



Les légumineuses à graines dans les exploitations agricoles au centre et au sud du Bénin

Abossédé Murielle Lucrèce FAÏHUN ¹, Lalaina RANAIVOSON ^{1,2,3}, Tèko Augustin KOUEVI ⁴, Guirguissou MABOUDOU-ALIDOU ¹, Aboubakar COULIBALY ⁴, Marin Laured TOSSA ⁴

¹ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Abomey-Calavi, Bénin.

² CIRAD, UPR AIDA, Abomey-Calavi, Bénin.

³ AIDA, CIRAD, Université de Montpellier, Montpellier, France.

⁴ Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin.

Correspondance : faihunlucrece@gmail.com

Résumé

Les légumineuses à graines constituent des sources alimentaire et nutritionnelle protéiniques économiquement abordables, considérées comme des solutions idéales à la malnutrition qui affecte des millions de personnes à travers le monde. Au Bénin, les principales espèces cultivées sont par ordre d'importance le soja, l'arachide, le niébé, le voandzou, le pois d'angole et la lentille de terre. Pour la campagne agricole 2020-2021, la production totale des légumineuses représentait 5,43 % des récoltes de produits alimentaires. Ces niveaux de production sont encore faibles pour couvrir les besoins alimentaires et remplir les fonctions environnementales. Cette étude a été réalisée pour évaluer la place des légumineuses dans les exploitations agricoles au centre et au sud du Bénin à travers l'analyse de la structure des exploitations agricoles et des systèmes de cultures existants. Les données ont été collectées au niveau de 140 exploitations agricoles de 2 villages des départements du Zou et des Collines au centre-Bénin. L'analyse des données a révélé une diversité de structures des exploitations agricoles. Les légumineuses sont emblavées sur plus de 50 % des terres agricoles. Elles sont cultivées en rotation et/ou en association culturale. Toutefois, les associations culturales sont moins fréquentes et pratiquées seulement par 17 % des exploitations. Les principales contraintes liées à la culture des légumineuses sont l'accès aux intrants agricoles, à la main d'œuvre agricole, et la faible rentabilité économique des légumineuses. Les données recueillies vont permettre de définir les stratégies à mettre en œuvre pour assurer la durabilité et la rentabilité des systèmes de culture intégrant les légumineuses pour les producteurs.

Mots-clés : Légumineuses à graines, Structures des exploitations agricoles, Centre et Sud du Bénin, contraintes agricoles

Abstract: Grain legumes on farms in central and southern Benin

Grain legumes are economically affordable protein food and nutrition sources, considered ideal solutions to malnutrition that affects millions of people worldwide. In the Republic of Benin, the main cultivated species are, in order of importance, soybeans, peanuts, cowpeas, Bambara groundnut, pigeon peas, and earth lentils. In 2020-2021, the total production of grain legumes represented 5.43% of food harvests in Benin. This production level is still low to cover food needs and fulfil environmental functions. This study was carried out to assess the place of grain legumes on farms in central and southern Benin through analyses of the structure of farms and existing cropping systems. Data were collected from 140 farms in 2 villages in the *departments* of Zou and Collines in central Benin. Data analysis revealed a diversity of farm structures. Grain legumes are planted on more than 50% of agricultural land in the study areas. They are grown in rotation and/or in crop mixture (intercrop). However, intercrops are less frequent and practiced by only 17% of farms. The main constraints faced



by grain legumes' farmers relate to the difficulty of access to inputs and labor, and their low profitability. The data collected will help defining relevant strategies to improve the profitability and sustainability of cropping systems integrating grain legumes.

Keywords: Grain legumes, Farm structures Central and Southern Benin, agricultural constraints

1. Introduction

Les légumineuses constituent la deuxième grande famille du règne végétal après les graminées. Elles sont essentielles pour l'humanité (Abobatta *et al.*, 2021), et elles comprennent des espèces comestibles, fourragères et agroforestières (Graham and Vance, 2003). Les légumineuses comestibles, et à graines, sont cultivées dans le monde entier pour la consommation humaine et animale, et pour la fertilisation des sols (Nieuwenhuis and Nieuwelink, 2005). En effet, les légumineuses à graines sont une bonne source de protéines, de micronutriments (fer, zinc, vitamines B, magnésium, calcium) et jouent ainsi un rôle important pour une alimentation équilibrée et saine (Messina, 1999). Les légumineuses ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique et, pour certaines d'entre elles, d'améliorer le renouvellement biologique du phosphore dans les sols (Snapp *et al.*, 2018). Depuis des siècles, les légumineuses jouent un rôle fondamental dans les systèmes agricoles traditionnels dans presque toutes les régions du monde (OCDE/FAO, 2023). Elles sont cultivées dans des systèmes de rotations de cultures après les céréales, ou de systèmes de cultures mixtes (Preissel *et al.*, 2015 ; FAO, 2016), en association avec des céréales (maïs, sorgho, millet, etc.) ou des racines et tubercules (manioc) (Singh *et al.*, 2000 ; Pachico, 2014).

Sur les 1300 espèces cultivées dans le monde, seules 20 espèces sont utilisées dans l'alimentation humaine en raison de leur teneur élevée en protéines, en fibres, en carbohydrates et faible teneur en acides gras (Cámara *et al.*, 2013). Les légumineuses à graines couvrent 12 % des terres arables à la surface du globe soit 160 millions d'hectares comptant pour une production de 275 milliards de tonnes (Vance *et al.*, 2000), représentant 8 % de la production végétale de base (Vance *et al.*, 2000). La culture des légumineuses est contrainte par plusieurs facteurs dont, entre autres, la faiblesse et l'instabilité des rendements (Cusworth *et al.*, 2021), leur sensibilité à de nombreux facteurs abiotiques (anoxie, stress hydriques et thermiques, verse) et biotiques (ravageurs, maladies cryptogamiques, virus et adventices). Dans de nombreux pays en Afrique subsaharienne, les institutions de recherche focalisent principalement leurs activités sur les céréales conduisant à la faible pratique de la culture des légumineuses (Isaacs *et al.*, 2016). De plus la nécessité de répondre sans délai aux besoins en calories avec de petites surfaces cultivées explique aussi l'attention généralement portée aux céréales (Snapp *et al.*, 2018).

