

# Amélioration du conditionnement et de la conservation du litchi à l'île de la Réunion

F NORMAND  
J BOUFFIN  
CIRAD-FLHOR  
BP 180  
97455 Saint-Pierre cedex  
La Réunion

Reçu : mars 1994  
Accepté : juin 1995

## Amélioration du conditionnement et de la conservation du litchi à l'île de la Réunion.

### RÉSUMÉ

L'un des principaux problèmes lié à l'exportation du litchi est le dessèchement et le brunissement de sa coque après récolte. Des développements fongiques apparaissent alors, rendant le fruit impropre à toute commercialisation. Par ailleurs, pour remédier à un coût de main-d'œuvre élevé, il apparaît nécessaire de rationaliser le conditionnement et d'améliorer la qualité commerciale du fruit récolté. La synthèse présentée permet d'inventorier les travaux entrepris à l'île de la Réunion pour étudier ces problèmes. Ils portent en particulier sur l'amélioration de la chaîne de conditionnement du litchi, sur divers aspects du traitement des fruits après récolte au dioxyde de soufre, sur l'étude de différents paramètres permettant d'améliorer la durée de conservation du litchi et sur les techniques de recoloration des fruits après traitement.

### MOTS CLÉS

*Litchi sinensis*, conditionnement, technologie après récolte, soufre, stockage, matériel de conditionnement, maturité, qualité, trempage.

## Litchi processing and storage breeding in Réunion.

### ABSTRACT

Postharvest shell wilt and browning is one of the main problems involved in litchi export. Fungi can then develop on the shell and make it very difficult to market the product. It would be important to develop rational packaging procedures and improve the market quality of harvested fruit in order to reduce high labour costs. The present summary lists studies that have already been undertaken in Réunion to investigate these problems. They specifically focus on: improving litchi packaging procedures; various aspects concerning postharvest sulphur dioxide treatment of litchis; analysis of different parameters that could extend litchi shelflife; and post-treatment fruit colouring techniques.

### KEYWORDS

*Litchi sinensis*, packaging, postharvest technology, sulphur, storage, packaging equipment, maturity, quality, soaking.

## Mejoramiento del acondicionamiento y de la conservación del litchi en la Reunión.

### RESUMEN

Uno de los principales problemas ligado con la exportación del litchi es el agostamiento y el ennegrecimiento de su cáscara después de la cosecha. Unos desarrollos fúngicos aparecen entonces, volviendo la fruta impropia a toda comercialización. Por otra parte, para remediar a un costo de mano de obra elevado, parece necesario racionalizar el acondicionamiento y mejorar la calidad comercial de la fruta cosechada. La síntesis presentada permite inventariar los trabajos emprendidos en la isla de la Reunión para estudiar estos problemas. Estos trabajos tienen particularmente por objeto el mejoramiento de la cadena de acondicionamiento del litchi, los varios aspectos del tratamiento de las frutas después de la cosecha con dióxido de azufre, el estudio de diferentes parámetros permitiendo mejorar la duración de conservación del litchi y las técnicas de nueva coloración de las frutas después del tratamiento.

### PALABRAS CLAVES

*Litchi sinensis*, empaquetado, tecnología postcosecha, azufre, almacenamiento, maquinaria de embalaje, madurez, calidad, remojo.

## ● introduction

Le litchi (*Litchi chinensis* Sonn) est le fruit tropical le plus cultivé à l'île de la Réunion. Il est très apprécié des Réunionnais qui le consomment frais. Une partie de la récolte est exportée vers la France et l'Europe.

Le litchi est non climactérique. Sa coque présente à maturité une belle coloration rouge, mais à température ambiante, elle se dessèche et brunit en 2 à 3 jours, sans que la qualité gustative de l'arille n'en soit pour autant affectée. Ensuite, des développements fongiques apparaissent, rendant le fruit impropre à toute commercialisation.

Les phénomènes impliqués dans le brunissement de la coque du litchi après la récolte ne sont pas connus précisément. Des hypothèses ont été émises par analogie avec les réactions observées sur le brunissement d'autres produits agroalimentaires, et à partir des quelques expérimentations qui ont été menées sur le litchi en Australie, en Israël, en Afrique du Sud et en Chine.

Les pertes en eau du péricarpe seraient le principal facteur responsable du brunissement (BAGSHAW *et al*, 1991). Celui-ci débiterait dès que les pertes en eau de la coque atteignent 20% et serait complet à partir de 60 à 70%. Les réactions induites par ce dessèchement seraient une plasmolyse cellulaire et une libération de polyphénol oxydase (PPO) et de peroxydase (UNDERHILL, 1990). Ces zones de nécrose sont également le siège d'une importante oxydation enzymatique de l'acide ascorbique (JOUBERT et VAN LELYVELD, 1975). Les anthocyanes, par réaction avec la PPO en présence d'oxygène, donnent des sous-produits bruns de type mélanine. Ce schéma général peut être affecté par les conditions de stabilité des anthocyanes et par des facteurs intervenant sur l'activité de la PPO : température, blessure, présence d'éthylène (UNDERHILL *et al*, 1992 b).

Le problème du brunissement est important pour la commercialisation du litchi, en particulier pour l'exportation où le délai entre la récolte et la consommation dépasse souvent 5 à 7 jours. D'autre part, afin de pallier un coût de main-d'œuvre élevé, il est impératif de rationaliser le conditionnement, d'améliorer la qualité commerciale du fruit récolté, et de proposer un produit d'exportation qui se démarque de celui des pays concurr-

ents que sont Madagascar, l'île Maurice et l'Afrique du Sud.

