

COMMISSION EUROPEENNE

PROJET D'APPUI A LA FILIERE LITCHIS

Ressources STABEX

PS 07/98

RAPPORT D'ACTIVITES DU PROJET D'APPUI
A LA FILIERE LITCHIS

PERIODE DU 1 SEPTEMBRE AU 31 DECEMBRE 1998

Michel JAHIEL
Coordonnateur Régional

Tamatave, le 15 janvier 1999

1. Avant-propos

Ce document présente les activités réalisées dans le cadre du Projet d'Appui à la Filière Litchis financé sur les ressources STABEX de la Commission Européenne.

Ce projet est opérationnel depuis le mois de septembre 1998. Par conséquent, compte tenu de la durée d'exécution (4 mois), les résultats de certaines opérations ne pourront pas encore être présentés et dans ce cas nous nous limiterons à la description du protocole mis en place.

2. Rappel des objectifs du Projet tels que présentés dans le protocole spécifique

L'intervention de la commission revêt deux objectifs principaux :

- préserver l'existant,
- préparer l'avenir de la filière.

2.1. Au titre des actions conservatoires

A- L'amélioration de la qualité du produit, de ses conditions de production à sa mise en commercialisation

Hormis le respect du réglementaire, la qualité générale du fruit doit être améliorée afin de mettre sur le marché un produit plus compétitif permettant ainsi une augmentation progressive des quantités exportées.

A titre de comparaison, les litchis sud-africains se commercialisent à des prix 30 à 40% plus élevés que le litchi malgache (lots exportés plus homogènes et meilleur calibre).

Cette démarche qualité doit être mise en place, de la production (chez le paysan) à la mise en carton des fruits (chez l'exportateur) et doit tendre vers les objectifs suivants :

- Amélioration du rapport pulpe/graine par l'introduction de nouvelles variétés.
- Amélioration de l'état physiologique des fruits à leur arrivée à la station de soufrage par le raccourcissement des délais entre la récolte et la livraison aux exportateurs (amélioration des relations commerciales entre les différents acteurs de la filière).
- Homogénéisation des lots (maturité des fruits et calibre).
- Suppression des risques de contamination dans les cartons par un triage rigoureux des fruits.

B- Le respect rapide des normes réglementaires, afin d'éviter une sanction collective d'interdiction d'importation :

Les résultats des analyses de résidus soufrés au stade commercialisation Europe et pour la campagne 1997/98 montrent que 40% des échantillons étaient hors normes, certains gros importateurs commercialisant parfois une majorité de produits hors normes.

La tolérance actuelle de la DGCCRF par rapport aux écarts constatés sur le respect des normes pourrait prendre fin et entraîner une interdiction d'importation.

Une mise aux normes rapide des installations de soufrage et le respect des process, à travers une profession organisée et une concertation avec la demande (les importateurs), peut permettre au litchi malgache de sécuriser son marché traditionnel et de conquérir de nouveaux marchés avec un produit de qualité.

C- La structuration professionnelle : préalable au respect des normes réglementaires ; la structuration interprofessionnelle, instrument d'amélioration de la qualité du produit.

Les actions conservatoires envisagées supra ne peuvent avoir des résultats opérationnels que dans le cas où :

- Une organisation professionnelle au niveau des exportateurs se responsabilise
 - * pour la mise à niveau des équipements de soufrage pour ses membres,
 - * sur le respect par l'ensemble des opérateurs des processus de soufrage durant la campagne,
 - * et soit à même d'informer les exportateurs, suite à des analyses de laboratoire instantanées, sur les taux de résidus et de fournir les conseils permettant d'améliorer les résultats s'il y a lieu.
- Une organisation professionnelle se charge d'organiser le chargement des bateaux conventionnels de façon à limiter tout délai de stockage excessif et de réguler les approvisionnements portuaires aux conditions de transbordement des navires. Une information continue des exportateurs sur les disponibilités de chargement pourrait permettre de faire remonter les informations jusqu'à une régulation de la cueillette.
- Une instance de concertation interprofessionnelle (producteurs, collecteurs, exportateurs) permettra de définir les cahiers des charges pour le litchi export (prix d'achat, calibrage, homogénéité, maturité, délais cueillette - livraison station...) pour une meilleure programmation du déroulement de la campagne et informe l'ensemble des acteurs de la filière des conditions nécessaires à la meilleure compétitivité du produit.

2.2. Au titre des actions prospectives

A- Mise en place d'une production compétitive

La production de litchi doit être capable de répondre aux impératifs de qualité imposés par la concurrence régionale et aux besoins différenciés des marchés européens et à la croissance future (segment haut de gamme avec des vergers intensifiés, marché de masse avec la production paysannale, litchi transformé pour le hors norme).

L'amélioration de la qualité du litchi à l'exportation ne peut se raisonner que :

dans un contexte d'amélioration du produit initial (sélection massale, amélioration variétale, mise en place des vergers intensifiés, mode de conduite / taille de formation/ dimensionnement des arbres, cueillette...),

dans la pertinence des implantations de bassins de production liées

- * aux impératifs de minimalisation des délais d'acheminement des produits,
- * aux objectifs de précocité,
- * aux risques climatiques,
- dans le cadre d'une production excédentaire permettant de maintenir un niveau élevé d'éligibilité des produits à l'exportation.

Il apparaît indispensable d'envisager une différenciation des qualités produites en fonction des modes de production :

- Mise en place de vergers intensifiés dans les grandes zones de production jouant un rôle de nucleus pour les productions paysannales proches, permettant d'obtenir une qualité export équivalente à la production sud-africaine (transport aérien, container, premier conventionnel).
- Renforcement des bassins de production paysannale capable d'offrir une bonne qualité pour un marché de grande consommation, à moindre coût et dans des conditions de moindre précocité.

- Valorisation des écarts de triage et des litchis tardifs par la mise en place d'unités de transformation.

Il apparaît raisonnable d'envisager dans les 10 prochaines années une capacité de production du bassin de Tamatave de 20.000 tonnes soit le doublement du disponible actuel.

B- La nécessité de préparer l'avenir en identifiant et expérimentant d'autres techniques de conservation garantissant un respect du réglementaire

Le soufrage du litchi demeure la méthode la plus facile à mettre en œuvre pour garantir la conservation de ce fruit pendant une durée supérieure à un mois.

Cependant, le durcissement du réglementaire de l'Union Européenne, pour ce type de méthode de conservation, incite les importateurs à solliciter la mise en place de programmes de recherche en vue de proposer des alternatives ou des améliorations à cette technique.

D'autres techniques de conservation existent et il conviendrait d'expérimenter leur opérationnalité dans les conditions de production malgache et des volumes actuels et futurs

C- Diversification de la destination de la production malgache

Le point de passage quasi obligé de Rungis et le monopole de fait des importateurs français, en grande partie dû à leur acceptation de préfinancer la campagne, concentrent à 70% de la commercialisation du litchi malgache sur le marché français.

La capacité d'absorption du marché européen pour un fruit de qualité et conforme sur le plan réglementaire apparaît forte à cette période de l'année.

Sous l'hypothèse d'une amélioration forte et pérenne de la qualité, il apparaît possible sur le moyen terme pour les exportateurs les plus professionnels de s'affranchir de la dépendance des préfinancements de campagne pour diversifier leurs interlocuteurs au niveau européen.

Commentaires

Ces objectifs nécessitent la mise en place d'actions à court et moyen terme dont l'initiation sera progressive et dont la mise en œuvre nécessitera l'ensemble ou une partie des acteurs de la filière.

A l'heure actuelle, compte tenu de la date de démarrage du projet, nous avons privilégié pour cette première campagne les actions suivantes :

1- L'amélioration de la qualité du produit, de ses conditions de production à sa mise en commercialisation par :

- La proposition d'une date d'ouverture de campagne respectant la maturité du fruit et prenant en compte les quantités en fruits nécessaires le jour de l'ouverture,
- L'appui au calibrage des fruits,
- La diffusion de messages auprès des différents acteurs de la filière visant à promouvoir la qualité du fruits,
- La traçabilité de produits depuis la réception des fruits à la station de soufrage jusqu'à leur débarquement en Europe.

2- Le respect rapide des normes réglementaires, afin d'éviter une sanction collective d'interdiction d'importation par :

- L'appui à la mise aux normes des stations de soufrage,

- Le contrôle de résidus soufrés dans les fruits au départ de Madagascar.

