



REPUBLIQUE DU BENIN



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR 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 DIPLÔME DE
MASTER PROFESSIONNEL

Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) pain de sucre issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

Réalisé et soutenu par :

GBEMENOU Elidja Tachegnon Romaric

Directeur de Mémoire :

Prof. Daniel C. CHOUGOUROU

Professeur Titulaire (CAMES)

Enseignant-Chercheur à l'EPAC/UAC

Co-Directeur de Mémoire :

Dr Ir. Codjo Gaston OUIKOUN

Chargé de Recherche (CAMES)

Chercheur à l'INRAB

Soutenu le 02 Juillet 2025

Devant le jury composé comme suit :

Prof. Dr René DEGNON : Président du Jury, Maître de Conférence (CAMES)

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

Dr Sèdami ADJAHOSOU : Examinateur, Maître Assistant (CAMES)

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

Année académique : 2024-2025

Table des matières

Table des matières.....	i
Dédicace.....	iv
Remerciements.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures	vii
Sigles et abréviations	viii
Résumé.....	ix
Abstract.....	x
1. INTRODUCTION	1
1.1. Contexte et justification	1
1.2. Objectifs de l'étude	2
1.3. Hypothèses	3
2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
2.1. Classification et origine.....	4
2.2. Exigences climatiques.....	4
2.2.1. Température.....	4
2.2.2. Besoin en eau.....	5
2.2.3. Besoin en lumière	5
2.2.4. Sol et exigences pédologiques	6
2.3. Cycle de production	7
2.4. Description botanique de la plante d'ananas.....	7
2.4.1. Racines.....	7
2.4.2. Tige	7
2.4.3. Feuilles.....	8

2.4.4. Fruit	8
2.4.5. Rejets	8
2.5. Itinéraire de production de l'ananas.....	10
2.5.1. Sélection du sol et préparation du terrain	10
2.5.2. Plantation et densité des plants.....	11
2.5.3. Entretien, fertilisation et gestion des bioagresseurs.....	12
2.5.4. Induction florale	14
2.5.5. Récolte et post-récolte	14
2.6. Techniques de sélection des rejets d'ananas	15
2.6.1. Sélection massale des rejets.....	15
2.6.2. Sélection conventionnelle des rejets (rejets tout-venant)	18
2.6.3. Culture in vitro.....	20
2.6.4. Macropropagation par organogenèse.....	21
2.6.5. Sélection assistée par biotechnologie	22
2.6.6. Gourgeage.....	23
2.6.7. Castration des plants.....	24
2.7. Impact de la sélection des rejets sur la productivité.....	25
3. MATERIEL ET METHODES.....	26
3.1. Milieu d'étude	26
3.2. Site expérimental	31
3.3. Période expérimentale	32
3.4. Matériel végétal	32
3.5. Méthodes	32
3.5.1. Recherche documentaire.....	32
3.5.2. Installation et conduite d'un essai expérimental.....	33

3.3.3. Mise en place des essais	34
3.3.4. Collecte des données	37
3.3.5. Analyse des données.....	39
4. RESULTATS ET DISCUSSION	41
4.1. Résultats	41
4.1.1. Caractéristiques agro-morphologiques qualitatives des fruits d'ananas pain de sucre	41
4.1.2. Caractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre	45
4.1.3. Effet des méthodes de selection des rejets de production sur le rendement potentiel de l'ananas pain de sucre.....	47
4.2. Discussion	49
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	53
Références bibliographiques	54
ANNEXE	60

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents pour l'amour que vous me portez. Que Dieu vous accorde longue vie !

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 :

- 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 Gaston OUIKOUN, pour son co-encadrement, sa disponibilité et ses conseils précieux ayant permis la finalisation de ce document ;
- au Docteur-Ingénieur Codjo Emile AGBANGBA, pour son encadrement, son suivi attentif et ses conseils précieux ayant permis la finalisation de ce document ;
- 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 l'ensemble de l'équipe de la cellule communale de Tori-Bossito pour leur accueil chaleureux et leur soutien tout au long de mes recherches ;
- à M. AHOLOUKPE Jeannot et M. ADJASSOU Felix, ainsi qu'aux producteurs chez qui l'essai a été mis en place et qui en ont assuré le suivi. Je suis également reconnaissant envers toutes les personnes qui m'ont prodigué de précieux conseils tout au long de mon stage ;
- au Secrétaire permanent de l'Association Interprofessionnelle de l'Ananas du Bénin (AIAB), avec qui j'ai eu le plaisir de partager ces recherches. Je lui souhaite plein succès dans ses travaux et engagements professionnels ;
- au Cabinet Pro Agro, qui m'a offert l'opportunité d'assurer la supervision des opérations de sélection massale réalisées par l'ATDA 7 et par Defia Enabel dans la commune de Tori-Bossito ;
- aux honorables membres du jury, pour avoir accepté consacrer leur précieux temps à l'amélioration de ce travail ;
- à mes frères et sœurs et à ma petite famille, recevez ce document en signe de reconnaissance et de dévouement ;
- à toutes les personnes qui ont contribué à l'amélioration de mon travail par leurs conseils, leur expertise et leurs relectures.

Pour conclure, un immense merci à toutes celles et ceux que j'ai eu la chance de rencontrer au cours de cette recherche et qui ont enrichi cette expérience, tant sur le plan professionnel que personnel. Grâce à vous, cette aventure restera inoubliable.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Fertilisation et doses recommandées	12
Tableau 2 : Désherbage et calendrier recommandé.....	13
Tableau 3 : Principaux bioagresseurs et méthodes de lutte	14
Tableau 5 : Effet de la méthode de sélection des rejets sur les caractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre	45
Tableau 6 : Cattractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre issus de la sélection conventionnelle et de la sélection massale.....	47
Tableau 7 : Effet de la méthode de sélection des rejets sur les paramètres de rendement de l'ananas pain de sucre	47
Tableau 8 : Rendement potentiel de l'ananas pain de sucre issus de la sélection conventionnelle et de la séletion massale.....	49
Tableau 4 : Tableau comparatif des techniques de sélection des rejets d'ananas	60

Liste des figures

Figure 1 : Les différents rejets de l'ananas. C : La couronne, Ca : Le cayeu, Cs : cayeu souterrain, B : bulbille, h : Le happa (Source : Malard, 2007)	10
Figure 2: Les étapes de la sélection massale. a = constitution des groupes de personnes pour le marquage des plantes-mères, b = explication de l'opération de marquage, c = marquage des plantes-mères, d = plante-mère marquée, e = récolte sélective des rejets et f = triage, calibrage et comptage des rejets.	18
Figure 3 : Situation géographique et administrative de la zone d'étude (Tori-Bossito).....	29
Figure 4: Carte des sols d'Allada.....	30
Figure 5 : Carte de la zone d'expérimentation.....	31
Figure 6 : Les différents morphotypes de l'ananas pain de sucre	32
Figure 7 : Schéma du dispositif experimental installé chez les cinq producteurs de Tori-Kada .	34
Figure 8 : Opération de marquage des plants. a = parcelle des rejets tout-venant et b = parcelle des rejets issus de la sélection massale.....	37
Figure 9 : Mesure des paramètres sur les fruits. a = mesure de la hauteur du fruit, b = mesure de la hauteur de la couronne du fruit et c = mesure de la circonférence basale du fruit.	39
Figure 10 : Proportion (%) de fruits par type de forme selon la méthode de selection des rejets	42
Figure 11 : Proportion (%) de fruits par catégorie de coloration à maturité selon la méthode de selection des rejets	43
Figure 12 : Proportion (%) de fruits par type de couronne selon la méthode de selection des rejets	44
Figure 13 : Caractéristiques argo-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre selon la méthode de sélection des rejets. A = Hauteur des fruits, B = Circonférence basale des fruits, C = Circonférence médiane des fruits et D = Circonférence au sommet des fruits. SC: Sélection conventionnelle des rejets, SM: Sélection massale des rejets.....	47
Figure 14 : Variation du poids moyens des fruits (A) et du rendement potential (B) de l'ananas pain de sucre selon la méthode de sélection des rejets de plantation. SC : Sélection conventionnelle des rejets, SM : Sélection massale des rejets.	48
Figure 15: Questionnaire de collecte de données	62

Sigles et abréviations

AIC :	Critère d'Information d'Akaike
ATDA :	Agence Territoriale de Développement Agricole
CAMES :	Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur
CAP :	Centre Autonome de Perfectionnement
cm :	Centimètre
DPV :	Direction de la Production Végétale
DSA :	Direction de la Statistique Agricole
EPAC :	Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
g :	Gramme
ha :	Hectare
IITA :	Institut International d'Agriculture Tropicale
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
Kg :	Kilogramme
Km :	Kilomètre
m :	Mètre
mm :	Millimètre
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PIB :	Produit Intérieur Brut
pH :	Potentiel d'Hydrogène
SC :	Sélection conventionnelle des rejets
SM :	Sélection massale des rejets
T :	Tonne
TIF :	Traitemen t d'Induction Florale
UAC :	Université d'Abomey-Calavi
UNA :	Université Nationale d'Agriculture

Résumé

La sélection des rejets est une étape essentielle dans la production de l'ananas pain de sucre, influençant directement la qualité et le rendement des fruits. Cette étude vise à comparer l'effet de deux méthodes de sélection des rejets, à savoir la sélection conventionnelle et la sélection massale, sur les caractéristiques agro-morphologiques et le rendement de l'ananas pain de sucre dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin. L'expérimentation a été menée chez cinq producteurs de l'arrondissement de Tori-Kada, sur une superficie de 8,14 m² pour chaque méthode de sélection. Des modèles de régression logistique multinomiale et des modèles linéaires à effets mixtes ont été utilisés pour évaluer l'effet des méthodes de sélection sur plusieurs paramètres qualitatifs et quantitatifs des fruits. Les résultats montrent que la sélection massale améliore significativement l'homogénéité des fruits, avec 100% des fruits présentant une forme conique, contre 16% en sélection conventionnelle. De plus, cette méthode favorise une meilleure uniformité de coloration à maturité, essentielle pour le marché d'exportation. Concernant les caractéristiques quantitatives, les fruits issus de la sélection massale présentent des dimensions plus importantes et un poids moyen près du double de ceux issus de la sélection conventionnelle. Cette amélioration se traduit par une augmentation significative du rendement, passant de 40,84 t/ha en sélection conventionnelle à 62,63 t/ha en sélection massale. Ces résultats démontrent que la sélection massale constitue une approche efficace pour améliorer la qualité et la rentabilité de la production d'ananas au Bénin. Son adoption à grande échelle pourrait contribuer à optimiser les revenus des producteurs, améliorer la compétitivité de l'ananas béninois sur le marché international et assurer une production plus durable et homogène.

Mots-clés : Sugarloaf vert, sélection des rejets, caractéristiques agro-morphologiques, Bénin.

Abstract

Sucker selection is a crucial step in Sugarloaf pineapple production, directly influencing fruit quality and yield. This study aims to compare the effect of two sucker selection methods including conventional selection and mass selection on the agro-morphological characteristics and yield of pineapple in Tori-Bossito, Southern Benin. The experiment was conducted with five producers in Tori-Kada municipality, on a plot of 8.14 m² per selection method. Multinomial logistic regression models and linear mixed-effects models were used to assess the impact of the selection methods on various qualitative and quantitative fruit parameters. The results show that mass selection significantly improves fruit uniformity, with 100% of the fruits exhibiting a conical shape, compared to 16% in conventional selection. Additionally, this method promotes greater color uniformity at maturity, which is crucial for the export market. Regarding quantitative characteristics, fruits from mass selection are larger in size and nearly twice as heavy as those from conventional selection. This improvement leads to a significant increase in yield, rising from 40.84 t/ha with conventional selection to 62.63 t/ha with mass selection.

These findings demonstrate that mass selection is an effective approach to enhancing the quality and profitability of pineapple production in Benin. Its large-scale adoption could help optimize farmers' incomes, enhance the competitiveness of Beninese pineapples in international markets, and ensure more sustainable and homogeneous production.

Keywords: Sugarloaf vert, sucker selection, yield, agro-morphological characteristics, Benin.

1. INTRODUCTION

1.1. Contexte et justification

Le secteur rural occupe 70% de la population active, contribue pour 39% du Produit intérieur brut (PIB) et fournit 90% des recettes d'exportation au Bénin (INStaD, 2022). Les filières agricoles d'exportation au Bénin, marquées par la prépondérance du coton, traversent ces derniers temps une crise. La diversification des cultures est devenue une priorité nationale que s'approprie au jour le jour les acteurs du développement rural, et plus particulièrement les exploitants agricoles à la recherche de l'amélioration et de la consolidation de leurs résultats d'exploitation (Sohinto, 2008). Ainsi, dans le but de réduire la pauvreté, le gouvernement du Bénin a décidé de promouvoir l'exportation de nouvelles cultures dont l'ananas (*Ananas comosus L. Merrill*). En Afrique de l'Ouest, l'ananas est le deuxième fruit tropical le plus important en matière de volume de production, après la banane et avant la mangue (Mangara *et al.*, 2010). Principale culture fruitière au Sud-Bénin, particulièrement dans le département de l'Atlantique, l'ananas est cultivé par environ 70% des producteurs qui réalisent environ 95% de la production totale du Bénin (Helvetas-Bénin, 2008).

L'ananas (*Ananas comosus L.*) est une plante pérenne monocotylédone appartenant à la famille des Broméliacées, largement cultivée dans les régions tropicales pour ses fruits savoureux et nutritifs. Le Bénin, en particulier, se distingue comme un acteur majeur dans la production d'ananas, avec des variétés telles que pain de sucre et cayenne lisse qui dominent les plantations (Agbangba, 2016a). En 2019, la production nationale d'ananas au Bénin a atteint environ 400000 tonnes, ce qui place le pays comme le troisième producteur africain, derrière la Côte d'Ivoire et le Ghana (FAO, 2020). L'ananas contribue ainsi à environ 1,2% du PIB national et 4,3% du PIB agricole, se positionnant comme une culture essentielle après le coton et l'anacarde (INSAE, 2014 ; actuellement INStaD).

L'ananas joue un rôle crucial dans l'économie locale, représentant une source de revenus significative pour les producteurs tout en contribuant à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté au Bénin (Djogbénou *et al.*, 2011). De plus, l'ananas est valorisé pour ses multiples utilisations : consommé frais, transformé en jus, en conserve, ou employé comme ingrédient dans diverses recettes culinaires. Ses bienfaits nutritionnels et thérapeutiques sont également reconnus, notamment grâce à sa richesse en vitamines, minéraux et enzymes (Agbangba, 2016b).

Cependant, le succès de la production d'ananas repose en grande partie sur la qualité des rejets utilisés pour la plantation. Les rejets, ces jeunes pousses qui se développent à la base de la plante mère, influencent directement le rendement et les caractéristiques du fruit. Traditionnellement, les producteurs béninois ont recours à la sélection conventionnelle des rejets, où tous les rejets disponibles sont utilisés pour la plantation, sans distinction particulière. Cette méthode présente néanmoins des inconvénients tels que l'hétérogénéité des fruits, ce qui compromet les normes de qualité exigées par les marchés internationaux (Fassinou Hotegni *et al.*, 2014). Pour pallier ces problèmes, des pratiques de sélection plus rigoureuses, comme la sélection massale, ont été introduites. Selon Kiss *et al.* (2016), la sélection massale, qui consiste à choisir les rejets en fonction de critères morphologiques spécifiques, pourrait améliorer les performances agronomiques des cultures d'ananas. Les conditions édaphiques et climatiques du Sud et du Centre du Bénin confèrent à l'ananas des qualités organoleptiques particulièrement appréciées sur les marchés nationaux et internationaux (Vigan *et al.*, 2018). Les principales zones de production sont concentrées dans les cinq communes du Département de l'Atlantique : Abomey-Calavi, Allada, Toffo, Tori-Bossito et Zè, qui représentent 97% de la production nationale (DSA, 2020). La Commune de Zè, par exemple, est l'une des zones phares avec une superficie cultivée de 2500 hectares et une production annuelle de 112500 tonnes en 2019 (DSA, 2020).

Deux variétés dominent les cultures : la cayenne lisse et le pain de sucre, avec des rendements moyens respectifs de 45,59 tonnes et 36,41 tonnes à l'hectare (LEED, 2016). Toutefois, malgré ces performances, la filière ananas au Bénin fait face à des contraintes qui limitent son développement, notamment l'insuffisance de rejets de qualité et l'hétérogénéité des fruits. Ces défis affectent la rentabilité et la commercialisation, réduisant ainsi les opportunités d'exportation vers des marchés tels que l'Union Européenne (Fassinou Hotegni *et al.*, 2014).

C'est ainsi que cette étude vise à comparer les performances de la production d'ananas en utilisant des rejets issus de la sélection massale et des rejets issus de la sélection conventionnelle (rejets tout-venant) dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin, afin de déterminer l'impact de ces deux méthodes de sélection sur la qualité et la quantité des récoltes.

1.2. Objectifs de l'étude

L'objectif général de cette étude est d'évaluer l'influence de la méthode de sélection des rejets sur les performances agronomiques et les caractéristiques morphologiques des fruits de l'ananas pain de sucre à Tori-Bossito.

Spécifiquement, il s'agit de:

- comparer les caractéristiques agro-morphologiques qualitatives des fruits (la forme des fruits, la couronne des fruits, et la coloration des fruits) obtenus à partir des rejets issus de sélection massale et de la sélection conventionnelle ;
- évaluer les caractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits (la circonférence basale, la circonférence médiane, la circonférence du sommet, la hauteur du fruit et le poids moyen des fruits) issus des deux méthodes de sélection ;
- déterminer l'effet de chaque méthode de sélection sur le rendement potentiel en ananas.

1.3. Hypothèses

Dans le cadre de cette étude, les hypothèses suivantes ont été formulées pour évaluer l'impact des méthodes de sélection des rejets sur la production d'ananas pain de sucre :

- Les fruits issus de la sélection massale des rejets présentent des caractéristiques agro-morphologiques qualitatives supérieures par rapport à ceux issus de la sélection conventionnelle.
- La sélection massale des rejets améliore significativement les paramètres quantitatifs des fruits comparativement à la sélection conventionnelle.
- Le rendement en ananas serait plus élevé avec des rejets issus de la sélection massale qu'avec ceux issus de la sélection conventionnelle.

