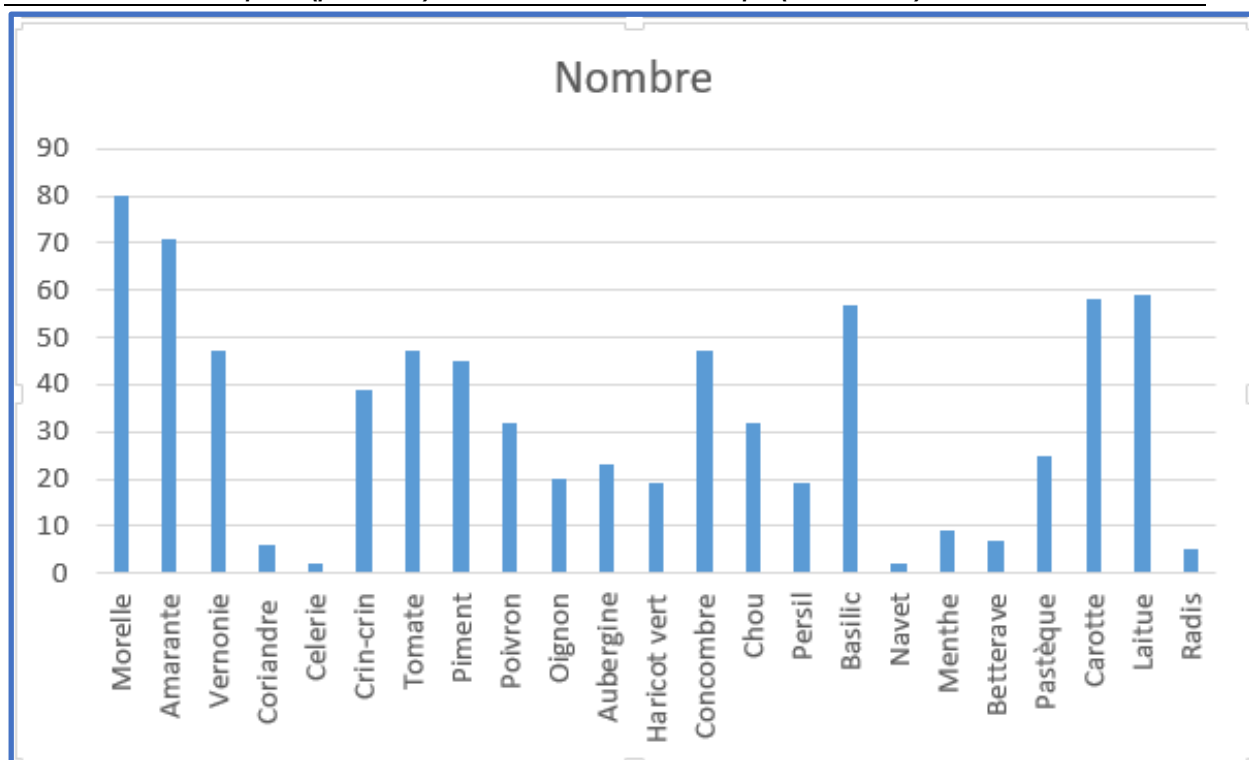


Figure 18. Spécifications cultivées dans le bassin versant de la rivière des cinq bras

4.5. Diagramme rang–fréquence des espèces maraîchères

Le diagramme rang–fréquence a classé les cultures selon leur fréquence d'implantation, de la plus cultivée à la moins cultivée, révélant une fréquence allant de 79 % pour la morelle à 0 % pour la célosie et montrant une distribution inégalement répartie des cultures au sein des sept communes étudiées (Abomey-Calavi, Allada, Cotonou, Kpomassè, Ouidah, Tori-Bossito et Zè) (Figure 19).