3- La nécessité de préparer l'avenir en identifiant et expérimentant d'autres techniques de conservation garantissant un respect du réglementaire.

3. Opérations réalisées du 1 septembre au 31 décembre 1998

3.1. Actions de pré-campagne

3.1.1. Date d'ouverture de campagne

3.1.1.1. Rappel

Chaque année, le démarrage de la collecte des litchis est décidé au sein de chaque FARITANY par une commission composée des exportateurs, des planteurs, des services de l'agriculture et du commerce, de l'Inspection provinciale de la qualité et des responsables de la sécurité publique.

A l'issue de cette commission, un arrêté provincial fixe la/les dates d'ouverture.

Dans le cas du FARITANY de Tamatave, on constate qu'il existe des décalages de maturité des fruits à l'intérieur des principales zones de production de la province (Brickaville ; Toamasina II et Fénériver Est ; Soanierana - Ivongo et Vavatenina). Par conséquent, il arrive que plusieurs dates d'ouverture soient arrêtées pour éviter les compétitions entre celles-ci. De plus, compte tenu des besoins importants en fruits en début de campagne (chargement des bateaux conventionnels) la date d'ouverture est définie en prenant en compte la notion de quantité disponible.

3.1.1.2. Justification du maintien de ces travaux

En 1997, des études identiques avaient été menées par le Projet. Compte tenu de la neutralité du Projet et de l'argumentation avancée, les propositions faites par celui-ci avaient été prises en considération par le Président du Faritany et les services techniques pour arrêter une date de récolte judicieuse.

Le 25 novembre l'ouverture de la campagne avait été décidée et aucun problème de maturité et de qualité gustative n'avait été déploré par les consommateurs. Par conséquent, la saison 1997-1998 avait été jugée par l'ensemble de la profession comme positive.

Ce constat unanime a justifié le maintien des travaux menés par le Projet.

3.1.1.3. Etudes et observations réalisées

Bien que la zone de production en litchis s'étende du sud de Manakara à la région de Maroantsetra, nous avons été contraints, compte tenu des moyens d'accès à ces zones, de limiter nos travaux aux secteurs compris entre le sud de Brickaville et Soanierana-Ivongo.

Deux thèmes ont été retenus cette année :

- suivi du développement de fruits d'arbres localisés dans les trois principales zones de collecte,
- observations et prélèvements de fruits le long des axes de collecte,

Suivi d'arbres dans les trois zones de collecte

3.1.1. Matériel et méthode

Le dispositif d'observations mis en place en 1997 a été reconduit cette année.

Rappel de ce dispositif :

Trois zones ont été retenues :

- zone nord représentée par Fénérive - Est,
- zone centre représentée par Tamatave ,
- zone sud représentée par Brickaville.

Dans chacune des zones, deux sites ont été identifiés :

1. Les tanety - Sites à sols ferrallitiques déssaturés présentant des pentes plus ou moins accentuées et ne possédant pas de système aquifère accessible par les plantes.
2. Les bas-fonds - Sites à sols pouvant présenter des cas d'hydromorphie. Ils correspondent aux parties basses des dépressions ou aux bordures de cours d'eau. Les plantes qui les occupent bénéficient d'une parfaite alimentation hydrique.

Dans chacune des 3 zones identifiées, 10 arbres sont repérés et matérialisés (5 par type de site).

Sur chacun des arbres 20 rameaux florifères ont été suivis.

Les mesures et les observations ont été réalisées deux fois par semaine, le lundi et le jeudi à heures fixes.

3.1.2. Mesures et observations réalisées

3.1.2.1. Sur les arbres

Sur chacun des rameaux florifères sélectionnés, nous avons réalisé les observations et les mesures suivantes :

- Enregistrement de l'apparition des différents types de fleurs et évaluation de la nouaison,
- Suivi de la croissance des fruits. Celui-ci consiste à mesurer régulièrement la longueur et le diamètre de 10 fruits de chaque inflorescence, pour permettre de suivre *in fine* l'évolution du rapport diamètre / longueur.
- Mesure de l'acidité et de la teneur en sucre de fruits pour pouvoir apprécier, avec précision, l'état de maturité des fruits.

3.1.2.2. Sur le plan climatique

La vitesse de la fructification chez le litchi dépend principalement du climat et plus spécifiquement de la pluviosité et de la température.

En 1997, la pluviosité avait été particulièrement bien répartie pendant la période de fructification, ce qui avait permis une récolte de fruits de bonne qualité (taux de sucre important et diamètre moyen supérieur à 30 mm).

Pour apprécier les effets de ces paramètres, le suivi de la fructification a été couplé à celui de la pluviosité et de la température.

3.1.3. Résultats (Figures 1, 2, 3, 4 et 5)

Cette année, la pluviosité enregistrée sur les trois zones indique (Figures 1, 2 et 3) que les quantités de pluies reçues ont été plus importantes que l'année passée au mois d'août et septembre et nettement plus faibles en octobre et novembre.

Par exemple, il est tombé cette année, entre le 1 octobre et le 10 novembre, 4 fois moins de pluie sur Brickaville et 3 fois moins sur Tamatave que durant l'année 1997.

Ce déficit pluviométrique général à l'ensemble de la zone d'étude a fortement ralenti le grossissement des fruits et accéléré parfois l'entrée en phase de maturation.

Le suivi de l'évolution de la morphologie des fruits (diamètre équatorial et longueur) sur les différents sites (Figures 4 et 5) indique des différences de développement entre les zones et en fonction du type de site.

Le classement des zones en fonction de leur précocité est le suivant : Brickaville plus précoce que Tamatave elle-même plus précoce que Fénérive.

Par contre, si l'on compare ces résultats à ceux de l'année 1997, on constate une nette différence de développement entre les deux années surtout pour la zone de Fénérive où les retards de développement sont importants cette année.

De plus, le déficit pluviométrique enregistré fait ressortir les différences entre la qualité des sites de plantation, puisque les fruits des arbres localisés dans les bas-fonds sont mieux développés que ceux localisés sur les tanety.

Observations et prélèvement de fruits le long des axes de collecte

Le 14 et le 15 novembre, des prospections ont été réalisées dans la zone de Brickaville, Fénérive-Est, Vavatenina et Soanierana-Ivongo pour apprécier d'une manière générale l'état de maturité des fruits. A cette occasion, des fruits ont été prélevés et analysés.

Résultats

Zone de Brickaville - Tamatave II : les prospections ont été réalisées au niveau de 15 sites différents représentant l'ensemble de la région. En fonction de la coloration des fruits rencontrés, on distingue trois états de maturité.

- 70 % des fruits présentaient une coloration mixte (50% du fruit rosé et 50% jaune-vert),
- 10 % des fruits présentaient une coloration rosée uniforme,
- 20 % des fruits étaient encore verts.

L'analyse des fruits indique (cf. Tableau ci-dessous) :

Type de fruit	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	°Brix
Coloration rosée	36,6	29,2	17
Coloration mixte	33,8	27,8	15,5
Coloration verte	31,5	24,3	13,3

Sur le plan gustatif, les fruits de la catégorie la plus représentée (coloration mixte), étaient à cette date encore légèrement acides.

D'une manière générale, les calibres des fruits observés étaient nettement supérieurs à ceux de la zone de Fénérive et de Soanierana - Ivongo.

Zone de Fénérive et Soanierana - Ivongo :

Les prélèvements effectués du village de Mahambo au village de Ambodijirofo en passant par Antsikafoka, Fénérive, Ampasimazava, Andilambe et Antsampanana indiquaient que d'une manière générale sur l'ensemble de ces sites 50% des fruits avaient viré au rose sur la moitié de leur surface et que 50% des fruits étaient encore verts.

Le diamètre des fruits verts était d'environ 25 mm et celui des fruits à la coloration mixte d'environ 28 mm. Le °Brix (teneur en sucre dans la pulpe) était en moyenne de 13,5 pour les fruits verts et de 15,5 pour les fruits à la coloration mixte.

Sur le plan gustatif, les fruits étaient acides.

Zone de Vavatenina :

Cette région, légèrement en altitude par rapport aux précédentes était, cette année, très tardive car la floraison a été tardive et car aucune pluie n'a été enregistrée depuis la fin du mois de septembre. Les fruits étaient donc beaucoup moins avancés que dans les autres zones de production.

