

PROTECTION DES CULTURES DE FRUITS ET LÉGUMES

RECENSEMENT DES MÉTHODES PHYSIQUES

RÉSUMÉ

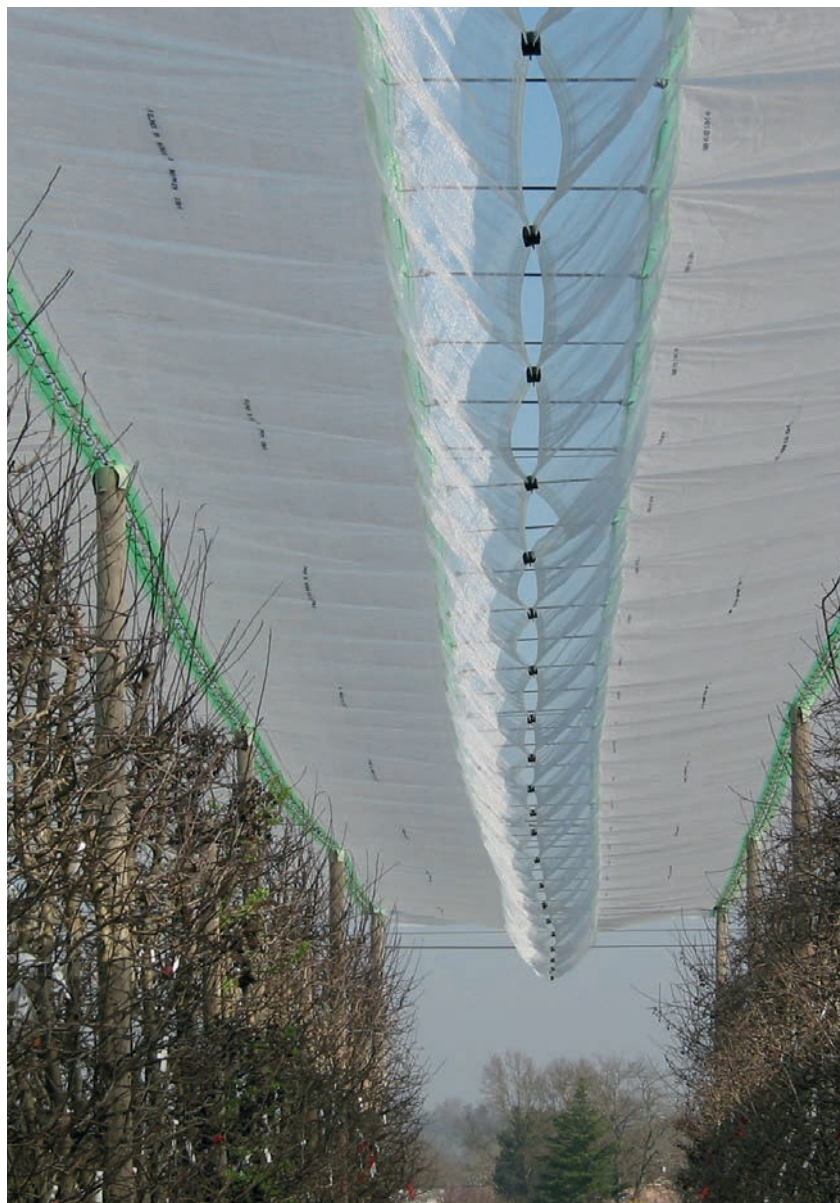
La nécessité de maintenir un bon état sanitaire aux cultures de fruits et légumes est une condition indispensable à leur rentabilité. Dans un contexte sociétal où les préoccupations sont croissantes en termes d'environnement et de santé, les orientations vont vers une diminution des protections phytosanitaires « classiques » de synthèse. La mise en place d'alternatives de substitution doit se poursuivre en intégrant aux méthodes physiques déjà largement utilisées (désherbage thermique, solarisation, filet...) celles en cours d'étude (telles les bâches anti pluie en verger) et d'autres qui méritent d'être travaillées plus spécifiquement (modification de l'atmosphère, choc thermique, rayonnement UVc...).

