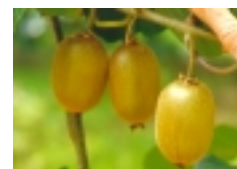
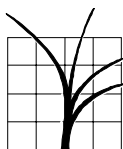


Ctifl



Infos Kiwi.

N°2 (Septembre 00)

SOMMAIRE

Editorial

La pourriture grise due à Botrytis cinerea chez le kiwi, aux Etats Unis et en Nouvelle Zélande

Metcalfa pruinosa en vergers : actions de recherche inter-instituts

EDITORIAL

La récolte kiwi 2000 approchant, je vous transmets ci-après une traduction d'un article paru dans la revue Plant Disease de février 2000. Il s'agit d'une synthèse très documentée et comparative des problèmes dus à *Botrytis cinerea* sur kiwi en Nouvelle Zélande et en Californie. Comme beaucoup d'articles scientifiques, sa lecture est quelque peu rébarbative, mais elle vous permettra, si besoin est, de vous remettre ces problèmes en mémoire.

Vous trouverez également quelques informations concernant le développement en France du flatide pruineux (*Metcalfa pruinosa*) dont le développement en France est inquiétant notamment dans le Sud-Est.

Cette fois encore, je vous transmets ce numéro par courrier mais je souhaite toujours que vous me transmettiez vos coordonnées de courrier électronique afin de faciliter les échanges tout en limitant les coûts de diffusion.

Vous remerciant par avance, bonne lecture.

B. HENNION

Ctifl

Tel : 05 53 58 00 05

Fax : 05 53 58 17 42

e-mail : hennion@ctifl.fr

La pourriture grise due à *Botrytis cinerea* chez le kiwi, aux Etats-Unis et en Nouvelle-Zélande

Traduction de B. Hennion (Ctifl) de l'article de Themis I. Michailides (Université de Californie), et Philip A.G. Elmer (HRI, Nouvelle Zélande). Plant Disease, Vol 84 n° 3 – mars 2000.

Note du traducteur :

Les auteurs retracent tout d'abord l'historique de la culture du kiwi en Californie et en Nouvelle Zélande. Après avoir passé en revue les différentes espèces d'*Actinidia* existantes, les variétés cultivées, ils font un point rapide sur les surfaces cultivées, les conditions de culture et le marché dans les deux pays. Ils développent ensuite les problèmes liés au *Botrytis cinerea*, au travers **d'une étude bibliographique** très illustrée (86 références bibliographiques) et comparative de la situation en Californie et en Nouvelle-Zélande.

POURRITURE GRISE LIEE A *BOTRYTIS CINEREA* (BC)

Au départ, la culture du kiwi en Nouvelle Zélande et en Californie était considérée comme une culture indemne de problèmes sanitaires. Cependant, au bout de 15 ans, le développement de la pourriture grise devint un sérieux problème coïncidant avec l'accroissement des surfaces cultivées et l'allongement de la durée de conservation. Les contrôles officiels californiens sur les marchés européens signalaient que les principales sources de pertes étaient la dessiccation des fruits et la pourriture grise. Des pertes de plus de 20 % de fruits furent signalées par les Californiens, et de plus de 30 % dans des cas extrêmes en Nouvelle Zélande. Cependant des niveaux de pertes de 0,2 à 2 % sont plus habituels. Avec les pertes indirectes comme les pertes de fermeté prématurées, le coût total pour la production Néo-Zélandaise peut atteindre certaines années 8 Millions de dollars US. A ceci, il faut ajouter les coûts liés aux manipulations supplémentaires nécessaires (reconditionnement). L'incidence de la pourriture grise sur l'exportation des fruits dans les 2 pays n'a pu être estimée, car il existe d'importantes variations selon l'année, la région et les vergers au sein d'une même région.

Symptomatologie

Les symptômes de pourriture grise sur fruit n'apparaissent pas au verger, mais sont visibles à la cicatrice pédonculaire après 3 à 4 semaines de conservation au froid (0°C).

En Nouvelle-Zélande, le long délai existant entre l'infection sur blessure pédonculaire à la récolte et premiers symptômes n'est pas considéré comme le résultat d'un changement dans la sensibilité du fruit, mais plutôt comme une conséquence d'un lent développement du *Botrytis* dans les tissus à 0 – 1°C. A ces températures, Hallet et Sharrock (35) font état de vitesses de progression à travers l'épiderme de 0,2 mm/jour. A cette vitesse le champignon atteint la chair au bout de six semaines et ceci coïncide avec des délais d'apparition des symptômes sur fruits.

Les blessures superficielles causées par de mauvaises manipulations peuvent aussi être des points d'entrée de la maladie, qui se développe sur la "joue", mais ces dégâts sont généralement peu importants.

Le *Botrytis* commence à se développer généralement à l'extrémité pédonculaire des fruits sains, et progresse régulièrement vers l'autre extrémité.

Les zones touchées apparaissent plus sombres que les zones saines et il peut y avoir présence d'un mycélium blanc ou gris. A l'intérieur, les tissus infectés passent au vert sombre, et semblent gorgés d'eau. Des conidiophores avec conidies et sclérotas peuvent se développer sur fruits infectés. Enfin, les fruits voisins sont contaminés et finissent par former des "nids de pourriture".

B. cinerea est un champignon cosmopolite, de la famille des ascomycètes provoquant "flétrissements" des pousses et pourriture grise sur fruit dans de nombreuses productions. Les conidies sont produites par des conidiophores poussant eux-mêmes à la surface des tissus végétaux infectés dans les vergers, sur fruit en frigo, à la surface des blessures.

Les conidies germent en solution nutritives, et forment alors de un à cinq tubes germinatifs, mais en l'absence de nutriment, (eau distillée par exemple), la germination est inhibée ou fortement réduite. La germination des conidies est favorisée par la présence de pollen.

Un grand nombre d'isolats peuvent être répertoriés dans les vergers et classés en fonction de leur capacité à produire des conidies et/ou des sclérotas. Ces dernières sont des structures de survie petites, dures et noires, et sont souvent fermement adhérentes aux fruits pourris. Les sclérotas peuvent également être produites sur d'autres hôtes dans le verger, tels que les déchets de taille au sol.

En condition favorable, la germination des sclérotas produit des conidiophores au sommet d'un renflement sur la sclérote. La germination peut se produire après une période de dormance de 2 à 6 mois. L'enveloppe des sclérotas éclate pour laisser apparaître l'extrémité allongée de l'apothécies (2 à 6 par sclérote). Les apothécies de *B. cinerea* n'ont pas été mises en évidence dans les vergers de Californie où de Nouvelle-Zélande, mais des "cupules", apothécies brunes ont été produites dans des études de laboratoire.

