



ESJ Humanities

Etude de l'Efficacité d'Une Cire à Base d'Huiles Végétales Sur la Conservation Post-Récolte de l'Ananas en Côte d'Ivoire

***Kouamé Konan Didier
Kassi Koffi Fernand Jean-Martial***

Kanga N'guessan Martial

N'Guessan Henry Patrick

Unité de Pédagogie et de Recherche de Physiologie et Pathologie Végétale
du Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des
Ressources Biologiques de l'UFR Biosciences de l'Université Félix
Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

Yao Kouadio Jacques Edouard

Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, Faculté d'agroforesterie,
Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire

Kouamé Koffi Gaston

Département de biologie végétale, Université Péléforo Gon COULIBALY
(UPCG), Korogho, Côte d'Ivoire

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n5p54](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n5p54)

Submitted: 30 November 2022

Accepted: 17 February 2023

Published: 28 February 2023

Copyright 2023 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Didier K.K., Jean-Martial K.K.F., Marial K.N., Patrik N.H., Edouard Y.K.J. & Gaston K.K. (2023). *Etude de l'Efficacité d'Une Cire à Base d'Huiles Végétales Sur la Conservation Post-Récolte de l'Ananas en Côte d'Ivoire*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (5), 54.

<https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n5p54>

Résumé

Les fruits et les légumes tropicaux présentent la particularité d'être sensibles au froid. Ainsi, les basses températures ne peuvent pas être utilisées pour allonger leur durée de vie verte. Pour juguler ces effets, l'utilisation de produit d'enrobage est une pratique courante tout en respectant les exigences environnementales et humaines. C'est dans ce contexte d'amélioration de la qualité des fruits à l'export et d'assurer la sécurité des consommateurs, que cette expérimentation a été initiée. L'objectif de l'étude était d'évaluer l'efficacité de plusieurs doses, d'une cire à base d'huiles végétales : Colza + olive 100 g/l (AgroSfruits TM 100 EO) en comparaison à

un produit de référence DECCO LUSTR 444 (Acide oléique < 5 % + Propylène Glycol < 50 % + Sorbitan monostéarate éthoxylé 10-40 %) pour une meilleure conservation post-récolte des ananas lors de l'exportation. Cinq (5) traitements (T0, T1, T2, T3, T4) ont été évalués au cours de cette expérience. Chaque traitement a reçu 35 ml de Scholar et une quantité de 100 à 200 g d'acide citrique avec un pH ajusté à 5. Aux traitements T1, T2 et T3, il a été ajouté respectivement 67,17 ; 64,37 et 61,57 l d'eau et une quantité respective de 2,8 ; 5,6 et 8,4 l de AgroSfruits TM. Au T4, il a été ajouté 64,37 l d'eau et 5,6 l DECCO LUSTR 444. Les pourcentages de dilution des traitements T1, T2, T3 et T4 sont 4 %, 8 %, 12 % et 8 % respectivement. Les résultats obtenus montrent que la perte de masse chez les fruits traités au T2 a été moindre, soit 347 g. Les fruits de coloration M2, après 14 jours de stockage au froid pour le T1, ont présenté la meilleure fermeté, soit 5,5 g/cm². Les traitements T0, T1, T2, et T3 ont eu des niveaux d'acidité titrable élevé et statistiquement identique avec respectivement 17,52 ; 18 ; 17,61 et 16,83 meq/100 ml de jus d'ananas.

Mots-clés: Ananas, conservation, post-récolte, cire, Côte d'Ivoire

Study of the effectiveness of the use of a vegetable oil-based wax on the post-harvest preservation of pineapple (*Ananas comosus*) in Côte d'Ivoire

Kouamé Konan Didier

Kassi Koffi Fernand Jean-Martial

Kanga N'guessan Martial

N'Guessan Henry Patrick

Unité de Pédagogie et de Recherche de Physiologie et Pathologie Végétale
du Laboratoire de Biotechnologie, Agriculture et Valorisation des
Ressources Biologiques de l'UFR Biosciences de l'Université Félix
Houphouët-Bogny, Côte d'Ivoire

Yao Kouadio Jacques Edouard

Laboratoire d'Amélioration de la Production Agricole, Faculté d'agroforesterie,
Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa, Côte d'Ivoire

Kouamé Koffi Gaston

Département de biologie végétale, Université Péléforo Gon COULIBALY
(UPCG), Korogho, Côte d'Ivoire

Abstract

Tropical fruits and vegetables have the particularity of being sensitive to cold. Thus, low temperatures cannot be used to extend their green life. To curb these effects, the use of coating product is a common practice while respecting the environmental and human requirements. It is in this context of improving the quality of fruit for export and ensuring consumer safety that this experiment was initiated. The objective of the study was to evaluate the effectiveness of several doses of a wax based on vegetable oils: Rapeseed + olive 100 g / l (AgroSfruits TM 100 EO) compared to a reference product DECCO LUSTR 444 (Oleic acid < 5% + Propylene Glycol < 50% + Ethoxylated Sorbitan monostearate 10-40%) for a better post-harvest preservation of pineapples during export. Five (5) treatments (T0, T1, T2, T3, T4) were evaluated in this experiment. Each treatment received 35 ml of Scholar and 100 to 200 g of citric acid with pH adjusted to 5. In treatments T1, T2 and T3, 67.17; 64.37 and 61.57 l of water and 2.8; 5.6 and 8.4 l of AgroSfruits TM were added, respectively. In T4, 64.37 l of water and 5.6 l of DECCO LUSTR 444 were added. The dilution percentages of treatments T1, T2, T3 and T4 are 4%, 8%, 12% and 8% respectively. The results obtained show that the loss of mass in the fruits treated in T2 was less, 347 g. Fruits with M2 coloration, after 14 days of cold storage for T1, showed the best firmness, 5.5 g/cm². Treatments T0, T1, T2, and T3 had high and statistically

identical titratable acidity levels with 17.52; 18; 17.61 and 16.83 meq/100 ml of pineapple juice, respectively.

