



Evaluation des déchets générés par la chaîne de valorisation de l'ananas au Bénin *Assessment of Waste Generated Along the Pineapple Value Chain in Benin*

FONTON Edmonde Tagnonnanon¹, CLEDJO Placide¹, DOSSOU-YOVO Adrien¹

¹Université d'Abomey-calavi, (UAC), Département de géographie et de l'aménagement du territoire (DGAT), Ecole doctorale pluridisciplinaire "Espace Culture et Développement" (EDP-ECDé), Laboratoire Pierre Pagny, Climat, Eau, Écosystème et Développement (LACEED), Bénin

²Université d'Abomey-Calavi, (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), 01 BP 526, Cotonou, Bénin

³Université Nationale d'Agriculture, Laboratoire d'Écologie et de Foresterie (LecoFor), Unité de Recherche en Restauration, Estimation and Valorisation des Forêts et des Terres (UR-ReForesT), BP 43, Kétou, Bénin

*Auteur correspondant : Fonton Edmonde T.

Abstract:

The pineapple value chain in Benin represents a major source of income and employment for agricultural and commercial actors. This study aims to characterize the waste generated throughout the value chain and to identify the key determinants of its production. The sample included 161 producers, 52 processors, and 70 traders in the Atlantique Department. The results reveal marked heterogeneity in waste generation. Among producers, leaves (97.5%) and non-marketable fruits (80%) constitute the main residues, while suckers remain marginal (36%). Processing units primarily generate peels, crowns, pomace, and washing effluents, with volumes varying according to processing methods and organizational structures. Among traders, whole fruits represent the main source of losses, followed by peels and crowns. Statistical analysis indicates that producers' age influences sucker generation, while yields and cultivated area affect non-marketable fruits and suckers, respectively. For traders, business profile and available stock significantly determine waste production, particularly peels ($r = -0.72$). Among processors, the generation of peels, pomace, and crowns depends on turnover and years of operation. These findings highlight the need for differentiated waste management and valorization strategies tailored to the practices and profiles of value chain actors, in order to reduce losses, promote circular economy principles, and optimize resource use within the pineapple sector in Benin.

Keywords: Pineapple value chain, Types of waste, Determinants of waste generation, Southern Benin

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.19374769>

1 Introduction

La filière ananas occupe une place stratégique dans l'économie agricole du Bénin, où elle constitue l'une des principales spéculations fruitières destinées aussi bien au marché local qu'à l'exportation. Elle contribue fortement à la sécurité alimentaire, à la création d'emplois et à la diversification des revenus en milieu rural comme urbain (M. K. Sodjinou *et al.*, 2022, p.524 ; C. F. Biaou *et al.*, 2016, p. 3). En tant que première culture fruitière d'exportation du pays, l'ananas soutient une chaîne d'acteurs comprenant les producteurs, les transformateurs semi-industriels et artisanaux, ainsi que les commerçants, dont les activités structurent une filière essentielle au développement territorial (M. Mossie *et al.*, 2020, p.4). Toutefois, malgré son importance socio-économique, la chaîne de valorisation génère d'importantes quantités de déchets organiques et non organiques à chaque étape production, transformation et commercialisation. La gestion de ces résidus demeure largement informelle, dispersée et peu maîtrisée, comme cela a été observé dans d'autres filières horticoles en Afrique de l'Ouest (K.B. Paul *et al.*, 2020, p.6 ; A. Dassou *et al.*, 2019, p.10 ; G.A.B. Abdou et H. Yilmaz, 2020, p.8).

Cet état de fait soulève des préoccupations environnementales majeures. Les déchets d'ananas, lorsqu'ils sont abandonnés dans les champs ou déversés sans traitement, contribuent à la pollution des sols et des eaux, favorisent la prolifération d'organismes pathogènes, et constituent une source d'émissions de gaz à effet de serre lors de leur décomposition anaérobie (J. Aschemann-Witzel *et al.*, 2023, p.4 ; R. Nkoa, 2014, p.11). Par ailleurs, la non-valorisation de ces biomasses représente un manque à gagner important, alors même que plusieurs travaux démontrent leur potentiel pour la production de compost, de biogaz, de biochar ou encore de biomatériaux (S. Banerjee *et al.*, 2022, p.7 ; D.A. Campos *et al.*, 2020, p.6). En l'absence de données systématiques sur les quantités, les types et la variabilité des déchets produits, il demeure cependant difficile de concevoir des stratégies de gestion durable, de développer des solutions de valorisation ou de promouvoir une économie circulaire adaptée au contexte béninois.

Dans la littérature, très peu d'études se sont intéressées à la quantification fine des résidus générés par la filière ananas, particulièrement en Afrique de l'Ouest, où les travaux se concentrent davantage sur les performances économiques ou les contraintes agronomiques (R.E. Isoto *et al.*, 2025, p.163 ; K. Boakye *et al.*, 2024, p.2). La caractérisation des déchets selon les catégories d'acteurs, leurs pratiques agricoles, les procédés de transformation ou les modes de commercialisation reste largement lacunaire. Une meilleure compréhension des profils socioprofessionnels, des types de résidus produits et des facteurs qui conditionnent leur génération apparaît essentielle pour orienter les politiques publiques, soutenir l'innovation technologique et optimiser la gestion environnementale de la filière.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude, qui vise à caractériser de manière systémique les déchets générés le long de la chaîne de valorisation de l'ananas au Bénin. Plus spécifiquement, elle poursuit trois objectifs : (i) caractériser le profil sociodémographique et organisationnel des producteurs, transformateurs et commerçants enquêtés ; (ii) identifier et décrire les types et la nature des déchets générés par ces acteurs ; et (iii) analyser les déterminants sociotechniques associés à la production des différents types de résidus. Les résultats attendus permettront d'alimenter les réflexions sur les opportunités de réduction des pertes, les options de valorisation biologique ou énergétique, et les leviers de transition vers des pratiques plus durables et circulaires dans la filière ananas au Bénin.

