

Research Article

EFFETS DE DIFFÉRENTS TYPES DE COUVERTURE DU SOL SUR LES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE L'ANANAS PAIN DE SUCRE (ANANAS COMOSUS L.) AU SUD-TOGO

Anani Combé K. Sélom, * TounouAgbéko Kodjo, Agboka Komi, AGBENU Kossi Nevame

Laboratoire de Recherche sur les Agroressources et Santé Environnementale (LARASE), Université de Lomé, Togo.

Received 19th May 2024; Accepted 20th June 2024; Published online 30th July 2024

RÉSUMÉ

L'équilibre du maintien de la durabilité des systèmes de cultures d'ananas nécessite une adoption des pratiques alternatives durables. Ainsi, cette étude vise à évaluer l'effet de trois types de couverture du sol (paillis plastique biodégradable, couverture vivante avec *Stylosanthes guianensis* L., et sans couverture) sur les performances agronomiques et économiques de l'ananas Pain de sucre au Sud-Togo. A cet effet, un dispositif de bloc aléatoire complet à 4 répétitions a été mis en place pour la conduite de l'expérimentation. Les résultats obtenus montrent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les traitements appliqués, et une forte corrélation entre le développement végétatif des plants et le rendement en fruit. La couverture du sol avec paillis en plastique biodégradable a permis d'augmenter de 25 à 30% significativement le rendement en fruits d'ananas avec la couronne soit $81,25 \pm 8,12$ t. ha⁻¹ contre $61,72 \pm 6,26$ t. ha⁻¹ pour le modèle classique sans couverture du sol et $56,25 \pm 4,06$ t. ha⁻¹ avec la couverture vivante et permanente du sol par *S. guianensis*. L'analyse économique des trois modèles a montré que le modèle du SPA sous paillis plastiques biodégradable présente une meilleure rentabilité en termes de richesse générée.

Mots clés : Ananas, performance, paillis, plastique, biodégradable.

INTRODUCTION

Le secteur agricole, base de la croissance économique du Togo occupe 80 % de la population active et contribue à 40% au produit intérieur brut ;

En 2019, l'agriculture n'a été destinataire que de 0,2% des crédits à l'économie alors que ce secteur contribue à près de 40% au PIB, génère environ 20% des recettes d'exportation du pays et emploie près de 60% de la population active. Par ailleurs, l'agriculture constitue la source principale de revenus pour 97% des ménages ruraux sur la période 2010-2019 (BAD, 2021). Le secteur était dominé par les cultures cotonnières, café-cacaoyères, qui étaient les principales cultures de rente. Aujourd'hui le secteur agricole avec le développement des exportations, il est plus diversifié avec des produits comme le soja, l'ananas, le sésame, le karité, et autres avec des systèmes de production orientés durablement.

Il faut aussi souligner que dans le cadre de la mise en œuvre du Programme de compétitivité de l'Afrique de l'Ouest (PCAO), des différents pays de la zone comme le Togo, Bénin, Guinée et autres ont bénéficié d'un financement du Fond Européen de Développement (11^{ème} FED). En Guinée, il s'agit du Projet de Relance de la Filière Ananas en République de Guinée « REFILA » notamment dans les préfectures de Kindia et de Forécariah. Le projet est exécuté par l'Organisation des Nations Unies (ONU) avec des interventions en sous-contrat du Centre du Commerce International (CCI) et du COLEACP.

Au Bénin, le Programme de Développement de l'Entreprenariat dans les Filières Agricoles (DEFIA) met en œuvre le projet "Appui à la transition agroécologique de la filière ananas" au Bénin. Ce projet est de permettre aux opérateurs de la CVA ananas d'amorcer une transition progressive vers l'agroécologie tout en répondant aux exigences des marchés locaux, régionaux et internationaux. Il est exécuté par une convention entre le COLEACP et Enabel.

Au Togo, le « Projet d'Appui à l'Amélioration de la Compétitivité de la Filière Ananas au Togo (PROCAT ; 2018-2022) est cofinancé par l'Union européenne et le Ministère fédéral de la Coopération économique et du Développement (BMZ) avec pour objectif de renforcer la compétitivité du secteur privé local notamment ceux de la filière ananas, améliorer le climat des affaires pour lutter contre la pauvreté et créer des emplois durables et décents au Togo. La demande de l'ananas à l'export est considérable à une période de l'année où l'offre est limitée avec des rendements faible assorti des coûts de revient de production élevée. Dans un contexte de croissance de la population mondiale et de pressions sur les ressources disponibles, la production agricole tant en termes quantitatifs que qualitatifs est au cœur des préoccupations économiques, sociales et environnementales (Govidin, 2014). Ainsi, pour améliorer le niveau de compétitivité de la production de l'ananas en particulier et la compétitivité de la filière en général, il urge d'analyser les défis que pourrait présenter la production de l'ananas en général et de l'ananas biologique en particulier.

Le Togo est résolument engagé dans les systèmes de production durables mais plus vers des produits biologiques exportés vers principalement l'UE. C'est le cas de l'ananas biologique qui est le plus exporté après le soja biologique. La production biologique d'ananas selon les études de l'UE et de la GIZ occupe 65 % répartie entre l'exportation en frais, jus et en séchés d'ananas biologique de la production nationale. Ainsi, beaucoup d'emplois directs et indirects sont créés le long de la chaîne de valeur de ce produit soit environ plus de 10 000 emplois. Cependant, cette culture est confrontée à des contraintes dont entre autres l'attaque des plants d'ananas par le Wilt causé par un complexe de virus appelé le « Pineapple Mealybug Wilt-associated Virus » (PMWaV) transmis par 2 espèces de cochenille, *Dysmicoccus brevipes* et *Dysmicoccus neobrevipes* (Setheret *al.*, 2001) en affectant négativement la production. Aussi la baisse de la fertilité des sols liée à la culture de l'ananas, la pénibilité liée aux entretiens réguliers des parcelles avec des coûts élevés par manque de main d'œuvre dans les zones de production. Les rendements à la production enregistrés

sont faibles avec des coûts de production élevés. En dépit de l'importance de cette culture au Togo, il existe très peu de travaux de recherche scientifique au Togo sur la filière ananas.