Keywords: Pineapple, conservation, post-harvest, wax, Ivory Coast

Introduction

L'ananas est un fruit non-climactérique car sa maturation est indépendante de l'éthylène, et n'est pas associée à une augmentation de la respiration cellulaire de ses tissus. L'éthylène est une hormone intervenant dans de nombreux processus biologiques comme la maturation des fruits climactériques ou encore dans la sénescence des feuilles (Laville, 1994 ; Cara et Giovannoni. 2008). Souvent, la production d'éthylène par les tissus ou organes des plantes est utilisée comme indicateur de contrainte. Bien que variant selon différents paramètres comme le type de tissu et l'espèce considérée, le froid ou une condition de retour à températures ambiantes tend à augmenter la production d'éthylène (Corbineau *et al.*, 1990).

Les fruits non-climactériques acheminés par bateau sont récoltés plus tôt pour mieux résister aux conditions de transport. De ce fait, ils présentent des qualités organoleptiques médiocres et sont moins sucrés (Thaï, 2000 ; Raimbault, 2011). Pour ralentir la sénescence et l'attaque de pathogènes, différents traitements chimiques ou thermiques sont effectués. Un traitement très utilisé pour ralentir la sénescence inévitable des fruits est la réfrigération, c'est-à-dire le traitement des fruits au froid (Teisson. 1972 ; Teisson et Combres. 1979 ; Paull et Rorhbach. 1985 ; Laville. 1994).

L'exportation des ananas frais par bateau nécessite de disposer de fruits mûrs pouvant subir le transport et la mise en vente sur les étals. Les fruits d'ananas sont très périssables et nécessitent des conditions optimales non seulement lors de la récolte, mais également lors des manipulations, ainsi qu'un traitement au froid indispensable pour ralentir la sénescence des fruits et leur dégradation due à l'âge et aux pathogènes. Aussi, la coloration extérieure des fruits permet-elle d'évaluer le stade de maturité. Le changement de couleur de la peau, de vert à jaune autour des yeux du fruit pour la variété MD2 et de vert à jaune-orangé pour la variété Cayenne lisse est le premier critère de sélection au champ. Ainsi, les conditions de l'exportation des fruits demandent de sélectionner les ananas présentant 20 % de cette coloration, de la base vers le haut du fruit. Car si la coloration des fruits est de l'ordre de 40 %, ils sont surmûrs et présentent de faibles qualités organoleptiques comme un ratio sucre/acidité faible et entrent rapidement en sénescence (Wijesinghe et Sarananda, 2002). Ajouté à cela, l'entreposage au froid peut induire des dégâts et entraîner un brunissement de la pulpe des ananas ainsi que l'accélération de la perte des électrolytes et donc une translucidité de la chair du fruit (Laville. 1994).

De nombreuses techniques ont été développées au cours des années afin d'allonger la durée de vie des fruits et légumes depuis leur lieu de production jusqu'au consommateur. Les fruits et légumes tropicaux présentent la particularité d'être sensibles au froid (Raimbault, 2011). Ainsi, les basses températures ne peuvent pas être utilisées pour allonger leur durée de vie, comme cela se fait pour la pomme. Pour juguler ces effets, l'utilisation de produit d'enrobage est une pratique courante tout en respectant les exigences environnementales et humaines. C'est dans ce contexte d'amélioration de la qualité des fruits à l'export et d'assurer la sécurité des consommateurs, que cette expérimentation a été initiée.

L'objectif de l'étude était d'évaluer l'efficacité de plusieurs doses de **AgroSfruits TM 100 EO** (cire à bases d'huiles végétales) en comparaison à un produit de référence **DECCO LUSTR 444** pour une meilleure conservation post-récolte des ananas lors de l'exportation.

Site d'expérimentation

Les essais se sont déroulés sur le périmètre agricole de la SCB en Côte d'Ivoire (dans la station de conditionnement d'Alépé (ONO) pour l'application des produits) et dans la chambre froide du cabinet de Recherche AGRED-CI à 8 °C pour les observations des échantillons (fruits d'ananas).

Matériel et méthodes

Matériel

Matériel végétal et dispositif expérimental

Le matériel végétal est constitué de fruits d'*Ananas comosus* (Broméliacées) de la variété MD2 à différents niveaux de coloration (M1, M2 et M3) et de même calibre A8. Les fruits de coloration M1 sont des fruits de coloration jaune orangé sur ¼ de la surface. Ceux de M2, la coloration jaune orangé est présente sur la moitié de la surface (Bractée majoritairement verte/marge supérieure toujours verte). Les fruits de type M3 ont une coloration jaune orangé sur plus de la moitié de la surface (Œil totalement jaune/marge de bractée bien marquée)

Le dispositif expérimental était composé de cinq (5) traitements avec 3 niveaux de coloration (M1, M2 et M3), et chaque traitement a été répété 4 fois (4 cartons contenant 8 fruits de même calibre).

Matériel technique

Le matériel technique est constitué de **AgroSfruits TM 100 EO** (Huiles végétales : Colza + olive 100 g/l) et de **DECCO LUSTR 444** (L'Acide oléique < 5 % + Propylène Glycol < 50 % + Sorbitan monostéarate éthoxylé 10-40 %).

Methodes

Préparation des bouillies et applications

La préparation des bouillies a concerné les cinq (5) traitements (T₀, T₁, T₂, T₃, T₄). Chaque bouillie a reçu 35 ml de Scholar et une quantité de 100 à 200 g d'acide citrique avec un pH ajusté à 5. Le volume total de la bouillie de chaque traitement a été de 70 litres. En plus de cela, chaque traitement a reçu une quantité spécifique d'eau, de DECCO LUSTR 444 et de AgroSfruits TM. Au traitement T₀, il a été ajouté à la bouillie 69,96 litres d'eau, et sert de témoin. Aux bouillies des traitements T₁, T₂ et T₃, il a été ajouté respectivement 67,17 ; 64,37 et 61,57 litres d'eau et une quantité respective de 2,8 ; 5,6 et 8,4 litres de AgroSfruits TM. Et à la bouillie du traitement T₄, il a été ajouté 64,37 litres d'eau et 5,6 litres de DECCO LUSTR 444. Les pourcentages de dilution des traitements T₁, T₂, T₃, T₄ sont 4, 8, 12 et 8 % respectivement pour.

Le mélange a été homogénéisé à l'aide d'un mixeur. Les fruits ont été trempés pendant 3 à 5 secondes, puis disposés sur une bâche en plastique afin d'en assurer le séchage. Les fruits traités ont été ensuite placés dans des cartons codifiés et stockés dans une chambre froide à 8 °C pendant 14 jours pour mimer les conditions de transport maritime. Au sortir de la chambre froide, les fruits ont été exposés dans une chambre de stockage à la température de 22 °C pendant 7 jours.