Epidémiologie et cycle de la maladie

La pourriture grise est une maladie de post-récolte, mais comme beaucoup d'entre-elles, elle possède des composantes de pré-récolte. Nous nous intéresserons ici, à l'évolution de *B. cinerea* en verger depuis l'arrêt végétatif jusqu'à la récolte et proposerons la suite d'événements la plus probable conduisant à l'infection du fruit et ses conséquences dans le développement de la pourriture grise en frigo. Dans le chapitre suivant, nous

étudierons les facteurs qui influent sur le développement de la maladie comparativement en Californie et en Nouvelle-Zélande.

➤ *En Californie :*

En hiver *Botrytis cinerea* peut sporuler sur fruits infectés au sol ou sur fruits blessés par des rongeurs, des oiseaux ou des limaces. De plus, le champignon peut sporuler sur les feuilles sénescents des mauvaises herbes, les feuilles mortes des kiwis, les fruits oubliés, les déchets de récolte des cultures voisines. Les sclérotés et le mycélium ayant survécu à l'hiver produisent d'abondantes conidies en fin d'hiver et au printemps qui infectent les tissus sensibles si l'humectation (présence d'eau libre) est suffisante.

Durant la floraison, pétales et anthères sont infectés et il est probable que ces tissus produisent l'inoculum qui va contaminer sépales et réceptacle 30 jours après la floraison. Les sépales sont sensibles durant toute la saison, jusqu'à la récolte. Des collectes d'isolats à la surface des sépales, durant toute la saison ont montré que la majorité des infections se produisent d'une part entre 30 et 60 jours (avril – mai) et d'autre part entre 120 et 150 jours (septembre – octobre) après la nouaison. L'augmentation constante de l'effet de *B. cinerea* dans les tissus de la région pédonculaire du fruit suggère que les infections sont cumulatives. L'infection des sépales et des réceptacles sont probablement latentes puisqu'il n'y a pas de symptômes de maladie ou de pathogènes visibles.

Protégées par les tissus, les infections au niveau du réceptacle sont probablement moins sensibles aux conditions environnementales extrêmes, que les infections sur sépales qui elles sont plus directement exposées aux variations de température et d'humidité.

La contamination externe du fruit par des propagules de *B. cinerea* est la principale source d'inoculum pour l'infection des sépales et des réceptacles en Californie. Dans les vergers côtiers de Californie, la sporulation de *B. cinerea* est très fréquente sur fleur mâle, et les fruits récoltés sur les pieds femelles voisins des pieds mâles sont plus touchés par la pourriture grise que ceux des pieds éloignés, et ce, probablement par une infection plus importante des sépales et du réceptacle. Puisque le pollen est connu pour être stimulant de germination de *B. cinerea*, d'abondantes quantités disponibles dans le verger, peuvent accroître l'agressivité de *B. cinerea*, augmentant le niveau d'infection des sépales et du réceptacle.

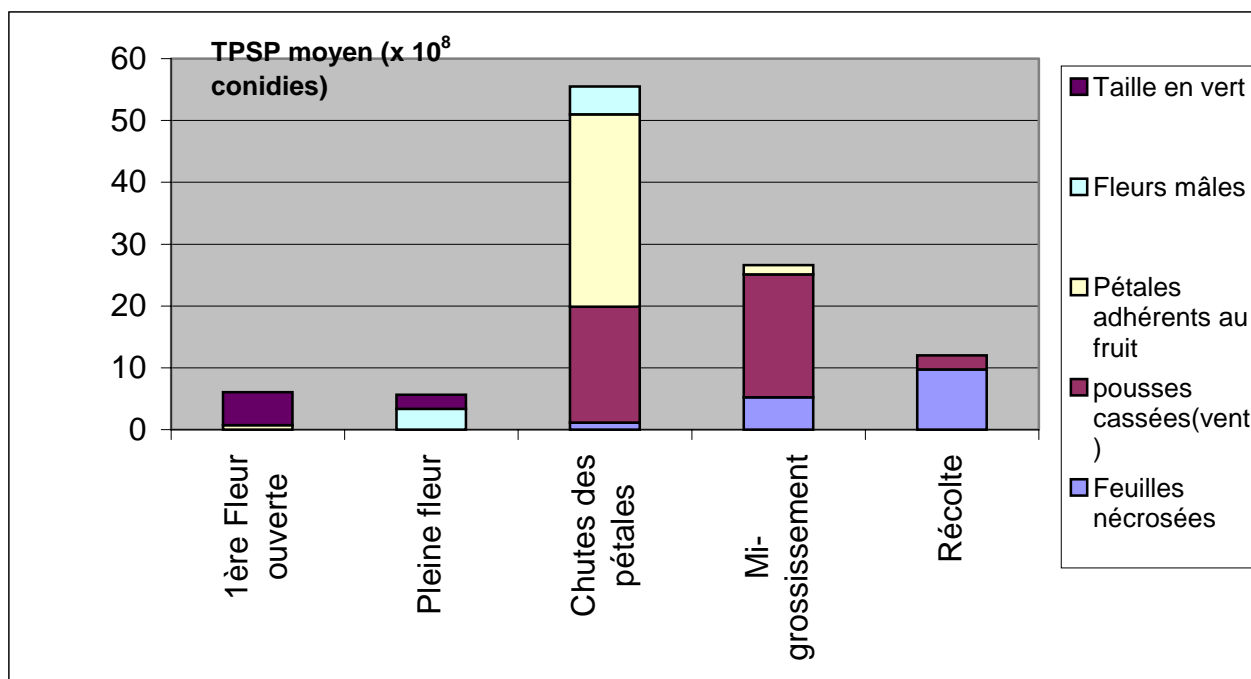
B. cinerea peut être trouvé durant toute la saison, mais le nombre de conidies est plus important au printemps et à l'automne quand les conditions climatiques sont plus favorables à l'infection et à la sporulation. La présence d'inoculum durant toute la saison en Californie peut expliquer la continuité des infections des sépales et du réceptacle.

➤ *En Nouvelle-Zélande :*

Une large enquête sur le *Botrytis* réalisée pour les producteurs en 1990 et publiée en 1992 concluait, que, bien que d'abondantes sporulations de *B. cinerea* étaient fréquemment observées sur les pétales sénescents en fin de floraison et sur tissus végétatifs morts dans le verger, il manquait d'information sur les sources d'inoculum durant toute la saison en Nouvelle-Zélande. Pour combler cette lacune, Elmer *et al* ont imaginé une méthode de mesure du potentiel d'inoculum dans le verger. Cette méthode, basée sur l'incubation de tissus hôtes était similaire à celle utilisée par Braun et Suttén pour la pourriture grise sur fraise. La surface de sporulation de différents types de tissus hôte était estimée visuellement, et le nombre de conidies déterminé par l'utilisation d'une simple équation de régression linéaire réalisée pour chaque type de tissus. La somme des potentiels de production de chaque type de tissus est appelée Potentiel Total de Production de spores (TPSP).