2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Classification et origine

L'ananas (*Ananas comosus L.*) appartient à la famille des Broméliacées. Si la plupart des bromélides sont des plantes épiphytes, l'ananas est une plante herbacée vivace. Il est originaire d'Amérique du Sud : le Bassin amazonien, la Guyane et l'Argentine (Kobenan *et al.*, 2005). Il est produit à grande échelle par les États-Unis (Hawaï), la Côte d'Ivoire et le Costa Rica (Kobenan *et al.*, 2005). L'espèce *Ananas comosus* comprend de nombreux cultivars. Parmi ces cultivars, il y a : Cayenne, Spanish, Victoria, Pernambuco et Perolera. Les cultivars du groupe Cayenne sont les plus cultivés au monde (Malard, 2007).

2.2. Exigences climatiques

2.2.1. Température

La température constitue l'un des facteurs écologiques majeurs influençant la répartition géographique de l'ananas (*Ananas comosus L.*) ainsi que sa dynamique de multiplication végétative, notamment la ramification des rejets. Bien qu'il s'agisse d'une culture tropicale, l'ananas demeure sensible aux variations thermiques importantes, ce qui limite sa culture principalement aux zones de basse altitude où les températures sont plus stables (Diary, 2003).

Selon la FAO (2021), les températures journalières moyennes idéales pour la culture de l'ananas se situent entre 22°C et 26°C, avec une croissance optimale observée autour de 24°C. Des températures en dessous de 15°C ralentissent fortement le développement, tandis que la croissance s'arrête quasiment lorsque les températures descendent sous les 10°C. Par ailleurs, des températures supérieures à 35°C peuvent compromettre la qualité des fruits en altérant leur teneur en sucre et en acide.

En complément, Li *et al.* (2022) ont montré que l'ananas tolère difficilement des extrêmes thermiques. Leur étude indique que des températures critiques supérieures à 40°C ou inférieures à 5°C entraînent un stress physiologique important, limitant à la fois la croissance végétative et la production de rejets. La prolifération de ces derniers, essentielle dans la multiplication végétative de l'espèce, est favorisée dans une plage thermique modérée, et se voit inhibée sous l'effet de stress thermique prolongé.

2.2.2. Besoin en eau

L'ananas est une plante relativement peu exigeante en eau, mais son développement optimal dépend d'un approvisionnement régulier et bien réparti tout au long de son cycle de croissance. Il nécessite en moyenne 2 à 4 mm d'eau par jour, ce qui correspond à des précipitations annuelles de 1 200 à 1 500 mm (Coulibaly et al., 2012). Cependant, ces besoins varient selon les conditions pédoclimatiques et le stade de croissance de la plante.

Un excès d'eau, notamment lors de la phase de multiplication des rejets, peut entraîner une asphyxie racinaire et favoriser le développement de maladies fongiques, notamment la pourriture des rejets et des racines. Un drainage efficace est donc essentiel pour éviter l'engorgement du sol, en particulier dans les zones où les précipitations sont élevées. À l'inverse, un déficit hydrique prolongé peut ralentir la croissance des feuilles, réduire la taille des fruits et altérer leur qualité organoleptique (texture et teneur en sucre). Pour optimiser la production, il est recommandé d'irriguer l'ananas pendant les périodes de sécheresse prolongée, en privilégiant des techniques comme l'irrigation goutte-à-goutte, qui permet un apport contrôlé en eau tout en réduisant le gaspillage (Humbert, 2005).

2.2.3. Besoin en lumière

La lumière joue un rôle déterminant dans la croissance et le rendement de l'ananas, principalement en influençant la photosynthèse, la production de biomasse et la qualité des fruits (Balandier, 1992). Des études récentes ont mis en évidence l'impact significatif de l'intensité lumineuse sur ces paramètres.

Par exemple, une étude menée par Kishore et al. (2020) a démontré que l'intensité de l'ombre affecte la croissance, l'allocation de la biomasse, le rendement et la qualité de l'ananas cultivé en système d'interculture avec le mangue. Les résultats ont montré que l'ananas peut être cultivé avec succès sous une intensité d'ombre d'environ 50%, bien que des réductions de rendement soient observées à des niveaux d'ombre plus élevés.

De plus, une étude de Bunthawin et Ritchie (2010) a révélé que la variété d'ananas 'Phuket' présente une photosynthèse optimale à des intensités lumineuses comprises entre 755 et 1 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de rayonnement photosynthétiquement actif (PAR). Cela confirme que l'ananas est une plante héliophile nécessitant un ensoleillement abondant pour une photosynthèse efficace.

Par ailleurs, une étude de Zhao et al. (2020) a examiné les effets du moment et de la hauteur de l'ombrage sur le rendement et la qualité de l'ananas. Les résultats ont indiqué que l'incidence des

coups de soleil sur les fruits d'ananas augmente avec le retard de l'ombrage, soulignant l'importance d'une gestion appropriée de l'exposition à la lumière pour maintenir la qualité des fruits.

Dans les zones où la densité de plantation est élevée, une mauvaise répartition de la lumière peut provoquer un développement hétérogène des fruits et une réduction du taux de sucre, affectant ainsi la qualité marchande de la récolte (Bakry *et al.*, 2002). Pour garantir un éclairement optimal, les producteurs doivent adopter des espacements appropriés entre les plants et éviter les zones d'ombrage excessif. Certaines techniques culturales, comme le désherbage régulier, permettent aussi d'assurer un bon niveau de lumière dans les plantations.

2.2.4. Sol et exigences pédologiques

L'ananas possède un système racinaire superficiel et fragile, généralement concentré dans les 30 premiers centimètres du sol. Cette caractéristique rend la plante particulièrement sensible à l'aération, au drainage et à la structure du sol. Des sols meubles, bien aérés et perméables sont donc essentiels pour éviter l'asphyxie racinaire et favoriser une croissance saine (Kiersten, 2024). Les sols sablo-argileux ou sablo-limoneux, riches en matière organique, sont particulièrement adaptés à la culture de l'ananas. Ces types de sols assurent un bon drainage tout en retenant suffisamment d'humidité et de nutriments pour le développement optimal des plants. Un pH légèrement acide, compris entre 4,5 et 6,5, est idéal pour l'absorption efficace des nutriments essentiels tels que le fer, le manganèse, le zinc et le cuivre.

Une fertilisation équilibrée est cruciale pour maximiser le rendement et la qualité des fruits. Les besoins en éléments nutritifs varient selon les stades de développement de la plante, mais en général, des apports adéquats en azote (N), phosphore (P), potassium (K), magnésium (Mg) et calcium (Ca) sont nécessaires. Par exemple, des applications de 230 à 300 kg/ha d'azote, 45 à 65 kg/ha de phosphore et 110 à 220 kg/ha de potassium sont recommandées pour une production optimale (FAO, 2021 ; Kiersten, 2024).

La variété 'Cayenne Lisse', largement cultivée pour l'exportation, préfère des sols acides avec un pH compris entre 4,5 et 5,5. Des sols trop basiques (pH supérieur à 7) peuvent entraîner des carences en fer et en manganèse, se manifestant par un jaunissement des feuilles et une réduction du rendement. Dans de tels cas, l'application d'amendements organiques acides, tels que la tourbe ou le soufre élémentaire, peut aider à corriger les déséquilibres du sol et améliorer l'absorption des micronutriments.

Une bonne préparation du sol avant la plantation est essentielle pour assurer une croissance vigoureuse des plants. Il est recommandé d'effectuer un labour superficiel, suivi d'un apport en matière organique pour améliorer la structure du sol et stimuler l'activité microbienne bénéfique. Des pratiques telles que le désherbage régulier et le maintien d'une couverture végétale appropriée peuvent également contribuer à la santé du sol et à la productivité de la culture (Bouffin, 1992).

2.3. Cycle de production

La durée du cycle est fortement dépendante du type de rejets utilisés à la plantation et de leur poids. Le poids des rejets sélectionnés pour la plantation doit être homogène pour être au même stade de développement au moment de l'induction florale (qu'elle soit naturelle ou artificielle) et produire des fruits de calibre homogène (Malard, 2007). L'ananas nécessite douze à vingt mois, de la plantation à la récolte dont six à huit mois pour la phase végétative, et cinq à six mois pour la phase reproductive. La durée du cycle varie selon les variétés (Malard, 2007).

2.4. Description botanique de la plante d'ananas

2.4.1. 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.

2.4.2. Tige

La tige forme l'axe de la plante. Elle est visible extérieurement seulement lorsque les feuilles et les racines sont enlevées (Duval *et al.*, 2001). La tige de la plante adulte reste très courte, mesurant 20 à 25 cm de longueur, d'un diamètre de 2 à 3,5 cm à sa base et de 5,5 à 6,5 cm dans la partie la plus large juste au-dessous du méristème terminal. Elle comporte un grand nombre d'entre-nœuds très courts. Cette tige est souvent appelée souche.

2.4.3. 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 généralement entre 68 et 82 feuilles, bien que ce nombre puisse varier selon les conditions de croissance et les cultivars. Les feuilles sont généralement longues (jusqu'à 1 mètre), étroites et rigides, avec des bords qui peuvent être épineux ou lisses selon la variété (Office of the Gene Technology Regulator, 2008 ; Phillips, 2023). La disposition spiralée des feuilles suit une phyllotaxie spécifique, souvent décrite par une fraction telle que 5/13, indiquant que chaque feuille est positionnée à un angle constant par rapport à la précédente, optimisant ainsi la capture de la lumière. Cette configuration permet également une canalisation efficace de l'eau vers la base de la plante, grâce à la forme en gouttière des feuilles (Krauss, 1948b ; Py *et al.*, 1987).

Les feuilles jouent un rôle crucial dans la photosynthèse et le stockage de l'eau. Leur structure en forme de gouttière dirige l'eau vers la base de la plante, facilitant ainsi l'absorption par les racines. De plus, les surfaces des feuilles sont souvent couvertes de trichomes, qui aident à réduire la perte d'eau par évaporation (Office of the Gene Technology Regulator, 2008).

La coloration des feuilles varie selon les cultivars, allant du vert pâle au rougeâtre. Par exemple, la variété 'Red Spanish' présente des feuilles aux teintes rougeâtres, tandis que la 'Smooth Cayenne' a des feuilles vert clair avec des épines principalement à la base et à l'extrémité (Office of the Gene Technology Regulator, 2008 ; Gilman *et al.*, 2017).

2.4.4. Fruit

L'ananas est une plante donnant un fruit unique. Les pièces florales se développent pour former un fruit parthénocarpique. En effet, sur la face externe du fruit se trouve un grand nombre "d'yeux" correspondant aux extrémités de la bractée et des sépales. Au sommet du fruit se développent une couronne. Selon Ratinarivo (2010), les ananas sont des fruits non-climatériques, une fois cueillis, ils ne mûriront plus, la couleur n'est pas toujours un indicateur suffisant pour choisir le fruit, plutôt son odeur fruitée, son poids et la fraîcheur de ses feuilles sont de meilleurs indices.

2.4.5. 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 1) : 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.

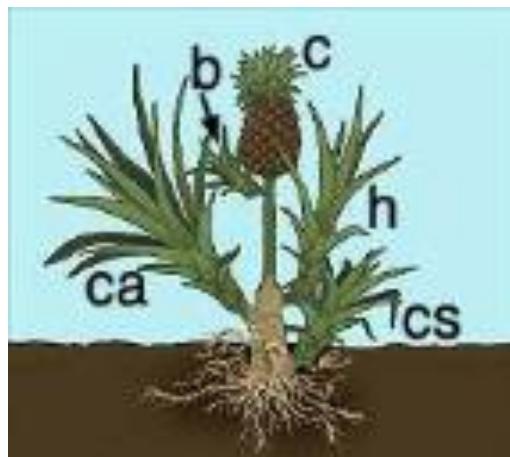


Figure 1 : Les différents rejets de l'ananas. C : La couronne, Ca : Le cayeu, Cs : cayeu souterrain, B : bulbille, h : Le happa (Source : Malard, 2007).

Le choix des rejets destinés à la plantation repose sur plusieurs critères essentiels :

- **État sanitaire** : Les rejets doivent être exempts de maladies et de parasites, notamment du flétrissement bactérien et de la fusariose (Zandjanakou-Tachin *et al.*, 2016).
- **Taille et vigueur** : Les rejets de 300 à 500 g sont considérés comme idéaux, car ils assurent une croissance rapide et homogène des nouvelles plantations (Azonkpin *et al.*, 2017).
- **Origine physiologique** : Les rejets issus de plantes mères en pleine croissance sont préférés, car ils bénéficient d'une meilleure vigueur (Cabot, 1989).

2.5. 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.

2.5.1. 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 (Ducreux *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).

2.5.2. Plantation et densité des plants

L'ananas est principalement multiplié par rejets ou drageons, qui sont sélectionnés pour leur vigueur et leur état sanitaire avant la plantation. Pour garantir un bon développement des plants et limiter la propagation des maladies, ces rejets doivent être traités contre les pathogènes avant leur mise en terre. Ce traitement consiste généralement en un trempage dans une solution fongicide ou insecticide, suivi d'un séchage à l'ombre pendant 24 à 48 heures, afin de réduire les risques d'infection et d'assurer une bonne reprise des plants (Cabot, 1989).

L'espacement des plants joue un rôle fondamental dans l'optimisation du rendement, la gestion des adventices et l'aération du champ. Trois systèmes de plantation sont couramment utilisés en fonction des objectifs de production et des conditions pédoclimatiques. Le système en simple rang est caractérisé par un espacement de 80 cm entre les lignes et 30 cm entre les plants, ce qui permet

d'atteindre une densité de 41000 plants par hectare. Cette méthode facilite l'entretien manuel et la récolte, mais elle offre une densité relativement faible par rapport aux autres systèmes.

Le système en double rang, quant à lui, optimise l'espace disponible en rapprochant les plants avec un écartement de 90 cm entre les lignes et 25 cm entre les plants, ce qui permet d'augmenter la densité de plantation à 53000 à 60000 plants par hectare. Cette méthode est appréciée pour son compromis entre rendement et accessibilité aux plants lors des opérations culturales. Enfin, le système en quinconce, qui est le plus intensif, consiste à espacer les lignes de 100 cm et les plants de 25 cm, ce qui permet une densité plus élevée de 60000 à 75000 plants par hectare. Ce système favorise une meilleure couverture du sol, limitant ainsi la croissance des mauvaises herbes et améliorant l'utilisation des ressources nutritives et hydriques disponibles (Dupuis, 2013).

Le choix du système de plantation dépend donc des objectifs de production, du type de sol, des conditions climatiques et de la disponibilité en rejets. Une densité de plantation élevée permet d'augmenter la productivité à l'hectare, mais elle exige également une gestion rigoureuse des apports en nutriments et en eau, ainsi qu'un contrôle efficace des maladies et ravageurs pour éviter les pertes de rendement.

2.5.3. 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 1 présente les doses recommandées et les périodes d'application des principaux éléments nutritifs nécessaires à la croissance optimale des plants.

Tableau 1 : 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 <i>et al.</i> , 2017)
Phosphore (P_2O_5)	80 à 100 kg/ha	Appliqué au labour et en couverture 4 mois après plantation

Sulfate de potasse (K ₂ SO ₄)	300 à 350 kg/ha	Fractionné en 3 applications (2, 5 et 8 mois après plantation) pour favoriser la fermeté du fruit, améliorer le taux de sucre et le rend plus longtemps au stockage
--	-----------------	---

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

Tableau 2 : 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 (Chogou <i>et al.</i> , 2017)

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 3 liste les principaux bioagresseurs affectant la culture de l'ananas ainsi que les moyens de lutte recommandés.

Tableau 3 : 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 pyréthrinoïdes (Adabe <i>et al.</i> , 2016)
Nématodes (<i>Pratylenchus brachyurus</i>)	Racines nécrosées, retard de croissance	Rotation culturelle 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 <i>et al.</i> , 2000)

2.5.4. Induction florale

L'induction florale se fait avec du carbure de calcium qui permet d'induire la floraison et de faciliter une récolte groupée. Elle se fait 8 à 12 mois après plantation. L'induction florale mal maîtrisée entraîne une floraison irrégulière et des pertes de rendement (Azonkpin *et al.*, 2017).

2.5.5. 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 :

- **Traitements antifongiques** : 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.

2.6. Techniques de sélection des rejets d'ananas

La sélection des rejets d'ananas suit plusieurs méthodes traditionnelles et modernes pour garantir une productivité maximale.

2.6.1. Sélection massale des rejets

La sélection massale des rejets est une méthode traditionnelle d'amélioration végétale qui repose sur le choix des meilleurs plants au sein d'une population afin de préserver et améliorer certaines caractéristiques agronomiques. Cette technique est largement utilisée dans la culture de l'ananas, où la productivité et la qualité des fruits dépendent fortement de la vigueur et de la santé des rejets utilisés pour la plantation. Elle vise à sélectionner des individus présentant des traits supérieurs, tels qu'une meilleure adaptation aux conditions locales, une résistance accrue aux maladies et une croissance vigoureuse (Traoré *et al.*, 2017). La sélection massale repose sur un processus en plusieurs étapes, nécessitant une observation minutieuse et un tri rigoureux des rejets avant leur

utilisation en plantation. Tout d'abord, les producteurs identifient les plants mères les plus performants dans le champ, en se basant sur des critères spécifiques tels que la taille du fruit, l'épaisseur des feuilles, la précocité de production et l'état sanitaire général. Ensuite, les rejets issus de ces plants sont soigneusement prélevés, en veillant à ne pas endommager leur système racinaire naissant. Une fois collectés, les rejets sont soumis à un tri rigoureux, éliminant ceux présentant des défauts morphologiques, des symptômes de maladies ou une croissance trop lente. Les rejets sélectionnés peuvent ensuite être traités avec des fongicides et insecticides pour éviter la propagation de pathogènes avant leur transplantation. Cette phase est essentielle pour garantir une bonne reprise après plantation et limiter les pertes en culture (Traoré *et al.*, 2017).