11 sites ont été visités et la totalité des arbres rencontrés présentaient des fruits encore verts dont le diamètre moyen est de 22 mm et la longueur de 30 mm. L'état de maturité était très peu avancé puisque seuls les °Brix des fruits de 4 sites ont pu être mesurés (faute de pulpe en quantité suffisante dans les autres) ; le °Brix moyen était de 12,5.

Commentaires

Au 15 novembre, les zones de collecte visitées indiquaient que l'état de maturité des fruits différait en fonction des zones. Les zones situées au sud de Tamatave étaient plus en avance que celles situées au nord.

Les collectes réalisées dans les secteurs de Brickaville, et Tamatave indiquaient que les fruits colorés étaient prédominants et qu'ils commençaient à se concentrer en sucre.

Les zones de Fénériver et Soanierana - Ivongo étaient plus tardives.

Celles de Vavatenina encore plus tardives que celles de Fénériver.

3.1.1.4. Besoins en fruits en début de campagne

Les litchis malgaches sont répartis en peuplement de type naturel avec un minimum d'arbres précoces et tardifs. Les quantités en fruits mûrs disponibles augmentent donc progressivement avec le temps.

Cependant, compte tenu de la désorganisation de la filière et du manque de professionnalisme de certains opérateurs, il est difficile de valoriser les premiers fruits en autorisant, exclusivement en début de campagne, les expéditions par avion.

La date d'ouverture doit donc être fixée sans distinction entre les moyens de transport. Cependant, les quantités de fruits nécessaires en début de campagne pour satisfaire l'ensemble des opérateurs étant importantes, il est préférable de proposer une date plus tardive, si l'on souhaite que la qualité des fruits exportés soit satisfaisante.

Cette année les besoins estimés en début de campagne étaient les suivants :

Moyen de transport	Jour 1	Jour 2	Jour 3
Bateau conventionnel	700 tonnes	700 tonnes	700 tonnes
Avion	50 tonnes	50 tonnes	50 tonnes
Conteneur	60 tonnes	100 tonnes	200 tonnes

Les besoins moyens le premier jour de la campagne pouvait être estimés à 800 tonnes, soit environ 8.000 arbres à récolter.

3.1.1.5. Propositions pour les dates d'ouverture de campagne

Suite aux observations réalisées et au suivi du développement des fruits, nous avons classé les zones prospectées par ordre de précocité de la façon suivante : Brickaville, Tamatave, Soanirana - Ivongo, Fénériver et Vavatenina.

En se basant sur les vitesses de développement des fruits enregistrées en 1997 et compte tenu de la situation climatique qui caractérise cette année, il était raisonnable, si les conditions climatiques n'évoluaient pas brusquement, de proposer les dates d'ouverture de campagne suivantes 25-26 novembre pour les zones de Brickaville et de Tamatave, 27-28 novembre pour les zones de Fénériver et Soanirana - Ivongo

3.1.1.6. Date d'ouverture définitive

Après consultation des recommandations techniques fournies par le PAEA et en prenant en compte certains facteurs politiques et sociologiques spécifiques à la région, le Président du Faritany de Tamatave a proposé d'ouvrir la campagne de collecte des litchis le 27 novembre sans tenir compte des différences de maturité entre les régions.

3.1.2. Informations générales de pré-campagne

Le dispositif d'information mis en place se proposait de toucher les trois principales catégories d'acteurs de la filière : les producteurs, les collecteurs et les exportateurs.

3.1.2.1. Les producteurs / collecteurs

Une affiche d'information de forma 42x60cm a été réalisée (Annexe). Celle-ci indique les principales recommandations à prendre en compte de la récolte des fruits à leur arrivée à la station de soufrage en vue de permettre une amélioration de la qualité des produits exportés.

Au total 4.000 affiches ont été diffusées dans les grandes zones de production en utilisant les réseaux suivants : syndicats de collecteurs, groupements de producteurs, agents du PNVA, service du Commerce et exportateurs.

3.1.2.2. Les collecteurs

Un dépliant de forma A4 a été réalisé (Annexe). Celui-ci s'apparente à un code de bonne conduite du collecteur de litchis.

Au total 2.000 dépliants ont été diffusés aux collecteurs en utilisant les réseaux suivants : syndicats de collecteurs et exportateurs.

N.B. : la conception du support d'information et le choix des thèmes abordés ont été réalisés en collaboration étroite avec les acteurs concernés.

3.1.2.3. Les exportateurs

Les informations obtenues grâce au dispositif mis en place dans le cadre du suivi de la fructification ainsi que celles fournies par les importateurs, le COLEACP et le CIRAD-Flhor, ont permis la rédaction d'un bulletin décadaire dénommé « L'INFO DU LITCHI ».

10 bulletins ont été rédigés entre le 1 août et le 15 novembre 1998 et ont été diffusés auprès d'une cinquantaine de personnes impliquées directement ou indirectement dans la filière litchis.

La comparaison entre les données obtenues en 1997 et celles recueillies cette année a permis d'apprécier à l'avance la physionomie de la campagne 1998 (tardive et fruits de petit calibre).

De plus, le caractère humoristique de ce bulletin a été particulièrement apprécié des lecteurs et a favorisé nettement sa lecture.

3.1.3. Amélioration de la qualité du produit exporté

3.1.3.1. Appui au calibrage

Pour améliorer l'homogénéité et le calibre des fruits exportés en se rapprochant le plus possible du diamètre minimum export standard de 30 mm, les actions suivantes ont été entreprises :

- Confection de 10.000 bagues de calibrage de diamètre compris entre 30 et 31 mm. Celles-ci ont été remises aux exportateurs, aux collecteurs et aux paysans.
- Fabrication de 4 calibreuses manuelles (cf. plan en annexe) pour permettre un calibrage des fruits en amont de la filière, c'est-à-dire au niveau de points de collecte et de vergers importants.

L'objectif recherché est de mettre en place un dispositif de calibrage des fruits de la récolte jusqu'aux stations de traitement pour d'une part éviter le transport de fruits non conformes et d'autre part diminuer les écarts de triage.

En ce qui concerne le calibrage au niveau des points de collecte, le Projet, en relation avec 8 groupements de paysans de Brickaville (ce qui représente environ 130 paysans), a aménagé et équipé un site situé dans le village d'Ambodiara (1km de Brickaville).

Le point de collecte est composé des équipements suivants : un hangar traditionnel sur une dalle en béton de 60 m², deux rampes de calibrage manuel et une bascule d'une portée de 300 kg.

3.1.3.2. Mise aux normes des stations de soufrage

Le respect de la réglementation Européenne en matière de résidus soufrés dans les fruits passe impérativement par la maîtrise et le respect du process de soufrage des litchis. Cette technique est, d'une manière générale, simple à mettre en œuvre et ne nécessite pas de formations spécifiques du personnel.

Cependant, un équipement minimum s'avère nécessaire pour permettre un bon contrôle de cette technique et par conséquent limiter les risques de résidus en soufre dans la pulpe des litchis.

Il est important de rappeler que seul la stabilité de la coque est recherchée et que les résidus de SO₂ dans la pulpe n'interviennent pas dans le processus de conservation du fruit.

Mode d'action du soufre : *Le SO₂ par ses actions sur les pigments et les réactions enzymatiques permet d'éviter le phénomène de brunissement de la coque. Il agit à 4 niveaux :*

- *Il agit en inhibant la polyphénol oxydase ce qui inhibe les réactions de dégradation des anthocyanes,*
- *Il se combine avec les anthocyanes pour donner un complexe qui augmente la stabilité du pigment. Ce complexe est incolore ce qui explique la transformation de la coloration de la coque de rouge en jaune après traitement. Durant la conservation, des molécules de SO₂ diffusent de la coque du fruit vers l'extérieur. Le complexe, par perte du radical SO₂, redonne alors le pigment anthocyanique rouge. La recoloration des fruits après le soufrage est d'autant plus rapide que le SO₂ peut s'échapper facilement du fruit : atmosphère ouverte et ventilée. Comme tout le SO₂ ne s'évacue pas, il reste des complexes et le fruit ne retrouve pas entièrement sa couleur rouge initiale,*
- *Il abaisse temporairement le pH des cellules de la coque contribuant ainsi à la stabilité des antocyanes,*
- *Il agit comme fongicide en limitant le développement des champignons pendant la conservation.*

Pour permettre aux opérateurs de mieux maîtriser la technique de soufrage, les équipements suivants ont été mis à leur disposition soit sous la forme de prêt de don ou de subvention (Tableau I) :

- **Extracteur/ventilateur de gaz** à monter sur les conteneurs de soufrage ou les chambres de fumigation. Le soufre étant plus lourd que l'air, ces appareils doivent permettre un brassage régulier du soufre dans la chambre pour assurer un soufrage homogène des fruits et éviter une accumulation de résidus dans la pulpe. Un schéma de montage a été fourni par le projet et une liste de fournisseurs a été proposée aux

opérateurs. Ces appareils ont été subventionnés par le Projet à concurrence de 60% du prix d'achat CAF Tamatave (transport par voie maritime).