Les principales sources de production, d'inoculum de *B. cinerea*, et leur contribution au TPSP tout au long de la saison sont schématisés figure 1. Tôt en saison (premières fleurs femelles ouvertes), la majeure partie de l'inoculum est produite sur mycélium ayant passé l'hiver au sol, sur bois de taille. Quelquefois des sclérotés de *B. cinerea* produisant des conidiophores sont observées sur bois de taille. *B. cinerea* n'a pas été détecté sur des feuilles mortes au sol, de l'arrêt de végétation à la récolte (24) bien que certains chercheurs font état de sporulation dans certaines régions de Nouvelle-Zélande. Inversement, des sporulations de *Botrytis cinerea* ont été trouvées en Californie, avant floraison sur des feuilles mortes ayant passé l'hiver au sol (Elmer et Michailides, non publié).

Figure 1 : Contribution relative des différentes sources d'inoculum au potentiel total de production de spores (TPSP) en fonction du stade phénologique en Nouvelle Zélande



D'abondantes productions de conidies de *Botrytis cinerea*, similaires à celles observées en Californie, furent observées en Nouvelle-Zélande sur des mauvaises herbes pérennes (Rumex), désherbées au paraquat. En pleine floraison, les fleurs mâles sénescents et les bois de taille étaient les principales sources d'inoculum. Il n'y a pas de feuilles mortes dans le verger à cette période. A la chute des pétales, le TPSP atteignait un pic coïncidant avec le nombre de pétales sénescents collés sur les petits fruits. L'infection des sépales était aussi détectée, mais sa contribution au TPSP était négligeable. Des feuilles vertes avec nécroses étaient observées pour la première fois à la chute des pétales, et les pétales de fleurs femelles, sénescents infectés et adhérents aux feuilles, étaient responsables de la plupart des infections sur feuilles vertes. Il y avait à ce moment une corrélation positive entre l'importance de *Botrytis cinerea* sur pétales sénescents, les infections sur feuilles vertes et les sporulations de *B. cinerea* sur les lésions de feuilles. En Janvier – Février (mi-développement du fruit), de forts vents provoquèrent des dégâts sur jeunes pousses qui devinrent alors source d'inoculum. On pense que ces tissus morts ne produisent pas de grandes quantités d'inoculum en comparaison des autres sources à l'automne, mais ces tissus peuvent jouer le rôle de pont pour les infections plus tardives sur feuilles vertes, sénescents ou mortes en Nouvelle-Zélande. A l'inverse, les feuilles de ces pousses cassées par le vent ne sont pas colonisées par *Botrytis cinerea* en Californie, car le climat y est plus chaud et plus sec. A la récolte, en Nouvelle Zélande, les feuilles présentant des nécroses deviennent les principales sources d'inoculum. Ce résultat est confirmé par une autre étude, réalisée au Sud de la région de Auckland.

SENSIBILITE DES FRUITS A *BOTRYTIS CINEREA*

Fin 1980 et début 1990, la recherche en Nouvelle-Zélande s'est focalisée sur l'identification des sites primaires d'infection du fruit. Diverses études montrèrent que la cicatrice pédonculaire était la porte d'entrée préférée de *B. cinerea* en Nouvelle-Zélande.

En 1997 en Californie, une succession d'inoculations artificielles avec une suspension à 10^5 spores/ml depuis fin avril jusqu'à fin octobre ne donnèrent pas plus de pourriture grise que le témoin après 5 mois de

conservation. Après 7 mois de conservation, seuls ceux inoculés en pleine fleur avaient 14 % de fruits pourris, tandis que les fruits inoculés aux autres stades n'avaient que 1,5 à 4 % de fruits pourris. Les essais français (Baudry, Morzières) semblaient confirmer les résultats californiens montrant qu'il y avait deux stades préférentiels de contamination : 75 à 80 % de la fleur à la nouaison, et la seconde période à la récolte.

Comme les sépales restent sur le fruit en conservation, même après brossage du fruit, ils furent soupçonnés d'en être la porte d'entrée. Des isolations périodiques, à partir de sépales montrèrent qu'ils étaient continuellement infectés par *Botrytis cinerea* avec de hauts niveaux juste après la mise à fruit et avant la récolte. Par exemple, la colonisation des sépales par *Botrytis cinerea* est généralement de 25 % de la fleur à la nouaison, descend à 15 % 3 mois après nouaison, et remonte à 30 % à la récolte. L'infection de la surface du réceptacle évolue différemment de celle des sépales, débutant au même niveau, mais continuant à augmenter jusqu'à la récolte pour atteindre 35 à 40 %. Ces infections ne causent aucun symptôme au champ, et sont généralement considérées comme des infections latentes.

Facteurs de pré-récolte

➤ Rôle de l'environnement

Les conditions environnementales durant la saison peuvent avoir une incidence sur le développement de *Botrytis cinerea* en conservation (Californie). Par exemple, des printemps frais et pluvieux sur la floraison, engendrent les plus grands dégâts en conservation, même si on n'a pas pu mettre en évidence des dégâts sur fruit au champ. En Nouvelle-Zélande, une pluie au moment ou près de la récolte est considérée par Brook comme responsable des variations observées entre les saisons et les régions.

➤ Rôle de l'infection sur fleur

Sommer *et al* considèrent que l'infection par *Botrytis cinerea* sur fleur et la pourriture grise sont liées. Des inoculations réalisées en pluie, fleur en 1997 ont donné de 0,6 à 2 % et 1,2 à 3 % de pourriture grise respectivement après 3 et 5 mois de conservation alors que le témoin était indemne. Mais le rôle de l'infection de la fleur dans le développement de la pourriture grise nécessite des compléments d'étude en Californie.

En Nouvelle-Zélande, le rôle de *Botrytis cinerea* à la floraison et de la pourriture grise en conservation, a été un sujet de débat depuis que Berver *et Al* montrèrent que des applications de *Botrytis cinerea*, à la fleur donnaient des augmentations significatives de pourriture grise en conservation. L'augmentation peut être provoquée par divers mécanismes. Les fleurs infectées peuvent donner de jeunes fruits contaminés extérieurement, et les propagules peuvent survivre à la surface du fruit durant la saison. Autre possibilité, les fleurs peuvent produire de l'inoculum pour infecter d'autres sites dans le verger, inoculum qui va sporuler et contaminer les fruits à l'approche de la récolte. A ce jour, la recherche accepte les deux possibilités.

Des études montrent que l'accumulation de propagules de *Botrytis cinerea* à la surface des fruits peut avoir lieu tôt en saison, conséquence des infections de tissus floraux sénescents par *Botrytis cinerea*. Sur des échantillons de jeunes fruits à la chute des pétales, on a trouvé $2,8 \times 10^5$ spores de *Botrytis cinerea* sur des fruits sur lesquels étaient collés des pétales infectés et $5,1 \times 10^3$ spores sur les fruits avec pétales apparemment sains. Il est sûr, que *Botrytis cinerea* peut survivre longtemps au champ à la surface du fruit. Compte tenu de la densité de végétation dans la canopée, il est vraisemblable que l'inoculum de *Botrytis cinerea* peut survivre pendant longtemps sur l'épiderme poilu du fruit, protégé des conditions environnementales extrêmes. Confirmation a été apportée récemment comme quoi des populations de *Botrytis cinerea* peuvent survivre plus de 16 semaines à la surface des fruits au verger.