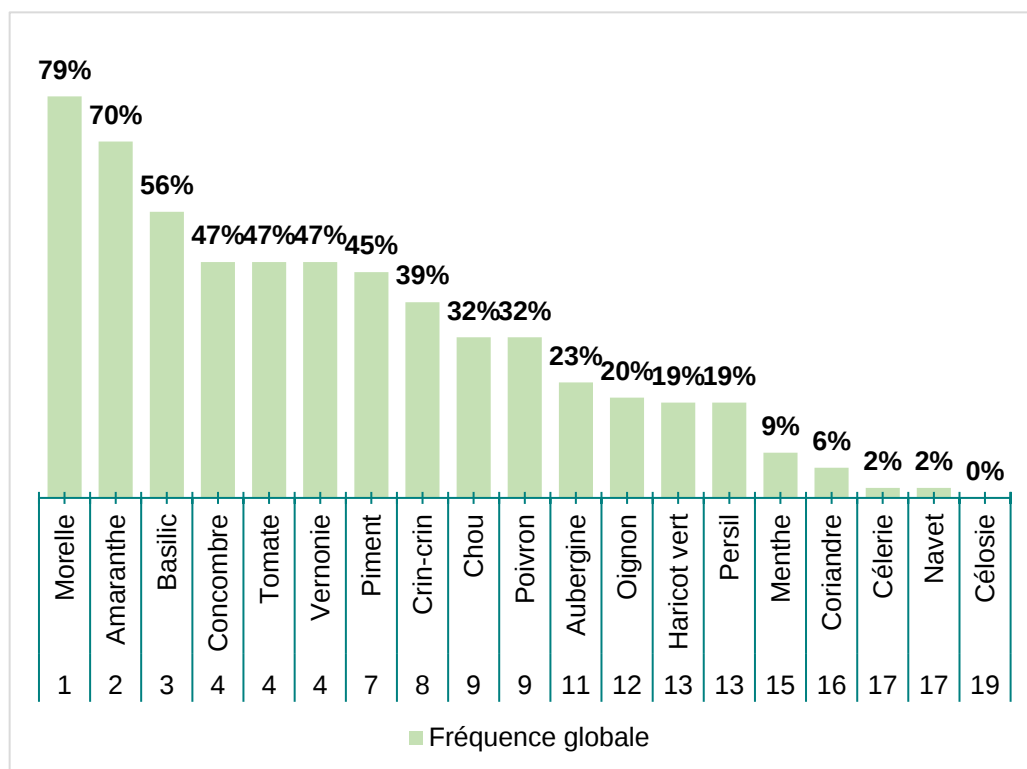


Figure 19. Diagramme rang-fréquence (en %) des espèces maraîchères

Les cultures dominantes furent la morelle (79 %), l'amarante (70 %) et le basilic (56 %). Les cultures intermédiaires (concombre, tomate, vernonia, piment, crin-crin, chou, poivron) ont présenté des fréquences comprises entre 31 % et 46 % et une répartition hétérogène selon les communes. Les cultures marginales (aubergine, oignon, haricot vert, persil, menthe, coriandre, céleri, navet, célosie) eurent des fréquences souvent inférieures à 20 %, leur présence étant fortement conditionnée par des facteurs locaux, des contraintes techniques ou une faible demande commerciale (Figure 19).

L'analyse globale souligna trois tendances : concentration de la production sur quelques cultures dominantes, diversification intermédiaire dépendante de la commune et marginalité accrue pour certaines espèces, ce qui suggéra des priorités politiques : renforcer les cultures dominantes, promouvoir les cultures intermédiaires adaptées et développer les cultures marginales dans les zones à potentiel économique ou nutritionnel.

4.6. Analyse spatiale de la diversité des espèces cultivées

Les différentes espèces recensées se répartirent sur les sept communes constituant le bassin ; les taux de production variaient selon les localités et la demande des marchés locaux (Figure 19). Les espèces les plus cultivées sur l'ensemble des sites furent la grande morelle, la carotte, l'amarante, la laitue, le basilic, la tomate et le concombre (Figure 19). La grande morelle, produite à plus de 10 % des cultures recensées, fut particulièrement représentée à Tori-Bossito (30 %), Allada (19 %) et Ouidah (17 %) (Figure 20). L'amarante (*Amaranthus cruentus*), deuxième espèce la plus cultivée, fut surtout présente à Tori-Bossito, Allada et Ouidah (Figure 21). La laitue fut largement rencontrée sur presque tous les sites, avec des concentrations à Cotonou, Abomey-Calavi et Ouidah (Figure 22). La tomate fut majoritairement produite à Ouidah et Tori-Bossito (Figure 23). La carotte fut marquante à Cotonou, Ouidah, Tori-Bossito et Abomey-Calavi (Figure 24). Le basilic fut surtout produit à Tori-Bossito et Allada (Figure 25). Le concombre fut davantage cultivé à Tori-Bossito et Allada, motivé par son court cycle de production (≤ 3 mois) et ses faibles exigences culturales (Figure 26). Les cultures dominantes furent en général celles demandées sur le marché et les moins exigeantes en entretien, avec des cycles courts (trois mois au maximum), ce qui favorisa leur large diffusion sur les sites étudiés.