- **Brûleurs à soufre.** Pour permettre une combustion rapide et totale du soufre, le Projet a fait fabriquer par des artisans de la place des brûleurs sur pied en tôle galvanisée, pouvant recevoir jusqu'à 400 grammes de soufre.
- **Réveils sécurisés et ardoises de forma A3.** Pour permettre au personnel chargé du soufrage des fruits de respecter la durée du traitement (1 heure) des réveils et des ardoises ont été mis à la disposition d'opérateurs pour la durée de la campagne.
- **Balances de portés 10 kg.** Pour permettre de peser avec précision la quantité de soufre à utiliser lors des différents cycles de traitement, des balances mécaniques ont été mises à la disposition d'opérateurs.

3.2. Opérations réalisées durant la campagne

3.2.1. Contrôle de résidus soufrés

Cette année, le Projet a mis en place au port de Tamatave un laboratoire d'analyses de SO₂ dont le fonctionnement a été assuré 24h/24 et dont la capacité maximale d'analyses journalières est de 90 échantillons.

Cette opération avait pour objectifs majeurs de :

- fournir aux exportateurs une information rapide sur la teneur en résidus soufrés contenus dans leurs litchis embarqués sur les bateaux conventionnels,
- permettre en fonction des teneurs en résidus obtenus après analyse de modifier la technique de soufrage employée,
- apporter des informations complémentaires sur la teneur en résidus que l'on peut tolérer au départ de Madagascar pour permettre un respect des normes européennes à l'arrivée des produits en France.

Pour sa réalisation le projet a sollicité l'appui technique de Jean MARCHAL (expert du CIRAD-Flhor) et l'assistance matériel de la société RAMANANDRAIBE. La présence à Tamatave de M. MARCHAL du 21 novembre au 5 décembre a permis :

- pendant les 5 premiers jours, de mettre en place le laboratoire au port de Tamatave, de former les équipes chargées des analyses et de planifier le déroulement de l'opération,
- pendant la campagne (9 jours), d'optimiser le fonctionnement des équipes pour atteindre une capacité d'analyses de 90 échantillons/jour et de faire face à tous les problèmes susceptibles de perturber le déroulement de l'opération.

3.2.1.1. Déroulement de l'opération

Le positionnement du laboratoire dans les locaux de la capitainerie du port a permis une analyse rapide des échantillons prélevés.

Deux équipes de 2 personnes étaient chargées de prélever les échantillons de fruits sur les palettes réceptionnées dans le hangar du port. La fréquence de prélèvement était fixée à un échantillon toutes les 10 à 15 palettes et ce pour chaque opérateur concerné par le chargement des bateaux conventionnels. Le prélèvement des échantillons a été réalisé par incision des cartons au niveau des opercules latéraux. Pour éviter les éventuels litiges à l'arrivée, un autocollant caractéristique (Figure 8) a été apposé au niveau de la zone incisée.

Deux cartons situés dans la partie médiane de la palette ont été incisés pour l'échantillonnage des lots de 2 kilos (prélèvement de 10 fruits par carton) et un seul carton pour les lots de 4 kg (prélèvement de 20 fruits par carton).

Une fois le prélèvement effectué, les échantillons ont été immédiatement remis au personnel du laboratoire et l'analyse du taux résiduel de SO₂ dans la coque a été réalisée. Compte tenu de l'évolution du taux résiduel de SO₂ dans la pulpe durant les 24 heures qui suivent le traitement des fruits (cf. rapport du PAEA de 1998) nous avons préféré limiter notre analyse à la coque du fruit.

3.2.1.2. Résultats

Le 27 novembre, le laboratoire était opérationnel.

Les 22 opérateurs impliqués dans le chargement des bateaux conventionnels ont été concernés par cette opération (Tableau II).

Au total 517 analyses ont été effectuées ce qui représente environ 9% des palettes chargées dans les bateaux conventionnels (Tableau II). D'une manière générale le nombre de palettes analysées par opérateur est proportionnel aux quantités chargées.

Une analyse rapide des résultats indique qu'au départ de Madagascar les fruits arrivés au hangar présentaient au moment de la mesure un taux résiduel moyen dans la coque élevé le premier jour d'embarquement (Tableau III). Ce taux a rapidement baissé pour se stabiliser aux environs des 800 mg/kg correspondant ainsi au seuil fixé par le projet.

Tableau III : Taux résiduel moyen dans la coque des litchis avant leur embarquement

Date	27/11	28/11	29/11	30/11	01/12	02/12	03/12
Teneur moyenne en résidus dans la coque (mg/kg)	1250	912	917	807	766	797	809

En ce qui concerne l'efficacité du laboratoire en terme de vitesse d'analyse, le calcul de la durée moyenne séparant l'analyse de l'échantillon de la mise en cales de la palette correspondante indique (Tableau IV) que :

- Les écarts sont globalement faibles. Par conséquent, les résultats fournis aux exportateurs étaient fiables et correspondaient à la teneur en résidus dans les lots mis en cales.
- Les écarts enregistrés durant la nuit sont plus importants. Cette période correspond a une livraison plus importante de palettes.

3.2.2. Traçabilité des produits

Afin d'améliorer la qualité du litchi exporté tout en respectant la réglementation européenne en matière de résidus soufrés, le projet a mis en place une étude dénommée "traçabilité". Cette opération réalisée en collaboration avec 16 opérateurs devait apporter les réponses aux questions suivantes :

- Quelles sont les conditions optimales de travail pour que le fruit à l'arrivée en Europe soit de bonne qualité ?
- Quelles sont les taux résiduels de soufre dans les fruits que l'on peut autoriser au départ de Madagascar pour les exportations par bateaux conventionnels et par conteneurs ?
- Quelles sont les points forts et les faiblesses des opérateurs dans les opérations séparant l'arrivée des fruits à la station de soufrage de leur mise au froid ?

L'opération de traçabilité consiste au suivi (chronométrage) et à la description de l'ensemble des étapes qui sont comprises entre l'arrivée d'un lot de fruits à la station de traitement et le débarquement de celui-ci en Europe (Annexe).

Le taux résiduel de soufre dans les fruits des lots "traçabilité" a été contrôlé au départ de Madagascar (laboratoire du Projet) et à l'arrivée en France (laboratoire du CIRAD-Flhor).

A Tamatave, l'opération a mobilisé 19 personnes dont la répartition est présentée ci-dessous.

Fonction	Nombre
Coordonnateur	1
Suivi des palettes en Stations	9
Suivi des palettes au port	5
Prélèvement des échantillons	4
Total	19

Résultats préliminaires

Au total 16 opérateurs ont été concernés par cette opération et 158 lots ont été suivis dont 142 ont été transportés par bateaux conventionnels et 16 par conteneurs (Tableau V).

121 lots ont pu être retrouvés en France, 111 dans les bateaux conventionnels (80%) et 10 dans les conteneurs (62%).

3.2.3. Appui à l'organisation logistique de chargement

Durant la campagne 1997-1998 l'ensemble de la logistique de chargement des bateaux conventionnels était sous le contrôle de 7 importateurs de Rungis. Cependant, compte tenu du sous dimensionnement du dispositif matériel (transpalettes électriques) et humain (logisticien) mis en place, le chargement des bateaux avait été fortement perturbé. Ce constat avait conduit les exportateurs à reconsidérer l'intérêt d'un tel mode de transport.

Pour éviter qu'une telle situation ne se reproduise cette saison et rassurer les exportateurs, les importateurs ont fait parvenir à Tamatave 8 transpalettes électriques performants. Sur le plan humain, une équipe de quatre personnes a été mise en place pour assurer la coordination de la logistique de chargement.