Eu égard à ces constats, et dans ce contexte de diversité des pratiques de gestion durable de la fertilité des sols et de la maîtrise des mauvaises herbes, des systèmes de culture innovants qui préservent les services de l'environnement doivent donc être proposés pour se substituer aux systèmes actuels.

Cette étude vise à évaluer l'effet de trois types de couverture du sol sur les performances agronomiques et économiques de l'ananas Pain de sucre au Sud-Togo, dans le but d'optimiser les pratiques culturales et d'améliorer la rentabilité pour les producteurs locaux, elle vise spécifiquement à :

- (1) évaluer l'effet de différents modes de couverture (couverture vivante, couverture morte, zéro couverture) sur les performances agronomiques de l'ananas ;
- (2) analyser comparativement la rentabilité de la production des trois traitements étudiés.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site de l'étude

L'étude a été menée à Gbatopé, sur un site expérimental situé dans le canton Gbatopé appartenant à la préfecture du Zio et est situé à 9 km de la ville de Tsevié. En effet, il fait frontière au nord par le canton de Agbélouvé et le canton de Gamé, au sud par le canton de Kpomé et celui de Dalavé, à l'Est par la préfecture de Yoto et à l'Ouest par le canton de Tsévié. Les coordonnées géographiques du site expérimental sont : 6°28'11.418" de latitude nord, 1°18'1.824" de longitude Est et 78 m d'altitude (fig1).

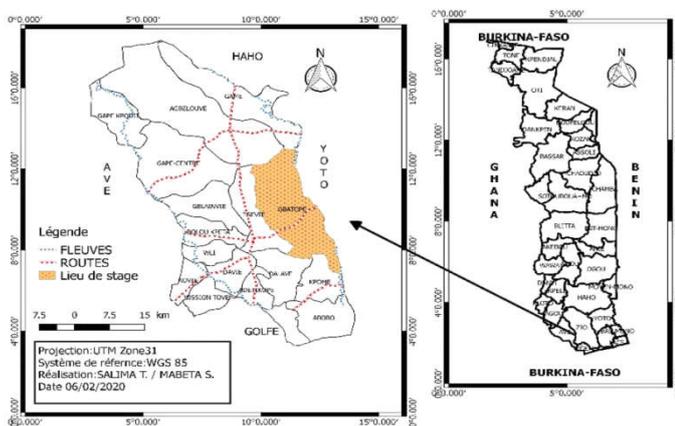


Figure 1 : Localisation du canton de Gbatopé dans la préfecture de Zio

Dispositif expérimental

Historiquement, le site fut une friche, et cette étude est le 1^{er} essai réalisé sur le site par l'installation de la culture d'ananas pour évaluer l'effet de la couverture du sol. Le sol du site expérimental est de type ferrugineux tropical, avec un pH de 6,5 et une teneur en matière organique de 2,3%. Le dispositif expérimental adopté est celui du bloc de Fisher à un facteur (mode de couverture) à trois niveaux répétés quatre fois. Au sein d'un bloc, les différents traitements sont affectés au hasard dans des parcelles élémentaires de 5 m² soit

5mx1m. Le dispositif est composé de quatre blocs, chaque bloc contient trois parcelles et chaque parcelle représente un traitement soit trois traitements par bloc. Un bloc a donc une dimension de 15m² hormis les allées et les quatre blocs mesurent 60 m². Ce dispositif est similaire à la disposition d'essais comparatifs de variétés (Tranchefort J, 1977) sur les perspectives agricoles. Les trois niveaux de couverture sont :

T1 : production classique sans couverture du sol ;

T2 : production sous couverture morte avec les films polyéthylènes biodégradable ;

T3 : production sous couverture vivante avec la luzerne du Brésil (*Stylosanthes guianensis L.*).

Dans le cadre d'un essai au champ comparant deux systèmes de culture innovants d'ananas sans travail du sol (T2 et T3) par rapport au T1, on a étudié l'effet de la plante de service servant de couverture vivante et l'usage des films polyéthylènes biodégradable comme couverture morte sur le fonctionnement de la culture de l'ananas. Le plan du dispositif expérimental est présenté par la fig2.

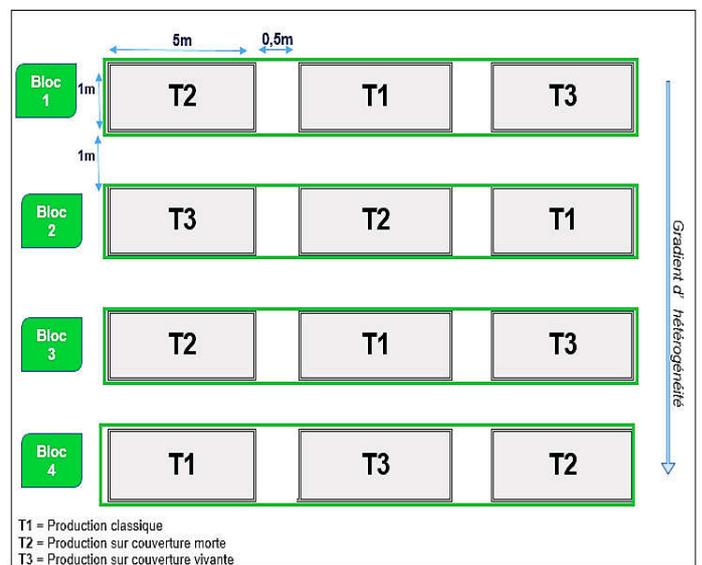


Figure 2: Plan du dispositif expérimental

Matériel Végétal

La variété Pain de sucre a été choisie pour sa popularité auprès des producteurs locaux et sa bonne adaptation aux conditions climatiques du Sud-Togo et elle représente la variété la plus cultivée au Togo soit 74% par rapport aux autres variétés (cayenne lisse et piquante 23%, MD2 2,5% et queen victoria 0,05%).

Les rejets ou plants d'ananas utilisés sont ceux du cultivar pain de sucre ou brazza. Son cycle cultural varie entre 15-18 mois et possède un potentiel de rendement variable entre 40-45t. Il est aussi tolérant à la sécheresse.

Opérations culturales

Les travaux de préparation du sol ont porté sur les opérations suivantes :

- la délimitation et le piquetage du terrain effectué à l'aide d'un mètre ruban et les piquets,
- le défrichage et le dessouchement,
- le labour à l'aide d'un tracteur ± 25 cm de profondeur, un passage avec le pulvérisateur en vue d'aplanir le sol pour la mise en terre.

