



Traitement post-récolte des pommes par thermothérapie

Performance d'une nouvelle machine, ou les vertus de l'espace et du mouvement pour valoriser l'eau chaude

Gilles Bompeix* et André Marcone**

Quand on parle de maladies des plantes, on pense d'abord aux dégâts visibles sur les cultures... Mais rien ne s'arrête à la récolte ! Les végétaux stockés avant consommation ou transformation doivent être protégés des maladies de post-récolte. Sur les pommes, ces maladies sont combattues, soit préventivement au verger, soit après la cueille. Pour cela, il existe des fongicides mais aussi des moyens alternatifs tels que la thermothérapie. À condition que celle-ci ne rende pas les pommes invendables pour cause d'inefficacité voire d'atteinte à l'esthétique. Ce dernier point est illogique techniquement mais incontournable commercialement. Nous allons évoquer ici le problème de la thermothérapie lié à la question des surfaces de contact. Nous expliquerons comment nous l'avons résolu. Ou comment l'espace et le mouvement vertical permettent de réinventer, ou plutôt valoriser l'échaude.

La maladie des taches lenticellaires, essentiellement due à *Phlyctema vagabunda* (ou « *Gloeosporium* ») est le principal problème durant la conservation des pommes dans la plupart des zones de production en France. Cette maladie est également présente dans tous les pays européens du nord. Elle semble moins fréquente en revanche dans les pays méditerranéens comme l'Italie et l'Espagne. La thermothérapie a montré son efficacité depuis de nombreuses années pour combattre cette maladie. Cette technique est aussi efficace sur les *Phytophthora* spp. et les *Monilia* spp. En revanche l'effet sur les *Penicillium* spp. est pratiquement inexistant. Il semble aussi que son effet sur le *Cylindrocarpon mali* soit insuffisant. L'efficacité sur le *Colletotrichum acutatum* n'est pas encore connue.

Il faut noter aussi que la thermothérapie présente une excellente efficacité pour combattre le scald ou échaudure précoce, maladie physiologique.

Surfaces de contact, là est la question

La thermothérapie consiste à plonger les pommes, plus précisément les palox contenant les pommes, dans une eau chaude à température précisément contrôlée pendant un temps lui aussi précisément contrôlé. On utilise en général une température proche de 50 °C durant un temps de traitement de 2 à 3 mn.

Pomme Golden Delicious après thermothérapie à 50 °C/3 mn sans agitation. Les surfaces de contact sont plus claires : problème esthétique, donc commercial.



ph. A. Marcone

Altérations possibles

Cependant certaines variétés comme la Golden Delicious peuvent, à 50 °C, présenter des altérations comme un léger changement de couleur (Bompeix et Coureau, 2007).

Une tache claire apparaît alors au niveau des surfaces de contact (photo). Même s'il ne s'agit pas d'un défaut d'efficacité anti-parasitaire, cela pose un problème d'esthétique qui déprécie les fruits à la vente.

Dans ces conditions, il est nécessaire d'abaisser la température à 48 °C. Dans ce cas, les nombreuses variétés de pomme traitées ne présentent pas de dommages (Bompeix et Coureau, loc. cit.).

Dans le cas du scald, les surfaces de contact peuvent présenter les symptômes de la maladie, et ceci à 50°C comme à 48°C.

Agitation nécessaire

Les problèmes de surfaces de contact sont liés au fait que les palox sont complètement remplis, ce qui fait que lorsque les grilles des appareils à immersion sont posées au sommet, les fruits sont immobilisés : ils ne changent pas de position pendant la durée du traitement. De ce fait, l'eau chaude circule plus difficilement et tous les fruits ne reçoivent pas exactement le même traitement thermique.

Le traitement des taches lenticellaires peut s'accommoder de ce système, mais seulement en cas d'absence de symptôme visible préexistant sur les surfaces de contact. Mais il n'en est pas de même pour le scald (cf. supra). Ce dernier point interdirait l'usage de la thermothérapie dans ce cas.

Pour remédier à cette situation, il faut que les pommes puissent changer de position durant le traitement.

Autrement dit une agitation bien conduite doit permettre d'éviter l'existence de zones de contact non traitées.

* Université Pierre-et-Marie-Curie - Physiologie cellulaire et moléculaire des plantes, Place Jussieu - 75005 Paris.