PROTECTING FRUIT AND VEGETABLE CROPS : INVENTORY OF PHYSICAL CONTROL METHODS

The necessity to maintain healthy fruit and vegetable crops is indispensable for profitability. Within the current context of growing public awareness of environmental and health issues, agriculture is turning to a reduction in the use of traditional synthetic pesticides. The progress made in implementing alternative control methods must continue by integrating physical control methods that are already widely used (thermal weed control, solarisation, nets) or are still being assessed (such as rain covers in orchards), as well as other techniques that need to be studied in greater detail (modifying the atmosphere, heat shock, UV-C radiation).

Remerciements : Sébastien Lurol, Yannic Trottin, Franziska Zavagli, Ctifl

Une stratégie de protection basée sur des méthodes physiques en alternative à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques et de produits de biocontrôle doit être développée pour tout le cycle cultural en apportant un bon niveau d'efficacité pour maintenir la rentabilité de l'atelier et répondre à la demande sociétale.



> BÂCHES ANTI-PLUIE COMBINÉES AU FILET PARA-GRÊLE



QUATRE GRANDES CATÉGORIES

Le maintien des cultures de fruits et légumes en bon état sanitaire sur toute la durée de leur cycle de vie est un facteur indispensable à la rentabilité finale des ateliers de production. Les bioagresseurs aériens et telluriques, plus ou moins nombreux selon l'espèce en culture, la durée de culture et d'autres facteurs abiotiques, doivent être maîtrisés pour obtenir des productions acceptables en qualité et en quantité. Dans un contexte sociétal où les préoccupations sont croissantes en termes d'environnement et de santé, encadré par la directive européenne (2009/128) et par les plans Eco-phyto I et II, les orientations vont vers une diminution des protections phytosanitaires « classiques » de synthèse et la mise en place d'alternatives de substitution, dont la lutte intégrée, l'application de biostimulants, la recherche de matériel variétal « résistant » ou encore l'utilisation de méthodes physiques. Cet article a pour objet de présenter les méthodes physiques de protection des cultures. Certaines sont couramment utilisées en pratique, d'autres sont en cours de développement ou encore au stade expérimental. Ces techniques peuvent être différenciées principalement en quatre grandes catégories : lutte mécanique, lutte thermique et thermodynamique, lutte électromagnétique et lutte pneumatique.

MÉTHODES PHYSIQUES DE PROTECTION PRATIQUÉES

Un certain nombre de techniques de protection mettant en œuvre des méthodes ou moyens physiques sont pratiquées soit pour éviter l'infestation d'une culture, soit pour piéger le ravageur avant qu'il ne fasse des dégâts, soit encore pour agir directement contre la cible. Sans être exhaustif, relatons ici les moyens et méthodes physiques assez couramment utilisés.

Des procédés thermiques, de type chaleur, vapeur, eau chaude ou air chaud sont utilisés dans différents cas. Le désherbage thermique est un de ces cas. Il consiste à appliquer une source de chaleur sur les adventices à détruire. Cette source de chaleur est la plupart du temps une flamme produite par un brûleur à gaz et dirigée sur les mauvaises herbes.

Ce peut être également un rayonnement infrarouge provenant du chauffage généralement d'une plaque de céramique portée à incandescence, brûlant les adventices en les frôlant. La société Berthoud propose un « désherbeur » électrique individuel (plutôt destiné aux jardiniers) dont l'embout métallique est chauffé à 600 °C et provoque un choc thermique à l'adventice touchée. Une variante de désherbage thermique consiste à pulvériser de l'eau très chaude (proche de 125 °C) pour ébouillanter les mauvaises herbes (matériel Cornu).

