

PRATIQUES ALTERNATIVES AUX PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN ARBORICULTURE – EFFET DE LA GESTION DES LITIÈRES DE FEUILLES EN AUTOMNE SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA TAVELURE DU POMMIER EN VERGER BIOLOGIQUE

L. JAMAR¹, l.jamar@cra.wallonie.be et M. LATEUR¹, m.lateur@cra.wallonie.be

¹(Centre Wallon de Recherches Agronomiques)

RÉSUMÉ : La tavelure du pommier causée par *Venturia inaequalis* représente une préoccupation majeure dans les vergers des régions à climat tempéré de l'Europe. Le but de cette étude, réalisée dans un verger biologique du CRA-W, est d'évaluer l'effet de la réduction de l'inoculum primaire présent dans les feuilles mortes sur le développement de la tavelure. L'expérience est composée de trois modalités appliquées en automne, l'une basée sur l'andainage et le broyage des feuilles au sol (B), la seconde sur le ramassage des feuilles et l'enfouissement des feuilles restantes (R), et la troisième maintenue comme témoin sans intervention (T). Par rapport aux parcelles sans intervention (T), une réduction moyenne respectivement de 42 et 75% des vols d'ascospore est enregistrée l'année suivante sur les parcelles 'B' et 'R'. Sur la variété 'Initial', la plus sensible, l'incidence moyenne de tavelure sur fruits équivaut respectivement à 15, 13 et 4% sur les parcelles 'T', 'B' et 'R'. Dans le même verger expérimental, dont 20% de la superficie est occupée par des zones de compensation écologique composées d'arbustes et d'une strate herbacée fleurie, les populations de pucerons cendré (*Dysaphis plantaginea*), principal bio-agresseur des vergers de pommier, sont maintenues naturellement en dessous du seuil de nuisibilité sans aucun traitement insecticide, depuis 2003, deuxième année de vie du verger, jusqu'en 2014.

INTRODUCTION

Les cultures fruitières sont, pour la plupart, des cultures pérennes qui peuvent rester en place sur un même site plusieurs dizaines d'année. De ce fait, le concept de rotation annuelle, pourtant à la base d'une bonne pratique agricole, n'est pas applicable. Il en résulte une série de conséquences parfois difficiles à gérer pour l'arboriculteur et principalement celles liées aux bio-agresseurs. Dans les vergers modernes de pommiers et de poiriers de nos régions, on rencontre un grand nombre de champignons phytopathogènes et d'espèces d'insecte ravageur phytophage nuisibles, sans compter certaines bactéries, oiseaux et rongeurs particulièrement néfastes. Par conséquent, que ce soit en production intégrée ou en agriculture biologique, la conduite moderne des vergers professionnels est encore extrêmement exigeante en intrant et implique toujours une protection phytosanitaire intense (Jamar, 2011 ; Sédillot et Pujol, 2014). Cependant,

des stratégies et pratiques particulières, alternatives aux produits phytosanitaires, peuvent être mise en œuvre :

Le choix du site de production: En région tempérée, le site va influencer toute la vie et la rentabilité du verger. Choisir des situations ensoleillées, naturellement aérées et ventilées, des sols drainants et se réchauffant bien. Eviter les fonds de vallées et bas-fonds humides.

Le système de verger : L'influence du porte-greffe sur le développement des maladies apparaît notamment dans le fait que plus le porte-greffe est nanifiant, plus les spores provenant du sol ou des feuilles mortes sont facilement en contact avec la canopée (Aylor, 1998).

La conduite de l'arbre : Conduite de l'arbre qui favorise au maximum le séchage du feuillage et de la canopée fournit un microclimat défavorable au développement des maladies (Holb, 2006).

Les mélanges variétaux et d'espèces: Les souches de champignons peuvent être virulentes vis-à-vis de certaines variétés ou espèces, mais le sont soit moins soit pas du tout vis-à-vis d'autres variétés ou espèces. Par exemple, l'association de variétés résistantes et de variétés sensibles permet de limiter le développement de la tavelure sur les variétés sensibles (Gessler, 2006 ; Carisse et al., 2002).