L'objectif du programme engagé depuis 1985 par le Département des productions fruitières et horticoles du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-FLHOR, anciennement IRFA) à l'île de la Réunion est de répondre à ces préoccupations. Ce document présente une synthèse des principaux résultats acquis et donne quelques axes de travaux intéressants à poursuivre.

## ● amélioration de la chaîne de conditionnement du litchi

Le litchi, récolté en grappe, est vendu tel quel sur le marché local. Pour l'exportation, il est demandé des fruits individuels, ce qui nécessite un important travail d'égrenage, réalisé manuellement avant le conditionnement. Afin d'optimiser cette opération, la Société d'économie mixte d'exportation de produits agricoles (SEMEX) a importé une égreneuse-calibreuse de litchis d'origine australienne. Le CIRAD-FLHOR, en collaboration avec le Département des systèmes agraires et ruraux du CIRAD (CIRAD-SAR), a adapté cette machine aux conditions réunionnaises (BOUFFIN et DANFLOUS, 1991).

Des tests ont été faits sur le sens d'introduction des grappes dans l'égreneuse, la qualité des grappes à introduire (prétaillées ou non), et le calibrage des fruits.

Une analyse de la dimension des litchis récoltés à l'île de la Réunion a permis de définir trois calibres :

- calibre 1 : fruits de diamètre inférieur à 30 mm ;
- calibre 2 : fruits dont le diamètre est compris entre 31 et 34 mm ;
- calibre 3 : fruits de diamètre supérieur à 35 mm.

Dans les conditions réunionnaises, avec la variété Kwai-Mi, le calibre 2 représente environ deux tiers des fruits récoltés.

En conservation, les fruits égrenés mécaniquement évoluent de la même façon que des fruits égrenés à la main.

Le rendement global de la machine est supérieur à celui obtenu par égrenage manuel.

Parallèlement à l'étude de la chaîne de conditionnement, des traitements ont été testés pour améliorer la conservation du litchi en évitant le brunissement. Le plus efficace d'entre eux est le traitement au dioxyde de soufre.

## ● traitement au dioxyde de soufre

### généralités

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est connu pour être un inhibiteur de la polyphénol oxydase. Il peut également se combiner avec les pigments anthocyaniques (TIMBERLAKE et BRIDLE, 1968) pour donner un complexe qui augmente la stabilité du pigment (MARKAKIS, 1982). Le traitement du litchi au SO<sub>2</sub> entraîne une décoloration en jaune de la coque du fruit en raison de la fixation partielle des atomes de soufre sur les hétérocycles des phénols.

De plus, ZAUBERMAN *et al* (1991) ont observé que le soufrage entraîne une baisse du pH du péricarpe du fruit, phénomène contribuant à éviter la transformation réversible de l'anthocyanine en une base carbinole incolore lorsque le pH augmente.

Une autorisation de traitement au soufre du litchi après récolte a été accordée entre 1987 et 1989 avec un seuil de résidus toléré dans la pulpe au moment de la commercialisation de 20 ppm. Depuis 1990, ce seuil a été fixé à 10 ppm.

### mise au point de la technique

Les premiers essais de traitement au SO<sub>2</sub> ont été réalisés avec des sachets de métabisulfite de potassium utilisés pour la conservation du raisin (RENAUD, 1987). Le principal inconvénient de l'utilisation de ce matériel est l'hétérogénéité de la décoloration des fruits.

Parallèlement, la fumigation au SO<sub>2</sub> a été mise au point, inspirée de la technique utilisée en Afrique du Sud.

Les premiers essais ont été conduits sous bâche. Des caisses de récoltes ajourées remplies de litchis ont été disposées en cercle autour d'un brasero, puis le soufre a été jeté sur les braises incandescentes et le tout a été recouvert d'une bâche plastifiée. Il a ainsi été possible de traiter 200 à 300 kg de fruits à la fois. Avec cette méthode, une

dose de soufre à brûler et un temps de confinement des fruits avec le gaz ont été définis ; ils permettent de respecter la législation en matière de résidus : 625 g de soufre fleur à brûler par tonne de fruits, et un séjour de 20 min des fruits au contact du SO<sub>2</sub> dégagé donnent le meilleur compromis entre la qualité du soufrage et le taux de résidus en SO<sub>2</sub> (VELAIN, 1988 a). La décoloration des fruits est homogène et la recoloration en rouge est progressive mais plus ou moins hétérogène.

La technique a ensuite été adaptée à des unités de soufrage pour l'exportation.

### unités de soufrage pour l'exportation

La technique précédente permet de traiter 200 à 300 kg de fruits par fumigation au SO<sub>2</sub>. Pour l'exportation, il faut pouvoir appliquer ce traitement sur de plus grosses quantités de fruits. Pour cela, la solution retenue a été l'aménagement de conteneurs de transport maritime de 32 m<sup>3</sup>. La mise au point de la technique a eu lieu chez trois exportateurs, en collaboration avec la SEMEX (NORMAND, 1989a). Différents paramètres ont été étudiés : l'agencement des éléments d'aménagement du conteneur, la nature du brûleur de soufre, la répartition des caisses de fruits, le matériau des caisses, le déroulement du soufrage, les taux de résidus en SO<sub>2</sub> dans la pulpe.