Un autre procédé est la désinfection des sols à la vapeur pour lutter contre les bioagresseurs telluriques (champignons, nématodes, bactéries, virus, insectes...) et les adventices. Dans ce cas, de la vapeur d'eau chauffée à 180 °C, est injectée pour élever la température du sol à 85-90 °C. La plupart des organismes pathogènes soumis à ces conditions sont détruits. Les matériels actuels munis de coutres permettent d'injecter la vapeur à des profondeurs différentes. La durée d'injection est fonction du pathogène à contrôler (le point sur les méthodes alternatives, la désinfection à la vapeur Ctifl juin 2010). Signalons également le procédé de désinfection des sols par air chaud humidifié « Verdivap Airstream® ». De l'eau est injectée dans une cuve où l'air a été réchauffé par compression. L'air chaud humidifié et sous pression est incorporé au sol (société Verdivap). Pour rester dans le domaine de la désinfection de sol, rappelons la méthode par solarisation. Il s'agit dans ce procédé d'utiliser le rayonnement solaire pour faire élever la température aux environs de 40 °C d'une couche de sol de 0-30 cm (voire plus, en cas favorable de sol léger en région à fort rayonnement). Les objectifs sont de rechercher des effets herbicide, fongicide et nématicide. Le sol doit être travaillé et humidifié (capacité au champ) puis recouvert d'une bâche thermique transparente. L'efficacité est meilleure lorsque la solarisation est pratiquée sous abri et la durée classique de 6 à 8 semaines peut alors être ramenée à 5 à 6 semaines. La biodésinfection est une variante qui associe à la solarisation



> APPAREIL PRODUISANT DE L'OZONE -
DÉSINFECTION EN CHAMBRE FROIDE

l'effet biocide des molécules isothiocyanates et/ou thiosulfates produites lors de la décomposition respectivement de brassicacées ou alliées broyées et enfouies avant la solarisation. L'efficacité de la désinfection est améliorée.

En ce qui concerne les procédés utilisant de l'eau chaude, des auteurs les préconisent pour une protection particulière. D.R. Haviland *et al.* (2005), proposent pour détruire à plus de 98 % la cochenille farineuse des ficus (*Planococcus ficus*) de tremper les boutures dormantes de vigne pendant cinq minutes dans chacun des trois bains d'eau successifs dont la température est maintenue à 27/33 °C pour le prétraitement, 52,5/54,1 °C pour le traitement et 20/26 °C pour le bain de refroidissement. De manière analogue, les travaux de MacLachlan *et al.* (1979), ont conduit l'OEPP (2012) à préconiser un trempage de 30 minutes dans un bain à 30 °C suivi du traitement en eau à 46 °C pendant 10 minutes et refroidissement pendant 10 minutes dans une eau à température ambiante (15 à 25 °C), pour assainir les plants frais de fraisier ou en motte des nématodes *Aphelencoides besseyi* (organisme de quarantaine) et *Aphelencoides fragariae*. Plus récemment, cette méthode a été proposée pour lutter contre le tarsonème du fraisier (*Steneotarsonemus pallidus*) présent sur



> LE TARSONÈME DU FRAISIER

les jeunes stolons destinés à la préparation de plant fraisier en motte (Turquet *et al.* 2012). Pour lutter contre les pourritures des pêches en post récolte (*Monilia laxa et fructicola*), Lurol *et al.* ont montré expérimentalement une réduction de 60 à 100 % du taux de pourriture avec des traitements par trempage (ou douchage) avec des couples température/durée de 52 °C/120 s, 56 °C/40 secondes et 60 °C/10 secondes.