Le choix variétal : Les variétés doivent être adaptées au contexte pédo-climatique. Choisir des variétés possédant des capacités de tolérance ou de résistance aux maladies en cohérence avec les risques sanitaires. Augmenter le nombre de variétés avec la surface cultivée, de manière à minimiser les risques de pertes.

Le choix des variétés de porte-greffes : Choisir le porte-greffe en fonction de la vigueur de la variété, du système cultural, de l'adaptation au sol, des rejets, de la compatibilité avec le greffon, de la résistance aux maladies et ravageurs. Par exemple : variétés tolérantes/résistantes aux pucerons lanigères, au chancre, à la pourriture du collet, au phytophthora, ...).

L'achat de plants sains certifiés sans virus et phytoplasmes

Le désherbage mécanique et fauche: Les bandes désherbées dans les rangs de fruitiers et les fauches régulières de l'herbe dans l'inter-rang sont favorable à la circulation de l'air dans le verger et défavorable au développement du campagnol.

L'aménagement d'un environnement riche et diversifié: Planter des plantes à fleurs sauvages ou cultivées dans le dispositif cultural ou aux abords de la culture constitue des corridors biologiques et des refuges pour les auxiliaires. La diversité d'espèces fruitières, de haies variées et de plantes ornementales vont assurer une riche floraison qui idéalement devrait pouvoir s'étaler jusqu'à l'automne afin d'attirer le maximum d'insectes utiles et butineurs. Ajouter le placement d'abris d'auxiliaire, de gîtes à abeilles solitaires, de nichoirs à oiseaux, ...

L'association culture/élevage : volaille, mouton,.... Par exemple, les poules dans une plantation de noisetier permettent d'éliminer le balanin.

La fumure : Les fortes fumures azotées peuvent représenter un facteur attractif pour les bio-agresseurs par l'augmentation d'éléments appétant dans les tissus, le développement plus important de la végétation, la présence prolongée d'organes sensibles, la chute tardive des feuilles (accentuée par les conditions climatiques plus douces en automne).

L'observation régulière des plantations : Se former à la reconnaissance des ravageurs, maladies, auxiliaires des vergers est essentiel. Par exemple : par le piègeage d'insectes, ou par les outils d'aide à la décision intégrant des données biologiques, phénologiques et météorologiques permettant d'avoir une vision dynamique de l'évolution d'une maladie ou d'un ravageur sur une région. Tout cela permet de dater et quantifier le risque.

La suppression des hôtes intermédiaires : Par exemple : le genévrier (*Juniperus spp*) est un hôte intermédiaire obligatoire dans le cycle de vie de la rouille grillagée du poirier (notons que le genévrier commun (*Juniperus communis*) est résistant).

Le moment des travaux : Les travaux de taille par temps sec en fin de saison hivernale et par température positive limitent les risques de contaminations.

La désinfection des outils de travail : Par exemple, pendant la taille, pour éviter les contaminations d'un arbre à l'autre, trempage des outils dans l'alcool.

L'introduction et préservation d'arthropodes ou insectes auxiliaire : Augmenter la densité ou introduire des auxiliaires, ennemis naturels des ravageurs, peut permettre de maintenir les populations en dessous d'un seuil de nuisibilité acceptable. Par exemples : (i) introduction de *Typhlodromus*, pour lutter contre les acariens tels que l'araignée rouges dans les zones relativement froides, (ii) introduction d'anthocorides, prédatrices du psylle du poirier, (iii) lâchers de larves de coccinelles, ...

L'emploi de micro-organismes ou dérivés: L'usage des micro-organismes prédateurs (champignons, bactéries, virus), est un moyen complémentaire souvent utilisé dans les vergers. Par exemple, (i) *Microsphaeropsis ochracea* antagoniste de la tavelure (ii) virus de la granulose pour lutter contre le carpocapse des pommes et des poires et la tordeuse orientale du pêcher, (iii) cristaux protéiques synthétisés par la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) pour lutter contre les tordeuses, mineuses des feuilles, zeuzère....,

L'emploi de nématodes : Petits vers ronds qui se déplacent dans les crevasses de l'écorce et dans le sol et pénètrent dans les larves de ravageurs. Par exemple, *Steinernema carpocapsae* sur larve d'hoplocampe.

