



REPUBLIQUE DU BENIN

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI



CENTRE AUTONOME DE PERFECTIONNEMENT

DEPARTEMENT DE GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : Protection des Végétaux et Post-Récolte

MEMOIRE DE FIN DE FORMATION POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
PROFESSIONNEL

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (*Ananas comosus* L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

Réalisé et soutenu par :

Dètonджи Arsène Didier HOUSSA

Superviseur:

Prof. C. Daniel CHOUGOUROU
Professeur Titulaire (CAMES)
Enseignant-Chercheur à l'EPAC/UAC

Co-Superviseur :

Dr Ir. Codjo Gaston OUIKOUN
Chargé de recherche (CAMES)
Chercheur à l'INRAB

Soutenu le 31 Janvier 2025

Devant le jury composé comme suit:

Dr Sèdami ADJAHOSSOU: Président du Jury, Maître de Conférence (CAMES)

Prof. Dr Daniel C. CHOUGOUROU: Maître de mémoire, Professeur Titulaire (CAMES)

Dr Romaric EHINNOU KOUTCHIKA: Examineur, Maître Assistant (CAMES)

Dr Codjo Gaston OUIKOUN: Rapporteur, Chargé de recherche (CAMES)

Année académique: 2023-2024

Table des matières

Table des matières.....	i
Dédicace.....	iii
Remerciements.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Liste des figures	vi
Sigles et Abréviations	vii
Résumé.....	viii
Abstract	ix
1. INTRODUCTION	1
2. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
2.1. Classification et origine.....	4
2.2. Exigences climatiques	4
2.2.1. Température.....	4
2.2.2. Eau	5
2.2.3. Lumière.....	5
2.2.4. Sol.....	5
2.3. Cycle de production	5
2.4. Plantation, récolte et rendements	6
2.5. Description botanique de la plante d'ananas.....	6
2.5.1. Racines.....	6
2.5.2. Tige	6
2.5.3. Feuilles.....	7
2.5.4. Fruit	8
2.5.5. Rejets	8
2.6. Technique de multiplication du matériel végétal	10
2.7. Itinéraire de production de l'ananas.....	11
2.7.1. Sélection du sol et préparation du terrain	12
2.7.2. Plantation et densité des plants	12
2.7.3. Entretien, fertilisation et gestion des bioagresseurs.....	13
2.7.4. Induction florale	15

*Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la
Commune de Zè au Sud-Bénin*

2.7.5. Récolte et post-récolte	15
3. MATERIEL ET METHODES.....	16
3.1. Milieu d'étude	16
3.1.1. Site expérimental	19
3.1.2. Période expérimentale	19
3.2. Matériel végétal.....	19
3.2.1. Choix de la variété d'ananas.....	19
3.2.2. Préparation des rejets d'ananas	20
3.3. Méthodes	20
3.3.1. Recherche documentaire.....	20
3.3.2. Dispositif expérimental.....	21
3.3.3. Répartition des traitements	24
3.3.4. Mise en place des essais	24
3.3.4.1. Destruction du méristème des plants d'ananas	24
3.3.5. Observations et mesures	27
3.3.6. Analyse statistique	28
4. RESULTATS ET DISCUSSION	29
4.1. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le nombre de plants ayant réussi	29
4.2. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le nombre de rejets par plant.....	31
4.3. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur les types de rejet	33
4.4. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le poids des rejets	35
4.5. Discussion	37
Conclusion	39
Références bibliographiques	40

*Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la
Commune de Zè au Sud-Bénin*

Dédicace

*Je dédie ce travail à mon père **Toussaint H. HOUSSA** et à ma feuie mère **Henriette VISSOH***

Remerciements

Nous adressons nos sincères reconnaissances aux personnes qui nous ont soutenus et aidés dans la réalisation de ce travail. Nous exprimons notre profonde gratitude:

- ✓ aux honorables membres du jury, pour avoir accepté consacrer leur précieux temps à l'amélioration de ce travail ;
- ✓ à l'administration de l'Ecole polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) ;
- ✓ au Professeur Daniel C. CHOUGOUROU, Coordonnateur du Master Protection des Végétaux et Post-Récolte (PVPR) du Centre Autonome de Perfectionnement (CAP), pour tout le travail abattu pour la première promotion ;
- ✓ au Docteur-Ingénieur Codjo Emile AGBANGBA, pour avoir accepté de suivre le travail de près ;
- ✓ au Docteur-Ingénieur Codjo Gaston OUIKOUN, pour son co-encadrement et sa disponibilité ;
- ✓ à tout le corps professoral de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi et du CAP spécialement à ceux de la Protection des Végétaux et Post-Récolte ;
- ✓ à tous les étudiants de la promotion 2020-2023 de la PVPR au CAP, avec qui nous avons passé de bon moment d'étude dans un environnement de convivialité et de fraternité ;
- ✓ à nos collègues de service, particulièrement Monsieur Bernard ATCHOHOUNDO pour ses diverses contributions à la réalisation de ce travail ;
- ✓ à mon épouse Madame MAMA Djamilatou pour ses divers soutiens ;
- ✓ aux amis Bruno TCHEDE et Florent YALINKPON pour leur soutien ;
- ✓ à mes frères et sœurs, Abraham, Audrey, Nina et Déborah HOUSSA.

De même, à l'endroit de tous ceux qui, de près ou de loin nous ont aidés d'une manière ou d'une autre tout au long de notre formation et pour la production de ce mémoire que nous n'avons pas cité ici, nous adressons les sincères remerciements.

Liste des tableaux

Tableau I: Fertilisation et doses recommandées.....	13
Tableau II: Désherbage et calendrier recommandé.....	14
Tableau III: Principaux bioagresseurs et méthodes de lutte	14
Tableau IV : Effet des facteurs sur le nombre de plants ayant réussi après les opérations	29
Tableau V: Nombre de plants ayant repris par opération.....	30
Tableau VI : Effet des facteurs sur le nombre de rejets produits par plant	31
Tableau VII: Nombre de rejets poussés par plant selon la méthode	32
Tableau VIII : Effet des facteurs sur le nombre de rejets produits par type de rejet	33
Tableau IX: Nombre de rejets obtenus par type de rejet.....	34
Tableau X : Effet des facteurs sur le poids des rejets	35
Tableau XI: Poids moyen des rejets par méthode de multiplication.....	36

Liste des figures

Figure 1: Répartition des feuilles d'ananas sur un plant (A – Plus vieille; F – Plus jeune) (Py, 1969; Malavolta, 1982).....	7
Figure 2: Fruit d'ananas. a = Pain de sucre et b = Cayenne lisse	8
Figure 3 : Les différents rejets de l'ananas. C : la couronne, Ca : le cayeu, Cs : cayeu souterrain, B : bulbille, h : le happa (Source : Malard, 2007).....	9
Figure 4 : Situation géographique et administrative de la zone d'étude (Zè)	18
Figure 5: Cultivar d'ananas Cayenne lisse. a = Rejets sur les plantes et b = Rejets récoltés.	20
Figure 6 : Schéma du dispositif expérimental installé chez un producteur	22
Figure 7: Carte des zones d'expérimentation	23
Figure 8: Technique de destruction du méristème. a = Le gourgeage, b = Méristème enlevé et c = Poussée des rejets.....	25
Figure 9: Technique de castration des plants. a = Castration du bourgeon, b = Bourgeon coupé et c = Plants castrés.	26
Figure 10: Technique de la macropropagation. a = Arrachage des plants, b = Habillage des souches (carottes), c = Découpage des carottes et d = Mise en terre des semenceaux.	27
Figure 11: Variation du nombre moyen de plants ayant réussi selon la méthode	30
Figure 12: Variation du nombre moyen de rejets produits par plant selon la méthode	32
Figure 13: Variation du nombre moyen de rejets produits par type de rejet selon la méthode ...	34
Figure 14: Variation du poids moyen des rejets par méthode de multiplication	36

Sigles et Abréviations

ATDA : Agence Territoriale de Développement Agricole

CAP : Centre Autonome de Perfectionnement

cm : Centimètre

DSA : Direction de la Statistique Agricole

EPAC : Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FSA : Faculté des Sciences Agronomiques

g : Gramme

ha : Hectare

INRAB : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique

INStad : Institut National de la Statistique et de la Démographie

IITA : Institut International en Agriculture Tropicale

Km : Kilomètre

mm : Millimètre

pH : Potentiel d'Hydrogène

PIB : Produit Intérieur Brut

T : Tonne

TIF : Traitement d'Induction Florale

UAC : Université d'Abomey-Calavi

Résumé

L'hétérogénéité des fruits d'ananas compromet les normes de qualité exigées par les marchés internationaux, limitant ainsi les opportunités d'exportation pour les producteurs béninois. Cette hétérogénéité provient principalement de l'utilisation de différents types de rejets pour la plantation, chacun influençant différemment la croissance et la qualité des fruits. L'objectif de cette étude était d'évaluer la performance de trois méthodes de production de rejets d'ananas visant à réduire cette hétérogénéité dans la Commune de Zè, au Bénin : la destruction du méristème apical (gourgeage), la castration après traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation. Un dispositif en blocs dispersés avec 6 répétitions de 30 plants par méthode a été mis en place. Les données sur le taux de réussite, le nombre de rejets par plant, les types de rejets et leurs poids ont été collectées. Les données ont été analysées à l'aide de modèles linéaires à effets mixtes et de modèles linéaires généralisés de Poisson à effets mixtes, en considérant la méthode comme effet fixe et la répétition comme effet aléatoire, et les comparaisons des moyennes ont été réalisées par des tests de Tukey au seuil de 5%. Les résultats ont montré que la castration était la méthode la plus performante avec un taux de réussite de 100% contre 90% pour le gourgeage et 60% pour la macropropagation. Elle a également produit significativement plus de rejets par plant (3 ± 1) que les autres méthodes (2 rejets). De plus, seule la castration a permis d'obtenir les deux types de rejets recherchés (cailleux aériens et happa), offrant une meilleure homogénéité. Une différence de poids a été observée entre les rejets de la castration ($449,01 \pm 13,78$ g), du gourgeage ($450,14 \pm 34,34$ g) et de la macropropagation ($434,47 \pm 7,17$ g). La castration des plants après le TIF s'est révélée la méthode la plus performante pour produire des rejets d'ananas de qualité supérieure et plus homogènes dans les conditions de Zè, permettant de répondre aux exigences des marchés d'exportation.

Mots-clés : Ananas, production des rejets, castration, gourgeage, macropropagation, hétérogénéité des fruits, Zè.

Abstract

The heterogeneity of pineapple fruits compromises the quality standards required by international markets, thereby limiting export opportunities for Beninese producers. This heterogeneity primarily results from the use of different types of suckers for planting, each of which affects fruit growth and quality differently. The objective of this study was to evaluate the performance of three methods for producing pineapple suckers to reduce this heterogeneity in the municipality of Zè, Benin: apical meristem destruction (gouging), castration after floral induction treatment (FIT), and macropropagation. A randomized block design with six repetitions of 30 plants per method was implemented. Data on success rate, number of suckers per plant, types of suckers, and their weights were collected. The data were analyzed using mixed-effects linear models and generalized Poisson mixed-effects linear models, with the method considered as a fixed effect and repetition as a random effect. Mean comparisons were performed using Tukey tests at the 5% significance level. The results showed that castration was the most effective method, with a 100% success rate compared to 90% for gouging and 60% for macropropagation. Castration also produced significantly more suckers per plant (3 ± 1) than the other methods (2 suckers). Additionally, only castration produced both desired types of suckers (aerial and ground suckers), resulting in better homogeneity. A weight difference was observed between castration (449.01 ± 13.78 g), gouging (450.14 ± 34.34 g) and macropropagation (434.47 ± 7.17 g) rejects. Castration of plants after FIT proved to be the most effective method for producing higher quality and more homogeneous pineapple suckers under the conditions in Zè, meeting export market requirements.

Keywords: pineapple, sucker multiplication, castration, girdling, macropropagation, fruit heterogeneity, Zè.

1. INTRODUCTION

L'ananas (*Ananas comosus L.*) est une plante qui est cultivée dans les zones tropicales et subtropicales. Le Bénin est le troisième producteur africain d'ananas après la Côte d'Ivoire et le Ghana, avec une production nationale estimée à 400 000 tonnes en 2019 (FAO, 2020). L'ananas contribue à environ 1,2% du PIB national et 4,3% du Produit Intérieur Brut (PIB) agricole, se plaçant ainsi en deuxième position derrière le coton (DSA, 2024). L'ananas est apprécié pour son fruit qui peut être consommé frais, transformé en jus ou en conserve, ou utilisé comme ingrédient dans diverses recettes culinaires. Il présente également des avantages nutritionnels et thérapeutiques, grâce à sa richesse en vitamines, minéraux et enzymes (Agbangba, 2016). Les conditions édaphiques et climatiques du Sud et du Centre du Bénin sont favorables à la culture de l'ananas et lui confèrent des qualités organoleptiques reconnues sur les marchés nationaux et internationaux (Vigan *et al.*, 2018). Les principales zones de production sont les cinq communes du Département de l'Atlantique : Abomey-Calavi, Allada, Toffo, Tori-Bossito et Zè, qui représentent 97% de la production nationale (DSA, 2015). La Commune de Zè est l'une des plus importantes zones de production d'ananas au Bénin, avec une superficie cultivée de 2 500 ha et une production annuelle de 112 500 tonnes en 2019 (DSA, 2020). Deux variétés sont principalement cultivées : la Cayenne lisse et le Pain de sucre. Le rendement moyen de l'ananas dans le département de l'Atlantique est de 36,41 t/ha pour la variété Pain de sucre et 45,59 t/ha pour la variété Cayenne lisse (LEED, 2016).