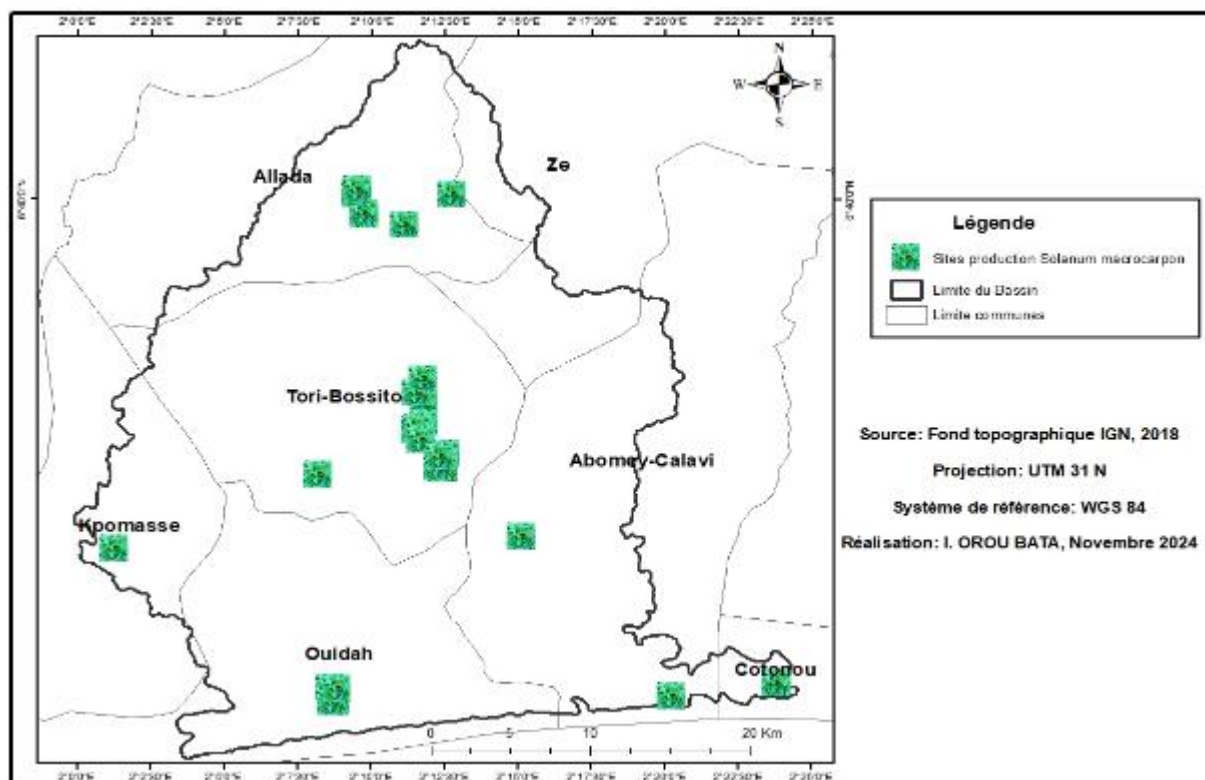


Figure 20. Représentation spatiale des sites de production de la grande morelle

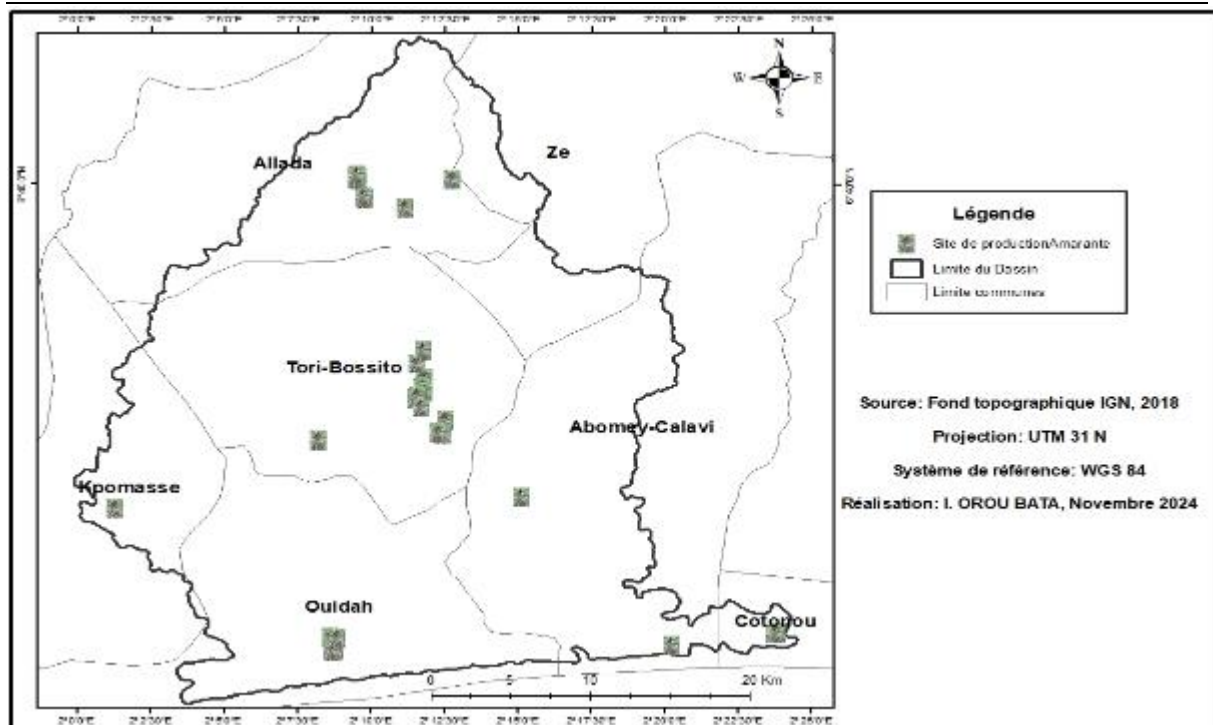


Figure 21. Représentation spatiale des sites de production de l'amarante

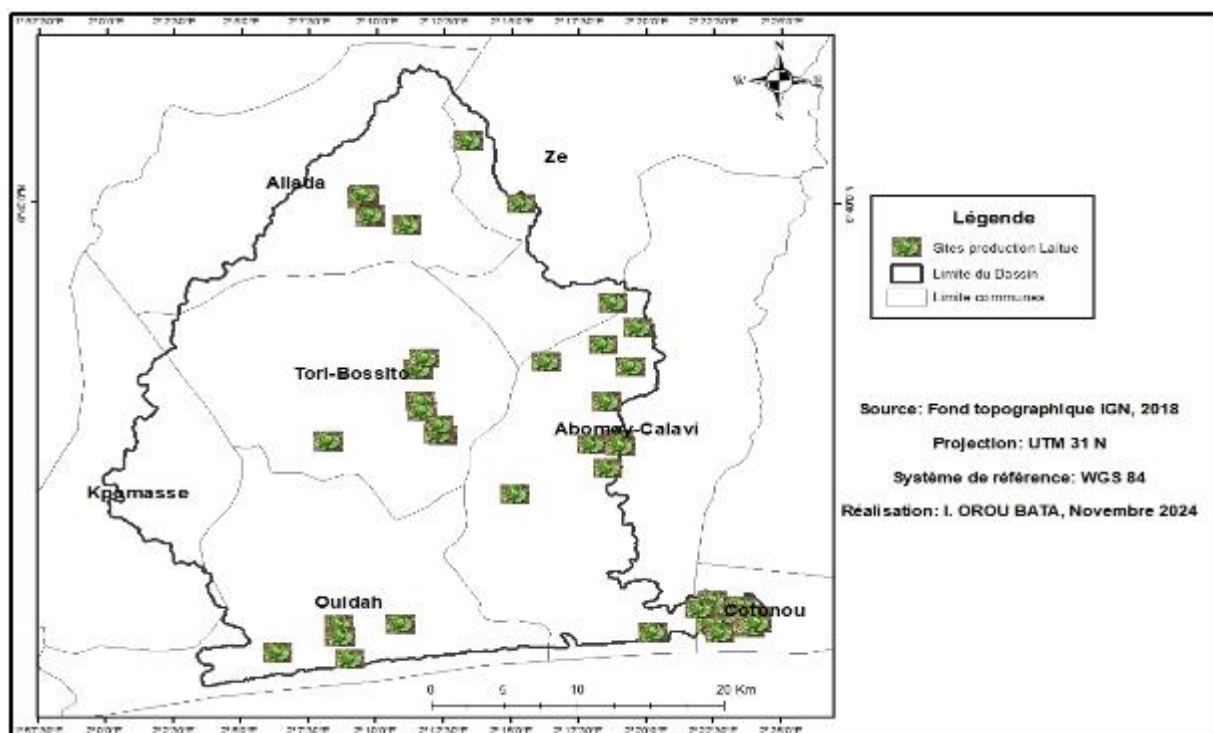


Figure 22. Représentation spatiale des sites de production de laitue

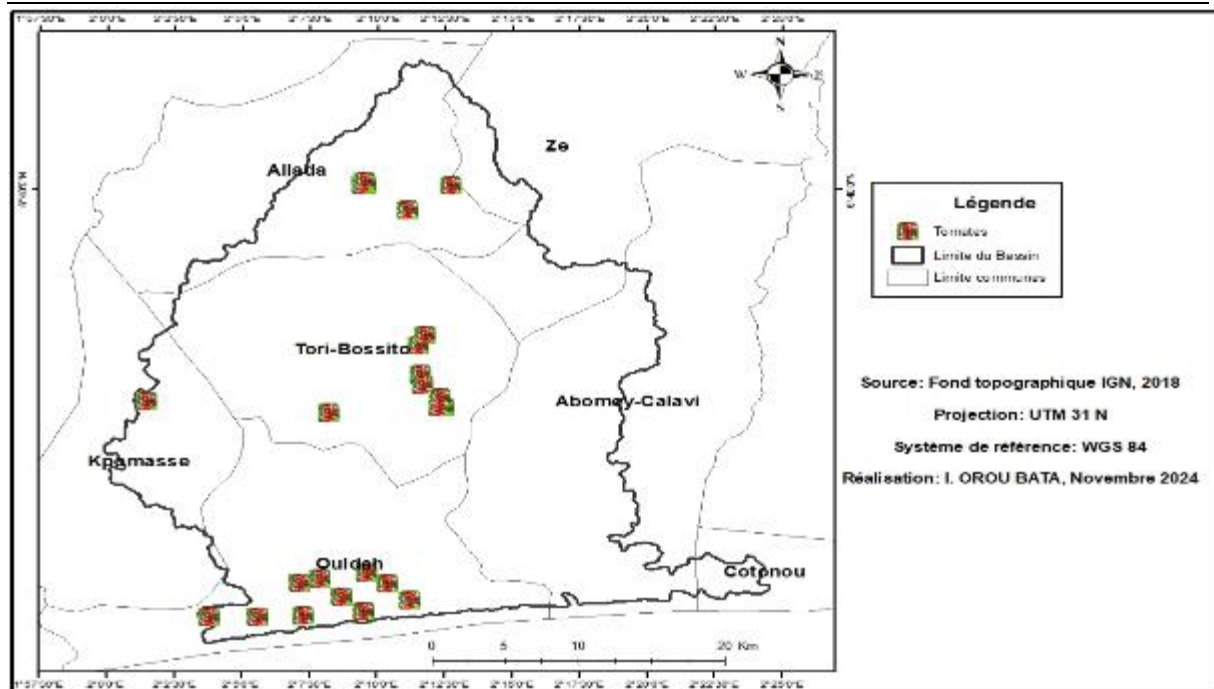


Figure 23. Représentation spatiale des sites de production de la tomate

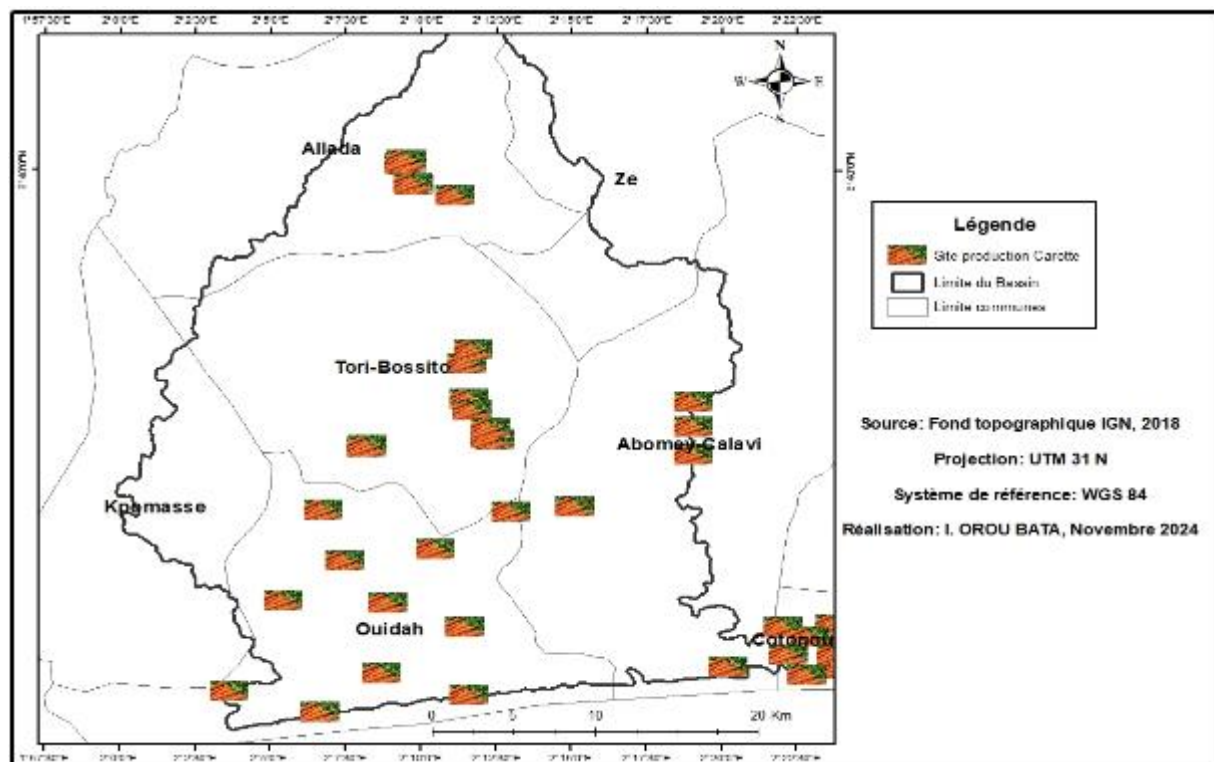


Figure 24. Représentation spatiale des sites de production de la carotte

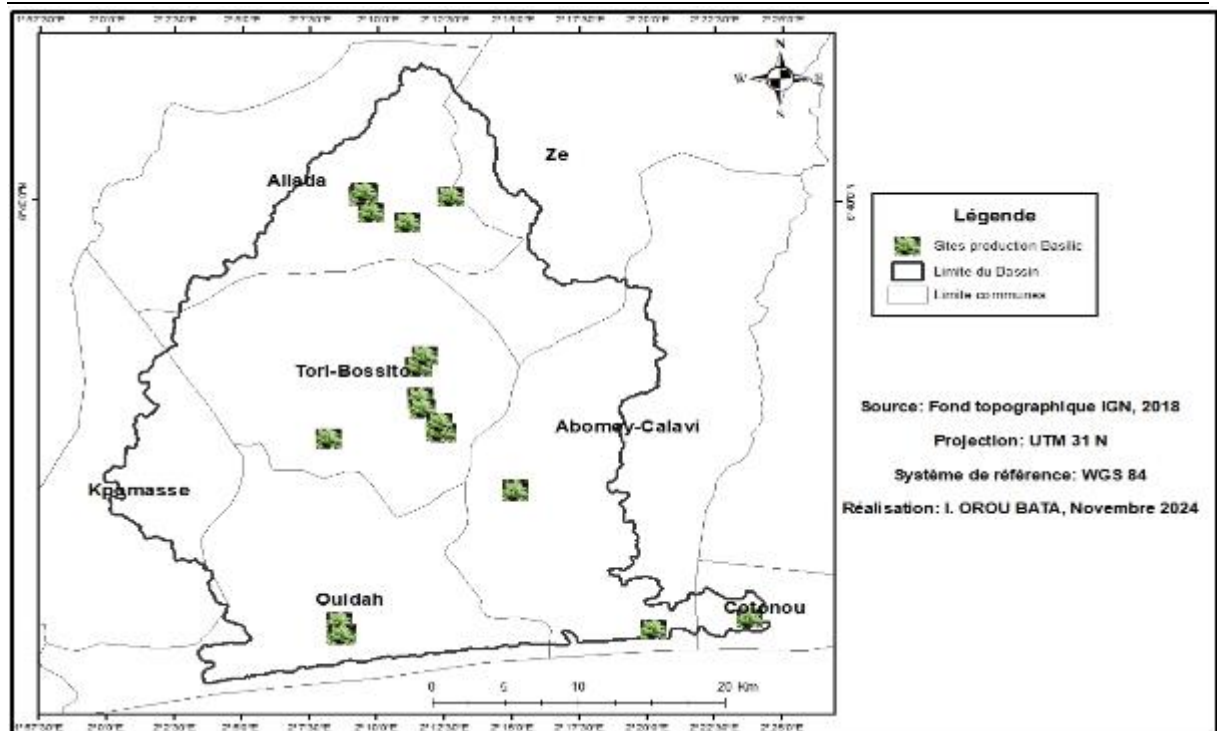


Figure 25. Représentation spatiale des sites de production du basilic

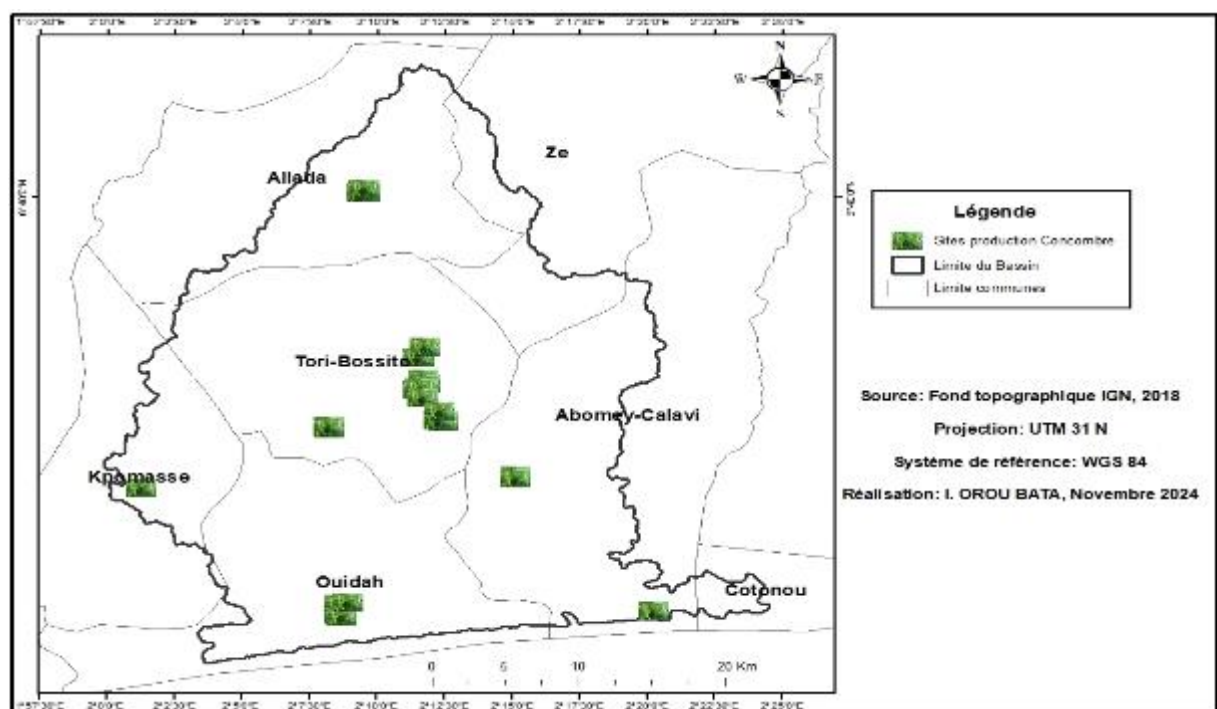


Figure 26. Représentation spatiale des sites de production du concombre

5. Discussion

5.1. Diversité des cultures maraîchères, dynamique d'expansion et déterminants spatiaux

Les sites maraîchers du Bénin, particulièrement dans les zones humides comme le bassin de la rivière des Cinq Bras, abritent une forte diversité de cultures dominée par les légumes locaux et exotiques. Les principales cultures comprennent le piment, la tomate, le gombo, l'amarante, la célosie, la grande morelle, ainsi que des cultures exotiques comme le chou et la laitue.