La confusion sexuelle : Libération de phéromones sexuelles dans les vergers pour perturber la reconnaissance des papillons mâles et femelles et empêcher la reproduction. Ceci pour limiter le nombre d'œufs et réduire ainsi la population de ravageur et les dégâts associés.

Les méthodes de protection physique :

- Filets anti-insectes pour établir une barrière physique autour des arbres. Par exemple : (i) filets Alt'Carpo pour protéger les pommiers ou poiriers du carpocapse, (ii) filets anti lépidoptères, anti oiseaux, manchons anti gibier, ...
- Badigeons de différentes compositions (chaux, argile, bouse, poudre de roche...)
- Piégeage massif (piège chromatique, bandes pièges cartonnées, les pièges blancs englués pour l'hoplocampe, ...),
- Cage à campagnol (treillis de maille 13 mm placés autour du système racinaire),
- Bâchage au sol ou protection parapluie (melon, framboise, cerise),
- Clôtures anti campagnols, cervidés, sangliers, etc.

La réduction des sources de contamination : Réduire la pression parasitaire sur la parcelle en éliminant les éléments infectés représentant un inoculum primaire pour la

campagne suivante. Par exemple : (i) ramasser et brûler les bois de taille pour éliminer chancres, cochenilles, oeufs de pucerons..., (ii) taille et élagage du bois malade (zeuzère, oïdium, tavelure sur bois, ...), (iii) curetage appliqué pour les chancres, buprestes, sésies, ..., (iv) gestion prophylactique de la tavelure par le ramassage, le broyage ou l'enfouissement des feuilles tavelées à l'automne. Une expérience a été réalisée au CRA-W dans ce sens et est détaillée ci-dessous :

La tavelure représente une des préoccupations majeures dans les vergers de pommiers et poiriers des régions du nord de l'Europe. Cette maladie cryptogamique, due au champignon microscopique *Venturia inaequalis* [Cooke] Winter, peut engendrer la perte de la totalité des récoltes si aucune mesure de protection n'est réalisée (Machardy *et al.*, 2001). Dans nos conditions pédoclimatiques, la lutte contre cette maladie nécessite en général de 15 à 25 traitements fongicides et peut impliquer jusqu'à 10% du coût de production (Sutton *et al.*, 2000). La lutte chimique peut avoir des effets nocifs sur la faune auxiliaire et est de plus en plus remise en question par les consommateurs. Les nouvelles exigences du marché visent à contraindre les producteurs à fournir des fruits qui ne contiennent pas de résidus de pesticides.

La conservation de la tavelure du pommier est assurée principalement par les périthèces qui se forment en hiver au sein des feuilles mortes tombées sur le sol et dans lesquels se forment les ascospores (Holb, 2006). L'importance de l'intervention de cette forme de conservation dans l'infection primaire des pommiers au printemps a été bien démontrée (Aylor, 1998 ; MacHardy *et al.*, 2001) mais les techniques qui visent à la détruire restent pourtant encore à ce jour très peu mises en pratique dans les vergers commerciaux.

La réduction de l'inoculum primaire de tavelure présent dans les feuilles mortes peut être réalisée par trois principaux moyens : mécanique, chimique et biologique (Sutton *et al.*, 2000; Carisse et Dewdney, 2002 ; Jamar *et al.*, 2010b). Exceptée la méthode qui consiste à enlever les feuilles avec des machines de ramassage, les moyens visent principalement à accélérer les processus de décomposition des feuilles par les micro- et macro-organismes du sol et des litières de feuilles. Les outils le plus souvent disponibles chez les producteurs sont les tondeuses ou les broyeurs de bois de taille mais ceux-ci ne réalisent pas souvent un travail optimum. La gestion des feuilles au sol nécessite des machines spécifiquement adaptées, à des prix accessibles, ce qui manque encore sur le marché (Jamar *et al.*, 2010d).