*Corresponding Author: Tounou Agbéko Kodjo, Laboratoire de Recherche sur les Agroressources et Santé Environnementale (LARASE), Université de Lomé, Togo.

Le paillis plastique biodégradable a été choisi pour son potentiel de réduction des adventices et de conservation de l'humidité, la couverture vivante avec *Stylosanthes guianensis* L. pour ses propriétés de fixation d'azote, et le témoin sans couverture représente la pratique courante des producteurs locaux. Le film polyéthylène biodégradable utilisé avait une épaisseur de 50 microns et était conforme à la norme NF EN 17033.

La couverture du sol a été faite à deux niveaux :

Pour la couverture morte avec les films polyéthylène et biodégradable, après la préparation et la délimitation du sol, une pose des films a été réalisée pour couvrir les parcelles (T3) avant la mise en terre. Pour la couverture vivante, les parcelles concernées (T2) ont été réalisées après la mise en terre des plants d'ananas. Des semences de la luzerne de brésil (*S. guianensis*) ont été semées à la volée dans les allées et les interlignes des plants. Enfin les parcelles de culture classique (T1) sans couverture du sol ont été installées.

La mise en terre a été réalisée suivant un écartement de 40 cm x 40 cm, comme chaque parcelle a une dimension de 5 m x 1 m soit 5 m², cela inclut 3 lignes et 12 plants par ligne soit 36 plants/parcelles, 108 plants/bloc et 432 plants pour les 4 blocs. Ainsi la densité de plantation est de 72000 plants. ha⁻¹. Aucun apport de fertilisant organique, biologique ou chimique n'a été réalisé ; y compris des méthodes de protection et de lutte contre les ravageurs, c'est une conduite de culture biologique de l'ananas.

La récolte a été réalisée à deux niveaux selon les traitements, la première récolte fût celle des parcelles couvertes par films polyéthylène au 12^{ème} mois, et la seconde récolte sur les parcelles sous couverture vivante et sans couverture au 16^{ème} mois après la mise en terre. On a mis en place 3 carrés de rendements dans chaque parcelle. Chaque carré correspond à une dimension de 0,4 m x 0,4 m ce qui nous donne une surface de 0,16 m² contenant 4 plants d'ananas. On a eu en tout 144 plants (4 plants x 3 carrés de rendements x 12 parcelles) qui ont été récoltés au total.

COLLECTE DES DONNÉES

Paramètres agronomiques étudiées

Les mesures de croissance végétative ont été effectuées trimestriellement sur 10 plants par parcelle.

Pour le paramètre végétatif, l'observation végétative est portée sur le nombre de feuilles. Avant la mise en terre, les feuilles ont été compté au rang compris entre 12 et 13. Après le comptage s'est poursuivi au 3^{ème}, 6^{ème} et 9^{ème} mois selon les âges des plants.

Les carrés de rendement ont été choisis aléatoirement au sein de chaque parcelle, en excluant les bordures. Les observations sur la production ont porté sur le poids moyen des fruits à l'aide d'une balance électronique de marque Beichen. Il s'agit de 03 pesées différentes : fruits avec couronne, fruits sans couronne, et uniquement les couronnes.



Figure 3 : Variables mesurées

Analyses statistiques

Les données ont été traitées par le Tableur Microsoft Excel 2019. Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis a été choisi en raison de la non-normalité des données, vérifiée par le test de Shapiro-Wilk. Les tests non-paramétriques de Kruskal-Wallis ont été effectués sur toutes les données avec un seuil de probabilité de 0,05 à l'aide du logiciel STATA-15 sur lesquelles on a fait une analyse de variance ou ANOVA. Le test de Kruskal-Wallis permet d'infirmer les différences les traitements. Il a été couplé avec la méthode de comparaison multiple de Dunn ou Turkey basée sur la comparaison des moyennes des rangs et non pas sur les valeurs numériques des mesures issues des échantillons. Enfin une analyse économique a porté sur l'analyse de la rentabilité financière pour une comparaison des trois types de traitements par le calcul de la valeur ajoutée (VA) définie comme la différence entre le revenu (R) et les consommations intermédiaires (Ci) et le profit (P) réalisé par les exploitants, obtenu par la différence entre le revenu (R) et les coûts totaux ou charges totales de l'exploitation (CT), une méthodologie scientifique approuvée par la FAO. L'analyse économique a été réalisée à l'aide du logiciel Excel 2019, en utilisant les prix moyens du marché local pour l'année 2022.

RÉSULTATS

Analyses de l'état végétatif des plants d'ananas

Entre 0 et 3^{ème} mois de plantation, les feuilles sont restées identiques au nombre de feuilles initiales des plants mis en terre quel que soit les traitements. Le développement des plants entre le 3^{ème} et le 6^{ème} mois après plantation a montré un début de développement des nouveaux feuillages au niveau des plants selon les traitements, soient T1 = 17,50 ± 0,92 ; T2 = 22,75 ± 2,00 et T3 = 16,50 ± 2,39. Au 9^{ème} mois après la mise en terre, les feuilles sont bien développées et variables selon les traitements. Les feuillages sont plus denses pour le T2 = 29,75 ± 2,72 par rapport aux autres traitements ; avec T1 = 23 ± 2,91 et T3 = 20,75 ± 2,76 (Fig4).

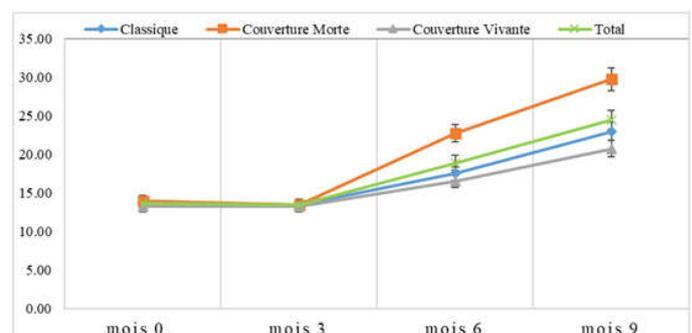


Figure 4 : Nombre de feuilles par plant selon l'âge des plants et les traitements.

