

DESINFECTION DES LOCAUX ET DES FRUITS PAR FUMIGATION DE PRODUITS FONGICIDES

R. HUET, A. LEDERGERBER et A. VANDERWEYEN

SOMMAIRE

Introduction

Essais de désinfection des locaux

Essais de désinfection des fruits

Conclusions

Introduction

Les dégâts causés par les cryptogames parasites, notamment *Penicillium digitatum* SACC. et *P. italicum* WEHM., sur les fruits d'agrumes en cours de transport et de stockage sont bien connus. Leur importance justifie la mise en œuvre de diverses techniques de protection.

Au Maroc, on utilise généralement des bains fongicides dans lesquels les fruits subissent un trempage plus ou moins long, suivi d'un rinçage à l'eau [5]. Ils sont ensuite entreposés dans des hangars ou chargés dans des cales de bateaux. Ces locaux, ainsi que l'a montré MOREAU [2, 3, 4], sont fréquemment souillés par des spores de *Penicillium* et autres champignons provenant de cargaisons précédentes. Le moindre

courant d'air soulève une poussière de spores, lesquelles se déposent sur les fruits. La protection offerte par les désinfectants n'est plus suffisante, après le rinçage, pour empêcher toute contamination. Les fruits présentant de petites blessures seront facilement infectés.

Ainsi que l'établit MOREAU, il s'avère souhaitable, sinon nécessaire, de procéder à une désinfection de l'atmosphère des locaux.

Ne seront envisagés ici, ni les produits pour lavage, ni les peintures fongicides.

L'utilisation de la technique de fumigation sera ensuite étudiée comme moyen de protéger directement les fruits.

Essais de désinfection des locaux

La désinfection de l'atmosphère est réalisée, avec les meilleurs résultats, par fumigation d'un produit fongicide. La fumée agit sur les spores de moisissure en suspension dans l'air, puis se dépose sur les parois et le sol.

Au cours d'un essai préliminaire, un produit pour pulvérisation à base d'orthophénylphénol avait été testé. L'expérience n'a pas été reprise ultérieurement, le procédé de pulvérisation pour la désinfection atmosphérique ayant été abandonné au profit de la fumigation. Le produit utilisé garde néanmoins toute sa valeur dans d'autres usages. C'est le procédé qui est en cause, ainsi qu'en témoigne le TABLEAU 1.

TABLEAU 1

Contamination des locaux

TRAITEMENT	AVANT TRAITEMENT (Nombre de colonies par plaque de Petri)	APRÈS TRAITEMENT (Nombre de colonies par plaque de Petri)
Fumigation	∞ *	5
Pulvérisation	∞ *	315

* Le symbole ∞ indique que les plaques de Petri étaient entièrement recouvertes de colonies. (Voir plus loin description des techniques).

Une troisième technique, la nébulisation au moyen d'un appareil du type « Swingfog », est peu employée pour des raisons de prix de revient.

Parmi les produits pour fumigation, deux présentations sont disponibles sur le marché marocain : l'une, à base d'albotène, sous forme de briquettes que l'on doit faire fondre dans une marmite en tôle au-dessus d'un feu vif, et dont la fusion dégage une abondante fumée, et l'autre, à base d'orthophénylphénol, sous forme de bombe fumigène, incomparablement plus pratique.

Pour notre premier essai, une poudre titrant 26 % d'orthophénylphénol nous a été livrée en vrac ; on en pèse une quantité donnée et on la tasse au fond d'un récipient métallique dans lequel on plonge un cordon Bickford. La seule manipulation nécessaire au moment de la fumigation consiste à mettre le feu à cette mèche. Depuis 1963, le produit est vendu dans le commerce sous forme de bombe fumigène avec mèche incorporée, et c'est cette présentation qui a été utilisée dans les études de désinfection des fruits (voir p. 27).

L'expérience de désinfection de locaux s'est déroulée selon le schéma suivant :

1. Contamination d'un local.
2. Mesure de cette contamination.
3. Désinfection.
4. Mesure de la contamination résiduelle.