La sélection massale présente plusieurs avantages agronomiques et économiques. Elle permet notamment:

- *Le maintien d'une variabilité génétique contrôlée* : Contrairement aux méthodes de sélection plus strictes (comme la culture in vitro), la sélection massale conserve une diversité génétique qui favorise une meilleure adaptation aux conditions environnementales locales.
- *Une amélioration progressive des caractéristiques désirées* : À chaque génération, seuls les rejets les plus performants sont conservés, permettant d'optimiser progressivement le rendement et la qualité des cultures.
- *Un coût de mise en œuvre réduit* : Contrairement aux techniques de multiplication avancées nécessitant des infrastructures spécifiques (ex. biotechnologie), la sélection massale ne requiert aucun équipement particulier, ce qui la rend accessible aux petits producteurs.
- *Une résistance accrue aux maladies et aux stress environnementaux* : En sélectionnant naturellement les plants les plus robustes, cette méthode permet d'améliorer la tolérance des ananas aux maladies courantes et aux variations climatiques (Traoré *et al.*, 2017).

Bien que cette technique présente des bénéfices certains, elle comporte également des limites :

- *Un processus lent et nécessitant une observation continue* : La sélection des rejets doit être réalisée avec rigueur, ce qui demande un suivi régulier des plantations et une bonne expertise agronomique.
- *Un manque d'uniformité* : Contrairement aux méthodes de multiplication clonale (comme la culture in vitro), la sélection massale peut entraîner une hétérogénéité des plants au sein d'une même parcelle, affectant ainsi l'uniformité des récoltes.

- *Un risque de transmission de pathogènes* : Si les rejets ne sont pas correctement sélectionnés et désinfectés, certaines maladies peuvent être transmises d'une génération à l'autre, réduisant ainsi le potentiel de rendement (Tableau 4).

Cas pratique de l'opération de sélection massale des rejets d'ananas réalisée par l'ATDA 7 en 2022

L'objectif principal de cette opération est de reconnaître, identifier et sélectionner le morphotype d'ananas demandé par le producteur afin d'améliorer la qualité du matériel végétal utilisé en production. De façon spécifique, il s'agissait de pratiquer le marquage des plants d'ananas en fonction des caractéristiques visuelles du morphotype choisi par le producteur et de permettre aux techniciens d'acquérir les compétences nécessaires pour reproduire cette technique auprès des membres des COPSA (Coopératives de Prestation de Services Agricoles) (ATDA 7, 2022).

Pour mener à bien cette opération, plusieurs équipements sont requis :

- *Outils de travail* : coupe-coupe, piquets, ciseaux ou couteaux, rubans colorés (pour marquage), cordeau.
- *Matériel de mesure et de collecte des données* : décamètre, peson, carnet de notes, crayon, appareil photo.
- *Équipement de protection* : bottes et gants (ATDA 7, 2022).

L'opération de sélection massale a été réalisée selon un protocole rigoureux :

- *Sélection de la plantation* : choix d'un champ d'ananas à maturité complète, n'ayant pas subi de traitement à l'éthrel.
- *Définition des critères de sélection* : description des caractéristiques du fruit à marquer par le producteur.
- *Attribution des morphotypes* : catégorisation des morphotypes retenus en fonction des critères définis.
- *Marquage des plants* : utilisation de couleurs spécifiques pour identifier les plants sélectionnés (Figure 2).
- *Recensement des plants sélectionnés* : comptage des fruits marqués dans la parcelle.
- *Étalonnage du champ* : prise des dimensions du champ (35m × 35m).
- *Calcul de densité de la parcelle* : estimation du nombre de plants sélectionnés par unité de surface.

- *Mesure des caractéristiques des fruits* : circonférence (base, milieu et sommet) en centimètre, hauteur des fruits (cm) et poids des fruits (g) (ATDA 7, 2022). L'évaluation de la parcelle a porté sur une superficie de 1225 m², au sein de laquelle 394 fruits ont été marqués selon les critères définis. L'analyse des données a permis d'estimer une densité de plantation de 6737 plants par hectare, reflétant une bonne occupation de l'espace et une répartition homogène des plants sélectionnés. Trois fruits ont été prélevés pour un échantillonnage détaillé, et le morphotype retenu a été celui identifié avec le ruban bleu, chaque producteur ayant récolté un fruit pour l'analyse (ATDA 7, 2022).

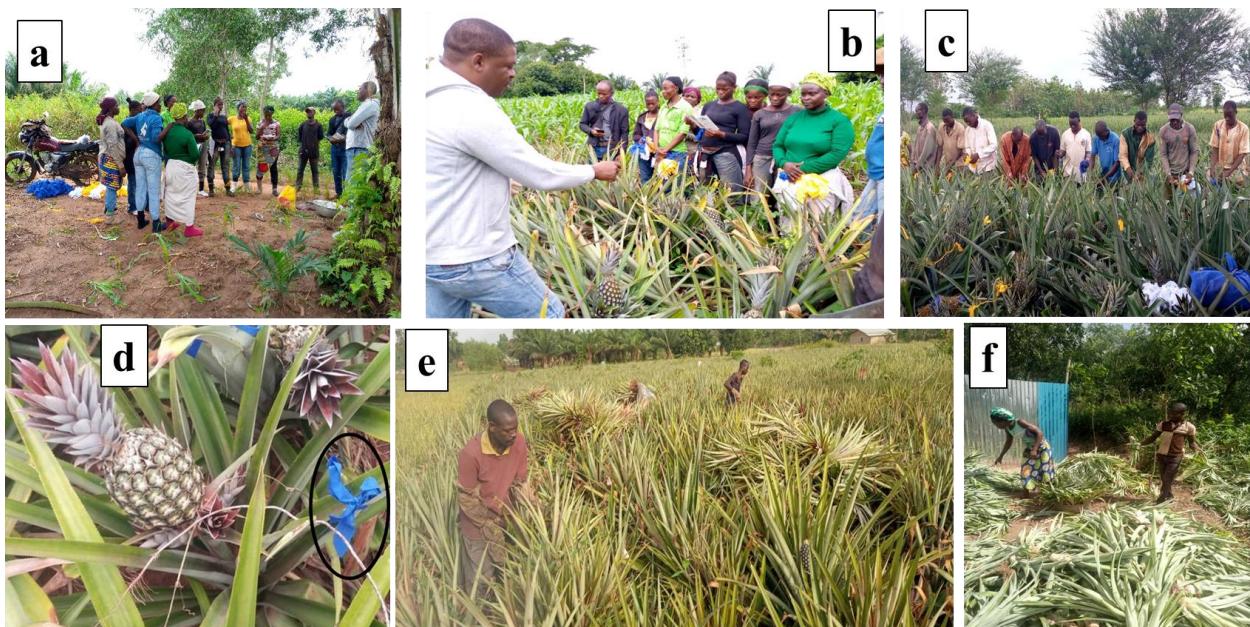


Figure 2: Les étapes de la sélection massale. a = constitution des groupes de personnes pour le marquage des plantes-mères, b = explication de l'opération de marquage, c = marquage des plantes-mères, d = plante-mère marquée, e = récolte selective des rejets et f = triage, calibrage et comptage des rejets.

2.6.2. Sélection conventionnelle des rejets (rejets tout-venant)

La sélection conventionnelle des rejets, également appelée sélection des rejets tout-venant, est une pratique courante chez les producteurs d'ananas, notamment dans les exploitations traditionnelles et à petite échelle. Contrairement à la sélection massale, cette méthode n'implique aucun tri rigoureux des rejets avant leur replantation. Ainsi, tous les rejets produits par les plantes mères sont automatiquement utilisés, sans distinction de qualité, de vigueur ou de résistance aux maladies (Tossou *et al.*, 2015).

L'absence de tri dans la sélection conventionnelle entraîne une variabilité importante dans les caractéristiques agronomiques des plants issus de ces rejets. Certains rejets peuvent présenter une croissance lente, une faible résistance aux maladies ou une production de fruits de taille inégale, affectant ainsi la qualité et l'uniformité des récoltes. Une étude menée par Tossou *et al.* (2015) a montré que cette méthode, bien qu'économique et rapide, ne permet pas d'exploiter pleinement le potentiel agronomique des cultures d'ananas. En effet, en réutilisant sans distinction tous les rejets disponibles, les producteurs risquent de propager des plants de moindre qualité, ce qui entraîne une diminution du rendement global et de la rentabilité des plantations.

Un autre effet de cette variabilité est la difficulté de planification des récoltes. Avec des rejets de croissance inégale, la maturation des fruits se produit de manière désynchronisée, ce qui complique la gestion des ventes et des exportations, notamment pour les marchés exigeant une homogénéité des calibres et des caractéristiques des fruits.

L'utilisation systématique de tous les rejets, sans contrôle préalable, favorise également la propagation de pathogènes dans les parcelles. Les rejets infectés par des maladies comme le flétrissement bactérien, la fusariose ou les attaques de cochenilles farineuses (*Dysmicoccus brevipes*) peuvent être indétectables à l'œil nu et se disséminer dans toute la culture une fois replantés. Ce phénomène accroît les besoins en traitements phytosanitaires, augmentant ainsi les coûts de production et l'impact environnemental de la culture (Zandjanakou-Tachin *et al.*, 2016). Bien que moins rigoureuse et plus risquée, cette méthode reste populaire dans de nombreuses exploitations agricoles pour plusieurs raisons :

- *Facilité et rapidité d'implantation* : En réutilisant directement tous les rejets disponibles, les producteurs évitent un travail de tri long et fastidieux.
- *Coût réduit* : Contrairement aux techniques avancées comme la culture in vitro ou la sélection assistée par biotechnologie, cette méthode ne nécessite aucun équipement spécifique ni traitement coûteux.
- *Adaptabilité aux conditions locales* : Les rejets étant issus des plantes mères cultivées localement, ils sont généralement bien adaptés au climat et au sol de la région.

Cependant, ces avantages sont contrebalancés par plusieurs limites majeures :

- *Hétérogénéité des cultures* : L'utilisation de rejets tout-venant entraîne des différences de croissance et de développement, ce qui affecte l'uniformité des productions et complique les opérations de récolte.

- *Baisse de la qualité des fruits* : Certains rejets peuvent donner des fruits plus petits, moins sucrés ou plus sensibles aux défauts physiologiques, réduisant ainsi leur attractivité commerciale.
- *Risque élevé de maladies et de stress physiologique* : La replantation sans contrôle sanitaire favorise la transmission des maladies virales, bactériennes et fongiques, compromettant la durabilité de la culture (Tableau 4, voir annexe).

2.6.3. Culture in vitro

La culture in vitro est une technique de propagation végétale en laboratoire permettant d'obtenir des rejets sains et homogènes à partir de cellules végétales, sans passer par la multiplication naturelle. Cette méthode est particulièrement prisée en raison de sa capacité à éviter la transmission de pathogènes, garantissant ainsi une reproduction exempte de maladies et une meilleure uniformité des plants.

Le processus de culture in vitro comprend plusieurs étapes clés. Tout d'abord, il est nécessaire de procéder à la préparation des explants, qui consiste à sélectionner des tissus végétaux issus de la plante mère, notamment les couronnes, cayeux ou apex (bourgeon terminal ou méristème apical). Une fois prélevés, ces explants subissent une stérilisation à l'aide d'une solution désinfectante afin d'éliminer toute présence de bactéries ou champignons. Ensuite, les tissus sont placés en culture sur un milieu nutritif gélosé enrichi en hormones de croissance (auxines et cytokinines), favorisant ainsi leur développement. La phase suivante est la multiplication cellulaire, au cours de laquelle les explants prolifèrent pour donner naissance à de nouvelles pousses. Une fois la croissance initiale achevée, les jeunes plants passent par une étape de sevrage et d'acclimatation en serre, avant d'être transplantés au champ pour poursuivre leur développement dans des conditions naturelles (Cabot, 1989).

La culture in vitro présente plusieurs avantages majeurs. Elle permet une production rapide et massive de plants homogènes, favorisant ainsi une agriculture plus productive et efficace. De plus, cette technique offre une prévention efficace contre les maladies virales et bactériennes, réduisant le recours aux traitements phytosanitaires (Tableau 4, voir annexe). Elle joue également un rôle clé dans l'amélioration de la qualité génétique des variétés d'ananas, en garantissant des plants plus résistants et adaptés aux exigences du marché. En outre, cette méthode constitue une solution précieuse pour la conservation des espèces rares ou menacées, en permettant leur reproduction en dehors de leur habitat naturel (Cabot, 1989).

Toutefois, malgré ses nombreux atouts, la culture in vitro présente certaines contraintes. Elle requiert des infrastructures spécialisées, un investissement financier conséquent, ainsi qu'un savoir-faire technique avancé pour assurer le bon déroulement du processus (Tableau 4, voir annexe). Ces exigences limitent son accessibilité aux petits producteurs, bien que son adoption progressive dans les grandes exploitations agricoles contribue à l'amélioration globale de la production d'ananas.

2.6.4. Macropropagation par organogenèse

La macropropagation par organogenèse est une technique de multiplication végétative qui repose sur l'activation des méristèmes, cellules en division active, afin de générer de nouveaux rejets. Contrairement à la culture in vitro, cette méthode favorise une régénération rapide et homogène des plants à partir d'un seul rejet, ce qui permet d'accélérer la production de matériel végétal prêt à être mis en culture (Gnonhouri *et al.*, 2000).

Le processus de macropropagation par organogenèse comprend plusieurs étapes essentielles. Tout d'abord, il est nécessaire de procéder à la préparation des explants, qui consiste à sélectionner des jeunes rejets ou des tissus méristématiques présentant une bonne vigueur. Ensuite, une phase d'induction de la prolifération est mise en œuvre, durant laquelle des hormones de croissance spécifiques sont appliquées afin de stimuler la multiplication des bourgeons. Cette prolifération conduit à la différenciation des pousses, où de mini-plants viables commencent à se former. Une fois cette étape atteinte, les pousses sont soumises à une phase d'enracinement, où elles sont placées sur un substrat adapté favorisant le développement des racines. Enfin, les jeunes plants subissent un sevrage progressif, les acclimatant aux conditions extérieures avant d'être transplantés au champ pour poursuivre leur croissance (Gnonhouri *et al.*, 2000).

Cette technique offre plusieurs avantages majeurs pour la production d'ananas. Elle permet une production accélérée de plants, réduisant ainsi le temps nécessaire à la mise en place d'une nouvelle culture. De plus, elle garantit une meilleure uniformité des cultures, assurant une production homogène, ce qui est un atout pour les marchés exigeant des fruits de qualité standardisée. La macropropagation par organogenèse est particulièrement adaptée aux variétés à haut rendement, comme la variété MD2, largement cultivée pour son potentiel commercial élevé. En outre, elle contribue à réduire la dépendance aux semences traditionnelles et aux rejets prélevés directement sur le terrain, ce qui limite les risques de transmission de maladies et améliore la qualité sanitaire des plants.

Toutefois, cette méthode présente également des limites similaires à celles de la culture in vitro. Elle nécessite des infrastructures et équipements spécialisés, ainsi qu'un personnel qualifié en biotechnologie pour assurer un suivi rigoureux du processus (Tableau 4, voir annexe). Bien que son coût initial soit relativement élevé, son adoption progressive dans les systèmes de production intensifs contribue à l'amélioration de la productivité et de la rentabilité des exploitations agricoles.

2.6.5. Sélection assistée par biotechnologie

La sélection assistée par biotechnologie est une approche moderne qui repose sur l'utilisation d'outils génétiques et moléculaires pour identifier et sélectionner des plants présentant des caractéristiques agronomiques avantageuses. Elle est de plus en plus utilisée dans les programmes d'amélioration variétale pour optimiser la résistance aux maladies, la tolérance aux stress climatiques et la qualité des fruits (Malézieux, 2008). Cette approche permet une identification précoce des plants les plus prometteurs et accélère ainsi la sélection des meilleures lignées.

Différentes techniques biotechnologiques sont utilisées dans ce cadre. L'emploi de marqueurs moléculaires facilite l'identification des gènes responsables de traits d'intérêt, tels que la résistance aux maladies et l'adaptation aux conditions environnementales (Smith & Botella, 2020). De plus, les tests PCR et le séquençage génomique sont des outils essentiels permettant de détecter la présence de pathogènes invisibles à l'œil nu, garantissant ainsi la sélection de plants exempts de maladies (Alhassan, 2003). Par ailleurs, les avancées en édition génétique, notamment la technologie CRISPR-Cas9, offrent la possibilité de modifier directement l'ADN des plants afin d'améliorer certains traits comme la résistance aux nématodes et la tolérance accrue à la sécheresse (Zhang *et al.*, 2014).

La sélection assistée par biotechnologie présente plusieurs avantages qui en font une méthode prometteuse pour l'amélioration des cultures d'ananas. Elle permet une accélération du processus de sélection, évitant ainsi les longues périodes de croisements traditionnels (Toillier & de Lapeyre de Bellaire, 2016). De plus, elle réduit considérablement l'utilisation de pesticides, car les variétés sélectionnées sont naturellement plus résistantes aux pathogènes et aux ravageurs. Enfin, elle favorise l'adaptation des cultures aux contraintes agroclimatiques, un aspect crucial dans un contexte de changement climatique (Serghini, 2006).

Toutefois, malgré ses nombreux atouts, la sélection assistée par biotechnologie présente certaines limites (Tableau 4, voir annexe). Son principal inconvénient est son coût élevé, qui comprend les

investissements dans des infrastructures de recherche spécialisées et l'expertise en biologie moléculaire nécessaire pour mener les analyses. De plus, son adoption est parfois freinée par des restrictions réglementaires et des débats éthiques liés à l'utilisation de technologies de modification génétique (Lavabre, 2017). Malgré ces défis, cette approche reste une solution clé pour améliorer la filière ananas, en contribuant à une agriculture plus productive, durable et résiliente.

2.6.6. Gourgeage

Le gourgeage ou destruction du méristème est une technique culturale qui consiste à supprimer les rejets secondaires en surabondance sur une plante d'ananas afin de favoriser le développement optimal des rejets principaux. Cette opération vise à réduire la compétition entre les différents rejets pour l'accès aux ressources essentielles telles que les nutriments, l'eau et la lumière. En éliminant les rejets en excès, le gourgeage permet aux rejets sélectionnés de bénéficier de meilleures conditions de croissance, garantissant ainsi une croissance homogène et vigoureuse des plants destinés à la replantation (Azonkpin *et al.*, 2017). Le gourgeage est généralement réalisé manuellement à l'aide d'un couteau tranchant ou d'une lame bien affûtée pour éviter d'endommager le plant mère. Les étapes principales du processus sont les suivantes :

- *Identification des rejets* : Observation des rejets en excès et sélection des plus vigoureux à conserver.
- *Élimination des rejets secondaires* : Coupe des rejets indésirables à leur base en veillant à ne pas blesser la plante principale.
- *Application de fongicides ou cicatrisants* : Désinfection des plaies de coupe pour éviter les infections fongiques.
- *Surveillance post-gourgeage* : Contrôle régulier de la plante pour observer la croissance des rejets restants et prévenir les éventuelles infections.