La mise en œuvre de méthodes de lutte prophylactique, telle que la destruction de l'inoculum, laisse entrevoir des possibilités de réduction d'intrants dans les stratégies de protection (Holb 2006 ; Gomez *et al.*, 2007). Afin de valider cette hypothèse dans nos conditions pédoclimatiques, un essai de réduction de l'inoculum tavelure a été initié en novembre 2009 dans un verger expérimental du CRA-W. C'est essai a été réalisé dans le cadre du programme Interreg IV TransBioFruit (2008-2015).

L'objectif de cette étude, menée sur trois saisons de croissance, est de comparer par rapport à des parcelles témoin sans intervention, l'effet sur le développement de la tavelure, de deux modalités de gestion des feuilles au sol en automne, l'une basée sur l'andainage et le broyage des feuilles, la seconde sur le ramassage et l'enfouissement des feuilles à l'aide d'outil moderne.

MATERIEL ET MÉTHODE

Cette étude est réalisée au sein d'un verger biologique de 65 ares planté en 2002 à Gembloux en Belgique. Le verger est composé de 4 variétés possédant le gène de résistance *Vf* (cvs. 'Initial', 'Topaz', 'Zvatava' et 'JN 20/33/58'), toutes greffées sur le porte-greffe nanifiant M9. Les arbres sont plantés à 3,5 m entre rangs et 1,5 m dans les rangs. Ils reçoivent en moyenne 55 unités d'azote par ha et par an, sous forme de fertilisant organique. Le dispositif expérimental comprend 576 arbres, les quatre variétés sont aléatoirement réparties en sous parcelles de 6 arbres monovariétales (Jamar *et al.*, 2010c).

En 2010 et 2011, un schéma de traitement anti-tavelure uniforme est appliqué sur le verger alors qu'en 2009, des sous parcelles 'Témoin non traité' réparties uniformément dans le verger, sont maintenues. Le logiciel d'avertissement RIMpro couplé à une station météo déterminent les périodes de risques d'infection primaire. La stratégie de traitement 'durant-infection' est strictement suivie. Elle consiste à appliquer les traitements sur les périodes d'infection, entre 0 et 320 degré-heures après la pluie, avant la pénétration du champignon dans la feuille (Jamar *et al.*, 2009). Un total de 8 et 10 applications à base de soufre et/ou cuivre sont réalisées en 2010 et 2011 respectivement, pour limiter les infections primaires de tavelure. Un pulvérisateur tunnel est utilisé pour l'application des traitements (Jamar *et al.*, 2010a).

L'étude mise en place est composée de trois modalités, chacune appliquées en automne 2009 et 2010:

- modalité 'T' – témoin, les feuilles sont laissées sur le sol sans intervention,
- modalité 'B' – basée sur l'andainage et le broyage des feuilles mortes au sol réalisés en un seul passage avec un andaineur à pales à l'avant du tracteur et un broyeur à l'arrière du tracteur (Bab-Bamps nv, Belgique),
- modalité 'R' – basée sur l'andainage (Bab-Bamps nv, Belgique) et le ramassage des feuilles réalisés avec le Tondobalai (Amazone machine agricole SA, France), combinés avec l'enfouissement des feuilles restantes sous le rang fruitier réalisé avec la machine d'enfouissement Spedo (Hatomec bvba, Belgique).

Une évaluation de l'efficacité des machines disponibles sur le marché, capables de réaliser ces travaux, a été opérée préalablement, notamment lors d'une journée de démonstration organisée à Gembloux, regroupant 9 fournisseurs sélectionnés (Jamar *et al.*, 2010d).

Un suivi de l'importance des vols d'ascospores est réalisé au cours de la saison de croissance suivante à partir de 6 capteurs de spores de type ROTOROD. Ces capteurs comportent deux fines tiges légèrement engluées qui se mettent à tourner à 2400 t/min grâce à un petit moteur durant 3 heures après chaque pluie supérieure à 0,2mm. Chacune des périodes de précipitation supérieure à 0,2 mm de pluie, du 15 mars au 20 juillet, est considérée comme un événement qui peut libérer des ascospores, les barrettes des capteurs sont alors remplacées et les comptages réalisés au microscope en laboratoire. Un capteur est placé au milieu de chaque modalité de chaque bloc expérimental, à 50 cm de hauteur.