1. Contamination de l'atmosphère d'un local

Dans un local vide de capacité connue, on dispose des caisses ouvertes, remplies d'oranges complètement envahies de pourriture verte. Ces fruits ont été contaminés artificiellement par une souche connue de *Penicillium digitatum*, à l'occasion d'une expérience précédente.

Au jour choisi, les fruits sont vivement remués dans leurs caisses, ce qui provoque la formation de nuages de spores. La porte du local est ensuite hermétiquement fermée.

2. Mesure de la contamination

Le lendemain, on apprécie le nombre de spores en suspension dans l'air, au moyen de la méthode employée par MOREAU [2]. Des plaques de Petri, contenant un milieu de culture gélosé (Maltea Moser à 1 %), réparties en divers endroits du local, sont ouvertes pendant 10 minutes, puis refermées et conservées en

incubateur à 25°C. Au bout de 4 jours, on compte le nombre de colonies de champignons développées sur ces plaques. Les chiffres obtenus donnent une bonne idée de la contamination de l'atmosphère.

3. Désinfection

La désinfection du local se fait selon le mode d'emploi préconisé par le fabricant du produit fongicide. Ce traitement est effectué dès que les plaques de Petri utilisées pour la mesure de la contamination ont été mises en incubation. Un second local, également contaminé mais non désinfecté, sert de témoin pour toutes les mesures.

4. Mesure de la contamination résiduelle

Quelques jours après la désinfection, on mesure de nouveau le taux de contamination de l'atmosphère, par la même méthode.

Trois chambres ont été utilisées pour cet essai. L'une servant de témoin n'a donc subi aucune désinfection. La deuxième a subi une fumigation à raison de 5 g de produit commercial par mètre cube, la troisième, à raison de 0,5 g/m³.

Les résultats des mesures de contamination sont donnés dans le TABLEAU 2.

TABLEAU 2
Nombre de colonies se développant sur les plaques de Petri
(total pour 6 plaques)

	TÉMOIN	5 g/m ³	0,5 g/m ³
Avant traitement	1 880	2 128	2 448
Après traitement	2 304	56	1 062
Après réagitation des fruits pourris	2 096	2 208	2 000

Les deux valeurs successives du témoin (1 880 et 2 304) montrent que les spores sont restées en suspension dans l'air, tandis que, dans le cas de la fumigation à 5 g/m³, on n'en retrouvait que 56 sur 2 128, ce qui indique une réelle efficacité du traitement. La dose de 0,5 g/m³ paraît insuffisante.

Un essai ultérieur nous a permis d'évaluer à 2 g/m³ la dose néces-

saire pour obtenir une désinfection pratique, mais non absolue, de l'atmosphère d'un local.

En effet, la contamination résiduelle après 6 jours par rapport à la contamination primaire a été la suivante :

Doses	0,5 g/m ³	2 g/m ³	4 g/m ³	5 g/m ³
Contamination résiduelle	43 %	2,6 %	5 %	2,6 %

Il est à noter que la mesure de la désinfection a eu lieu 6 jours après le traitement et que le local a été fermé durant toute cette période. Si l'on prévoit pour la fumigation une durée limitée, par exemple 1 ou 2 heures, il faudra vraisemblablement augmenter les doses.

Essais de désinfection des fruits

La désinfection des locaux par fumigation peut être considérée comme un moyen de protection des fruits qui séjournent dans ces locaux pendant le traitement. Les essais ci-dessous permettent de se faire une idée de la valeur pratique de ce procédé.

1. Matériel

Il existe, depuis 1963, sur le marché marocain, des « bombes fumi-gènes » destinées à la désinfection des chambres d'entrepôts.

Une bombe se présente sous forme d'un cylindre en carton, pourvu d'une mèche et rempli d'une poudre blanche titrant 26 % d'orthophénylphénol*. Si l'on allume la mèche, elle propage le feu jusqu'à la poudre, laquelle entre en combustion en dégageant une fumée abondante.

2. Traitements et résultats

On a donc pensé que la fumigation pourrait remplacer le trempage des fruits dans une solution fongicide. De plus, le choix d'une concentration convenable permettrait éventuellement de se passer du rinçage et donc du ressuyage.