Le gourgeage présente plusieurs avantages pour la culture de l'ananas. Il permet d'améliorer la vigueur des rejets sélectionnés en réduisant la concurrence entre eux, favorisant ainsi leur bon développement. Cette pratique contribue également à augmenter le rendement et la qualité des fruits, grâce à une répartition plus efficace des ressources en nutriments et en eau. De plus, en garantissant des rejets homogènes, elle facilite la gestion de la plantation et la récolte. Un autre avantage important est la réduction des maladies et des ravageurs, car un excès de rejets crée un microclimat humide propice à la prolifération des agents.

Cependant, le gourgeage nécessite un suivi rigoureux pour éviter une suppression excessive des rejets, ce qui pourrait affecter la croissance de la plante. De plus, si les outils ne sont pas correctement désinfectés, cette opération peut entraîner des blessures sur la plante et favoriser des infections (Tableau 4, voir annexe). Enfin, le gourgeage reste une technique manuelle et laborieuse, demandant du temps et une expertise pour bien identifier les rejets à conserver, ce qui peut être une contrainte pour les producteurs travaillant sur de grandes surfaces (Camara, 1992).

2.6.7. Castration des plants

La castration est une technique qui consiste à supprimer l'inflorescence de l'ananas avant la floraison complète afin de stimuler la production de rejets et maximiser la multiplication végétative. Cette pratique est souvent adoptée dans les programmes de production de plants pour augmenter le nombre de rejets utilisables pour de nouvelles plantations. Contrairement au gourgeage, qui vise à réduire la concurrence entre rejets, la castration a pour objectif d'empêcher la floraison afin de favoriser une croissance végétative accrue (Azonkpin *et al.*, 2017). Les étapes principales du processus de cette méthode sont les suivantes :

- *Observation du stade phénologique* : La castration est réalisée lorsque l'inflorescence commence à émerger, avant qu'elle ne se développe complètement. Elle est réalisée après le traitement d'induction florale (TIF).
- *Suppression de l'inflorescence* : Utilisation d'un couteau stérilisé pour retirer la partie supérieure où se forme la future fleur.
- *Traitement des plants* : Application d'un produit antifongique ou d'un désinfectant naturel pour éviter les infections post-coupe.
- *Suivi de la croissance* : Surveillance des rejets formés pour s'assurer de leur développement uniforme (Cabot, 1989).

La castration offre plusieurs avantages dans la production d'ananas, notamment en augmentant la production de rejets, ce qui permet une multiplication rapide du matériel végétal. En supprimant l'inflorescence avant la floraison, elle favorise une meilleure croissance des plants (Tableau 4, voir annexe), en évitant que les ressources ne soient détournées vers le développement du fruit. Cette technique est particulièrement adaptée aux programmes d'intensification utilisés dans les pépinières, où l'objectif est de multiplier rapidement les plants pour assurer un approvisionnement en matériel végétal de qualité en un minimum de temps. Toutefois, la castration présente certaines limites. En empêchant la floraison, elle réduit le rendement en fruits, ce qui peut être un

inconvénient pour les producteurs dont l'objectif est la vente d'ananas frais. De plus, si elle est mal réalisée, cette technique peut provoquer un stress physiologique chez la plante, compromettant sa croissance future. Enfin, la castration nécessite une exécution précise et un bon timing, car si elle est effectuée trop tard, elle ne permet pas d'optimiser la multiplication des rejets, limitant ainsi son efficacité (Gnonhouri *et al.*, 2000).

2.7. Impact de la sélection des rejets sur la productivité

La qualité du rejet utilisé lors de la plantation a un impact direct sur la productivité, la précocité de la récolte et la résistance des plants aux maladies. Un rejet bien sélectionné, exempt de pathogènes et présentant une bonne vigueur, améliore considérablement le taux de survie des plants. Selon Camara (1992), l'utilisation de rejets de qualité peut augmenter la productivité de 30 à 40% par rapport à des rejets non sélectionnés, grâce à une meilleure adaptation aux conditions du sol et du climat. En plus d'influencer le rendement, la sélection rigoureuse des rejets favorise une fructification plus précoce. Un rejet vigoureux permet d'accélérer le développement de la plante, réduisant ainsi le temps nécessaire à la formation du fruit de 2 à 3 mois, ce qui constitue un avantage économique important pour les producteurs en quête d'une mise en marché rapide (Cabot, 1989). Enfin, la résistance aux maladies est un autre facteur clé lié à la qualité des rejets. Des études ont montré que l'utilisation de rejets sains permet de réduire l'incidence des maladies de 40%, diminuant ainsi le recours aux traitements phytosanitaires et aux pesticides (Cabot, 1989). Une bonne sélection des rejets constitue donc un levier essentiel pour améliorer la rentabilité des cultures, limiter les pertes post-plantation et favoriser une production durable et respectueuse de l'environnement.

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Milieu d'étude

La présente étude a été conduite dans la Commune de Tori-Bossito. Située à 30 km de la ville de Cotonou, dans le Département de l'Atlantique au Sud-Bénin, la Commune de Tori-Bossito couvre une superficie de 328 km² et est localisée entre 6°25' et 6°37' Nord, 2°1' et 2°17' Est. Elle est limitée au Nord par la Commune d'Allada, au Sud par la Commune de Ouidah, à l'Est par les Communes de Zè et d'Abomey-Calavi et à l'Ouest par la Commune de Kpomassè (Figure 3).

Cette situation géographique place Tori-Bossito dans un corridor agricole stratégique, facilitant l'accès aux grands marchés de consommation de Cotonou, Porto-Novo et des pays frontaliers tels que le Nigeria et le Togo. Tori-Bossito appartient à la zone climatique subéquatoriale caractérisée par quatre saisons : deux saisons des pluies alternant avec deux saisons sèches. La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 1200 mm, avec des pics de précipitations en mai-juin et en septembre-octobre. La température moyenne mensuelle varie entre 25,8°C et 29,1°C, avec des maximales enregistrées en mars-avril et des minimales en août (Azontondé *et al.*, 2016).

Le relief est relativement plat, avec une altitude variant entre 20 et 65 mètres, favorisant l'extension des surfaces agricoles et les activités de transport. Les sols sont majoritairement sablo-argileux, bien drainés et riches en éléments nutritifs, ce qui les rend favorables à la culture de l'ananas, du maïs, du soja et de l'arachide. Toutefois, certaines zones présentent des sols ferrugineux ou hydromorphes, limitant certaines cultures en saison des pluies. Les principaux cours d'eau traversant la commune sont le fleuve Sô et le lac Toho, qui constituent d'importantes réserves hydriques pour l'irrigation et l'élevage. Tori-Bossito fait partie de la zone écologique des savanes boisées et forêts semi-décidues, caractérisée par une végétation mixte composée de forêts, de jachères et de cultures agricoles. La déforestation due à l'agriculture extensive et à l'exploitation du bois de chauffe menace cependant la couverture forestière locale (Goussanou *et al.*, 2019).

La biodiversité faunique est relativement riche avec la présence d'espèces comme les rongeurs, les reptiles, les oiseaux et quelques mammifères sauvages. Toutefois, l'urbanisation croissante et la pression agricole ont entraîné une réduction des habitats naturels de certaines espèces animales. Cette commune au climat subéquatorial, avec ses deux saisons des pluies et deux saisons sèches bien marquées, abrite des sols aux caractéristiques pédologiques particulières. Les sols ferralitiques dominent largement le paysage agricole de Tori-Bossito. Ces sols, reconnaissables à leur couleur rougeâtre à jaunâtre, présentent une texture argilo-sableuse et une profondeur variable

pouvant atteindre 3 mètres (Figure 4). Leur pH légèrement acide (entre 5,5 et 6,5) et leur faible teneur en matière organique (0,8 à 2,5%) en font des sols à fertilité modérée nécessitant des apports réguliers d'amendements. Ces caractéristiques expliquent leur sensibilité accrue à l'érosion hydrique, particulièrement pendant les saisons pluvieuses.

Dans les dépressions et les vallées, on rencontre des sols hydromorphes aux propriétés bien distinctes. Leur texture plus argileuse et leur capacité à retenir l'eau en font des milieux privilégiés pour la riziculture et certaines cultures maraîchères en saison sèche. Bien que présentant une meilleure fertilité naturelle que les sols ferralitiques, ces sols hydromorphes subissent des contraintes liées à l'excès d'eau temporaire et nécessitent une gestion hydrique rigoureuse.

Enfin, les zones proches du littoral présentent des sols sableux particulièrement pauvres en éléments nutritifs. Leur texture grossière et leur faible capacité de rétention en eau limitent fortement leur potentiel agricole sans apports substantiels de matière organique. Ces sols sont particulièrement vulnérables au lessivage des nutriments et à la sécheresse rapide en période sèche. D'un point de vue chimique, les sols de Tori-Bossito présentent des caractéristiques communes : une capacité d'échange cationique modérée (5 à 15 cmol+/kg), un rapport C/N élevé (15 à 25) témoignant d'une minéralisation lente de la matière organique, et des déséquilibres minéraux fréquents avec des carences en phosphore et potassium associées à des excès potentiels d'aluminium (Programme de Développement Communal, 2024). Ces paramètres expliquent les rendements agricoles souvent limités sans fertilisation appropriée.

Face à ces contraintes pédologiques, les agriculteurs de Tori-Bossito doivent mettre en œuvre des pratiques culturales adaptées. La lutte contre l'érosion par des techniques de conservation des sols, l'apport régulier de matière organique, la correction de l'acidité par chaulage et l'adoption de rotations culturales judicieuses apparaissent comme des solutions indispensables pour maintenir la productivité de ces sols. Malgré leurs limitations, ces sols offrent un potentiel agricole réel, notamment pour les cultures vivrières traditionnelles et certaines cultures maraîchères, à condition d'en optimiser la gestion.

Les cultures dominantes dans la commune incluent l'ananas, le maïs, le manioc, le niébé, l'arachide et le soja. L'ananas représente la principale spéculation commerciale et bénéficie de conditions pédoclimatiques favorables à son développement. La Commune de Tori-Bossito compte environ 85000 habitants, selon les projections de l'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INStAD, 2022). Elle est composée principalement des ethnies Aïzo, Fon et Goun,

avec une diversité linguistique et culturelle marquée. L'économie locale repose sur l'agriculture, l'élevage, le commerce et l'artisanat. L'agriculture est l'activité dominante, avec une forte spécialisation dans la production d'ananas, qui constitue la principale source de revenus des producteurs locaux.

En plus de l'ananas, les exploitants agricoles pratiquent la culture du maïs, du manioc et du soja en rotation culturelle afin de préserver la fertilité des sols. Le commerce transfrontalier joue un rôle clé dans l'économie locale (Goussanou *et al.*, 2019). Grâce à la proximité des routes nationales et des corridors commerciaux menant vers le Nigeria et le Togo, les commerçants de la région exportent l'ananas vers ces marchés. Cependant, le mauvais état des routes et l'absence de voies de transport modernes constituent un frein à la compétitivité des exportateurs locaux. L'organisation sociale repose sur la présence de coopératives agricoles et d'associations de producteurs, notamment dans le secteur de l'ananas, qui visent à améliorer les techniques de production, la transformation et la commercialisation. Ces coopératives sont souvent soutenues par des Organisations Non-Gouvernementales (ONG) et des programmes gouvernementaux qui encouragent l'accès aux intrants et aux infrastructures post-récolte. Enfin, la présence de l'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA 7) et de divers organismes de formation agricole renforce la professionnalisation des agriculteurs et leur accès aux innovations technologiques.

Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

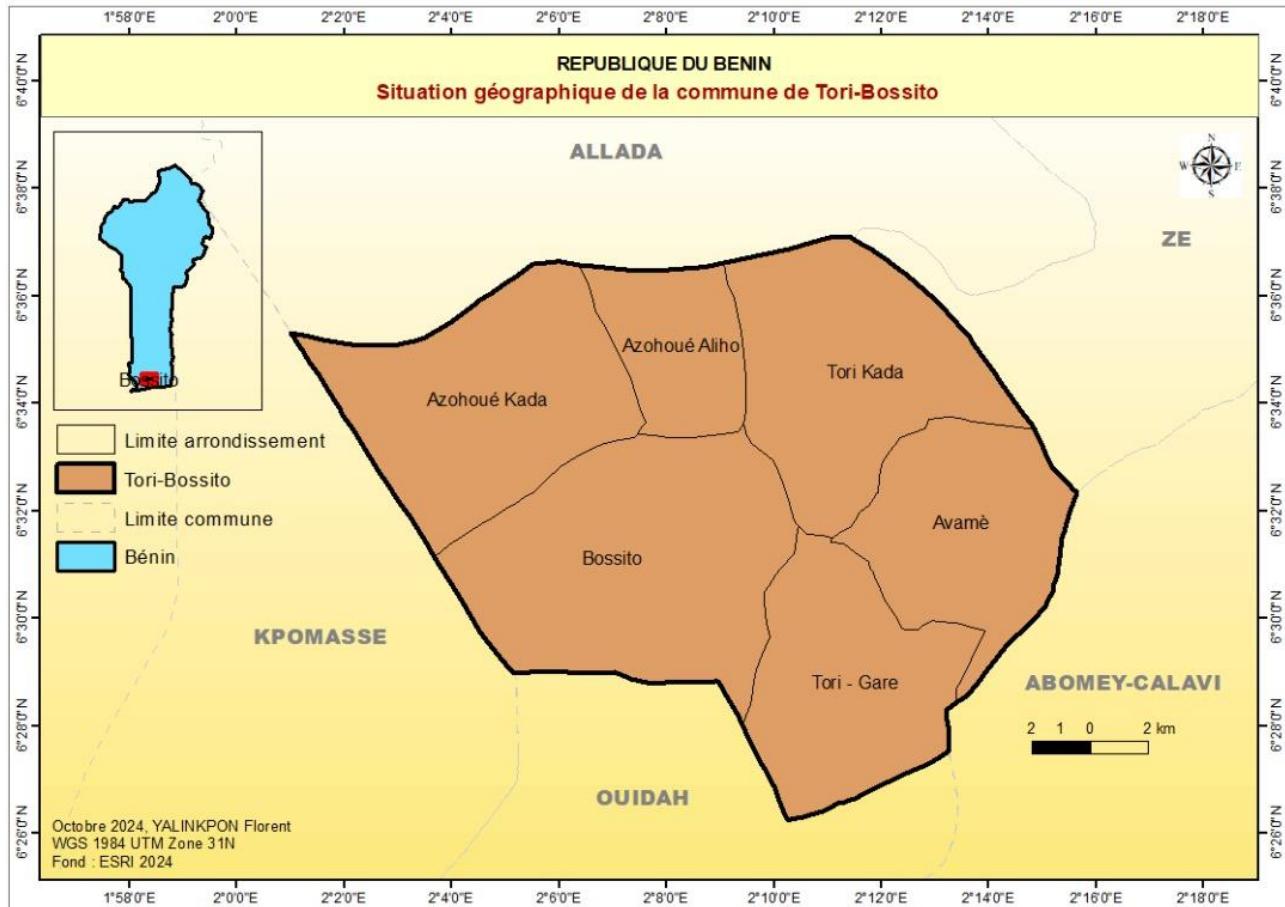


Figure 3 : Situation géographique et administrative de la zone d'étude (Tori-Bossito).

Source : Yalinkpon (2024)

Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

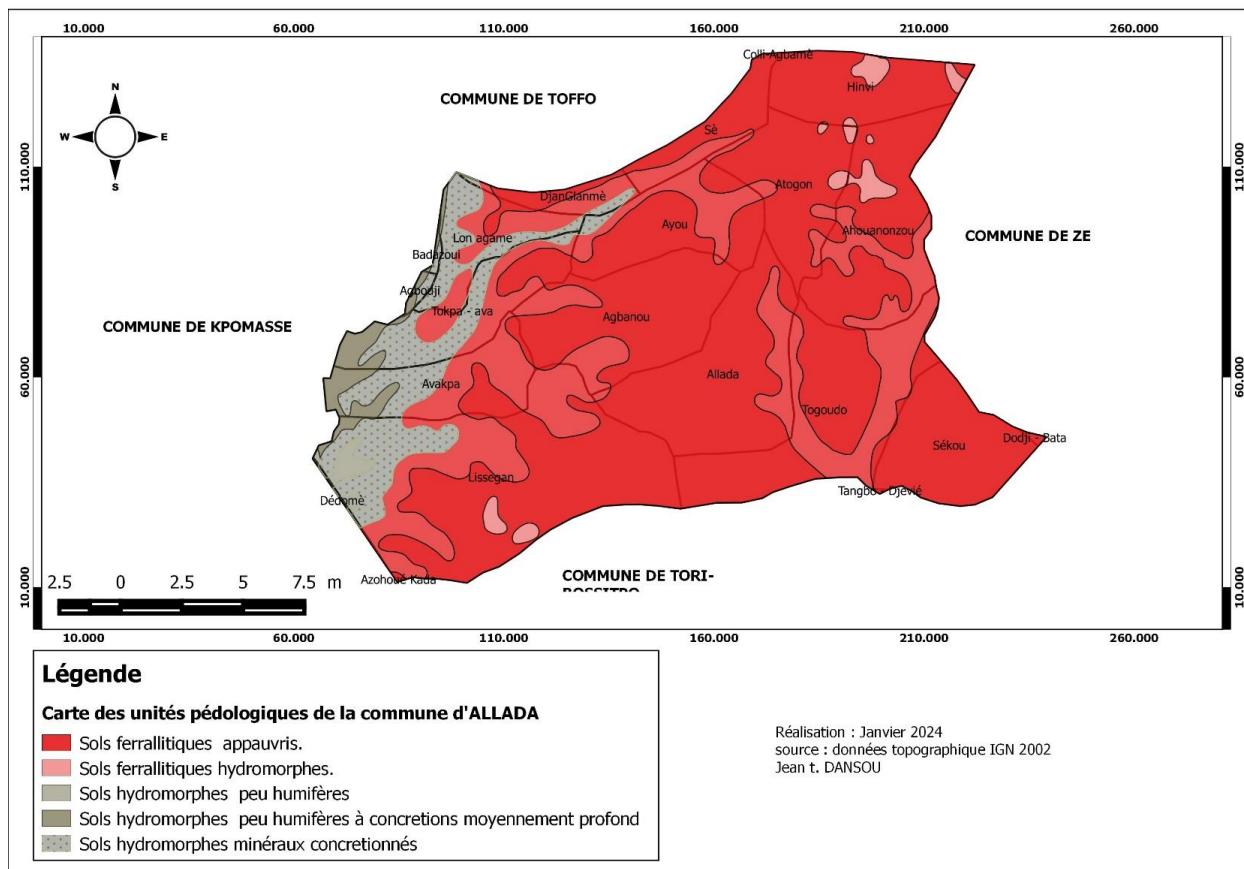


Figure 4: Carte des sols d'Allada

Source : Programme de Développement Communal (2024)

3.2. Site expérimental

Les expérimentations ont été installées dans l'arrondissement de Tori-Kada de la Commune de Tori-Bossito située dans le pôle de développement agricole 7 du Bénin.

