

## INFLUENCE DES TRAITEMENTS CHIMIQUES SUR LA CONSERVATION DES AGRUMES

Les traitements chimiques des agrumes, avant l'expédition, ont été étudiés à maintes reprises. D'après F. LAURIOL [1] et l'un de nous [2], on pouvait considérer que, pratiquement, le traitement avec le borax, suivi d'un trempage des fruits dans une émulsion cireuse, devait conférer aux agrumes une protection efficace à la fois contre les pourritures à *Penicillium* et contre une dessiccation trop rapide.

Il avait cependant été signalé que le traitement boracique n'était actif que dans certaines conditions : il n'agit sur les *Penicillium* que si l'infection du fruit est récente, moins de 24 h., son action résiduelle est à peu près nulle. Si bien que, dans la pratique, on ne peut en attendre qu'une réduction des avaries, mais non la suppression complète des moisissures. Dans la présente note, nous nous sommes efforcés de chiffrer les bénéfices constatés à la suite de traitements réalisés sur des fruits placés ensuite dans les conditions mêmes de l'expédition et du stockage normal (\*).

### Nature des traitements.

Les traitements antifongiques ont été faits par trempage dans un bain contenant un sel de bore, borax ( $2 B^2O$   $Na^2O$ ,  $10 H^2O$ ) ou Pentabor ( $5 B^2O^3-Na^2O$ ,  $10 H^2O$ ). La teneur du bain en sel de bore a été variable avec les expériences, c'est l'une des données que nous nous proposons d'étudier.

Après trempage dans le bain boracique, les agrumes étaient lavés à l'eau pure, puis séchés.

Les traitements contre la dessiccation ont été faits au moyen d'émulsions cireuses dont la composition ne nous a pas été révélée.

Elles sont désignées ici sous les appellations suivantes : 163, 164 et Pr.

L'émulsion cireuse était appliquée, soit par pulvérisation du produit sur les fruits, soit par trempage direct du fruit dans le produit.

Dans certaines expériences, les fruits ne sont pas traités au préalable avec le sel de bore, dans d'autres, ils le sont.

### Influence du mode traitement.

Pour les traitements boraciques, le mode de traitement a déjà été étudié par WINSTON [3], TINDALE [4] et F. LAURIOL [1], on sait que le borax doit être employé

(\*) Nous remercions vivement toutes les personnes qui nous ont apporté leur concours pour cette expérimentation MM. LACARRE, MONZIES, JOURDAN, DECOUX, VIALA, DEMASSIEUX, CHAPOT, PATRON et CADILLAT, ainsi que les sociétés du Borax Français, SOLOR et ABEL qui nous ont fourni les produits nécessaires.

à des concentrations de 5 à 10 %, la concentration de 10 % s'étant révélée la plus active. Le borax étant peu soluble dans l'eau, le bain de trempage doit être maintenu à 45° C pour que la concentration convenable puisse être maintenue. Le pentabor s'utilise à des concentrations allant de 5 à 10 % pour lesquelles, il est soluble dans l'eau à la température ordinaire.

Les émulsions cireuses sont, elles, habituellement utilisées par pulvérisation, ce qui soulève des difficultés d'ordre pratique. En effet, pour obtenir une couverture totale du fruit, ce qui est le but recherché, il faut utiliser un pulvérisateur d'un débit assez fort, ce qui conduit à utiliser une quantité de produit relativement importante dont la plus grande partie est perdue. Si le débit est trop réduit, on assiste à la cristallisation des gouttelettes de l'émulsion avant qu'elles n'atteignent la surface du fruit qui n'est que rarement recouvert d'une pellicule continue de matière cireuse.

Le trempage ne présente pas ces inconvénients, mais demande, lui aussi, des installations spéciales pour égoutter le fruit et le sécher.

Dans une première série d'essais, nous avons comparé les résultats obtenus avec les différents procédés : pulvérisation à divers débits et trempage. Les fruits traités étaient ensuite placés à l'étuve, à 30°, et pesés périodiquement, les résultats ont été les suivants : (% perte de poids)

Tableau 1.