Au Bénin, 21 % des terres agricoles ont été emblavées et semencées de légumineuses à graines pour la campagne agricole 2021-2022, représentant 5,4 % des récoltes de produits alimentaires et 4,6 % des exportations de produits agricoles. Les principales espèces cultivées par ordre d'importance sont le soja (*Glycine max*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le niébé (*Vigna unguiculata*), le voandzou (*Vigna subterranea*), le pois d'angole (*Cajanus cajan*), la lentille de terre (*Macrotyloma geocarpum*) (DSA, 2022). Les niveaux de production des légumineuses à graines ne couvrent pas encore les besoins alimentaires de toute la population, car 1,09 millions de personnes soit 9,6 % de la population se trouvent encore en situation d'insécurité alimentaire (Nations Unies Bénin, 2018). De plus, ces faibles niveaux de productions des légumineuses ne permettent pas de contribuer significativement à l'amélioration de la fertilité des terres agricoles qui présentent encore une faible productivité agricole pour 37,3 % du territoire national (CNULCD, 2022).

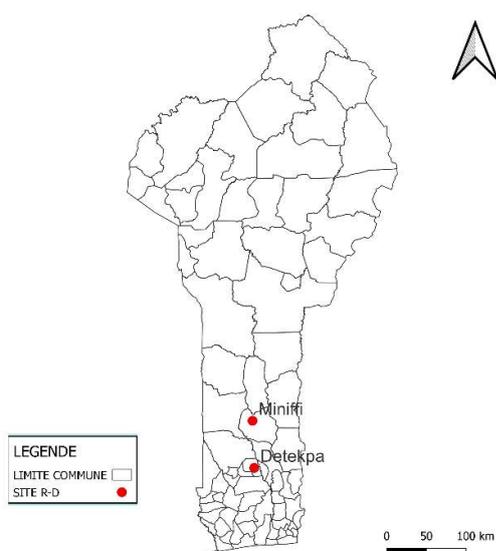
En réponse aux effets néfastes du changement climatique, les systèmes de production alimentaire mondiaux sont de plus en plus orientés vers une intensification durable (Koutika *et al.*, 2005). Les légumineuses à graines avec leurs intérêts environnementaux et agronomiques (réduction des apports

d'engrais azotés, réduction de la pression phytosanitaire, amélioration de la qualité et de la fertilité du sol, etc.) apparaissent comme des espèces importantes pour renforcer la résilience des exploitations agricoles face au changement climatique (Schneider and Huyghe, 2015 ; FAO, 2016). C'est la raison pour laquelle l'intégration des légumineuses à graines dans les systèmes alimentaires est recommandée pour réduire l'apport azoté et l'émission des gaz à effets de serre au champ (Perspectives Agricoles, 2012). Cependant, à ce jour, il apparaît encore nécessaire d'identifier les contraintes et opportunités relatives à la culture des légumineuses dans l'optique de définir des stratégies pertinentes d'augmentation de leurs productions. Les objectifs de cette étude consistaient à (i) évaluer la place des légumineuses dans les exploitations agricoles au centre et au sud du Bénin à travers l'analyse de la structure de ces exploitations agricoles et des systèmes de cultures existants ; (ii) identifier les contraintes majeures liées à la culture de ces légumineuses en vue de proposer des stratégies pour lever lesdites contraintes.

2. Méthodologie

2.1. Zone d'étude

La collecte de données a été réalisée dans deux (2) villages : Detekpa ($7^{\circ}13'52.4''N$ $2^{\circ}13'07.2''E$) et Miniffi ($7^{\circ}41'34''N$, $2^{\circ}16'06''E$), situés respectivement dans le département du Zou et celui des Collines (Figure 1). Ce sont deux sites de Recherche-Développement (R-D) de l'Institut National des



Recherches Agricoles du Bénin (INRAB). Le site R-D de Detekpa est caractérisé par un climat tropical humide de type soudano-guinéen avec deux saisons des pluies, de avril à juillet, communément appelé la grande saison (GS) ; et de septembre à octobre, la petite saison (PS). Le site R-D de Miniffi jouit d'un climat de transition entre le climat sub-équatorial avec une saison de pluie dans la période de juin à septembre au nord du pays et le climat soudano-guinéen avec un régime pluviométrique bimodal au sud. Detekpa se trouve dans la zone des terres barres dont la végétation est dominée par les forêts semi-décidues dégradées, tandis que Miniffi se situe dans la zone cotonnière centre avec une végétation prédominée par les savanes boisées guinéennes (Aholoukpè *et al.*, 2020)

Figure 1 : Localisation des sites de R-D de Detekpa et de Miniffi, Bénin (Source : IGN 2008)

2.2. Collecte et analyse des données

Les données ont été acquises auprès de 140 exploitations agricoles dont 80 à Miniffi et 60 à Detekpa. Ces exploitations constituent un échantillon raisonné retenu sur la base de la taille des emblavures et de la possession de bœufs pour la culture attelée. Les questions posées aux exploitants ont porté sur la structure des exploitations agricoles, les systèmes de culture englobant les rotations de cultures sur les campagnes agricoles 2021 – 2022 et 2022 – 2023 et les itinéraires techniques de production des légumineuses ; puis les contraintes relatives à la culture des principales légumineuses à graines que sont le niébé, le soja et l'arachide.



Les données collectées sur la structure des exploitations agricoles et les caractéristiques des chef.fes d'exploitation ont permis de caractériser l'échantillon et de réaliser une typologie des exploitations. La typologie a été réalisée à travers une Analyse Factorielle des Données Mixtes (AFDM) suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) des composantes principales de l'AFDM. Les composantes principales retenues étaient celles dont la valeur propre était supérieure à 1 (critère de Kaiser). L'AFDM et la CAH ont été réalisées à l'aide des fonctions FAMD et HCPC du package « FactoMineR » sur R 4.3.3 (Lê *et al.*, 2008). Le nombre de clusters était déterminé suivant la Méthode Elbow (Thorndike, 1953).

Les données sur les systèmes de culture ont permis d'identifier les proportions des surfaces emblavées par culture sur les deux campagnes agricoles concernées, les rotations culturales dominantes et de caractériser les itinéraires techniques de production de légumineuse. Les contraintes relatives aux cultures du niébé, du soja et de l'arachide ont été hiérarchisées en fonction de leur fréquence. Pour chaque spéculation, il est demandé aux producteurs de citer les contraintes biotiques (ravageurs et maladies) et contraintes abiotiques (climat et sol), puis les contraintes techniques et socio-économiques. Des tests d'indépendance de χ^2 ont permis d'évaluer les relations entre les systèmes de culture, les pratiques culturales, les contraintes et les types d'exploitations agricoles par site.