Les méthodes dites mécaniques concernent plus particulièrement le contrôle des adventices par binage ou sarclage des cultures. Certains matériels actuels sont équipés d'informatique embarquée capable de sarcler les interrangs et également entre plants sur le rang. Signalons dans le cas de la lutte contre les ravageurs (aleurodes sous abri...), les systèmes d'aspiration qui ont toutefois l'inconvénient de ne pas être sélectifs. Les systèmes pneumatiques de soufflage peuvent aider à déloger, voire à éliminer les insectes nuisibles (et auxiliaires présents). L'injection d'air sous pression sous les mauvaises herbes est quelques fois citée dans la littérature comme moyen de contrôle des adventices. La protection contre les rongeurs à partir de pièges mécaniques ou de barrières anti-rongeurs en bordure de parcelle n'est guère envisageable qu'à petite échelle ou pour de faibles populations de nuisibles. Une pratique plus courante est l'utilisation de bandes pièges en carton ondulé fixé autour des troncs d'arbres fruitiers pour capturer des larves diapausantes telles celles des carpocapses (*Cydia pomonella*) de la pomme, poire ou noix. Dans les cultures sous abri, il est courant de voir des pièges chromatiques englués soit pour avertir précocement de l'arrivée de ravageurs soit pour piéger massivement ces ravageurs tel le thrips (bande bleue),

l'aleurode, les pucerons, les mineuses, les noctuelles, les cicadelles (bande jaune), l'hoplocampe ou le ver des framboises (bande blanche), les diverses espèces de scolytes présents sur de nombreux fruitiers (bande rouge).

La protection du sol par mulch organique, paillage plastique, ou autre bâche opaque permet de limiter le développement des adventices sur les parties couvertes (P. Erard, 2013). Ce procédé est très largement utilisé en cultures légumières sur butte (fraisier, courgette, aubergine...), en planche ou à plat (salades...).

Les filets insect-proof installés sur les tunnels ou les serres ont pour vocation de retarder voire d'empêcher l'entrée de ravageurs des cultures responsables de dégâts directs (insectes piqueurs, suceurs...) ou indirects (fumagine, vecteurs de virus, phytoplasme...) (Lagier, 2003). Plus récemment des travaux tendent à montrer l'intérêt d'entourer des vergers de pommiers équipés de filet paragrêle avec un filet anti-insectes sur les quatre cotés (technique Alt'Carpo) afin de les protéger au moins partiellement de l'intrusion de carpocapses et autres lépidoptères (Koké *et al.*, 2011). Notons encore les travaux de ces dernières années mettant en œuvre la pose de filet de protection contre *Drosophila suzukii* au niveau des ouvertures dans le cas d'abri en culture de fraisier (Turquet, 2015) et en enfermant complètement le verger de cerisiers (Weyder, 2015). L'intérêt de l'utilisation du filet dans ces différents cas est démontré, mais s'accompagne de modifications climatiques qui doivent être prises en compte. En cultures légumières de plein champ, de nombreux auteurs font part d'expériences de protection contre les mouches en entourant les parcelles avec une barrière en filet anti-insecte (1,20 m à 1,85 m de haut) comportant un rebord (inclinaison de 45° et large de 0,30 m). Les efficacités notées sont, de l'ordre de 50 % de dégâts en moins par rapport au témoin (Picault S., 2008), toutefois sur des surfaces faibles car l'efficacité diminue ou s'annule sur de plus grandes surfaces. Des filets anti-insectes posés directement sur la culture en isolant le plus possible la végétation de l'environnement peut être une bonne protection contre certains ravageurs tels les altises ou les mouche des crucifères. Les quelques cas de contournement observés, ponte à travers le filet (piérides), ponte sur le filet et larves passant à tra-

vers la maille ne remettent pas en cause la technique (Pierre et Picault, 2016).

Certains itinéraires techniques participent aussi à la stratégie de protection des cultures. La technique déjà ancienne des faux semis, permet de faire lever les adventices pour les détruire avec une seconde préparation de sol précédent le semis/plantation de la culture. L'apport d'eau sur la végétation peut aider à freiner le développement de certains ravageurs ou maladies. Le bassinage va gêner la multiplication des acariens en périodes chaudes et sèches sur de nombreuses cultures. La brumisation, pour sa part, limite très fortement la progression de l'oïdium sur fraisier (Pommier, 2009).