	Nombre de jours				
	2	3	6	18	
Étuve 35°	grand débit.....		4,8	6,1	
	débit réduit.....		8,8	10,2	
	témoin non traité.		9,1	11,5	
Étuve 25°	trempage.....	0,3		1,3	5,1
	grand débit.....	0,5		1,4	4,4
	débit 1/2.....	0,6		1,9	4,9
	témoin non traité.	1		2,7	7,8

Nous ne pouvons tirer de ces simples essais des enseignements précis sur le meilleur mode de pulvérisation, leur but était simplement de fixer la limite inférieure au delà de laquelle le traitement est inefficace. Dans nos pulvérisations à fort débit et au débit 1/2, les quantités de produit

pulvérisées était environ de 25 cc par kg de fruits, dans le premier cas, et de 12 cc dans le deuxième. Le faible débit correspondait à environ 5 cc par kg de fruits.

#### Traitements boraciques.

*Leur influence sur l'état sanitaire des fruits à leur arrivée à destination et pendant le stockage.*

Les essais auxquels nous nous sommes livrés ont tous comporté un traitement des fruits avant leur expédition d'Afrique du Nord, soit d'Algérie, soit du Maroc. A leur arrivée au port, ou à Paris, des contrôles étaient faits immédiatement et après plusieurs jours de stockage. On a pu ainsi observer les répercussions des contaminations qui se sont produites dans les derniers jours du transport.

Voici sous forme d'un tableau les résultats obtenus :

La lecture de ces résultats met en évidence les faits suivants :

— A l'arrivée au port de débarquement, soit 7 jours après la cueillette et 6 jours après le traitement, des différences très nettes sont visibles entre les lots traités et les témoins non traités ; les différents traitements ont eu une efficacité comparable, exception faite du borax à 2,5 % concentration faible.

— A l'arrivée au centre de consommation (Paris), la différence entre le lot traité et le témoin s'est accusée.

— Au troisième stade qui correspondrait à celui de la répartition et du stockage chez le détaillant, la différence tend à diminuer. C'est la conséquence directe des blessures provoquées par les manipulations qui ont eu lieu depuis le déchargement, l'influence du traitement ne pouvant plus se manifester.

Tableau 2.

Fruits	Traitements	Pertes dues aux <i>Penicillium</i> en %		1 <sup>re</sup> semaine	2 <sup>e</sup> semaine	3 <sup>e</sup> semaine	1 <sup>er</sup> mois	5 <sup>e</sup> semaine
		Arrivée au port	à Paris					
Oranges Navel Maroc	Néant (témoins)	6	9,4 (0) A.		14,4 (9,8)	25,3	26 (9,75)	(14,6)
	Pentabor 5 %	2,43	3 (0)		10 (2,7)	13	14 (2,7)	(5,2)
	Pentabor 10 %	1,82	8 (2,5)		20,5 (8,1)	25,8	35,7 (8,1)	(1,1)
Oranges Navel Maroc	Néant	8,9	19,3	32,5			36,7	37,7
	Pentabor %	1,5	2,6	15,1			19	19,7
Oranges Navel Maroc	Borax 2,5 %	2,62	6,6 (0)	(2,1)		33,3	44,4 (20)	(29)
	Pentabor 10 %	2,09	8,4 (0)	(8,7)		18,9	23,1 (15,2)	(15,2)
	Témoins (avion)		(2,5)	(11)			(27,5)	(30,5)
Citrons Eureka Maroc	Pentabor 4 %	—	0			0		0,89
	Néant (Témoin)	—	0			3,03		3,03
Oranges portugaises, Algérie	Néant (témoin)	10,82 (0,83)	F.37,5 (30)	54,6 (45,6)		73,7 (66,5)		86,6 (78,0)
	Pentabor 10 %	2,09 (1,09)	14,1 (8,13)	26,1 (12,6)		58,0 (40,5)		78,3 (63,83)
Valencia Late Algérie	Témoin	—	8,8				14,5	
	Pentabor 10 %	—	3,7				7,7	

A. Les chiffres entre parenthèses correspondent à des comptages sur des lots de même nature, mais expédiés par avion.

F. Le premier chiffre cité correspond à des fruits qui ont voyagé dans des cales ventilées et les chiffres entre parenthèses en cales frigorifiques.