** Xeda International, Zone artisanale La Crau 13670 Saint-Andiol.

Évaluation de la mobilité des fruits

Principe du test préliminaire

Nous avons mené une expérience préliminaire consistant à « mimer » sur des petits lots de pommes les effets de différents types d'agitation. En effet, si l'on place des pommes dans l'eau en les laissant flotter librement, on constate qu'elles prennent une position privilégiée dépendant de leur conformation. Prenons l'exemple des pommes Starking : elles flottent dans l'eau dans deux positions privilégiées, soit horizontalement, soit le pédoncule en haut. Si on dispose tous les fruits avec l'œil en haut au début du test, avant de les plonger dans l'eau (Figure 1), on peut ensuite vérifier si et comment ils ont changé de position à la fin.

Pommes serrées, pas de mobilité

Nous avons utilisé une cage en plastique de la hauteur intérieure d'un palox mais d'un volume de 1/20 de m³. Elle permet de contenir environ 150 pommes Starking. Celles-ci sont toutes, une à une, placées œil au-dessus, jusqu'au sommet de la cage. Une grille est ensuite placée directement sur les fruits, et les maintient pendant leur immersion dans l'eau. Durant cette immersion, une agitation est pratiquée, soit horizontale, soit verticale.

Dans ces conditions, aucune agitation ne permet en pratique aucun mouvement. Les pommes Starking sont retrouvées œil en haut à tous les niveaux de la cage (Figure 1). Cette situation est analogue à celle rencontrée en pratique dans les palox s'il n'y a pas d'espace entre les fruits et la grille.

Espace libre, mobilité pour certaines agitations, pas toutes

Si maintenant nous enlevons une partie des fruits de façon à ménager un espace libre entre la grille et les fruits, nous obtenons des résultats différents. Mais cela dépend aussi du type d'agitation. En effet, l'agitation horizontale se montre de peu d'effet. En revanche l'agitation verticale permet d'obtenir un changement de position de la quasi totalité des fruits (Figure 1).

Dans cette expérimentation préliminaire, l'amplitude de l'agitation était de 20 cm et le temps est de 1 s pour la descente, 1 s pour la remontée, en 9 cycles successifs.

Nous avons établi qu'une certaine rapidité est importante car si le mouvement est trop lent, les pommes ne changent pas de position. Sachant qu'une pomme peut parcourir de 30 à 35 cm en 1 seconde, le mouvement d'agitation de la cage (ou du palox) doit s'approcher de cette valeur (Tableau 1).

Expérimentation avec la machine Xeda

Nous avons expérimenté une nouvelle machine Xeda à agitation verticale, comportant une cuve dans laquelle sont plongés les palox contenant

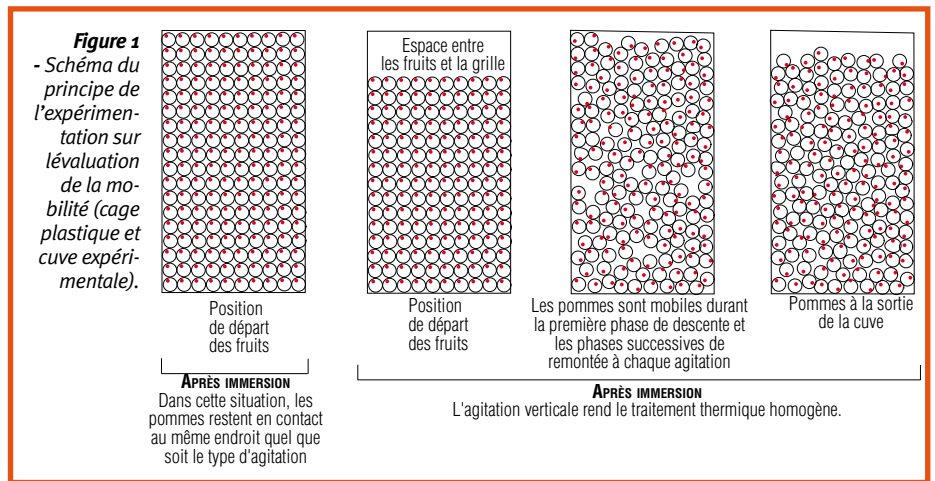


Tableau 1 - Évaluation de la mobilité des pommes dans une cage plastique selon son remplissage.	
Espace libre entre les fruits et la grille de maintien	Résultats mobilité
2 à 3 cm (pratique habituelle)	Peu de changements
5 cm ±	Mobilité visible mais insuffisante
10 cm ±	Mobilité acceptable
15 cm ± et plus	Mobilité de la quasi totalité des fruits