3. Résultats

3.1. Caractérisation et typologie des exploitations agricoles

Les exploitations agricoles sur les deux sites présentaient une diversité structurelle. Environ 34 % des producteurs enquêtés étaient des femmes avec un taux d'alphabétisation de 66 % dont 46 % avec un niveau d'instruction du primaire. Les jeunes producteurs (moins de 35 ans) représentaient 35 % de l'effectif total. La taille des ménages était de 4 (± 4) à Detekpa et 6 (± 4) à Miniffi. La moyenne des superficies totales emblavées par exploitation agricole était de 3ha (± 3) à Detekpa avec 83 % de moins de 5ha d'emblavures, et de 7ha (± 8) à Miniffi où les exploitations de moins de 5ha d'emblavures représentaient 61 %. La possession de bœufs de trait était enregistrée seulement à Miniffi dans 13 % des exploitations agricoles.

L'accès au crédit agricole concernait seulement 54 % des exploitations agricoles à Miniffi. Le contact avec la vulgarisation agricole était évoqué par 12 % des exploitations à Detekpa et 20 % à Miniffi. Quant aux sources de revenus extra-agricoles, 23 % des exploitations à Detekpa et 29 % à Miniffi avaient rapporté en disposer.

La typologie des exploitations agricoles avait révélé trois types de producteurs par site (Tableau 1). Les variables les plus discriminantes sur les deux sites étaient la taille du ménage, la superficie totale emblavée et l'âge des chef.fes d'exploitation. A Miniffi cependant, des variables discriminantes complémentaires avaient été identifiées, notamment la taille du cheptel porcin et bovin, l'exercice d'une activité secondaire en dehors de l'agriculture, le contact avec un vulgarisateur agricole, l'accès au crédit formel et l'appartenance à une organisation villageoise. Sur les deux sites, les producteurs de type 3 disposant des plus faibles superficies représentaient plus de la moitié des producteurs (65 % à Detekpa et 61 % à Miniffi). La plus grande taille de ménages était enregistrée au niveau des types 1 avec une moyenne de 7 et de 12 respectivement à Detekpa et à Miniffi. De même, les plus jeunes chef.fes d'exploitation étaient plus représenté.e.s dans les types 3. A Miniffi, seules les exploitations de type 3 disposaient de porcs dans leurs exploitations, et seules celles de type 1 disposaient de bœufs. Sur les 2 sites, les exploitations de type 1 étaient les plus en contact avec les agents de vulgarisation agricole. L'accès au crédit formel était mentionné par les producteurs de Miniffi et concernait toutes les exploitations du type 1 et 53 % des exploitations du type 3 (Tableau 1).



Tableau 1 : Caractéristiques et typologie des producteurs des sites R-D de Miniffi et Detekpa. Les valeurs des variables discriminantes pour chaque site ont été mises en gras.

Site	Detekpa			Miniffi		
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 1	Type 2	Type 3
Type de producteur	Type 1	Type 2	Type 3	Type 1	Type 2	Type 3
Proportion (%)	23.33	11.67	65.00	11.25	27.50	61.25
Taille du ménage (Nombre)	7 ± 4	4 ± 3	3 ± 3	12 ± 7	4 ± 2	5 ± 2
Superficie totale des parcelles (ha)	5.36 ± 2.65	4.21 ± 2.86	2.64 ± 2.46	21.11 ± 16.83	6.3 ± 5.8	4.3 ± 2.5
Age des chefs d'exploitations	46 ± 11	39 ± 7	35 ± 8	45 ± 8	51 ± 13	43 ± 11
Nombre de porcs	2 ± 3	1 ± 1	2 ± 5	0	0	1 ± 2
Nombre de bœufs	0	0	0	4 ± 2	0	0
Activité secondaire (% de Oui)	35.71	14.29	20.51	77.78	18.18	24.49
Contact avec un agent de vulgarisation agricole (% de Oui)	21.43	14.29	7.69	66.67	31.82	6.12
Accès au crédit formel (% de Oui)	0	0	0	100	9.09	53.06

3.2. Systèmes de cultures intégrant les légumineuses à graines

Cette section aborde la superficie occupée par les légumineuses, la rotation culturale dominante, et l'itinéraire technique de la culture des légumineuses.

3.2.1. Importance des légumineuses en terme de surface emblavée

Les légumineuses à graines occupaient une place importante en termes de surface occupée au cours des campagnes agricoles 2021 – 2022 et 2022 – 2023. Elles représentaient 53 % et 73 % respectivement à Detekpa et Miniffi (Figure 2). Les principales légumineuses à graines cultivées par ordre de grandeur de surfaces emblavées à Miniffi étaient le soja (44 %), le niébé (20 %) et l'arachide (9 %). A Detekpa c'étaient l'arachide, le soja et le niébé avec 19 %, 17 % et 8 % des superficies emblavées. Les autres légumineuses à graines présentes, notamment le voandzou, la lentille de terre ou Doyiwé et le pois à cheval ou Houintakpakoun (*Macrotyloma uniflorum*) représentaient au total 9 % des superficies emblavées. Pour ce qui est des autres cultures, celles qui occupaient les plus grandes emblavures étaient le maïs (19 %), le cotonnier (6 %) et l'anacardier (3 %) sur les deux sites. Les surfaces restantes étaient occupées par les tubercules et racines (igname et manioc), les cultures maraîchères, les orangers, les palmiers à huile, le riz et le sorgho.

La destination principale des légumineuses à graines dépendait de la culture et du type d'exploitation. Au niveau des deux sites, le niébé était généralement destiné à la consommation des ménages. Toutes les productions étaient destinées à la consommation à Detekpa, tandis qu'à Miniffi, une partie de la production était destinée pour le marché. La vente de niébé concernait 4 % des exploitations du type 1 et 22 % du type 2. La production de soja était essentiellement destinée à la vente dans les deux sites quel que soit le type de producteur. En ce qui concerne l'arachide, sa production était destinée essentiellement à la vente dans les deux sites. Cependant à Miniffi, une partie de la production était destinée à la consommation et concernait 56 % des exploitations du type 1, 24 % du type 2, et 27 % du type 3. Les légumineuses secondaires comme la lentille de terre, le voandzou et le pois à cheval constituaient des cultures de diversification destinées à l'auto-consommation. Cependant les productions pour la lentille de terre sont principalement commercialisées.