Dans des études différentes, l'application de *Botrytis cinerea* sur jeunes fruits à la chute des pétales pour provoquer de forts niveaux de contamination externe tôt en saison ont donné de forts niveaux de contamination externe des fruits à la récolte en comparaison du témoin. (Tableau 1) On suppose que la combinaison de l'inoculum survivant de *Botrytis cinerea* et du pollen présent à la surface du fruit, peuvent inter-agir et augmenter les infections sur blessures de récolte. Les manipulations en récolte aboutissant au dépôt des deux sur la blessure pédonculaire toute fraîche.

Nb spores par fruit	Stade phénologique		
	Chute des pétales 10 décembre	Mi-grossissement 15 janvier	Maturité 8 avril
Témoin (0)	3.7×10^2	4.2×10^3	3.3×10^3
2×10^3	1.9×10^3	8.4×10^3	7.7×10^3
2×10^5	3.5×10^4	2.4×10^4	1.3×10^4

Tableau 1 : Nombre de propagules de *Botrytis cinerea* (CFU) par fruit après inoculation à la chute des pétales, mi-grossissement, avant récolte (Région de Nelson, NZ 1994)

***Botrytis cinerea* et les invertébrés**

En Californie, les escargots (*Helix aspora*) consomment le tissu des sépales, autour du réceptacle, donnant des proportions de pourriture grise plus importantes sur fruits attaqués. De plus, la bave laissée par l'escargot stimule la germination de *Botrytis cinerea*. Les fruits endommagés par les limaces sont six fois plus attaqués par la pourriture grise après 5 mois de récolte. Pour empêcher les limaces de monter aux troncs les producteurs fixent des bandes de cuivre.

En Nouvelle Zélande, *Thrips obscuratus* peut être abondant dans les fleurs mâles et femelles et être vecteur de *Botrytis cinerea*. Une interaction hautement significative entre nombre de thrips par fleur et la présence de *Botrytis* sur fleur indique qu'en présence d'inoculum de *Botrytis cinerea*, une infestation de thrips contribue à augmenter l'inoculum de *Botrytis cinerea* à la surface des fruits, augmentant ainsi les risques de pourriture grise.

Les abeilles sont de loin en Nouvelle Zélande, le principal insecte pollinisateur des kiwis, et les producteurs placent jusqu'à 8 ruches/hectare pour assurer une bonne pollinisation. Une étude a montré que 27 % des abeilles travaillant sur fleur de kiwi sont porteuses de propagules viables de *Botrytis cinerea*. Quand les fleurs étaient contaminées artificiellement par *Botrytis cinerea*, les abeilles ramassaient $1,4 \times 10^4$ CFU de *Botrytis cinerea*, et transféraient l'inoculum à toutes les fleurs visitées facilitant ainsi une rapide et large dissémination de la maladie. Aucune étude n'a montré le rôle de ce vecteur en Californie.

Certains chercheurs Néo-Zélandais, ont pensé que la contamination florale n'était pas importante depuis que les épidémies de *Botrytis cinerea* ont pris l'habitude de commencer environ 6 semaines avant la récolte et qu'elles sont associées avec une accumulation de tissus nécrotiques et sénescents dans le verger durant cette période. Cependant, les résultats rassemblés à ce jour, suggèrent qu'une accumulation de *Botrytis cinerea* sur fleurs sénescents est importante sur le plan épidémiologique. Ignorer la phase infection florale du cycle de la maladie dans la saison peut induire une sous-estimation de la quantité d'inoculum à la surface du fruit à la récolte, et par conséquent à une sous-estimation du potentiel de contamination sur blessures de récolte et développement de la pourriture grise en conservation.

Types de tissus nécrotiques et sensibilité à Bc.

Hayte *et al* identifient 4 types différents de tissus nécrotiques foliaires dans la canopée : nécrosés, sénescents, morts et ceux avec lésion brun rouge. La colonisation par *B. cinerea* est déterminée par incubation de ces tissus en chambres climatiques. Il y avait un plus grand nombre de feuilles mortes dans les frondaisons denses (216 feuilles par m² en moyenne), ceci, contribuant à la plus grande proportion du potentiel de production de spores, en comparaison des vergers à frondaison plus aérés (taille en vert plus importante, nombre moyen de feuille/m² : 133). Des études ultérieures (Pack et Manning) sur 18 vergers en période de pré-récolte, montrèrent nettement la forte relation entre le nombre de feuilles nécrosées par m² de frondaison et la progression de la maladie. Dans une étude différente, la dimension des populations de *Botrytis cinerea* dans un verger expérimental fut "induite" par inoculation artificielle de feuilles vertes (fort niveau d'inoculation) ou par enlèvement total des sources d'inoculum potentiel (bas niveau) dans la canopée. Il y avait significativement moins de propagules de *Botrytis cinerea* viables à la surface des fruits, au moment de la récolte, et également moins de pourriture sur les fruits issus des parcelles "faible pression" (tableau 2). Ces résultats valident les pratiques des producteurs qui considèrent que l'élimination de la canopée des tissus nécrosés est un facteur important de la gestion du Botrytis.

Tableau 2 : Effet de la dimension des populations de *B.c* au verger sur le nombre de propagules à la surface des fruits au moment de la récolte, et sur la pourriture grise en conservation.

Niveau des population de Botrytis Cinerea dans le verger	Contrôles à la récolte et après récolte					
	TPSP/ m ² de canopée		Nombre de propagules viables par fruit		Pourcentage de pourriture grise	
Basse	1 x 10 ²	a	408	a	2.4	a
Haute	8.4 x 10 ⁶	b	2.864	b	11.1	b
Témoin	6.3 x 10 ⁵	b	4.188	b	5.5	b

Conduite de la canopée

Les recherches de plusieurs chercheurs Néo-Zélandais, visant à mettre en évidence la relation entre densité de végétation, développement des nécroses et importance de la pourriture en conservation, conduisirent à des conseils mettant en avant l'importance de la taille en vert pour aérer la végétation. Ceux ci conduisent à la réduction des tissus morts et nécrosés et à l'amélioration de l'aération.

La conduite de la canopée et des brise-vent est aujourd'hui considérée comme le moyen principal, en augmentant la ventilation et la pénétration de la lumière, de réduction de l'inoculum et de *Botrytis cinerea* avant récolte.