Cependant, la filière ananas au Bénin fait face à plusieurs contraintes qui limitent son développement et sa compétitivité. Parmi ces contraintes figurent (i) l'insuffisance et les difficultés d'approvisionnement en rejets de qualité, et (ii) l'hétérogénéité des fruits qui compromet les normes de qualité exigées par les marchés internationaux. Ces problèmes affectent la rentabilité, la qualité et la commercialisation des produits à base d'ananas et réduisent les opportunités d'exportation vers l'Union Européenne (2% seulement) malgré la forte demande sur ce marché (Fassinou Hotegni *et al.*, 2014). La propagation de l'ananas se fait par rejetonnage, c'est-à-dire par la séparation des rejets produits par la plante mère après la fructification. Cette méthode présente des inconvénients tels que : la lenteur (le nombre de rejets par plante étant limité), l'hétérogénéité du matériel végétal et le coût élevé du transport des rejets qui sont lourds et volumineux. En outre, les rejets se comportent différemment sur le terrain selon leur provenance sur la plante mère (Kwa,

2003). Selon le type de rejet utilisé pour la plantation, il est obtenu des résultats différents en termes de durée du cycle, de croissance de la plante et de qualité du fruit (hétérogénéité des fruits) (Charrier *et al.*, 1997). Il est donc recommandé d'utiliser un seul type de rejet par parcelle pour avoir une récolte homogène et uniforme (Charrier *et al.*, 1997).

Pour pallier aux problèmes précédemment relevés, il est nécessaire de rechercher des méthodes de production efficaces pour obtenir des plants d'ananas plus homogènes et plus compétitifs sur le marché. Plusieurs méthodes ont été proposées, telles que la destruction du méristème apical de la tige (gougeage), la fragmentation du matériel végétal (macropropagation), la castration des plants en floraison et la multiplication in vitro. Cependant, ces méthodes donnent des résultats variables en termes de qualité des rejets et des fruits. Il est donc important d'identifier la meilleure méthode permettant de produire massivement des rejets de qualité et d'obtenir des fruits plus homogènes. C'est dans cette perspective que cette étude vise principalement à évaluer la performance de trois méthodes spécifiques : la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets dans la Commune de Zè.

Pour atteindre cet objectif global, les objectifs spécifiques suivants sont poursuivis :

- déterminer l'effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le nombre de plant ayant réussi ;
- déterminer l'effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le nombre total de rejets par plant ;
- examiner l'effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le type de rejets ;
- déterminer l'effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le poids des rejets.

Cette étude nous amène à formuler les hypothèses suivantes :

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

- La destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets a un effet significatif sur le nombre de plants ayant réussi.
- La destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets influencent de manière significative le nombre total de rejets par plant.
- Les différents traitements (destruction du méristème apical, castration après TIF, macropropagation des rejets) affectent de façon significative le type de rejets obtenus.
- La destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets a un impact significatif sur le poids des rejets.

2. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Classification et origine

L'ananas (*Ananas comosus*) est une plante herbacée vivace appartenant à la famille des Broméliacées. Cette famille comprend environ 3 000 espèces, principalement des plantes épiphytes qui poussent sur d'autres végétaux sans en tirer leur nourriture. Cependant, l'ananas se distingue par son mode de croissance terrestre. Originaire d'Amérique du Sud, il est particulièrement associé au Bassin amazonien, à la Guyane et à l'Argentine, où il pousse à l'état sauvage dans des zones tropicales humides (Kobenan *et al.*, 2005). Aujourd'hui, il est cultivé à grande échelle dans plusieurs régions du monde, notamment aux États-Unis (Hawaï), en Côte d'Ivoire et au Costa Rica, qui sont parmi les principaux producteurs mondiaux (Kobenan *et al.*, 2005).

L'espèce *Ananas comosus* comprend une diversité de cultivars, adaptés à différents environnements et utilisations. Parmi les cultivars les plus connus, on trouve : Cayenne, Spanish, Victoria, Pernambuco et Perolera. Le cultivar Cayenne, en particulier, est le plus répandu et le plus cultivé à l'échelle mondiale en raison de ses qualités gustatives, de sa taille imposante et de sa productivité élevée. Il est souvent utilisé pour la transformation en jus et en conserves (Malard, 2007). Les autres cultivars, comme Spanish et Victoria, sont appréciés pour leur résistance aux maladies et leur adaptation à des conditions climatiques spécifiques.

2.2. Exigences climatiques

2.2.1. Température

La température est un facteur clé dans la culture de l'ananas, influençant à la fois sa croissance et sa multiplication par rejets. L'ananas est une plante tropicale qui préfère les climats chauds et humides, avec des températures comprises entre 20°C et 45°C. Des températures inférieures à 20°C ralentissent considérablement sa croissance, tandis que des températures supérieures à 45°C peuvent causer des dommages irréversibles aux tissus végétaux (Diary, 2003). Pour la prolifération des rejets, l'optimum se situe entre 35°C et 45°C, tandis que des températures inférieures à 30°C ou supérieures à 48°C peuvent nuire à cette phase de multiplication (Diary, 2003). Ces exigences thermiques expliquent pourquoi l'ananas est principalement cultivé dans les zones de basse altitude des régions tropicales.

2.2.2. Eau

L'ananas est relativement peu exigeant en eau, nécessitant environ 2 à 4 mm d'eau par jour, ce qui correspond à des précipitations annuelles de 1200 à 1500 mm, bien réparties tout au long de l'année. Cependant, un excès d'eau, notamment pendant la phase de multiplication des rejets, peut entraîner la pourriture des plants et favoriser le développement de maladies fongiques (Coulibaly *et al.*, 2012). À l'inverse, une sécheresse prolongée peut réduire la taille des fruits et affecter leur qualité. Ainsi, un système d'irrigation bien géré est essentiel pour optimiser la production.

2.2.3. Lumière

La lumière joue un rôle crucial dans le rendement de l'ananas. Une réduction de 20% de l'éclairement peut diminuer le rendement de 10% (Balandier, 1992). La lumière influence également la photosynthèse, la croissance des feuilles et la coloration des fruits. Un ensoleillement optimal favorise une coloration uniforme et attrayante des fruits, un facteur important pour leur commercialisation. Dans les régions où l'ensoleillement est insuffisant, des pratiques culturales comme l'élagage des plantes environnantes peuvent être nécessaires pour maximiser l'exposition à la lumière.

2.2.4. Sol

L'ananas s'adapte particulièrement bien aux sols meubles, bien aérés et perméables, en raison de son système racinaire superficiel et fragile (Bouffin, 1992). Les sols riches en azote, potassium, magnésium, calcium et phosphore sont idéaux pour sa croissance. Le cultivar Cayenne lisse préfère les sols acides, avec un pH compris entre 4,5 et 5,5. Un pH supérieur à 7 peut entraîner des carences en fer et en manganèse, nuisant à la santé de la plante (Bouffin, 1992). Par ailleurs, les sols compactés ou mal drainés doivent être évités, car ils limitent le développement des racines et augmentent le risque de maladies.

2.3. Cycle de production

Le cycle de production de l'ananas varie en fonction du type et du poids des rejets utilisés pour la plantation. Pour assurer une homogénéité dans le développement des plants et la taille des fruits, il est essentiel de sélectionner des rejets de poids similaire (Malard, 2007). Le cycle complet, de la plantation à la récolte, dure généralement entre 12 et 20 mois, incluant une phase végétative de

6 à 8 mois et une phase reproductive de 5 à 6 mois. La durée du cycle peut varier selon les cultivars et les conditions environnementales (Malard, 2007). Par exemple, dans des conditions optimales de température et d'humidité, certains cultivars peuvent atteindre la maturité plus rapidement.

2.4. Plantation, récolte et rendements

La densité de plantation de l'ananas dépend des écartements adoptés. Un écartement courant de 50 cm x 50 cm permet de planter environ 40000 pieds par hectare (Abousalim, 2003). Il est recommandé d'éviter les rejets trop petits (moins de 150 g) ou trop gros (plus de 400 g) pour optimiser la croissance et la productivité. Les rejets de taille moyenne (200 à 300 g) sont généralement préférés, car ils assurent une croissance uniforme et une maturation simultanée des fruits. La période de récolte est déterminée en fonction de l'utilisation du fruit: pour l'exportation, les fruits sont récoltés lorsqu'ils commencent à jaunir à la base. Les rendements moyens se situent entre 30 et 40 t/ha, mais peuvent varier en fonction des pratiques culturales et des conditions environnementales (Kobenan *et al.*, 2005).

2.5. Description botanique de la plante d'ananas

2.5.1. Racines

Le système racinaire de l'ananas est superficiel et fragile, s'étendant principalement dans les 15 premiers centimètres du sol. Quelques racines peuvent atteindre 30 cm de profondeur, et exceptionnellement 60 cm, selon la nature du substrat. On distingue trois types de racines: les racines primaires, qui se développent à partir de la base de la tige, les racines adventives, qui émergent des nœuds de la tige, et les racines secondaires, qui se ramifient à partir des racines primaires (CIRAD, 2015). Ce système racinaire peu profond rend la plante sensible à la sécheresse et aux perturbations du sol.

2.5.2. Tige

La tige de l'ananas est courte, mesurant 20 à 25 cm de longueur, avec un diamètre de 2 à 3,5 cm à la base et de 5,5 à 6,5 cm près du méristème terminal. Elle est composée de nombreux entre-nœuds très courts et est souvent appelée "souche" (Duval *et al.*, 1995). La tige sert de support aux feuilles et aux racines, et c'est à partir de son méristème apical que se développe l'inflorescence.

2.5.3. Feuilles

Les feuilles de l'ananas sont disposées en spirale autour de la tige, formant une rosette dense caractéristique des Broméliacées. Une plante adulte compte environ 70 à 80 feuilles, dont la couleur varie selon le cultivar, allant du jaune pâle au rose mauve. Les bords des feuilles peuvent être épineux ou lisses, selon les variétés (Lebeau & Ceppens, 2008). Les feuilles jouent un rôle crucial dans la photosynthèse et le stockage de l'eau, grâce à leur structure en forme de gouttière qui dirige l'eau vers la base de la plante. Elles sont disposées autour de la tige en spirale d'orientation droite ou gauche, la plus ancienne à l'extérieur et la plus jeune vers le centre comme le montre la figure 1 (Krauss, 1948b, Py *et al.*, 1987).

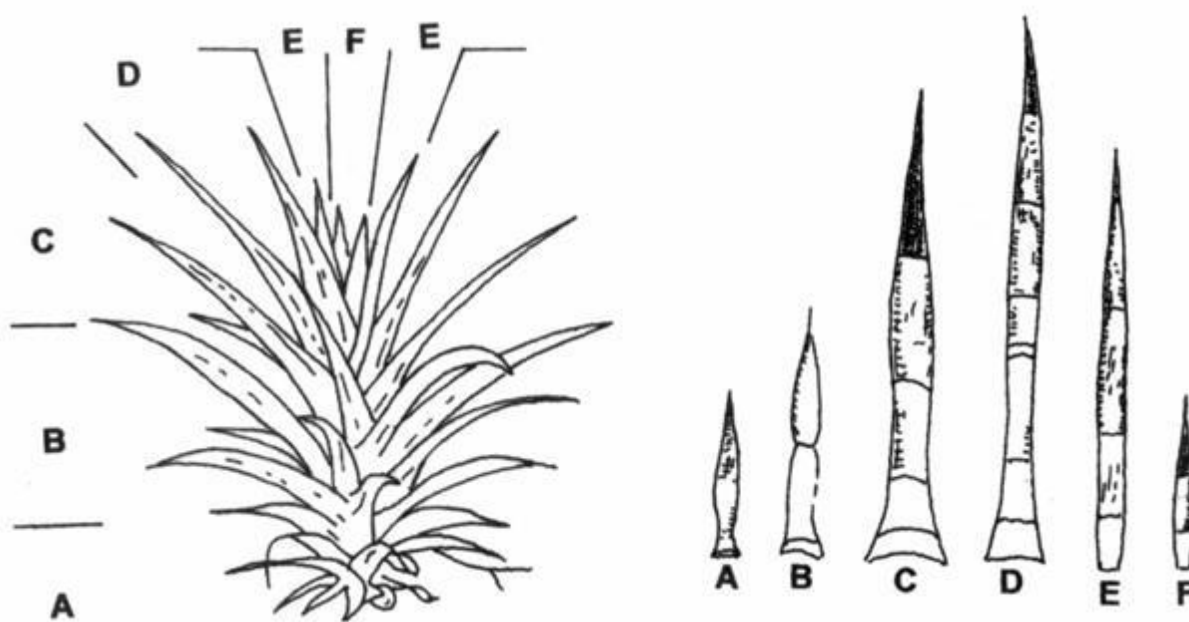


Figure 1: Répartition des feuilles d'ananas sur un plant (A – Plus vieille; F – Plus jeune) (Py, 1969; Malavolta, 1982)

La feuille "D" est la feuille la plus jeune parmi les feuilles adultes et la plus physiologiquement active. Elle est utilisée pour évaluer l'état nutritionnel et la croissance de la plante. Elle est la plus haute des feuilles et présente des bords inférieurs perpendiculaires à la base. La feuille "D" peut être facilement séparée de la plante (Py *et al.*, 1987).

2.5.4. Fruit

L'ananas produit un fruit unique (Figure 2), issu du développement des pièces florales en un fruit parthénocarpique (sans fécondation). La surface du fruit est marquée par des "yeux", correspondant aux extrémités des bractées et des sépales. Au sommet du fruit se développe une couronne de feuilles, qui peut être utilisée pour la propagation de nouvelles plantes. Les ananas sont des fruits non-climatériques, ce qui signifie qu'ils ne mûrissent plus après la récolte. Pour choisir un fruit mûr, il est préférable de se fier à son odeur fruitée, son poids et la fraîcheur de ses feuilles plutôt qu'à sa couleur (Ratinarivo, 2010). Une fois récolté, le fruit doit être consommé ou transformé rapidement pour éviter la détérioration.



Figure 2: Fruit d'ananas. a = Pain de sucre et b = Cayenne lisse

2.5.5. Rejets

La formation des feuilles est accompagnée de la constitution de plages de cellules méristématiques qui restent à leur aisselle. Ces lots de cellules méristématiques forment ultérieurement les bourgeons axillaires dans le plan médian des feuilles axillantes, visibles extérieurement sur la tige lorsque les feuilles sont prélevées. C'est le rapport cytokinines et auxine qui semble régler le développement des bourgeons axillaires. Ces bourgeons axillaires sont à l'origine de trois types de rejets : cayeux, happas et bulbilles. Le rejet porte un nom différent en fonction de sa situation sur la charpente du plant-mère, le niveau où sont formés les différents rejets sur la plante-mère est un critère à considérer pour les techniques de culture et la qualité des fruits. Selon Malard (2007), il est distingué au total quatre types de rejets (Figure 3) : cayeux souterraine et aérienne, happas,

bulbilles et couronnes. Ces productions sont au centre de nos préoccupations car elles ont une grande importance agronomique.