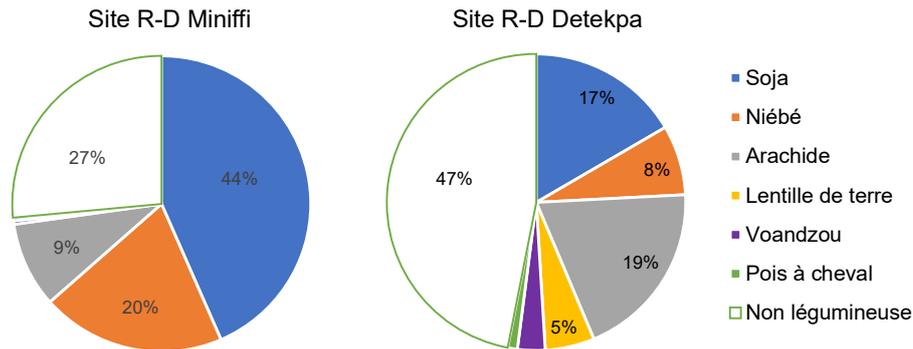


Figure 2 : Répartition des surfaces emblavées au cours des campagnes 2021 – 2022 et 2022 - 2023

3.2.2. Rotations culturales dominantes

L'analyse des données ont révélé 4 rotations de cultures dominantes au niveau des deux sites R-D. Les rotations culturales représentaient les rotations entre la grande saison (GS) et la petite saison (PS) sur une année (GS / PS), et les rotations d'une année à l'autre (GS / PS // GS / PS).

Le premier système de culture (SC1) consistait en une rotation de légumineuses d'une saison à l'autre, et d'une année à l'autre. Ce système concernait 24 % des parcelles à Miniffi et 8 % à Detekpa. Les rotations consistaient à l'installation du niébé ou de l'arachide en grande saison, et du soja en petite saison (Niébé / Soja // Niébé / Soja ; Arachide / Soja // Arachide / Soja).

Le deuxième système de culture (SC2) consistait à une rotation de céréales et de légumineuses en grande et petite saison répétée chaque année. Le SC2 était pratiqué sur 12 % des parcelles cultivées à Miniffi et 27 % à Detekpa. Les céréales cultivées étaient le maïs et le sorgho, avec une prédominance du maïs (96 %). Elles étaient installées en grande saison avant le semis des légumineuses comme le soja, le niébé ou l'arachide en petite saison (Maïs / Soja // Maïs / Soja ; Maïs / Niébé // Maïs / Soja).

Le troisième système de culture (SC3) consistait à laisser la parcelle sans culture pendant la GS, et à y installer du soja en petite saison. En 2021 – 2022, les parcelles en SC3 étaient toutes couvertes du soja (100 %). En revanche en 2022 – 2023, les parcelles d'arachide, de lentille de terre et de voandzou représentaient 24 % des parcelles en SC3. Ce système avait émergé à la suite du développement au Bénin de la culture du soja avec un prix attractif pour les producteurs du Bénin. Le SC3 était surtout développé à Miniffi avec 9 % des parcelles cultivées, et seulement 1 % des parcelles cultivées à Detekpa (Soja // Soja ; Soja // autres légumineuses : arachide, lentille de terre, voandzou).

Le quatrième système de culture (SC4) consistait en une rotation de céréales et de légumineuses en GS et PS, suivie d'une rotation de légumineuses en GS et PS l'année d'après. Le SC4 concernait 7 % des parcelles à Miniffi et 18 % à Detekpa. Il consistait à installer le maïs en grande saison et les légumineuses comme le soja, l'arachide ou le niébé en petite saison, en rotation avec du niébé ou de l'arachide en grande saison, et le soja en petite saison l'année d'après (Maïs / légumineuse : soja, arachide, niébé // niébé ou arachide / soja).

Les légumineuses étaient généralement cultivées en pure sur 80 % des parcelles pendant les deux campagnes. Les associations culturales pouvaient se présenter de deux manières : les cultures en relai entre la GS et la PS (17 %) et les associations de cultures sur une saison (<1 %). Les cultures en relai consistaient au semis du soja, niébé, ou arachide en PS bien avant la récolte du maïs installé en grande saison à Miniffi. Ces légumineuses représentaient 49 %, 25 %, 24 % des cultures en relai dans les systèmes SC2 et SC4. Les associations de cultures citées en grande saison étaient arachide avec maïs ou manioc ; celles citées en petite saison étaient maïs avec soja.



Par ailleurs, l'agroforesterie concernait seulement 3 % des parcelles cultivées. A Miniffi, il s'agissait de l'association de l'anacardier avec les légumineuses comme le niébé ou l'arachide en grande saison, et le soja en petite saison. Par contre à Detekpa, c'était une association des agrumes ou du palmier à huile avec l'arachide ou le niébé en grande saison.

3.2.3. Itinéraires techniques de production des légumineuses

Les itinéraires techniques de culture des légumineuses étaient généralement indépendants des caractéristiques structurelles des exploitations quel que soit le site concerné (p -value > 0.05). La préparation du sol consistait à nettoyer les parcelles puis à réaliser un labour en billons par 99 % des producteurs dans les deux sites. Le labour à plat a été évoqué par trois producteurs des types 1 et 2 pour la culture du soja à Miniffi. Pour ce qui est des semences, elles provenaient essentiellement des récoltes précédentes (98 %). L'utilisation de semences certifiées a été évoquée pour le soja par quatre producteurs des types 2 et 3 à Detekpa et trois producteurs du type 1 à Miniffi. L'entretien des cultures variait avec la spéculation agricole. Ainsi, l'apport de fertilisants minéraux ne concernait que le soja à Miniffi, pendant que le niébé et l'arachide étaient cultivés sans aucun apport de fertilisants par tous les types d'exploitations dans les deux sites. Cependant, cet apport de fertilisants minéraux plus l'inoculation sur le soja étaient pratiqués par 78 % des exploitations du type 1 à Miniffi. Pour ce qui est de la gestion des adventices, l'utilisation des herbicides était la pratique la plus courante. L'herbicidage était utilisé seul par 16 % des producteurs, en combinaison avec le sarclage manuel par 26 % des producteurs, ou en combinaison avec le sarclo-buttage par 45 % des producteurs. Cependant, cette dernière pratique concernait seulement les parcelles de soja. Quant aux traitements phytosanitaires, ils concernaient seulement les parcelles de niébé, culture la plus infestée parmi les légumineuses. Toutes les exploitations ayant cultivé le niébé avaient évoqué l'application d'insecticide sur leur parcelle.

3.3. Contraintes liées à la culture des légumineuses à graines

Les tests de Chi-deux avaient montré une absence de relations entre les contraintes évoquées par les producteurs et les types d'exploitation dans les deux sites (p -value > 0.05). Les principales contraintes citées par les producteurs et qui concernaient les trois principales légumineuses (niébé, soja et arachide) étaient les difficultés de trésorerie en début de campagne limitant l'accès aux intrants agricoles et la main d'œuvre, l'indisponibilité de la main d'œuvre agricole durant les périodes de pointe, et la divagation des animaux.