2 personnes ont été prises en charge financièrement par les importateurs et 1 personne par le COLEACP.

La quatrième personne a été financée par le projet (ressources STABEX). Celle-ci, recruté localement a assuré les fonctions suivantes :

- Appui à la coordination des opérations de chargement des palettes,
- Information des exportateurs en cas de problèmes sur les palettes (avaries, vitesse de chargement, etc.),
- Résolution des éventuels problèmes rencontrés entre le personnel expatrié chargé de la logistique et les exportateurs.

La personne recrutée à cet effet, de nationalité malgache, appartenait à l'équipe du PAEA de Tamatave et était donc de neutralité indiscutable.

Le chargement des palettes s'étant réalisé sans problèmes majeurs on peut considérer que le dispositif mis en place a été efficace. De plus, l'intégration et l'efficacité d'un ingénieur malgache dans l'équipe d'expatrier montre qu'à terme la responsabilité de la logistique de chargement peut évoluer.

3.2.4. Etude de nouvelles méthodes de conservation

Compte tenu de la brièveté de la campagne, nous avons focalisé cette année nos recherches sur les thèmes suivants :

- essais de conservation du litchi frais en atmosphère modifiée par utilisation de films spécifiques,
- essais de générateurs de SO₂ sur l'augmentation et l'amélioration de la conservation du litchi,
- effet de l'acide citrique sur la conservation du litchi frais.

3.2.4.1. Essais de conservation du litchi en atmosphère modifiée sous films spécifiques

Contexte de l'intervention

Le marché international de litchi frais est encore peu développé malgré la demande potentielle des communautés européennes et américaines originaires du Sud-Est Asiatique. Cette production fruitière est typiquement saisonnière et de courte durée.

La recherche de nouveaux cultivars pour étendre ces périodes de production n'a pas encore abouti. Par conséquent, la recherche s'oriente sur le développement de traitements après récolte pour accroître la durée de conservation de ce fruit et lui permettre d'être présent plus longtemps sur les marchés européens.

Plus de 90% des ventes de litchis sont concentrées pendant la période de production, entre le mois de décembre et celui de février. Plus de 50% des importations annuelles se concentrent en décembre.

Cependant, la qualité des fruits mis sur les marchés européens n'est pas toujours satisfaisante et le marché en pâtit. La durée et les conditions de transport maritime, ainsi que la recherche d'une longue conservation des fruits, font que 95% des litchis malgaches sont exportés après avoir été soufrés.

Cette technique de conservation se justifie par le fait qu'elle autorise le transport des fruits par bateau. Elle a ainsi permis de réduire fortement le prix de revient des litchis rendus sur les marchés de gros en Europe.

Il faudrait maintenant les fidéliser en améliorant la qualité du produit offert en travaillant au niveau de la sélection des fruits à l'emballage et sur la recherche de techniques de conservation après récolte plus respectueuses du produit et de la santé du consommateur.

Le soufrage, s'il permet d'accroître la durée de conservation du fruit frais pour les transports maritimes longue distance, altère la qualité gustative et visuelle du fruit.

De plus, la nouvelle réglementation européenne s'est faite encore plus sévère quant à la quantité de SO₂ résiduelle dans les fruits (coque < 10 ppm et pulpe < 250 ppm). De ce fait, une demande en fruit frais de qualité nettement supérieure à celle des fruits soufrés est apparue.

Le marché du litchi frais est un marché très difficile. Il est encore peu développé et on peut en donner quelques raisons :

- les fruits frais se conservent mal et demandent donc une mise en marché rapide,
- le transport de produits frais de qualité ne peut se concevoir pour l'instant que par avion, ce qui nécessite une logistique et une connaissance de ce type d'expédition spécifique,
- le coût du fret avion étant compris entre 12 et 15 F/Kg, ces litchis arrivent sur le marché de gros à des prix très, voire trop élevés.

La recherche de solutions permettant un transport de fruits frais, non soufrés, par voie maritime, présente un intérêt commercial indiscutable.

Objectif de l'intervention

Rechercher une alternative au traitement par le soufre par la voie des atmosphères modifiées est l'objectif principal de cet essai.

On doit par conséquent identifier les films en polyéthylène permettant, en combinaison avec une température de stockage voisine de 2°C, de conserver les litchis durant 1 mois. L'atmosphère modifiée obtenue doit limiter les échanges respiratoires du fruit en limitant la quantité d'oxygène disponible et en accroissant la quantité de CO₂.

L'atmosphère modifiée obtenue doit avoir les actions suivantes :

- Limiter les échanges respiratoires du fruit donc prolonger sa durée de vie post récolte,
- Limiter les phénomènes d'oxydation de la coque,
- Empêcher le développement des moisissures, sachant que la législation interdit l'application de fongicide sur les litchis.

Le refroidissement des fruits emballés dans les sachets en polyéthylène provoque une forte condensation et favorise l'envahissement par les moisissures. En conséquence, une pré-réfrigération doit être pratiquée avant l'emballage. L'ensachage doit alors être pratiqué à la même température que celle de pré-réfrigération. Le stockage sera réalisé à une température positive voisine de 2°C. Cette température et l'atmosphère modifiée doivent être maintenues si possible jusqu'au stade consommation.

2 films, BOLLORE et XBTA de 15µ d'épaisseur, ont été expédiés par Mme DUCAMP du CIRAD-Flhor, qui a en charge le suivi à Montpellier des effets de ces films en relation avec l'activité respiratoire du fruit.

Opérations réalisées à Tamatave

- 1) Les films ont été livrés sous la forme de rouleau ou de feuilles. Par conséquent, la première opération a consisté à réaliser les sachets par termosoudure des films. Ce travail a mis en évidence la fragilité du film de 15µ ainsi que la difficulté d'utilisation de celui-ci (contenance maximale de 500g de fruits).
- 2) Une chambre froide pouvant être réglée à une température positive de 2°C, avec une précision de + ou - 1,5°C a été louée pour cette opération. Pour le suivi des conditions de conservation, des enregistreurs de température et d'humidité ont été placés dans la chambre.
- 3) Les fruits ont été récoltés tôt le matin dans un verger situé à 10 km de Tamatave et immédiatement mis en chambre froide à 2°C dès leur arrivée. Après 24 heures de réfrigération (délai nécessaire pour que la pulpe soit à 2°C) les fruits ont été ensachés dans les films à tester. Les opérations de pesés et de termosoudage ont été réalisées à l'intérieur de la chambre froide pour éviter les éventuels chocs thermiques.
- 4) 2 kg de fruits ont été placés dans les films BOLLORE et 0,5 kg dans les films XBTA. Avant fermeture des sachets, l'air a été expulsé et les fruits disposés en deux couches dans leur carton pour les films BOLLORE et sur une seule couche pour les films XBTA.
- 5) Pour chacun des essais réalisés une vingtaine d'échantillons a été réalisée et un lot témoin a été identifié.

Un essai supplémentaire de traitement au Benlate (solution de 1%) avant mise au froid des fruits puis ensachage dans les films BOLLORE a été mis en place. Le Benlate est un produit antifongique systémique.

Une fois les fruits ensachés les observations suivantes ont été effectuées :

- Etat de la condensation dans les films,
- Apparition et développement de moisissures,
- Evolution de la couleur de la coque, apparition de tâches de brunissement,
- Etat de la pulpe et appréciation de la qualité gustative des fruits,
- Mesure de la perte de poids et de la taille des fruits au cours du temps,

- Mesure de l'Extrait Sec Soluble (degré Brix) et de l'acidité.

Calendrier des prélèvements

Traitement au Benlate des fruits et leur mise au froid : le 27/11/98.

Ensachage des fruits dans les films BOLLORE : le 30/11/98.

Mise au froid des fruits sans prétraitement au Benlate : le 01/12/98.

Ensachage de ces fruits dans les films BOLLORE et XBTA 15 μ : 03/12/98.

BOLLORE avec traitement BENLATE			BOLLORE et XBTA 15μ		
<i>Date</i>	<i>Jour</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Date</i>	<i>Jour</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>
08/12/98	J+8	4 (3 échantillons +1 témoin)	08/12/98	J+5	3 échantillons / film + 1 à 2 témoins
14/12/98	J+14	4	14/12/98	J+11	3
21/12/98	J+21	4	21/12/98	J+18	3
28/12/98	J+28	4	28/12/98	J+25	3
02/01/99	J+33	4	02/01/99	J+31	3

Opération réalisée en France (CIRAD - Montpellier)

Parallèlement à l'étude réalisée à Tamatave, des échantillons ont été expédiés par bateau conventionnel afin d'apprécier en conditions réelles l'efficacité de la méthode de conservation testée.