MÉTHODES DE PROTECTION PHYSIQUES À DÉVELOPPER

Une méthode encore au stade expérimental étudiée actuellement en verger de pommier, consiste dans le cadre de la lutte contre la tavelure, à protéger la canopée des arbres avec une bâche imperméable transparente (bâche anti-pluie anisolar-plus de Filpack®). Le verger équipé d'un filet paragrêle est muni sur la partie surplombant chaque rang de pommier d'une bâche anti-pluie remplaçant ainsi une partie du filet qui ne persiste qu'au niveau des interrangs. La végétation se retrouve donc protégée de la pluie tandis que la tavelure ne trouvant pas l'humectation nécessaire à son installation sur le feuillage voit son cycle biologique bloqué. En termes d'efficacité sur trois années d'essai, les parties bâchées ont présenté de faibles attaques de tavelure, entre 1 et 9 % d'organes touchés selon l'année, alors que la maladie variait de 36 à 100 % sur les parties témoins (Zavagli, 2013). L'efficacité semble dépendre des variétés de pommes (Zavagli, 2016).

À côté de ces méthodes relativement utilisées ou prometteuses, il existe des procédés plus délicats à mettre en œuvre mais qui méritent d'être relatés et pour la plupart, d'être expérimentés en conditions particulières. Ce sont les cas des traitements à base d'ozone ou de rayonnement électromagnétique (micro-ondes, UVc).

À partir des années 1970, des matériels utilisant les rayonnements micro-ondes ont vu le jour aux États-Unis pour lutter contre adventices, certains ravageurs (nématodes, taupins) et champignons du sol (*Phytophthora* sp.) (Davis 1971).



Plus récemment, Colpitts *et al.* (1993) ont étudié l'énergie micro-ondes létale sur les différents stades de doryphore de la pomme de terre. En 2011, de Taffin et Hennion signalent la grande efficacité d'une exposition de quelques secondes aux micro-ondes (10 à 100 MHz.) pour éliminer le carpocapse de la châtaigne. Le frein au développement de cette méthode est certainement lié à la lourdeur des investissements, d'une part, et au coût de l'énergie électrique consommée, d'autre part (Fleurat-Lessar F. *et al.*, 2000). Les effets des rayonnements ultraviolets (UV a, b ou c) sont signalés par différents auteurs dans des domaines variés (hotte de laboratoire, traitement de surfaces des emballages, décontamination de l'eau pour la consommation humaine, traitement des préparations agro-alimentaires...) (<http://www.eries.com/>). Il est signalé dans la littérature l'effet des faibles doses d'UVc sur une certaine capacité à éliciter les phytoalexines, (composés phytochimiques pouvant renforcer les défenses naturelles des plantes) chez de nombreuses plantes: pisatine chez le petit pois (Hadwiger et Schwochau, 1971), resveratrol dans la vigne (Langcake et Price, 1977). Les UVc aideraient à synthétiser des protéines reliées à la pathogénèse dans les feuilles de tabac et tomates (Brederode *et al.*, 1991; Christ et Monsinger, 1989) ou encore activeraient la résistance aux infections (Yalpani *et al.*, 1994). L'action désinfectante envers les microbes, virus, bactéries, algues et moisissures est obtenue avec les UVc dont la longueur d'onde est comprise entre 200 et 280 nm (<http://www.lenntech.fr/info-desinfection-uv.htm>). Une application pratique assez courante consiste à exposer à un rayonnement UVc le percolât de culture sur substrat avant qu'il ne soit réinjecté dans la solution nutritive. Les études ont montré des niveaux d'efficacité germicides (flores bactériennes et champignons pathogènes) de 99,9 % avec une dose d'exposition d'énergie UVc de 150 MJ/cm² (Le Quillec *et al.*, 2002). La station expérimentale de Proefcentrum Hoogstraten à Meerle en Belgique travaille sur un prototype muni de lampes UVc destiné à irradier des cultures de fraisier sur substrat pour lutter en particulier contre l'oïdium (<http://www.clean-light.nl>).