La figure 5 présente l'arrondissement où les essais ont été installés.

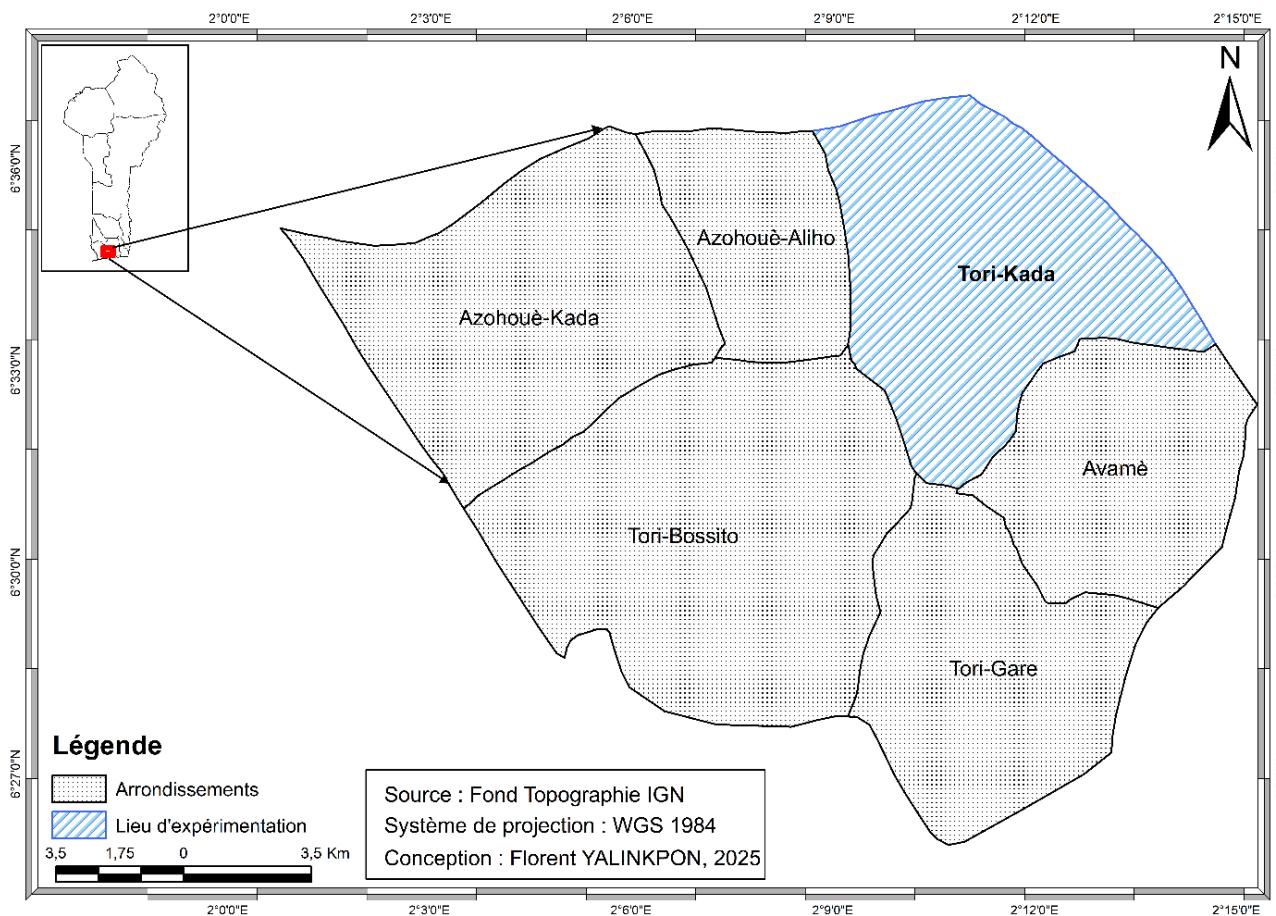


Figure 5 : Carte de la zone d'expérimentation

3.3. Période expérimentale

Les expérimentations ont été réalisées au cours de la période allant de Janvier 2023 à Avril 2024 pour les deux essais (essais de la sélection massale et de la sélection conventionnelle).

3.4. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est les rejets F1 de la variété pain de sucre d'ananas de morphotype sugarloaf vert (Figure 6, nom en bleu encerclé). Ce cultivar d'ananas (*Ananas comosus L.*) est celui certifié par la Direction de Production Végétale (DPV) via la sélection massale réalisée par l'ATDA 7 au cours de la première génération des exploitations d'ananas certifiées (ATDA 7, 2022). Le matériel végétal issu de la plantation conventionnelle non sélectionnée de la variété pain de sucre provenant des producteurs de Tori-Kada, est utilisé pour la parcelle témoin (T1).

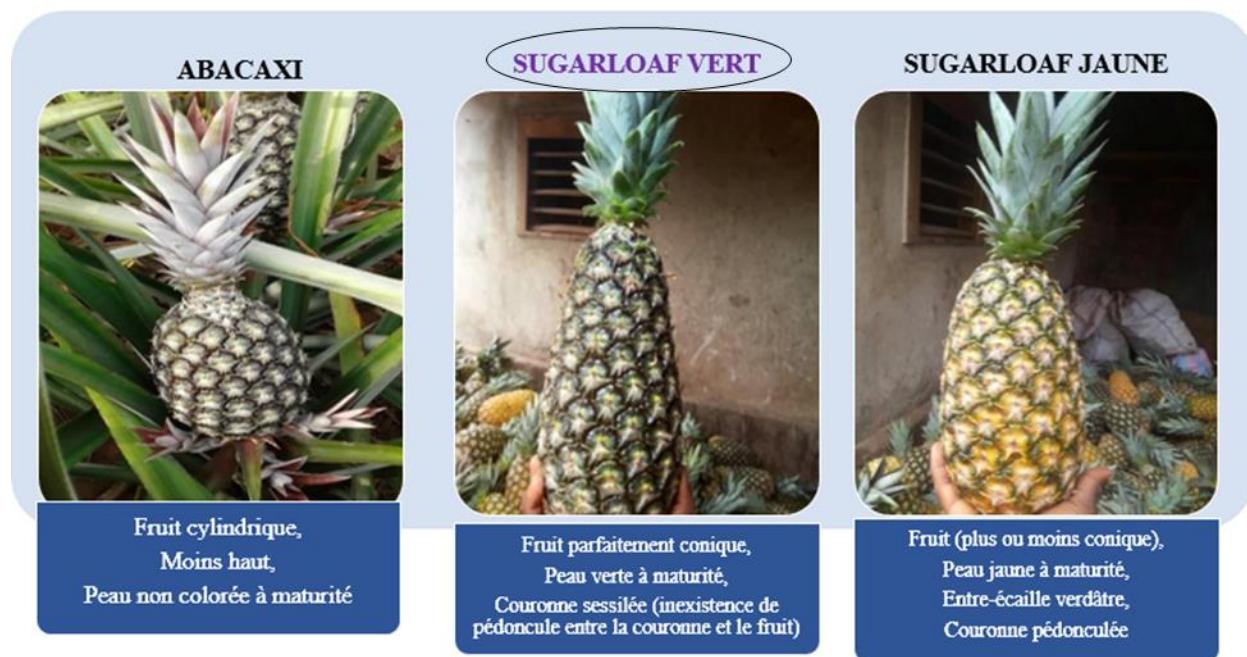


Figure 6 : Les différents morphotypes de l'ananas pain de sucre

3.5. Méthodes

3.5.1. Recherche documentaire

Dans le cadre de cette étude, une recherche documentaire rigoureuse a été conduite afin de réunir les informations scientifiques et techniques nécessaires à l'analyse. Cette démarche s'est appuyée sur des institutions de référence et des sources reconnues pour leur fiabilité et leur pertinence dans le domaine agricole.

La première phase de la recherche s'est déroulée au sein de plusieurs centres spécialisés de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), notamment la bibliothèque de l'École Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) et le centre de documentation du département de Génie de l'Environnement de la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA). Ces structures ont permis d'accéder à une documentation pertinente sur la logistique agricole, les systèmes de transport et les chaînes d'approvisionnement en milieu rural.

Par la suite, des investigations complémentaires ont été menées à l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et à l'Université Nationale d'Agriculture (UNA), deux institutions majeures dans le domaine de la recherche agronomique au Bénin. En parallèle, l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) a été consulté pour obtenir des informations spécifiques sur les problématiques de conservation et de commercialisation des produits agricoles en milieu tropical.

Des données techniques et statistiques actualisées ont également été collectées auprès du centre de documentation de l'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA Pôle 7) et de la Direction de la Statistique Agricole (DSA). Ces sources ont fourni des éléments empiriques précieux sur la production, la distribution et la commercialisation de l'ananas au Bénin.

Enfin, une veille documentaire numérique a été menée en parallèle, à travers des recherches ciblées sur des bases de données en ligne, des revues scientifiques, des rapports institutionnels et des publications techniques. Cette démarche a permis d'intégrer des références récentes et de renforcer la qualité scientifique de la revue de littérature.

En définitive, cette approche documentaire plurielle, mobilisant aussi bien des sources locales qu'internationales, a permis de construire une base de connaissances solide, sur laquelle reposent les analyses et les recommandations formulées dans cette étude.

3.5.2. Installation et conduite d'un essai expérimental

L'essai a été conduit suivant un dispositif en blocs aléatoires complets dispersés en 5 répétitions. Cinq (05) producteurs d'ananas pain de sucre de Tori-Kada ont été sélectionnés et deux essais correspondant aux deux méthodes de sélection des rejets (la sélection conventionnelle (T1 : parcelle témoin abritant les rejets tout-venant) et la sélection massale (T2 : parcelle de démonstration installée avec les rejets F1 issus de la selection massale, réalisée par l'ATDA 7, du morphotype pain de sucre vert) ont été installés chez chacun d'eux (Figure 7). Il y a donc une

répétition de chaque méthode de sélection dans un dispositif en blocs aléatoires complets chez chaque producteur de l'arrondissement de Tori-Kada.

Une superficie de 8,14 m² composée de cinq lignes de 10 plants chacune a été définie pour la sélection conventionnelle (T1) et la sélection massale (T2). Un écartement de 30 cm entre plants et de 30 cm entre lignes a été observé. Une allée de 2 m a été observée entre les deux essais (Figure 6).

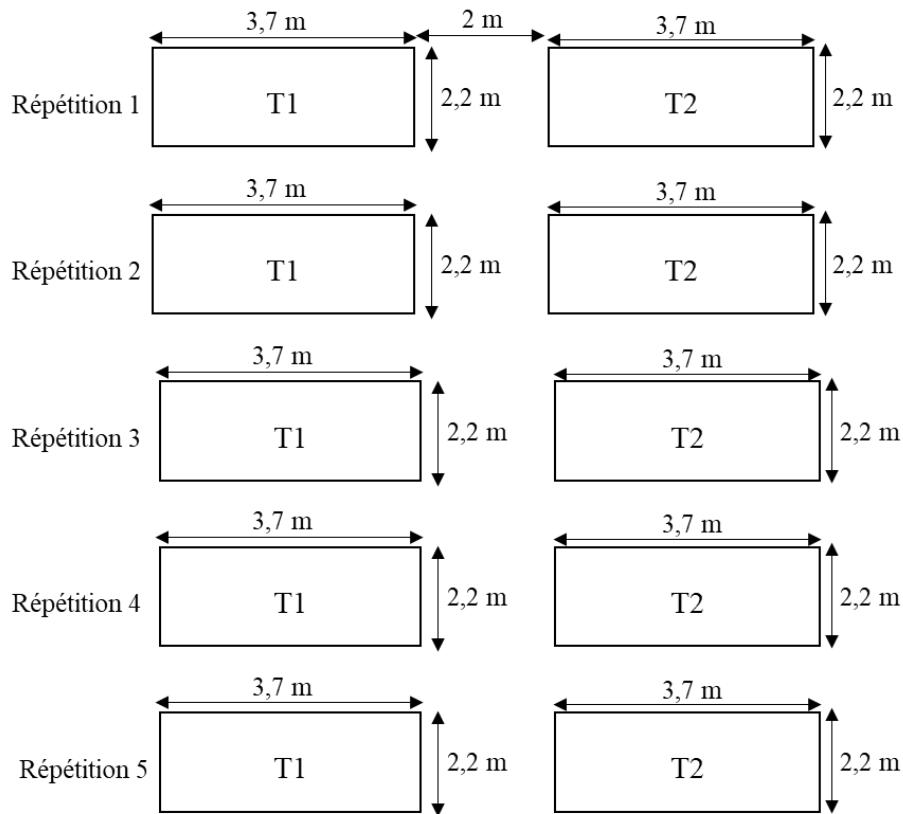


Figure 7 : Schéma du dispositif expérimental installé chez les cinq producteurs de Tori-Kada

3.3.3. Mise en place des essais

Les essais ont été installés chez les producteurs assistés par les conseillers agricoles de l'ATDA 7. Les rejets d'ananas ont été plantés dans des parcelles distinctes dédiées à chaque méthode de sélection (conventionnelle et massale). Les conditions de croissance, y compris la fertilisation et les soins culturaux, sont été uniformément appliquées à tous les traitements. Des apports en urée et en potasse ont été réalisés à raison de 5 g par plant, soit sous forme individuelle, soit sous forme d'un mélange des deux engrains. Trois applications ont été effectuées au cours du cycle de production de l'ananas selon le calendrier suivant :

- *Premier apport* : application d'urée seule, réalisée entre 2 et 3 mois après la plantation ;
- *Deuxième apport* : application d'un mélange d'urée et de potasse, effectuée 5 mois après la plantation ;
- *Troisième apport* : application de potasse seule, administrée 8 mois après la plantation.

3.3.3.1. Sélection conventionnelle des rejets (utilisation des rejets tout-venant)

La sélection conventionnelle repose sur l'utilisation de rejets prélevés sans distinction sur les plants-mères, sans prise en compte de critères spécifiques de performance agronomique (Collins, 1960 ; Bartholomew *et al.*, 2003). Elle est souvent utilisée dans les systèmes de culture paysans où l'accès à du matériel végétal amélioré est limité (N'Guessan *et al.*, 2015).

Étapes de la sélection conventionnelle :

1. *Collecte des rejets* : Les rejets ont été prélevés sur des plants-mères après la récolte. Aucun critère strict n'est appliqué, ce qui peut entraîner la transmission de maladies.
2. *Stockage et préparation des rejets* : Les rejets ont été temporairement stockés avant la plantation. Un tri sommaire a été effectué pour éliminer les rejets manifestement déformés ou malades.
3. *Mise en terre et plantation* : Les rejets ont été plantés selon les densités et les espacements usuels. La croissance des plants est souvent hétérogène en raison de la variabilité du matériel végétal utilisé (Bartholomew *et al.*, 2003 ; Pérez *et al.*, 2020).

3.3.3.2. Sélection massale des rejets d'ananas

La sélection massale est une méthode améliorée qui vise à homogénéiser la plantation en sélectionnant rigoureusement les rejets selon des critères morphologiques et sanitaires bien définis. Contrairement à la sélection conventionnelle, qui repose sur un choix aléatoire des rejets, cette approche permet d'améliorer la productivité, la qualité des fruits et la résistance des cultures aux maladies et stress environnementaux (Garcia & Fassinou, 2021 ; ATDA 7, 2022).

L'hétérogénéité naturelle des rejets utilisés en production d'ananas entraîne souvent une plantation irrégulière, avec des cycles de croissance désynchronisés et un taux élevé de plants affectés par des maladies. La sélection massale permet d'épurer les morphotypes d'ananas, ce qui favorise une meilleure rentabilité, réduit les écarts de tri lors de la récolte et assure une mise en marché de plus de 98% des fruits sur les marchés d'exportation. En outre, elle garantit la disponibilité continue

d'un matériel végétal sain et performant, essentiel pour la pérennité de la filière ananas (Pérez *et al.*, 2020).

Étapes de la sélection massale :

La sélection massale suit un protocole précis pour garantir un matériel végétal homogène et de haute qualité. Les principales étapes sont les suivantes :

1. *Choix de la plantation* : La sélection avait commencé par l'identification des champs d'ananas à maturité complète. Le champ était exempt de traitements chimiques stimulant la floraison (ex. éthrel) afin de ne pas fausser les critères de sélection (ATDA 7, 2022).
2. *Définition des critères de sélection des fruits* : Les caractéristiques recherchées ont été définies en collaboration avec les producteurs et les conseillers ananas. Les critères incluent : la taille et la forme du fruit, la coloration du pédoncule, l'absence de maladies et la vigueur du plant.
3. *Attribution des morphotypes pour le marquage* : Différentes classes de morphotypes ont été identifiées et affectées aux plants correspondants. Une couleur spécifique a été attribuée pour chaque morphotype afin de faciliter l'identification des meilleurs plants reproducteurs. Des tissus de différentes couleurs ont été choisis en fonction du nombre de morphotypes identifiés. Un seul morphotype (sugarloaf vert) a été identifié pour les rejets issus de la sélection massale (Figure 8b).
4. *Observation et marquage des plants sélectionnés* : Chaque plant répondant aux critères de sélection a été marqué visiblement à l'aide de tissus de différentes couleurs. Un comptage précis des plants marqués a été effectué pour évaluer la proportion de rejets de haute qualité disponibles.
5. *Étalonnage et calcul de la densité de la parcelle* : Une section représentative de chaque champ a été délimitée ($35 \text{ m} \times 35 \text{ m}$) afin d'effectuer un relevé précis des densités de plants sélectionnés. La densité des rejets sélectionnés est calculée pour estimer la quantité de matériel végétal disponible pour les replantations futures.
6. *Collecte et préparation des rejets sélectionnés* : Les rejets ont été soigneusement prélevés sur les plants marqués afin d'assurer une continuité génétique et sanitaire optimale. Un tri final a été effectué pour éliminer les rejets endommagés ou présentant des signes de maladies ou trop petit. Un calibrage a été effectué pour classer les rejets en groupe homogènes en fonction du poids et de la taille. Les rejets ont été dénombrés dans chaque

groupe homogène. Un traitement préventif (trempage dans une solution antifongique) a été appliqué avant le durcissement des rejets. Les opérations de tris, de calibrage et de comptages des rejets ont été faites par morphotype, en présence des Personnes Ressources Ananas (PRA), du Technicien Supérieur ananas ou du conseiller ananas (ATDA 7, 2022).