Paramètres évalués

L'essai a été conduit sur une durée de 21 jours. Les observations ont été réalisées à jour zéro (J₀), au quinzième jour (J₁₅), au dix-huitième jour (J₁₈) et au vingtième jour (J₂₁). Pendant l'entreposage, le suivi et le contrôle des paramètres de qualité (masse, fermeté, évolution de la coloration, brunissement interne et translucidité) ainsi que l'extrait sec soluble (°Brix), l'acidité titrable, le ratio sucre/acidité ou l'indice de saveur et le pH ont été évalués.

Extrait sec soluble

L'extrait sec soluble de chaque jus a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre numérique PR1- ATAGO. Pour ce faire, quelques gouttes des jus des fruits ont été versées sur la surface du prisme. La valeur a été lue directement sur l'écran. La teneur en extrait sec est exprimée en degré Brix. Elle indique la teneur du jus de fruits en sucres solubles en grammes de saccharose pour 100 ml d'extrait. La teneur en extrait sec soluble correspond également à l'indice réfractométrique (IR) selon la méthode de Alavoine *et al.*, 1986.

pH et acidité titrable

Le pH et l'acidité titrable ont été déterminés selon la méthode décrite par l'AOAC (2000). Une quantité de 10 g d'échantillon (m_e) a été délayée dans 100 ml d'eau distillée, puis le mélange a été filtré sur du papier-filtre (Whatman). Une lecture directe du pH a été effectuée dans le filtrat recueilli à l'aide d'un pH-mètre de marque Benchtop/mV metter (210).

Pour la détermination de l'acidité titrable, 10 ml du filtrat ont été titrés avec une solution de NaOH (0,1N) en présence de 3 gouttes de phénolphtaléine jusqu'au virage rose. L'acidité titrable a été déterminée selon la relation suivante :

$$T (meq/100g) = \frac{N \times V_{eq} \times 10000}{m_e \times V_0}$$

V_0 : volume (mL) de la prise d'essai

V_{eq} : volume (mL) de NaOH (0,1 N) versé à l'équivalence

m_e : masse (g) de l'échantillon

N : normalité de la solution de NaOH (0,1N)

AT : Acidité Titrable

Indice de saveur

L'indice de saveur (IS) correspond au rapport de l'extrait sec soluble (IR) sur l'acidité titrable (AT). Il a été calculé à partir de la formule suivante :

$$IS = \frac{IR}{AT}$$

IR : indice réfractométrique (dégré brix),
AT : acidité titrable

Masse des fruits

La masse des fruits a été évaluée par pesée sur une balance numérique. La masse affichée a été notée en grammes. Le quotient de la masse d'un fruit sur la masse totale des fruits par traitement a permis d'obtenir la moyenne de la masse des fruits.

$$Masse\ moyenne\ des\ fruits = \frac{Somme\ de\ masse\ individuelle}{Masse\ totale\ des\ fruits\ par\ traitement}$$

Fermeté des fruits

Un pénétromètre du type « Arbalète » dont l'embout mesure 1 cm de long et 0,5 cm de diamètre a été appliqué sur la peau ou le péricarpe du fruit. La résistance à la force de pénétration de l'embout dans la pulpe qui représente la dureté pénétrométrique ou la fermeté du fruit est notée et exprimée en kilogramme par centimètre carré (kg/cm^2).

Évolution de la coloration

Une échelle relative à la coloration externe de la peau, et couramment appliquée dans la Filière Ananas a été adoptée (figure 1) :

- **M₁** : fruit entièrement vert ;
- **M₂** : fruit avec une coloration jaune-orangé sur environ $\frac{1}{4}$ de la surface ;
- **M₃** : fruit avec coloration jaune-orangé sur la moitié de la surface ;
- **M₄** : fruit à coloration jaune-orangé sur plus de la moitié de la surface.

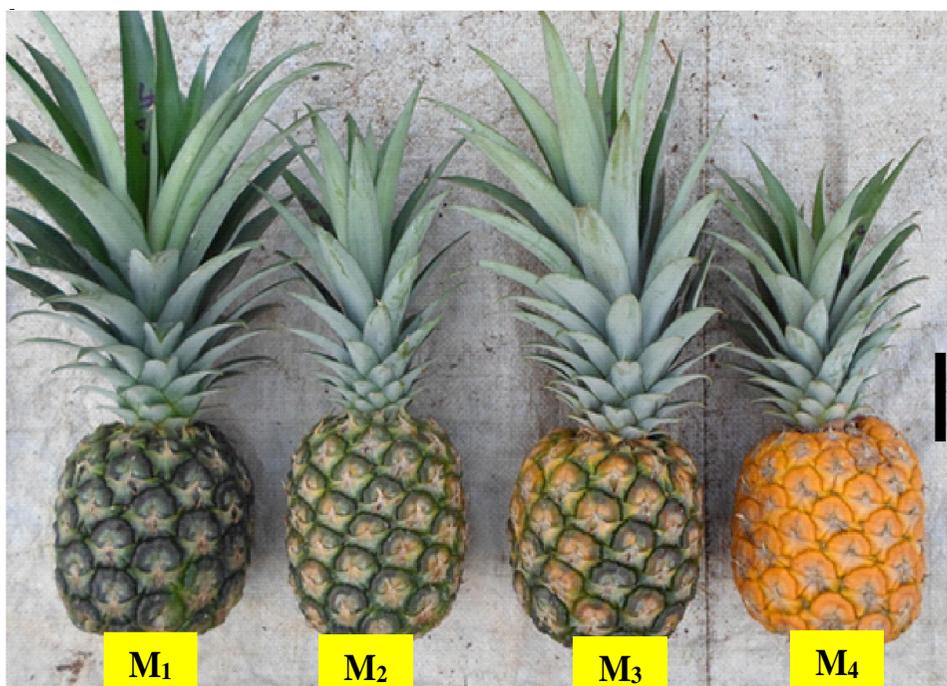


Figure 1. Fruits d'ananas de la variété MD2 à différents stades de colorations

Brunissement interne et translucidité

L'échelle de Raimbault, 2011 a été utilisée pour la notation des symptômes de brunissement et translucidité de l'ananas.