Les résultats ont permis de définir un aménagement du conteneur permettant une fumigation de bonne qualité (fig 1) :

- une étanchéité totale est indispensable ;
- l'intérieur du conteneur doit être peint pour éviter une oxydation très rapide des parties métalliques ;
- un système de double ventilation est installé : un ventilateur puissant, placé à l'opposé des portes, permet à la fin du soufrage de chasser le SO<sub>2</sub> à l'extérieur ; un ou deux petits ventilateurs sont situés dans l'angle entre la paroi et le plafond du container et dirigés à 45° vers le bas ; ils permettent un brassage de l'atmosphère interne durant la fumigation, sans apport d'air extérieur, et évitent ainsi un gradient vertical de décoloration et de teneur en résidus de SO<sub>2</sub> dans la pulpe, le SO<sub>2</sub> chaud ayant tendance à stagner dans le haut du caisson ;
- le brûleur placé à l'intérieur du conteneur doit être plat et large ; le soufre n'est plus jeté sur des

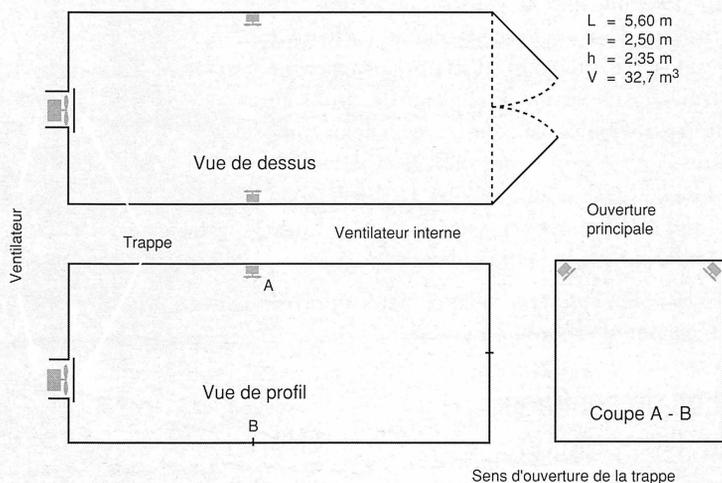


Figure 1  
Schéma type  
d'aménagement d'un  
container pour la fumigation  
du litchi (échelle 1/50).

braises, mais il brûle par lui-même ; si la quantité de soufre à brûler est importante, deux brûleurs sont nécessaires ;

– les fruits sont rangés dans des caisses de récolte en plastique très ajourées ; les caisses sont disposées de façon à laisser une allée d'environ 50 cm de large au milieu du container, et à assurer une bonne circulation du gaz entre elles (photo 1).

Plus de 4 tonnes de litchis ont pu ainsi être traitées à la fois en container. La dose de soufre

n'est pas modifiée, mais le temps de contact entre les fruits et le gaz passe à 30 minutes pour avoir un traitement de bonne qualité.

Les résultats obtenus ont été très encourageants et les importateurs ont été satisfaits des litchis traités à l'anhydride sulfureux. Durant la première campagne de soufrage, 90 tonnes de fruits ont été traitées. Cette technique est maintenant vulgarisée.

En complément à la mise au point de la fumigation au  $SO_2$ , des essais ont été menés sur la conservation de longue durée du fruit.

## ● amélioration de la durée de conservation du litchi

Améliorer la durée de vie commerciale du litchi permettrait de proposer à l'exportation des litchis plus compétitifs grâce à la possibilité d'un transport maritime et de stocker certaines quantités de litchi, en particulier pour la grande distribution. Différents paramètres peuvent influencer la durée de conservation du fruit.

## influence de la température de stockage

Comme les autres fruits, le litchi évolue en fonction de la température de stockage. D'une façon générale, sa durée de conservation diminue avec



Photo 1  
Intérieur d'un container après  
traitement au soufre. La trappe et  
le ventilateur principal sont  
visibles dans le fond.

l'augmentation de la température. Les températures testées ont varié de 0 à 25°C.

Les différents essais ont montré que :

- les basses températures ralentissent les phénomènes de dégradation des fruits, en particulier l'oxydation des pigments anthocyaniques (VELAIN, 1988 b ; HUAT, 1990 ; NORMAND et BOUFFIN, 1992) ;
- les basses températures ralentissent également la recoloration en rouge des litchis traités à l'anhydride sulfureux (NORMAND, 1989 b ; HUAT, 1990) ;
- les basses températures limitent de plus les développements fongiques sur les fruits, en particulier sur ceux conservés en barquette.

### influence du traitement précédant la conservation

De nombreux traitements ont été testés pour tenter d'améliorer la durée de conservation du litchi : hydrocooling, trempage dans une solution de bénomyl à 52°C, traitement à l'anhydride sulfureux. Ce dernier traitement est celui qui a été le plus étudié et qui a débouché sur des applications pratiques.

D'une façon générale, le traitement du litchi par fumigation à l'anhydride sulfureux améliore la durée de conservation du fruit, quelle que soit la température.

Les avantages qu'il apporte par rapport au fruit frais sont :

- le blocage des dégradations enzymatiques des pigments du péricarpe ;
- le maintien de la souplesse de la coque ;
- la limitation des développements fongiques.