1.1 Zone d'étude

L'étude a été réalisée dans le département de l'Atlantique, au sud du Bénin, qui regroupe les communes de Allada, Abomey-Calavi, Kpomassè, Ouidah, Sô-Ava, Toffo, Tori-Bossito et Zè, pour une superficie totale de 3 233 km² comprenant 74 arrondissements et 501 villages ou quartiers de ville (INSAE, 2016, p.15). Cette zone a été choisie en raison de sa forte importance agricole, puisqu'elle concentre près de 90 % de la production nationale d'ananas (DSA et MAEP, 2024, p.12). Géographiquement, elle est située entre 6°18'48'' et 7°00'00'' de latitude Nord et 1°50'00'' et 2°30'00'' de longitude Est, s'étendant sur environ 100 km de la côte vers l'intérieur, et limitée par les départements du Zou au nord, de l'Ouémé à l'est, du Couffo au nord-ouest, du Mono à l'ouest, et par l'océan Atlantique au sud (Figure 1). Le climat est de type subéquatorial, caractérisé par deux saisons pluvieuses (mars–juillet ; mi-septembre–décembre) et deux saisons sèches (août–mi-septembre ; décembre–mars), avec une pluviométrie annuelle moyenne d'environ 1 200 mm et des températures variant entre 27 et 31 °C (INSAE, 2004). Le relief comprend un cordon littoral sableux large de 2 à 5 km, ponctué de lagunes et zones humides dont les lacs Ahémé, Nokoué et Toho, tandis que l'intérieur est dominé par des plateaux de terres de barre descendant vers les vallées de l'Ouémé, du Couffo et la dépression

de la Lama. Les sols sont majoritairement ferrallitiques, profonds, perméables et faiblement acides (pH 5,5–6,0), favorables aux principales cultures régionales (P. Willaine et B. Volkoff, 1967, p. 2). Sur le plan démographique, la population est passée de 801 683 habitants en 2002 à 1 398 229 habitants en 2013, avec une densité moyenne élevée (432 hab./km²) et des contrastes importants, de 1 218 hab./km² à Abomey-Calavi à 164 hab./km² à Zè (Figure 2). Les groupes Fon et apparentés représentent 76,3 % de la population, suivis des Adja (15,6 %), tandis que les religions les plus pratiquées sont le catholicisme (39,3 %), les religions traditionnelles (12,9 %) et le christianisme céleste (11,0 %) (INSAE, 2016, p.3). L'économie locale repose principalement sur l'agriculture, dominée par les cultures du maïs, du manioc, de l'ananas, de l'arachide, du piment et de la tomate ; 97,4 % des ménages agricoles pratiquent la culture végétale, contre 1,3 % pour l'élevage et 1 % pour la pêche (INSAE, 2016, p. 4) (Figure 3). Le commerce et la restauration constituent également des secteurs clés, particulièrement dans les communes de Sô-Ava, Ouidah et Abomey-Calavi.

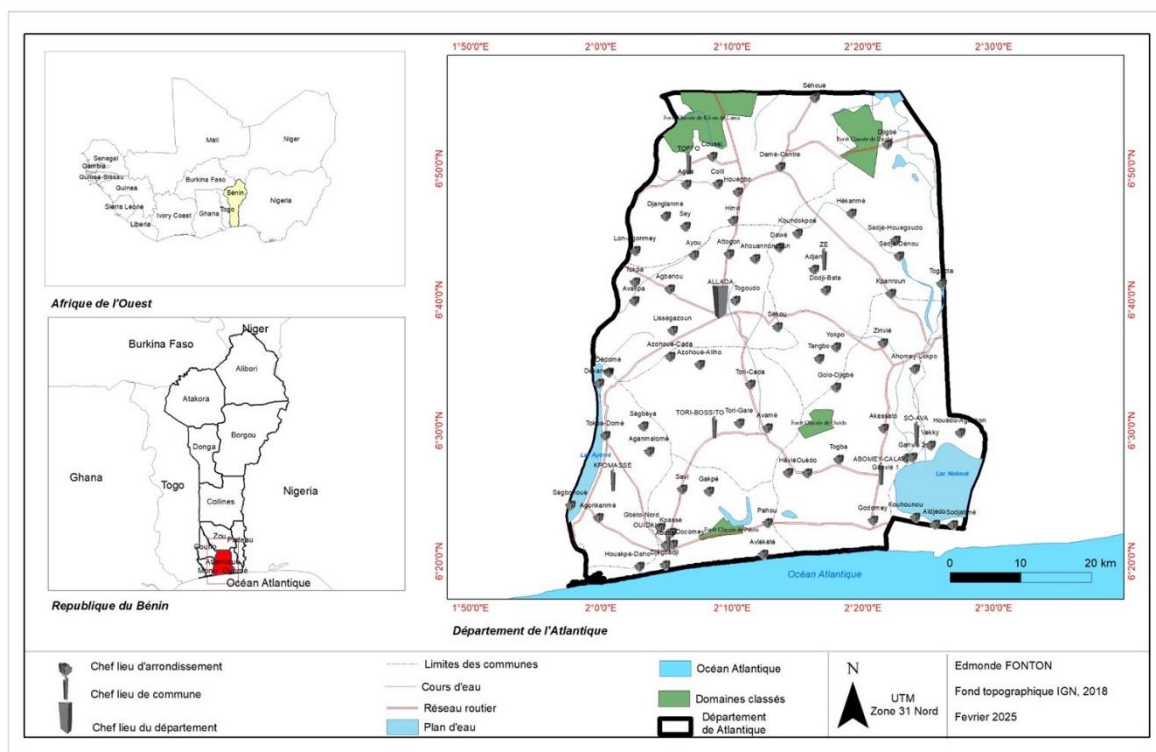


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

3. Méthode d'étude

3.1 Echantillonnage

Le choix adéquat des acteurs à interviewer a été essentiel pour mener à bien cette étude. L'échantillon a concerné essentiellement les acteurs impliqués dans la filière ananas dans le département de l'Atlantique (producteurs, unités de transformation d'ananas et commerçants). Le département de l'Atlantique est composé des communes d'Allada, Ouidah, Abomey-Calavi, Tori-Bossito, Toffo, Kpomassè, Sô-Ava et Zè. Pour cette étude, Sô-Ava, n'étant pas une commune favorable à la culture de l'ananas dans ce département en raison de son statut lacustre, a été exclue de l'échantillonnage. En effet l'échantillonnage a reposé sur un échantillonnage aléatoire simple et sur la méthode de quotas c'est-à-dire basé sur les proportions de la population des différents acteurs cibles : producteurs, transformateurs et commerçants.