L₀ (a) = absence de brunissement et de translucidité du fruit après stockage au froid (8 °C)

L₁ (b) = après quelques jours à température ambiante, Brunissement très faible et translucidité très faible,

L₂ (c) = Brunissement faible et translucidité faible,
L₃ (d) = Brunissement intense et translucidité intense (figure 2).

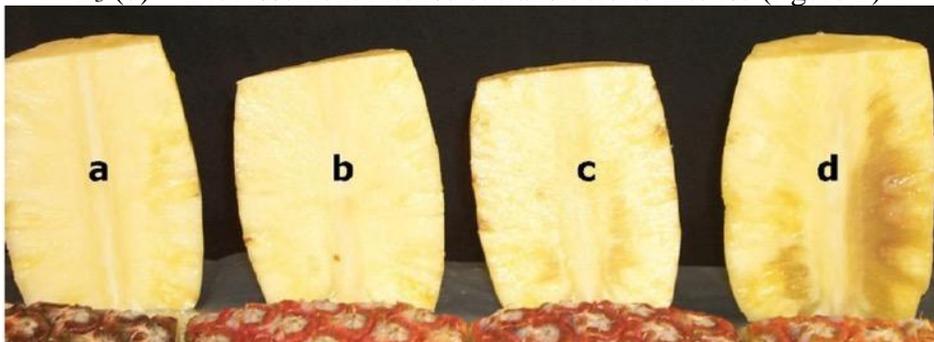


Figure 2. Echelle de notation des symptômes de brunissement et de translucidité de l'ananas

Analyse des données

Les données collectées ont été traitées à l'aide du logiciel Statistica version 7.1. Une ANOVA a permis de mettre en évidence l'effet des traitements étudiés. En cas d'effet significatif du traitement, le test de comparaison des moyennes de Newman-Keuls a été utilisé pour distinguer les différents groupes homogènes de traitements comparés. Une analyse en composante principale (ACP) a été réalisée ensuite pour distinguer les groupes de traitements selon l'ensemble paramètres.

Resultats et discussion

Resultats

Effet des traitements sur la perte de masse des fruits

La figure 3 présente les résultats relatifs à la perte de masse des fruits en fonction des traitements, après 21 jours (14 jours à 8 °C et 7 jours à 22 °C). L'effet des traitements a été significatif sur la perte de masse des fruits ($P < 0,05$). le traitement T₄ (DECCO LUSTR 444 8 %) a causé de perte de masse que les autres traitements, avec environ 390 g en moyenne par fruit au bout des 21 jours. Les fruits ayant perdu moins de masse ont été enregistrés chez le traitement T₂ (AgroSfruits TM 8 %).

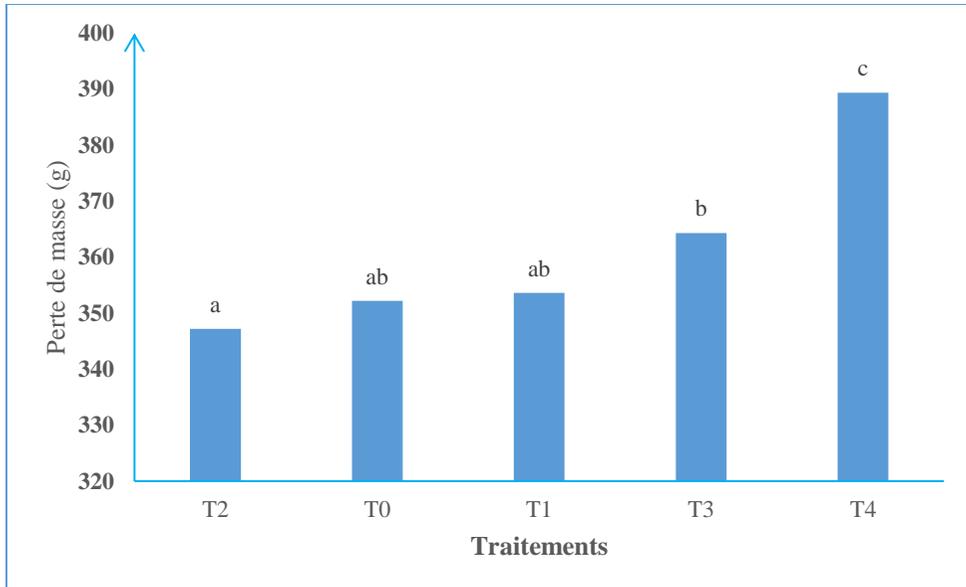


Figure 3. Perte de masse moyenne du fruit au bout de 21 jours en fonction du traitement

Effet des traitements sur l'évolution de la coloration des fruits

Trois niveaux de coloration avaient été choisis lors de cette expérimentation (M_1 , M_2 , M_3). Les traitements effectués ont eu un effet significatif sur l'évolution de la coloration des fruits. Les fruits non traités ont eu le taux de coloration le plus élevé au bout de 14 jours d'entreposage (D_1) au froid (8°C), avec 62,5 % des fruits qui ont viré au M_4 ; contre 25 %, 15,6 % et 15,6 % de M_4 pour les fruits traités au T_1 , T_2 et T_3 respectivement. Seulement 6,3 % des fruits traités au T_4 ont viré à la coloration M_4 (figure 4). Trois jours après la sortie de la chambre froide (D_2), les fruits témoin sont composés de 78,6 ; 60,7 et 160,7 % de fruits de coloration respectivement de M_2 , M_3 et M_4 . Cette composition est semblable à celle des fruits T_4 avec 7,1 % de fruits M_1 , 39,3 % de fruits M_2 , 93 % de fruits M_3 et 160,7 % de fruits M_4 . Quant aux traitements T_1 , T_2 et T_3 , ils étaient composés de 35,7 %, 39,3 % et 17,9 % de fruits M_3 , de 260,7 %, 260,7% et 275 % de fruits M_4 et de 3,6 % de fruits M_1 pour T_3 .

Six jours après la sortie des fruits de la chambre froide (D_3), le traitement T_0 comptait seulement 16,7 % de fruits de la coloration M_3 , alors que T_1 n'avait plus que des fruits de coloration M_4 . Quant aux traitements T_2 , T_3 et T_4 , ils comptaient respectivement 20,8 %, 25 % et 79,2 % de fruits M_3 , tout le reste des fruits ayant viré à la coloration M_4 (Figure 4).