Les contraintes particulières au niébé sur les deux sites étaient la faible rentabilité économique de la culture (55 % des producteurs) et la pression des ravageurs au champ (environ 54 %) qui étaient les plus fréquentes. La divagation des animaux, les difficultés de trésorerie en début de campagne et l'indisponibilité de produits phytosanitaires touchaient respectivement environ 41 %, 39 % et 20 % des producteurs.

Pour ce qui est du soja, les contraintes les plus citées étaient entre autres l'instabilité des prix sur le marché, remettant en question la rentabilité économique de la culture (52 %), la difficulté de trésorerie en début de campagne (41 %), la difficulté d'accès au crédit agricole (13 %), la divagation des animaux (38 %), et l'indisponibilité de la main d'œuvre pour le semis (20 %).

Quant à l'arachide, les contraintes les plus citées étaient entre autres l'indisponibilité de la main d'œuvre (30 %) et les difficultés de trésorerie en début de campagne (24 %).



4. Discussion

4.1. Les exploitations agricoles dans le centre et le sud du Bénin

Sur les deux sites R-D, les chefs des exploitations agricoles étaient majoritairement des hommes de plus de 35 ans, ce qui s'explique par les difficultés d'accès au foncier, au financement et au marché pour les femmes et les jeunes béninois (PNUD, 2018). La typologie des exploitations agricoles a permis de distinguer 3 types de producteurs, petits, moyens et grands producteurs dont les caractéristiques varient selon le site. Sossou *et al.* (2021) ont rapporté également l'existence de trois catégories de producteurs au Bénin. Cependant ces auteurs rapportent que les producteurs appartenant à ces trois catégories pratiquaient l'élevage des bovins avec les plus grands cheptels recensés au niveau des grands producteurs. Pour notre cas d'étude, l'élevage bovin n'est pratiqué que par les grands producteurs du village de Miniffi (centre du Bénin). Les producteurs des deux autres catégories (moyens et petits producteurs) dans les deux sites conduisent l'élevage des porcins et/ou de la volaille. En Afrique subsaharienne, l'intégration agriculture-élevage est une stratégie paysanne qui permet aux producteurs de diversifier les activités, réduire les risques et améliorer la fertilité des sols (Coly *et al.*, 2011). Les petits producteurs disposant des plus faibles superficies, ressources financières et matérielles représentaient plus de la moitié des producteurs. Dans le secteur agricole béninois, les petits producteurs prédominent et affichent des niveaux de productivité modestes (Assogba *et al.*, 2017). Cette situation est commune aux nations à faible revenu où les agriculteurs sont principalement confrontés à la pauvreté (Salami *et al.*, 2010). Les plus jeunes chefs d'exploitation étaient plus représentés dans cette catégorie de producteurs corroborant l'assertion sur la difficulté d'accès au foncier et au financement de cette tranche de la population béninoise. Seuls les producteurs de Miniffi avaient accès au crédit agricole. Le site de Miniffi est un des bassins cotonniers qui a bénéficié de l'intervention régulière des institutions de microfinance (Sossou, 2015). Les producteurs ont donc conservé cette dynamique de participation aux activités de micro-crédit pour financer les opérations culturelles des cultures commerciales dont le soja, une filière agricole actuellement prioritaire. A Detekpa les modalités d'accès aux crédits trop contraignants et l'inadéquation des crédits aux besoins expliqueraient la non-participation des producteurs aux activités de crédits agricoles. L'accès au crédit a des répercussions positives sur l'adoption de nouvelles technologies, le respect des normes de bonnes productions et de façon générale sur les performances et le bien-être des producteurs (Fall, 2006). Le financement agricole est un enjeu crucial pour le développement de l'agriculture et la réduction de la pauvreté dans les pays en développement (Adjeran *et al.*, 2023). Sur les 2 sites, les producteurs de type 1 ou les grands producteurs étaient les plus en contact avec les agents de vulgarisation agricole surtout pour l'acquisition des semences certifiées et de l'inoculum pour la culture du soja.

4.2. Les systèmes de culture intégrant les légumineuses

Les légumineuses à graines telles que le soja, l'arachide, le niébé, le voandzou, la lentille de terre et le pois à cheval sont cultivées suivant des systèmes et itinéraires de culture diversifiés dans les deux sites R-D. Au Bénin, le soja est cultivé pour ses multiples usages. La plupart des agriculteurs le cultive pour la vente en raison de la forte demande sur le marché national et international, tant pour l'alimentation humaine que pour celle du bétail (Badou *et al.*, 2013). L'arachide, principalement destinée à l'alimentation humaine, est une culture de rente destinée à l'exportation dans plusieurs pays africains (Tsigbey *et al.*, 2003). La lentille de terre ou Doyiwé, est une légumineuse très prisée sur les marchés urbains et constitue également une culture de rente. La pénibilité des opérations de récolte (Agoyi *et al.*, 2020), limitait son adoption et sa culture sur de grandes superficies, et son niveau de rendement reste faible. La culture du niébé était généralement destinée à la consommation des ménages au niveau des deux sites. En effet, le niébé est une « graine en or » pour les pays de l'Afrique de l'ouest, il contient



25% de protéines de bonnes qualités et sert à compléter la valeur nutritive des rations composées des céréales de base (Snapp *et al.*, 2018).

Parmi les systèmes de culture identifiés, les associations culturales sont peu représentées et concernent seulement 17 % des parcelles cultivées. La culture pure est plus courante pour des raisons d'augmentation de la densité et de la récolte des cultures (Bennett *et al.*, 2012). Elle permet une mécanisation des opérations culturales, une réduction des coûts de la main d'oeuvre, une facilité pour l'épandage des engrais et traitements phytosanitaires (Gebru, 2015 ;Tsubo *et al.*, 2003). Elle offre ainsi l'opportunité à l'agriculteur d'obtenir de grandes quantités de récolte avec de petits investissements (Salaheen and Biswas, 2019). Les agriculteurs des villages de Miniffi et Detekpa proches respectivement des marchés de Dassa et Bohicon opérait plus pour cette pratique culturale pour répondre aux demandes croissantes. La pratique continue d'une culture pure sur une parcelle a cependant des limites par la création des conditions environnementales instables telles que la pression des ravageurs, adventices et la réduction des nutriments dans le sol rendant les agriculteurs dépendants des intrants chimiques (Bennett *et al.*, 2012 ; Salaheen and Biswas, 2019). Les associations culturales sont une pratique traditionnellement utilisée dans les systèmes de culture à bas intrants (Tsubo *et al.*, 2003). Elles permettent une utilisation optimale de l'espace. De précédentes études ont montré les avantages des associations culturales sur la limitation de la pression des ravageurs, l'amélioration de la santé du sol, la meilleure gestion de l'eau et l'augmentation des rendements de culture (Haug gaard-Nielsen and Jensen, 2005 ; Altieri *et al.*, 2017 ; Kouakou *et al.*, 2021). D'autres études ont aussi montré les difficultés de certaines opérations culturales, notamment le semis et les entretiens des cultures dans les associations culturales (Gliessman, 1998). Ce qui pourrait expliquer l'adoption de la culture pure dans les 2 sites où la disponibilité de la main d'oeuvre pose problème. Ces difficultés pourraient être surmontées par l'adoption d'une modalité d'association culturale adaptée aux conditions pédoclimatiques de la zone (Balasubramanian and Palaniappan, 2001).