Le verger est divisé en deux blocs expérimentaux de 4 rangs de 180 m de long dans le sens nord-sud. Les blocs sont séparés par une haie composée de noisetiers et sureaux.

Chaque bloc comprend les trois modalités, chaque modalité étant appliquée sur une surface de 15x50 m et séparées entre elles par 10 m de haies. Le dispositif expérimental 'T-B-R' est orienté dans le sens nord-sud dans le premier bloc et dans le sens sud-nord dans le deuxième bloc, afin d'éliminer l'effet 'vents dominants' éventuel.

Un suivi de l'incidence de la maladie sur les fruits est réalisé à trois reprises au cours des saisons de croissance 2010 et 2011, sur les deux rangs centraux de chaque bloc, les rangs latéraux des blocs étant considérés comme zones 'tampons'. L'incidence sur fruits est comprise comme la proportion de fruits infectés avec au moins une lésion de tavelure.

Une analyse de la variance (ANOVA) est réalisée à l'aide du logiciel statistique Minitab pour établir les relations entre les paramètres mesurés et les modalités appliquées. En parallèle, un suivi des foyers et populations de pucerons cendré est réalisé chaque année dans le verger expérimental depuis sa plantation jusqu'à aujourd'hui, en 2014.

RESULTATS

En 2009, les infections de tavelure sont sévères sur les quatre variétés, indiquant que le gène de résistance *Vf* est complètement contourné par de nouvelles races de tavelure. La variété 'Initial' manifeste une sensibilité supérieure aux trois autres variétés (Jamar *et al.*, 2010c). Depuis la plantation du verger jusqu'en 2009, des sous parcelles 'témoin non traité' réparties uniformément dans le verger sont maintenues, signifiant que l'inoculum présent dans le verger au départ de l'expérimentation est très important.

Par rapport aux parcelles sans intervention (T), des réductions moyennes (2010 et 2011) respectivement de 49 et 80% des vols d'ascospore sont enregistrées sur les parcelles B et R, dans le bloc T-B-R / nord-sud alors que dans le bloc T-B-R / sud-nord, des réductions moyennes respectivement de 35 et 67% des vols d'ascospore sont enregistrées sur les parcelles B et R (Figure 1). Quelque soit le sens du dispositif expérimental, la quantité de spores par capteur ne dépasse jamais 400 spores sur les parcelles 'R' où les feuilles sont ramassées et enfouies. Considérant la période du 15 avril au 15 juillet 2010 et 2011, sur l'ensemble du dispositif, des réductions moyennes respectivement de 42 et 75% des vols d'ascospores sont enregistrées sur les parcelles 'B' et 'R', par rapport aux parcelles sans intervention 'T'.

Les observations réalisées en juillet des deux années sur la variété 'Initial', la plus sensible, l'incidence moyenne de tavelure sur fruits équivaut respectivement à 11, 6 et 2% sur les parcelles 'T', 'B' et 'R' (Figure 2). A l'analyse des résultats enregistrés au mois d'août, l'incidence moyenne de tavelure sur fruits équivaut respectivement à 14, 13 et 4% sur les parcelles 'T', 'B' et 'R'. La réduction de l'incidence de tavelure engendré par la modalité 'R' est donc significative par rapport aux deux autres modalités 'T' et 'B'. Pour les trois autres variétés, plus tolérantes à la tavelure, il n'y a pas de différences significatives d'incidence de tavelure sur fruits entre les trois modalités, sachant que l'incidence maximum enregistrée est de 1%.