Le 30 novembre 1998, une palette expérimentale de la taille au sol d'une 1/2 palette a été introduit dans une cale prérefrigérée à 12°C du GLACIER BAY contenant des palettes de cartons de fruits souffrés.

Les consignes de température fixées durant le transport sont : 12°C durant le chargement et 1°C durant le transport.

Le bateau a quitté Tamatave le 30 novembre 1998 à 19 heures et est arrivé à Marseille le 13 décembre après 13 jours de mer. La palette a été réceptionnée par l'équipe du CIRAD-Flhor et une appréciation de la qualité des fruits à leur arrivée a été effectuée.

De plus, pour compléter ce travail et permettre la mise au point d'un film spécifiquement adapté à l'activité respiratoire du litchi de Madagascar, le projet a expédié au CIRAD-Flhor de Montpellier 25 kg de fruits.

Les fruits ont été récoltés le 5 décembre à 7h00 du matin et sont arrivés à Montpellier le 06 décembre à 12h00 pour être immédiatement étudiés.

Résultats

Caractéristiques des films reçus

Film BOLLORE	Film XBTA - 15μ
---------------------	---------------------------------------

* Rigide	* Se déchire facilement
* Facile à manipuler	* Soudage difficile
* Soudage facile - pas de problèmes d'étanchéités	* Contenance : 500 g
* Contenance : 2 kg	

Les conditions de conservation

Les fruits ont été placés dans une chambre froide non équipée d'un renouvellement automatique de l'air et sans ventilation interne.

Durant toute la durée de l'opération la température de conservation est restée stable et voisine de 2°C (Figure). L'humidité relative dans la chambre n'est cependant pas restée stable puisqu'elle est passée de ;;;;;

Par rapport aux travaux menés en 1997, la durée de la prérefrigération a doublé puisque nous sommes passé de 12 à 24 heures. Cette opération a permis d'amener la pulpe des fruits a une température de 2°C ce qui n'était pas le cas après 12 heures de réfrigération. Cependant, après 24 heures quelques fruits situés à la surface des caissettes ont laissé apparaître un début de brunissement de la coque.

Suivi et observations

Etat de la coque des fruits (Tableau)

Durant toute la période de conservation (environ 1 mois) aucun développement de moisissures n'a été observé. Les qualités gustatives (goût, fermeté de la pulpe) du fruit sont restées bonnes durant toute la durée de l'étude. La coloration de la pulpe (blanche plus ou moins translucide) s'est maintenue.

D'une manière générale, les fruits ensachés ont conservé leur taille initiale ce qui n'est pas le cas pour les témoins - différence d'environ 1 mm (Cf. tableaux).

La coque reste souple et non cassante. Cependant, après 5 jours de conservation les fruits laissent apparaître les premières tâches de brunissement. Celles-ci ne couvrent à ce stade de conservation que 5 à 10 % de la surface du fruit.

Observations du 8 décembre 1998 - J+5 (J+8)

	Etat de la coque des fruits			Etat de la pulpe des fruits	
	Couleur générale du lot	Importance du brunissement	Comparaison avec les témoins	Goût / Arrière goût	Comparaison avec le témoin
Bolloré (sans traitement préalable)	Rouge	Très peu, presque tous les fruits sont atteints mais seule une petite surface du fruit présente ce brunissement	Les lots étudiés sont mieux que les témoins avec une légère différence	Bon goût, mais moins sucré,	Même goût
Bolloré XBTA 15 µ	Rouge	Très peu important soit quelques petites tâches ne dépassant 10 mm de diamètre sur les fruits tâchés	Les lots étudiés sont mieux que les témoins avec une légère différence	Bon goût, mais moins sucré.	Même goût
Bolloré (avec traitement des fruits au Benlate)	Rouge-brun (se manifestant comme un dessèchement de la coque qui paraît superficiel, mais non un brunissement qui se manifeste à la face interne de la coque)	Le brunissement est homogène sur tout le lot mais très superficiel, la couleur rouge est toujours plus exprimée	Il y a une différence significative par rapport aux témoins	Pas de test	Pas de test
TEMOIN (fruits non ensachés)	Encore rouge	Il est plus important par rapport aux fruits étudiés. Mais la couleur rouge domine toujours pour le lot.		Bon goût, moins sucré.	

Observations du 14 décembre 1998 – J+11 (J+14)

	Etat de la coque des fruits			Etat de la pulpe des fruits	
	Couleur générale du lot	Importance du brunissement	Comparaison avec les témoins	Goût / Arrière goût	Comparaison avec le témoin
Bolloré (sans traitement préalable)	Rouge	Très peu, presque tous les fruits sont atteints mais seule une petite surface du fruit présente ce brunissement	Les lots étudiés sont globalement mieux conservés que les témoins	Bon goût, mais moins sucré,	Même goût

Bolloré XBTA 15 µ	Rouge	Très peu important soit quelques petites tâches ne dépassant 10 mm de diamètre sur les fruits tâchés	Les lots étudiés sont globalement mieux conservés que les témoins	Bon goût, mais moins sucré.	Même goût
Bolloré (avec traitement des fruits au Benlate)	Rouge-brun (se manifestant comme un dessèchement de la coque qui paraît superficiel, mais non un brunissement qui se manifeste à la face interne de la coque)	Le brunissement est homogène sur tout le lot mais très superficiel, la couleur rouge est toujours dominante	Il y a une différence significative par rapport aux témoins	Pas de test	Pas de test
TEMOIN (fruits non ensachés traités au Benlate)	Rouge	Brunissement homogène superficiel se manifestant comme un dessèchement		Pas de test	Pas de test
TEMOIN (fruits non ensachés)	Rouge	Il est plus important que pour les fruits ensachés. Mais la couleur rouge domine toujours pour le lot.		Bon goût, moins sucré.	

Observations du 21 décembre 1998 - J+21

	Etat de la coque des fruits			Etat de la pulpe des fruits	
	Couleur générale du lot	Importance du brunissement	Comparaison avec le témoin	Goût / Arrière goût	Comparaison avec le témoin
Bolloré (sans traitement préalable)	Rouge terne	Le brunissement devient de plus en plus important. Le brunissement varie pour les fruits d'un même lot. Il y a très peu de fruits dont la couleur rouge domine que l'on peut estimer à 30% des fruits	Toutefois meilleur que les témoins	bon goût, toutefois moins sucré et moins acide arrière goût fade	Pas de différence
Bolloré XBTA 15 µ	Rouge terne	idem	idem	Idem	Idem
Bolloré (avec traitement des fruits au Benlate)	La couleur rouge ne domine plus pour un même lot	Brunissement important qui devient la couleur générale du lot	Toutefois meilleur que les témoins	Pas de test	Pas de test

TEMOIN (avec traitement des fruits au Benlate)	La couleur rouge n'est plus dominante	Brunissement important qui devient la couleur générale du lot		Pas de test	Pas de test
TEMOIN (fruits non ensachés)	Brunissement uniforme, aucune tâche de brunissement	Brunissement important et homogène pour devenir la couleur générale du lot			

Observations du 28 décembre 1998 - J+28

	Etat de la coque des fruits			Etat de la pulpe des fruits	
	Couleur générale du lot	Importance du brunissement	Comparaison avec le témoin	Goût / Arrière goût	Comparaison avec le témoin
Bolloré (sans traitement préalable)	Brun	Presque total, seule une petite surface de la coque (tâches) est rouge soit 10% du fruit	Les témoins paraissent plus jolis que les fruits objets de l'étude	Bon goût Arrière goût fade	Meilleur que pour le témoin
Bolloré XBTA 15 µ	Brun	idem	Idem	Idem	Idem
Bolloré (avec traitement des fruits au Benlate)	Brun	Couvre presque totalement les fruits	Même que les témoins	Pas de test	Pas de test
TEMOIN (fruits non ensachés traités au Benlate)	Bruni à noirci	Très important Couvre le lot		Pas de test	Pas de test
TEMOIN (fruits non ensachés)	Brun	Très important Couvre le lot		Le goût du litchi est masqué par un arrière-goût fade.	