Dans un premier temps, le nombre “ N ” d’acteurs enquêtés dans l’ensemble du département de l’Atlantique a été calculé à l’aide de la formule proposée par P. Dagnelie (2000, p.5) et réadaptée :

$N = (U_{1-\alpha/2})^2 \times (P.Q) / d^2$, où $U_{1-\alpha/2} = 1,96$ pour un seuil de confiance de 95 %, P = proportion d’acteurs, Q=1-P et d=0,05 (erreur admissible fixée à 5 %). L’application de cette formule a permis d’estimer un échantillon de 160 producteurs, 70 commerçants et 52 transformateurs. Les enquêtés ont été sélectionnés indépendamment des variétés d’ananas et répartis suivant les communes (Tableau 1).

Tableau 1 : Répartition des enquêtés par commune.

Communes	Producteurs	Commerçants	Transformateurs
Abomey-Calavi	16	4	28
Allada	52	34	12
Toffo	16	9	4
Tori-Bossito	28	1	4
Zè	48	22	2
Kpomassè	0	0	0
Ouidah	0	0	2
Total	160	70	52

3.2 Collecte de données

La collecte des données s’est appuyée sur des interviews structurées réalisées en face-à-face par des enquêteurs formés, un mode de collecte garantissant un taux de réponse élevé et la qualité des informations recueillies (M. Horsfall *et al.*, 2021, p.5). Un questionnaire structuré, élaboré puis pré-testé et ajusté aux réalités du terrain, a été administré à l’aide de la plateforme numérique KoboCollect. Chaque catégorie d’acteurs de la filière ananas disposait d’un module spécifique. Avant chaque entretien, un consentement verbal éclairé a été systématiquement obtenu. Les données ont été collectées auprès des producteurs, transformateurs et commerçants afin d’appréhender les types, la nature et les volumes de déchets générés à chaque maillon de la chaîne. De façon générale, les informations recueillies incluent les caractéristiques sociodémographiques des acteurs. Chez les producteurs, les paramètres de production (superficies cultivées, volumes produits, années d’expérience) ainsi que les types et quantités de déchets ont été estimés avec une précision sur les périodes de forte production de résidus, des modes d’accès au foncier et de la localisation des exploitations. Chez les unités de transformation, les données socioéconomiques ont été complétées par les volumes d’ananas traités, les types de produits dérivés et les rendements technologiques. Les quantités de déchets solides et liquides ont été estimées par sac de 100 kg ou par volume, en précisant les périodes de pic et l’expérience professionnelle. Enfin, les commerçants ont été enquêtés en complément sur les fluctuations saisonnières des prix, les volumes de stocks, les quantités écoulées quotidiennement, ainsi que les types et volumes de déchets générés par bassine.

3.3 Analyse de données

Les données collectées ont été préalablement nettoyées afin d’éliminer les doublons et incohérences, puis analysées à l’aide du logiciel R (version 4.4.2). Une analyse descriptive a d’abord permis de caractériser les différentes catégories d’acteurs. Pour les variables qualitatives (sexe, âge, niveau d’éducation, statut matrimonial, accès au foncier, statut juridique des unités, etc.), des fréquences et proportions ont été calculées. Les variables quantitatives (superficies cultivées, volumes produits ou transformés, rendements, stocks et volumes écoulés)

ont fait l'objet de statistiques descriptives incluant moyennes, médianes, écarts-types et valeurs extrêmes. Des visualisations (tableaux, histogrammes, boxplots) ont été mobilisées afin de faciliter l'interprétation.

Des analyses comparatives ont ensuite été réalisées à l'aide d'ANOVA pour tester les différences significatives entre sous-groupes d'acteurs. Lorsque nécessaire, un test post-hoc de Tukey HSD a permis d'identifier les catégories présentant des écarts significatifs. La caractérisation des types de déchets et des volumes générés selon les acteurs a été examinée à travers les mêmes approches comparatives.

L'analyse statistique a combiné les tests d'association et modèles explicatifs pour identifier les déterminants des déchets générés dans la filière ananas. Les relations entre variables catégorielles ont été évaluées par tests du Khi-deux, tandis que les corrélations de Spearman ont examiné les liens entre variables continues. Des régressions logistiques ont déterminé les facteurs influençant la présence des différents types de déchets, et des GLM adaptés (Gamma ou binomial négatif) ont modélisé les volumes générés. Les analyses ont été réalisées sous R 4.4.3.

4. Résultats

4.1 Profil des catégories d'acteurs enquêtées

L'analyse des acteurs de la filière ananas révèle des profils distincts selon les catégories d'acteurs. Chez les producteurs, la filière est largement dominée par les hommes (93 %), avec un âge moyen de $43,3 \pm 11,6$ ans et 57,1 % des producteurs âgés de 35 à 55 ans, traduisant une forte expérience et maturité productive. La plupart sont mariés (98 %) et vivent dans des ménages de grande taille ($8,4 \pm 4,2$ personnes), soulignant l'importance de la main-d'œuvre familiale. Les Aizo constituent le groupe majoritaire (58,3 %), suivis des Fon (26,7 %) et d'autres minorités (11,8 %). Le niveau de scolarisation est faible, avec 38 % non instruits, 38 % ayant un niveau primaire, 23 % secondaire et 1 % supérieur. La pluriactivité est élevée (86,3 %), principalement dans l'agriculture (47,5 %), l'artisanat (18 %) et le commerce (13,9 %). Les unités de transformation sont majoritairement individuelles (53,3 %) ou coopératives (18,3 %), avec un chiffre d'affaires moyen de $7,29 \pm 5,61$ millions FCFA et une taille moyenne de $7,15 \pm 4,9$ employés. L'ancienneté moyenne est de $8,0 \pm 6,6$ ans, reflétant la coexistence d'acteurs établis et de nouveaux entrants. Enfin, la filière commerciale est fortement féminisée (83,9 %), avec un niveau d'instruction modéré (47,1 % primaire, 28,7 % secondaire) et un âge moyen de $42,36 \pm 7,87$ ans, indiquant des acteurs expérimentés et actifs dans le commerce de l'ananas.