Les inconvénients de la fumigation au SO<sub>2</sub> sont les suivants :

- la décoloration en jaune de la coque qui perd ainsi sa couleur rouge originale ; le fruit se recoloré sous l'action de divers facteurs (lumière, aération, température), mais ne retrouve jamais sa couleur initiale ; il devient rose-orangé avec une teinte ocre ;
- la réglementation sur la teneur en résidus de SO<sub>2</sub> dans la pulpe du fruit ;
- le changement de la saveur et de l'arôme du fruit.

En conservation, aucune différence significative n'a été observée dans l'évolution de l'extrait sec soluble, de l'acidité ou des pertes en eau entre des fruits traités au SO<sub>2</sub> et des fruits non traités

(HUAT, 1990 ; NORMAND et BOUFFIN, 1992). HUAT a seulement noté une baisse de l'extrait sec soluble plus importante pour des fruits non traités que pour des fruits traités.

La qualité gustative évolue de la même façon pour des fruits traités au soufre et pour des fruits non traités. Mais la durée de vie commerciale de ce dernier type de fruit est diminuée par son aspect visuel (coloration brune à noire) et son état sanitaire (moisissures).

### influence de l'emballage

Deux types d'emballage ont été testés (RENAUD, 1987 ; NORMAND et BOUFFIN, 1992) : la barquette plastique filmée de 200 ou 500 g envisagée pour la grande distribution, et le carton vrac de 4 ou 5 kg qui est le conditionnement classiquement utilisé par les exportateurs localement ou en Europe. Ces deux emballages correspondent à deux situations opposées pour les échanges gazeux entre les fruits et l'extérieur. Les deux gaz importants pour le litchi sont la vapeur d'eau et le SO<sub>2</sub> pour les fruits soufrés.

Les pertes en eau, importantes dans le conditionnement en carton, entraînent une évolution rapide des fruits : dessèchement de la coque et brunissement des fruits non traités (VELAIN, 1988a ; NORMAND et BOUFFIN, 1992). Ainsi, la durée d'acceptabilité des fruits, qui inclut des critères gustatifs et de coloration, est limitée.

La bonne aération du carton permet une diffusion aisée du SO<sub>2</sub> vers l'extérieur dans le cas de litchis soufrés. La teneur en résidus dans la pulpe, importante juste après le soufrage, diminue ainsi rapidement (fig 2) et passe en dessous des seuils tolérés (NORMAND, 1989 a ; NORMAND et BOUFFIN, 1992). Ce phénomène a pour conséquence la recoloration plus rapide des fruits traités au soufre et conditionnés en carton par rapport à ceux conditionnés en barquette filmée.

La barquette plastique filmée représente un milieu confiné où les échanges gazeux entre l'intérieur et l'extérieur dépendent de la perméabilité du film. Avec les films peu perméables utilisés dans la plupart des essais, il est observé une saturation en eau de l'atmosphère interne de la barquette qui se traduit par l'apparition de gouttelettes sur le film (VELAIN, 1988 a ; NORMAND, 1989b ; HUAT, 1990).

Pour des fruits non traités, cela favorise un maintien prolongé de la couleur initiale rouge, en particulier à basse température. Mais l'atmosphère saturée en eau entraîne l'apparition de moisissures sur des fruits non traités au soufre plus rapidement qu'en carton.

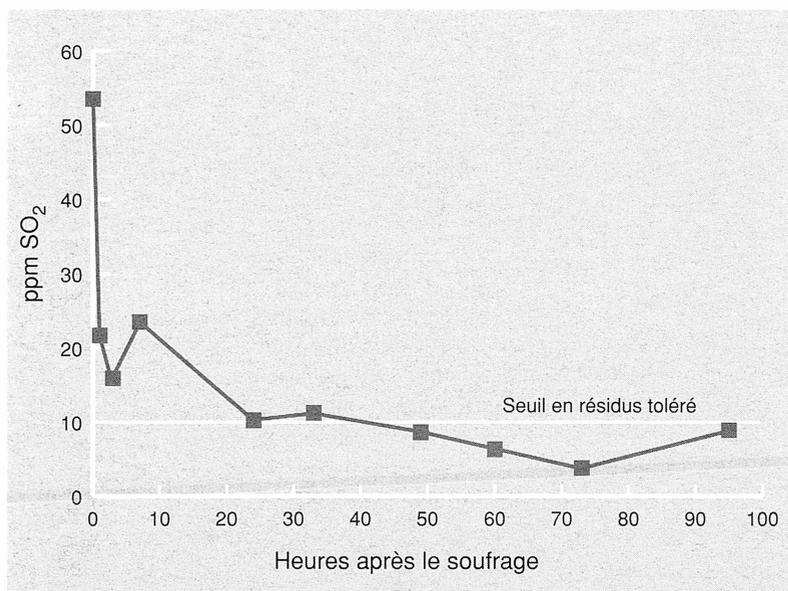
Avec des litchis traités à l'anhydride sulfureux, l'atmosphère interne de la barquette se charge en soufre durant la conservation. Une odeur de soufre se dégage de ce conditionnement à l'ouverture. Le principal réservoir de SO<sub>2</sub> est la coque du fruit où des teneurs très importantes ont été notées. Cela entraîne en général une augmentation des résidus en SO<sub>2</sub> dans la pulpe, qui dépassent alors largement les seuils tolérés (NORMAND, 1989b ; HUAT, 1990 ; NORMAND et BOUFFIN, 1992).

Avec un film perforé, HUAT (1990) a constaté une chute de la teneur en résidus de SO<sub>2</sub> dans la pulpe en quelques jours. Elle est devenue nulle au bout de 3 semaines de conservation à 1°C.