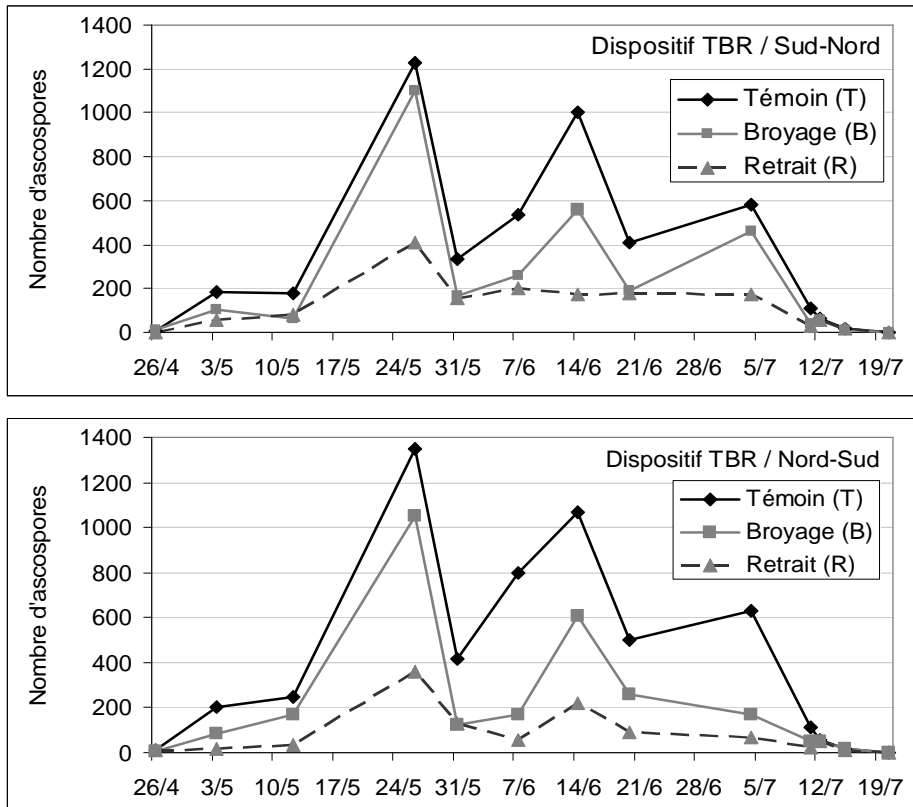


FIGURE 1: Quantité d'ascospores captée dans l'air du verger au printemps pour 3 modalités de gestion des feuilles en automne, T = Témoin, B = Broyage, R = Ramassage + Enfouissement

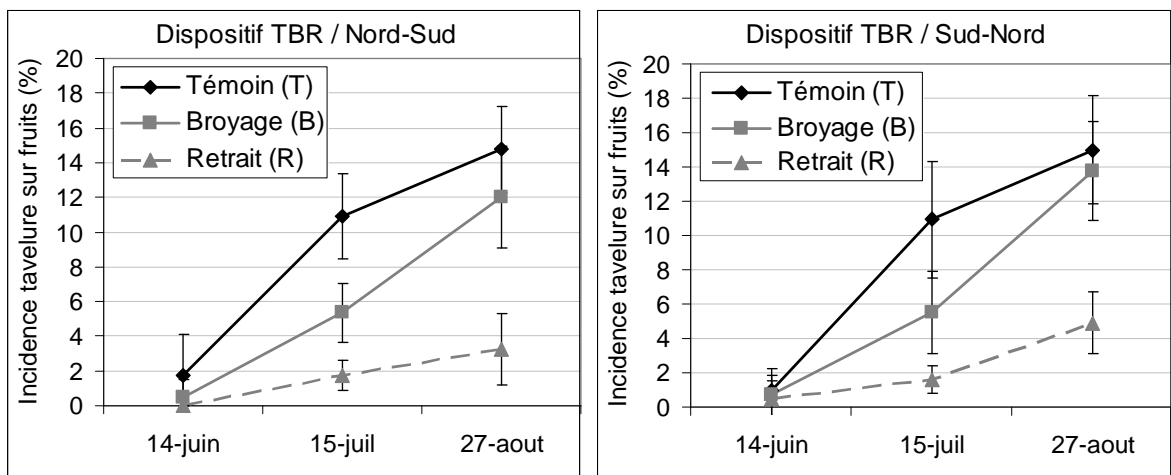


FIGURE 2: Incidence de la tavelure sur les fruits (variété 'Initial') pour 3 modalités de traitement des feuilles au sol en automne, T = Témoin, B = Broyage, R = Ramassage + enfouissement. Les barres d'erreur indiquent l'intervalle de confiance de la moyenne ($\alpha = 0.05$, $n = 4$).