- **La couronne** : qui se trouve au sommet du fruit dans un état dormant une fois plantée, reprend son développement, mais sur le fragment de couronne le nombre de bourgeon est faible.
- **Le cayeux** : les cayeux sont des pousses issues des bourgeons axillaires de la tige ; le nombre de bourgeons est plus élevé par rapport à la couronne et les autres rejets. Ils peuvent être formés sur la partie souterraine de la tige et sont appelés cayeux souterrains ; lorsqu'ils sont issus de la partie aérienne, ils sont dénommés simplement cayeux.
- **La bulbille** : qui prend naissance à la base du fruit. Elle se développe à partir d'un bourgeon axillaire du pédoncule. Après la récolte du fruit, son développement s'arrête et elle tombe sur le sol.
- **Le happa** : qui est un rejet intermédiaire entre le cayeux et la bulbille. Il se développe à partir du bourgeon axillaire, situé à la jonction de la tige et du pédoncule du fruit.

Les différents types de rejets présentent des différences morphologiques et physiologiques qui leur confèrent des qualités variables comme matériel de plantation.

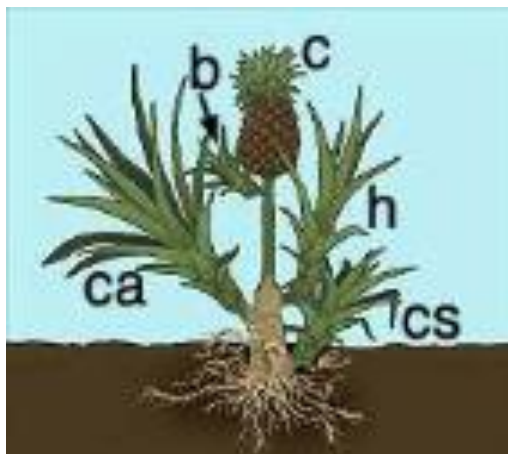


Figure 3 : Les différents rejets de l'ananas. C : la couronne, Ca : le cayeux, Cs : cayeux souterrain, B : bulbille, h : le happa (**Source** : Malard, 2007).

2.6. Technique de multiplication du matériel végétal

L'ananas dispose de plusieurs types d'ensembles organiques qui peuvent être utilisés pour la multiplication. La plantation de l'ananas se fait uniquement par rejets, c'est une multiplication végétative au même titre que le bouturage. Il est donc primordial de sélectionner ces rejets sur des plants sains et vigoureux (Malard, 2007). Il existe plusieurs techniques permettant d'accélérer la multiplication végétative de l'ananas. Ces techniques varient dans leur niveau de sophistication et les taux de prolifération des rejets. Dans leur ensemble par ces méthodes, il est cherché surtout à accélérer le démarrage des bourgeons axillaires (les âmes emprisonnés) par suppression des effets d'inhibition exercés par le méristème apical (Malard, 2007). D'une part, il est distingué : la multiplication par extraction des bourgeons, la technique de culture *in vitro*, technique de l'éclaircissage des rejets ou le rabattage des souches, la multiplication par fragmentation des tiges. Quoique le taux de multiplication par explant "*in vitro*" soit impressionnant et incomparablement plus élevé par rapport aux autres techniques, les auteurs reconnaissent l'extrême lenteur de la phase d'acclimatation. A la Réunion, l'acclimatation de *in vitro* plants de 1-2 g du cultivar Queen a duré 10 mois pour obtenir des plantules de 120-130 g (Foliot, 1990). Il existe aussi un effet *in vitro*-plant, les premiers plants issus de culture *in vitro* peuvent avoir des comportements aberrants (exemple : qualité de fruit médiocre). La culture *in vitro* est une avancée majeure pour la multiplication des plants d'ananas. Cette technique permet de produire rapidement un grand nombre de plants uniformes et exempts de pathogènes. Folliot et Marchal (1991) ont démontré l'efficacité de cette méthode pendant la phase d'acclimatation des vitroplants. Les vitroplants présentent une meilleure vigueur comparée aux rejets traditionnels, bien que leur coût de production soit plus élevé. Cette technique est recommandée pour les projets à grande échelle ou pour l'introduction de nouvelles variétés. Il faut parfois attendre plusieurs cycles avant que ces caractéristiques de la variété ne se stabilisent (Govindin, 2012). Les deux premières méthodes ne pouvant être pratiquées qu'en laboratoire par des spécialistes, et avec un matériel adéquat. D'autre part, des techniques telles que l'éclaircissage des rejets et le rabattage des souches ne garantissent pas la qualité sanitaire des plants et ne débouchent que sur de faibles rendements tout en nécessitant des besoins en main-d'œuvre élevés.

Une méthode innovante pour la multiplication en masse consiste à activer les bourgeons latents des rejets. Mukendi Kalala (2018) explique que cette technique stimule la croissance des bourgeons dormants, augmentant ainsi le nombre de plants disponibles en peu de temps. Cette

technique est particulièrement adaptée pour les producteurs cherchant à maximiser leur rendement sur une période limitée.

L'induction florale est utilisée pour favoriser la production de rejets à l'aide de régulateurs de croissance. Py (1955) a étudié l'utilisation de l'éthrel, qui accélère le développement des rejets. Cette technique est particulièrement utile en période de crise de rejets, permettant d'augmenter temporairement l'offre de matériel de plantation. Cependant, l'application des régulateurs doit être rigoureusement contrôlée pour éviter les effets indésirables sur la floraison. Dans les régions où la saison sèche est prolongée, le stockage des rejets est une pratique essentielle. Py (1969) recommande l'humidification périodique des rejets pour maintenir leur viabilité. Cette technique garantit une meilleure reprise après la plantation, réduisant ainsi les pertes liées au stress hydrique. Sarah (1987) a démontré l'impact positif des traitements nématicides sur la qualité des rejets d'ananas. Ces traitements réduisent les infestations de nématodes, améliorant ainsi la croissance et la vigueur des rejets. Cette pratique est particulièrement pertinente dans les régions où les nématodes constituent une menace majeure pour les cultures d'ananas.

Côte *et al.* (1991) ont comparé la micropropagation *in vitro* à la multiplication classique par rejets. Leurs résultats montrent que les vitroplants présentent une meilleure uniformité et une résistance accrue aux maladies. Cette méthode est cependant plus coûteuse et nécessite une expertise spécifique.

Les techniques de multiplication des rejets d'ananas jouent donc un rôle fondamental dans la durabilité et la productivité de cette culture. Alors que les méthodes traditionnelles restent largement utilisées, les techniques modernes, telles que la culture *in vitro* et l'activation des bourgeons latents, offrent des solutions prometteuses pour augmenter la disponibilité des plants.

2.7. Itinéraire de production de l'ananas

La production de l'ananas (*Ananas comosus L.*) repose sur un itinéraire technique bien défini qui influence directement la productivité et la qualité des fruits. Cet itinéraire se compose de plusieurs étapes essentielles: sélection du sol, préparation du terrain, plantation, entretien, induction florale, récolte et post-récolte. Chaque phase est déterminante pour assurer un rendement optimal et limiter les risques liés aux maladies et aux conditions climatiques.

2.7.1. Sélection du sol et préparation du terrain

L'ananas nécessite un sol bien drainé, léger à moyennement lourd, avec une texture limono-sableuse permettant une bonne aération et un développement racinaire optimal. Un pH compris entre 4,5 et 6,5 est essentiel pour éviter les carences nutritionnelles, notamment la chlorose ferrique, qui peut nuire à la croissance des plants. Les sols trop argileux ou compacts sont déconseillés en raison de leur rétention excessive d'eau, pouvant provoquer l'asphyxie des racines et le développement de maladies racinaires (Ducieux et *al.*, 1980).

L'intégration de matières organiques est une étape clé dans la fertilisation du sol, car elle améliore sa structure, favorise l'activité microbienne et augmente la rétention des éléments nutritifs. Le compost agricole, appliqué à raison de 20 à 30 tonnes par hectare avant la plantation, enrichit le sol en matière organique stable. L'ajout de fumier bien décomposé (bovin ou volaille) à hauteur de 10 à 15 tonnes par hectare contribue à l'apport en azote et en micro-organismes bénéfiques. De plus, les tourteaux végétaux issus du neem, du ricin ou du palmiste, incorporés entre 3 et 5 tonnes par hectare, apportent des éléments fertilisants et participent à la lutte biologique contre certains pathogènes du sol (Fournier, 2012).

Avant la plantation, il est essentiel de bien préparer le terrain pour garantir un enracinement homogène et une croissance vigoureuse des plants. Le labour du sol, effectué sur une profondeur de 20 à 30 cm, permet de l'ameublir et d'améliorer son drainage. Une gestion efficace du drainage est indispensable pour prévenir l'accumulation d'eau, qui pourrait favoriser l'apparition de maladies fongiques (Sander et *al.*, 2019).

Dans certaines régions, l'utilisation du paillage plastique est courante pour réduire l'évaporation, maintenir l'humidité du sol et limiter le développement des adventices, réduisant ainsi la concurrence pour les nutriments et l'eau (Lemaire, 1968). En outre, le paillis plastique joue un rôle dans la protection du sol en limitant l'érosion et en améliorant la structure du sol à long terme (Fortier, 2020). Toutefois, l'impact environnemental de ces matériaux reste un sujet de préoccupation, et des tests de biodégradabilité sont menés pour évaluer leur durabilité et leur effet sur la qualité des sols agricoles (Sander et *al.*, 2019).

2.7.2. Plantation et densité des plants

Matériel de plantation: Utilisation de rejets ou drageons, traités contre les pathogènes avant la plantation.

Écartement et densité de plantation

L'espace des plants influence le rendement et la gestion des adventices. Voici les écarts les plus courants:

- **Système en simple rang:** 80 cm entre les lignes, 30 cm entre les plants (41 000 plants/ha).
- **Système en double rang:** 90 cm entre les lignes, 25 cm entre les plants (53 000 à 60 000 plants/ha).
- **Système en quinconce:** 100 cm entre les lignes, 25 cm entre les plants (60 000 à 75 000 plants/ha), généralement adopté pour une densité optimale (Dupuis, 2013).

2.7.3. Entretien, fertilisation et gestion des bioagresseurs

Fertilisation et doses recommandées

La fertilisation est essentielle pour assurer la croissance et le développement des fruits. Le schéma de fertilisation de l'ananas repose sur un apport équilibré en azote, phosphore et potassium, réparti en plusieurs applications au cours du cycle cultural (Chogou et *al.*, 2017). Le tableau I présente les doses recommandées et les périodes d'application des principaux éléments nutritifs nécessaires à la croissance optimale des plants.

Tableau I: Fertilisation et doses recommandées

Éléments nutritifs	Dose recommandée	Période d'application
Azote (N)	200 à 250 kg/ha	Fractionné en 3 applications : 30 jours après plantation, 4 mois et 8 mois après (Chogou et <i>al.</i> , 2017).
Phosphore (P ₂ O ₅)	80 à 100 kg/ha	Appliqué au labour et en couverture 4 mois après plantation.
Potassium (K ₂ O)	300 à 350 kg/ha	Fractionné en 3 applications (2, 5 et 8 mois après plantation) pour favoriser la floraison et le grossissement des fruits.

Désherbage et calendrier recommandé

Le contrôle des adventices est une pratique indispensable pour garantir un bon développement des plants d'ananas. Un désherbage bien planifié réduit la concurrence avec les mauvaises herbes et optimise l'absorption des nutriments par les plants. Le désherbage peut être manuel, mécanique ou chimique, selon le système de culture adopté (Chogou et *al.*, 2017). Le tableau II présente le

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

calendrier recommandé pour les interventions de désherbage en fonction des stades de développement de la culture.

Tableau II: Désherbage et calendrier recommandé

Période	Type de désherbage	Objectif
1 mois après plantation	Désherbage manuel ou chimique sélectif	Élimination des adventices concurrentes.
4 mois après plantation	Désherbage chimique léger	Réduction des mauvaises herbes avant la fertilisation complémentaire.
8 mois après plantation	Désherbage mécanique ou manuel	Nettoyage avant l'induction florale.

Principaux bioagresseurs et méthodes de lutte

L'ananas est confronté à plusieurs ravageurs et maladies qui peuvent compromettre le rendement et la qualité du fruit. Une gestion efficace des bioagresseurs repose sur une combinaison de pratiques culturales, de traitements biologiques et, lorsque nécessaire, d'interventions chimiques ciblées (Adabe et *al.*, 2016). Le tableau III liste les principaux bioagresseurs affectant la culture de l'ananas ainsi que les moyens de lutte recommandés.

Tableau III: Principaux bioagresseurs et méthodes de lutte

Bioagresseur	Symptômes	Produit de lutte recommandé
Cochenille farineuse (<i>Dysmicoccus brevipes</i>)	Affaiblissement des plants, retard de croissance	Insecticides biologiques à base de neem ou pyréthrinoides (Adabe et <i>al.</i> , 2016).
Nématodes (<i>Pratylenchus brachyurus</i>)	Racines nécrosées, retard de croissance	Rotation culturale et nematicides biologiques (<i>Paecilomyces lilacinus</i>).
Fusariose de l'ananas (<i>Fusarium spp.</i>)	Décoloration des feuilles, pourriture racinaire	Traitement des rejets à l'eau chaude (50°C pendant 20 min) et fongicides systémiques.

Mildiou (<i>Phytophthora cinnamomi</i>)	Taches brunes sur les feuilles et fruits	Utilisation de fongicides à base de métalaxyl et gestion de l'humidité (Touron et <i>al.</i> , 2000).
---	--	---

2.7.4. Induction florale

L'induction florale artificielle est cruciale pour synchroniser la floraison et planifier la récolte. Elle se fait en appliquant de l'éthéphon (un régulateur de croissance) environ 8 à 12 mois après la plantation. L'induction florale mal maîtrisée entraîne une floraison irrégulière et des pertes de rendement (Azonkpin et *al.*, 2017).