Contamination externe de la surface du fruit avant récolte

En Nouvelle-Zélande, l'infection des fruits a lieu pendant la récolte, le calibrage et le stockage par contamination directe sur la blessure pédonculaire faite par le détachement du fruit du pédoncule. La mise en évidence d'un lien entre l'inoculum de *Botrytis cinerea* à la surface du fruit et la pourriture grise fut acquis en 1992 dans une étude au verger. Les fruits des plants immédiatement voisins des pieds mâles avaient plus de propagules viables de *Botrytis cinerea* à la surface du fruit, à la chute des pétales, comparativement aux fruits des pieds femelles plus éloignés, leur donnant ainsi un risque supérieur de développement du Botrytis. Il y avait une corrélation entre TPSP et le nombre de propagules viables à la surface du fruit dans les parcelles expérimentales. A la récolte, quand le fruit était issu d'échantillons prélevés à côté de sources d'inoculum (feuilles vertes avec nécroses, sénescents), il y avait un nombre de propagules à la surface de *Botrytis cinerea* significativement supérieur en comparaison des fruits récoltés à plus de 1 m de la source d'inoculum. De même

les fruits issus de parcelle à fort niveau potentiel d'inoculum avaient à la surface un plus grand nombre de propagules.

Ces résultats furent confirmés par des études postérieures examinant la relation entre les nécroses sur la canopée, *Botrytis cinerea* dans les tissus nécrosés, et les contaminations externes. Des études précises avec un isolat de *Botrytis cinerea* résistant au Carbendazime montrèrent la très bonne corrélation entre le nombre de propagules de cet isolat à la surface du fruit à la récolte, avec le nombre de propagules contaminant la blessure pédonculaire et l'importance de la pourriture grise en conservation. Cette étude et quelques autres, nous ont permis de bâtir la séquence probable des événements qui conduisent à la contamination de la blessure pédonculaire en Nouvelle Zélande (fig 13).

Une relation similaire entre proximité des pieds mâles et pourriture grise fut obtenue en Californie par Morgan et Michailides. Le pourcentage de pourriture grise sur fruits récoltés sur les pieds adjacents aux pieds mâles sur lesquels on avait supprimé toutes les fleurs était inférieur (5 %) à celui des fruits récoltés à proximité des pieds mâles où l'on avait conservé les fleurs (12 %).

Maturité des fruits à la récolte

L'expérimentation pratique et la recherche en Nouvelle Zélande ont montré que l'importance de la pourriture grise tend à décroître avec l'augmentation des sucres solubles. Le mécanisme de cette baisse de sensibilité n'est pas connu, mais on sait que certains isolats de *Botrytis cinerea* ont des taux de croissance moindre sur des milieux de culture avec régulateurs osmotiques. Ceci montre une sensibilité anormale aux pressions osmotiques élevées. Tandis que la maturité du kiwi augmente sur le plant, l'augmentation de pression osmotique peut induire une vitesse de croissance moindre de *Botrytis cinerea* et permettra aux mécanismes de défense de se mettre en marche.

Facteurs Post-récolte

- **Cicatrisation après récolte et avant stockage au froid**

Quand les fruits sont maintenus à températures ambiantes entre la récolte et le stockage au froid, pendant plus de 4 jours, il y a réduction notable de la pourriture grise sans effet négatif sur la qualité du fruit. Des études plus détaillées ont confirmé ces observations, mais ont montré que des hygrométries trop basses durant cette période ne réduisaient pas la pourriture grise et pouvaient parfois même l'augmenter. Il y a diminution de la pourriture grise avec des hygrométries de plus de 95 %, résultat confirmé par des études italiennes.

De fortes activités enzymatiques d'auto-défense dans le fruit sur pied suggèrent que leur mise en action est liée aux conditions environnementales ou à l'évolution de la maturité du fruit plutôt qu'à une réaction post-récolte aux infections par *Botrytis cinerea*. Les modifications survenant juste après la récolte sont plus liées à la baisse de sensibilité à l'infection de suite après récolte. Il y a encore beaucoup de questions concernant les mécanismes biologiques sous-jacents impliqués dans le phénomène de "cicatrisation" qui restent sans réponse, mais, c'est une technique courante aujourd'hui en Nouvelle Zélande dans les stations de conditionnement, et qui consiste à conserver les fruits en pallox bois pendant au moins 48 h dans des locaux spécifiques afin de réduire le potentiel de développement de la pourriture grise.

Des examens au microscope électronique ont montré qu'il se produit une petite germination des spores de *Botrytis cinerea* sur la cicatrice pédonculaire des fruits passés en "Cicatrisation" en comparaison de ceux n'ayant pas subi cette "Cicatrisation". Des études similaires ont montré que des tubes de germination de spores, placée sur la cicatrice pédonculaire des fruits passés à l'eau bouillante (afin d'inhiber les phénomènes d'autodéfense), poussaient plus rapidement que ceux des spores placées sur fruits non ébouillantés. Le contenu

cellulaire des spores sur fruits non ébouillantés montrait à l'évidence une dégradation organique indicatrice de présence de substances antifongiques. L'efficacité de la "Cicatrisation" semble dépendre de protéines pathogènes (PR) produites durant cette phase de cicatrisation. Dans les fruits passés par cette phase, on trouve plus de quantité de "Suberine" et de phénols près de la cicatrice pédonculaire, et les quantités de phénols endogènes sont 10 fois plus importantes dans les fruits "Cicatrisés" que dans les fruits non cicatrisés.

En Californie, "la cicatrisation" comme technique post-récolte pour réduire la pourriture grise a été testée ces 5 dernières années. Un délai avant refroidissement de 48 h à 15°C et une ventilation importante (pour évacuer l'éthylène) inhibe la pourriture de fruits inoculés sur cicatrice pédonculaire et ralentit naturellement l'apparition de pourriture grise. Après un tel traitement et une conservation de 4 mois, les critères de qualité des fruits (fermeté, sucres, fruits ridés) ne changèrent pas significativement. Le meilleur traitement pour réduire la pourriture grise était : délai avant mise au froid de 48 h à 15°C, ventilation forte (2 m/s) et d'hygrométrie de 95 %.

Conditions de stockage au froid

Les fruits refroidis rapidement à 0°C (cooling system) ont plus de pourriture grise durant le stockage au froid que les fruits refroidis sans forçage, un schéma qui ne fut pas modifié par le niveau de température initiale. La formation de condensation sur la cicatrice lors d'un refroidissement rapide alors que le fruit est à température ambiante est considérée comme responsable de cette différence en Nouvelle Zélande.

En Californie, on considère que la pourriture grise se développe en conservation au froid lorsque le fruit commence à mûrir, et l'accent est mis sur la nécessité d'éviter d'exposer le fruit à l'éthylène pour ne pas provoquer le mûrissement rapide et le ramollissement.