DISCUSSION

Cette première expérimentation ne permet pas de discerner de façon significative l'éventuel intérêt du broyage sans ramassage (B) par rapport au Témoin (T). Par contre, la modalité ramassage des feuilles combinée avec l'enfouissement (R), s'avère procurer un intérêt majeur par le fait que la période et l'intensité de la libération des ascospores sont réduites. Cela se confirme par la réduction significative de 74% de l'incidence de la maladie sur les fruits dans la modalité avec retrait des feuilles 'R', par rapport à la modalité témoin sans retrait. Ce fait est plus prononcé dans le cas du dispositif T-B-R / Nord-Sud, c'est-à-dire où le témoin (plus contaminant) est placé du côté opposé aux vents dominants. Si l'intensité des vols d'ascospore semble dans l'ensemble importante, celle-ci doit être mise en relation avec le fait que le verger contient en 2009, 25% de sa superficie sans protection fongicide et au sein de laquelle les taux d'infection sont de l'ordre de 80 à 100% des feuilles tavelées.

Malgré un contexte annuel de forte pression tavelure, trois variétés sur quatre manifestent une incidence sur fruits inférieure à 1% en 2010, quelque soit la modalité de traitement des feuilles mortes, probablement grâce à l'application d'une stratégie de protection fongicide « durant-infection » efficace pour ce type de variété (Jamar *et al.*, 2010c).

Le dispositif de mesure n'ayant été opérationnel qu'à compter de 15 avril 2010, le vol d'ascospores n'a pu être mesuré avant cette période. De ce fait, la figure 1, ne tient pas compte des quantités d'ascospores du début de saison. D'après le logiciel RIMpro, les projections d'ascospores sont faibles avant cette date étant donné un climat sec et froid. Par contre, elles se sont prolongées particulièrement tard en 2010, puisqu'on observe encore des ascospores dans l'air à la mi-juillet.

Le broyage est dans l'immédiat, plus facile à mettre en œuvre puisque de nombreux exploitants utilisent un broyeur pour détruire le bois de taille ou limiter la croissance de l'enherbement. Pourtant cette étude montre qu'un broyage précédé d'un andainage ne permet pas de réduire suffisamment les dégâts de tavelure, en tout cas dans un contexte à forte pression tavelure. Par ailleurs, l'andainage de la totalité des feuilles présentes sous les rangs fruitiers est une opération difficile à atteindre.

Les opérations d'enfouissement et de ramassage des feuilles, plus efficaces, supposent l'achat de machines adaptées et aussi souvent plus coûteuses. Les machines de ramassage, bien que très efficaces, ne peuvent être amorties que sur un nombre d'hectares important. La méthode d'enfouissement des feuilles par buttage peut être préconisée dans les exploitations qui disposent, pour le désherbage, d'une décavillonneuse à disques. Pour ce qui est de l'andainage, les matériels classiques à balais ou à pales ainsi que les souffleries, montrent souvent une incapacité à reprendre les feuilles situées dans les sillons créés par les roues du tracteur (Jamar *et al.*, 2010d). Le matériel constitué de deux brosses frontales montre une efficacité générale supérieure aux autres modèles. La ventilation est nécessaire en terrain caillouteux pour éviter de ramener des pierres sous le broyeur. Elle présente le triple avantage de ne pas devoir s'approcher des arbres pour effectuer le travail de nettoyage sous le rang, d'être plus rapide et d'être peu coûteuse à l'achat.

Pour être efficace, ce type d'intervention doit être réalisé le plus rapidement possible après la chute complète des feuilles, à la fin novembre ou au début décembre, pour profiter de bonnes conditions climatiques.