2.7.5. Récolte et post-récolte

L'ananas atteint sa maturité environ 5 à 6 mois après l'induction florale, soit 12 à 18 mois après la plantation. La récolte se fait lorsque les fruits atteignent leur maturité physiologique, ce qui est déterminé par la couleur de l'épiderme et la teneur en sucre du fruit. Une récolte précoce réduit la qualité gustative et la durée de conservation, tandis qu'une récolte tardive augmente le risque de détérioration post-récolte (Chogou et *al.*, 2017; Azonkpin et *al.*, 2017).

Le rendement de l'ananas varie en fonction des itinéraires techniques utilisés, des conditions agroécologiques et des pratiques culturales adoptées. Les valeurs couramment observées sont:

- **Rendement faible:** 10 à 25 tonnes/ha, lorsque les pratiques culturales ne sont pas optimisées (Chogou et *al.*, 2017).
- **Rendement moyen:** 30 à 50 tonnes/ha, dans des conditions normales de culture avec une fertilisation et un entretien adéquats.
- **Rendement élevé:** 60 à 75 tonnes/ha, obtenu avec des techniques de culture intensives, une gestion efficace des intrants et une planification rigoureuse des interventions (Azonkpin et *al.*, 2017).
- **Rendement maximal observé:** jusqu'à 80 tonnes/ha, dans des systèmes de production optimisés utilisant des variétés améliorées et une gestion agroécologique avancée (Adabe et *al.*, 2016).

Après la récolte, les fruits sont triés en fonction de leur taille et de leur qualité. Pour limiter les pertes, certaines techniques post-récolte sont appliquées:

- **Traitement antifongique:** Application de cire ou de fongicides légers pour limiter les infections pendant le transport.
- **Stockage et transport:** Conservation à 7-10°C pour prolonger la durée de vie des fruits destinés à l'exportation.
- **Conditionnement:** Les fruits sont emballés en fonction des exigences du marché (local ou international) afin de garantir leur fraîcheur et leur qualité visuelle.

L'optimisation des pratiques post-récolte permet de réduire les pertes et d'améliorer la commercialisation de l'ananas sur les marchés nationaux et internationaux.

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Milieu d'étude

La Commune de Zè est située dans le Département de l'Atlantique au Sud du Bénin. Elle s'étend sur une superficie de 543 km² (Institut National de la Statistique et de la Démographie [INStAD], 2016). Selon le recensement de 2013, elle compte une population de 106913 habitants (INStAD, 2016). La commune est limitée au Nord par Zogbodomey et Toffo, au sud par Abomey-Calavi et Tori-Bossito, à l'Est par Adjohoun et Bonou, et à l'Ouest par Allada (Hougnikpo, 2016). Elle comprend 73 villages et quartiers répartis en 11 arrondissements : Zè Centre, Adjan, Dawè, Djigbé, Dodji-Bata, Hèkanmè, Koundokpoé, Sèdjè-Dénou, Sèdjè-Houégoudo, Tangbo-Djèvié et Yokpo (INStAD, 2016).

Le climat de Zè est subtropical, caractérisé par deux saisons de pluies et deux saisons sèches (Adam & Boko, 1993). La température moyenne annuelle est de 27°C, avec des variations mensuelles situées entre 22°C et 32°C (Yabi & Afouda, 2012). La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 1200 mm, les précipitations mensuelles variant de 50 à 250 mm (Yabi & Afouda, 2012).

Le relief est principalement plat à légèrement ondulé, facilitant les activités agricoles. Les sols sont majoritairement ferrugineux tropicaux, propices à la culture vivrière et fruitière, mais sujets à l'érosion en période de fortes pluies (Boko *et al.*, 2012). Les sols sablo-argileux, rencontrés dans certaines parties de la commune, offrent de bonnes conditions pour la culture de l'ananas.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

La commune est traversée par plusieurs cours d'eau temporaires qui alimentent les activités agricoles pendant la saison des pluies. Le réseau hydrographique est irrégulier et insuffisant pour une irrigation permanente, ce qui rend l'agriculture tributaire des précipitations. La végétation de Zè est caractérisée par une mosaïque de savanes arborées et de forêts claires. On y trouve des espèces telles que le palissandre, le néré (*Parkia biglobosa*), et le karité (*Vitellaria paradoxa*). Ces ressources végétales sont utilisées pour le bois de chauffe, la médecine traditionnelle et l'artisanat local (Akoègninou *et al.*, 2006).

La faune locale comprend des petits mammifères, des oiseaux tels que les tourterelles et les pintades, ainsi que des reptiles. Bien que la faune sauvage soit en déclin à cause de la pression humaine et de l'exploitation agricole, des initiatives locales visent à préserver certaines espèces (Adomou *et al.*, 2014). La population de Zè est en majorité rurale, avec une forte proportion de jeunes. La densité de population est relativement modérée, mais la commune connaît une croissance démographique rapide (INStaD, 2016). Les principales ethnies présentes sont les Fon et les Aïzo, qui cohabitent pacifiquement et partagent des pratiques culturelles similaires.

L'économie locale repose principalement sur l'agriculture, qui constitue la principale source de revenus pour la majorité des ménages. Parmi les cultures vivrières les plus pratiquées, on retrouve le maïs, le manioc, le niébé et les agrumes (Boko *et al.*, 2012). L'ananas occupe une place prépondérante dans la filière agricole de la commune. Avec une superficie de 3000 hectares consacrés à la culture d'ananas, environ 6000 producteurs sont impliqués dans cette activité, générant des revenus considérables pour les ménages ruraux (Aladé *et al.*, 2020). La variété Cayenne lisse est la plus cultivée, prisée pour sa qualité gustative et sa longue conservation.

La commune dispose de marchés locaux où les produits agricoles sont écoulés, notamment le marché central de Zè. Cependant, les infrastructures routières sont insuffisantes, rendant l'accès à certaines zones difficile, surtout en saison des pluies. Les services de santé et d'éducation sont limités, mais des efforts sont en cours pour améliorer les conditions de vie des populations locales (Hougnikpo, 2016).

La figure 4 présente la situation géographique et administrative de la Commune de Zè.

*Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (*Ananas comosus* L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin*

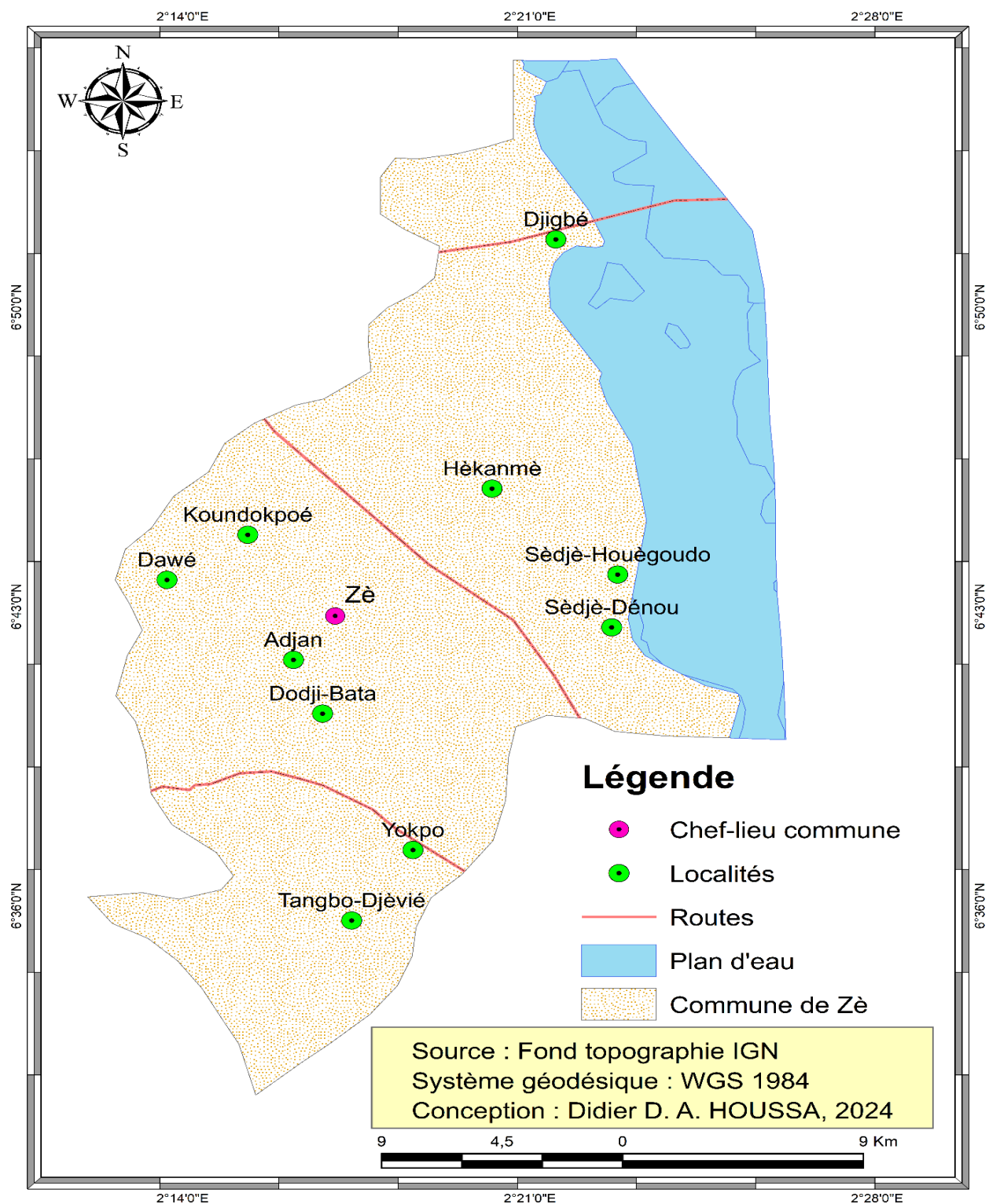


Figure 4 : Situation géographique et administrative de la zone d'étude (Zè)

3.1.1. Site expérimental

Les expérimentations ont lieu dans les arrondissements de Zè Centre, Dôdj-Bata, Adjani, Dawè, Hèkanmè et Koundokpoé de la Commune de Zè située dans le pôle de développement agricole 7 du Bénin.

3.1.2. Période expérimentale

Les expérimentations ont été réalisées au cours de la période allant de mars 2022 à Novembre 2023 pour les trois essais.

3.2. Matériel végétal

3.2.1. Choix de la variété d'ananas

Le matériel végétal qui a fait l'objet de cette étude est constitué d'un cultivar d'ananas (*Ananas comosus*) : **Cayenne lisse**. Il est le plus cultivé dans le monde et de ce fait, le plus étudié (Bartholomew *et al.*, 2003). Le choix a été porté sur ce cultivar à cause de son appréciation par les paysans, les commerçants pour ses qualités organoleptiques intéressantes et pour son fruit de très gros calibre (plus de 2 kg). Les difficultés à obtenir des rejets en grande quantité et de bonne qualité pour ce cultivar justifient également son choix. Les matériels de plantation de ce cultivar sont des cayeux provenant des producteurs de Zè Centre, Dôdj-Bata, Adjani, Dawè, Hèkanmè et Koundokpoé (Figure 5). Le calibre retenu est de 300-350 g. La limite supérieure est fixée assez élevée afin d'obtenir assez de matériel.



Figure 5: Cultivar d'ananas Cayenne lisse. a = Rejets sur les plantes et b = Rejets récoltés.

3.2.2. Préparation des rejets d'ananas

Des rejets d'ananas sains et de taille similaire ont été prélevés sur des plants-mères de variété Cayenne lisse.

3.3. Méthodes

3.3.1. Recherche documentaire

La recherche documentaire a été menée de manière approfondie afin de rassembler les informations nécessaires à l'étude. Elle s'est déroulée dans plusieurs centres de documentation et bibliothèques spécialisés. Tout d'abord, des recherches ont été effectuées à la bibliothèque de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) ainsi qu'au centre de documentation du département de Génie de l'environnement, situé au sein de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin. Ces lieux ont permis d'accéder à des ressources académiques et scientifiques de qualité. Ensuite, des investigations ont été réalisées à l'Institut national des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et à l'Université Nationale d'Agriculture (UNA), deux institutions reconnues pour leur expertise dans le domaine agricole.

De plus, des ressources ont été consultées à l'Institut International en Agriculture Tropicale (IITA), un organisme de référence pour les recherches en agriculture tropicale.

Par ailleurs, des recherches complémentaires ont été menées au centre de documentation de l'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA 7) et à la Direction de la Statistique Agricole (DSA), où des données techniques et statistiques pertinentes ont été collectées. Enfin, pour élargir l'accès aux informations et actualiser les connaissances, une recherche approfondie a été effectuée sur internet. Cette démarche a permis de consulter des publications récentes, des articles scientifiques, des rapports techniques et d'autres ressources en ligne utiles à l'étude. L'ensemble de ces recherches documentaires a fourni une base solide et diversifiée pour soutenir les analyses et les conclusions de ce travail.

3.3.2. Dispositif expérimental

L'essai est conduit suivant un dispositif en blocs aléatoires complets dispersés en 6 répétitions. Six (06) producteurs d'ananas de Zè Centre, Dodj-Bata, Adjan, Dawè, Hèkanmè et Koundokpoé ont été sélectionnés et trois essais correspondant aux trois méthodes de multiplication (la destruction du méristème (A), la castration des plants (B) et la macro propagation (C)) ont été installés chez chacun d'eux (Figure 6). Il y a donc une répétition de chaque technique de multiplication dans un dispositif en blocs aléatoires complets chez chaque producteur des arrondissements de Zè Centre, Dodj-Bata, Adjan, Dawè, Hèkanmè et Koundokpoé (Figure 7).

Une superficie de 2,5 m² composée de trois lignes de 10 plants chacune a été définie pour les méthodes A et B. La méthode C a été mise en place sur une superficie de 3 m². Un écartement de 30 cm entre plants a été observé (Figure 6).