7. *Mise en terre et plantation optimisée* : Les rejets sélectionnés ont été plantés selon une densité contrôlée pour assurer une croissance homogène.



Figure 8 : Opération de marquage des plants. *a = parcelle des rejets tout-venant et b = parcelle des rejets issus de la sélection massale.*

Source : Photos de terrain de GBEMENOU Romaric (2024)

3.3.4. Collecte des données

Pour chaque méthode de sélection, les paramètres mesurés ont été mesurés et répartis en deux catégories :

1. Caractères agro-morphologiques qualitatifs

Ces paramètres ont été évalués visuellement et permettent de différencier les morphotypes d'ananas en fonction de leurs caractéristiques externes.

- *Forme des fruits* : Désigne l'aspect général du fruit, qui peut être cylindrique, conique ou irrégulier, influençant son attrait commercial et sa facilité de conditionnement.
- *Couronne des fruits* : Correspond à l'ensemble des feuilles situées au sommet du fruit. Elle peut être compacte, étalée, de taille réduite ou exagérée, et influe sur la manipulation et la qualité des fruits destinés à l'exportation.

- *Coloration des fruits* : Représente la teinte extérieure du fruit à maturité, variant du vert au jaune-orangé selon la variété et les conditions de culture. Elle est un critère déterminant pour l'appréciation visuelle et la sélection des fruits sur les marchés.

2. Caractères agro-morphologiques quantitatifs

Ces paramètres ont été mesurés à l'aide du ruban afin de quantifier les différences entre les méthodes de sélection et évaluer la performance des fruits.

- *Circonférence basale (cm)* : Mesure du périmètre du fruit à sa base, qui reflète son calibre et sa capacité à produire une chair abondante.
- *Circonférence médiane (cm)* : Correspond au périmètre du fruit à son milieu, servant à évaluer la symétrie et l'homogénéité du développement du fruit.
- *Circonférence au sommet (cm)* : Périmètre du fruit au niveau de la couronne, influençant son équilibre et sa présentation commerciale.
- *Hauteur du fruit (cm)* : Distance entre la base du fruit et le point d'insertion de la couronne, un indicateur de la taille et du volume global du fruit (Figure 9).
- *Poids moyen du fruit (g)* : Mesure du poids moyen des fruits récoltés, qui détermine la productivité et le rendement commercialisable.
- *Rendement (t/ha)* : Quantité totale de fruits récoltée sur une unité de surface, exprimée en tonnes par hectare (t/ha), permettant d'évaluer la performance globale du système de culture en fonction de la méthode de sélection appliquée.

Les mesures ont été effectuées sur 20 fruits par méthode de sélection, en excluant les fruits situés en bordure des parcelles afin d'éviter les biais liés aux effets de bord.



Figure 9 : Mesure des paramètres sur les fruits. *a = mesure de la hauteur du fruit, b = mesure de la hauteur de la couronne du fruit et c = mesure de la circonférence basale du fruit.*

Source : Photos de terrain de GBEMENOU Romaric (2024)

3.3.5. Analyse des données

L'analyse statistique a été réalisée pour évaluer l'effet de la méthode de sélection des rejets sur les caractéristiques agro-morphologiques qualitatives et quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre, ainsi que sur leur rendement. Des modèles de régression logistique multinomiale ont été appliqués aux données (qualitatives nominales) relatives à la forme des fruits, à la coloration à maturité et à la couronne des fruits, afin d'identifier l'influence de la méthode de sélection des rejets sur ces paramètres. La significativité globale des modèles a été évaluée à l'aide du test du chi-carré de Pearson, permettant de tester la robustesse des relations observées.

Les données quantitatives continues ont été soumises à des modèles linéaires à effets mixtes afin de tenir compte des effets fixes et aléatoires liés à l'expérimentation. La méthode de sélection des rejets a été considérée comme facteur fixe, tandis que la répétition des mesures a été prise en compte en tant que facteur aléatoire. Différentes spécifications du modèle ont été testées (intercepte aléatoire, pente aléatoire, et combinaison des deux), et le modèle retenu a été sélectionné en fonction du Critère d'Information d'Akaike (AIC), garantissant le meilleur compromis entre précision et parcimonie des paramètres estimés.

L'ensemble des analyses et graphiques a été réalisé sous R version 4.3.0 (R Core Team, 2023) en utilisant le package *lmerTest* (Kuznetsova *et al.*, 2017) pour ajuster les modèles linéaires à effets mixtes et *ggplot2* pour réaliser les graphes. Les R^2 marginaux et conditionnels des modèles linéaires 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. Le test post-hoc de Tukey a été utilisé pour comparer les moyennes entre les méthodes de sélection et vérifier les différences significatives observées entre les groupes.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Résultats

4.1.1. Caractéristiques agro-morphologiques qualitatives des fruits d'ananas pain de sucre

Les p-values extrêmement faibles ($p\text{-value} < 2,2e^{-16}$) suggèrent que la méthode de sélection des rejets a un effet significatif sur les caractéristiques (forme, coloration à maturité, couronne) des fruits (Figures 10, 11 et 12). La méthode de sélection des rejets influence fortement ces traits chez les fruits. La figure 10 présente la proportion de fruits par type de forme selon la méthode de sélection des rejets. En effet, la totalité des fruits (100%) issus de la sélection massale des rejets présente une forme parfaitement conique, ce qui montre que cette méthode de sélection produit des fruits avec une forme uniforme, tous parfaitement coniques.

Les fruits issus de la sélection conventionnelle des rejets montrent une plus grande diversité de formes. La forme plus ou moins conique est la plus représentée avec 41%, suivie par la forme ni cylindrique ni conique (25%), puis la forme parfaitement conique (16%). Les autres formes, notamment cylindrique (13%), non conique (4%), et effilée (1%), sont présentes en proportions moindres. La sélection massale des rejets conduit donc à une uniformité des fruits avec une forme exclusivement parfaitement conique, tandis que la sélection conventionnelle génère une plus grande variété de formes, avec une dominance de la forme plus ou moins conique.

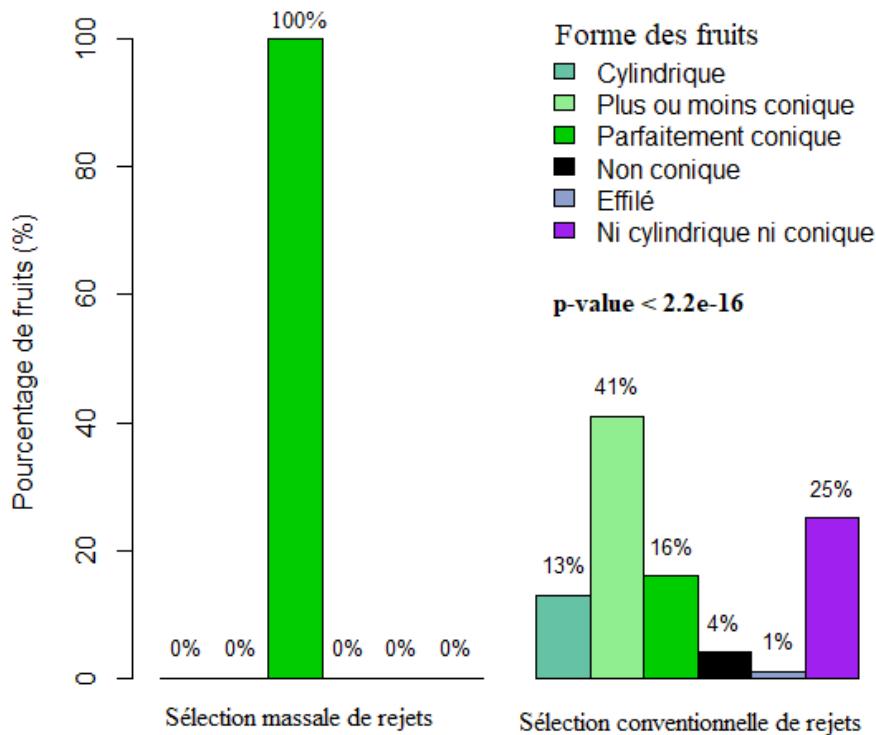


Figure 10 : Proportion (%) de fruits par type de forme selon la méthode de selection des rejets

En plus, la figure 11 présente la proportion de fruits par catégorie de coloration à maturité selon la méthode de selection des rejets. En effet, la majorité des fruits (97%) présente une peau verte à maturité, ce qui indique une uniformité de coloration avec la sélection massale des rejets. Les autres colorations, peau non colorée (1%) et peau jaune, entre-écaille verdâtre (2%), sont très peu présentes. Contrairement à la sélection massale, la méthode conventionnelle de sélection des rejets produit des fruits avec une répartition diversifiée des colorations. La peau verte reste dominante avec 37%, mais d'autres colorations sont également représentées à savoir les fruits de peau non colorée (35%) et ceux de peau jaune, entre-écaille verdâtre (28%). Ainsi, la sélection massale des rejets favorise fortement les fruits avec une peau verte à maturité, tandis que la sélection conventionnelle conduit à une plus grande diversité de colorations (les peaux non colorée, verte, et jaune, entre-écaille verdâtre).

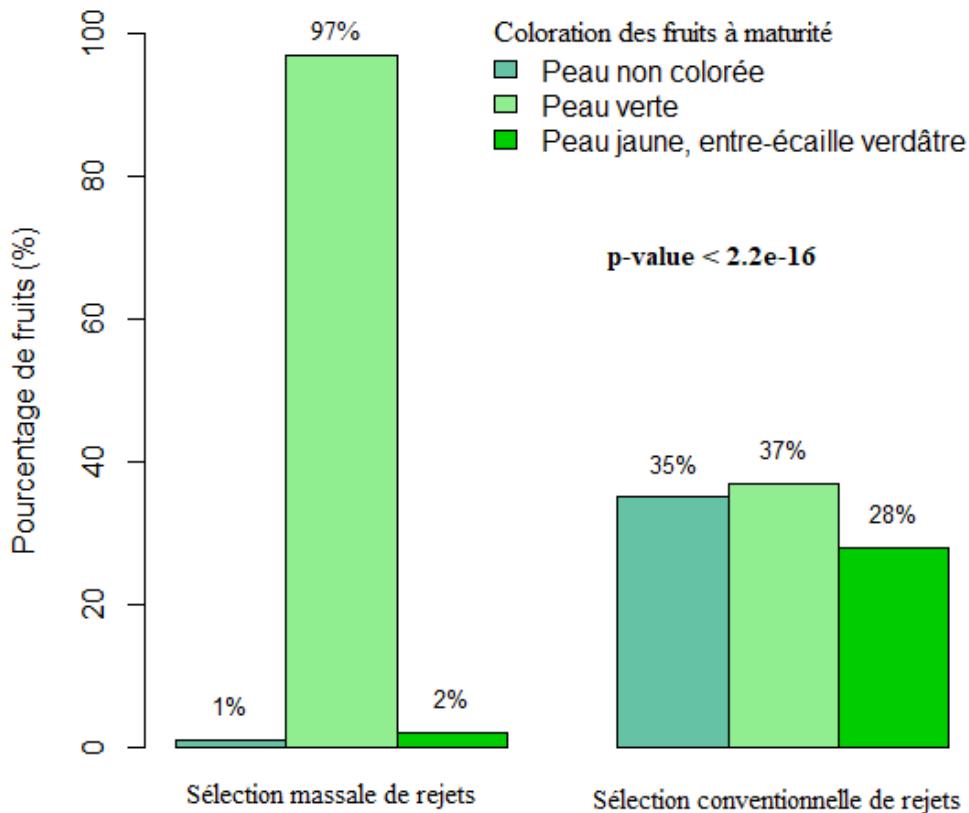


Figure 11 : Proportion (%) de fruits par catégorie de coloration à maturité selon la méthode de sélection des rejets

La figure 12 présente la proportion de fruits par type de couronne selon la méthode de sélection des rejets. L'analyse de la morphologie de la couronne des fruits révèle des différences notables entre les deux méthodes de sélection des rejets ($p\text{-value} < 2,2e^{-16}$). La sélection massale se caractérise par une homogénéité frappante : 69% des fruits obtenus sont sessiles, tandis que 30% ont des couronnes pédonculées. Cette concentration sur deux types morphologiques spécifiques suggère une orientation très ciblée de la sélection massale, probablement axée sur des critères de facilité de récolte ou des préférences du marché. Les autres types de couronne sont pratiquement absents, avec seulement 1% de fruits à couronne multiple et 0% pour les autres catégories.

En contraste, la sélection conventionnelle engendre une plus grande diversité dans les caractéristiques de la couronne. Bien que les fruits sessiles restent prédominants (37%), leur proportion est nettement inférieure à celle observée avec la sélection massale. De plus, une variété de morphologies est observée : 21% des fruits sont pédonculés, 20% ont une couronne multiple,

Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

et 10% ne sont ni sessiles ni pédonculés. La présence de 6% de fruits sans couronne et 6% de fruits non pédonculés indique également une plus grande variabilité génétique ou une approche de sélection moins restrictive (Figure 12). Cette diversité peut répondre à des besoins spécifiques du marché ou refléter une stratégie de maintien de la diversité génétique pour une meilleure adaptation aux conditions environnementales.

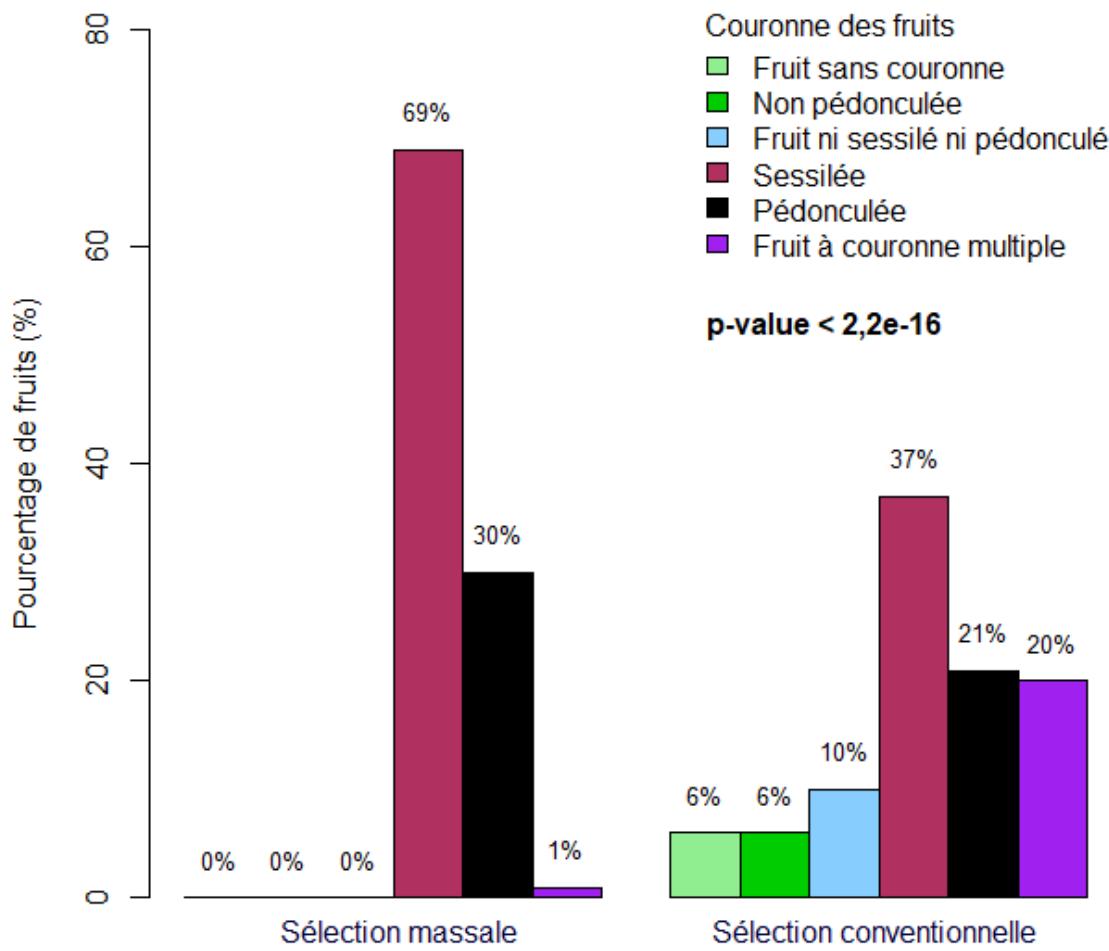


Figure 12 : Proportion (%) de fruits par type de couronne selon la méthode de selection des rejets

La sélection massale favorise donc une uniformité remarquable dans les caractéristiques de la couronne, tandis que la sélection conventionnelle engendre une plus grande diversité. Le choix de la méthode dépendra des objectifs spécifiques du producteur, des préférences du marché et des considérations liées à la diversité génétique et à la qualité des fruits.