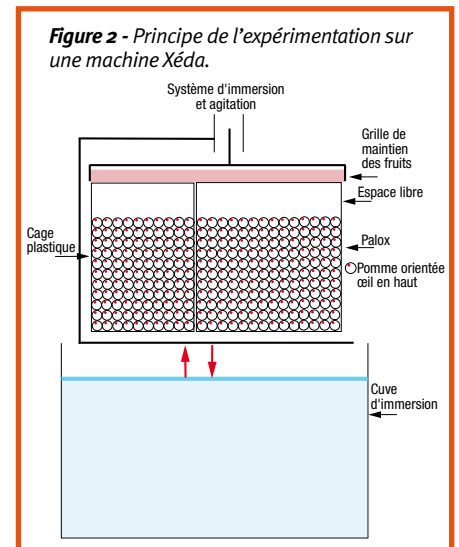


La machine Xeda expérimentée, avec un palox de pommes prêt à être immergé dans la cuve contenant de l'eau à 50 °C. Les fruits vont danser !

les pommes à traiter et les appareillages d'agitation verticale et de contrôle de la température de l'eau (photo ci-dessus). La cuve peut contenir 3,5 m³ d'eau (sur une hauteur de 1 m). La cage en plastique déjà utilisée précédemment est fixée dans un palox et remplie de pommes toutes orientées œil en dessous de bas en haut. Le reste du palox est rempli de pommes mais seule la couche supérieure est orientée l'œil vers le haut. La machine est réglée sur un maximum possible de 9 agitations réparties sur 2 mn 30 s. Chaque temps d'agitation est programmé à 2 s, ce qui permet un parcours du palox de 25 cm (Figure 2).

De l'espace = bons résultats

Comme dans l'expérimentation précédente, s'il n'y a que peu ou pas d'espace entre la grille et les fruits, il n'y a pas de mouvement suffisant et



les pommes n'ont pas changé de position. Mais avec un espace libre ménagé entre les fruits et la grille, les résultats sont identiques à ceux de la première expérimentation. Même les pommes de surface en dehors de la cage plastique ont elles aussi changé de position (photo non montrée, disponible auprès des auteurs).

Dans la phase d'immersion du palox et dans les phases de remontée de chaque cycle d'agitation, les pommes flottent transitoirement. Elles sont alors indépendantes les unes des autres et peuvent bouger. Quand les palox atteignent le point bas de l'agitation, elles remontent et se rassemblent en haut du palox.

La descente du palox maintient cette position. Au cours de chaque cycle, c'est lors de la remontée du palox que les pommes sont en situation de suspension dans l'eau (F) et peuvent être mobiles (Figure 3).

Brûlures pour vérifier

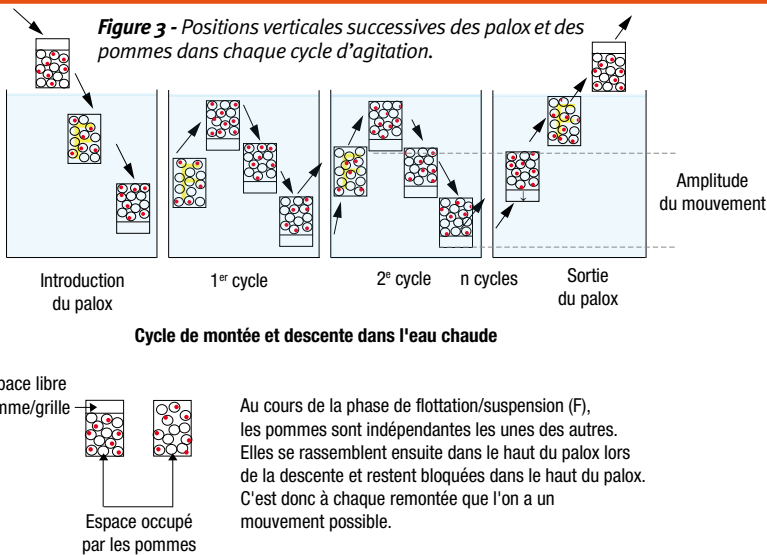
Nous avons réalisé un test complémentaire afin de vérifier l'obtention d'une mobilité suffisante et d'une répartition homogène de la chaleur de l'eau à la surface des fruits. Pour cela, nous avons appliqué une température phytotoxique de 60 °C durant 2 mn 30 s. Une telle opération aboutit à l'obtention de brûlures généralisées visibles environ 2 heures plus tard.