Suivant le développement des feuilles des plants ananas, il a été constaté cinq phases selon les âges des plants. Ainsi entre 0 et 3 mois c'est la phase d'adhérence au sol avec l'enracinement des plants suivi parfois du jaunissement des plants si aucun apport de fumure de fond n'a été fait. Ensuite du 3 au 6 mois c'est la phase végétative avec l'apparition des nouvelles feuilles, racines et tige.

Et du 6 au 9 mois c'est la phase de la croissance végétative avec plus de feuillages, du 9 au 12 mois c'est la phase de floraison qui dépend à ce stade de la technique culturale, des apports de fertilisants appliqués.

Dans notre cas précis la floraison des plants d'ananas avec le SPA sous couverture morte (films) a été réalisé au 9^{ème} mois alors que

pour les deux modèles au 12^{ème} mois. Une réduction de la durée du cycle de 25 % a été observé au niveau de l'expérimentation, ce qui fait passer le cycle de 18 mois à 14 mois pour la variété d'ananas pain de sucre étudiée. Enfin du 12 au 18 mois c'est la phase de fructification et de développement des rejets d'ananas.

Pour les effets du traitement sur le nombre de feuilles suivant l'âge des plants, l'ANOVA des résultats de l'essai a montré une différence significative et non significative aux niveaux des traitements au seuil de 5 % pour les âges des plants. La non-significativité est remarqué au niveau des plants d'âge zéro et de trois mois après la mise en terre. En revanche la significativité est plus remarquée au niveau des plants dont les âges sont de 6 et 9 mois.

Au mois zéro et trois, le test de comparaison des moyennes de Tukey-Kramer ou test DSH des feuilles selon les traitements (T1, T2, T3) est quasi-identique et pas de différence significative, c'est ce qui est illustré par la fig5 ci-dessous.

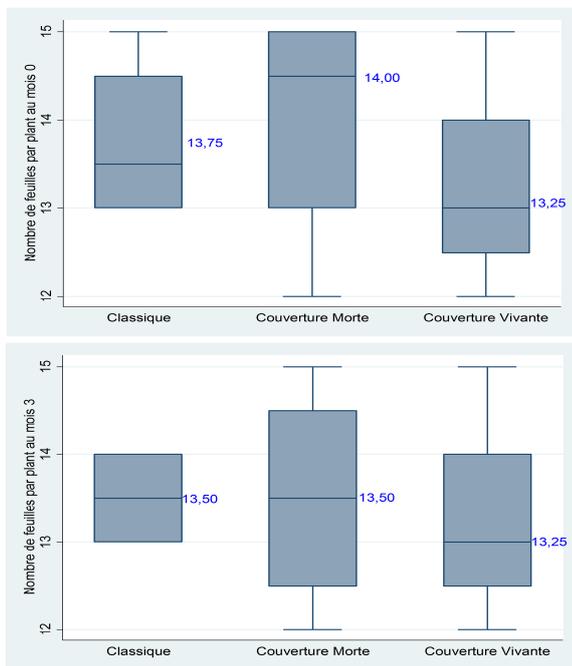


Figure 5 : Présentation de la moyenne du nombre de feuilles des plants au 0 et 3^{ème} mois en fonction des traitements.

Le test de comparaison des moyennes de Tukey-Kramer ou test DSH des feuilles diffère selon les traitements au sixième et neuvième mois, les traitements T1 et T3 sont quasi-identiques et se diffèrent du traitement T2, c'est ce qui est présenté par la fig6 ci-dessous.

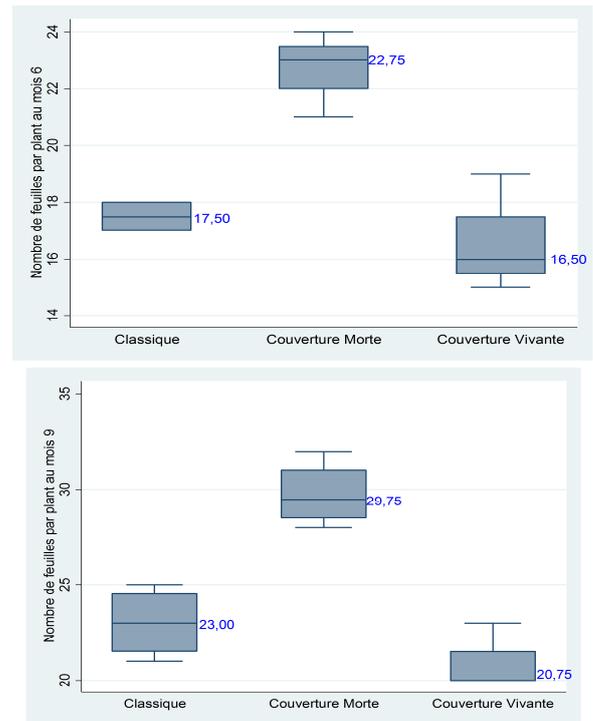


Figure 6 : Présentation de la moyenne du nombre de feuilles des plants au 6^{ème} et 9^{ème} mois en fonction des traitements.

Les analyses statistiques des rendements moyens en fruits avec couronnes ; sans couronnes et couronnes d'après les résultats des essais, ont montré que les rendements moyens varient selon les trois traitements, et selon que les fruits sont avec couronnes ou sans couronne puis uniquement les couronnes des fruits. Ainsi, selon les traitements, les couronnes ont une proportion non négligeable dans l'évaluation des rendements en fruits d'ananas, quels que soient les traitements. Pour les effets des traitements sur les rendements moyens des fruits avec couronnes, l'ANOVA des résultats de l'essai a montré une différence significative aux niveaux des trois traitements au seuil de 5%. Le test de comparaison de moyenne de Tukey-Kramer ou test DSH a révélé que les rendements moyens des fruits avec couronnes des traitements T1 et T3 sont identiques et diffèrent par rapport à T2. Les rendements moyens en fruits avec couronne sont présentés par la fig7 ci-dessous.