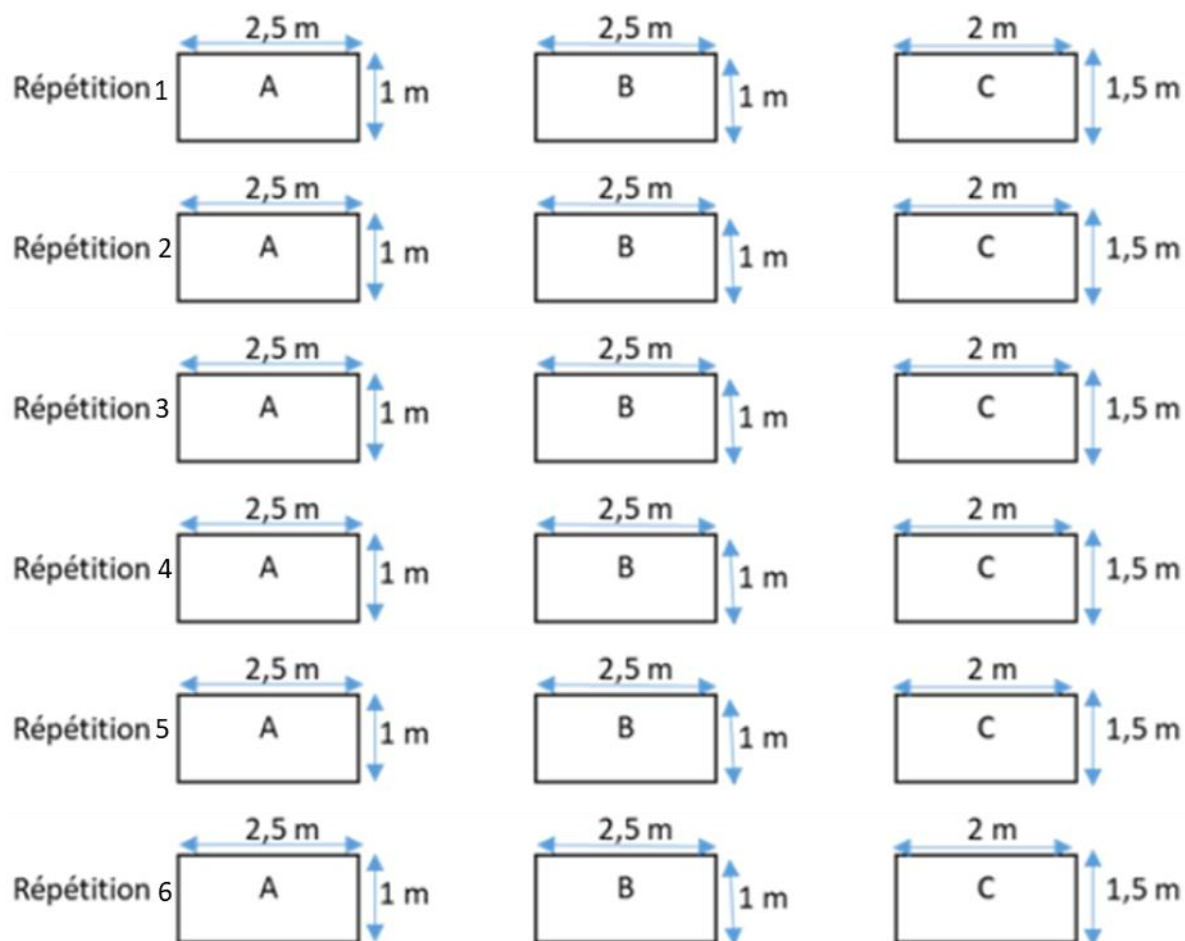


Figure 6 : Schéma du dispositif expérimental installé chez un producteur

La figure 7 présente les arrondissements où les essais ont été installés.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

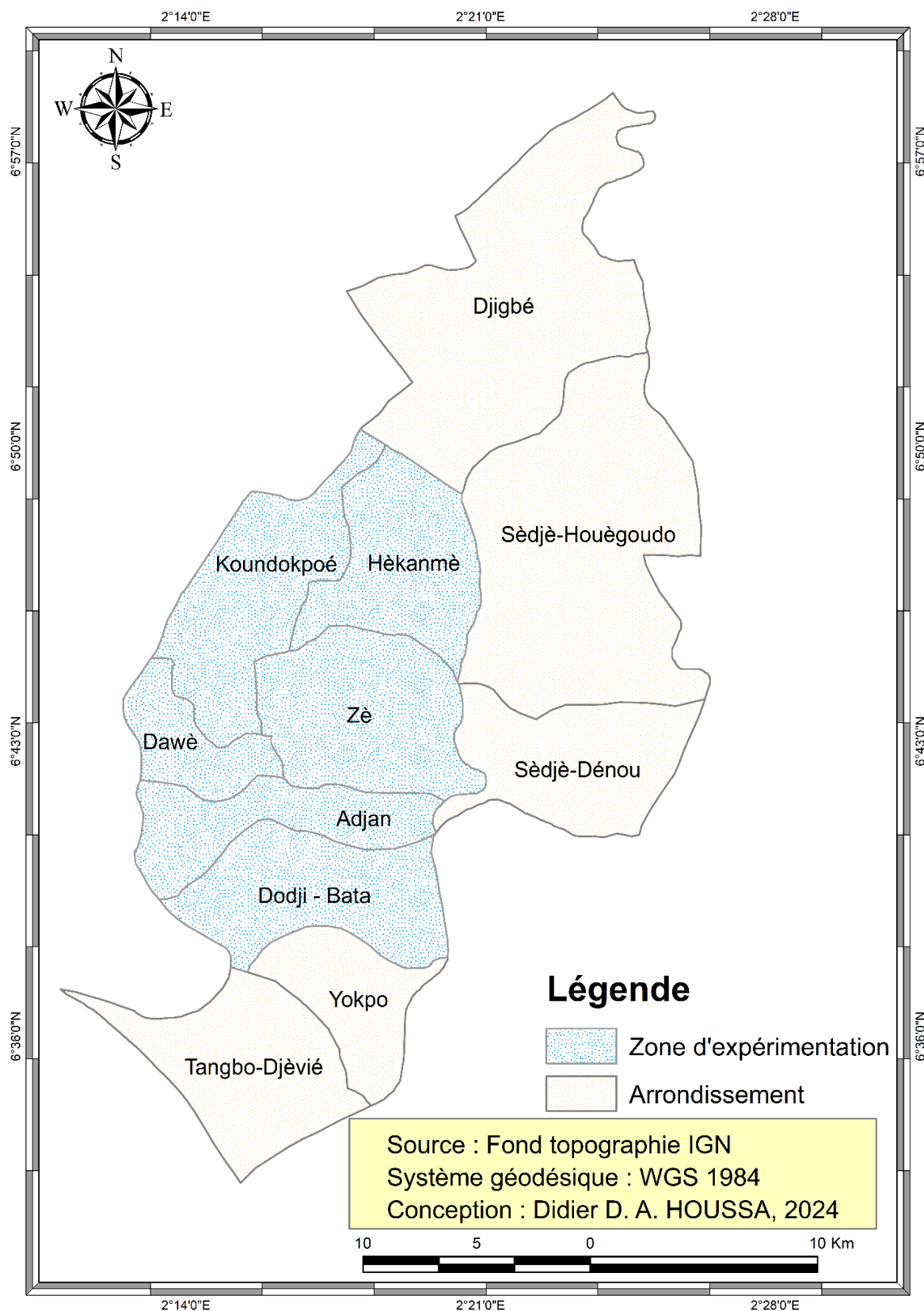


Figure 7: Carte des zones d'expérimentation

3.3.3. Répartition des traitements

Les rejets d'ananas ont été répartis en trois groupes correspondant aux méthodes de multiplication : méthode A (destruction du méristème), méthode B (castration après le TIF) et méthode C (macropropagation des rejets).

3.3.4. Mise en place des essais

Les rejets d'ananas ont été plantés dans des parcelles distinctes dédiées à chaque méthode de multiplication. Les conditions de croissance, y compris la fertilisation et les soins culturaux, sont été uniformément appliquées à tous les traitements.

3.3.4.1. Destruction du méristème des plants d'ananas

La technique de destruction du méristème ou technique de gougeage consiste à détruire mécaniquement le méristème apical du plant d'ananas. Plusieurs techniques et outils peuvent être utilisés pour le gougeage. La destruction de tous les tissus méristématiques de l'apex de la tige est primordiale, afin d'éviter un nouveau départ de l'apex (Malard, 2007). La destruction du méristème des plants d'ananas est une technique spéciale qui nécessite une expertise pour éviter les dommages excessifs aux plants et assurer le développement réussi des rejets.

Description de la technique :

- *Sélection des plants d'ananas* : quinze (15) plants d'ananas sains et vigoureux sont choisis pour la multiplication. Il faudra s'assurer qu'ils sont exempts de maladies, de ravageurs et de toute infection fongique. Les données à analyser ont été collectées sur 10 plants ayant réussi.
- *Destruction du méristème* : à l'aide d'un couteau stérilisé, la pointe du méristème a été coupé, c'est la zone de croissance active située à l'extrémité supérieure de la tige principale. Elle s'est mise en place 8 mois après la plantation. La coupure a été profonde pour éliminer complètement le méristème, mais sans endommager excessivement le reste de la plante (Figure 8).



Figure 8: Technique de destruction du méristème. a = Le gourgeage, b = Méristème enlevé et c = Poussée des rejets.

3.3.4.2. Castration des plants après Traitement d'Induction Florale (TIF)

La technique de castration des plants d'ananas est utilisée dans la culture de l'ananas pour favoriser une meilleure qualité des fruits. Elle consiste à couper les fleurs ou les bourgeons qui se forment sur la plante afin de concentrer les ressources de la plante sur la production des rejets (Na, 2017).

Description de la technique :

- *sélection du moment* : la castration des plants d'ananas est souvent réalisée à un stade précoce de la croissance de la plante, lorsque les fleurs ou les bourgeons commencent à se former. Elle s'est mise en place après le traitement d'induction florale (TIF). Elle se produit généralement après 12 à 16 mois de plantation, en fonction de la variété d'ananas et des conditions de croissance ;
- *préparation des outils* : avant de commencer, les outils à utiliser (un sécateur ou un couteau de jardin bien aiguisé) ont été rendus propres et tranchants. Il est important d'utiliser des outils propres pour minimiser le risque de propagation de maladies entre les plants ;
- *coupe des fleurs* : 60 jours après le TIF, les fleurs sont coupées à la base à l'aide de l'outil tranchant (Figure 9). Il faut s'assurer de couper proprement et près de la tige principale du plant d'ananas. Il faut veiller à ne pas endommager le reste de la plante pendant le processus. Après les avoir coupé, il faut retirer soigneusement les fleurs ;
- *entretien post-castration* : après la castration, il est important de prendre soin des plants d'ananas pour favoriser leur croissance et leur développement. L'entretien comprend

l'épandage d'engrais appropriés et le contrôle des mauvaises herbes. Il faut s'assurer de suivre les bonnes pratiques agricoles pour maximiser la productivité des plants d'ananas.

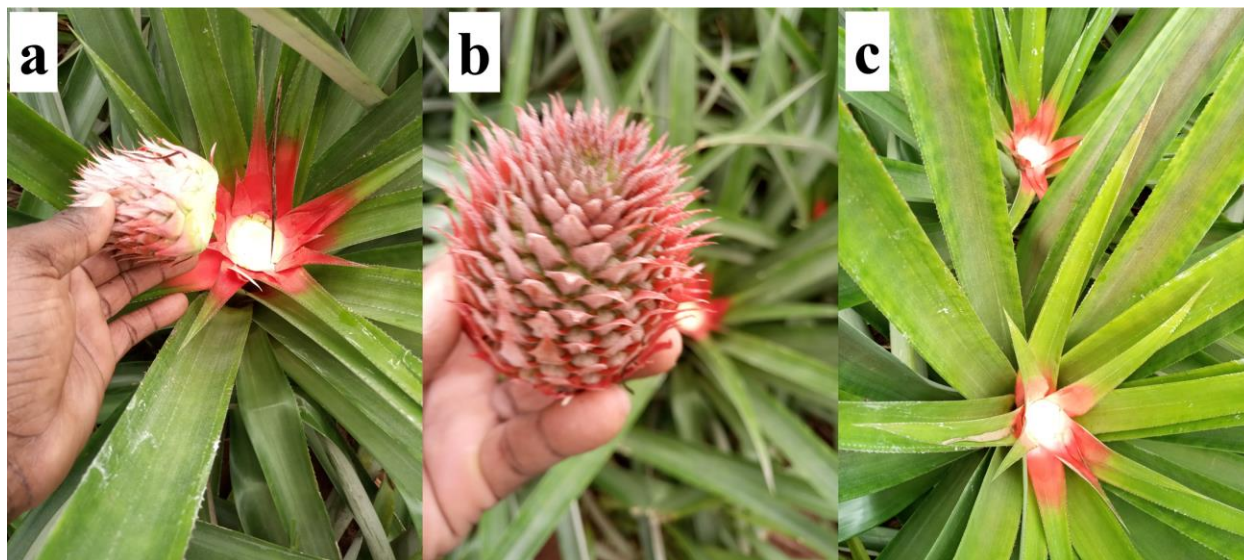


Figure 9: Technique de castration des plants. a = Castration du bourgeon, b = Bourgeon coupé et c = Plants castrés.

3.3.4.3. Macropropagation des rejets

Cette technique permet de conserver entièrement les caractéristiques de la plante mère. Il faut utiliser des tiges qui ont déjà produit des fruits (Farahani, 2014). Les rejets sont soumis aux opérations suivantes :

- identification des champs d'ananas portant des fruits à maturité physiologique complète et non éthrelés ;
- réalisation de sélection massale des plants mères (05 plants) par essai et marquage des plants ;
- arrachage complet des plants marqués : arracher les souches préalablement marquées à l'aide de la houe ;
- habillage des plants ou souches : enlever toutes les feuilles et les racines pour rendre propre les tiges et obtenir la carotte à découper ;
- confection des planches ;
- désinfection planche avec la cendre de bois ;
- tracer des lignes de semis ;
- découpe de la carotte en rondelles ;
- découpe des rondelles de carotte en petits fragments ou semenceaux ;

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

- désinfection des fragments dans la solution de cendre de bois (5 minutes) ;
- séchage des semenceaux désinfectés à l'ombre sur des feuilles de bananier (15 minutes) ;
- ensemencement : ouverture des tranchées devant recevoir les carottes et dépôt des carottes fragmentées dans les tranchées ouvertes puis les recouvrir avec du terreau ;
- paillage : couvrir les planches ensemencées avec des feuilles de palmier (Figure 10) ;
- arrosage : arroser modérément les planches ensemencées matin et soir.