Nous ne pouvons tirer de règles générales de ces observations, qui ne constituent qu'un exemple, n'ayant pas été répétées suffisamment de fois dans le temps pour mettre en évidence l'influence des différentes températures aux-

quelles les fruits ont été soumis. Il est en effet connu que le temps d'incubation de *Penicillium* est fonction de la température ambiante. A chaque saison correspond donc une allure différente de l'attaque du parasite.

Mais les résultats rapportés ci-avant nous apprennent cependant quelles que soient les conditions thermiques du transport, que le nombre d'infections est sensiblement le même pendant la période allant de l'expédition des fruits à leur fin de stockage (fixée ici à 15 à 20 jours). Prenons, en effet, le cas des Portugaises d'Algérie (bas du tableau 2), une partie de ces fruits avait voyagé en cale frigorifique, l'autre en cale ventilée. A l'arrivée à Rouen, le lot provenant du frigorifique ne contenait qu'une faible quantité de fruits atteints ; quelques jours après la cessation de la réfrigération, cette différence s'était considérablement réduite et, en fin d'expérience, elle devenait peu sensible. Pour les fruits maintenus en cales réfrigérées, les causes de contamination par les moisissures sont les mêmes que pour les autres fruits voyageant dans les cales ordinaires. Tant que les agrumes sont maintenus à de basses températures, l'évolution des parasites est ralentie au point que les dégâts ne sont pas visibles. Mais, dès que cesse le séjour en atmosphère froide, l'évolution normale se produit et en quelques jours, le nombre des fruits moisissés est sensiblement le même que pour les autres lots.

Nous pouvons donc en conclure que les traitements boraciques ont provoqué une amélioration très nette de l'état sanitaire des fruits au moment de leur arrivée au port.

Par la suite aucune action du traitement n'est plus à attendre et il est logique de voir les fruits, qui subissent alors de nombreuses manipulations, être le siège de contaminations dont les effets se manifestent de 3 à 30 jours après, selon les conditions ambiantes de température.

Les longs stockages des fruits en France devraient donc être faits sur des fruits maintenus en permanence à de basses températures (sans ruptures de froid), ou bien un tri suivi d'un nouveau traitement est nécessaire à l'entrée en entrepôt.

#### Traitements avec les émulsions cireuses.

Dans les publications déjà citées [1], le rôle des émulsions 163, 164 et Pr avait été mis en évidence, les résultats exposés ci-avant confirment ces données. Les émulsions n'inhibent pas la transpiration, mais dans les conditions du laboratoire, la réduisent de moitié environ.

Nous avons étudié la perte de poids de différents lots de citrons qui nous avaient été envoyés du Maroc. Les uns traités par pulvérisation (à fort débit) avec les trois produits cités ci-dessus, les autres traités par trempage dans un bain de Pentabor à 4 % et des témoins non traités.

Outre l'action sur la transpiration, nous étudions l'influence des traitements sur la maturité apparente et les attaques de *Penicillium*. Les résultats de ces contrôles sont résumés par le tableau 3.

Il faut tenir compte du fait que les citrons traités avec les différentes émulsions cireuses ne reçoivent pas de traitements antifongiques, aussi des pertes relativement importantes sont-elles provoquées par les *Penicillium*. On sait que les fruits, pendant l'attaque du champignon, ont

une perte de poids considérable, très différente de la transpiration normale. Cet élément apporte donc une certaine perturbation à nos résultats.