4.1.2. Caractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre

L'analyse statistique réalisée a permis de comparer l'efficacité de deux méthodes de sélection des rejets (sélection massale et sélection conventionnelle) sur différentes caractéristiques des fruits d'ananas, notamment leur taille. La méthode de sélection des rejets de plantation a un effet significatif ($p\text{-value} < 2,2e^{-16}$) sur tous les caractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits étudiées (Tableau 5). Cela signifie que les différences entre les méthodes de sélection ont une influence significative sur la circonférence basale, médiane, au sommet et la hauteur des fruits d'ananas pain de sucre. Les R^2 marginaux élevés pour certaines variables (comme la circonférence basale, médiane et la hauteur des fruits) montrent que la méthode de sélection explique une grande partie de la variation observée. Toutefois, pour la circonférence au sommet, l'effet est moins marqué, avec seulement environ 35% de la variance expliquée.

Tableau 4 : Effet de la méthode de sélection des rejets sur les caractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre

Variable	Facteur	NumDF	DenDF	Statistique F	Pr(>F)	R^2 marginal	R^2 conditionnel
Circonférence basale (cm)	Méthode de sélection	1	193	1663,6	<2,2e ⁻¹⁶ ***	0,8943	0,8952
Circonférence médiane (cm)	Méthode de sélection	1	194	1510,5	<2,2e ⁻¹⁶ ***	0,8857	0,8857
Circonférence au sommet (cm)	Méthode de sélection	1	193	105,94	<2,2e ⁻¹⁶ ***	0,3514	0,3531
Hauteur des fruits (cm)	Méthode de sélection	1	193	484,59	<2,2e ⁻¹⁶ ***	0,7128	0,7132

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

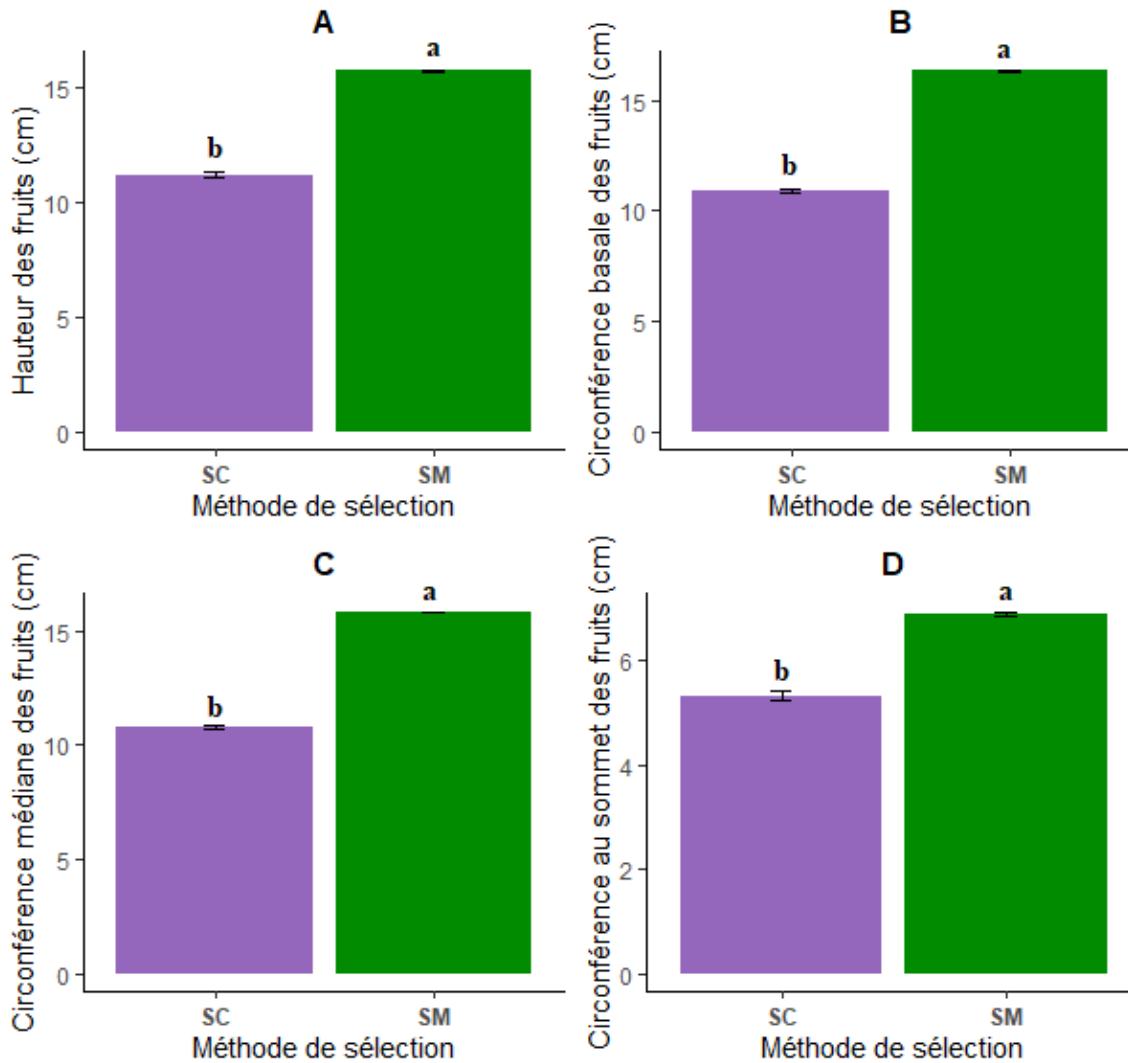
La méthode de sélection des rejets avait donc un effet très significatif sur les caractéristiques des fruits, avec une forte proportion de la variance expliquée pour la plupart des variables.

En effet, la sélection massale (SM) des rejets produit des fruits plus grands, avec une hauteur moyenne ($15,71 \pm 0,97$ cm) significativement supérieure à celle de la sélection conventionnelle (SC: $11,15 \pm 1,81$ cm) (Figure 13, Tableau 6). Des fruits plus grands peuvent correspondre à des fruits de meilleure qualité et de plus grande valeur commerciale.

Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

Les fruits issus de la sélection massale de rejets ont une circonférence basale plus large ($16,34 \pm 0,63$ cm) que ceux issus de la sélection conventionnelle ($10,89 \pm 1,17$ cm). Cela indique que la sélection massale favorise la production de fruits avec une base plus volumineuse, suggérant potentiellement une meilleure qualité des fruits.

De la même manière, les fruits de la sélection massale ont une circonférence médiane ($15,83 \pm 0,5$ cm vs. $10,77 \pm 1,19$ cm en sélection conventionnelle) plus importante (Tableau 6). Une plus grande circonférence médiane peut être associée à des fruits plus volumineux, ce qui est souvent recherché pour la qualité commerciale. La circonférence au sommet des fruits est également plus importante dans la sélection massale ($6,9 \pm 0,66$ cm vs. $5,33 \pm 1,36$ cm en sélection conventionnelle). Bien que la différence soit moins marquée que pour les circonférences basale et médiane, cela indique toujours que la sélection massale produit des fruits plus volumineux dans l'ensemble.



Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

Figure 13 : Caractéristiques argo-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre selon la méthode de sélection des rejets. *A = Hauteur des fruits, B = Circonférence basale des fruits, C = Circonférence médiane des fruits et D = Circonférence au sommet des fruits. SC: Sélection conventionnelle des rejets, SM: Sélection massale des rejets.*

Tableau 5 : Catractéristiques agro-morphologiques quantitatives des fruits d'ananas pain de sucre issus de la sélection conventionnelle et de la sélection massale.

Méthode de sélection	Circonference basale des fruits (cm)	Circonference mediane des fruits (cm)	Circonference au sommet des fruits (cm)	Hauteur des fruits (cm)
Sélection conventionnelle	10,89±1,17 b	10,77±1,19 b	5,33±1,36 b	11,15±1,81 b
Sélection massale	16,34±0,63 a	15,83±0,5 a	6,9±0,66 a	15,71±0,97 a
Probabilité	$<2,2e^{-16}***$	$<2,2e^{-16}***$	$<2,2e^{-16}***$	$<2,2e^{-16}***$

4.1.3. Effet des méthodes de selection des rejets de production sur le rendement potentiel de l'ananas pain de sucre

Le tableau 7 présente l'effet de différentes méthodes de sélection des rejets de production sur le poids moyen des fruits et le rendement de l'ananas pain de sucre. Les résultats révèlent que, d'un point de vue statistique, la méthode de sélection exerce un effet hautement significatif sur ces deux paramètres agronomiques, avec une p-value inférieure à $2,2 \times 10^{-16}$.

Tableau 6 : Effet de la méthode de sélection des rejets sur les paramètres de rendement de l'ananas pain de sucre

Variable	Facteur	NumDF	DenDF	Statistique F	Pr(>F)	R ²	R ²
						marginal	conditionnel
Poids moyen des fruits (cm)	Méthode de sélection	1	193	2063,4	$<2,2e^{-16}***$	0,9119	0,9138
Rendement potentiel (t/ha)	Méthode de sélection	1	193	3054,8	$<2,2e^{-16}***$	0,9395	0,9400

*Signif. Codes : 0 ***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 ; DF : Degré de liberté ; 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 illustre visuellement les différences observées entre les deux méthodes de sélection. En effet, le poids moyen des fruits issus de la sélection massale ($1896,97 \pm 168,85$ g) est presque deux fois supérieur à celui des fruits issus de la sélection conventionnelle ($979,9 \pm 108,17$ g) (Figure 14A et Tableau 8). Cela est un facteur très important car le poids est un indicateur direct de la productivité et de la qualité des fruits. La sélection massale des rejets permet donc de produire des fruits plus lourds et probablement plus juteux et nutritifs. De plus, le rendement potentiel en tonnes par hectare est considérablement plus élevé avec la sélection massale des rejets ($62,63 \pm 3,4$ t/ha) par rapport à la sélection conventionnelle ($40,84 \pm 1,91$ t/ha). Un rendement de 62,63 t/ha contre 40,84 t/ha représente une augmentation substantielle de la productivité (Figure 14B et Tableau 8), ce qui est crucial pour les agriculteurs cherchant à maximiser la production sur des surfaces limitées.

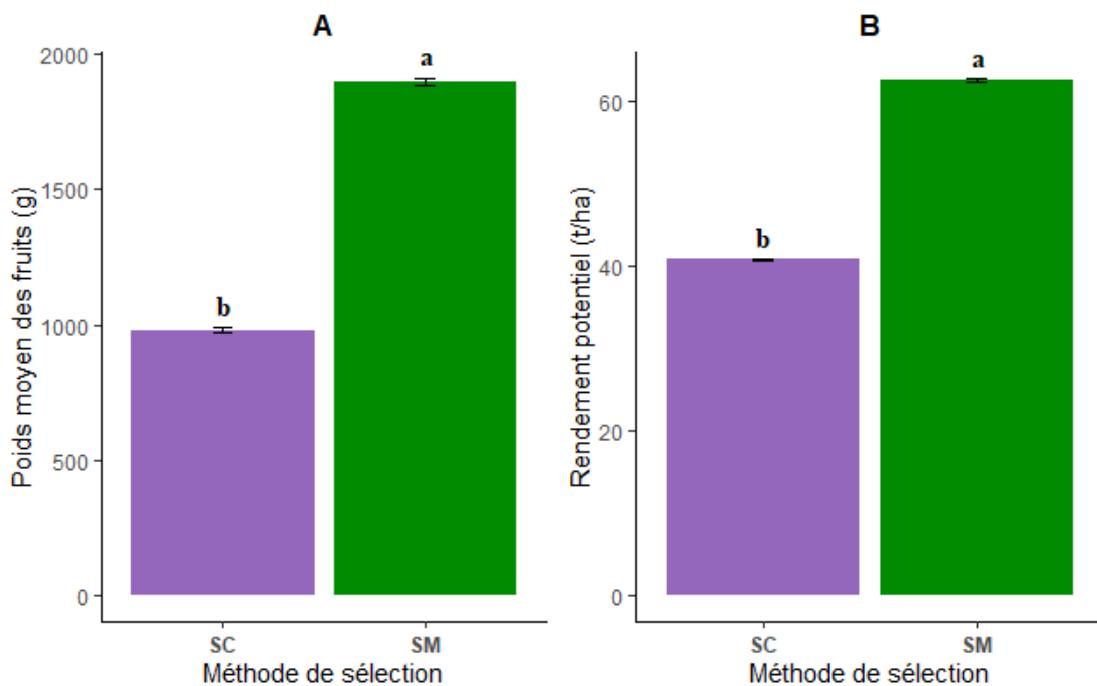


Figure 14 : Variation du poids moyen des fruits (A) et du rendement potentiel (B) de l'ananas pain de sucre selon la méthode de sélection des rejets de plantation. *SC* : Sélection conventionnelle des rejets, *SM* : Sélection massale des rejets.

Tableau 7 : Rendement potentiel de l'ananas pain de sucre issus de la sélection conventionnelle et de la sélection massale.

Méthode de sélection	Poids moyen des fruits (g)	Rendement potentiel (t/ha)
Sélection conventionnelle	979,9±108,17 b	40,84±1,91 b
Sélection massale	1896,97±168,85 a	62,63±3,4 a
Probabilité	$<2,2e^{-16}***$	$<2,2e^{-16}***$

4.2. Discussion

Les résultats obtenus dans cette étude confirment l'impact significatif de la méthode de sélection massale des rejets sur les caractéristiques agro-morphologiques et le rendement des fruits d'ananas pain de sucre. Cette méthode a permis d'améliorer l'uniformité des fruits, leur qualité et leur productivité, ce qui corrobore plusieurs études antérieures ayant démontré l'importance de la sélection du matériel végétal dans l'optimisation des performances agricoles (Fassinou Hotegni *et al.*, 2014 ; Traoré *et al.*, 2017).

Influence de la sélection massale sur les caractéristiques qualitatives des fruits

L'analyse des caractéristiques qualitatives des fruits montre que la sélection massale des rejets conduit à une homogénéité parfaite de la forme, avec 100% des fruits présentant une forme conique. À l'inverse, la sélection conventionnelle des rejets produit une grande diversité morphologique, avec seulement 16% de fruits parfaitement coniques et une répartition des formes plus irrégulière. Ces résultats confirment ceux de Kiss *et al.* (2016), qui ont montré que la sélection rigoureuse des rejets permet d'obtenir des fruits plus homogènes, facilitant leur calibrage et leur valorisation commerciale. L'uniformité des formes obtenue par la sélection massale améliore la présentation des fruits et leur acceptabilité sur le marché international, comme l'a également souligné Vigan *et al.* (2018).

Concernant la coloration des fruits à maturité, la sélection massale favorise majoritairement des fruits à peau verte (97% des cas), tandis que la sélection conventionnelle produit une diversité plus marquée, avec une répartition entre les peaux non colorées (35%), jaunes entre-écaille verdâtre

(28%) et vertes (37%). Ces résultats sont cohérents avec ceux de Bartholomew *et al.* (2003), qui indiquent que la gestion du matériel végétal joue un rôle clé dans l'uniformité de la maturation et de la pigmentation des fruits. Une coloration homogène est un critère déterminant pour l'exportation, notamment en raison des exigences des marchés internationaux qui privilégient des lots uniformes et visuellement attractifs (Njoku *et al.*, 2018).

L'analyse de la morphologie de la couronne des fruits révèle que la sélection massale engendre une homogénéité marquée, avec une forte concentration des fruits autour de deux morphotypes principaux : 69% des fruits sont sessiles et 30% ont une couronne pédonculée. Cette orientation selective indique que la sélection massale privilégie des critères spécifiques, probablement liés à des facilités de récolte, une meilleure manipulation post-récolte, ou des préférences du marché. La quasi-absence de fruits à couronne multiple et d'autres morphologies suggère une standardisation accrue, optimisant ainsi l'uniformité des lots de production.

En revanche, la sélection conventionnelle des rejets conduit à une plus grande diversité morphologique au niveau des couronnes des fruits. Si les fruits sessiles restent majoritaires (37%), cette méthode donne lieu à une répartition plus équilibrée entre les différentes morphologies : 21% de fruits pédonculés, 20% avec une couronne multiple, ainsi que la présence de fruits sans couronne (6%) et de fruits non pédonculés (6%). Cette diversité reflète une approche de sélection moins stricte, où le maintien d'une variabilité génétique plus large pourrait être un atout en matière de résilience aux stress environnementaux et de réponse à des besoins variés du marché.

Ces résultats montrent donc que la sélection massale oriente fortement la morphologie des couronnes vers des critères précis, ce qui peut être avantageux pour une production standardisée et destinée à l'exportation. En revanche, la sélection conventionnelle laisse place à une diversité morphologique plus importante, qui peut répondre à des exigences plus variées du marché local et favoriser une meilleure adaptation aux conditions agroécologiques. Ces résultats confirment les observations de Rohrbach et Johnson (2003), selon lesquelles la sélection stricte du matériel de plantation favorise une régularité dans le développement des organes végétatifs, contribuant à une meilleure qualité marchande du fruit.

Effet de la méthode de sélection des rejets sur les caractéristiques quantitatives des fruits

L'analyse des paramètres quantitatifs montre que la méthode de sélection massale des rejets a un effet significatif (p -value $< 0,05$) sur toutes les caractéristiques mesurées, notamment la

circonférence basale, médiane et au sommet, ainsi que la hauteur des fruits. La sélection massale produit des fruits plus grands et plus volumineux, avec une circonférence basale moyenne de 16,34 cm contre 10,89 cm en sélection conventionnelle, une circonférence médiane de 15,83 cm contre 10,77 cm, et une circonférence au sommet de 6,9 cm contre 5,33 cm. Ces résultats indiquent que la sélection massale favorise des fruits plus volumineux et mieux formés, une tendance également observée par Duval *et al.* (2001), qui ont montré que la rigueur dans le choix du matériel de plantation a un impact direct sur la croissance et le développement des fruits.

La hauteur des fruits est également plus élevée en sélection massale (15,71 cm contre 11,15 cm en sélection conventionnelle), soulignant une croissance plus homogène et une meilleure répartition des ressources vers le développement du fruit. Ce constat rejoint les travaux de Pérez *et al.* (2020), qui ont démontré que la qualité des rejets influence directement la vigueur des plants et la taille finale des fruits produits.

Les résultats de l'étude de cas réalisée par l'ATDA 7 (2022) ont montré une homogénéité relativement bonne des fruits marqués, avec une dispersion inférieure à 5% pour les circonférences et la hauteur, et proche de 7% pour la hauteur le poids. Le coefficient de variation obtenu par l'ATDA 7 (2022) variait entre 2,17% et 6,94%, traduisant une dispersion faible à modérée des données autour de la moyenne. C'est une étude de cas qui illustre l'importance de la sélection massale dans l'optimisation de la qualité et de l'homogénéité des rejets d'ananas destinés à la replantation.