Figure 10: Technique de la macropropagation. a = Arrachage des plants, b = Habillage des souches (carottes), c = Découpage des carottes et d = Mise en terre des semenceaux.

3.3.5. Observations et mesures

Des mesures régulières sont effectuées tout au long de la période d'essai pour suivre la croissance et le développement des rejets d'ananas.

Observations sur les essais de la destruction du méristème :

- 2 semaines après la destruction du méristème, observer les plants ayant abrité le gourgeage afin de vérifier si l'opération a été un succès et compter le nombre de plants ayant réussi ;
- 1 mois après le gourgeage, faire la même opération de comptage des plants ayant réussi ;
- 45 jours après le gourgeage, compter le nombre de rejets ayant sorti par plant ;
- 3 mois après le gourgeage, récolter et classer les rejets par type puis peser les rejets.

Observations sur les essais de castration des plants :

- 2 semaines après la castration, passer voir l'état des plants castrés, faire le point des plants morts ou attaqués ;
- 1 mois après la castration, compter le nombre de rejets ayant poussé ;

- 45 jours après la castration, recompter le nombre de rejets ayant poussé ;
- 3 mois après la castration, récolter et classer les rejets par type puis peser les rejets.

Observations sur les essais de la macropropagation :

Pour évaluer la production des rejets, les observations sont portées sur :

- *la durée de reprise ou le temps d'apparition des rejets* : Il correspond au nombre de jours qui s'écoule de la mise en place des semenceaux à la sortie des rejets.
- *le nombre de rejets obtenus par fragment* : ceci est obtenu par un comptage manuel direct du nombre de rejet par semenceau.
- *le poids des rejets* : ceci sera mesuré à l'aide d'une balance de précision à la récolte des rejets.
- *le nombre total des rejets obtenus par traitement* : est déterminée par la sommation du nombre des rejets obtenus par traitement.

3.3.6. Analyse statistique

Le poids des rejets a été soumis à un modèle linéaire à effet mixte, suivi du post-hoc test de Tukey pour tester l'effet des méthodes sur sa variation. La méthode a été considérée comme facteur fixe et la répétition comme facteur aléatoire. Les modèles complets, à intercepte aléatoire, à pente aléatoire, et à intercepte et pente aléatoires ont été testés à l'aide du package « lmerTest » (Kuznetsova *et al.*, 2017). Le meilleur modèle a été choisi en basant sur les scores du Critère d'Information d'Akaike (AIC).

De plus, les données de comptage ont été soumises au modèle linéaire généralisé Poisson à effet mixte. Le test de Tukey a été utilisé pour la comparaison deux à deux des moyennes au seuil de 5% de significativité.

Les R^2 marginaux et conditionnels des modèles linéaires à effet mixte et du modèle linéaire généralisé Poisson à effet mixte ont été calculés à l'aide du package MuMIn (Barton, 2016) qui implémente la méthode développée par Nakagawa et Schielzeth (2013). Le R^2 marginal donne la variance expliquée par les effets fixes et le conditionnel donne la variance expliquée par le modèle entier, c'est-à-dire à la fois les effets fixes et les effets aléatoires. Les analyses ont été réalisées dans le logiciel R version 4.3.0 (R Core Team, 2023).

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le nombre de plants ayant réussi

Les résultats indiquent que la méthode de multiplication a une influence significative ($p < 0,05$) sur le nombre de plants ayant réussi (Tableau IV). Cependant, ni le nombre de jours après l'opération ni l'interaction entre les jours après l'opération et la méthode n'ont montré d'effet significatif ($p\text{-value} > 0,05$) le nombre de plants ayant réussi. Le R^2 conditionnel (0,3804) indique que le modèle explique environ 38% de la variabilité totale des données de la réussite des opérations.

Tableau IV : Effet des facteurs sur le nombre de plants ayant réussi après les opérations

Facteurs	DF	Statistique χ^2	Probabilité	R^2	R^2
				marginal	conditionnel
Jours après opération	1	0	1		
Méthode	2	28,107	7,881e ^{-07***}	0,3804	0,3804
Jours après opération:Méthode	2	0	1		

Codes de significativité : 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1 , DF = Degré de liberté

La figure 11 présente le nombre moyen de plants d'ananas réussis après chaque opération. En effet, la castration affichait la meilleure performance avec la totalité (10) plants réussis, indiquant une efficacité et une consistance maximales dans la production de rejets. La méthode de gourgeage suit de près avec une moyenne de 9 ± 1 , suggérant également une efficacité élevée mais avec une légère incertitude dans les résultats. La macropropagation, quant à elle, montre une performance inférieure avec une moyenne de 6 ± 2 semenceaux ayant repris (Tableau V). Ainsi la castration est la méthode ayant mieux réussi.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

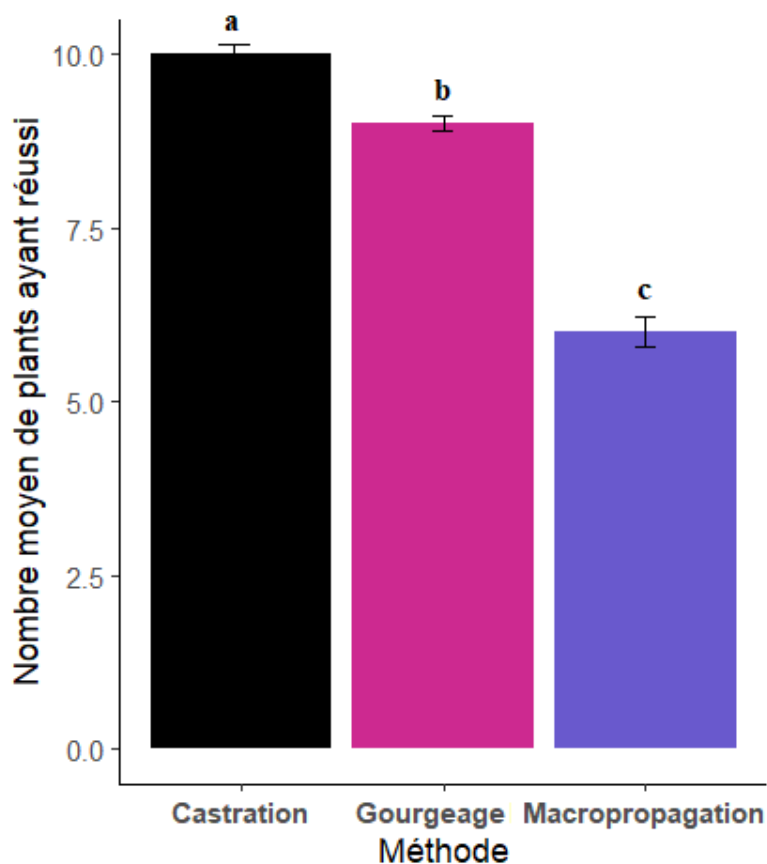


Figure 11: Variation du nombre moyen de plants ayant réussi selon la méthode

Tableau V: Nombre de plants ayant repris par opération

Méthode	Nombre de plants ayant réussi
Castration	10±0 a
Gourgeage	9±1 b
Macropropagation	6±2 c
Probabilité	7,881e⁻⁰⁷***

Deux valeurs partageant la même lettre ne sont pas significativement différentes

4.2. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le nombre de rejets par plant

Le tableau VI présente l'effet des méthodes sur le nombre de rejets produits par plant. En effet, la méthode de production a un effet significatif ($p < 0,05$) sur le nombre de rejets produits par plant d'ananas dans la Commune de Zè. Il y a donc une différence entre le nombre moyen de rejets produits par plant pour chaque méthode.

Tableau VI : Effet des facteurs sur le nombre de rejets produits par plant

Facteur	DF	Statistique χ^2	Probabilité	R ² marginal	R ² conditionnel
Méthode	2	0,3001	0,04607*	0,0217	0,0217

Codes de significativité : 0 '****' 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '.' '0,1 ' ' 1

La figure 12 montre que la méthode de castration a permis de produire plus de rejets (3 ± 1) par plant que les autres méthodes. Les méthodes de gourgeage et de macropropagation affichent des performances similaires en termes de moyenne de rejets produits (2 rejets par plant ; Tableau VII).

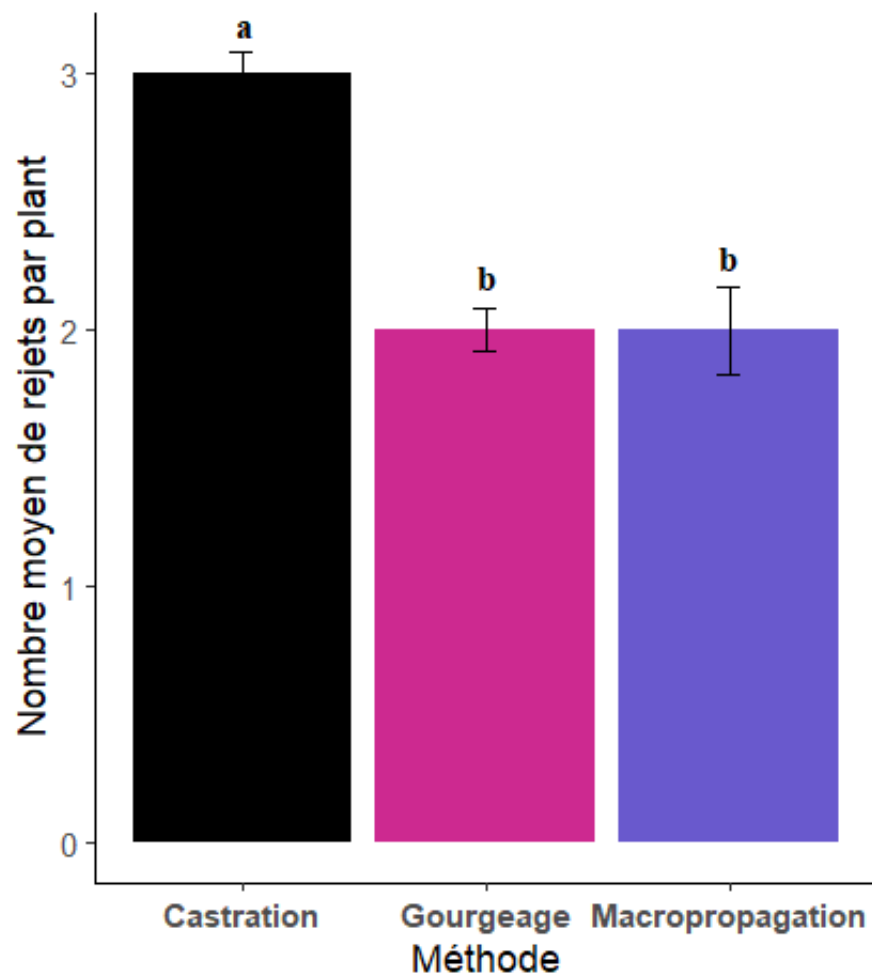


Figure 12: Variation du nombre moyen de rejets produits par plant selon la méthode

Tableau VII: Nombre de rejets poussés par plant selon la méthode

Méthode	Nombre moyen de rejets poussés par plant
Castration	3±1 a
Gourgeage	2±1 b
Macropropagation	2±2 b
<i>Probabilité</i>	<i>0,04607*</i>

Deux valeurs partageant la même lettre ne sont pas significativement différentes

4.3. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur les types de rejet

L'analyse a révélé un effet significatif ($p < 0,05$) de la méthode de production sur le nombre de rejets produits par type (Tableau VIII). Le nombre moyen de rejets varie alors selon le type de rejet et la méthode de production.

Tableau VIII : Effet des facteurs sur le nombre de rejets produits par type de rejet

Facteur	DF	Statistique χ^2	Probabilité	R ² marginal	R ² conditionnel
Méthode	1	0,0787	0,04791*	0,0579	0,0579

Codes de significativité : 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 + 1

La figure 13 présente le nombre moyen de rejets produits par type de rejet pour chaque méthode de production. En effet, deux types de rejets dont cailleux aériens et happa ont été produits par les trois différentes méthodes. Les rejets cailleux aériens ont été beaucoup plus produits que les Happa. La méthode de castration avait produit en moyenne 3 rejets cailleux aériens tandis que les techniques de gourgeage et de macropropagation avaient produit en moyenne 2 rejets (Figure 13, Tableau IX). Concernant le type de rejet happa, la castration avait également produit plus de rejets (2 rejets) que le gourgeage et la macropropagation (1 rejet). Ainsi, la méthode de castration paraîtrait la meilleure pour la production de rejets d'ananas.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

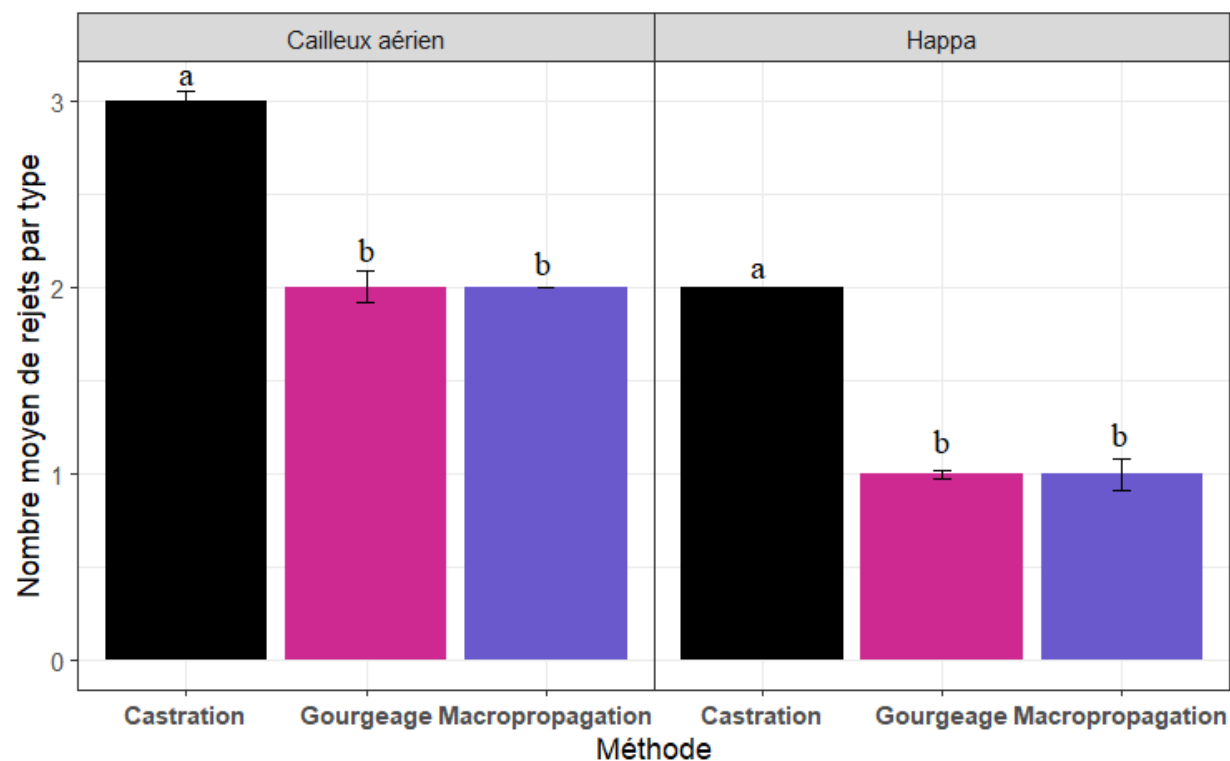


Figure 13: Variation du nombre moyen de rejets produits par type de rejet selon la méthode