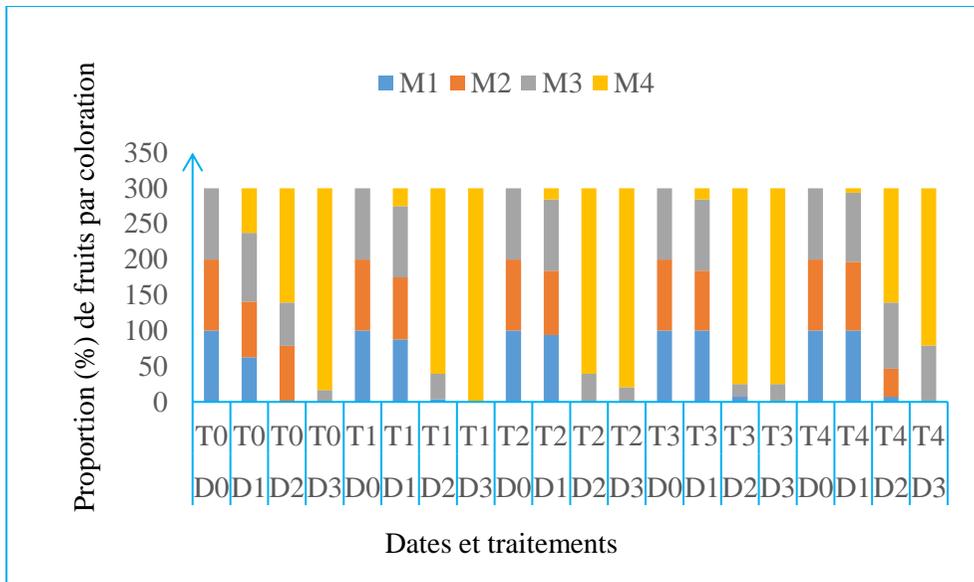


Figure 4. Evolution de la coloration des fruits dans le temps en fonction des traitements

Effet des traitements sur l'évolution de la fermeté des fruits

L'analyse statistique des données montre que la durée d'entreposage (date d'évaluation) et les traitements ont un effet sur la fermeté des fruits d'ananas entreposés à 8°C pendant 14 jours et à la température ambiante pendant 7 jours ($p < 0,05$).

La comparaison des moyennes de fermeté pour les différents traitements montre de façon globale que le traitement témoin a présenté des fruits plus fermes que les autres traitements. Cependant, les fruits de coloration M₂, après 14 jours de stockage au froid pour le T₁, ont présenté les meilleurs fermetés (figure 5)

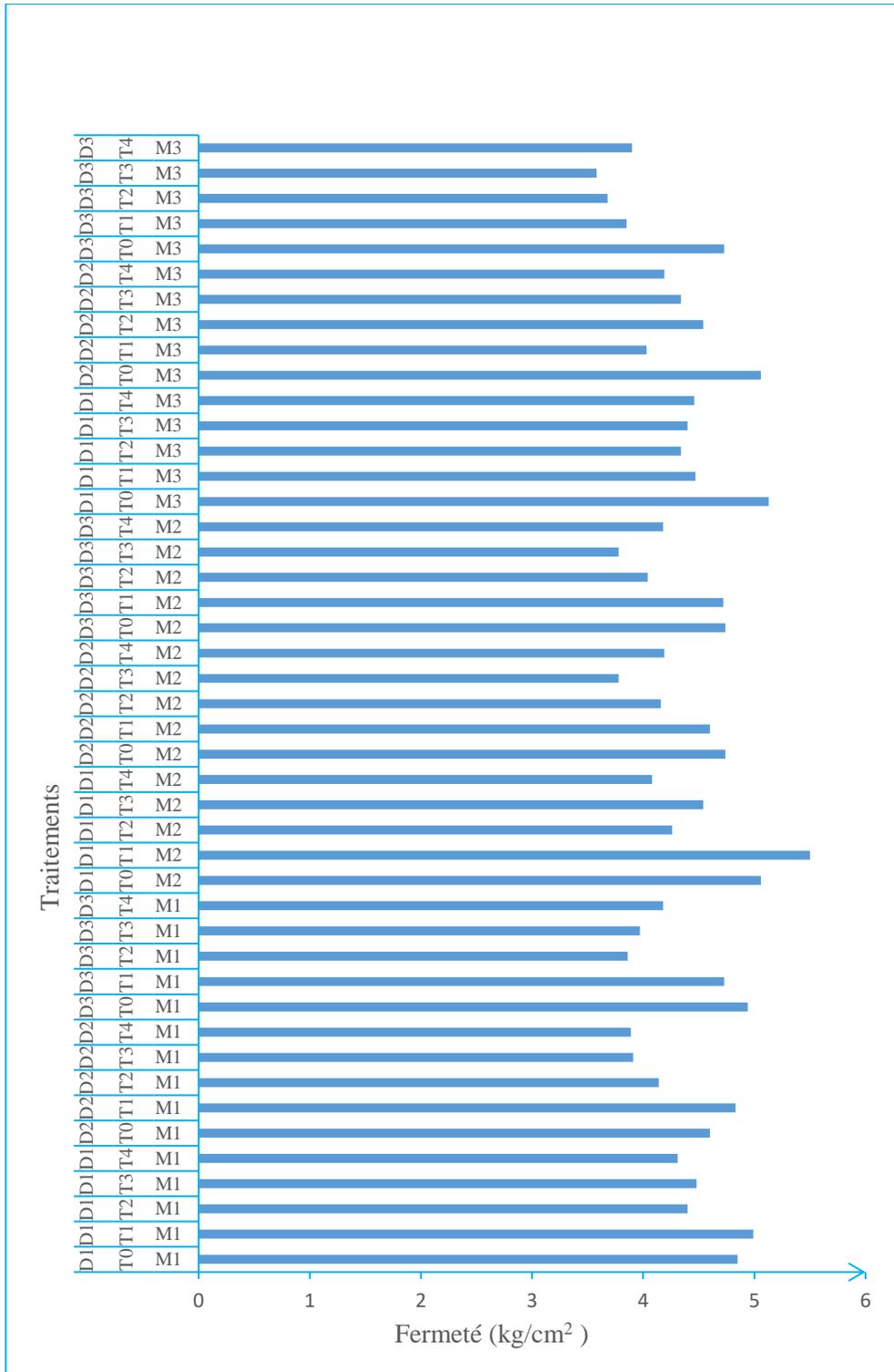


Figure 5. Fermetés des fruits d'ananas en fonction des colorations et du temps

Effet des traitements sur le brunissement interne et la translucidité des fruits

Après 14 jours en chambre froide, les fruits ne présentaient aucun symptôme de brunissement interne ni de translucidité. Cependant, après 6 jours à la température ambiante, le traitement témoin T₀ a présenté de faibles symptômes de brunissement et de translucidité localisés autour du cœur du fruit de l'ananas. Dans tous les cas de traitement, le niveau de brunissement et de translucidité global est resté très faible (tableaux I).