La dynamique d'expansion spatiale des sites maraîchers observée dans le bassin versant de la rivière des Cinq Bras (de quelques sites avant 1984 à 2024, 74 sites recensés) traduit une combinaison de facteurs d'offre et de demande. Du côté de la demande, la croissance urbaine et la proximité des marchés de la région d'Abomey-Calavi–Cotonou créent un marché captif pour les légumes frais à cycle court, favorisant l'implantation et l'intensification des superficies cultivées à proximité des routes et des centres de vente (Houessou et van der Linden, 2020 ; Gross, 2019). Du côté de l'offre, l'accès à l'eau (nappes peu profondes, rivières, forages) et la présence de bas-fonds faciles à cultiver expliquent la concentration des sites dans certains secteurs (Odeloui *et al.*, 2022; Osseni *et al.*, 2022). L'alignement spatial le long des grands axes routiers (RNIE 2) et près des points d'eau montre que l'accessibilité physique reste un déterminant majeur de localisation, comme l'ont aussi montré des études urbaines comparables en Afrique de l'Ouest (Jonkman *et al.*, 2023).

5.2. Innovations techniques, intensification, typologie des exploitations et profils socio-démographiques

L'accélération observée entre 2004 et 2024 s'explique également par la diffusion de techniques d'irrigation motorisée à faible coût d'entrée (motopompes + tuyaux), qui permettent d'augmenter rapidement la surface irriguée et la fréquence des cycles culturels. L'adoption émergente de pompes solaires et de systèmes d'irrigation économes (goutte-à-goutte) est documentée et peut, si elle se généralise, réduire la dépendance aux carburants et améliorer l'efficacité hydrique; mais elle dépend fortement de l'accès au financement et aux services after-sales (Wamalwa, 2024).

Cette dynamique techno-économique favorise la diversification des profils d'exploitations : certains producteurs investissent pour accéder à des marchés rémunérateurs (type « modernisé »), tandis que d'autres restent sur des logiques manuelles et à faible investissement (type « traditionnel »), d'où la typologie en trois groupes identifiés par l'ACM/CAH (Tapsoba *et al.*, 2023).

Le profil socio-démographique (majorité de jeunes ≤ 35 ans) traduit l'émergence d'une génération d'« agripreneurs » périurbains qui saisissent l'opportunité d'un revenu rapide et d'un emploi accessible sans formation longue (Akrong et Kotu, 2022). Ce phénomène offre un potentiel pour l'emploi local mais pose la question durable de l'accès à la terre, de la sécurisation foncière et du capital-risque pour moderniser les systèmes (Houessou et van der Linden, 2020).

5.3. Contraintes phytosanitaires, risques sanitaires, enjeux environnementaux et stratégies de résilience