### influence de la maturité des fruits

Dans tous les essais, la bonne qualité des fruits a été recherchée pour une conservation optimale. Il est évident que des fruits blessés, tâchés ou trop mûrs se dégradent plus rapidement que les autres pour certains aspects : goût, coloration, état sanitaire.

Figure 2  
Évolution de la teneur en SO<sub>2</sub> dans la pulpe de litchis conservés après soufrage en carton et à température ambiante.



Un essai de conservation en barquette filmée de fruits récoltés à différents stades de maturité, puis traités au SO<sub>2</sub>, a donné les résultats suivants (NORMAND, 1989 b) :

- quelle que soit la maturité des fruits à la récolte, l'extrait sec soluble et l'acidité totale du jus baissent durant la conservation, et ce d'autant plus que leurs valeurs sont importantes à la récolte ;
- les fruits traités au SO<sub>2</sub> restent jaunes durant 4 à 7 semaines à 1°C ; ils se recolorent ensuite après une semaine à 25°C ; la recoloration est d'autant plus rose que le fruit est plus mûr et plus rouge à la récolte ; les fruits récoltés avant maturité, de couleur initiale rose, se recolorent en brun-orangé ;
- la qualité gustative en conservation à 1°C suit la même évolution que celle de fruits frais, mais de façon plus lente ; après passage à 25°C, le goût se dégrade rapidement et seuls les fruits récoltés à bonne maturité sont mangeables après une semaine à 25°C ;
- l'état sanitaire des fruits, traités ou non au SO<sub>2</sub> reste très satisfaisant à 1°C ; il se dégrade rapidement après passage des fruits à 25°C, avec des développements fongiques et des fermentations ; cependant, les fruits récoltés à bonne maturité se comportent bien, avec 6,6% de fruits abîmés après 2 semaines de conservation à 25°C, contre 56,8 % pour des fruits récoltés trop mûrs (fig 3) ;
- les résidus en SO<sub>2</sub> dans la pulpe de fruits récoltés à différents stades de maturité sont identiques après le soufrage ; ensuite, la teneur en résidus dans la pulpe augmente lorsque l'acidité du jus est inférieure à 6 meq/100 ml, et elle reste constante pour une acidité supérieure à cette valeur. Pour des fruits bien mûrs, peu acides, l'augmentation de la teneur en résidus apparaît dans les premiers jours de la conservation (fig 4).

### synthèse de l'effet des différents paramètres sur la conservation du litchi

Ces résultats montrent certaines tendances :

- des températures de 1 à 4°C permettent de longues conservations ;
- les fruits évoluent très rapidement à température ambiante après conservation au froid ;
- les fruits évoluent plus rapidement en carton qu'en barquette filmée.

Ces données permettent de faire des recommandations en fonction de la commercialisation choi-

sie. L'objectif est de proposer au consommateur un fruit de bonne qualité, le plus coloré possible, et ne dépassant pas les normes tolérées en matière de résidus de traitement.

Pour l'exportation par avion, le litchi traité au SO<sub>2</sub> et conditionné en carton de 4 à 6 kg donne de bons résultats. N'ayant pas de contrôle de la température, il se recolora rapidement en rose-orangé, et les teneurs en SO<sub>2</sub> dans la pulpe baissent rapidement.

Le conditionnement du fruit frais en barquette plastique filmée n'est pas encore très développé. Il permettrait pourtant de démarquer le produit par rapport au vrac, et de présenter des fruits non traités. Avec une bonne qualité des fruits à la récolte, objectif essentiel, ce conditionnement est très satisfaisant et pourrait être utilisé en grandes surfaces, aussi bien dans les pays importateurs qu'à l'île de la Réunion.

L'exportation de litchis par bateau au départ de l'île de la Réunion est inexistante. Pourtant, de bons résultats sont obtenus en conservation au froid. Les litchis traités au SO<sub>2</sub> sont adaptés au transport maritime réfrigéré, conditionnés en carton vrac ou en barquette filmée avec un film semi-perméable. L'inconvénient est l'évolution rapide des fruits après passage à température ambiante.

## ● recoloration des fruits

### généralités

Le traitement des litchis au SO<sub>2</sub> entraîne une décoloration de la coque en jaune. La recoloration n'est pas immédiate, dépend de plusieurs facteurs, et ne permet pas de retrouver la belle couleur rouge de litchi à la récolte. La technique utilisée pour recolorer la coque du fruit après fumigation est le trempage dans une solution acide. Des bains d'acide chlorhydrique dilué à 4%, de pH 0,5 (ZAUERMAN *et al.*, 1991), ou molaire (UNDERHILL *et al.*, 1992 a) permettent de redonner rapidement et durablement au litchi sa couleur rouge initiale. Le trempage dans l'acide entraîne une baisse significative du pH dans la coque (ZAUERMAN *et al.*, 1991 ; UNDERHILL *et al.*, 1992 a). Cette acidification agirait à différents niveaux de la recoloration (UNDERHILL *et al.*, 1992 a) : elle modifierait la structure des pigments, inhibant

ainsi de façon indirecte la dégradation enzymatique, elle diminuerait l'activité de la PPO dont le pH optimum est de 6,5 ; elle augmenterait la stabilité des anthocyanes. L'application d'HCl entraîne une dissociation rapide du complexe formé entre l'anthocyane et le SO<sub>2</sub>, libérant le SO<sub>2</sub> et inversant ainsi le phénomène de décoloration (MARKAKIS, 1982).