La bibliographie relate de nombreux travaux concernant l'utilisation d'atmosphère modifiée (teneur en oxygène

diminuée ou augmentée, teneur en CO₂ augmentée, teneur en azote gazeux augmentée) pour améliorer la durée de conservation de fruits/légumes en post récolte ou pour freiner voire détruire des pathogènes. Dans le cadre de la conservation des pommes, le principe de l'atmosphère contrôlée (< 3 % O₂ et < 3 % CO₂) associée à de basses températures (0 à + 2 °C) permet à la fois de freiner l'activité physiologique du fruit et celle des maladies de conservation (Chapon et Westercamp 1996). Pour limiter les dégâts de larves de pyrales en cours de conservation des amandes et raisins secs, à un niveau acceptable par les industriels, Johnson *et al.*, (2002) ont montré l'efficacité d'un prétraitement de six jours en chambre à température de 25 °C et atmosphère contenant 0,5 % O₂ suivi d'un traitement au froid (< 10 °C) et en atmosphère contenant moins de 5 % d'O₂. De leur côté, Harrison *et al.*, (2006) ont étudié en laboratoire l'incidence d'exposition de courtes durées d'insectes aériens (bousier, coléoptère, fourmi, sauterelle et papillon) en condition d'hypoxie (< 15 % O₂) et d'hyperoxie (> 30 % O₂). L'hypoxie ralentit les taux de croissances tandis que l'hyperoxie réduit la durée de survie des insectes. Les travaux de Liu Y.-B. orientés sur l'effet d'atmosphère modifiée en oxygène, ont montré qu'un stockage de 7 jours à 2 °C avec 3 % d'oxygène suivi de 2 jours à 10 °C sous 30 ppm d'O₂ permet de détruire 100 % des thrips (*Frankliniella occidentalis*) et pucerons présents sans aucun dégât observé sur les sept cultivars de laitue étudiés. Contre la cochenille farineuse du ficus (*Planococcus ficus*), ravageurs des plants de vigne, ce même auteur (2010) signale l'efficacité complète des traitements de plants dormants, en associant à une atmosphère contrôlée à 30 ou 1 ppm d'oxygène une durée de 3 jours à 25 °C ou 4 jours à 15 °C. Une autre méthode, utilisée dans le cadre de la multiplication du fraisier pour assainir les plants frigo de base, appelée CATTs (Controlled Atmosphere and Temperature Treatment System) et nécessitant un appareillage spécifique, associe traitement par la chaleur et modification de l'atmosphère (van Kruisten, 2011). Les plants sont exposés durant 28 heures à une température de 35 °C puis pendant 12 heures à 40 °C dans une atmosphère quasi saturée en humidité (90 à 100 % d'humidité relative) et dont la composition est modifiée de façon à ramener à

1 % la teneur en oxygène et à 51 % celle du gaz carbonique. Il est signalé également que ce traitement a des effets d'assainissement vis-à-vis d'autres pathogènes dont les nématodes du plant en particulier. Dans cette optique d'assainir les plants de fraisier en sortie de pépinière, des travaux sont en cours au Ctifl pour essayer d'adapter la méthode CATTs à différents types de plants fraisier en végétation plus particulièrement (plant frais et plant motte), plant plus fragile que le plant frigo (Bardet 2012, Ruel 2013). Cette méthode est également évaluée pour la châtaigne (Lurol, 2016).