4.2 Typologie et nature des déchets générés

L'analyse des déchets générés au sein de la filière ananas révèle des profils distincts selon les acteurs. Chez les producteurs, trois principaux types de déchets solides ont été identifiés : les feuilles (type 1), présentes dans 97,5 % des exploitations, les fruits indésirables (type 2), observés dans 80 % des exploitations, correspondant aux fruits non conformes à la commercialisation (trop petits, abîmés ou brûlés), et les rejets ou type 3 (36 %), désignant les pousses secondaires non réutilisées ou jugées trop faibles pour la replantation. La majorité des producteurs (75,2 %) génèrent au moins deux types de déchets, 23 % produisent simultanément les trois types, et 14,9 % déclarent uniquement des feuilles (Figure 4). Parmi les unités de transformation, quatre catégories principales ont été recensées : épluchures, couronnes, effluents de lavage et drèches. Ces déchets sont produits simultanément par 88,3 % des unités, les déchets solides étant majoritairement constitués d'épluchures et de couronnes, tandis que les drèches et effluents représentent les résidus liquides ou semi-liquides du pressage et du lavage. De plus, 6,6 % des unités génèrent des déchets complémentaires, biodégradables (tourteaux) ou non biodégradables (brisures et bouchons de bouteilles, emballages). Enfin, chez

les commerçants, les déchets principaux sont les fruits entiers, les couronnes et les épluchures, tous les commerçants (100 %) produisant des déchets liés aux fruits entiers et 69 % produisant également des épluchures ou des couronnes, illustrant la diversité des pertes tout au long de la chaîne de commercialisation.

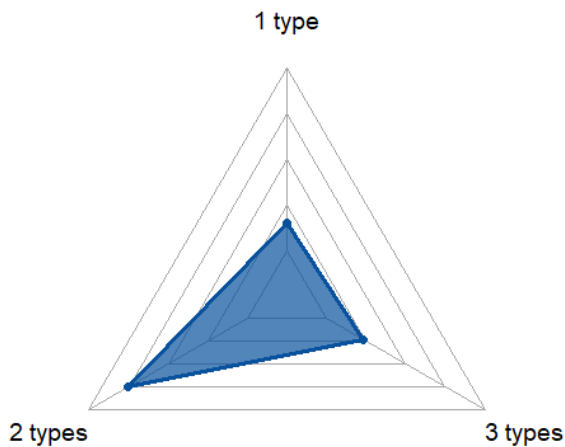


Figure 4 : Répartition des types de déchets chez les producteurs

4.3 Quantité des déchets générés

L'ensemble des résultats révèle une forte hétérogénéité dans la production de déchets tout au long de la filière ananas, de la production agricole à la commercialisation. Chez les producteurs, les déchets les plus abondants sont les feuilles et les fruits indésirables, avec des volumes moyens comparables (1 260 kg et 1 442 kg par 400 m²) mais une forte variabilité entre parcelles et périodes de collecte. Les rejets restent marginaux (58 kg en moyenne), bien que certains épisodes de forte production ou de renouvellement des cultures puissent générer des volumes exceptionnellement élevés. Dans les unités de transformation, les effluents de lavage dominent les résidus (1 015 L en moyenne par 100 kg), tandis que couronnes, épluchures et drêches sont produits en quantités plus modestes, avec une variabilité plus marquée pour les drêches, et que les autres déchets demeurent marginaux, reflétant la spécificité des procédés et de l'organisation des unités. Chez les commerçants, les fruits entiers constituent la principale source de pertes (9,23 kg en moyenne par commerçant), suivis des épluchures et des couronnes, la variabilité reflétant les pratiques commerciales et la capacité de stockage. Ces résultats soulignent que la nature et l'importance des déchets varient selon le maillon de la filière, mettant en évidence la nécessité de stratégies adaptées de gestion et de valorisation des résidus pour réduire les pertes et optimiser l'utilisation des ressources.

4.4 Déterminants des types et quantité de déchets générés

Le résultat de test Khi carré montre qu'aucune des variables (ancienneté, superficie cultivée, rendement de production et type d'agriculture : traditionnelle et moderne) n'influence les types de déchet générés (feuilles, rejets et fruits indésirables) (Tableau 2). Cependant, l'âge des producteurs apparaît comme un déterminant significatif de la production de rejets. Le test du Khi carré révèle une association significative entre l'âge des producteurs et la génération des rejets ($\chi^2 = 60,25$; $p = 0,042$), indiquant que les différentes classes d'âge ne produisent pas ce type de résidu de manière homogène. Ces résultats suggèrent que l'âge constitue un déterminant

pertinent de la formation des rejets, possiblement en lien avec les pratiques culturelles et la gestion variétale propres à chaque groupe d'âge.

Par ailleurs, l'âge influence la quantité des feuilles générées et dans ce sens que les producteurs plus âgés produisent plus de feuilles comme déchet. Concernant les fruits indésirables, les rendements élevés influencent négativement ce type de déchet généré. Autrement dit, les rendements plus élevés sont associés à moins de fruits indésirables ($r = -0,6$). De plus, il a été observé que les grandes surfaces produisent proportionnellement moins de rejets ($r = -0,54$).

Chez les commerçants, le profil commercial détermine significativement le type de déchet produit (Tableau 3). Concernant l'âge du commerçant, il détermine seulement la production du déchet relatif au fruit entier ($\chi^2 = 52$; $p = 0,004$). Le stock disponible influence la production des déchets liés aux épiluchures et couronnes (Tableau 3). Il est également révélé que profil des commerçants constitue un déterminant majeur de la quantité des déchets issus de la commercialisation de l'ananas. Précisément, la corrélation négative très forte entre le volume d'épiluchures et le stock ($r = -0,72$) indique que les commerçants disposant de stocks importants vendent principalement le fruit entier, limitant ainsi la génération de résidus (couronne et épiluchure).

Quant aux transformateurs, les résultats révèlent que la génération de déchets dans les unités de transformation est fortement influencée par certaines caractéristiques économiques et organisationnelles. La production d'épiluchures est déterminée par l'ensemble des variables considérées. En revanche, la génération de drêches est spécifiquement influencée par le chiffre d'affaires ($\chi^2 = 34,14$; $p = 0,005$) et par l'ancienneté des unités de transformation ($\chi^2 = 60,00$; $p < 0,001$) (Tableau 4). De même, la génération de couronnes dépend exclusivement de l'ancienneté des unités ($\chi^2 = 60,00$; $p < 0,001$). Par contre, la production d'effluents n'est associée à aucune des variables considérées. Il convient également de souligner qu'aucune des variables analysées ne présente d'effet statistiquement significatif sur les volumes de déchets générés, tous types confondus (Figure 5).