L'intensification des cultures de légumineuses dans les 2 sites concernent l'utilisation de la culture attelée pour la préparation du sol, l'utilisation des semences certifiées, et l'utilisation des engrais. Ces pratiques concernent seulement les légumineuses commerciales, et sont plus courante à Miniffi chez les producteurs de type 1 qui disposent de plus de ressources physiques et financières. Hinnou *et al.* (2022) et Loko *et al.* (2021), montrent également que les exploitants les mieux dotés en ressources sont ceux qui adoptent le plus les techniques d'intensification des cultures. Dans les zones rurales, l'incidence de la pauvreté est plus élevée, la plupart des exploitants agricoles ont très peu recours aux intrants dont ils trouvent les prix inaccessibles (MAEP, 2011).

4.3. Les principales contraintes dans la culture des légumineuses à graines

Les contraintes à l'intégration des principales légumineuses à graines (soja, arachide et niébé) dans les systèmes de culture concernent principalement l'accès aux intrants et à la main d'oeuvre agricole liés souvent aux difficultés de trésorerie en début de campagne. La création de clusters agricoles pourrait permettre aux producteurs d'accéder plus facilement à des intrants et à des services adaptés, tels que l'accès au crédit agricole, le transport, et la vente groupée, offrant ainsi un soutien intégré à l'ensemble de la chaîne de valeur agricole (SNV, 2023). Par ailleurs, une intensification agroécologique des systèmes de culture par l'utilisation des plantes de service en association et/ou en rotation avec la culture principale pourrait palier le faible accès aux intrants agricoles, notamment les engrais de synthèse, et ainsi augmenter la production (Ranaivoson *et al.* 2022).

Les contraintes biotiques ont été surtout mentionnées pour le niébé et l'arachide. En effet, les maladies et les ravageurs sont des contraintes majeures pour la production des légumineuses à graines dans les régions tropicales et subtropicales (Coyne *et al.*, 2003). Face à ces contraintes, il est essentiel de diffuser et de multiplier les variétés améliorées développées par la recherche qui résistent aux attaques des bioagresseurs (Togola *et al.* 2019), tout en formant certains producteurs pour qu'ils deviennent



semenciers. En effet, la gestion des maladies et des ravageurs sont parmi les principales préoccupations des producteurs de légumineuses. D'une part la disponibilité des produits phytosanitaires au niveau des villages peut poser des problèmes, et d'autre part le prix de ces produits reste inaccessible pour les petits producteurs. Cette situation incite les producteurs à investir peu dans la production des légumineuses, les rendant ainsi encore plus vulnérables aux bioagresseurs. En absence d'une lutte efficace, les dégâts causés par ces ravageurs peuvent entraîner des pertes de rendement allant de 30 à 100 % (Agossou *et al.*, 2020). Les rendements moyens enregistrés dans les exploitations agricoles de Miniffi (commune de Dassa-Zoumè) pour le soja, l'arachide et le niébé sont respectivement de 778 kg/ha, 620kg/ha et 687kg/ha. A Detekpa (commune de Za-Kpota) les rendements sont de 850 kg/ha, 719 kg/ha et 663 kg/ha respectivement pour le soja, l'arachide et le niébé (<https://agriculture.gouv.bj/direction-techniques>). Ces rendements sont nettement inférieurs aux potentialités de ces cultures. Enfin, les prix des légumineuses sur le marché influencent le choix des cultures. L'arachide et le soja sont des légumineuses commerciales les mieux adaptées avec les conditions pédoclimatiques de chaque site, et répondant à la demande du marché. Les prix de ces deux cultures connaissent une instabilité sur le marché et sont peu rémunérateurs pour les producteurs surtout pendant les périodes d'abondance. Cette situation pourrait conduire les exploitations à prioriser les autres cultures plus rémunérateurs comme le maïs ou le cotonnier. La mise en place d'un système de warrantage, un crédit basé sur nantissement des stocks géré par des organisations paysannes, accompagné de la construction de magasins de stockage sur les sites permettrait aux producteurs de mieux gérer leurs stocks et de pallier les problèmes de trésorerie en début de campagne. Ce système, qui se développe en Afrique de l'Ouest, a déjà démontré son efficacité, notamment pour les céréales (Le Cotty *et al.* 2023, Egah *et al.* 2014, Taboet *et al.* 2011)..

5. Conclusion

Les légumineuses à graines occupent une place importante dans les exploitations agricoles de Miniffi et de Détekpa, bien que les systèmes de culture les intégrant restent globalement très basiques. La majorité des producteurs font face à de nombreux défis, notamment la faible productivité et la précarité économique, limitant leur capacité à investir dans les intrants et la main d'œuvre. Pour améliorer leur situation économique, l'accès au financement agricole par le biais d'un système de warrantage pourrait jouer un rôle crucial. Aussi la mise en place de clusters pourrait permettre de faciliter les liens d'affaires entre les producteurs et les agrégateurs (organisations paysannes et entreprises) ; ils auraient une opportunité de négociation des prix rémunérateurs pour leur production. Parallèlement, l'intensification agroécologique des systèmes de culture, par l'intégration des plantes de couverture et/ou fourragères adaptées aux conditions pédoclimatiques locales, pourrait compenser le faible accès aux intrants agricoles.

Ethique

Les auteurs déclarent que les expérimentations ont été réalisées en conformité avec les réglementations nationales applicables.

Déclaration sur la disponibilité des données et des modèles

Les données qui étayent les résultats évoqués dans cet article sont accessibles sur demande auprès de l'auteur de correspondance de l'article.

Déclaration relative à l'Intelligence artificielle générative et aux technologies assistées par l'Intelligence artificielle dans le processus de rédaction.

Les auteurs n'ont pas utilisé de technologies assistées par intelligence artificielle dans le processus de rédaction.