L'utilisation de l'atmosphère contrôlée avec 2,5 % O₂ et 5 % CO₂ ralentit considérablement la maturité. Du fait que les gaz d'échappement des chariots élévateurs à moteur à combustion interne sont source habituelle d'éthylène, seuls les chariots électriques sont utilisés dans les stations de conditionnement pour kiwi. Les fruits infectés par *Botrytis cinerea* peuvent également dégager de petites quantités d'éthylène dans les chambres froides, celles-ci pouvant conduire à un ramollissement prématuré des fruits réduisant la durée de conservation des fruits sains, au sein d'un même emballage.

Lorsque l'on augmente le nombre de fruits pourris à l'intérieur d'un lot de fruits sains, l'incidence de la pourriture grise sur ces derniers augmente de manière significative au bout de 48 jours de conservation au froid.

Contrôle et prévision de la maladie

➤ *En Californie*

Afin de développer des techniques de contrôle de *Botrytis cinerea* plus efficace, il est nécessaire de comprendre la relation existant entre les contaminations latentes par *Botrytis cinerea* au champ et l'incidence sur la pourriture grise en conservation. Les producteurs appliquent régulièrement la vinchlozoline durant la floraison et en pré-récolte sans se soucier des niveaux de risque. Lorsque les fruits sont conditionnés et prêts à être expédiés, l'expéditeur n'a pas d'évaluation prévisionnelle du risque de maladie, et ne peut donc savoir quels lots doivent partir les premiers et quels lots il peut garder en conservation plus longtemps. Un critère indirect utilisé par les expéditeurs est « l'antécédent pourriture grise des parcelles ». Sommer et Fortlage montrèrent que les fruits des parcelles ayant les plus forts taux d'infestation sur fleur, avaient aussi les plus forts taux de pourriture, 6 mois après récolte. En outre, les fruits qui avaient les plus faibles taux d'infestation sur sépale ou réceptacle avaient aussi les moindres dégâts de pourriture grise après plus de 5 mois de conservation.

"Botrytis Monitoring" (Botmon), est un système d'évaluation du risque « *Botrytis* », basé sur la collecte d'échantillons de fruits et les résultats d'analyse de ces échantillons. Le meilleur moment pour prélever les échantillons est un mois avant la récolte car c'est à ce moment que la corrélation entre colonisation des sépales et du réceptacle avec la pourriture en conservation est la plus élevée.

Après avoir obtenu le résultat, le producteur se reporte au tableau suivant pour prédire l'importance du risque de pourriture en conservation sur les différents lots.

			Nombre de vergers avec différents niveaux d'expression de la pourriture grise(1)					
Organes échantillonnés	Niveaux de colonisation	% de colonisation (2)	Bas (<2%)		Moyen (2à6%)		Haut (>6%)	
			Sépales	Bas	0 à 15	6	2	0
	Moyen	16 à 50	0	0	3	3	0	0
	Haut	>50	0	0	0	0	0	1
Réceptacles	Bas	0 à 15	4	1	0	1	0	0
	Moyen	16 à 50	2	1	2	3	0	0
	Haut	>50	0	0	0	1	1	1

Tableau 3 : Répartition des vergers en fonction de la colonisation des sépales et réceptacles 4 mois après nouaison et en fonction du niveau de pourriture grise après 5 mois de conservation (-0.5°C et 0.8mg éthylène/ml) (1993-1991, Californie)

(1) : la première colonne : vergers échantillonnés en 93 (9), et seconde colonne, : vergers échantillonnés en 94 (8)

(2) :Le pourcentage de colonisation a été déterminé par examen de plus de 300 sépales et 60 réceptacles échantillonnés dans chaque verger

➤ En Californie

Chaque année de plus en plus de producteurs utilisent Botmon pour décider d'une intervention avant récolte avec la vinchlozoline. De même, responsables de station et expéditeurs ont maintenant l'outil de décision nécessaire à la gestion du déstockage et de l'expédition pour minimiser les risques d'extension de la maladie en conservation. En utilisant Botmon, les producteurs peuvent organiser le stockage et le déstockage en fonction des niveaux de risque relevés pour chaque lot. Ils peuvent aussi adapter leur programme d'intervention chimique et n'interviennent que sur les lots à fort potentiel diminuant ou supprimant les interventions chimiques sur les lots à faible potentiel.

En Nouvelle-Zélande

L'évaluation de l'importance des populations de *Botrytis cinerea* dans le verger peut être utile comme outil de prévision des risques de *Botrytis cinerea*. Un système de prévision, basé sur l'échantillonnage de disques de feuilles nécrosées, 6 à 8 semaines avant récolte, a été mis en place. L'incubation des disques de feuilles pendant 24 h en chambre humide est utilisée pour évaluer l'importance de *Botrytis cinerea* dans le verger permettant le classement des parcelles en fonction du niveau de risque (bas, moyen, haut). Depuis l'interdiction d'utilisation de fongicides de pré récolte en Nouvelle-Zélande, le classement en fonction du niveau de risque permet une gestion du stockage et du déstockage des lots permettant de minimiser l'expression de la pourriture grise. On peut estimer, que la relation entre « présence de spores sur le fruit et pourriture grise » est meilleure qu'entre « présence sur feuilles et maladie ». Une forte corrélation entre présence sur feuille et présence sur fruit avec la pourriture en conservation a été démontrée par Penny Cook *et al* suggérant que l'évaluation de la contamination sur feuilles ou sur fruits pouvaient être tous deux un outil d'évaluation de la pourriture grise en Nouvelle-Zélande. La simplicité du système "disques foliaires" a conduit à utiliser ce système pour la production néo-zélandaise. L'évaluation de la contamination externe sur fruit est également utilisée à des fins de recherche, car c'est une évaluation directe du potentiel infectieux et donc du potentiel de contamination sur blessures à la récolte.

Anciennes et nouvelles techniques de contrôle de la maladie

Contrôle chimique

En Californie, Sommer et Suadi-Hasbun montraient que 2 traitements à la vinchlozoline sur fleur et deux applications supplémentaires en pré récolte étaient le meilleur programme de traitement pour contrôler la pourriture grise en conservation.

Michailides et Morgan montrèrent en 91 qu'une application de vinchlozoline avant récolte réduisaient significativement la pourriture grise, mais ne retrouvaient pas ce résultat en 1992.

Cependant, lorsque l'importance à la maladie était inférieure ou égale à 3 %, un traitement «sur fleur » et/ou « sur fleur et avant récolte » ou « avant récolte » uniquement, ne diminuait pas le niveau de pourriture grise de manière significative. Des applications 1 semaine uniquement ou, 2 semaines et 1 semaine avant récolte réduisent de manière significative l'incidence de la pourriture grise dans les vergers à "hauts risques". Mais ces traitements sont sans effet dans les vergers où le niveau de dégâts est inférieur à 2 %. Depuis le développement du système de gestion du *Botrytis* "Botmon" un certain nombre de kiwiculteurs californiens envoient des échantillons de fruits immatures à des laboratoires privés pour évaluation du risque. Le producteur peut recevoir les résultats 10 jours après expédition de l'échantillon. Les résultats exprimés en pourcentage de sépales et de réceptacles colonisés par *Botrytis cinerea* permettent grâce au tableau précédent d'estimer le risque de pourriture en conservation et de décider du programme de traitements vinchlozoline avant récolte. Ces mêmes résultats peuvent être utilisés pour la gestion de la conservation des lots.