Tableau I. Notation du brunissement et translucidité selon les traitements et la date d'évaluation

Traitements	Brunissement/Translucidité			
	Coloration			
	M ₁	M ₂	M ₃	Moyen
T ₀	L ₁	L ₁	L ₁	L ₁
D ₁	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₂	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₃	L ₂	L ₂	L ₂	L ₂
T ₁	L ₁	L ₀	L ₀	L ₀
D ₁	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₂	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₃	L ₂	L ₁	L ₀	L ₁
T ₂	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₁	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₂	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₃	L ₁	L ₀	L ₀	L ₀
T ₃	L ₀	L ₁	L ₁	L ₁
D ₁	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₂	L ₁	L ₂	L ₁	L ₁
D ₃	L ₀	L ₀	L ₁	L ₀
T ₄	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₁	L ₀	L ₀	L ₀	L ₀
D ₂	L ₀	L ₁	L ₀	L ₀
D ₃	L ₀	L ₁	L ₀	L ₀

L₀ (a)=fruit après stockage au froid (8°C) absence de brunissement et de translucidité, L₁ (b)=après quelques jours à température ambiante, Brunissement très faible et translucidité très faible, L₂ (c)=Brunissement faible et translucidité faible, L₃(d)= Brunissement intense et translucidité intense. D₁ (15j après entreposage à 8°C), D₂ (3j à température ambiante), D₃ (6j à température ambiante).

Effet des traitements sur le Brix des fruits

Les dosages ont permis de mettre en évidence un effet significatif du traitement sur le degré Brix. Les fruits traités T₀ ont eu un taux de sucre comparable à ceux des traitements T₁, T₂ et T₃ avec des valeurs respectives de 14,55 ; 14,02 ; 13,98 et 14,20 °Brix. Ces valeurs restent inférieures à celle du traitement T₄ qui était de 14,77 °Brix (Tableau II). Aussi, le ratio °Brix/Acidité est-il de l'ordre de 0,8 pour les traitements T₀, T₁, T₂ et T₃ ; alors qu'il est de 1,12 pour le T₄.

Effet des traitements sur l'acidité titrable du jus des fruits d'ananas

Les valeurs les plus faibles d'acidité titrable ont été obtenues chez le traitement T₄ avec 13,22 meq/100 mL de jus. Les autres traitements ont eu des niveaux d'acidité titrable comparables à celui du témoin T₀, avec des valeurs respectives de 17,52 ; 18 ; 17,61 et 16,83 meq/100 mL de jus d'ananas (Tableau II).

Effet des traitements sur le pH du jus des fruits

Le pH du jus des fruits d'ananas des différents traitements varient très peu. Les valeurs oscillent entre 6,13 et 6,68. Les pH du jus des fruits traités T₄, T₃ et T₂ ont été statistiquement identique et plus élevés que ceux du jus des fruits témoin T₀ et des fruits traités T₁ (tableau II).

Tableau II. Comparaison des moyennes des paramètres évalués selon les traitements

Traitement	Perte Masse/Fruit	Fermeté (Kg)	Brunissement / Translucidité	°Brix	Acidité Titrable (meq/100 mL)	Brix/Acidité	pH
T ₀	352,18 ab	4,87 c	L ₁	14,55 ab	17,52 b	0,83	6,13 a
T ₁	353,59 ab	4,63 b	L ₀	14,02 a	18,00 b	0,79	6,27 a
T ₂	347,20 a	4,15 a	L ₀	13,98 a	17,61 b	0,79	6,51 b
T ₃	364,29 b	4,08 a	L ₁	14,20 ab	16,83 b	0,84	6,58 b
T ₄	389,38 c	4,16 a	L ₀	14,77 b	13,22 a	1,12	6,68 b

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%, selon le test de Newman-Keuls. L₀ (a)=fruit après stockage au froid (8°C) absence de brunissement et de translucidité, L₁ (b)=après quelques jours à température ambiante, Brunissement très faible et translucidité très faible, L₂=Brunissement faible et translucidité faible, L₃= Brunissement intense et translucidité intense.

Analyses récapitulatives des résultats

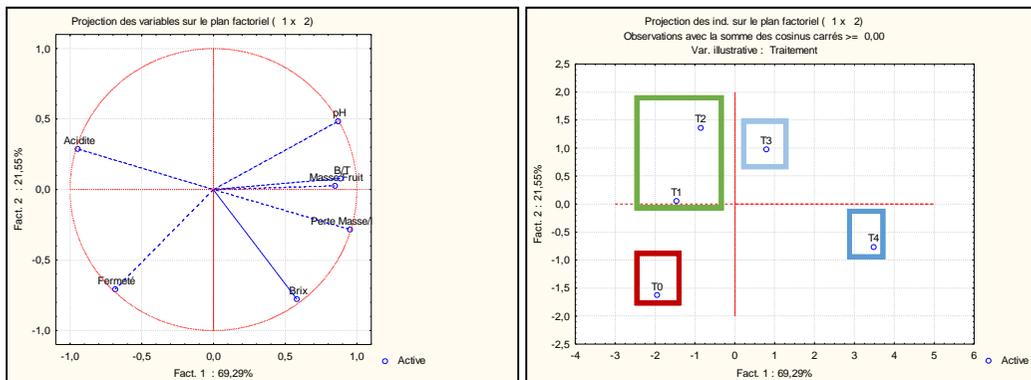
Toutes les variables étudiées dans cette évaluation ont été projetées sur un plan factoriel (1x2). Les facteurs 1 et 2 (figure 6) contribuent à environ 90 % de la variance totale des individus (traitements). La dispersion des traitements montre quatre groupes distincts qui sont :