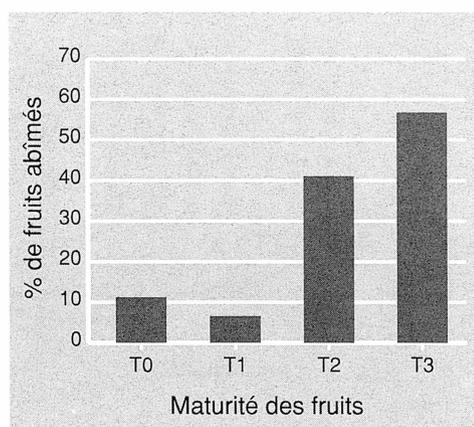


Figure 3  
Pourcentage de fruits abîmés après 2 semaines de conservation en barquette filmée à 25°C faisant suite à une conservation à 1°C. T0 : fruits récoltés avant maturité ; conservés 7 semaines à 1°C ; T1 : fruits récoltés à maturité ; conservés 6 semaines à 1°C ; T2 : fruits récoltés trop mûrs ; conservés 5 semaines à 1°C ; T3 : fruits récoltés très mûrs ; conservés 4 semaines à 1°C.

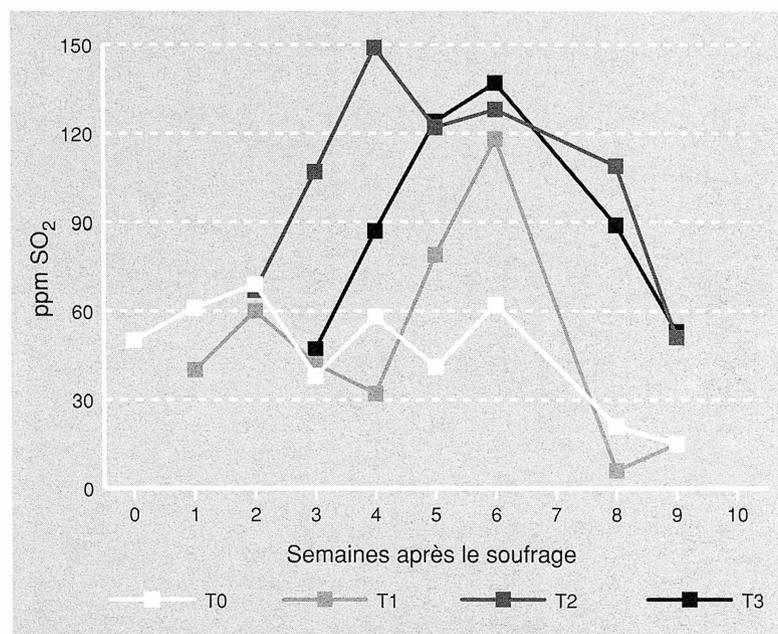


Figure 4  
Évolution de la teneur en SO<sub>2</sub> dans la pulpe de litchis récoltés à différentes maturités et conservés en barquette filmée à 1°C jusqu'à la 7<sup>e</sup> semaine après le soufrage, puis à 25°C. T0 : fruits récoltés avant maturité, conservés 7 semaines à 1°C ; T1 : fruits récoltés à maturité, conservés 6 semaines à 1°C ; T2 : fruits récoltés trop mûrs, conservés 5 semaines à 1°C ; T3 : fruits récoltés très mûrs, conservés 4 semaines à 1°C.

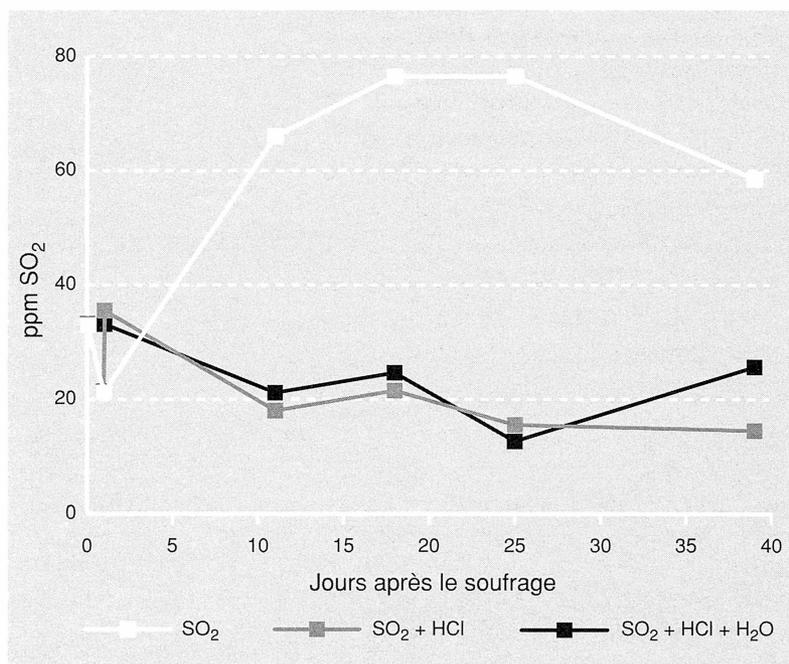


Figure 5  
Évolution de la teneur en SO<sub>2</sub> dans la pulpe de litchis ayant subi différents traitements et conservés en barquette filmée à 4 °C.  
SO<sub>2</sub> : fruits fumigués au soufre ; SO<sub>2</sub> + HCl : SO<sub>2</sub> puis 24 h de trempage dans HCl ;  
SO<sub>2</sub> + HCl + H<sub>2</sub>O : SO<sub>2</sub> + HCl suivi d'un rinçage à l'eau.