Tableau 2 : Résultats du test du Khi carré chez les producteurs d'ananas

Variables	Feuilles		Fruits indésirables		Rejets	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
Age	26,51	0,97	33,72	0,84	60,25	0,04*
Ancienneté	9,99	0,98	31,09	0,19	26,3	0,39 ^{ns}
Type d'agriculture	1,52e-30	1	0,16	0,69	1,55	0,21 ^{ns}

Tableau 3 : Résultats du test du Khi carré chez commerçants de la chaîne de valeurs ananas

Variables	Epiluchures		Fruits entiers		Couronnes	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
Age	31,63	0,29 ^{ns}	52	0,004**	29,88	0,37 ^{ns}
Profil commercial	64,22	0,000***	6,27	0,043*	21,12	0,000***
Stock	82,15	0,04*	23,46	1 ^{ns}	84,25	0,03*

Tableau 4 : Résultats du test du Khi carré chez les unités de transformation de l’ananas

Variables	Epluchures		Drêches		Couronnes		Effluents	
	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P	χ^2	P
Chiffre d'affaires	35,77	0,003**	34,14	0,005**	9,15	0,91 ^{ns}	23,24	0,71 ^{ns}
Profil de transformateur	19,27	0,000***	3,47	0,062 ^{ns}	0,48	0,49 ^{ns}	0,25	1 ^{ns}
Ancienneté	38,4	0,002**	60,00	0,000***	60,00	0,000***	23,01	0,149 ^{ns}

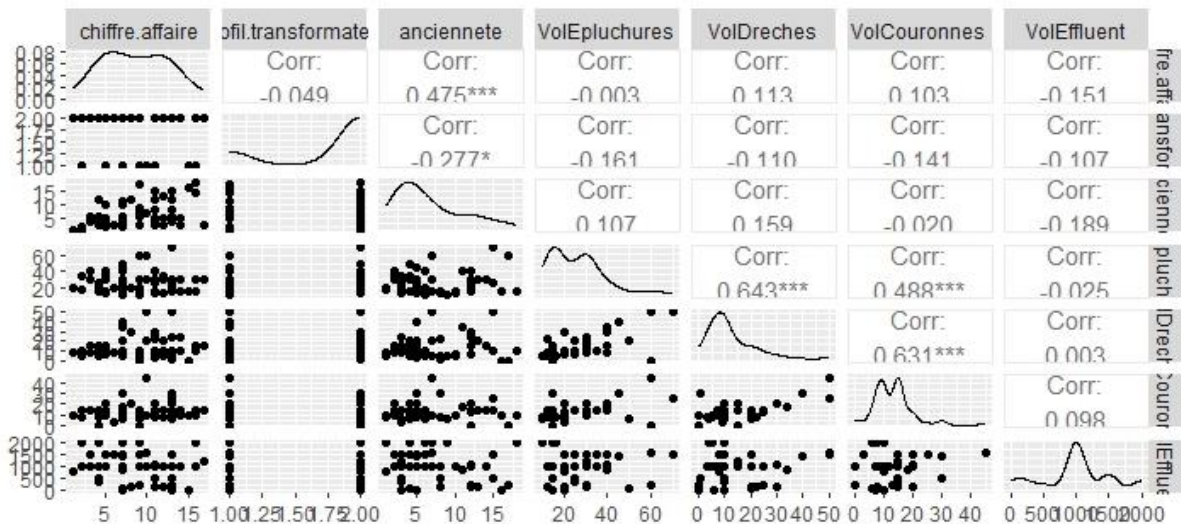


Figure 5 : Corrélation pairwise entre variables considérées et volumes de déchets

5. Discussion

5.1 Profil des acteurs enquêtés

Les résultats montrent une forte différenciation des profils au sein de la filière ananas au Bénin, reflétant les dynamiques rapportées dans d'autres chaînes horticoles ouest-africaines. La production demeure dominée par les hommes, en cohérence avec les observations de E.C. Togbé *et al.* (2024, p.182) sur l'accès inégal aux ressources productives. L'âge moyen élevé des producteurs et leur faible niveau d'instruction, déjà soulignés par C.F. Biaou *et al.* (2016, p.10), peuvent limiter l'adoption d'innovations, bien que la forte pluriactivité constitue une stratégie de résilience courante.

Dans la transformation, la prépondérance des unités individuelles et coopératives confirme la structure semi-formelle des PME agroalimentaires africaines décrite par E.T. Ilie et S. Kelly (2022). Les niveaux modérés de chiffre d'affaires et d'ancienneté témoignent d'un secteur stable mais composé de petites entreprises, comme l'indiquent également les tendances globales rapportées par E.T. Ilie et S. Kelly (2022, p.23).

La commercialisation se distingue par une forte féminisation, phénomène déjà documenté dans les marchés urbains de fruits tropicaux (T. Issoufou *et al.*, 2025, p.11), les commerçantes jouant un rôle central dans les flux et la stabilisation des prix.

Dans l'ensemble, la filière présente une segmentation socioéconomique marquée, chaque catégorie d'acteurs contribuant différemment à la dynamique et à la gestion des résidus. Ces disparités, également relevées par (A. Maignol, 2021, p.4), soulignent la nécessité de stratégies de gestion durable et de valorisation adaptées à chaque maillon.

5.2 Typologie et nature des déchets générés

Les résultats révèlent une hétérogénéité marquée dans la génération des déchets au sein de la filière ananas, reflétant les dynamiques propres à chaque maillon de la chaîne de valeur. Chez les producteurs, la prédominance des feuilles et des fruits indésirables corrobore les observations de P. Agognon *et al.* (2023, p.272), qui soulignent que les résidus végétatifs et les fruits non calibrés représentent les principaux flux perdus dans les systèmes de production d'ananas en Afrique de l'Ouest. La forte variabilité observée dans la production de rejets s'inscrit également dans les constats de M.K. Sodjinou *et al.* (2022, p.526), selon lesquels les pratiques culturales, la densité de plantation et les techniques de renouvellement influencent significativement la quantité et la nature des déchets agricoles.