En compléments des méthodes physiques signalons deux principes qui s'apparentent à des méthodes chimiques : action de l'ozone et du peroxyde d'hydrogène. Le principe de l'ozonation est couramment utilisé dans l'industrie et en particulier dans les processus pour l'assainissement de l'eau potable (<http://traitementeaux.e-monsite.com/>). L'Afssa estime que l'emploi de l'ozone dans le traitement des grains de blé destinés à la fabrication de farine entrant dans la composition de pain et de produits de panification contenant jusqu'à 7 % de sucres ajoutés à la concentration de 8 g d'ozone par kg de grains, à l'exclusion du pain de tradition française, ne présente pas de risque sanitaire pour le consommateur. Le peroxyde d'hydrogène fait l'objet de travaux signalés dans la littérature étrangère pour trois types d'applications concernant les fruits et légumes : décontamination (bactéries et champignons) des surfaces de fruits (Sapers *et al.*, 2003) et légumes frais et découpés (Sapers *et al.*, 2001), réduction des résidus de produits phytosanitaires à la surface des produits (Smilanick *et al.*, 2014) et décontamination des locaux de stockage ou serres (Cengiz *et al.*, 2014).

POUR LE CYCLE DE CULTURE

Ce tour d'horizon de procédés physiques pour contrecarrer les attaques des bioagresseurs montre que les processus actuels de lutte physique concernent soit le sol (désherbage, désinfection...), soit les aspects en post-récolte (conservation fruits, légumes...) et qu'il reste une large plage concernant le cycle culture où des méthodes sont à oser seules ou en association : assainissement des plants, exposition UVc ou micro-ondes, choc thermique. ■



BIBLIOGRAPHIE

Bardet A. Assainissement du plant fraisier, méthodes physiques. Intervention à l'AG de l'AOPN fraise. Novembre 2012.

Cengiz, Mehmet Fatih, Muharrem Certel. Effet of chlorine, hydrogen peroxide and ozone on the reduction of mancozeb residues on tomatoes. Turkish Journal of Agriculture and Forestry ; 2014, n° 38.3, p. 371-376.

Chapon J.-F., Westercamp P., ENTREPOSAGE FRIGORIFIQUE DES POMMES ET POIRES : Tome 2 - Conduite de la conservation. Hortipratic Ctifl, Réf. : 24419 - Octobre 1996.

Colpitts B.G., Pelletier Y., Sleep D., 1993. Lethal energy densities of the Colorado potato beetle and potato plant at 2450 MHz. Journal Microwave Power & Electromagnetic Energy, n° 28, p. 132-139.

Davis F., 1971. New techniques in weed control via microwaves. Phytox corporation, College station (Texas).

Erard P. Le paillage en cultures légumières. Le Point sur les méthodes alternatives, Ctifl, novembre 2013.

Fleurat-Lessard F., Vincent C., Panneton B., 2000. Un point sur la lutte physique en phytoprotection. Edition Inra, 343 pp.

Haviland D.R., Bentley W. J., Daane K. M. 2005. Hot-Water treatment for control of *Planococcus ficus* on dormant grape cuttings. Entomology Society of America, p. 1109-1115.

Icard C., Villeneuve F., Porteneuve C. La désinfection vapeur. Le point sur les méthodes alternatives, Ctifl, juin 2010.

Janvier C., Pierre Sandra-Prisca, Trottin-Caudal Y. Solarisation sous abri et en plein champ. Le Point sur les méthodes alternatives, Ctifl, Juin 2012.

Johson J.A., Vail P.V., Brandl D.G., Tebbets J.S., Valero K.A., Integration of nonchemical treatment for control of Postharvest Pyralid moths (*Lepidoptera* : pyralidae) in almonds and raisins. Journal of economic entomology, february 2002, p. 190-199.

Koké E., Biargues M-E., Sagnes

J-L., Loquet B., Westercamp P. Protection des vergers de pommiers contre les lépidoptères. Lutte mécanique avec files. Infos-Ctifl, n° 270, avril 2011, p. 40-45.

Lagier J. Mise en œuvre de filets « insect proof » en culture sous serre, incidences sur le choix des matériaux de couverture et des systèmes d'aération. Inra, 2003.