* En 1964, la concentration en orthophénylphénol technique a été portée à 30 %, et l'emballage a été réalisé en métal.

Dans ces essais, on a veillé à ce que la surface entière du fruit soit mise en contact avec la fumée.

A cet effet, les fruits ont été disposés en une seule couche dans des paniers en treillis métallique. Un train de paniers fut posé sur un transporteur à rouleaux incliné dans une chambre de 50 m³, une corde reliant le premier panier avec l'extérieur de la chambre. On pouvait de cette façon, par tractions périodiques de la corde, donner de l'extérieur un mouvement de va-et-vient aux paniers et simuler, par exemple, le passage des fruits dans un tunnel, en continu.

Dans chaque cas, après lavage et triage, un lot correspondant de fruits a été simplement entreposé en tant que témoin des traitements.

Le lendemain du traitement, un échantillon de 10 fruits par lot a été soumis à l'analyse afin de déterminer la quantité d'orthophénylphénol déposé sur l'écorce. On a utilisé la méthode spectrophotométrique de HARVEY et PENKETH [1].

Les lots entreposés furent par la suite soumis à des comptages périodiques de moisissures pour mesurer la progression de l'infection.

3. *Protocole des essais*

Essai I : essai préliminaire destiné à déterminer si la fumigation peut se faire sur les fruits encore humides du lavage.

Une partie des fruits a donc été traitée humide et la seconde partie sèche après une journée de ressuyage.

La dose de produit commercial est de 100 g et les lots comptent 113 fruits.

Essai II : les fruits ont subi une demi-journée de ressuyage. Certains sont encore humides.

Trois lots sont soumis à la fumigation avec des doses croissantes de 50 g, 100 g et 200 g de produit commercial.

Essai III : il comporte un traitement classique par bain fongicide à base d'orthophénylphénol. Réalisé sur des fruits identiques à ceux de l'essai 2, il a pour but de comparer l'efficacité des deux sortes de traitements.

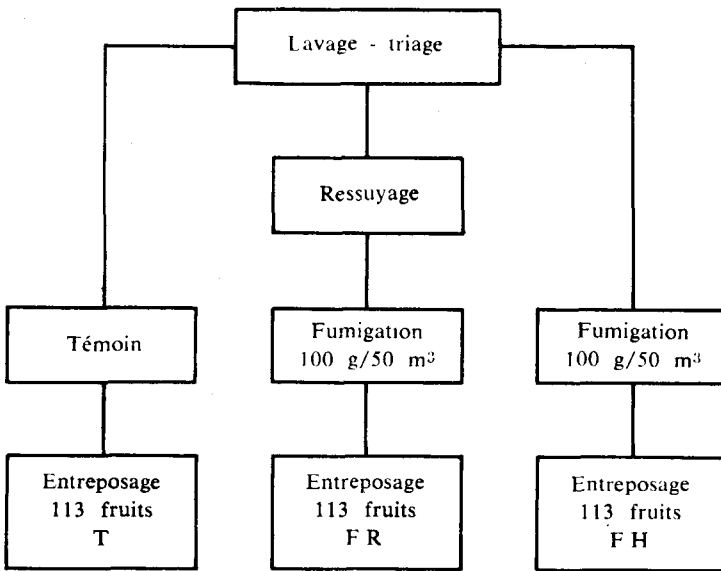
De plus, il comporte un traitement annexe avec un bain tiède à 35°C pour vérifier l'intérêt du chauffage du bain.

ESSAI I

Traitement d'oranges Valencia Late par fumigation

Fruits : en provenance de station d'emballage ; en très mauvais état, vraisemblablement écarts de triage.