Au delà de 4 applications de vinchlozoline (fongicide de la famille des dicarboximides) il y a risque d'apparition de souches résistantes en Californie. Des résistances aux dicarboximides ont été détectées en Europe dans des populations de *Botrytis cinerea* ainsi qu'en Nouvelle-Zélande et en Californie. Le risque de sélection de populations résistantes, associé aux risques environnementaux et à la sensibilisation accrue du consommateur vis-à-vis des résidus de pesticides dans l'alimentation ont rapidement conduits à la recherche de solutions alternatives afin de réduire l'utilisation de pesticides dans les vergers de kiwi. En Californie, quand les conditions ne sont pas favorables à la maladie, la pourriture grise peut être contrôlée avec moins d'applications. Deux applications peuvent suffire quand la première est appliquée à la pleine fleur et la seconde 7 à 10 jours avant récolte. Une bonne répartition du fongicide est nécessaire pour obtenir de bons résultats. Dans les vergers en T. bars, ceci est particulièrement difficile. La lutte chimique doit être complétée par des pratiques culturales et des conditions de manipulation et de stockage adéquates pour un bon contrôle de la pourriture grise.

En Nouvelle-Zélande, l'application de dicarboximides en pré récolte réduit l'incidence de la maladie. Cependant, le mécanisme par lequel cette réduction se produit n'est pas connu, puisque la blessure pédonculaire, site préférentiel de l'infection, ne peut être protégé, n'étant pas directement accessible avant la cueillette. L'apparition généralisée de résistances aux dicarboximides, et le développement en production et la lutte intégrée (kiwigreen) ont conduit à la suppression des traitements aux dicarboximides en pré récolte. Cependant, l'iprodione et le bénomyl sont les deux seuls fongicides autorisés sans le système kiwigreen pour le contrôle du sclérotinia sur fleur et de la pourriture sur fruit mais uniquement à la floraison. Le contrôle de la pourriture grise en conservation est maintenant obtenu en réduisant les niveaux de population de *Botrytis cinerea* avant récolte. Depuis l'interdiction des traitements de pré récolte, le contrôle de la maladie a débouché sur la suppression de haies brise-vent en surnombre et sur l'augmentation du nombre de tailles en vert pour améliorer l'aération.

La sévérité des interventions d'été nécessaires pour obtenir le niveau d'aération souhaité, ont conduit certains physiologistes néo-zélandais à se demander si la plante pouvait supporter d'aussi importantes suppression de matériel végétal sans incidence négative sur le fruit ou le développement de la plante.

Nouvelles techniques

➤ Production biologique

Les stations de conditionnement néo-zélandaises ont signalé à maintes reprises que les fruits issus de la production biologique étaient moins touchés par la pourriture grise en conservation que les fruits issus de la production conventionnelle. Une étude récente a montré que même après une seule année de reconversion au bio, les parcelles concernées avaient moins de problèmes de pourriture grise en conservation que les parcelles conduites selon le programme conventionnel "kiwigreen". L'explication biologique de cette différence apparente n'est pas encore complètement trouvée, car la densité de végétation et la surface des nécroses n'est pas significativement différente entre les deux systèmes. A l'opposé, le pourcentage de feuilles avec nécroses et l'importance des populations de *Botrytis cinerea* sur feuilles sont significativement différentes. Le mécanisme responsable de ces différences fait encore l'objet de recherches.

➤ Lutte biologique

Les méthodes alternatives de contrôle biologique de *Botrytis cinerea*, sont intéressantes car ces techniques ont l'avantage d'être bien perçues par le consommateur et d'être respectueuses de l'environnement. Le contrôle biologique de la pourriture grise sur kiwi a débuté en 1990 à la fois en Nouvelle-Zélande et en Californie. En Californie, des traitements post-récolte par trempage dans une suspension de *Bacillus subtilis* ont réduit l'infection de 78 %. Cependant, le trempage dans l'eau courante seule donnait des résultats identiques à un trempage dans la solution de *Bacillus subtilis*. *Cryptococcus laurentii* se développait bien sur blessure pédonculaire, passant d'une densité initiale de $2,6 \times 10^4$ CFU à 4×10^7 CFU en 10 jours à 0,5°C. Cette forte propension à se multiplier pourrait expliquer que *C. laurentii* était plus efficace que *B. subtilis* dont les populations déclinaient et ne s'installaient pas aisément sur les cicatrices. Cette étude fut reprise en 90-91. Trois souches sensibles à la rifampicine et une souche résistante de *B. subtilis*, un isolat de *Pseudomonas syringae* pv lachrymans, un *Coryne bacterium* sp., un *Acremonium breve*, les levures *C. laurentii* et *C. flavus* (isolats 80 – 160 et 89 – 211) ainsi que *Exophiala jeanselmia* furent testés en laboratoire et au champ. Les antagonistes ont réduit la germination des conidies, inhibé la croissance du mycélium de *Bacillus cinerea* et diminuer la pourriture grise de 14 à 68 % (selon l'antagoniste). Parallèlement, le contrôle de la maladie par les dicarboximides réduisait la maladie de 100 % pour la vinchlozoline et seulement de 23 % pour l'iprodione.

Trois antagonistes sélectionnés furent appliqués dans trois vergers, à la fleur et en pré récolte, ou utilisés en traitement post-récolte. Une levure a bien survécu au champ et en conservation. Malgré les faibles niveaux de maladie dans le témoin, l'application au champ de *B. subtilis* et de *C. laurentii* n'a réduit la pourriture en conservation que dans un seul essai. Cependant, les applications de vinchlozoline à la fleur ou en pré récolte ne furent pas plus efficaces.

Des diminutions significatives de pourritures grises furent signalés en 90 en Nouvelle-Zélande dans des screenings avec *Trichoderma viride* et *Cladosporium cladosporioides*. Dans d'autres screenings, Franicevic identifia, *Epicoccum purpurascens* et *Pseudomonas* sp. comme des antagonistes effectifs. Sur 120 isolats testés par Cheah et Hunt et prélevés sur blessures pédonculaires de kiwi, 2 isolats de *Kluyveromyces* spp réduisirent la pourriture grise de 33 à 6 %. Plus récemment, un effet combiné d'une levure avec la technique de cicatrization (curing) fut mis en évidence.