Liu Y.-B., Semi commercial ultra-low oxygen treatment for control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera : Thripidae), on Grape Benchgrafts. PostharvestBiology and technology, n° 59, 2011, p. 138-142.

Liu Y.-B., Bettiga Larry J., and Daane Kent M. Ultralow oxygen treatment for control of *Planococcus ficus* (Hemiptera : Pseudococcidae), on harvest iceberg lettuce. Journal of Economic Entomology., vol 103 n° 2, april 2010, p. 272-276.

Luro S., Tabaries P., Buffet N., Sobas M-A., Portal A.2009. Lutte post récolte contre *Monilia*. Application d'eau chaude sur pêche. Infos-Ctifl, n° 250 avril, p. 32-36.

Luro S., Landry P., Deguette H., Belaen C. Désinsectisation des châtaignes après récolte. Traitements Thermiques et atmosphère contrôlée (méthode CATTs). Infos-Ctifl, 2016, n° 323 juillet-août, p.

OEPP/EPPO. 2012. Hot water treatment of strawberry plants to control *Aphelenchoides besseyi* and *Aphelenchoides fragariae*. OEPP/EPPO, Bulletin 42, p. 493-495.

Picault S. 2008. Contre les mouches du chou des cultures en agriculture biologique. Les filets verticaux comme moyen de protection. Infos-Ctifl, n° 244 septembre, p. 36-40.

Pierre S.-P., Picault S. Les filets de thodes alternatives. Ctifl, février 2016.

Le Quillec S., Brajeul E., Sédillot C., Raynal C., Letard M., Grasselly G., 2002. Gestion des effluents des cultures légumières sur substrat. Ctifl Hortipratic, ref : 30223, Juin 2002.

Ruel S., 2013. Lutte physique contre le tarsonème *Steneotarsonemus pallidus* (Banks, 1901). Mémoire en Licence Profession-

nelle Gestion de la Santé des Plantes. université Angers.

Sapers G.M., Sites J.E. Efficacy of 1% hydrogen peroxide wash in decontaminating apples and cantaloupe melons. Journal of Food Science, 2003, n° 68, p. 1793-1797.

Sapers G.M., Sites J.E. Efficacy of 1% hydrogen peroxide wash in decontaminating apples and cantaloupe melons. Journal of Food Science, 2003, n° 68, p. 1793-1797.

Smilanick J.L., Mansour M., So-rensou D. Performnce of fogged disinfectants to inactivate conidia of *Penicillium digitatum* within citrus degreening rooms. Postharvest Biology and Technology, 2014, n° 91, p. 134-140.

Taffin B. de, Hennion B., Les méthodes physiques de désinfection des châtaignes. Les alternatives à la fumigation. Infos-Ctifl, n° 273, juillet-août 2011, p. 17-23.

Turquet M. Intervention à l'AG de l'AOPN fraise. Novembre 2012.

Turquet M. Intervention au GT Régional fraise. Décembre 2015.

Van Kruisten G. 2011. Control of strawberry tarsonemid mites in mother planting stock by CA treatment. Communication ISFC, 20/01/2011.

Weyder C. Intervention Comité de pilotage dossier Casdar *Drosophila suzukii* 2015

Zavagli F., Giraud M., Favareil J., Verpont F., 2013. Protection des pommiers contre la tavelure. La bâche anti pluie, un moyen innovant à l'étude. Infos-Ctifl, n° 289 mars, p. 22-29.

SITES WEB

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AAAT2004sa0161.pdf>

<http://www.agriculture.gouv.fr/methodes-physiques>

<http://www.cornu-sas.com>

<http://eries.com/index.htm>

<http://www.lennetech.fr/procedes/desinfection/desinfection.htm>

<http://www.uvgi.es/organismos.html>

<http://www.lennetech.fr/info-desinfection-uv.htm>

<http://www.cleanlight.nl/index.php?page=fleurs-et-legumes>