Au niveau des unités de transformation, la prédominance des épluchures, couronnes et effluents est conforme aux résultats de S.L. Paz-Arteaga *et al.* (2024, p.13) et P. Agognon *et al.* (2023, p.269), qui identifient ces résidus comme caractéristiques des chaînes de transformation d'ananas et présentant un fort potentiel de valorisation bioénergétique et enzymatique. Les déchets non biodégradables observés dans certaines unités font écho à S.L. Paz-Arteaga (2013, p.12), qui soulignent les défis de gestion des résidus issus des emballages dans les PME agroalimentaires.

Enfin, la génération élevée de fruits entiers non commercialisés chez les commerçants est cohérente avec les travaux de T. Stathers *et al.* (2025, p.10 et 2020, p. 830), lesquels attribuent ces pertes aux manipulations post-récolte, au stockage inadéquat et aux fluctuations de la demande. Cette diversité de résidus le long de la filière confirme la nécessité d'approches différenciées et intégrées de valorisation pour réduire les pertes et promouvoir une économie circulaire dans le secteur (P.C. Nath *et al.*, 2023, p.12; S. Banerjee *et al.*, 2022, p.8).

5.3 Quantité des déchets générés

L'analyse des déchets dans la filière ananas au Bénin met en évidence une hétérogénéité importante selon les maillons de la chaîne de valeur, cohérente avec les observations faites dans d'autres filières horticoles tropicales (R. Akpassonou *et al.*, 2025, p.9 ; P.J. Atindokpo *et al.*, 2023, p.189). Chez les producteurs, les feuilles et les fruits indésirables représentent la majorité des résidus, reflétant les pratiques culturales et les variations intra-parcellaires et saisonnières. Les rejets, bien que marginaux, peuvent atteindre des volumes élevés lors de cycles de forte production, soulignant le potentiel de valorisation ou de compostage ciblé (P.G. Chiarelli *et al.*, 2024, p.12 ; S.L. Paz-Arteaga *et al.*, 2024, p. 13 ; P. Agognon *et al.*, 2023, p.269).

Dans les unités de transformation, les effluents de lavage dominant les résidus liquides, tandis que les épluchures, couronnes et drêches forment les déchets solides principaux. Cette distribution, et la variabilité plus forte des drêches, illustre l'influence des procédés industriels et de l'organisation des unités sur la production de déchets, comme observé dans les systèmes agroalimentaires tropicaux (S.L. Paz-Arteaga *et al.*, 2024, p.12 ; M.A. Balasha *et al.*, 2022, p.69). Les déchets marginaux révèlent également une standardisation partielle des pratiques.

Chez les commerçants, les fruits entiers constituent la principale source de pertes, suivis des épluchures et couronnes, en lien avec le stockage, la manipulation et la demande du marché, corroborant les analyses de T. Stathers *et al.* (2025, p.11). L'ensemble des résultats souligne l'importance d'adopter des stratégies différenciées de réduction et de valorisation des déchets, intégrant les spécificités de chaque acteur, afin de promouvoir une économie circulaire et durable dans la filière (A. Sharma *et al.*, 2025, p.8 ; P. Nitisuk *et al.*, 2025, p.1199).

5.4 Déterminants des types et quantité de déchets

Les résultats du test du Khi^2 indiquent que les facteurs socioéconomiques et structurels, tels que l'âge, la taille des parcelles, l'intensité de production et le type d'agriculture, ne déterminent pas de manière uniforme la survenue des principaux déchets solides (feuilles, fruits indésirables et rejets) le long de la chaîne de production de l'ananas. Des résultats similaires dans les systèmes de production de fruits et légumes frais montrent que plusieurs facteurs interagissant simultanément, plutôt qu'un indicateur unique, influencent souvent la génération de déchets, soulignant la complexité des processus de production de résidus dans les chaînes de valeur horticoles (J.L. Ambuko *et al.*, 2025, p.9). Cependant, l'âge des producteurs est significativement associé à la production de rejets, suggérant que l'expérience de vie et les pratiques culturales peuvent influencer la probabilité de production de fruits non commercialisables. Des études sur l'avocat et d'autres fruits montrent que les agriculteurs plus âgés subissent généralement moins de pertes post-récolte, reflétant probablement un savoir-faire accumulé et des liens plus solides avec la chaîne de valeur (D. Muita *et al.*, 2025, p.11). La corrélation négative entre des rendements plus élevés et un nombre réduit de fruits indésirables s'aligne avec la littérature indiquant que les pratiques agronomiques optimisées réduisent généralement les pertes de produits non commercialisables (R.M. Petrescu-Mag *et al.*, 2024, p.19). De même, la relation inverse entre de grandes superficies cultivées et les rejets confirme des études montrant que l'échelle de production influence l'efficacité dans la réduction des déchets (J.L. Ambuko *et al.*, 2025, p.9).

Dans les maillons commerciaux, l'influence significative du profil des commerçants et de la disponibilité des stocks sur les types de déchets, notamment la réduction des épluchures lorsque les stocks sont élevés, souligne comment le comportement du marché et les pratiques de stockage façonnent la production de déchets, comme observé sur les marchés de légumes où la dynamique des inventaires affecte la variance des pertes (M. Mahmoudi *et al.*, 2024, p.15).

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que la démographie des acteurs, leurs rôles dans la chaîne de valeur et le contexte opérationnel interagissent pour déterminer la production de déchets, ce qui implique que les interventions efficaces doivent être ciblées et adaptées au contexte plutôt que généralistes.

6. Conclusion

Cette étude a permis de caractériser de manière systémique les déchets générés dans la filière ananas au Bénin et de mettre en évidence les facteurs influençant leur production. La forte hétérogénéité observée, tant dans les types que dans les volumes de déchets, reflète la diversité des pratiques agricoles, des procédés de transformation et des modes de commercialisation. Chez les producteurs, les feuilles et les fruits indésirables représentent la majorité des résidus, tandis que les rejets restent marginaux mais peuvent atteindre des volumes élevés lors des cycles de forte production ou de renouvellement des cultures. Les différences observées selon l'âge, le rendement et la superficie cultivée indiquent que les caractéristiques sociodémographiques et agronomiques conditionnent la production de certains types de déchets, notamment les rejets, en lien avec les pratiques culturales et la gestion variétale.