Protocole d'essai :



Analyse : teneur en orthophénylphénol résiduel sur les fruits

FH : 3,7 mg/kg de fruits

FR : 3,7 mg/kg de fruits

Entreposage :

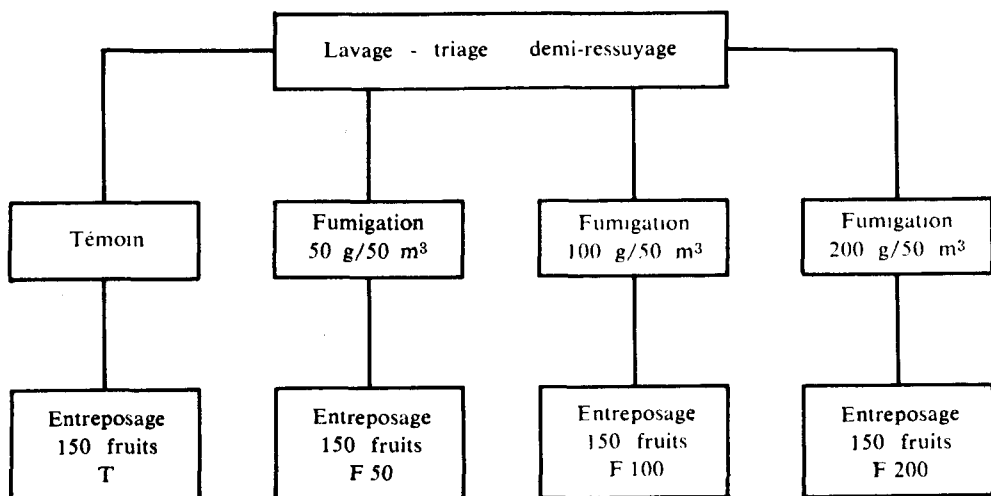
LOTS TESTÉS	PERTES PAR POURRITURE %	
	Après 10 j	Après 15 j
T	16,4	20,9
FH	3,5	9,7
FR	3,5	5,3

ESSAI II

Traitement d'oranges Valencia Late par fumigation

Fruits : en provenance de Marrakech ; d'excellente qualité.

Protocole d'essai :



Analyse : teneur en orthophénylphénol résiduel sur les fruits

F 50 : traces

F 100 : 7,1 mg/kg de fruits

F 200 : 12,0 mg/kg de fruits

Entreposage :

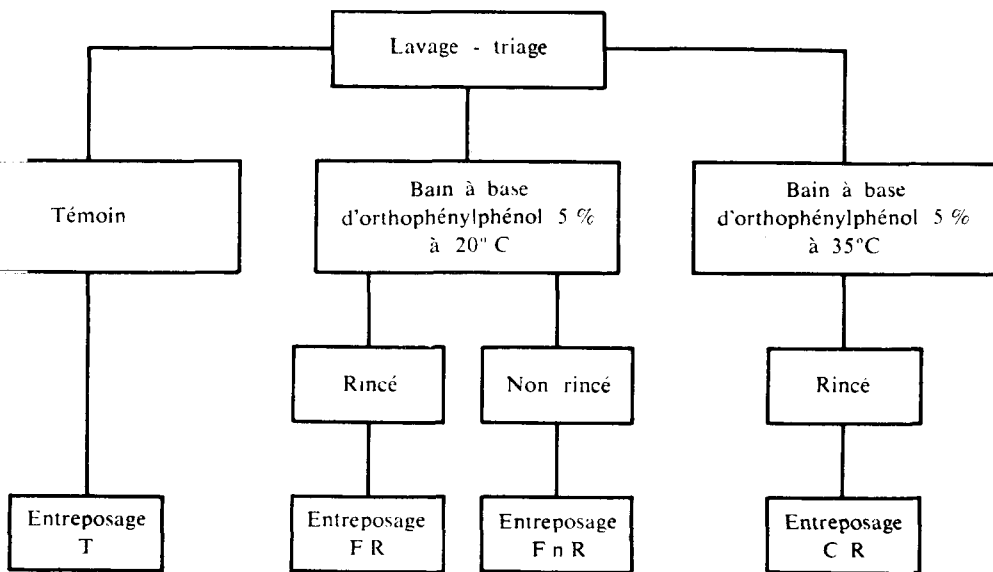
LOTS TESTÉS	PERTES PAR POURRITURE %		
	Après 10 j	Après 17 j	Après 24 j
T	3,3	7,0	9,0
F 50	4,9	6,0	8,0
F 100	5,1	6,0	11,0
F 200	3,0	3,3	5,1

ESSAI III

Traitement d'oranges Valencia Late par trempage

Fruits : en provenance de Marrakech ; d'excellente qualité.