Effet de la méthode de sélection des rejets sur le poids moyen des fruits et le rendement de l'ananas

Les résultats montrent que la sélection massale entraîne une augmentation significative du poids moyen des fruits et du rendement potentiel. Le poids moyen des fruits issus de la sélection massale est de 1896,97 g, soit presque deux fois plus élevé que celui des fruits issus de la sélection conventionnelle (979,90 g). Cette différence est statistiquement très significative (p -value < 0,05), confirmant que la sélection massale favorise le développement de fruits plus lourds, et donc plus rentables pour les producteurs.

Concernant le rendement potentiel en tonnes par hectare, la sélection massale permet une production moyenne de 62,63 t/ha, contre 40,84 t/ha en sélection conventionnelle, soit une augmentation de près de 53%. Ces résultats sont similaires à ceux de Fassinou Hotegni *et al.*

(2014), qui ont démontré que l'utilisation de rejets soigneusement sélectionnés améliore significativement le rendement des cultures d'ananas, en raison d'une meilleure vigueur des plants et d'une réduction des pertes dues à l'hétérogénéité des fruits. Les résultats de l'étude de cas de l'ATDA 7 (2022) ont également montré que l'application rigoureuse de la sélection massale permet d'obtenir un matériel végétal plus performant, réduisant ainsi les écarts de tri lors de la récolte et favorisant une meilleure valorisation commerciale des fruits destinés à l'exportation.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a mis en évidence l'efficacité de la sélection massale des rejets d'ananas pain de sucre comme méthode d'amélioration des performances agronomiques et économiques des plantations, en particulier dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin. Contrairement à la sélection conventionnelle, cette approche permet d'obtenir des fruits plus homogènes, caractérisés par une meilleure uniformité de forme et de couleur, une taille plus imposante et un poids supérieur, contribuant ainsi à leur attractivité commerciale.

L'amélioration des caractéristiques morphologiques des fruits obtenus grâce à cette méthode favorise également une augmentation significative du rendement par hectare, rendant la production plus rentable pour les producteurs. En optimisant la qualité des fruits et en réduisant l'hétérogénéité des récoltes, la sélection massale renforce la compétitivité de l'ananas béninois, tant sur les marchés locaux qu'internationaux.

L'adoption généralisée de cette technique nécessiterait toutefois une sensibilisation accrue des producteurs, un renforcement des capacités techniques et une meilleure structuration de la filière pour assurer sa pérennisation. Il serait également pertinent d'évaluer cette méthode dans différents contextes agro-climatiques et sur d'autres variétés d'ananas, afin d'en affiner les recommandations et d'en maximiser l'impact.

Ainsi, la sélection massale des rejets apparaît comme une stratégie clé pour améliorer durablement la productivité et la rentabilité de la filière ananas, tout en garantissant une meilleure qualité des fruits et en répondant aux exigences des marchés. Son adoption à grande échelle constitue une opportunité pour les producteurs d'accroître leurs revenus et de favoriser le développement d'une agriculture plus performante et résiliente. L'harmonisation des pratiques de sélection massale à l'échelle des producteurs contribuerait à améliorer significativement les rendements et à structurer la filière ananas pour répondre aux exigences des marchés internationaux.

Références bibliographiques

- Adabe, K. E., Hind, S., Maïga, A. 2016. Production et transformation de l'ananas. Collection Pro-Agro, Wageningen-Pays-Bas. 44 p.
- Agbangba, C.E. 2016a. Réponses agronomiques de l'ananas (*Ananas comosus L.*) à la fertilisation minérale au Bénin: croissance, rendement et qualité du fruit [Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop].
- 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].
- Alhassan, W.S. 2003. Application des biotechnologies agricoles en Afrique de l'Ouest et du Centre. IITA, Ibadan, 75 p.
- ATDA 7. 2022. Les pratiques de sélection massale des rejets d'ananas dans le département de l'Atlantique, ATDA-OUEME-ATLANTIQUE-LITTORAL-MONO (ATDA-OALM), Bénin, 23 p.
- Azonkpin, S., Chougourou, C., Tchibozo, D. 2017. Caractéristiques des itinéraires techniques de la production de l'ananas dans la Commune d'Allada au Bénin. *Annales de l'INRAB*, 12(3): 45-63.
- Bakry, F., Didier, C., Ganry, J., Le Bellec, F., Lescot, T., Pinon, A., Rey, J.Y., Teisson, C., Vanniere, H. 2002. L'ananas. Mémento de l'agronome, pp.933-939.
- 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>.
- Bouffin, J. 1992. Les besoins pédologiques et nutritionnels de l'ananas: Impact sur le rendement et la qualité des fruits. *Bulletin de Recherche Agricole Tropicale*, 29(2): 150-172.
- Bunthawin, S., & Ritchie, R. J. (2010). Photosynthesis in Pineapple (*Ananas comosus comosus [L.] Merr*) Measured Using PAM (Pulse Amplitude Modulation) Fluorometry. *Tropical Plant Biology*, 3(3) : 193–203.

- Cabot, C. 1989. Comparaison de différentes sélections d'ananas Cayenne lisse et autres variétés. *Fruits, CIRAD*, 35(2): 201-220.
- Camara, K. 1992. Lutte contre les nématodes en culture d'ananas. CORE, Université de Côte d'Ivoire, 98-120.
- 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.
- Chogou, S. K., Gandonou, E., Fiogbe, N. 2017. Mesure de l'efficacité technique des petits producteurs d'ananas au Bénin. *Cahiers Agricultures*, 22 p.
- Collins, J. L. 1960. The Pineapple: Botany, Cultivation and Utilization. Leonard Hill Ltd.
- 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.
- Djogbenou, C.P., Glèlè Kakaï, R., Arounaet, O., Sinsin, B. 2011. Analyse des perceptions locales des aménagements forestiers participatifs au Bénin, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, 11, 1, [En ligne], URL : <http://vertigo.revues.org/10893>, DOI : 10.4000/vertigo.10893.
- DSA. 2020. Rapport annuel 2020 sur les statistiques agricoles au Bénin. Direction des Statistiques Agricoles, 40 p.
- Ducréux, A., Godefroy, J., Lacoeuilhe, 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. F., Noyer, J. L., Perrier, X., Coppens d'Eeckenbrugge, G. 2001. Molecular diversity in pineapple assessed by RFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 102: 83-90.
- FAO. 2020. FAOSTAT, 15 p. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>.
- FAO. (2021). Pineapple | Land & Water. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/pineapple/en>.

- 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>.
- 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.
- INSAE. 2014. Rapport sur la contribution du secteur agricole au PIB du Bénin. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique du Bénin, Cotonou.
- INStaD. 2022. Projections démographiques des communes du Bénin. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique du Bénin, Cotonou, 22 p.
- Garcia, J., & Fassinou, P. 2021. Influence de la sélection massale sur la productivité de l'ananas au Bénin. *Revue Africaine d'Agronomie*, 19(1) : 45-57.
- Gilman, E. F., Klein, R. W., & Hansen, G. (2017). Ananas comosus: Pineapple. University of Florida IFAS Extension, 3 p. DOI: <https://doi.org/10.32473/edis-fp039-1999>. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FP039>.
- Gnonhouri, P. G., Ouya, A., Assiénan, B., Atsé, Y. 2000. Résistance et tolérance d'Ananas comosus aux nématodes en Côte d'Ivoire. *Cahiers Agricultures*, 12(1) : 101-115.
- Goussanou, C., Hounyoton, H. 2019. Évaluation de la biodiversité végétale et des pratiques agricoles à Tori-Bossito, Bénin. *African Journal of Ecology and Environment*, 7(2): 78-92.
- Guèdègbé, G. G., Akplo, T. M., Vigninou, T. Hetcheli, F. 2020. Evaluation du niveau de fertilité et d'aptitude des sols aux cultures du maïs, de l'ananas, de l'arachide et du soja dans la commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin, *Revue scientifique MIRD*, 7(7) : 382-399.
- Helvetas-Bénin. 2008. Appui à la Filière Ananas Biologique et Équitable : Document du Projet. Helvetas-Benin, Cotonou.
- Humbert, P. 2005. Techniques d'irrigation et d'aménagement hydrique en cultures tropicales. Presses Universitaires de Montpellier, 245 p.
- INSAE. 2014. Annuaire statistique 2014. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique.
- Kiersten, R. (2024). How to Grow and Care for Pineapple Plant (Complete Guide), 3 p. <https://www.planetnatural.com/pineapple-plant/>.

- Kishore, K., Subhash, B., Kailash, C. N., Krishna, M. G., & Venkatesan, K. (2020). Influence of shade intensity on growth, biomass allocation, yield and quality of pineapple in mango-based intercropping system. *Scientia Horticulturae*, Volume 273 : 109596. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109596>.
- Kiss, R., Fassinou Hotegni, V. N., Agossou, C. 2016. Sélection des rejets d'ananas : Une stratégie pour l'amélioration des rendements. *Journal of Applied Biosciences*, 34: 2174-2181.
- 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>).
- Lavabre, E.M. 2017. Maladie des taches noires de l'ananas : étude des relations hôte-pathogène et compréhension des mécanismes physiologiques de résistance. CGIAR, pp. 221-225.
- 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.
- Li, D., Jing, M., Dai, X., Chen, Z., Ma, C., & Chen, J. (2022). Current status of pineapple breeding, industrial development, and genetics in China. *Euphytica*, 218, Article 85 : 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10681-022-03030-y>.
- Malard. D. 2007. Information technique sur la culture de l'ananas, 35 p.
- Malézieux, E. 2008. De l'écophysiologie à l'agroécologie, contribution aux recherches sur les systèmes de culture : tome 1. CIRAD, pp. 45-60.
- Mangara, A., N'daAdopo, A. A, Traore, K., Kehe, M., Soro, K., Toure, M. 2010. Etude phytoécologique des adventices en cultures d'ananas. *Journal of Applied Biosciences*, 36 : 2367- 2382.

- 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'Guessan, A., Kouassi, K., Yao, N. 2015. Évaluation de la qualité sanitaire des rejets d'ananas utilisés en Côte d'Ivoire. *Cahiers Agricoles*, 24(4): 256-265.
- Njoku, O. N., Olawale, O., Akinwale, R. 2018. Effects of seedling quality on pineapple production in West Africa. *Journal of Tropical Agriculture*, 56(2): 112-125.
- Office of the Gene Technology Regulator. (2008). The Biology of Ananas comosus var. comosus (Pineapple), Australie, 43 p. https://bangladeshbiosafety.org/wp-content/uploads/2017/06/Biology_of_Pineapple_Au.pdf.
- Pérez, G., Herrera, L., Martinez, A. 2020. Best Practices in Pineapple Propagation: A Case Study from Costa Rica. *Tropical Crop Science Journal*, 8(3) : 78-91.
- Phillips, K. 2023. Cultiver et entretenir des ananas : caractéristiques, conditions de croissance, taille, ravageurs, récolte, propagation et utilisations, 15 p.
- Py, C., Lacoueilhe, 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.
- Serghini, M. A. 2006. Apport des biotechnologies végétales. Congrès International de Biochimie, 56 p.
- Smith, M. K., Botella, J. R. 2020. Biotechnology of fruit and nut crops. CABI Digital Library, pp. 118-122.
- Rohrbach, K. G., Johnson, M. W. 2003. Pest management in pineapple : a global perspective. *Acta Horticulturae*, 590 : 157-166.
- Sohinto, D. 2008. Analyse de la rentabilité économique des chaînes de valeur ajoutée de l'ananas au Bénin. Rapport de consultation 76 p.

- Toillier, A., De Lapeyre de Bellaire, L. 2016. Développement durable et filières tropicales. Cairn.info, pp. 109-113.
- Tossou, C. C., Capo-Chichi, D. B. E., Yedomonhan, H. 2015. Diversité et caractérisation morphologique des variétés d'ananas (*Ananas comosus (L.) Merrill*) cultivées au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 87 : 8112–8126.
- Touron, J., Fournier, P., Collette, E., Gabon, S., Deroche, J. 2000. Manuel du planteur d'ananas Bouteille en Guadeloupe. CIRAD, 48 p.
- Traoré, S., Kiss, R., Fassinou Hotegni, V. 2017. Impact de la sélection massale sur la productivité des cultures. *Cahiers Agricultures*, 23(2) : 112-119.
- 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.
- Zandjanakou-Tachin, M., Houndédji, C. D., Hougnandan, P. 2016. Prévalence de la maladie du déperissement de l'ananas et perception des producteurs au Bénin. *European Scientific Journal*, 45(6): 130-145.
- Zhang, J., Liu, J., Ming, R. 2014. Genomic analyses of the CAM plant pineapple. *Journal of Experimental Botany*, 65(13) : 3395–3402.
- Zhao, W., Wang, W., Liu, L., Hu, Y., Zhang, X., & Chen, J. (2020). Effects of time and height of shading on yield and quality of pineapple. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 512(1) : 012101. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/512/1/012101>.

ANNEXE

Tableau 8 : Tableau comparatif des techniques de sélection des rejets d'ananas

Technique	Description	Avantages	Limites	Auteurs
Sélection massale des rejets	Méthode traditionnelle où les producteurs sélectionnent manuellement les rejets les plus vigoureux et exempts de maladies avant la plantation.	<ul style="list-style-type: none"> - Facile à mettre en œuvre. - Ne nécessite pas d'équipement spécifique. - Permet une adaptation locale des plants aux conditions environnementales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sélection basée uniquement sur des critères visuels, pouvant entraîner un manque d'homogénéité. - Possibilité de propagation de maladies latentes. 	Azonkpin <i>et al.</i> (2017)
Sélection conventionnelle (sélection traditionnelle : utilisation de rejets tout-venant)	Utilisation de rejets issus de différentes plantes sans critère de sélection strict. Les rejets sont prélevés au hasard dans la plantation.	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité et rapidité d'implantation des cultures. - Coût réduit pour les producteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Forte variabilité génétique, entraînant un rendement inégal. - Risque élevé de transmission de pathogènes. - Potentiel agronomique réduit. 	Cabot (1989)
Culture in vitro	Multiplication des rejets en laboratoire à partir de tissus végétaux stériles. Cette technique permet d'obtenir des plants exempts de maladies et génétiquement homogènes.	<ul style="list-style-type: none"> - Production rapide et massive de plants sains. - Exclusion des pathogènes et meilleure résistance des plants. - Homogénéité des cultures et uniformité des rendements. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé de mise en place. - Besoin d'équipements spécialisés et de personnel qualifié. - Temps d'acclimatation en serre avant la plantation au champ. 	Cabot (1989), Zandjanakou-Tachin <i>et al.</i> (2016)
Micropropagation par organogenèse	Technique de régénération des plants à partir de tissus méristématiques. Elle permet d'obtenir des mini-plants viables pour une production à grande échelle.	<ul style="list-style-type: none"> - Augmente le nombre de plants disponibles en peu de temps. - Uniformité génétique des plants obtenus. - Permet une meilleure gestion du matériel végétal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé et infrastructure de laboratoire nécessaire. - Besoin de personnel qualifié. - Acclimatation des plants avant mise en terre. 	Gnonhouri <i>et al.</i> (2000)

Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

Sélection assistée par biotechnologie	Utilisation de marqueurs moléculaires et de techniques de biologie génétique pour identifier et sélectionner les plants les plus résistants aux maladies et aux conditions climatiques spécifiques.	<ul style="list-style-type: none"> - Détection précoce des caractéristiques recherchées (résistance aux maladies, tolérance à la sécheresse). - Accélère le processus de sélection variétale. - Permet d'améliorer les caractéristiques agronomiques des plants. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé des analyses en laboratoire. - Nécessite des équipements et une expertise en biotechnologie. - Acceptabilité réglementaire variable selon les pays. 	Zandjanakou-Tachin <i>et al.</i> (2016)
Gourgeage	Technique de suppression des rejets secondaires en excès pour favoriser le développement optimal des rejets principaux. Elle consiste à enlever les rejets en surabondance pour limiter la concurrence des ressources.	<ul style="list-style-type: none"> - Permet une meilleure vigueur des rejets restants. - Améliore la nutrition des jeunes plants en limitant la compétition. - Favorise une croissance rapide et homogène. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de blessure des plantes et d'infections fongiques si la coupe n'est pas bien réalisée. - Technique nécessitant une surveillance constante. 	Py (1962), Camara (1992)
Castration	Technique consistant à supprimer l'inflorescence de l'ananas avant sa floraison complète afin de stimuler le développement des rejets et maximiser la multiplication végétative.	<ul style="list-style-type: none"> - Augmente le nombre de rejets disponibles par plant mère. - Accélère la propagation des plants d'ananas. - Technique simple et efficace pour améliorer la multiplication végétative. 	<ul style="list-style-type: none"> - Peut réduire le rendement en fruits si mal appliquée. - Nécessite un bon suivi pour éviter le stress physiologique des plants. - Risque de contamination si les outils ne sont pas désinfectés correctement. 	Cabot (1989), Azonkpin <i>et al.</i> (2017)

Etude comparative de la productivité des rejets d'ananas (*Ananas comosus L.*) issus de la sélection massale et de la sélection conventionnelle dans la Commune de Tori-Bossito au Sud-Bénin

Collecte de données sur l'ananas

Veuillez répéter le remplissage pour les 5 producteurs, les 2 méthodes de sélection et les 20 fruits par méthode

* **Producteur**

* **Méthode de sélection**

- Sélection massale
- Sélection conventionnelle

* **Bloc N°**

* **Fruit N°**

* **Circonférence basale (cm)**

* **Circonférence médiane H/2 (cm)**

* **Circonférence sommet (cm)**

* **Hauteur fruit (cm)**

* **Poids fruit (kg)**

* **Rendement potentiel (t/ha)**

* **Forme fruit**

- Parfaitement conique
- Plus ou moins conique
- Cylindrique
- Autres (à préciser)

* **Couronne fruit**

- Sessile
- Pédonculée
- Fruit moins haut
- Autres (à préciser)

* **Coloration à maturité**

- Peau verte
- Peau jaune, entre-écaille verdâtre
- Peau non colorée

 Sauvegarder le brouillon

 Soumettre

Figure 15: Questionnaire de collecte de données