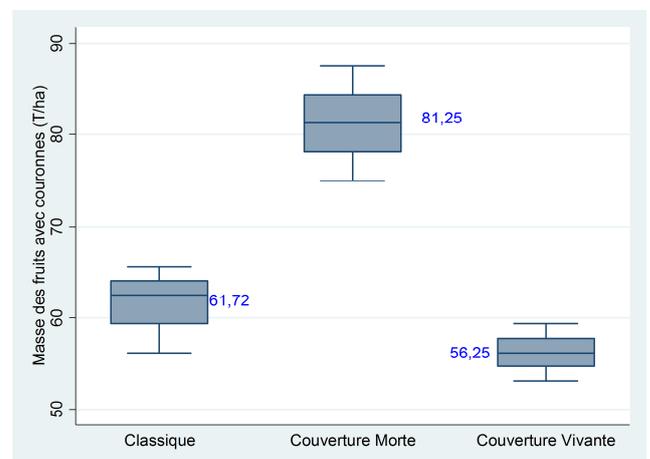


Figure 7 : Représentation des rendements moyens des fruits avec couronnes en t/ha en fonction des trois traitements

En prenant l'effet du traitement sur les rendements moyens des fruits sans couronne, l'ANOVA des résultats de l'essai a montré une différence significative aux niveaux des trois traitements au seuil de 5 %. Le test de comparaison de moyenne de Tukey-Kramer ou test DSH a révélé que les rendements moyens des fruits sans couronnes des traitements T1 et T3 sont identiques par rapport à T2. Les rendements moyens en fruits sans couronne sont présentés par la fig8 ci-dessous.

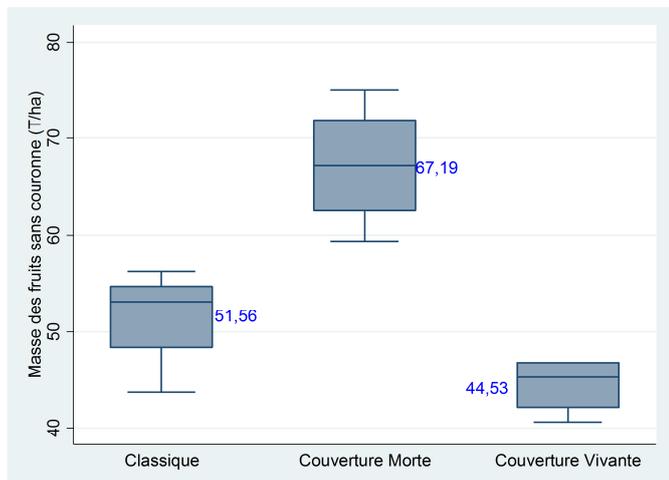


Figure 8 : Représentation des rendements moyens des fruits sans couronnes en t/ha en fonction des trois traitements.

Pour les effets du traitement sur les rendements moyens des couronnes, l'ANOVA des résultats de l'essai a montré une différence non significative aux niveaux des trois traitements au seuil de 5 %. Le test de comparaison de moyenne de Tukey-Kramer ou test DSH a révélé que les rendements moyens des couronnes des traitements T2 et T3 sont quasi identiques par rapport à T1. Les rendements moyens en couronne sont présentés par la fig9 ci-dessous.

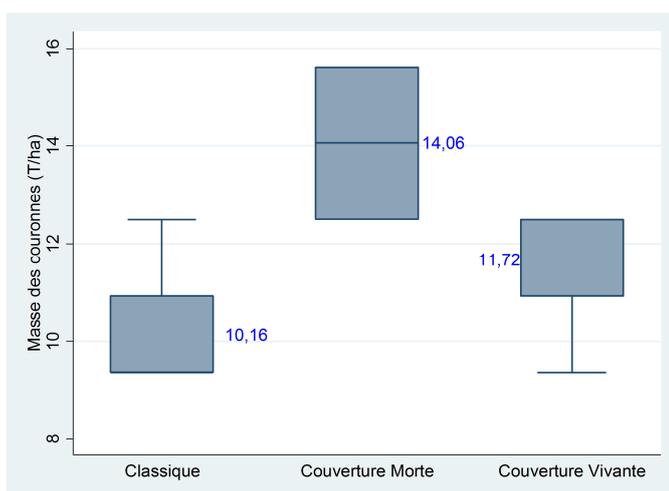


Figure 9 : Représentation des rendements moyens des couronnes des fruits en t/ha en fonction des trois traitements.

Les résultats d'analyses de la corrélation entre le nombre de feuilles par plant et les rendements moyens de fruits avec couronnes sont présentés par la fig10. En effet, les rendements des fruits avec couronne sont en fonction croissante du nombre des feuilles au 9^{ème} mois, c'est-à-dire plus il y a les feuilles plus il y a de rendements, ainsi la corrélation est positive et plus forte à ce stade.

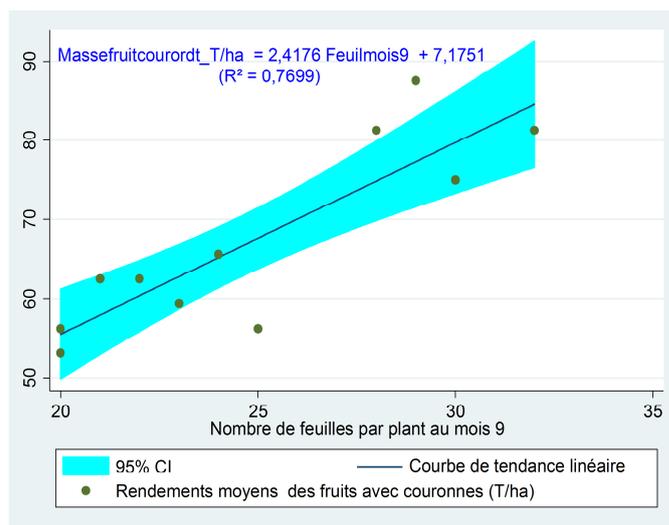


Figure 10 : Corrélation avec le nombre de feuilles et les rendements des fruits avec couronne.

C'est-à-dire plus il y a les feuilles plus il y a de rendements, ainsi la corrélation est positive et plus forte à ce stade.

La régression linéaire a montré une forte corrélation positive entre le nombre de feuilles et le rendement, c'est-à-dire plus il y a les feuilles plus il y a de rendements.