ORCID des auteurs

FAÏHUN Abossèdè Murielle Lucrèce (ORCID iD: 0009-0007-3012-7861) ; RANAIVOSON Lalaina (ORCID iD 0000-0002-7305-921X) ; MABOUDOU-ALIDOU Guirguissou (ORCID iD: 0000-0001-5934-9707) ; KOUEVITèko Augustin(ORCID iD: 0000-0002-5940-999X).

Contributions des auteurs

Cet article a été rédigé, relu et amendé par l'ensemble des auteurs.

Déclaration d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas travailler, conseiller, posséder de parts, recevoir de fonds d'une organisation qui pourrait tirer profit de cet article, et ne déclarent aucune autre affiliation que celles citées en début d'article.

Remerciements

Les auteurs remercient les producteurs de Detekpa et de Miniffi qui ont participé à la collecte de données, les techniciens de l'INRAB responsables des deux sites R-D et les responsables de la cellule communale des ATDA dans les deux sites.

Déclaration de soutien financier

Ce travail a bénéficié d'une aide d'Agropolis Fondation (projet n°2102-001) et du Fonds de solidarité pour les projets innovants (FSPI) (projet LegAE : légumineuses pour la transition agroécologique et la sécurité alimentaire en Afrique).

Références bibliographiques :

Abobatta W.F., El-Hashash E.F., Hegab R.H., 2021. Challenges and opportunities for the global cultivation and adaptation of legumes. *Journal of Applied Biotechnology and Bioengineering* 8(5) :160-172.

Adjeran B.B., Djagoun V.D., Yabi J.A., 2023. Influence de l'accès au financement agricole sur le rendement des producteurs riziocoles de Malanville. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics* 4(6-2) : 78-90, <https://doi.org/10.5281/zenodo.10210288>.

Agossou C.O., Lègba E.C., Aglinglo L.A., Francisco R., FassinouHotègni N.V., Achigan-Dako E.G., 2018. Fiche technique synthétique pour la production du niébe (*Vignaunguculata*, (L) Walp), Dépôt légal N° 10673 du 06/09/18 Bibliothèque Nationale du Bénin, 3^{ième} trimestre Septembre, 2018, ISBN 978-99919-78-53-6.

Agoyi E.E., Sossou H.S., SodédjiF.A., Assogbadjo A.E., Sinsin B., 2020. Doyiwé, lentille de terre [*Macrotylomageocarpum* (Harms) Maréchal & Baudet]. Une légumineuse à usages multiples, sous-exploitées des climats subhumides, Guide pratique du producteur, Dépôt légal N° 12445 du 14 septembre 2020. 3^{eme} trimestre, Bibliothèque Nationale du Bénin. ISBN 978-99982-05-36-9

AholoukpèH.S., AmadjiG.L., KoussihouèdéH.K.I., 2020. Stocks de carbone dans les sols des zones agro-écologiques du Bénin. In: *Carbone Des Sols En Afrique*. IRD Éditions.

Altieri M.A., 2009. "Agroecology, Small Farms and Food Sovereignty." *Monthly Review* 61(3) : 1-14.

AssogbaL.A., Adégbola P.Y., Oguoma D.O., 2017. Déterminants de la demande et de l'offre de crédit par les petits exploitants agricoles : preuves de la République du Bénin. *Journal d'économie et de développement durable* 8(8) :38-48.

Badou A., Akondé P. T., Adjanooun A., Adjé I. T., Aïhou K. & Igué A. M., 2013. Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans deux zones agroécologiques du Centre-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, Numéro spécial Fertilité du maïs, 5 p.



- Balasubramaniyan P.P. and Palaniappan S. P., 2001. Principles and Practices of Agronomy. Agrobios, Jodhpur (India). 486-499p.
- Bennett A.J., Bending G.D., Chandler D., Hilton S., Mills P., 2012. Meeting the demand for crop production : The challenge of yield decline in crops grown in short rotations. Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society. 87, 52-71.
- Câmara C.R., Urrea C.A., Schlegel V., 2013. Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a functional food: implications on human health. Agriculture 3(1), 90-111
- CNULCD, 2022. Programme de définitions des cibles nationales de la Neutralité de dégradation des Terres (PDC/NDT). République du Bénin, rapport définitif, 35 p.
- Coly I, Diome F, Dacosta H, Malou R, Akpo LE. 2011. Typologie des exploitations agropastorales du terroir de la NEMA (Sénégal, West Africa). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5(5): 1941-1959. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i5.15>.
- Coyne D.P., Steadman J.R., Godoy-Lutz G., Gilbertson R., Arnaud-Santana E.A., Beaver J.S., Myers J.R., 2003. Contributions of the bean/cowpea CRSP to the management of bean diseases. *Field Crops Research* 82 (2-3), 155-168.
- Cusworth G., Garnett T., Lorimer J., 2021. Legume dreams: the contested futures of sustainable plant-based food systems in Europe. *Global. Environmental. Change : human and policy dimensions* 69, 102321
- Direction de la Statistique agricole du Bénin (DSA), 2022. Superficie emblavée campagne 2021-2022. <https://dsa.agriculture.gouv.bj/section/Documentations/Publication> ;
- Egah J., Baco M.N., Moumouni M.I., Akponikpe P.B.I., Yegbemey R.N., Tossou R.C., 2014. Performance of Institutional Innovation: The Case of Maize-Related Warrantage in Benin, West Africa. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3 (2) : 473-479.
- Fall A. A., 2006. Impact du crédit sur le revenu des riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal. Thèse de doctorat : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (France), 357 p.
- Gebru H., 2015. A Review on the Comparative Advantages of Intercropping to Mono-Cropping System. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* 5 (9), 14p.
- Gliessman S.R., 1998. *Agro-Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Lewis Publishers, CRC Press LLC, United State of America
- Graham P.H., and Vance C.P., 2003. Legumes : Importance and Constraints to Greater Use. *Plant Physiology* 131, 872-877.
- Hauggaard-Nielsen H., and Jensen E.S., 2001. "Evaluating Pea and Barley Cultivars for Complementarity in Intercropping at Different Levels of Soil N Availability." *Field Crops Research* 72 (3), 185-196.
- Hinnou C., Aniambossou M., Houessionon P., Ahoyo A. R, Mongbo L., 2018. Déterminants socio-économiques de l'adoption des technologies améliorées du riz local diffusées à l'aune des plateformes d'innovation au Centre-Bénin. *Bulletin de La Recherche Agronomique Du Bénin (BRAB)* 83, 55-72.
- Isaacs K.B., Snapp S.S., Kelly J.D., Chung K.R., 2016. Farmer knowledge identifies a competitive bean ideotype for maize-bean intercrop systems in Rwanda. *Agriculture & Food Security* 5(1), 1-6.
- Kouakou K.E., Akotto O.F., N'Guessan K.A., 2021. Intérêt de la culture associée légumineuses-maïs et stratégie de résilience face à la disponibilité en terre cultivable : le cas de la ferme agricole de Kafigué dans le département de Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal* 17(17), 318.