Par ailleurs, dans ce même verger expérimental, un suivi des populations de puceron cendré (principal bio-agresseur des vergers de pommier) est réalisé chaque année depuis sa plantation en 2002 jusqu'en 2014. Dans ce verger expérimental deux actions sont réalisées de façon uniforme en vue de maintenir un équilibre de la biocénose. Il s'agit i) de maintenir l'apport d'engrais organique en dessous de 50 unité d'azote par an et ii) d'occuper 20% de la superficie du verger par des zones de compensation écologique composées d'arbustes et d'une strate herbacée fleurie. De ce fait, les populations de pucerons cendré (*Dysaphis plantaginea*), sont maintenues naturellement en dessous du seuil de nuisibilité sans aucun traitement insecticide, depuis 2003, deuxième année de vie du verger, jusqu'en 2014. Il semble que ces observations soient liées aux pratiques induites.

CONCLUSIONS

Cette étude, menée sur trois saisons de croissance, compare pour la première fois dans nos conditions pédoclimatiques, l'effet de deux modalités particulières de traitement mécanique des feuilles au sol en automne, sur le développement de la tavelure. Elle montre les bénéfices apportés par les solutions qui éliminent les feuilles du milieu superficiel par l'enfouissement en comparaison du simple broyage des feuilles laissées en surface du sol. Ces pratiques contribuent à réduire le nombre et l'importance des infections primaires au printemps et donc le nombre de traitements fongicides pour lutter contre cette maladie. L'impact des pratiques menées au sein du verger expérimental (20% de zone de compensation écologique, fertilisation organique, ...) semblent être à l'origine du maintien des populations de pucerons cendré en dessous du seuil nuisibilité toute la durée de vie du verger.

REMERCIEMENTS

Cette étude est financée par les fonds FEDER dans le cadre du projet Interreg IV « TransBioFruit » débuté en 2008, avec un co-financement du Conseil Régional Nord Pas-de-Calais et de la Région Wallonne.

REFERENCES

- Aylor D.E., 1998. The aerobiology of apple scab. *Plant Dis.* 82: 838-849.
- Carisse O., Dewdney M., 2002. A review of non-fungicidal approaches for the control of apple scab. *Phytoprotection* 83:1-29.
- Gomez C., Brun L., Chauffour D., De Le Valee D., 2007. Effect of leaf litter management on scab development in an organic apple orchard. *Agri. Ecosyst. Environ.* 118, 249-255
- Holb I.J., 2006. Effect of six sanitation treatments on leaf litter density, ascospore production of venturia inaequalis and scab incidence in integrated and organic apple orchards. *Eur. J. Plant Pathol.* 115 :293-307
- Jamar L., Oste S., Tournant L., Lateur M., 2009. Protection contre la tavelure du pommier ciblée sur les infections primaires en production biologique. Actes des

- Journées Techniques Nationales Fruits et Légumes Biologiques, ITAB-GRAB, Paris, 8 & 9 décembre 2009, pp. 49-54.
- Jamar L., Aubinet M., Culot M., Magein H., Lateur M., 2010b. Effect of organic farming practices on five orchard soil bio-indicators. ISHS. Acta Horticulturae 873: 129-136.
- Jamar L., Cavelier M., Lateur M., 2010c. Primary scab control using a 'during-infection' spray timing and the effect on fruit quality and yield in organic apple production. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.14: 423-439.
- Jamar L., Lateur M., Tournant L., 2010d. Réduction de l'inoculum tavelure : journée de démonstration à Gembloux. Revue de la Fédération Wallonne Horticole, 61 : 14-17.
- MacHardy W.E., Gadoury D.M., Gessler C., 2001. Parasitic and biological fitness of *Venturia inaequalis*: relationship to disease management strategies. Plant Dis. 85: 1036-1051.
- Sédillot B., Pujol J., 2014. Pratiques phytosanitaires en arboriculture 2012 - Enquête EcoPhyto, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, Agreste Les Dossiers - n° 22, 18p.
- Sutton D., MacHardy W., Lord W., 2000. Effects of shredding or treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *V. inaequalis* and disease buildup. Plant Dis. 84: 1319-1326.