Analyse comparative de la rentabilité des traitements étudiés

Les résultats ont montré une variation au niveau des paramètres de rentabilité selon les modèles étudiés. Le modèle du SPA classique a permis de ressortir un coût de production de 3 130 549 F CFA, il génère une valeur ajoutée 3 950 500 F CFA et un profit de 3 841 452 F CFA contre 2 805 548.5 F CFA comme coût de production, il a généré une VA de 3 728 500 F CFA et 3 618 451,5 F CFA de profit. Enfin le modèle de SPA sous couverture de films ou morte a présenté un coût de production de 3 790 548.5 F CFA et a généré une VA de 5 243 500 F CFA et 5 134 541,5 F CFA de profit. Les ratios moyens de VA/Ci et Profit/CT ont montré que pour 1 F CFA investi, il aurait 1,27 F CFA de richesse créée par ce modèle contre 1,34 pour le modèle SPA sous couverture morte ou films polyéthylène biodégradables. Les résultats de l'analyse comparative de la rentabilité des trois modèles de production étudiés sont présentés par le tab1 suivant.

Tableau 1 : Tableau d'analyse de la rentabilité de trois modèles de SPA

| Rubriques | Modèle SPA Classique | | Modèle SPA sous Couverture Vivante | | Modèle SPA sous Couverture Morte | |
|---|----------------------|----------|------------------------------------|----------|----------------------------------|----------|
| | FCFA/ Ha | FCFA/ kg | FCFA/h a | FCFA/ kg | FCFA/h a | FCFA/ kg |
| Recettes | 697200 | 112,96 | 6425000 | 114,22 | 8925000 | 109,85 |
| Vente d'ananas | 617200 | 100 | 5625000 | 100 | 8125000 | 100,00 |
| Vente de rejets | 800000 | 12,96 | 800000 | 14,22 | 800000 | 9,85 |
| Charges d'Exploitation ou Totale (CE ou CT) | 313054 | 50,72 | 2805548 | 49,88 | 3790548 | 46,65 |
| Charges variables ou intermédiaire | 302150 | 48,95 | 2696500 | 47,94 | 3681500 | 45,31 |

| s (Cv ou Ci) | | | | | | |
|---------------------|----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| Intrants (Is) | 1261500 | 20,44 | 1276500 | 22,69 | 2461500 | 30,30 |
| Main d'œuvre (MO) | 1760000 | 28,52 | 1420000 | 25,24 | 1220000 | 15,02 |
| Valeur ajoutée (VA) | 3950500 | 64,01 | 3728500 | 66,28 | 5243500 | 64,54 |
| Charges fixes (CF) | 109048,5 | 1,77 | 109048,5 | 1,94 | 109048,5 | 1,34 |
| Location de terre | 80000 | 1,30 | 80000 | 1,42 | 80000 | 0,98 |
| Amortissements | 29048,5 | 0,47 | 29048,5 | 0,52 | 29048,5 | 0,36 |
| Profit (P) | 3841452 | 62,24 | 3619451,5 | 64,35 | 5134451,5 | 63,19 |
| Ratio VA/Ci | 1,31 | | 1,38 | | 1,42 | |
| Ratio Profit/CT | 1,23 | | 1,29 | | 1,35 | |

En ce qui concerne le cadre conceptuel du modèle de culture d'ananas sous paillis plastique biodégradable, les inputs du modèle reposent sur la caractérisation du modèle qui a consisté à couvrir le sol avec des films polyéthylènes biodégradable en vue de limiter le développement des adventices, protéger le sol contre l'érosion, limiter l'évaporation, et réduire les risques de contamination par des maladies telluriques.

En termes de services écosystémiques rendus par le modèle de paillis plastique biodégradable on a, la gestion des adventices, de l'eau et des maladies. Le respect de la réglementation (norme NF EN 17033) des films plastiques biodégradables utilisés en agriculture. En milieu tropical (Togo) plus particulièrement pour l'ananas, l'épaisseur exigée est de 50 microns au moins, de couleur noire et avec un caractère de biodégradabilité. Enfin les facteurs pédo-climatiques et des itinéraires techniques spécifiques à la culture.

Pour les outputs, on a les variables agronomiques qui reposent sur la productivité, la précocité et la fertilité du sol, les variables économiques avec des coûts diversifiés. Enfin les variables sociales avec un temps de travail conséquent exigé par le modèle, et les variables environnementales qui pourraient avoir des effets positifs sur la qualité de l'eau et de l'air avec la diminution des polluants grâce à la non-utilisation des herbicides et fongicides et à la réduction du lessivage. Ci-dessous le cadre conceptuel du modèle de culture d'ananas sous paillis plastique biodégradable.

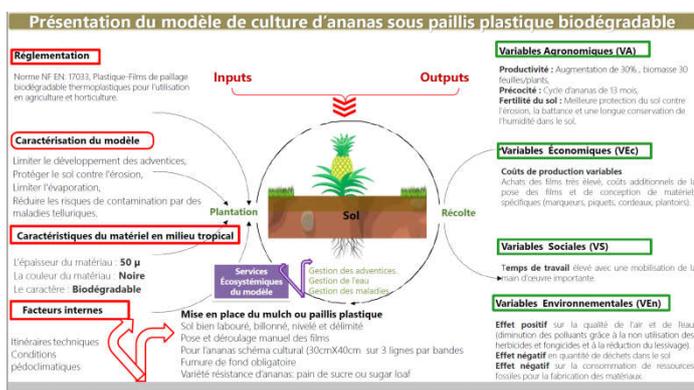


Figure 11 : Cadre conceptuel du modèle de culture d'ananas sous paillis plastique biodégradable

DISCUSSION

Le bon développement des plants d'ananas sous films plastiques biodégradable est lié à l'effet de la conservation de l'humidité dans le sol à la suite de la réduction de l'évaporation avec une moindre perte des éléments minéraux du sol et un meilleur enracinement des plantes. Une analyse partagée par certaines études qui affirment que la couverture du sol a un effet bénéfique très net sur la plupart des cultures et notamment grâce à une humidité supérieure des horizons (Michellon et Seguy, 1996).

Elle augmente très sensiblement l'infiltration de l'eau, mais elle modifie aussi le bilan en saison sèche car elle favorise les précipitations occultes (Veillet, 1993). Les mêmes similarités ont été révélées par certaines études le cas de Dounias (2001) qui affirmait que l'évaporation du sol avec le système de paillis était faible (< 50 mm) quelles que soient les conditions climatiques. Le gain d'humidité par la couverture du sol a été aussi confirmé par Scopelet *et al.*, (2005) qui rapportent que le paillage a un effet positif sur l'évaporation directe de l'ensemble sol-résidus et qu'il réduirait l'évaporation de 10 à 20 % environ. C'est aussi le cas de Dugué *et al.*, (2015), Serméet *et al.*, (2015) qui ont conclu que le paillis augmentait le stockage en eau du sol. La maîtrise systématique des adventices par le paillis en plastique aurait contribué au développement harmonieux des plants d'ananas avec aussi la non observation de certaines maladies que constateraient les producteurs. Les études de Fianu (1998) au Ghana, Tournebize *et al.*, (2010), System (2017) ont montré avec succès que la couverture du sol est efficace pour le désherbage et l'amélioration de la fertilité des sols épuisés par des cultures des plantations, ainsi le paillage plastique permet d'éliminer totalement les apports en herbicide sur la parcelle, il est une alternative technique intéressante.