Il n'en demeure pas moins que les résultats sont très nets et montrent l'action des formules 163 et 164 ; avec le produit Pr, la différence est moins sensible.

Allié à un traitement fongicide efficace, l'enrobage des fruits dans un produit cireux présente un très grand intérêt.

Le tableau 3 montre le comportement d'un lot traité uniquement au Pentabor à 4 % ; nous remarquons, pour ce lot, une perte plus faible que pour le témoin, due aux pourritures à *Penicillium*. En outre, la déshydratation n'est pas plus élevée. Par contre, 26,5 % des fruits présentent des altérations de l'écorce. De telles altérations sont également visibles sur les autres lots (citrons et oranges), mais dans des proportions bien moindres. Nous pensons qu'il s'agit d'altérations provoquées par l'action simultanée du froid et des traitements boraciques. Nous nous trouverons donc en présence du cas déjà signalé par F. LAURIOL pour le borax. Les produits boraciques, qui ne sont d'ailleurs pas utilisés aux U. S. A. pour les citrons, sont nocifs pour l'écorce des citrons placés à de basses températures.

#### Combinaison des deux traitements.

Nous avons vu l'intérêt et les limites de l'efficacité des traitements boraciques, d'une part, et de l'enrobage dans les matières cireuses, d'autre part ; il nous reste à étudier le comportement de fruits ayant subi successivement les deux traitements.

On sait, en effet, que l'application simultanée de produits à base de bore et de nos émulsions n'est pas possible : l'activité fongicide étant nulle dans ce cas et l'émulsion perdant ses propriétés imperméabilisantes.

Pour de premiers essais, nous avons utilisé des fruits qui avaient déjà subi un mois et demi de stockage et qui, à l'origine, avaient reçu des traitements divers. Ce sont ceux qui avaient servi aux contrôles rapportés ci-avant. Les différents lots furent à nouveau traités par trempage dans un bain de Pentabor à 10 %.

Après ressuyage et séchage, ils étaient traités enfin par immersion rapide dans un bain d'émulsion 163.

Nous avions au total 11 lots pour lesquels tous les résultats sont résumés au tableau 4.

De plus, certains lots ont été stockés 4 mois à 16-18°, 80 % H, ce qui correspond à une conservation de 5 mois 1/2 après la cueillette. Les pertes totales (déshydratation + pourriture) étaient les suivantes : témoin 60 %, traité 30,8 % (Pentabor + émulsion). Les fruits traités sont consommables, la différence est très nette pour ce qui concerne la teneur en jus entre traités et témoins. Les pertes par *Penicillium*, qui étaient sensiblement du même ordre dans les différents lots après un mois de conservation, sont nettement inférieures pour les lots conservés 4 mois.

Un deuxième essai de même nature a porté sur des mandarines provenant d'Espagne dont on ignorait donc le passé.

Tableau 3.

	% pertes dues à :	Conservation des citrons			
		1 semaine après arrivée	3 semaines	6 semaines	8 semaines
Émulsion 164	Penicillium (1) Déshydratation (2) Total (3)	8,3 3,1	17,6 9,09	20,4 19,26 36,4	24,1 21,65
Émulsion 163	Penicillium Déshydratation Total	15,9 6,09	21,3	23,4 18,54 35,2	24,5 23,44
Témoin	Penicillium Déshydratation Total	3,4 8,08	7,7 12,61	12,9 23,11 35,7	26,5 26,49
		Pertes en 15 jours		Pertes en 5 semaines	
A 164	Brûlures Penicillium Déshydratation	7,02 5,7		13,99	
B Pr	Brûlures Penicillium Déshydratation	2,83 6,87		3,2 0,89 19,82	
C Pentabor	Brûlures Penicillium Déshydratation	0 13,3		26,4 24,3	
D Témoin	Brûlures Penicillium Déshydratation	3,03 18,02		10,0 3,03 23,23	

(1) % en nombre de fruits. (2) et (3) % en poids.