02/01/99 - J+33 (même observations que pour celles de 28/12/98)

Les fruits ne sont plus marchands

Mesure de l'évolution des paramètres suivants : brix, acidité, poids et nombre d'un sachet de fruits, diamètre et longueur des fruits

Essai avec le film Bolloré

Date	Jour	Brix	Acidité	Br./Ac.	Poids	Nbre	Pds/Nbre	Diam.	Long.	D/L
08/12/98	J+5	16,2	6,02	2,69	2022,3	128	15,80	30,51	35,71	0,85
14/12/98	J+11	16,1	5,74	2,80	1995,9	126	15,84	30,37	35,46	0,87
21/12/98	J+18	16,44	3,96	4,15	2003,9	127	15,77	30,65	35,96	0,85
28/12/98	J+25	15,8	6,20	2,55	1958,8	124	15,80	30,49	36,50	0,84
02/01/99	J+30	16,77	5,73	2,93						

Essai avec le film Bolloré (Témoin)

Date	Jour	Brix	Acidité	Br./Ac.	Poids	Nbre	Pds/Nbre	Diam.	Long.	D/L
08/12/98	J+5	17,55	5,10	3,44	A faire			30,00	34,42	0,87
14/12/98	J+11	17,67	4,9	3,61	1863,7	105	18,7			
21/12/98	J+18	18	5,98	3,01						
28/12/98	J+25	17,10	4,5	3,8						
02/01/99	J+30	16,13	4,03	4,00						

Essai avec le film XBTA 15 μ (témoin)

Date	Jour	Brix	Acidité	Br./Ac.	Poids	Nbre	Pds/Nbre	Diam.	Long.	D/L
------	------	------	---------	---------	-------	------	----------	-------	-------	-----

08/12/98	J+5	16	5,10	3,14	331,0	19	17,4	30,59	34,72	0,88
14/12/98	J+11	17,7	4,49	3,94	321,7	20	16,1	30,02	34,42	0,87
21/12/98	J+18	17,5	5,66	3,09	326,9	21	15,5	29,00	33,42	0,87
28/12/98	J+25	17	3,16	5,38	312	20	15,6	29,37	33,26	0,88
02/01/99	J+30	16,25	5,91	2,74	313,06	22	14,23	29,00	32,95	0,88

Essai avec le film XBTA 15 μ

Date	Jour	Brix	Acidité	Br./Ac.	Poids	Nbre	Pds/Nbre	Diam.	Long.	D/L
08/12/98	J+5	16,6	4,96	3,35	474	28	16,7	30,93	35,63	0,87
14/12/98	J+11	17,4	4,2	3,35	472,8	28	16,7	30,56	35,10	0,87
21/12/98	J+18	17,6	3,52	5,00	466,4	27	17,1	30,88	35,09	0,88
28/12/98	J+25	-	-	-	462,9	26	17,8	30,44	34,99	0,87
02/01/99	J+30	15,33	4,31	3,56	462,6	26	17,3	30,87	35,20	0,87

Essai avec le film Bolloré et les fruits traités au Benlate

Date	Jour	Brix	Acidité	Br./Ac.	Poids	Nbre	Pds/Nbre	Diam.	Long.	D/L
------	------	------	---------	---------	-------	------	----------	-------	-------	-----

08/12/98	J+5	A faire							
14/12/98	J+11								
21/12/98	J+18								
28/12/98									
02/01/99	J+25								
	J+30								

Résultats et interprétation

Conclusion

3.2.4.2. Essai de conservation des litchis frais par soufrage et traitement à l'acide citrique

Objectif

Le litchi après soufrage perd sa coloration rouge et devient jaune paille. Puis, la libération progressive du SO₂ fixé sur la coque conduit à une recoloration du litchi. Cependant, comme le SO₂ ne s'évacue pas complètement le litchi ne retrouve pas sa couleur initiale.

L'intérêt du consommateur étant guidé par la coloration du fruit, nous avons recherché une technique permettant de restituer la coloration rouge du litchi après soufrage.

L'effet de l'acide citrique sur le maintien de la coloration du litchi ayant été démontré lors d'études ultérieures, nous avons testé cet acide après soufrage des litchis.

Pour apprécier l'effet de cet acide et définir le mode opératoire optimal, nous avons étudié les paramètres suivants : la dose de SO₂, la température de traitement, la durée du trempage, le nombre de trempages à chaque traitement, et la concentration de la solution d'acide citrique.

Matériel et méthode

- 1) Les fruits réceptionnés ont été divisés en deux lots. Le premier lot a été soufré à la dose de 300g/tonne pendant 1 heure et le second lot à 500 g/tonne pendant 1 heure.
- 2) Après soufrage les fruits ont été trempés dans une solution d'acide citrique en respectant les conditions de traitement suivantes :

Fruits soufrés à 500g/T

	<i>Température</i>	<i>Dose d'acide citrique</i>	<i>Nombre de trempage</i>	<i>Durée de trempages</i>
1	40°C	90%	2	15 secondes
2	60°C	90%	1	10 secondes
3	60°C	90%	3	10 secondes
4	60°C	90%	3	10 secondes
5	78°C	90%	3	10 secondes
6	80°C	90%	3	10 secondes
7	80°C	90%	3	15 secondes
8	80°C	90%	2	20 secondes
9	80°C	90%	1	30 secondes
10	80°C	90%	5	60 secondes
11	82°C	90%	5	20 secondes
12	90°C	90%	3	10 secondes

Fruits soufrés à 300 g/T

	<i>Température</i>	<i>Dose d'acide citrique</i>	<i>Nombre de trempage</i>	<i>Durée de trempages</i>
1	65°C	50%	6	20 secondes
2	65°C	50	2	120 secondes
3	65°C	50	3	60 secondes
4	75°C	90	8	10 secondes
5	70°C	90	3	10 secondes
6	80°C	90	3	10 secondes
7	70°C	90	1	60 secondes
8	80°C	90	2	30 secondes
9	80°C	90	3	20 secondes
10	80°C	90	3	60 secondes

- 3) Après égouttage, les fruits sont tout de suite mis au froid à 2°C.
- 4) Le programme des prélèvements est présenté ci-dessous. Les observations portent sur la couleur et la consistance des fruits, le goût et généralement concernant l'évolution de l'état général des fruits.

En outre, des analyses de résidus de soufre dans la coque et dans la pulpe doivent être effectuées à chaque prélèvement, de même que les mesures d'acidité et de brix.

Calendrier des prélèvements

<i>Date</i>	<i>Jour</i>	<i>Identification</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>
16/12/98	J+11	Nombre de lots prélevés à chaque prélèvement :	24
23/12/98	J+18	12 lots à 500g/T +10 lots à 300g/T +2 témoins (500 et 300 g/T)	24
28/12/98	J+23		24
02/01/99	J+28		24

3.2.4.3. Essais de conservation du litchi en utilisant des générateurs de SO₂

Objectif de l'essai

Tout en utilisant le soufre comme agent conservateur, l'objectif de l'essai est de simplifier la méthode de soufrage tout en évitant les excès de résidus de SO₂ dans les fruits.

Le principe de conservation appliquée aux raisins a été retenu. Celui-ci consiste à utiliser des plaques contenant du métabisulfite pour protéger les raisins contre les attaques de Botrytis.

Les raisins, préalablement traités par fumigation au SO₂, sont conditionnés dans les sachets plastiques. Puis, pour renforcer et prolonger l'effet du traitement, des plaques sont ensuite placées à l'intérieur sur les fruits.

Ces plaques, dénommées "UVA", sont composées de 2 couches de papier épais, dont l'une en papier kraft est imprégnée de métabisulfite et l'autre est composée de pochettes plates accolées contenant du métabisulfite sous forme cristalline. Chaque plaque comprend 20 pochettes contenant chacune en moyenne 0,35 gramme de métabisulfite.

Le métabisulfite contenu dans les plaques libère du SO₂ par réaction avec l'eau dégagée par la transpiration des fruits ensachés dans des sacs en polyéthylène standard.

Dans un premier temps une libération rapide est obtenue à partir du métabisulfite contenu dans le papier kraft. Puis, une libération progressive se produit à partir du métabisulfite contenu dans les pochettes.