Les rendements en fruits sont significativement meilleurs sous films polyéthylène biodégradable de l'ordre 80 t. ha⁻¹ contre 60 t. ha⁻¹ pour la culture classique. Le SPA sous modèle de couverture des sols par les films biodégradables a permis une augmentation des rendements en fruits d'ananas qui peut être compris entre 25 et 50 % avec un poids moyen des fruits à 1,1 kg par plant. Et ce résultat est à celui réalisé au Bénin dans les plateaux d'Allada dont l'effet de la culture de l'ananas sous film polyéthylène introduit par le programme de productivité agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) a occasionné une augmentation de l'ordre de 35 à 40 t. ha⁻¹ vers 65 à 70 t. ha⁻¹ (Ppaa, 2020). Elle est également similaire à celle réalisée sur la plasticulture du maïs en Wallonie-Belgique dont le semis de maïs sous paillis plastique a généralement permis d'augmenter les rendements, améliorer la précocité du maïs ensilage, diminuer la teneur en humidité du grain et enfin de relever la teneur en amidon du fourrage (Hautot *et al.*, 2021). Une autre étude sur la fraise biologique au Canada a révélé que le suivi visuel de la culture de fraise bio sous plastique a montré des plants avec un développement adéquat et résistants aux maladies, avec des rendements allant à 15,2 t. ha⁻¹ (Landry *et al.*, 2019). Les effets de la couverture du sol avec la luzerne du Brésil (stylo) n'ont pas été significatif et sont restés identiques au modèle classique. Cela peut être justifié par le fait que le choix du Stylo comme plante de couverture a contribué à concurrencer les plants d'ananas. Nos résultats sur l'effet du paillis plastique sont cohérents avec ceux de Hautot *et al.*, (2021) sur le maïs, qui ont observé une augmentation similaire des rendements.

Une même situation a été remarquée sur la culture du Jatropha où les études de Minengu *et al.*, (2014) ont montré qu'après son installation, le Stylo connaît un développement très important et a tendance, s'il n'est pas contrôlé, à mettre à mal les plantes qui lui sont associées.

Ainsi, trois recépages ha⁻¹ an⁻¹ ont été réalisés pour contrôler le développement du Stylo en vue de limiter la concurrence qu'il exerce vis-à-vis des plantes de *Jatropha*.

Il est donc souhaité que la couverture du sol par le stylo avec l'ananas soit réalisée en couverture morte et non en couverture vivante comme le cas actuel, ce qui va permettre d'installer la culture du stylo au moins 3 à 6 mois avant l'installation de la culture de l'ananas et de les couper pour en faire un paillis mort des interlignes et lignes des plants d'ananas en vue de réduire la concurrence. Cette idée est bien partagée par Minengu et *al.*, (2014) qui affirment que pour réduire la concurrence de la plante de couverture au cours du premier cycle de développement du *Jatropha*, il est indispensable que la légumineuse de couverture soit installée plusieurs mois après la mise en place définitive de la culture principale, ainsi la constitution d'un paillis au pied des plantes de *Jatropha* par rabattage du Stylo ont permis de réduire significativement le taux de chute des fruits. La culture de l'ananas sous paillis plastique biodégradable réduirait aussi le temps de travail et des coûts de sarclages, un élément très important dans les analyses de rentabilité des trois modèles étudiés. L'analyse comparative de la rentabilité économique des trois traitements étudiés a montré que pour 1 F investi correspond à une création de richesse de 1,27 pour le modèle de SPA classique, 1,34 et 1,39 respectivement pour les modèles de SPA sous couverture morte et vivante. Au point de vue économique, la technique du SPA sous paillis plastique biodégradable présente de meilleurs ratios de profitabilité. Les paillis en plastique réduisent la consommation d'eau (coûts d'irrigation), d'énergie et d'intrants chimiques, pesticides, insecticides ou engrais chimiques de synthèses. Ils permettent donc une réelle baisse des coûts de production, et donc la plasticulture biodégradable se veut une alternative de l'agriculture écologique intensive (AEI) par son impact environnemental et d'économie circulaire (CPA, 2018).

Il est difficile de faire une analyse plus poussée statistiquement sur l'effet des traitements sur la dynamique des macroéléments du sol, néanmoins nous pouvons en déduire que la dynamique est variable en fonction des paramètres du sol étudié. Le constat de non-augmentation et de diminution considérable du taux de phosphore dans le sol entre avant la mise en terre et après la récolte pour les trois traitements peut se justifier par le fait qu'il n'y a pas eu, soit une réelle mobilisation et solubilisation des phosphates du sol, ou encore la plante aurait prélevé autant de phosphates solubilisés et donc biodisponibles pour ces besoins pendant le cycle de production. La diminution du taux de potassium observé après la récolte peut être à l'origine de la mobilisation par la plante pendant sa phase de croissance pour favoriser un meilleur fonctionnement des stomates et bonne gestion de l'eau au niveau des cellules. Cette analyse est partagée par Balbone (2013) qui affirme que la baisse entre les taux de potassium du sol entre les résultats d'analyse initiaux et finaux est liée à la nutrition des plantes. Cette assertion est renforcée par Morel (1989) en confirmant que l'ouverture des stomates est conditionnée par une concentration élevée en K⁺ dans les cellules ; intervient dans l'accumulation des acides organiques (Hellali, 2002) ; la translocation des sucres à travers le phloème (Moughli, 2000). La légère augmentation du taux d'azote (N) dans le sol après la récolte pourrait se justifier par l'effet des débris végétaux enfouis pendant les labours ou sarclages, aussi par la fixation d'azote atmosphérique par les légumineuses de couverture de sols comme la luzerne du Brésil. La baisse du taux de carbone au niveau du modèle classique du SPA est liée au fait que le sol était nu, aucune couverture du sol et donc très exposé au lessivage, alors que les deux modèles de couverture de sols par paillis plastique et vivant ont maintenu et conservé la dégradation de la matière organique du sol.