✓ groupe 1, constitué du traitement T₀ (témoin). Ce traitement est caractérisé par une bonne fermeté des fruits, mais avec une acidité élevée et l'apparition de symptômes faibles de brunissement et de translucidité dans la pulpe après 14 jours au froid suivi de 7 jours à température ambiante ;

✓ groupe 2, comprend le traitement T₄ (DECCO LUSTR 444 par aspersion à 8 %). Il est caractérisé par une perte de masse élevée des fruits;

✓ groupe 3, constitué de T3 (AgroSfruits TM à 12 %) et caractérisé par un pH et une acidité titrable élevés avec une perte de masse moyenne des fruits et un Brix élevés et donc un ratio sucre/acidité de plus de 0,80 ;

✓ groupe 4, qui regroupe les traitements T₁ (AgroSfruits TM à 4 %) et T₂ (AgroSfruits TM à 8 %). Ces traitements sont caractérisés par une acidité et une fermeté plus grande des fruits, avec une perte de masse plus faible pour les fruits traités par le T₂ et une absence de brunissement et de translucidité dans la pulpe des fruits après 14 jours au froid et 7 jours à la température ambiante.



a) cercle de corrélations

b) plan de distribution des traitements

Figure 6. Projection des traitements sur un plan de distribution en composantes principales

Discussion

Cette étude avait pour objectif d'évaluer les doses efficaces d'une formulation huileuse de la cire **AgroSfruits TM 100 EO** sur la conservation des fruits de l'ananas en post-récolte. Les résultats ont montré une variation de la perte de masse des fruits en fonction des traitements effectués. L'analyse de la perte de masse a montré que les fruits traités avec les doses d'AgroSfruits TM 100 EO à 4 %, 8 % et 12 % conservaient mieux les fruits en réduisant la perte de masse au bout de 14 jours au froid suivi d'une semaine à la température ambiante. La diminution de la perte de poids des fruits enrobés peut être attribuée aux propriétés de barrières à la diffusion des gaz des stomates, organes qui régulent le processus de transpiration et d'échange de gaz entre le fruit et l'environnement. En effet, les enrobages ont réduit les échanges gazeux des fruits ainsi que la perte de poids en cours de stockage. Nos résultats corroborent avec ceux de Diaz-Sobac *et al.*, 1996 et Hagenmaier et Baker, 1993 qui ont montré respectivement la réduction des échanges gazeux après enrobage à la cire chez la mangue et le citron.

Les résultats de cette étude ont également montré que les traitements des fruits avec les différentes doses de l'AgroSfruits conservent mieux la coloration des fruits et sont comparables au T4 (DECCO LUSTR 8 %) après

15 jours à 8°C. Au bout de 21 jours, seuls les traitements AgroSfruits à 8 % et 12 % sont encore comparables au DECCO LUSTR à 8 %. L'évolution de la couleur externe des fruits enrobés est limitée. Cela peut se traduire par la diminution de la perte chlorophyllienne de l'épiderme du fruit selon les travaux de Bank, 1984. Nos résultats sont accord avec ceux de Sümnü et Bayindirli, 1995 qui ont montré que l'application d'enrobage 'Semperfresh' sur les abricots a également maintenu une stabilité de la couleur externe du fruit. En effet, l'application d'enrobage entraîne l'augmentation de la teneur en CO₂ et la diminution de la teneur en O₂ à l'intérieur du fruit. Drake *et al.*, 1987 ; Mannheim et Soffer, 1996 ont fait les mêmes observations en travaillant respectivement sur la pomme et le citron. Une teneur élevée en CO₂ inhibe la synthèse de l'éthylène, ce qui peut limiter le changement de la couleur du fruit selon Buescher, 1979.

S'il est vrai que l'entreposage au froid durant cette expérimentation n'a pas engendré de brunissement, ni de translucidité des fruits à la sortie de la chambre froide, cependant une semaine après la sortie du froid, les traitements effectués avec l'AgroSfruits TM n'ont présenté aucun symptôme de brunissement interne et de translucidité, contrairement aux fruits témoins qui ont présenté de faibles symptômes de brunissement interne et de translucidité de la pulpe des fruits. Il est reconnu que le traitement des fruits après récolte avec de la cire végétale permet de limiter les échanges avec le milieu extérieur (en faisant barrière aux gaz), de réduire la consommation en acide ascorbique et le développement du Brunissement interne de l'ananas (Rohrbach et Paull., 1982 ; Wilson *et al.*, 1993 ; You-Lin *et al.*, 1997 ; Hu *et al.*, 2011).

D'autres paramètres de qualité des fruits tels que le taux de sucre, l'acidité titrable et le pH ont été évalués. La mesure des extraits secs solubles est exprimée en degré Brix. Elle reflète le taux de sucre des fruits. La valeur seuil de 12° Brix est le minimum requis pour une maturité commerciale selon FAO, 2007. Les traitements effectués avec les doses d'AgroSfruits ont permis d'obtenir des Brix de plus de 12°.

Concernant l'acidité libre titrable des fruits, les résultats exprimés en milliéquivalents/100 mL de jus d'ananas ont montré que les traitements effectués avec les doses d'AgroSfruits n'influençaient pas le taux d'acidité, car les valeurs étaient comparables à celles du témoin non traité. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Thai, 2000 qui a travaillé sur les fruits de la mangue.

Aussi, seul le traitement au DECCO LUSTR à 8 % a présenté un ratio sucre/acidité de 1,12. Les autres traitements à l'AgroSfruits TM 100 EO ont été comparables au témoin non traité avec des valeurs de plus de 0,80. Ce qui n'est pas négligeable, car le rapport sucre/acidité confère la qualité gustative

des fruits mûrs et généralement les fruits mûrs présentent un ratio sucre/acidité de 0,9 à 1,3 selon Soler, 1992.

Conclusion et recommandations

Le but de cette expérimentation était de déterminer la dose optimale de la cire qui permet une meilleure conservation de l'ananas au cours du transport maritime. L'essai a été conduit sur une durée de 21j dont 14j à 8°C et 7j à la température ambiante.