Protocole d'essai :



Analyse : teneur en orthophénylphénol résiduel sur les fruits

- T : 0,0
- F R : 1,8 mg/kg
- F n R : 32,0 mg/kg
- C R : 4,2 mg/kg

Entreposage :

LOTS TESTÉS	PERTES PAR POURRITURE %		
	Après 10 j	Après 17 j	Après 24 j
T	4,5	7,8	9,4
F R	2,1	3,6	6,5
F n R	0,5	1,1	2,2
C R	0,5	1,1	3,9

4. Discussion

Teneur des fruits en orthophénylphénol

D'un essai à l'autre, la quantité d'orthophénylphénol déposée sur les fruits est assez variable. Pour une bombe de 100 g la teneur varie de 3,7 mg/kg pour l'essai I, à 7,1 mg/kg pour l'essai II. Ces quantités sont du même ordre que celles qui restent sur les fruits sortant d'un bain tiède à 5 % de fongicide du commerce après rinçage. Avec une bombe de 200 g la quantité déposée sur 1 kg de fruits est de 12 mg. On se trouve ici à la limite de tolérance de la législation la plus rigoureuse.

Pertes à l'entreposage

Dans l'essai I, les pertes par pourriture du témoin sont très élevées. Cela s'explique par la mauvaise qualité des fruits. La protection exercée par la fumigation n'en apparaît que plus efficace. On note que les fruits traités humides se conservent moins bien que les fruits traités après ressuyage. Cependant, dans le cas le plus favorable, on mesure 5,3 % de pertes au bout de 15 jours d'entreposage.

L'essai II donne des résultats moins évidents car les fruits sont de bonne qualité et le témoin ne présente que 9 % de pertes au bout de 24 jours, si bien que le traitement avec une bombe de 100 g donne des résultats aberrants. Le traitement avec une bombe de 200 g est le seul satisfaisant. Les pertes sont réduites à 5,1 % au bout de 24 jours d'entreposage.

L'essai III présente un certain intérêt à plusieurs égards. Il montre en premier lieu que les fruits traités dans un bain tiède absorbent davantage d'orthophénylphénol et se conservent mieux. On ne relève que 3,3 % de pertes au bout de 24 jours, au lieu de 6,5 % dans les fruits traités à 20°C. Les fruits non rincés bénéficient d'une protection excellente mais la dose d'orthophénylphénol qu'ils contiennent est supérieure à la limite de tolérance légale de 10 mg/kg. Ils présentent peu de brûlures. On a observé, lors d'autres expériences, que les oranges Valencia Late résistent en général mieux à l'effet de brûlure que les autres variétés.

Enfin, on remarque que les fruits traités à chaud et rincés résistent mieux à la pourriture que les fruits soumis à la fumigation d'une bombe de 200 g, bien qu'ils titrent trois fois moins d'orthophénylphénol. On peut penser que l'orthophénylphénol retenu après fumigation n'est pas aussi bien absorbé par le fruit que l'orthophénylphénol dissous dans un bain. Il se trouve simplement déposé sur la surface de l'écorce, ce qui

expliquerait son efficacité moindre et aussi, sans doute, les différences trouvées entre les dosages des essais I et II, une partie de l'orthophénylphénol ayant pu se trouver « effacée » de la surface du fruit au cours des manipulations.

Conclusion

Au point de vue de la désinfection des locaux, les bombes fumi-gènes à base d'orthophénylphénate de sodium présentent une réelle efficacité. Il ne faut toutefois pas perdre de vue qu'elles ne protègent nullement contre une recontamination ultérieure.

Dans une station d'emballage, ce traitement pourrait être utilisé conjointement au badigeonnage des murs au moyen d'une peinture fongicide à base d'albotène.