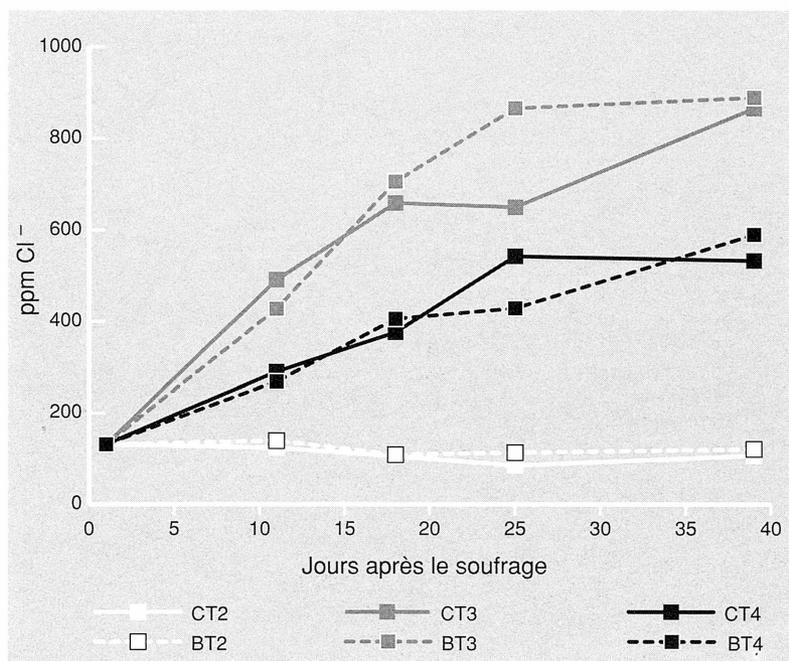


Figure 6  
Évolution de la teneur en chlorures dans la pulpe de litchis ayant reçu différents traitements et conservés en barquette filmée (B) ou en carton (C) à 1 °C.  
T2 : traitement SO<sub>2</sub> (voir fig 5) ; T3 : traitement SO<sub>2</sub> + HCl ; T4 : traitement SO<sub>2</sub> + HCl + H<sub>2</sub>O.

## résultats

Les premiers essais de recoloration de litchis soufrés ont été conduits dans des bains d'HCl à 5% à 20°C et d'acide citrique à 5% à 30°C (RENAUD, 1987). L'HCl a conduit à une recoloration rouge rapide, mais a modifié le goût de l'arille. L'acide citrique a permis une recoloration plus lente des fruits, sans en modifier le goût. Mais les résultats avec cet acide faible n'ont pas été confirmés par la suite.

La conservation à 1°C de litchis soufrés puis recolorés par trempage de 3 min dans l'HCl dilué à 4% a été étudiée par NORMAND et BOUFFIN (1992). L'influence d'un rinçage à l'eau après le bain acide a été testée, et les fruits recolorés ont été comparés à des fruits traités au SO<sub>2</sub> et à des fruits non traités, conditionnés soit en barquette filmée de 500 g, soit en carton vrac de 4 kg.

Le trempage dans l'acide entraîne une recoloration partielle du fruit. Elle ne devient homogène qu'après quelques jours. Le rinçage à l'eau ne modifie pas la recoloration mais donne une couleur plus claire au fruit.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- le trempage à l'acide n'augmente pas l'acidité du jus, mais il entraîne une baisse plus importante de l'extrait sec soluble ;
- l'emballage n'a pas d'influence sur l'évolution de la coloration des fruits traités à l'acide ; seul le rinçage à l'eau entraîne une perte de la coloration rouge au bout de 5 semaines de conservation, la coque devenant orangé-ocre ;
- les fruits traités à l'acide deviennent rapidement mous, leur peau se fend et devient molle ; la pulpe a tendance à se liquéfier et leur goût est jugé mauvais après 18 jours de conservation ;
- le trempage des fruits dans l'HCl 24 h après le soufrage entraîne une brusque augmentation des résidus en SO<sub>2</sub> dans la pulpe (fig 5) ; l'application d'HCl entraînant une dissociation rapide du complexe anthocyane-SO<sub>2</sub> (MARKAKIS, 1982), une partie du SO<sub>2</sub> libéré doit migrer vers la pulpe et contribue à en augmenter la teneur en résidus ;
- en conservation en barquette, les teneurs en résidus de SO<sub>2</sub> dans la pulpe des litchis traités à l'acide, avec ou sans rinçage, ont tendance à baisser rapidement, puis elles oscillent autour de 18 ppm, alors qu'avec le même conditionnement, les teneurs en résidus de SO<sub>2</sub> des litchis traités à

l'anhydride sulfureux augmentent jusqu'à 77 ppm, bien au-delà des normes tolérées (fig 5) ; – les résidus en chlorures dans la pulpe augmentent pour les fruits traités à l'acide, d'autant plus fortement que les fruits ne sont pas rincés, et ce quel que soit le mode de conditionnement.