Les contraintes biophysiques et phytosanitaires sont centrales. La forte prévalence d'insectes, de nématodes et de vers se traduit dans la pratique par un recours intensif aux pesticides, principalement des insecticides, ce qui accroît les risques de résidus dans les légumes et la contamination des ressources en eau (Ofuya, 2023; Dinéde *et al.*, 2023). La méconnaissance des bonnes pratiques d'usage et l'absence fréquente de contrôles réguliers intensifient ces risques ; les conséquences sanitaires et sociales (coûts externes) sont significatives et ont été évaluées récemment à l'échelle macro (Rufo *et al.*, 2024). Cela renforce la nécessité d'un programme intégré comme la formation aux pratiques de lutte intégrée (IPM), le contrôle des résidus, et l'accès à des pesticides moins nocifs.

Sur le plan environnemental, l'intensification sans garde-fous risque d'engendrer des externalités (érosion, pollution des nappes, perte de biodiversité locale) surtout lorsque l'expansion se fait sur des bas-fonds et sols hydromorphes fragiles (Hounkpatin *et al.*, 2022). Parallèlement, la diversification des cultures (polyculture) observée chez le groupe « mixte » apparaît comme une stratégie résiliente face aux aléas climatiques et de marché : elle permet d'étaler le risque et d'optimiser l'utilisation des ressources locales (Maru *et al.*, 2021).