En tant que méthode de désinfection des fruits, nos expériences montrent qu'à quantité égale d'orthophénylphénol retenu par l'écorce du fruit, le traitement par fumigation est moins efficace que le traitement par bain. Cependant, au cours de nos essais, une protection suffisante a pu être obtenue avec une dose de 200 g de produit commercial dans une chambre de 50 m³. Cette dose ne peut être dépassée car elle laisse sur les fruits une quantité d'orthophénylphénol qui se trouve à la limite de la tolérance de la législation la plus rigoureuse. Il est probable qu'une dose de 150 g pour 50 m³ donnerait des résultats pratiquement égaux.

Manuscrit déposé le 23.12.64

ملخص

تطهير الامكان والفواكه بالتبخير

درس المؤلفون التطبيق التقني للتبخير قصد تطهير الامكان والفواكه ضد العفونات. بالنسبة لتطهير الامكان اظهرت قنابل التبخير ذات قاعدة ارتوفيلفينات الصوديوم فعالية حقيقية. في محطة التعليب يمكن لهذه المعالجة ان تستغل مع طلاء المحيطان بواسطة صباغة من قاعدة البوطيين.

لتطهير الفواكه، قد حصل على نتائج حسنة مع مقدار 4 جرام/م³ يمكن ان النقصان الى جرام/م³ على ان لا يتجاوز جمع البقايا بتساهل على الفواكه .

RÉSUMÉ

Les auteurs ont étudié l'application des techniques de fumigation à la désinfection des locaux et des fruits contre les moisissures.

Pour la désinfection des locaux, les bombes fumigènes à base d'orthophénylphénate de sodium présentent une réelle efficacité. Dans une station d'emballage, ce traitement pourrait être utilisé conjointement au badigeonnage des murs au moyen d'une peinture à base d'albotène.

Pour la désinfection des fruits, de bons résultats ont été obtenus avec une dose de 4 g/m^3 , pouvant éventuellement être réduite à 3 g/m^3 , afin de ne pas dépasser la concentration de résidu tolérée sur les fruits.

RESUMEN

Desinfección de locales y frutos mediante fumigación

Los autores han estudiado la aplicación de las técnicas de fumigación para la desinfección de locales y frutos contra los mohos.

Para la desinfección de locales las bombas fumígenas a base de o-fenilfenato de sodio son efectivamente eficaces. En una estación de embalaje, este tratamiento podría utilizarse juntamente al encalado de las paredes con una pintura a base de albotene.

Para la desinfección de los frutos han sido obtenidos resultados con una dosis de 4 g/m^3 , pudiendose eventualmente reducir a 3 g/m^3 , a fin de que no se exceda la concentración del residuo tolerada en los frutos.

SUMMARY

Room and fruit disinfection by fumigation

Fumigation tests were run for room and citrus fruit disinfection.

Fumigation with sodium o-phenylphenate cartridges gave good results for room disinfection. In packinghouses, a useful accessory practice would be to paint walls with a fungicidal albotene coating.

For fruit disinfection, good results were obtained with 4 g/m^3 (commercial product). The concentration could probably be reduced to 3 g/m^3 , in order to avoid excessive deposits on the fruits.

BIBLIOGRAPHIE

1. HARVEY, D. & G.E. PENKETH — 1957. The determination of small amounts of orthophenylphenol. — *The Analyst*, vol. 82, p. 498.
2. MOREAU, C. — 1953. Les champignons de l'atmosphère des entrepôts de fruits. — *Fruits*, vol. 8, 6, pp. 255-259.
3. MOREAU, C. — 1961. A propos de la pollution fongique de l'atmosphère des entrepôts et des altérations graves qui en résultent. — *Fruits et Primeurs de l'Afrique du Nord*, 318, pp. 79-80.
4. MOREAU, C. — 1962. Causes, conditions de développement et traitement des pourritures des agrumes. — *Revue Générale du Froid*, avril, 10 p.
5. VANDERWEYEN, A., R. HUET & A. LEDERGERBER — 1964. Etude de traitements à base d'orthophénylphénol contre les moisissures des agrumes. — *Al Awamia*, 12, pp. 75-87.