Tableau IX: Nombre de rejets obtenus par type de rejet

Méthode	Nombre moyen de rejets poussés par type de rejet	
	Cailleux aérien	Happa
Castration	3±1 a	2±0 a
Gourgeage	2±1 b	1±0 b
Macropropagation	2±1 b	1±1 b
Probabilité	0,0482*	0,0366*

Deux valeurs partageant la même lettre ne sont pas significativement différentes

4.4. Effet de la destruction du méristème apical des plants d'ananas, la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation des rejets sur le poids des rejets

L'analyse de la variance (ANOVA) réalisée sur le modèle linéaire à effet mixte pour évaluer l'effet des facteurs sur le poids des rejets révèle un impact significatif de la méthode de multiplication des rejets. En effet, la probabilité associée ($\text{Pr}(> F) = 3,43\text{e}^{-08}$), étant extrêmement faible, indique une influence hautement significative ($p < 0,001$) traduisant un effet très marqué de la méthode de multiplication sur le poids des rejets.

Concernant la proportion de variance expliquée, le R^2 marginal est de 0,0972, ce qui signifie que la méthode de multiplication des rejets explique environ 9,72% de la variance du poids des rejets en considérant uniquement les effets fixes. Le R^2 conditionnel, qui prend en compte à la fois les effets fixes et aléatoires, est légèrement plus élevé (0,0981), suggérant que les facteurs aléatoires ont une contribution très faible à l'explication de la variance totale (Tableau X).

Tableau X : Effet des facteurs sur le poids des rejets

Facteur	NumDF	DenDF	Statistique F	Probabilité	R^2 marginal	R^2 conditionnel
Méthode	2	332	18,11	$3,43\text{e}^{-08***}$	0,0972	0,0981

Codes de significativité : 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1, **NumDF** : Degrés de liberté du numérateur liés aux facteurs fixes ; **DenDF** : Degrés de liberté du dénominateur liés à la variation globale du modèle

La figure 14 présente les poids moyens des rejets en fonction de la méthode de multiplication, ainsi que le niveau de signification statistique des différences observées.

La castration ($449,01 \pm 13,78$ g) et le gourgeage ($450,14 \pm 34,34$ g) ont des poids de rejets statistiquement similaires. Cela signifie que l'une ou l'autre de ces méthodes ne produit pas de différence significative en termes de poids moyen des rejets. La macropropagation ($434,47 \pm 7,17$ g) est significativement différente des deux autres méthodes (Tableau XI). Les rejets issus de cette méthode sont plus légers en moyenne.

Les résultats montrent donc que la méthode de multiplication influence significativement le poids des rejets. Plus précisément, la macropropagation donne des rejets plus légers que la castration et le gourgeage, tandis que ces deux dernières méthodes produisent des rejets de poids comparables (Figure 14). Ainsi, si l'objectif est d'obtenir des rejets plus lourds, il serait préférable d'opter pour la castration ou le gourgeage. En revanche, si l'uniformité et la régularité des rejets sont

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

privilégiées, la macropropagation pourrait être un choix intéressant, malgré un poids moyen inférieur.

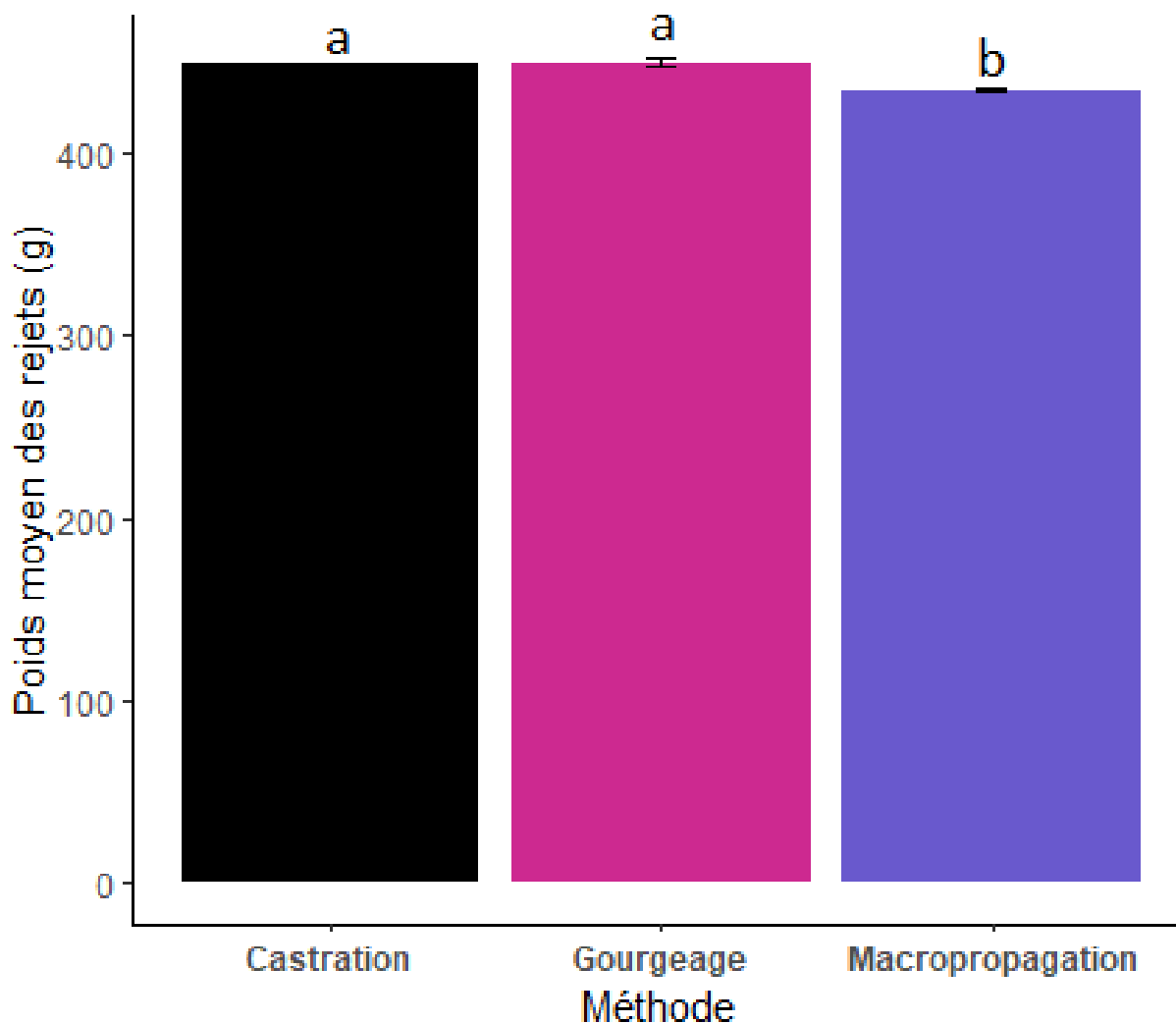


Figure 14: Variation du poids moyen des rejets par methode de multiplication

Tableau XI: Poids myen des rejets par méthode de multiplication

Méthode	Poids des rejets
Castration	449,01±13,78 a
Gourgeage	450,14±34,34 a
Macropropagation	434,47±7,17 b
Probabilité	3,43e-08***

4.5. Discussion

Cette étude visait à comparer trois méthodes de multiplication des rejets d'ananas : la destruction du méristème apical (gourgeage), la castration des plants après le traitement d'induction florale (TIF) et la macropropagation. Les résultats montrent que la castration a offert les performances les plus élevées en termes de taux de réussite et de nombre de rejets produits. Ces résultats corroborent ceux d'autres études similaires sur la multiplication végétative de l'ananas dans d'autres régions d'Afrique de l'Ouest et centrale.

Taux de réussite

La méthode de castration a montré un taux de réussite de 100%, ce qui est significatif par rapport aux autres méthodes. Cela rejoint les résultats obtenus par Bidima (2007) au Cameroun, qui ont démontré que la castration était efficace pour rediriger les ressources de la plante vers la production de rejets au lieu du fruit, augmentant ainsi le nombre de plants viables. N'Goran *et al.* (2011) ont également observé un taux de réussite similaire avec la castration dans leurs études en Côte d'Ivoire, mettant en évidence l'efficacité de cette technique pour améliorer la productivité des rejets d'ananas.

Nombre de rejets par plant

Le nombre moyen de rejets par plant obtenu avec la méthode de castration (3 ± 1 rejets) est supérieur à celui du gourgeage et de la macropropagation (2 ± 1). Kobenan *et al.* (2005) ont souligné que l'activation des bourgeons latents, comme cela se produit avec la castration, permet de stimuler la formation de nouveaux rejets, un phénomène observé dans d'autres cultures fruitières également. Ces résultats confirment également les observations faites par N'Goran *et al.* (2012), selon lesquelles la castration permet d'obtenir un plus grand nombre de rejets en comparaison avec d'autres méthodes de multiplication végétative.

Types de rejets

L'importance des types de rejets produits (cailleux aériens et happa) pour la qualité du fruit et la croissance des plantes futures a été mise en évidence par plusieurs auteurs, dont Charrier *et al.* (1997) et Malard (2007), qui ont noté que l'utilisation de rejets de types spécifiques conduit à une meilleure homogénéité des fruits et à une réduction de l'hétérogénéité des récoltes. L'étude actuelle a montré que seule la méthode de castration a produit les deux types de rejets en quantités significatives, offrant ainsi un avantage certain pour les producteurs qui cherchent à maximiser la qualité et l'homogénéité de leurs plants.

Avantages économiques et agronomiques

La castration présente également des avantages économiques pour les producteurs. En augmentant le nombre de rejets par plant, cette technique permet de réduire les coûts liés à l'achat ou à la production de matériel de plantation. Comme le suggère N'Goran *et al.* (2014), la multiplication rapide des rejets grâce à la castration peut permettre aux producteurs d'élargir rapidement leurs exploitations avec un coût relativement faible, ce qui est essentiel dans les économies agricoles où les ressources financières sont souvent limitées.

Comparaison avec la macropropagation

La macropropagation, bien qu'efficace pour conserver les caractéristiques génétiques des plants mères, n'a pas donné d'aussi bons résultats en termes de taux de réussite et de nombre de rejets. Kwa (2003) et Coulibaly *et al.* (2012) ont tous deux noté que cette méthode, bien qu'avantageuse pour les petits producteurs, nécessite plus de temps et de soin pour garantir un développement optimal des rejets. Les résultats obtenus dans cette étude sont conformes à ceux de N'Goran *et al.* (2015), qui ont également observé que la macropropagation, tout en produisant des rejets viables, n'était pas aussi performante que d'autres méthodes plus intensives comme la castration ou le gourgeage.

Limites de l'étude et perspectives futures

Bien que les résultats de cette étude mettent en évidence la supériorité de la castration, il est important de reconnaître certaines limites. Tout d'abord, l'étude s'est concentrée uniquement sur un site expérimental et un seul cultivar d'ananas (Cayenne lisse). N'Goran *et al.* (2013) ont souligné que les performances des méthodes de multiplication peuvent varier en fonction des conditions environnementales et du cultivar. Il serait donc nécessaire de répéter ces expériences dans d'autres régions du Bénin et avec d'autres variétés d'ananas pour valider ces résultats de manière plus large. De plus, l'impact à long terme de la castration sur la qualité des fruits n'a pas été évalué dans cette étude, une dimension importante à explorer pour une adoption à grande échelle.

Enfin, il serait utile de mener des études économiques plus détaillées pour évaluer le coût-bénéfice des différentes méthodes, en tenant compte des coûts de main-d'œuvre et des intrants nécessaires. Fassinou Hotegni *et al.* (2014) ont noté que pour que les innovations technologiques soient adoptées par les petits producteurs, elles doivent démontrer un avantage économique clair, en particulier dans les filières où les marges bénéficiaires sont souvent faibles.

Conclusion

Il est à retenir que la castration était la méthode la plus efficace avec un taux de réussite de 100%, suivie par le gourageage (90%) et la macropropagation (60%). Elle a également produit significativement plus de rejets par plant (3 ± 1 en moyenne) que les autres méthodes (2 rejets). La castration apparaît donc comme la meilleure pratique pour améliorer la production de rejets et réduire l'hétérogénéité des fruits dans la culture de l'ananas. Cependant, cette étude présente certaines limites, comme le faible nombre de répétitions et la non prise en compte de la qualité des fruits. Des études complémentaires sont donc nécessaires pour confirmer ces résultats et devraient être conduites jusqu'à la production des fruits pour évaluer leur hétérogénéité.