Au niveau des unités de transformation, les effluents de lavage, les épluchures, les couronnes et les drêches constituent les principaux résidus. La génération de ces déchets est influencée par des facteurs économiques et organisationnels tels que le chiffre d'affaires et l'ancienneté, suggérant que l'expérience et la structure des unités déterminent l'efficacité de la valorisation des sous-produits. Pour les commerçants, le profil commercial et le stock disponible conditionnent la production de fruits entiers et d'épluchures, soulignant l'impact des comportements de vente et de stockage sur la quantité de résidus générés.

Ces résultats confirment que la génération de déchets dans la filière ananas est multifactorielle, dépendant à la fois du profil des acteurs, du maillon de la chaîne et des pratiques opérationnelles. Ils soulignent l'importance de stratégies ciblées pour chaque catégorie d'acteurs, incluant la formation aux techniques de réduction des pertes, la valorisation bioénergétique et la promotion de l'économie circulaire. La mise en œuvre de telles stratégies pourrait réduire considérablement les pertes post-récolte, améliorer la durabilité environnementale et accroître la valeur économique des résidus, contribuant ainsi à renforcer la compétitivité et la résilience de la filière ananas au Bénin.

Références

- ABDOU Gafarou Abdoulaye Bamoi et YILMAZ Hasan, 2020, « Assessment of agro-environmental challenges and policy recommendations for sustainable agro-environmental management in West Africa ». *Present Environment and Sustainable Development*, 1, 148-166. <https://doi.org/10.15551/pesd2020141012>
- AGOGNON P., ADJAHOSSOU S., AN, M. G., et KPADONOU D., 2023, « Valorisation des sous-produits issus de la transformation de l'Ananas comosus L. Merrill: Etat de l'art ». *African Scientific Journal*, 3, 255-281.
- AKPASSONOU Romain, GODJO Thierry, ADAMON Farid, SATOGUINA Honorat., GUIDI Clotilde et GBENOU Joachim, 2023, « Valorisation énergétique des déchets issus de la transformation de l'ananas en jus à promo fruits Bénin: Etude de faisabilité et émergence de solution ». *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 38, 948-969.
- AMBUKO Jane Lukhachi, MASAKHWE Sharon Mayienga, AMWOKA Emmanuel, MUJUKA Esther et FABI Carola, 2025, « Food loss and waste data gaps in fruit and vegetable value chains: a review of the literature ». *Frontiers in Horticulture*, 4, 1529040. <https://doi.org/10.3389/fhort.2025.1529040>
- ASCHEMANN-WITZEL Jessica, BIZZO Humberto Ribeiro, DORIA CHAVES Ana Carolina S., FARIA-MACHADO Adelia Ferreira, GOMES SOARES Antonio, de OLIVEIRA FONSECA Marcos Jose, KIDMOSE Ulla et ROSENTHAL Amauri 2023, « Sustainable use of tropical fruits? Challenges and opportunities of applying the waste-to-value concept to international value chains ». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63, 1339-1351. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1963665>
- ATINDOKPO Jean-Pierre, HOUGNI Alexis, HOUESSOU Karl Alla, et YABI Jacob A. ,2025, « Caractérisation des exploitations agricoles d'ananas dans les communes de Allada, de Tori-Bossito et de Zè, au Bénin ». *Revue Française d'Economie et de Gestion*, 6, 168-194.
- BALASHA Arsene Mushagalusa, MWISHA Sage Weremubi, MULUME Dominique Aganze, KATUNGO Jean-Helene Kistali, KALUMBU John Tshomba et FYAMA Jules Nkulu Mwine, 2022, « Caractérisation des pratiques culturelles de production de l'ananas (*Ananas comosus* L.) sur l'île d'Idjwi dans la province du Sud-Kivu en République Démocratique du Congo: défis et perspectives ». *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 5, 60-72.
- BANERJEE Shivali, VIJAYARAGHAVAN R., PATTI Antonio F. et ARORA Amit, 2022, « Integrated biorefinery strategy for valorization of pineapple processing waste into high-value products ». *Waste and Biomass Valorization*, 13, 631-643. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01542-7>
- BIAOU C. F., YABI B. D., MAMA V. J., BIAOU G., ACCLASSATO D., AGBOSSOU E. et HOUNHOUIGAN D. J., 2016, « Cartography of pineapple chains values in Benin: A miss exploited opportunity for regional integration ». *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 10, 1-11.
- BOAKYE Kwaku, LEE Yu-Feng, ANNOR Festus F., DADZIE Samuel K.N. et SALIFU Iddrisu, 2024, « Data Envelopment Analysis (DEA) to estimate technical and scale efficiencies of smallholder pineapple farmers in Ghana ». *Agriculture*, 14, 1032. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071032>
- CAMPOS Debora A., RIBEIRO Tania B., TEIXEIRA José A., PASTRANA Lorenzo, et PINTADO Maria Manuela, 2020, « Integral valorization of pineapple (*Ananas comosus* L.) by-products through a green chemistry approach towards added value ingredients ». *Foods*, 9, 60. <https://doi.org/10.3390/foods9010060>