5.4. Organisation spatiale, implications pour les interventions, rentabilité et transition agroécologique

La concentration spatiale (agrégats de forte incidence détectés par Getis-Ord General G) indique des poches où les conditions écologiques et socio-économiques favorisent la production. Ce sont des cibles prioritaires pour des interventions ciblées (infrastructures d'irrigation, programmes de formation, services phytosanitaires) qui auront un rendement élevé en termes d'impact (Osseni *et al.*, 2022; Jonkman *et al.*, 2023). Enfin, la non-significativité statistique de la différence de rentabilité entre fertilisation organique et chimique (ANOVA $p > 0,05$) indique qu'il est possible d'envisager une transition agroécologique sans perte économique systématique, à condition d'accompagner techniquement les producteurs (Tapsoba *et al.*, 2023).

5.5. Implications pour les politiques publiques, limites de l'étude et perspectives

Houessou et van der Linden, (2020) et Dinede *et al.*, (2023) ont souligné qu'il convient de faire ce qui suit : -i- mettre en place un observatoire régional des sites maraîchers (cartographie régulière + surveillance des résidus) ; -ii- déployer des programmes d'appui différenciés par typologie comme le renforcement de capacités pour les traditionnels, la transition agroécologique pour les modernisés et les marchés et structuration pour les mixtes (Tapsoba *et al.*, 2023) ; -iii- promouvoir l'accès au financement pour technologies d'irrigation économes (pompes solaires, goutte-à-goutte) et aux services de maintenance (Wamalwa, 2024) ; -iv- renforcer les services de vulgarisation en IPM ; -v- instaurer un système local de contrôle et d'information sur les résidus de pesticides, afin de protéger la santé publique et les marchés (Ofuya, 2023 ; Rufo *et al.*, 2024). Par ailleurs, la cartographie diachronique et les diagnostics locaux montrent des tendances robustes, mais l'étude reste limitée par la résolution temporelle des archives et par la variabilité interannuelle du climat ; des séries plus longues et des surveillances continues vont permettre d'affiner les modèles prédictifs et les interventions ciblées (Odeloui *et al.*, 2022 ; Osseni *et al.*, 2022).

6. Conclusion

La filière produits maraîchers du bassin versant de la rivière des Cinq Bras apparaît comme un moteur local majeur de sécurité alimentaire et de revenus : elle combine une diversité culturelle importante (23 espèces réparties en 11 familles) et une dynamique d'expansion spatiale rapide (passage à 74 sites en 2024), montrant l'adaptation des producteurs à la demande urbaine. La typologie des exploitations (modernisées, traditionnelles, mixtes) met en évidence des besoins différenciés : les unités modernisées requièrent un accompagnement vers des pratiques agroécologiques pour réduire les risques environnementaux, tandis que les exploitations traditionnelles ont besoin d'un renforcement des capacités et d'un meilleur accès aux intrants et marchés.

Les principaux verrous identifiés ravageurs (insectes, nématodes), maladies, fortes utilisations de pesticides et contraintes d'eau soulignent l'urgence d'un programme intégré : formation à la lutte intégrée contre les nuisibles (IPM), surveillance des résidus, et diffusion de bonnes pratiques de gestion des intrants pour réduire les coûts sociaux et sanitaires. La gestion durable de l'eau et l'irrigation restent cruciales : promouvoir des solutions économes et adaptées (pompage solaire, goutte-à-goutte, financement ciblé) va permettre d'accroître la productivité sans accentuer la pression sur les nappes et zones humides. Enfin, pour traduire ces résultats en impact concret, il faudra : (i) établir un observatoire régional des sites maraîchers (cartographie et monitoring des résidus), (ii) concevoir des programmes d'appui différenciés selon la typologie identifiée, et (iii) favoriser l'accès des jeunes maraîchers au financement et aux circuits courts. Ces mesures vont permettre d'accroître la résilience socio-économique des producteurs tout en réduisant les externalités négatives sur l'environnement.

7. Remerciements

Les auteurs expriment leur profonde gratitude aux producteurs maraîchers du bassin versant de la rivière des Cinq Bras pour leur disponibilité et leur collaboration lors des enquêtes de terrain.

8. Conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt réel ou potentiel susceptible d'avoir influencé la conduite de l'étude, l'analyse des données ou l'interprétation des résultats. Ce travail n'entretient aucune situation conflictuelle avec d'autres projets ou recherches en cours connus des auteurs.

9. Contribution des auteurs

I. Orou Bata a conçu l'étude, collecté les données et rédigé la première version du manuscrit.

A.-S. Bio Bangana a contribué à la méthodologie, à l'analyse des données et à la relecture critique.

P. Kassa a participé à la collecte des données, à l'interprétation des résultats et à la révision du manuscrit. Tous les auteurs ont approuvé la version finale.

10. Références bibliographiques

Ahouangan, B. S. C. M., B. I. Koura, A. D. P. Lesse, C. C. Ahoyo, S. M. Toyi, E. W. Vissin, M. R. B. Houinato, 2024: Typology analysis and adaptive capacity of commercial gardening farmers to climate change in peri-urban areas along the coastal area of Benin (West Africa). *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8: 01–19. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1356665>