Références bibliographiques

- Abousalim, A. 2003. Transfert de technologie en agriculture et développement des cultures fruitières tropicales au Maroc. IAV Hasan, 60 p.
- Adabe, K. E., Hind, S., & Maïga, A. 2016. Production et transformation de l'ananas. Google Books, 195 p.
- Adam, S., & Boko, M. 1993. Le Bénin: Climat et agriculture. INSAE, 60 p.
- Adomou, C., Akoègninou, A., & Sinsin, B. 2014. Diversité floristique et faunistique du sud Bénin. Laboratoire d'Écologie Appliquée, 75 p.
- Agbangba, C. E. 2016a. Réponses agronomiques de l'ananas (*Ananas comosus*) à la fertilisation minérale au Bénin: Croissance, rendement et qualité du fruit. [Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop], 150 p.
- Agbangba, C. E. 2016b. Caractérisation physico-chimique et biochimique du fruit d'ananas (*Ananas comosus* L.) au Bénin: Cas des variétés Cayenne lisse et Pain de sucre. [Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi], 140 p.
- Akoègninou, A., van der Burg, W. J., & van der Maesen, L. J. G. (2006). Flore Analytique du Bénin. Backhuys Publishers, 65 p.
- Aladé, S., Hounghinin, R., & Dossou, A. 2020. Analyse de la filière ananas dans la commune de Zè. *Journal of Agricultural Studies*, 18(3): 17-22.
- Azonkpin, S., Chougourou, C. D., & Aboudou, K. 2017. Caractéristiques des itinéraires techniques de production de l'ananas chez les petits producteurs de la Commune d'Allada au Bénin. *Annales de l'Université de Parakou, Série Sciences Naturelles et Agronomie*, Vol. 7, No. 1, pp. 130-137.
- Balandier, P. 1992. Étude dynamique de la croissance et du développement des bourgeons de quelques cultivars de pêches cultivés à diverses altitudes sous le climat tropical de l'île de la Réunion. [Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal], 80 p.
- Bartholomew, D. P., Paull, R. E., & Rohrbach, K. G. 2003. The Pineapple: Botany, Production and Uses. CABI Publishing, 45 p.
- Barton, K. 2016. MuMIn: Multi-Model Inference. Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/index.html>.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

- Bidima, C. J. 2007. Étude comparative de trois techniques de multiplication végétative de l'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dans la région de Bokito au Cameroun. [Mémoire de fin d'études, Université de Dschang], 45 p.
- Bidima, I.M. 2007. Culture de l'ananas: Multiplication et conditionnement des rejets. Doc Développement Durable, 12 p.
- Bidima, J. M. N. 2007. Multiplication rapide des rejets d'ananas par fragmentation du matériel végétal: Cas du Gabon. *Fruits*, 62(1): 29-36.
- Boko, M., Degbey, S., & Yabi, I. 2012. Étude des systèmes de production agricole dans le département de l'Atlantique. INSAE Publications, 54 p.
- Bouffin, J. 1992. Programmes fruitiers tropicaux: L'ananas. CIRAD, 60 p.
- Centre du Commerce International. 2010. Étude sur les opportunités commerciales pour les produits agricoles béninois dans le Maghreb: Cas du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie, 90 p.
- Charrier, A., Lartaud, M., Noyer, J. L., Teisson, C., Duval, Y., & Escalant, J. V. 1997a. L'ananas: Sa culture, ses produits. Editions Quae, 130 p.
- Charrier, A., Michel, J., Hamon, S., & Dominique, N. 1997b. L'amélioration des plantes tropicales: Cultures de l'ananas – Multiplication et conditionnement. Editions Quae, 26 p.
- Chogou, S. K., Gandonou, E., & Fiogbe, N. 2017. Mesure de l'efficacité technique des petits producteurs d'ananas au Bénin. *Cahiers Agricultures*, 22 p.
- CIRAD (2015). Recueil de Bonnes Pratiques: La Culture de l'Ananas Victoria à La Réunion pour l'Exportation. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, *COSAQ*, pp. 25-27.
- Côte, F.X., Domergue, R., & Folliot, M. 1991. Micropropagation in vitro de l'ananas. *Fruits*, p. 78-85.
- Coulibaly, O., Konate, S., Konate, M., N'Guessan, A. E. B., & Camara, M. 2012. Multiplication rapide des rejets d'ananas (*Ananas comosus* L.) par la technique du petit plant entraîné. *Journal of Applied Biosciences*, 59 : 4304-4308.
- Diary. 2003. Cultures fruitières, fiche technique de bases destinées aux techniciens agricoles, 15 p.
- DSA. 2020. Rapport annuel 2020 sur les statistiques agricoles au Bénin. Direction des Statistiques Agricoles, 40 p.
- DSA. 2024. Plan National d'Investissements Agricole et de la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle 2022-2025, MAEP, Bénin, 203 p.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

- Ducreux, A., Godefroy, J., Lacoëuilhe, J. J., & Marchal, J. 1980. Quelques problèmes de travail du sol dans les plantations d'ananas à la Martinique. *Fruits - CIRAD*, 12 p.
- Dupuis, J. 2013. Étapes de l'itinéraire technique pour un système de culture d'ananas en Martinique. CIRAD, 18 p.
- Duval, M., Coppens, G., Ferreira, R., Cabral, J., & Bianchetti, L. 1995. Bilan de collectes conjointes de germoplasme d'ananas au Brésil et en Guyana française, 35 p.
- FAO. 2020. FAOSTAT, 15 p. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>.
- Farahani, F. 2014. Micropropagation and growth of in vitro pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) in Iran. *Plant Archives*, 14(1): 337-341.
- Fassinou Hotegni, V. N., Lommen, W. J. M., Agossou, C. O. A., Gounou, S., & Visser, P. 2014. Analyse de la compétitivité de la filière ananas au Bénin. *Cahiers Agricultures*, 23(2) : 112-119. <https://doi.org/10.1684/agr.2014.0685>.
- Foliot, M. 1990. Croissance des plants d'ananas issus de culture in vitro, pendant la phase d'acclimatation. Cirad Montpellier, 70 p.
- Foliot, M., & Marchal, J. 1991. Croissance des plants d'ananas issus de culture in vitro. *Fruits*, p. 45-50.
- Fortier, J. (2020). Effets du paillis de plastique sur la qualité du sol. *Progrès Forestier*, Été 2020, 34-36.
- Fournier, P. 2012. La culture de l'ananas Victoria à la Réunion: recueil de bonnes pratiques. CIRAD, 15 p.
- Govindin, J., Damien, L., & Laura, D. 2012. Réseau d'innovation et de transfert agricole dans le domaine végétal en Guyane.
- Hougnikpo, A. 2016. Guide administratif de la commune de Zè. Éditions du Sud, pp. 23-42.
- INSAE. 2016. Annuaire statistique 2016. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, 50 p.
- Kobenan, K., Assienan, A., Bernard, T., Yaon'drin, J., Gnonhouri, T., Goli, P., & Kouassi Koffi, S. 2005. Bien cultiver l'ananas en côte d'ivoire. Centre national de recherche Agronomique, 45 p.
- Krauss, B.H. 1948b. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus* (L.) Merr. 2. The leaf. *Botanical Gazette (Chicago)*. 110:333-404.

- Kuznetsova, A., Brockhoff, P.B., Christensen, R.H.B. 2017. "lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models." *_Journal of Statistical Software_*, *82*(13): 1-26. doi: 10.18637/jss.v082.i13 (URL: <https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13>).
- Kwa, M. 2003. Activation de bourgeons latents et utilisation de fragments de tige pour la propagation en masse de plants en condition horticoles in vivo [Thèse de doctorat, Université de Yaoundé I], 120 p.
- Kwa, M. B. A. 2003. Multiplication rapide des rejets d'ananas par fragmentation du matériel végétal : cas du Cameroun. *Fruits*, 58(6) : 347-354. <https://doi.org/10.1051/fruits:2003024>.
- Lebeau, F., Imele, J. P., Teisson, C. I., & Delhoe, G. 2008. Efficacité de la technique d'induction florale d'*Ananas comosus* (L.) Merr. au moyen de charbon actif enrichi à l'éthylène, Cirad, 60 p.
- LEED. 2016. Etude sur les filières ananas, mangue et noix de cajou au Bénin : diagnostic, opportunités et stratégies pour une meilleure compétitivité à l'exportation. Laboratoire d'Etudes Economiques et du Développement, 95 p.
- Lemaire, I. (1968). Le paillage plastique technique moderne au service de l'agriculture des pays méditerranéens. *Acta Horticulturae*, 9, 125-134.
- Malard. D. 2007. Information technique sur la culture de l'ananas, 35 p.
- Malavolta, E. 1982. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: C. Rugiero. Simpósio Brasileiro sobre Abacaxicultura. p. 121-153. Anais.1. FCAV. Jaboticabal.
- Na, Y. 2017. Effect of pineapple cannery by-product on growth performance, blood parameters, carcass characteristics, and longissimus muscle fatty acid and free amino acid composition in growing-finishing Hanwoo steers. *Journal of Animal Science*, 95 : 315. <https://doi.org/10.2527/jas.2017.1377>.
- Nakagawa, S., Schielzeth H. 2013. A general and simple method for obtaining R-squared from generalized linear mixed-effects models. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(2):133{142. doi:10.1111/j.2041-210x.2012.00261.x.
- N'Goran, J. E. K., Koffi, K. N., & Kouassi, K. N. 2010. Effet de la destruction du méristème apical sur la production de rejets d'ananas (*Ananas comosus* L. Merr.). *Journal of Applied Biosciences*, 34 : 2174-2181.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

- N'Goran, S. W. A., Kouassi, K. C., Anoh, K. A., Aké, S., & Aké-Assi, E. 2010. Effets de différentes techniques de multiplication rapide sur le comportement agronomique de l'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivar Cayenne lisse. *Journal of Applied Biosciences*, 33 : 2071-2078.
- N'Goran, J. E. K., Koffi, K. N., & Kouassi, K. N. 2011. Effet de la castration des plants d'ananas (*Ananas comosus* L. Merr.) sur la production de rejets et la réduction de l'hétérogénéité des fruits. *Journal of Applied Biosciences*, 40 : 2698-2706.
- N'Goran, S. W. A., Kouassi, K. C., Yao, N. R., Aké, S., & Aké-Assi, E. 2011. Effets de la castration des plants d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivar Cayenne lisse sur la production de rejets. *Journal of Applied Biosciences*, 38 : 2524-2533.
- N'Goran, J. E. K., Koffi, K. N., & Kouassi, K. N. 2012. Effet de la castration des plants d'ananas (*Ananas comosus* L. Merr.) sur la qualité des fruits. *Journal of Applied Biosciences*, 51 : 3609-3616. <https://agritrop.cirad.fr/389759>.
- N'Goran, S. W. A., Kouassi, K. C., Yao, N. R., Aké, S., & Aké-Assi, E. 2012. Effets de la castration des plants d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivar Cayenne lisse sur la qualité des rejets. *Journal of Applied Biosciences*, 53 : 3734-3741.
- N'Goran, J. E. K., Koffi, K. N., & Kouassi, K. N. 2013. Effet du type de rejet sur la croissance et le rendement des plants d'ananas (*Ananas comosus* L. Merr.). *Journal of Applied Biosciences*, 66 : 5061-5070.
- N'Goran, S. W. A., Kouassi, K. C., Yao, N. R., Aké, S., & Aké-Assi, E. 2013. Influence de différents types de rejets sur les caractéristiques agromorphologiques et la qualité des fruits de l'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivar Cayenne lisse. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17(2) : 2512-2524.
- N'Goran, J. E. K., Koffi, K. N., & Kouassi, K. N. 2014. Effet du gourgeage des plants d'ananas (*Ananas comosus* L. Merr.) sur la production de rejets et la qualité des fruits. *Journal of Applied Biosciences*, 77 : 6485-6493.
- N'Goran, S. W. A., Kouassi, K. C., Yao, N. R., Aké, S., & Aké-Assi, E. 2014. Effets du gourgeage des plants d'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivar Cayenne lisse sur la production de rejets et la croissance des fruits. *Journal of Applied Biosciences*, 76 : 6419-6428.

Performance de trois méthodes de production des rejets d'ananas (Ananas comosus L.) dans la Commune de Zè au Sud-Bénin

- N'Goran, J. E. K., Koffi, K. N., & Kouassi, K. N. 2015. Effet de la macropropagation des rejets d'ananas (*Ananas comosus* L. Merr.) sur la production de rejets et la qualité des fruits. *Journal of Applied Biosciences*, 90 : 8363-8371.
- N'Goran, S. W. A., Kouassi, K. C., Yao, N. R., Aké, S., & Aké-Assi, E. 2015. Effets de la macropropagation sur la production de rejets et la croissance des fruits de l'ananas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cultivar Cayenne lisse. *Journal of Applied Biosciences*, 92 : 8623-8632.
- Mukendi Kalala, P. 2018. Activation des bourgeons latents pour la propagation en masse. *UAIASI*, p. 62-67.
- Py, C. 1955. Les différents types de rejets d'Ananas. *Fruits*, p. 101-105.
- Py, C. 1969. *La Piña Tropical*. Editorial Blume. Barcelona.
- Py, C., Lacoëuilhe, J. J., Teisson, C. 1987. L'Ananas, sa culture, ses produits. G.-P. Maisonneuve & Larose. Paris. 568 p.
- R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 10 p. URL <https://www.R-project.org/>.
- Ratinarivo, M. 2010. Contribution à l'étude de valorisation des fruits d'ananas [Mémoire de fin d'études, Université d'Antananarivo], 75 p.
- Sander, M., Widmer, F., & Bucheli, T. D. (2019). Films de paillage dans l'agriculture: test pratique de la biodégradabilité. *Recherche Agronomique Suisse*, 10(11–12), 468-471.
- Sarah, J.L. 1987. Influence des traitements nématicides sur la production des rejets d'ananas. *Fruits*, p. 20-25.
- Touron, J., Fournier, P., Collette, E., Gabon, S., & Deroche, J. 2000. Manuel du planteur d'ananas Bouteille en Guadeloupe. CIRAD, 48 p.
- Vigan, A. Y., Aholoukpè, H., Bosa, H. K., & Aholoukpè, N. S. 2018. Évaluation de la compétitivité de la filière ananas au Bénin. *Agronomie Africaine*, 30(1): 53-66.
- Yabi, I., & Afouda, F. 2012. Climat et variabilité climatique au Bénin. *Journal of Climatology*, 12(1), pp. 64-68.