Appliquée aux raisins cette technique permet de conserver le fruit pendant plusieurs semaines, sans dépasser les 10mg/kg de résidu de SO₂ dans le fruit, donc dans les normes actuellement exigées pour le litchi.

L'essai a consisté dans un premier temps à tester sur le litchi les plaques UVA adaptées aux raisins.

Bien que le raisin et le litchi soient non climactériques, leur physiologie post récolte diffère certainement fortement ce qui a conduit à la mise en place de plusieurs essais en faisant varier la dose de soufrage et le nombre de plaques dans les cartons.

Matériel et méthode

Les traitements suivants ont été retenus :

<i>Lot n°</i>	<i>Soufrage appliqué pour le prétraitement des fruits</i>	<i>Nombre de plaques dans les cartons</i>
1	400 g/T – 1 heure	2
2	400 g/T – 1 heure	1
3	400 g/T – 1 heure	0 (Témoin)
4	600 g/T – 1 heure	2
5	600 g/T – 1 heure	1
6	600 g/T – 1 heure	0 (Témoin)
7	Sans soufrage	2
8	Sans soufrage	1

Les fruits ont été récoltés tôt le matin dans un verger situé à 10 km de Tamatave.

Le traitement des fruits a été réalisé dans un caisson expérimental ventilé d'une capacité de 100 kg spécialement fabriqué pour ce type d'opération.

Après soufrage, les fruits sont introduits dans les films plastiques préalablement placés dans des cartons de 4 kg standard. Après pesée des cartons (4kg/carton) les plaques sont disposées sur les fruits en plaçant la face non imprimée à leur contact. Avec une plaque par sachet, celle-ci est placée en haut du sachet. Avec 2 plaques, l'une sera placée au fond et l'autre en haut du sachet.

La fermeture du sachet se fait par rabattage des bords à l'intérieur du carton sans ligature.

Les fruits ainsi conditionnés sont immédiatement placés en chambre froide à 2°C.

A chaque date d'observations les échantillons sont prélevés avec un nombre de répétitions égal à trois pour chaque lot prélevé.

Calendrier des prélèvements

La mise au froid pour les différents traitements est la suivante :

Pour les fruits traités à 400g/tonne durant 60 minutes : 27/11/98

Pour les fruits traités à 600g/tonne durant 60 minutes : 28/12/98

Pour les fruits non traités au SO₂ : 28/12/98

Le programme de prélèvement retenu est le suivant :

<i>Date</i>	<i>Jour</i>	<i>Identification</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>
01/12/98	J+5	Lot n° 1-2-3 (prélèvement de 3 Lots avec 3 répétitions chacun)	9
06/12/98	J+10		9
16/12/98	J+20		9
28/12/98	J+32		9
31/12/98	J+35		9
14/01/99	J+49		9
24/01/99	J+59		9
02/12/98	J+5	Lot n° 3-4-5-6-(7-8)	9
07/12/98	J+10		9
17/12/98	J+20		9
29/12/98	J+32		9
31/12/98	J+34		9
15/01/99	J+49		9
25/01/99	J+59		9

3.2.4.4. Tests de conservation du litchi frais par traitement à l'acide citrique sous film de polyéthylène

Objectif

Cet essai a été initié à la suite de celui décrit au chapitre **3.2.4.1.** dans le cadre de la recherche d'une méthode de conservation alternative à celle du soufrage.

Les premiers tests de conservation de litchis frais avec les films spécifiques reçus n'ont pas été jugés concluants puisque après 15 jours de mise au froid les fruits n'étaient plus commercialisables (brunissement important de la coque).

Le brunissement enzymatique a été ralenti mais pas supprimé.

Par conséquent, nous avons essayé de prétraiter les litchis à l'acide citrique (acide ayant un effet sur le maintien de la coloration) avant de les ensacher dans le film spécifique de type BOLLORE.

Matériel et méthode

Les étapes de l'opération sont les suivantes :

Préparation d'une solution d'acide citrique à 50% soit 15 kg d'acide (cristaux) dans 30 litres d'eau. La solution est portée à une température de 80°C.

Trempeage des fruits dans l'acide dans une plage de température comprise entre 70 et 80°C. Deux types de traitement ont été retenus :

Traitement A : 1 trempeage de 30 secondes des fruits dans l'acide citrique.

Traitement B : 3 trempages de 10 secondes des fruits dans l'acide citrique.

Les fruits après trempeage sont égouttés puis prérefrigérés à 2°C pendant 24 heures.

Mise en sachets des fruits en utilisant le film BOLLORE. La quantité de fruits par sachet est fixée à 1 kg.

Calendrier des prélèvements

Les observations portent sur la couleur et la consistance des fruits, le brunissement de la coque, la couleur de la pulpe, le goût, et l'apparition éventuelle de moisissures.

Le traitement et la mise au froid des fruits ont été réalisés le 20 décembre 1998.

L'ensachage des fruits a été effectué le 22 décembre 1998.

Le programme de prélèvement des échantillons est le suivant :

<i>Date</i>	<i>Jour</i>	<i>Identification</i>	<i>Nombre d'échantillon</i>
22/12/98	J	Traitement A :	8
28/12/98	J+6	3 échantillons A + 1 témoin	8
31/12/98	J+9	Traitement B :	8
06/01/99	J+15	3 échantillons B + 1 témoin	8
12/01/99	J+20		8
22/01/99	J+30		8

3.2.4.5. Etude de l'influence de l'état physiologique des litchis sur l'absorption du SO₂

La campagne de collecte des litchis dure environ 15 jours, par conséquent l'état de maturité des fruits traités varie au cours du temps et il arrive fréquemment qu'en fin de campagne des fruits trop mûrs soient traités.

On constate qu'en fin de campagne la coloration des fruits après soufrage n'est plus uniformément jaune et que certains d'entre eux paraissent roses après soufrage. Face à ce constat, les opérateurs réagissent le plus souvent en augmentant la quantité de soufre et la durée du soufrage dans l'espoir de retrouver la coloration jaune tant recherchée. Ceci conduit à l'exportation de fruits possédant une teneur en SO₂ dans la pulpe particulièrement élevée voir dangereuse.

Par conséquent, nous avons essayé d'étudier l'influence de l'état de maturité des fruits sur l'efficacité du soufrage.

Cet essai doit permettre également d'apporter des informations sur la cinétique de départ du SO₂ de la coque et de la pulpe des fruits en fonction de la maturité des fruits, de la dose de soufre utilisée et de la durée du soufrage.

Matériel et méthode

Trois catégories de fruits ont été sélectionnées dans un verger à proximité de Tamatave. Pour limiter les effets variétaux et travailler sur des lots homogènes, les fruits ont été prélevés sur les mêmes arbres à intervalles de temps réguliers.

Tous les 4 jours les fruits sont récoltés : J0 fruits immatures, J + 4 jours fruits mûrs et J + 8 jours fruits sur mûrs.

- *Fruits immatures* : Coque plus ou moins verte. La peau interne est encore plus moins adhérente à la coque. Fruit à goût acide.
- *Bonne maturité* : Couleur rouge uniforme de la coque. La peau interne n'adhère pas à la pulpe, elle est plaquée contre la coque et elle est de couleur rose à rouge violacé moyen sur environ ¼ de sa surface. A la dégustation le fruit est d'un goût «typique» de litchi caractérisé par une légère acidité.
- *Sur mûr* : La coque est rouge foncé, avec tendance au noircissement autour du pédoncule. La peau interne de la coque n'adhère pas à la pulpe, elle est plaquée contre la coque ; elle est de couleur rouge violacée intense sur une forte proportion de la surface. A la dégustation le fruit manque d'acidité, il est très sucré à goût plat.

Après récolte les 3 types de fruits sont placés dans les caissettes de soufrage du caisson expérimental et traités en respectant le programme de traitement suivant :

- 3 doses de soufre sont comparées : 250, 400 et 600 g/tonne,
- 2 durées de traitement : 30 et 60 minutes,

18 traitements ont donc été réalisés.

Après traitement, les fruits sont placés dans des cartons de 5 kg et placés immédiatement dans la chambre froide à la température de 2°C.

Des mesures de résidus en SO₂ ont été réalisées 6, 12, 24, 48, 72, 336 et 672 heures après le soufrage.

Les analyses portent sur la teneur en soufre dans la coque et la pulpe.

*

*

*

- ANNEXES -