- Ahouangninou, C., E. B. Fayomi, T. Martin, 2011 : Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraichers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cah. Agric.*, 20 (3): 216-222 DOI : <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0485>
- Akodekou, A. D., E. R. Dossou-Yovo, K. V. Salako, S. C. Gnansounou, S. T. Diarra, U. Nehren, R. Glèlè Kakai, 2025: Drought and flood hazards in inland valleys of Benin: severities, adaptation strategies and associated factors across the Sudano-Guinean and Guinean zones. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 132:1–17. 105953. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105953>
- Akrong, R., Kotu, B. H., 2022: Economic analysis of youth participation in agripreneurship in Benin. *Heliyon*, 8(1): 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08723>
- Assogba-Komlan, F., P. Anihouvi, E. Achigan, R. Sikirou, A. Boko, C. Adje, V. Ahle, R. Vodouhe, A. Assa, 2007 : Pratiques Culturelles et Teneur en Eléments Antinutritionnels (Nitrates et pesticides) du Solanum macrocarpon au Sud du Bénin. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 7: 1-21.
- Avadí, A., N. R. Hodomihou, G. L. Amadi, F. Feder, 2021: Life cycle assessment and nutritional assessment of market gardening in southern Benin: trade-offs between productivity and environmental impacts. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26: 1815–1829. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01977-z>
- Atidéglá, S. C. C., 2006 : Atouts et Contraintes des Modes d'Irrigation dans les exploitations maraichères urbaines et péri-urbaines de Grand-Popo. Mémoire de DEA, FLASH, UAC, Bénin.
- Bamba, I., A. Mama, D. F. R. Neuba, K. Koffi K., D. Traoré, M. Visser, B. Sinsin, J. Lejoly, J. Bogaert, 2008 : Influence des actions anthropiques sur la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la province du Bas-Congo (R.D. Congo). *Sciences & Nature*, 5 (1): 49–60.
- Danvi, A., T. Jütten, S. Giertz, S. J. Zwart, B. Dieckrüger, 2016: A spatially explicit approach to assess the suitability for rice cultivation in an inland valley in central Benin. *Agricultural Water Management*, 177: 95–106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.003>
- Dinede, G., W. Bihon, L. Gazu, S. F. Mbokou, S. Girma, R. Srinivasan, R. Roothaert, D. Grace, H. Gashaw, T. J. D. Knight-Jones, 2023: Assessment of pesticide residues in vegetables produced in central and eastern Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7: 1–11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1143753>
- Gross, B., 2019: Vegetable gardening in Burkina Faso: drip irrigation and the explosive expansion of small-scale irrigated production. *Water Alternatives*, 12(1): 78–95.
- Houessou, M. D., M. van der Linden, 2020: What constrains the expansion of urban agriculture in Benin? *Sustainability*, 12(14): 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12145774>
- Hounkpatin, K. O. L., A. Y. Bossa, Y. Yira, M. A. Igwe, B. A. Sinsin, 2022: Assessment of the soil fertility status in Benin (West Africa) – digital soil mapping using machine learning. *Geoderma Regional*, 28: 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00444>
- Jonkman, N. T., K. Kalbitz, H. Bergsma, B. Jansen, 2023: Site history's role in urban agriculture: a case study of six UA sites in Kisumu and Ouagadougou. *Land*, 12(11): 1–23. DOI: <https://doi.org/10.3390/land12112056>
- Kingbo, A., 2022: Climate change in southeast Benin and its influences on the spatio-temporal dynamic of forests, Benin, West Africa. *Forests*, 13(5): 1–25. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13050698>
- Maru, H., A. Haileslassie, T. Zeleke, B. Esayas, 2021: Analysis of smallholders' livelihood vulnerability to drought across agroecology and farm typology in the Upper Awash sub-basin, Ethiopia. *Sustainability*, 13(17): 1–28. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13179764>
- Obada, E., E. A. Alamou, E. I. Biao, E. B. J. Zandagba, 2021: Interannual variability and trends of extreme rainfall indices over Benin. *Climate*, 9(11): 1–13. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli9110160>
- Odeloui, D., B. Nlend, F. Huneau, H. Celle, E. Garel, A. Alassane, M. Boukari, G. Sambienou, 2022: Insight into groundwater resources along the coast of Benin (West Africa) through geochemistry and isotope hydrology; recommendations for improved management. *Water*, 14(14): 1–17. DOI: <https://doi.org/10.3390/w14142154>
- Ofuya, T. I., 2023: A review of insect pest management in vegetable crop production in sub-Saharan Africa: toward integrated pest management. *Insects*, 14(2):1–12. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects14020161>
- Osseni, A. A., H. O. Dossou-Yovo, G. H. F. Gbesso, T. O. Lougbegnon, B. Sinsin, 2022 Spatial dynamics and predictive analysis of vegetation cover in the Ouémé River Delta in Benin (West Africa). *Remote Sensing*, 14(23): 1–19. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14236165>
- Padonou, E. A., N. I. Gbaï, M. A. Kolawolé, R. Idohou, M. Toyi, 2021: How far are mangrove ecosystems in Benin (West Africa) conserved by the Ramsar Convention? *Land Use Policy*, 108: 105583. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105583>
- Rufo, E., R. Brouwer, P. van Beukering, 2024: The social costs of pesticides: a meta-analysis of the experimental and stated preference literature. *Scientific Reports*, 14: 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83298-3>

Tapsoba, P. K., A. K. N. Aoudji, M.-P. Kestemont, M. K. Konkobo, E. G. Achigan-Dako, 2023: Clustering smallholders' farmers to highlight and address their agroecological transition potential in Benin and Burkina Faso. *Current Research in Environmental Sustainability*, 5: 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2023.100220>

Teka, O., L. G. Houessou, B. A. Djossa, Y. Bachmann, M. Oumou, B. Sinsin, 2019: Mangroves in Benin, West Africa: threats, uses and conservation opportunities. *Environment, Development and Sustainability*, 21: 1153–1169. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-017-0075-x>

Wamalwa, F., L. Maqelepo, N. Williams, G. Falchetta, 2024: Solar irrigation potential in Sub-Saharan Africa: a crop-specific techno-economic analysis. *Environmental Research: Food Systems*, 1(2): 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1088/2976-601X/ad5e82>

Zanvo, M. G. S., Y. S. S. Barima, K. V. Salako, K. A. N. Koua, M. A. Kolawolé, A. E. Assogbadjo, R. Glèlè Kakaï, 2022 : Cartographie de l'évolution spatio-temporelle des mangroves au Bénin et projection de leur état futur à l'horizon 2050. *Bois & Forêts des Tropiques*, 350: 29–42. DOI: <https://doi.org/10.19182/bft2021.350.a36828>