- Koutika L.S., Nolte C., Yemefack M., Ndango R., Folefoc D., Weise S., 2005. Leguminous fallows improve soil quality in south-central Cameroon as evidenced by the particulate organic matter status. *Geoderma* 125, 343-354.
- Le Cotty T., Maître d'Hôtel E., Porgo I., Soubeyran R., Subervie J., 2023. Le warrantage, un dispositif pour améliorer la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. Montpellier, Cirad, Perspective 61. <https://doi.org/10.19182/perspective/37141>.
- Lê S., Josse J., Husson F., 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18. DOI : <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>.
- Loko Y.L. E., Zandjanakou-Tachin M., Montcho D., Toffa J., Agolo A., Okpeicha R., Orobiyi A., Gavoedo D., Dansi A., 2021. On-Farm Management of Soybean (*Glycine max*) Varietal Diversity in Southern and Central Regions of the Republic of Benin. *Agricultural Research* 11(3), 359-372.
- Messina M.J. 1999. Legumes and soybeans : overview of their nutritional profiles and health effects. *The American Journal of Clinical Nutrition* 70, 439-450.
- Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche (MAEP), 2011. Plan stratégique de relance du secteur agricole (PSRSA), République du Bénin, 115 p.
- Nations Unies Benin, 2018. Dissémination des résultats de l'enquête nationale sur la vulnérabilité et la sécurité alimentaire au Bénin. Communiqué de presse. <https://benin.un.org/fr/221>.
- Nieuwenhuis R., and Nieuwelink J., 2005. La culture du soja et d'autres légumineuses. *Agrodok* 10, Fondation Agromisa, Wageningen, 76 p
- OCDE/FAO (2023), Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2023-2032, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/a187ca6c-fr>.
- Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 2016. Les légumineuses et le changement climatique, <https://www.fao.org/3/i5426f/i5426F.pdf>.
- Pachico D., 2014. Towards appraising the impact of legume research: A synthesis of evidence. Rome, Italy, Standing Panel on Impact Assessment (SPIA), CGIAR Independent Science and Partnership Council (ISPC). 39 pp.
- Perspectives Agricoles, 2012 : Le pois protéagineux permet d'éviter des émissions de protoxyde d'azote. Auteurs : Anne Schneider (Unip), Benoît Carrouée (Unip), Marie Hélène Jeuffroy (INRA), Pierre Cellier (INRA)
- Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), 2018. Projet de Développement de l'Agrobusiness au Bénin (PDAB), document de projet, 37p.
- Preissel S., Reckling M., Schläfke N., Zander P., 2015. Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe : A review. *Field Crops Research* 175, 64-79.
- Ranaivoson L., Falconnier G. N., Affholder F., Leroux L., Autray P., Muller B., Auzoux S., Ripoche A., 2022. Can green manure contribute to sustainable intensification of rainfed rice production in Madagascar?, *Field Crops Research* 289, 1087.
- Salaheen S., and Biswas D., 2019. Organic Farming Practices : Integrated Culture Versus Monoculture. *Safety and Practice for Organic Food*, 23-32
- Salami A., Kamara A.B, Brixiova Z., Ismail O., 2010. Petite agriculture en Afrique de l'Est : Tendances, contraintes et opportunités. Banque africaine de développement.
- Schneider A., Huyghe C., 2015. Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, éditions Quae.



- Singh B.B., Ehlers J.D., Sharma B., Frerei Filho F.R., 2000. Recent progress in cowpea breeding. In challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production. IITA, 22-40.
- SnappS., RahmanianM., BatelloC., 2018. Légumes secs et exploitations durables en Afrique subsaharienne, sous la direction de T. Calles. Rome, FAO.
- SNV, 2023. "Le cluster agricole comme outil de résilience dans un contexte de réformes du secteur soja au nord Bénin par le projet EJASA", Etude de cas, Bénin, 7p.
- Sossou C. H.,Adekambi S.A., Codjo V., Houedjofonon E.M., 2021. Typologie des exploitations agricoles : caractérisation et accès aux services agricoles au Bénin (Afrique de l'Ouest),International Journal of Biological and Chemical Science 15(3), 1191-1207.
- Sossou C. H., 2015. Le financement de l'agriculture au Bénin : stratégies de gestion et d'adaptation des exploitations agricoles. Thèse de doctorat en français. Belgique,Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech. 181 pages
- TaboR., BationoA., AmadouB., MarchalD., LompoF., GandahM., HassaneO., DialloM.K., NdjeungaJ., FatondjiD., GerardB., SogodogoD., TaondaJ.-B.S., SakoK., BoubacarS., AbdouA., KoalaS., 2011.Fertilizer Microdosing and "Warrantage" or Inventory Credit System to Improve Food Security and Farmers' Income in West Africa. Innovations as Key to the Green Revolution in Africa, DOI :https://doi.org/10.1007/978-90-481-2543-2_10.
- Thorndike R.L.,1953. Who Belongs in the Family? *Psychometrika*, 18(4), 267–276. DOI : <https://doi:10.1007/BF02289263>.
- Togola A., Boukar O., Chamathi S., Belko N., Tamò M., Oigiangbe N., Ojo J., Ibikunle M., Fatokun, C., 2019. Evaluation of cowpea mini core accessions for resistance to flower bud thrips *Megalurothrips sjostedti* Trybom (Thysanoptera : Thripidae). January, 683–692.DOI : <https://doi.org/10.1111/jen.12637>
- Tsigbey F.K., BrandenburgR. L., and ClotteyV.A., 2003. Peanut Production Methods inNorthern Ghana and SomeDisease Perspectives, Centre for Agricultural Bioscience International, 9 p.
- Tsubo M., Mukhala E., Ogindo H.O., Walker S., 2003. Productivity of maize-bean intercropping in a semiarid region of South Africa. *Water SA* 29(4),381-388.
- Vance C.P., Graham P.H., Allan D.L., 2000. Biological nitrogen fixation. Phosphorus: a critical future need. In F.O. Pedrosa, M. Hungria, M.G. Yates, W.E. Newton (eds), *Nitrogen Fixation : From Molecules to Crop Productivity*, 506–514. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue *Innovations Agronomiques* et son DOI, la date de publication.