Après 39 jours de conservation à 1°C, la teneur en chlorures dans la pulpe des litchis traités à l'acide et non rincés est 8,5 fois plus importante que celle de fruits témoins (fig 6). Il semble qu'il y ait une diffusion des chlorures de la surface de la coque vers l'intérieur du fruit. Ce point est très important car, en matière de législation, l'HCl n'est autorisé que comme auxiliaire de fabrication, qui ne doit donc laisser aucun résidu dans le produit. Il n'existe d'ailleurs pas de norme concernant les résidus de chlorure.

Ces résultats montrent la possibilité de redonner par trempage dans l'HCl dilué une belle couleur rouge et durable à des litchis traités par fumigation au soufre. La fermeté, la tenue et le goût du fruit s'altèrent cependant assez rapidement. L'évolution des taux de chlorure dans la pulpe montre que la méthode actuelle n'est pas utilisable commercialement. Pourtant, elle a l'avantage de faire diminuer les résidus de SO<sub>2</sub> dans la pulpe lors d'une conservation en barquette filmée, principal handicap de ce conditionnement pour des litchis soufrés.

Pour la suite de ces travaux sur la recoloration des litchis traités au SO<sub>2</sub>, deux voies sont intéressantes à explorer :

- un rinçage énergétique après le trempage dans l'HCl afin d'éviter l'accumulation de chlorures sur la coque puis dans la pulpe ;
- l'utilisation d'acides faibles autorisés en agro-alimentaire et ayant une constante de dissociation élevée pour permettre de travailler à des pH suffisamment faibles.

## ● conclusion

Les travaux sur le conditionnement et la conservation du litchi menés à l'île de la Réunion ont permis de développer des techniques améliorant le maintien de la qualité de ce fruit, fragile après la récolte.

La principale technique étudiée a été la fumigation au SO<sub>2</sub>, maintenant vulgarisée.

L'égreneuse-calibreuse permet de démarquer la production de l'île de la Réunion de celle des pays concurrents en proposant des produits calibrés et de diminuer les coûts de conditionnement.

Les techniques d'emballage et de conservation sont encore peu développées commercialement. La barquette a une place à prendre dans le marché de la grande distribution.

La qualité du fruit à la récolte est primordiale. Le litchi doit être cueilli à bonne maturité, ou un peu avant. Trop mûr, il se dégrade rapidement.

Les travaux sur la recoloration par trempage dans l'HCl montrent les limites d'utilisation de cette technique.

L'autorisation de traitement au SO<sub>2</sub> n'est que provisoire et risque d'être suspendue. Des recherches sur la compréhension du phénomène de brunissement du litchi sont nécessaires afin d'assurer une bonne qualité du fruit après récolte.

## ● références

- Bagshaw J, Underhill S, Prasad A (1991) Lychee skin browning : its cause and control. *Australian Lychee Yearbook 1991*, 9-13
- Bouffin J, Danflous JP (1991) *Essai d'une calibreuse et d'une égreneuse à litchis*. Convention SEMEX/IRFA, 40 p (document interne)
- Huat J (1990) *Compte-rendu de l'essai conservation de litchis soufrés*. LI-RE-BMA n° 47. CIRAD-IRFA Réunion, 7 p + graphiques (document interne)
- Joubert AJ, Van Lelyveld LJ (1975) An investigation of pre-harvest browning of litchi peel. *Phytophylactica* 7, 9-13
- Markakis P (1982) Stability of anthocyanins in foods. *In: Anthocyanins as food colours*. New York (USA), Academic Press, 163-178
- Normand F (1989 a) *Encadrement de traitements post-récolte et opération d'exportation pilote de litchi*. CIRAD-IRFA Réunion, 16 p + annexes (document interne)
- Normand F (1989 b) *Compte-rendu de l'essai conservation de litchis soufrés*. LI-RE-BMA n° 40. CIRAD-IRFA Réunion, 7 p + graphiques (document interne)
- Normand F, Bouffin J (1992) *Etude de la conservation de litchis soufrés et traités à l'acide chlorhydrique*. CIRAD-IRFA Réunion, 9 p + annexes (document interne)
- Renaud P (1987) *Composés phénoliques et commercialisation du litchi*. CIRAD-IRFA Réunion, 30 p + annexes (document interne)
- Timberlake CF, Bridle P (1968) Flavylum salts resistant to sulfur dioxide. *Chem Ind (Lond)*, 1489

- Underhill SJR (1990) *Postharvest technology for lychee, rambutan and casimiroa. Research Report*. Queensland Department of Primary Industries, 18 p
- Underhill SJR, Bagshaw J, Prasad A, Zauberma G, Ronen R, Fuchs Y (1992a) The control of lychee (*Litchi chinensis* Sonn) postharvest skin browning using sulfur dioxide and low pH. *Acta Horticulturae* 321, 32-741
- Underhill SJR, Critchley C, Simons DH (1992b) Postharvest pericarp browning of lychee (*Litchi chinensis* Sonn) fruit. *Acta Horticulturae* 321, 18-725
- Velain JM (1988a) *Rapport des activités d'exportation de litchi dans le cadre de la convention IRFA-SEMEX Réunion*. CIRAD-IRFA Réunion, 19 p (document interne)
- Velain JM (1988b) *Essai conditionnement - conservation du litchi*. CIRAD-IRFA Réunion, 7 p (document interne)
- Zauberma G, Ronen R, Akerman M, Weksher A, Rot I, Fuchs Y (1991) Postharvest retention of the red colour of litchi fruit pericarp. *Scientia Horticulturae* 47, 89-97