CONCLUSION

La présente étude a permis de déterminer parmi les trois modèles étudiés, le modèle le plus performant pour les SPA au Togo, il s'agit du modèle de paillis en plastique biodégradable dont on a constaté une meilleure croissance et développement des plants d'ananas qui a induit un bon rendement.

Le paillis plastique biodégradable améliore significativement les performances agronomiques et économiques de l'ananas Pain de sucre au Sud-Togo, avec une augmentation du rendement de plus de 30% et une meilleure rentabilité par rapport à la pratique courantesans couverture. Nous recommandons aux producteurs d'adopter cette technique, tout en surveillant son impact environnemental à long terme. Des recherches futures devraient se concentrer sur l'optimisation de la gestion de la couverture vivante pour réduire la compétition avec la culture principale. En effet, les analyses économiques ont aussi montré une certaine profitabilité de ce modèle. Cependant il y a pas mal de questions à se poser sur son adoption réelle en milieu paysan, s'assurer de l'impact environnemental de la technique, notamment en ce qui concerne sa biodégradabilité. Dans le cas actuel la biodégradabilité est reconnue et donc pas besoin d'enlever les plastiques sur le sol après la culture. Les plastiques biodégradables doivent être suivis après la production afin d'évaluer la diffusion de la composition des éléments de ces plastiques dans le sol. Cette étude a été menée sur une seule saison de culture. Des essais pluriannuels avec d'autres variétés d'ananas seraient nécessaires pour évaluer les effets à long terme sur la fertilité du sol.

RÉFÉRENCES

- BAD (2021). Togo : document de Stratégies Pays 2021-2026.
- Balbone I (2013). Effets des cultures sur la couverture et les paramètres du sol pour la durabilité des systèmes de culture : cas des sols ferrugineux tropicaux de la station de recherche de farako-bâ. Document de mémoire de master en science du sol spécialité : gestion intégrée de la fertilité des sols Université polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Institut du Développement Rural (IDR).
- CPA (2018). Rapport annuel de 2018 du Comité Français des Plastiques en Agriculture, laplasticulture au service d'une agroécologie responsable. <https://www.plastiques-agricoles.com/wp-content/uploads/2019/08/Rapport-CPA-2019.pdf>
- Dounias I (2001). Etudes et Travaux n°19, les systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. Synthèse bibliographique, Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes, p.164
- Dugué P, Djamen NP, Faure G, Le Gal PY (2015). Dynamiques d'adoption de l'agriculture conservation dans les exploitations familiales : de la technique aux processus d'innovation. CahAgric. 24: 60-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.1684/agr.2015.0748>.
- Fianu FK (1998). The use of cover plants with plantation tree crops in Ghana. In: D Buckles, A Etèka, O Osiname, M Galiba et N Galiano (eds). Coyer Crops in West Africa: Contributing to Sustainable Agriculture. CRDI-IITA-SG2000 ISBN 0-88936-852X. 318 p.
- GIZ (2017). Etude de l'Analyse de la filière ananas dans la Région Maritime et des Plateaux au Togo.

- Govidin J-C (2014). "les plantes de service : une alternative au travail du sol dans les systèmes de culture d'ananas." thèse de doctorat en sciences agronomiques, Université des Antilles et de la Guyane CIRAD /Ecole doctorale pluridisciplinaire UR26 Bananiers Plantains Ananas.
- Hautot M, Houdmont P, Defourny P, Cremer S, Delautre A, Jean-francois Oost J-F, Foucart G (2021). La plasticulture en maïs, CPL-VEGEMAR/Centre Pilote Maïs), UC Louvain, centre de michamps.
- Hellali R (2002). Rôle du potassium dans la physiologie de la plante. Institut National Agronomique de Tunisie, pp.1-12.
- Landry C, J Mainguy, M Marchand-Roy, J Leblanc et S Tellier (2019). Fraises bio avec plasticulture : études de différentes stratégies de fertilisation azotée sur les rendements et la rentabilité de la culture. Rapport final. IRDA et MAPAQ. 25 p.
- Michellon R, Seguy L (1996). Les différents systèmes de gestion des cultures. Amélioration de la fertilité des andosols de la Réunion et de la productivité des cultures de géranium rosat avec couverture permanente. La Chaloupe Saint-Leu, Réunion, CIRADCA, pp. 1-15, réf. 3 tab.
- Minengu J-D, Mobambo P, Guy Mergeai G (2014). Effets de la couverture du sol avec *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Swartz, de la taille et de la fumure minérale sur la production de *Jatropha curcas* L. dans la région de Kinshasa. OCL 2013, 21(2) A201.
- Moughli L (2000). Fertilité des sols et contrôle de la pollution. Institut agronomique et vétérinaire, Hassan II, Rabat, Maroc. Département des sciences du sol. www.iav.ac.ma.
- PPAO (2020). Bénin, la culture sous film polyéthylène double le rendement des ananas.
- Scopel E, Douzet JM, Silva FAM, Cardoso A, Moreira JAA, Findeling A, Bemoux M (2005). Impact des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale (SCV) sur la dynamique de l'eau, de l'azote minéral et du carbone du sol dans les cerrados brésiliens. Cah Agric., 14 (1): 71-75.
- Sether D M, Karasev AV, Okumura C, Arakawa C, Zee F, Kislán MM, Busto, J L, et Hu JS (2001). Differentiation, distribution, and elimination of two different Pineapple mealybug wilt-associated viruses Found in Pineapple. Plant Disease, 85, 856-864.
- Tranchefort J (1977). Les essais de céréales : remarques sur leur réalisation pratique. Perspectives agricoles. Décembre 1977. 4 p.
- Tournebize R, J Sierra, F Bussière, J P Cinna, D Cornet, J L Kelemen et J Osseux (2010). Maîtrise de l'enherbement en culture d'ignames : intérêt de différents types de paillages.
- Veillet S (1993). Etude de l'évolution de l'état hydrique d'un andosol selon différents systèmes de culture (La Réunion). Mémoire DAA, ENSAM/CIRAD, 55 pages.