Tableau 4.

Deuxième traitement 1 mois et demi après la cueillette.  
Résultats 1 mois après le traitement.

	Pertes par Penicillium	Déshydratation
Deux traitements Pentabor + 163	17,29	6,9
Deuxième traitement (seulement) Pentabor + 163	31	14,15
Témoin non traité	17	15

Ces fruits sont en général d'une conservation très difficile, après 12 jours les résultats suivant étaient obtenus :

Borax + 163 : perte totale (déshydratation + Penicillium) = 32 %.

Pentabor + 163 : perte totale = 19 %.

Témoin non traité = 42.

C'est le traitement au Pentaborate qui s'est révélé le plus intéressant dans ces essais.

Par ces résultats expérimentaux obtenus lors du stockage des agrumes après traitements combinés (bore + émulsion), nous pouvons apprécier les effets heureux des traitements qui, s'ils n'empêchent jamais complètement le développement des *Penicillium*, le réduisent dans une proportion qui est loin d'être négligeable.

### Conclusion.

L'étude que nous avons faite n'apporte pas une solution définitive au problème de la lutte contre les *Penicillium* des agrumes et ne constitue pas une étude complète de la nature de l'attaque pendant le transport des fruits et leur conservation. Son but était d'évaluer l'efficacité pratique des traitements antifongiques avec des sels de bore et des traitements contre la dessiccation au moyen de produits cireux. Les résultats que nous avons obtenus nous permettent d'affirmer que les traitements boraciques ont une efficacité très marquée dont bénéficient les fruits jusqu'au moment où ils arrivent sur les marchés de consommation. A ce stade et dans les conditions de notre expérimentation, on a pu évaluer la réduction des pertes à environ 50 %. Par la suite, si les fruits doivent être stockés plus d'une semaine, un nouveau traitement serait nécessaire, et à ce stade, le traitement boracique semble moins actif.

La combinaison du traitement boracique et du traitement avec les émulsions cireuses est non seulement possible, mais indispensable.

Ces résultats, pour intéressants qu'ils soient, montrent que des efforts importants doivent être faits pour réduire les causes d'avaries. Deux catégories de mesures complémentaires aux traitements que nous avons indiqués, sont nécessaires : l'amélioration des conditions de manutention

et d'arrimage des colis d'agrumes et, en second lieu, la désinfection de l'atmosphère des cales et des locaux d'entrepôt au moyen d'aérosols antifongiques ou fongistatiques.

L'emploi simultané de toutes ces mesures doit permettre d'éviter des pertes préjudiciables au commerce des agrumes et à son développement par des exportations vers les marchés lointains.

J. CUILLÉ et M<sup>lle</sup> A. YVON.  
Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux  
Laboratoire de Défense des Cultures.

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) LAURIOL (F.). Quelques aspects de la lutte contre les *Penicillium* des agrumes. *Fruits*, vol. 6, n° 10, 1951, p. 412-420.  
— La protection des agrumes contre les moisissures à *Penicillium*. *Fruits*, vol. 7, n° 10, 1952, p. 465-475.  
— Les traitements chimiques des *Penicillium* des agrumes. *Fruits*, vol. 9, n° 1, 1954.
- (2) CUILLÉ (J.). Quelques conseils pratiques pour la lutte contre les *Penicillium* des agrumes. *I. F. A. C.*, 1953 (série des publications régionales).
- (3) WINSTON (J. R.). Reducing Decay in Citrus Fruits with Borax, U. S. Dept., *Ag. Techn. Bull.*, n° 488, 1935.
- (4) TINDALE (G. B.). Orange Storage Experiments, 1948, *Dept. Agr.*, Victoria.

Contre le **PENICILLIUM**  
( MOISSISURE BLEUE ou VERTE )  
DES **AGRUMES**

utilisez : **PENTABOR**

S.A. BORAX FRANÇAIS  
64, rue des Mathurins - PARIS. 6<sup>e</sup>