Les résultats indiquent que les applications de la cire ont un effet significatif sur la conservation de la coloration, de la masse et la fermeté des fruits d'ananas conservés à 8 °C pendant 14j. Cela est vrai également pour les qualités technologiques des fruits telles que le Brix, l'acidité, le pH et le ratio sucre/acide. Cependant, il ressort que :

- ✓ le traitement T0 témoin conserve une bonne fermeté des fruits, mais avec une acidité élevée et l'apparition de faibles symptômes de brunissement et de translucidité dans la pulpe après 14j au froid suivi de 7 j à température ambiante;
- ✓ le traitement de référence T4 (DECCO LUSTR 444 par aspersion à 8%) induit une perte de masse élevée des fruits ;
- ✓ le traitement T₃ (AgroSfruits TM à 12 %) induit un pH et une acidité titrable élevés avec une perte de masse moyenne des fruits, ainsi qu'un Brix élevé et donc un ration sucre/acidité de plus de 0,80 ;
- ✓ les traitements T₁ (AgroSfruits TM à 4 %) et T₂ (AgroSfruits TM à 8%) induisent une acidité plus grande des fruits et une bonne fermeté des fruits. Cependant, une perte de masse plus faible a été observée au niveau des fruits traités par le T₂, avec une absence de brunissement et de translucidité dans la pulpe des fruits après 14j au froid et 7j à la température ambiante.

Au vu de ces résultats, la cire AgroSfruits TM 100 EO à la dose de 8 % homogénéisée dans de l'eau en addition du scholar à 0,5 % + acide citrique (100 g) peut-être recommandé à l'homologation en Côte d'Ivoire, pour la conservation post-récolte de l'ananas dans le cadre industriel, en vue de son exportation.

Il convient de préciser que lors du traitement par trempage des fruits, une homogénéisation régulière de la bouillie d'AgroSfruits 100 EO doit être réalisée. À défaut, un système d'aspersion de fruits en circulation continue de la bouillie d'AgroSfruits TM 100 EO peut être recommandé.

References :

1. Alavoine P ., Crochon M ., Fady C ., Fallot J ., Moras P et Pech J C. (1986). la qualité gustative des fruits, methods pratiques d'analyse. publication du CEMAGREF, Aix-en provence 10 p.
2. AOAC. (2000). Official Methods 942.15 Acidity (titrable) of fruit product read with AOAC Official preparation of test sample 149.17 th ed.
3. Banks N H. (1984). Some effects of Tal-prolong coating on ripening bananas. J. Exp. Botany, 35(150) : 127- 137.
4. Buescher R W. (1979). Influence of carbon dioxide on postharvest ripening and deterioration of tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 104 : 545.
5. Cara B ., Giovannoni J J. (2008) Molecular biology of ethylene during tomato fruit development and maturation. Plant Sci. 175: 106-113.
6. Diaz-sobac R ., Luna A V., Beristain C I ., De la cruz J. and Garcia H S. (1996) Emulsion coating to external postharvest life of mango (*Mangifera indica* cv. Manila). J. FoodProc. Preser., 20 : 191-202.
7. Drake S R , Fellmann J K ., and Nelson J W. (1987). Postharvest use of sucrose polyesters for extending the shelf-life of stored 'Golden Delicious' apples. J. Food Sci., 52(5) : 1283-1285.
8. FAO ., Codex alimentarius. (2007). Fruits et légumes frais, 1^é édition, Rome. 41 p.
9. Hagenmaier R D ., and Baker R A. (1993). Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings. J. Agrie. Food Chem., 41(2) : 283-287.
10. Hu H ., Li X ., Dong C and Chen W. (2011). Effects of wax treatment on quality and postharvest physiology of pineapple fruit in cold storage. Afr. J. Biotechnol. 10(39): 7592-7603.
11. Laville E. (1994). La protection des fruits tropicaux après récolte. CIRAD-COLEACP. Tec & Doc-Lavoisier. 13 p.
12. Mainnheim C H. and Soffer T. (1996). Permeability of different wax coatings and their effect on citrus fruit quality. J. Agri. Food Chem., 44 : 919-923.
13. Paull R E and Rohrbach K G (1985) Symptom development of chilling injury in pineapple fruit (*Ananas comosus*). J. Am. Soc Hort. Sci. 110: 100-105.
14. Raimbault A. (2011). Le brunissement interne de l'ananas (*Ananas comosus* (L). M) induit par un traitement au froid en post-récolte : physiopathie, mise au point d'outils moléculaires, expression de gènes et activités enzymatiques impliquées dans le catabolisme protéique. Doctorat de l'Université Paris Est. 202p

15. Rohrbach K G, Paull R E. (1982). Incidence and severity of chilling induced browning of waxed "Smooth Cayenne pineapple". J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:453-457.
16. Soler A. (1992). Ananas critères de qualités. Quae (Eds). CIRAD-COLEACP. 48p.
17. Sumnu G. and Bayindirli L. (1995). Effects of sucrose polyester coating on fruit quality of apricots. J.Sci. Food Agric., 67 : 537-540.
18. Teisson C (1972) Studies on internal browning of pineapple. Fruits. 27(9): 603-612.
19. Teisson C and Combres J C. (1979) Le brunissement interne de l'ananas. III. Symptomatologie. Fruits. 34(5): 315-329.
20. Thai Thi Hoa. (2000). Effet de différents enrobages sur les caractéristiques de la conservation à l'état frais de la mangue. These de master of science en génie agroalimentaire méditerranéen et tropical, Travail réalisé au CIRAD-FLHOR à Montpellier. 111 p.
21. Wijesinghe WAJP, Sarananda K H. (2002). Post-harvest quality of "Mauritus" pineapple and reasons for reduced quality. Trop. Agri. Res. Extension. 5(1, 2): 53-56.
22. Wilson Wijeratnam RS, Abeyesakere M, Surjani P. (1993). Studies on black heart disorder in pineapple varieties grown in sri lanka. In: First International Pineapple Symposium, Bartholomew D.P, Rohrbach K.G (Eds), Acta Hort (ISHS), Honolulu, Hawaii, USA, 334 p.
23. You-Lin T, Yu-Chan Z, Xing-Jie T. (1997). A study on factors inducing and controlling postharvest blackheart in pineapples. In: proceedings of the second International Pineapple Symposium. Martin-Prével P, Hugon R (Eds). Acta Hort. (ISHS). 425: 595-603.