- CHIARELLI Peter G., MARTINEZ Bismarck, NAKAMURA Takashi et MIS SOLVAL Kevin Mis, 2024, « Enhancing bromelain recovery from pineapple by-products: A sustainable approach for value addition and waste reduction ». *Foods*, 13, 589. <https://doi.org/10.3390/foods13040589>
- DAGNELIE Paul, 1998, *Statistique Theorique et Appliquee*, vol. 2. Paris: De Boeck & Larcier; 1998. p. 659.
- DASSOU A., ADJAHOSSOU N., TCHAKPA C., VODOUHE S. et DANSI A., 2019, « Vegetable cropping systems in Southern Benin: Cultivated plant diversity, agricultural practices and implications for better production ». *Adv. Agric. Sci*, 7, 01-13.
- HEATH Jennifer, WILLIAMSON Heidi, WILLIAMS Lisa et HARCOURT Diana, 2018, « It's just more personal?»: using multiple methods of qualitative data collection to facilitate participation in research focusing on sensitive subjects ». *Applied Nursing Research*, 43, 30-35. <https://doi.org/10.1016/j.apnr.2018.06.015>
- HORSFALL Melany, EIKELENBOOM Merijn, DRAISMA Stasja et SMIT Johannes, 2021, « The Effect of Rapport on Data Quality in Face-to-Face Interviews: Beneficial or Detrimental »? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 10858. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010858>
- ILIE Elena Teodora et KELLY Siobhan, 2022, *Le rôle des petites et moyennes entreprises agroalimentaires dans la transformation des systèmes alimentaires - Le cas des transformateurs de riz au Sénégal. Études techniques de la FAO sur l'économie du développement agricole no 10*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb3873fr>
- ISOTO Rosemary Emegu, TURINAWA Alice, NAKAMATTE Irene, SUMELIUS John, CHEN Qiuzhen, PROSPERI Paolo, SELL Mila et BANKOLE Brice M., 2025, « Improving governance arrangements for vegetable value chains in sub-Saharan Africa: the case of Bahir Dar, Ethiopia and Cotonou, Benin ». *International Food and Agribusiness Management Review*, 28, 150-170.
- ISSOUFOU Tanimoune, DOUMA Soumana, ABDOU Amani, ABOUBACAR Kalafone, INOUSSA Maman Maarouh. et MAHAMANE Ali, 2025, « Rôle des plantes alimentaires spontanées commercialisées sur les marchés de la communauté urbaine de Niamey dans l'amélioration des conditions de vie des populations ». *Afrique SCIENCE*, 26, 109-123.
- MAHMOUDI Mehdi, MOHAMMADI Hosein, SAGHAIAN Seyed et KARBASI Alireza, 2024, « Factors Affecting the Waste of Selected Agricultural Products with an Emphasis on the Marketing Mix ». *Agriculture*, 14, 857. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060857>
- MARIGNOL Anaïs, 2021, *Enjeux et contraintes socio-économiques de la valorisation des résidus post-récolte de l'ananas (Ananas comosus) pour les acteurs majeurs de la filière au Sud du Bénin*, 145p.
- MOSSIE Mengistie, GEREZGIHER Alemseged, AYALEW Zemen Ayalew et NIGUSSIE Zerihun, 2020, « Determinants of small-scale farmers' participation in Ethiopian fruit sector's value chain ». *Cogent Food & Agriculture*, 6, 1842132. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1842132>
- MUITA David, OKELLO Dickson et OPONDO Florence, 2025, « Determinants of post harvest losses in the avocado value chain: insights from farmers in Murang'a County, Kenya ». *Discover Food*, 5, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00337-2>
- NATH Pinku Chandra, OJHA Amiya, DEBNATH Shubbanka, et al., 2023, « Recent advances in valorization of pineapple (Ananas comosus) processing waste and by-products: A step towards circular bioeconomy ». *Trends in Food Science & Technology*, 136, 100–111. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.04.008>
- NITISUK Panorjit, WANYO Pitchaporn, CHAMSAI Tossaporn et CHAROENJIT Kiatipong, 2025, « Sustainable valorization of tropical fruit peels for natural antioxidants and functional food ingredients ». *Sustainable Food Technology*, 3, 1189–1202. <https://doi.org/10.1039/D4FB00371C>
- NKOA Roger, 2014, *Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 473-492. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0196-z>
- PAUL K. Baiyeri, UGESE D. Felix, OBALUM E. Sunday et NWOBODO, Cynthia E., 2020, « Agricultural waste management for horticulture revolution in sub-Saharan Africa ». *CABI Reviews*, <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR202015017>
- PAZ-ARTEAGA Sarah L., ASCACIO-VALDES Juan A., AGUILAR Cristobal N., CADENA-CHAMORRO Edith, SERNA-COCK Liliana, AGUILAR-GONZALEZ Miguel A., RAMIRES-

- GUZMAN Nathiely et TORRES-LEON Cristian, 2023, « Bioprocessing of pineapple waste for sustainable production of bioactive compounds using solid-state fermentation ». *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 85, 103313. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103313>
- PAZ-ARTEAGA, Sarah L., CADENA-CHAMORRO Edith, GOMEZ-GARCIA, R., SERNA-COCK, Liliana, AGUILAR, Cristobal N. et TORRES-LEON Cristian, 2024, « Unraveling the valorization potential of pineapple waste to obtain value-added products towards a sustainable circular bioeconomy ». *Sustainability*, 16, 7236. <https://doi.org/10.3390/su16167236>
- PETRESCU-MAG Rouxandra Marina, PETRESCU Dacina Crina, AJTAI Iulia, ROBA Carmen. Andreea, GICA Oana Adriana, CUIBUS Lucian, ... et BICAN-BRIŞAN Nicoleta, 2024, « Causes and solutions for fruit and vegetable waste: a participatory approach with Romanian farmers for sustainable agriculture ». *International Journal of Agricultural Sustainability*, 22, 2329391. <https://doi.org/10.1080/14735903.2024.2329391>
- SHARMA Ananya, SINGH Neetu, MADHVI Daniel et SINGH Aayushi, 2025, « Recent advances and strategies for the valorization of pineapple waste in sustainable bioeconomy applications ». *Asian Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 8, 241–254. <https://doi.org/10.56557/ajaas/2025/v8i169>
- SODJINOU Modeste K., ASSOUMA-IMOROU Alidou et OLOUNLADE, mbaliou O., 2022, « Technical efficiency of pineapple production and challenges in Southern Benin ». *Afr. J. Agric. Res*, 18, 522-534.
- STATHERS Tanya, HOLCROFT Deirdre, ENGELBERT Mark, RAVAT Zafeer et MARION, Pierre, 2025, « The evidence on crop postharvest loss reduction interventions for sub-Saharan African and South Asian food systems: a systematic scoping review ». *Journal of Stored Products Research*, 114, 102727. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2025.102727>
- STATHERS Tanya, HOLCROFT Deirdre, KITINOJA Lisa, MVUMI Brighton M., ENGLISH Alicia, OMOTILEWA Oluwatoba, ... et TORERO Maximo, 2020, « A scoping review of interventions for crop postharvest loss reduction in sub-Saharan Africa and South Asia ». *Nature Sustainability*, 3, 821-835. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00622-1>
- TOGBE Euloge Codjo, AHOHOUENDO Fanou Alain, BADOU Alphonsine Agbale, KPENAVOU Chogou Sylvain et AHOHUENDO Bonaventure Cohovi, 2024, « Diversity in agricultural practices among smallholder plantain-based farms across the Guineo-Gongolean zone of Benin Republic ». *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 125, 175-184. <https://doi.org/10.17170/kobra-2024093010892>
- Willaine P. et Volkoff B, 1967, *Carte pédologique du Dahomey à l'échelle de 1/1000 000*. Paris, ORSTOM.