Bibliographie

• **Bompeix G. & Coureau. C., 2008** - Practical use of thermotherapy against parasitic disorders. In *Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders. COST 924. CRIOF. University of Bologna 149-155.*

• **Bompeix G. & Cholodowski-Faivre D., 1998** - Short hot dip treatment in water reduce considerably lenticel spot disease (*Phlyctaena vagabunda*). *Non conventional methods for the control of post-harvest diseases and microbiological spoilage. COST 914 - COST 915. Comm. of Eur. Communities. (Poster) Bologna (It).*

• **Bompeix G., Cholodowski-Faivre D. & Quennemet J., 2000** - Post harvest diseases of apples : chemical and biological control, new data. *Int. Org. of Biological Control Bull. 23 (12) 147-151.*



Il s'agit bien entendu d'une modalité expérimentale et peu recommandable dans la pratique. Au passage, soulignons l'importance du bon réglage de la température donc d'une machine fiable, puisqu'un traitement à 60°C durant 2 mn 30 s agresse les pommes alors qu'un traitement à 48 °C ou 50 °C appliqué sur la même durée les protège ! Dans le cas d'une absence d'agitation mais aussi dans celui d'une agitation de palox complètement remplis (pas ou peu d'espace libre), on obtient des pommes de couleur marron foncé (brûlures) mais avec des surfaces de contact claires (photo disponible auprès des auteurs).

Cela montre que ces surfaces n'ont pas été soumises aux mêmes conditions de chaleur que le reste de l'épiderme des pommes. Si la même opération est réalisée avec un espace libre de 15 cm et dans les conditions déjà citées, les pommes sont uniformément brunes. Ceci témoigne de la bonne distribution du traitement thermique sur toute la surface de chaque fruit (photo disponible auprès des auteurs).

Machines à disposition

À la suite de l'expérimentation décrite ci-dessus, les machines mises prochainement à disposition des arboriculteurs seront munies, en

Résumé

La thermothérapie (immersion dans l'eau chaude) appliquée au traitement des pommes contre la maladie des taches lenticellaires et le scald, a montré son efficacité. Elle est utilisée en pratique contre la maladie des taches lenticellaires dans plusieurs pays européens.

Il restait deux problèmes à résoudre :

- tout d'abord assurer une meilleure distribution de l'eau chaude sur tous les fruits,
- d'autre part éviter que les surfaces de contact entre fruits ne soient pas traitées suffisamment.

En effet des différences de couleur de la peau des fruits peuvent exister à ce niveau ainsi qu'une perte d'efficacité. Dans le cas du scald, les surfaces de contact peuvent présenter les symptômes de la maladie. Une nouvelle machine a été mise au point par Xeda International. Elle est dotée d'un système d'agitation verticale et permet un positionnement de la grille de maintien du palox légèrement éloignée des fruits. Tout cela entraîne un changement de position des fruits durant leur immersion et assure une parfaite homogénéité du traitement.

Mots-clés : pommes, maladies de post-récolte, maladies des taches lenticellaires *Phlyctema vagabunda (Gloeosporium)*, scald, échaudure précoce, thermothérapie, surface de contact, agitation, Xeda International.

plus de l'agitation verticale, d'un dispositif éloignant légèrement la grille de maintien des fruits du palox. Ceci assure un traitement homogène des surfaces traitées.

Remerciements : Nous remercions M. Sardo Stefano (pour la construction de l'appareil), M. Seguy, M. Lagasse et M. Soulat pour l'aide apportée par la Stanor dans la réalisation de cette expérimentation.

Xeda international

LA PROTECTION EN POST-RECOLTE

Un développement innovant basé sur le respect de l'environnement et la sécurité alimentaire.

Nouvelles techniques



Thermothérapie : combinaison d'immersion dans l'eau chaude et produits d'origine naturelle.

Thermonébulisation : technique utilisant une formulation adaptée à l'Electrofog, obtenant les mêmes résultats que les drenchers, avec moins de substances actives et sans générer d'effluents à éliminer.

Nouvelle gamme

Avec des substances d'origines naturelles en substitution des produits chimiques de synthèse :

Huile de menthe* anti-germinatif pommes de terre

Huile de girofle* fongicide, antioxydant et désinfectant



* Substances incluses sur la liste positive européenne et spécialités en cours d'homologation dans chaque pays d'Europe.



www.xeda.com
Zone Artisanale la Crau
13 670 St Andiol
Tél 04 90 90 23 23
Fax 04 90 90 23 20