L'industrie du kiwi en Nouvelle Zélande, n'autorise pas les traitements post-récolte pour les fruits destinés à l'export. Aussi, l'accent a été mis sur le développement de la lutte biologique pour le contrôle de *Botrytis cinerea*. La première démonstration grandeur nature de réduction de la colonisation de *Botrytis cinerea* sur

tissus floraux sénescents et sur épiderme de fruits, par un agent de contrôle biologique, fut faite par Pyke, par application en pré récolte d'un isolat de *T. viride* (isolat R. Hill). Cependant des études de survie indiquèrent que cette souche ne pouvait se maintenir longtemps au verger.

Une nouvelle stratégie de lutte contre *Botrytis cinerea* spp. fut développée par Kohl et al, en collaboration avec IPO-DLO (Institut de Recherche de Wageningen aux Pays-Bas), et un nouveau screening mis en place par Elmer et al. De nouvelles sélections d'antagonistes furent testées dans 11 essais au champ dans 2 régions de Nouvelle-Zélande. Un isolat d'*Alternaria* sp., quatre isolats d'*E. purpurascens* et trois isolats d'*Ulocladium* ont réduit significativement et de manière répétée la production de spores de *Bacillus cinerea* sur 90 à 100 % de disques foliaires pré inoculés avec *Botrytis cinerea*. Tous ces micro-organismes antagonistes étaient plus efficaces que l'iprodione.

METABOLITE FONGICIDE 6-PENTYL-2H-PYRAN-2-ONE (6 PAP)

L'activité antifongique du métabolite 6 PAP produit par *Trichoderma* fut décrite en 1983 et son potentiel pratique mis en évidence par Cutler. Un isolat de *T. hamatum* de Nouvelle Zélande, fut sélectionné comme étant un producteur potentiel de 6 PAP pour des applications sur blessures pédonculaires de kiwi. Dans des tests grandeur nature en 94, 6 PAP furent appliqués sur blessures pédonculaires, 51 heures après application de *Botrytis cinerea* sur fruits fraîchement cueillis. Il n'y eut pas de pourriture grise sur les fruits traités avec 6 PAP, en comparaison avec le témoin non traité (75% de fruits pourris) et la référence chimique (55 %). Les analyses de résidus montrent une disparition rapide du 6 PAP de la blessure pédonculaire, sans résidus détectés dans les tissus internes, même à basse température. En 1997, 6 PAP fut testé en Californie et réduisit significativement la pourriture grise. Le dérivé naturel 6 PAP extrait de *Trichoderma* spp est homologué par le Food and Drug Administration aux Etats Unis comme un additif alimentaire, mais n'a pas encore reçu d'homologation en tant que produit de traitement post-récolte..

METHODES DE CONTROLE EXPERIMENTALES

Des méthodes expérimentales, incluant les trempages à l'eau chaude, l'enrobage avec des substances naturelles, l'irradiation aux ultra-violets sont à l'étude. Les trempages à l'eau chaude peuvent provoquer des dégâts sur fruits. L'application de Chitine (chitosan) un polymère naturel dérivé de la carapace de crustacés prolonge la conservation du fruit en réduisant les pertes de poids et la respiration, en induisant une résistance aux pénétrations de parasites, mais sans réduire la pourriture grise liée aux pénétrations sur cicatrice pédonculaire en Nouvelle-Zélande. L'irradiation aux Ultraviolets réduit la pourriture grise, mais le mécanisme n'est pas connu. La fumigation au SO₂ réduit la pourriture grise, et une élimination complète est obtenue entre 1600 et 3200 µl/g sans préjudice pour le fruit.

RESISTANCE GENETIQUE

La résistance du kiwi au *Botrytis cinerea*, a été récemment étudiée par Wurms et al, mais à notre connaissance, il n'y a pas de publications relatives à la résistance à *Botrytis cinerea* dans les autres espèces d'*Actinidia*. La stimulation des mécanismes de défense propre du kiwi par des pré-traitements avec des éliciteurs a été étudiée. Des feuilles d'*Actinidia*, traitées à l'acide salicylique avec d'autres dérivés chimiques ont limité les lésions provoquées par *Sclerotinia sclerotiorum* de 85 % et les essais biochimiques ont montré qu'il s'agissait d'un effet lié préférentiellement à la mise en œuvre des mécanismes d'autodéfense de la plante. Dans une étude plus récente des différences significatives dans l'expansion des lésions de *S. sclerotiorum* sur feuilles ont été obtenues sur différentes espèces d'*Actinidia*. L'effet des éliciteurs sélectionnés sur la sensibilité à *Botrytis cinerea* à la récolte est en cours d'évaluation.

DIFFICULTES DE LA PRODUCTION, PERSPECTIVES

La concurrence des autres pays producteurs (Chili, Italie, Nouvelle-Zélande) à l'export a conduit les producteurs californiens à de graves difficultés commerciales. Bien que la production de kiwi californienne soit relativement modeste, la superficie est stable et il n'y a pas de prévisions d'extension pour les années à venir. L'orientation de la recherche se fait vers la diminution des problèmes de botrytis, l'amélioration des conditions de conservation pour réduire les pertes de poids, les techniques non destructives d'évaluation de la maturité, la prévision et la gestion des maladies. Après le développement du système de prévision du Botrytis "Botmon", 5 % des producteurs envoient chaque année des échantillons de fruits avant récolte pour analyse, et prennent des décisions de traitement, stockage et commercialisation en fonction des résultats d'analyse.

En Nouvelle-Zélande, la gestion de la pourriture grise est basée, sur la taille en vert de manière à générer une meilleure aération des vergers, sur l'évaluation en pré récolte des risques à la parcelle, la mise en œuvre de la phase de cicatrisation après récolte. La gestion du Botrytis par ce programme basé sur des interventions non chimiques a donné des résultats, certains en production, réduisant les pertes dues à la pourriture grise de manière substantielle depuis 1996. De ce fait, la production estime que le *Botrytis cinerea* n'est plus un problème et que la recherche doit s'orienter vers d'autres sujets. Cette opinion peut être remise en cause dans les prochaines années, si les conditions favorables aux épidémies de *Botrytis cinerea*, absentes depuis 4 ans, se renouvellent dans les régions productrices de Nouvelle-Zélande. Il semble également que la nouvelle variété à peau glabre Hort I6A, plantée aujourd'hui par les producteurs soit moins sensible à *Botrytis cinerea* que Hayward, mais les facteurs responsables de ces développements sont encore à l'étude. Les observations au champ laissent penser, que les tissus morts de Hort I6A sont moins rapidement colonisés par *Botrytis cinerea*, phénomène qui sera étudié en 2000. Des études préliminaires de Elmer et Pyker (non publiées) montrent que le nombre de propagules viables de *Botrytis cinerea*, présents sur l'épiderme glabre des fruits de Hort I6A est notablement moins important que sur l'épiderme poilu de Hayward. Ceci laisse penser qu'il pourrait y avoir moins de propagules susceptibles de contaminer la cicatrice pédonculaire lors de la récolte, réduisant ainsi les risques de pourriture grise.

Résumé – Conclusions

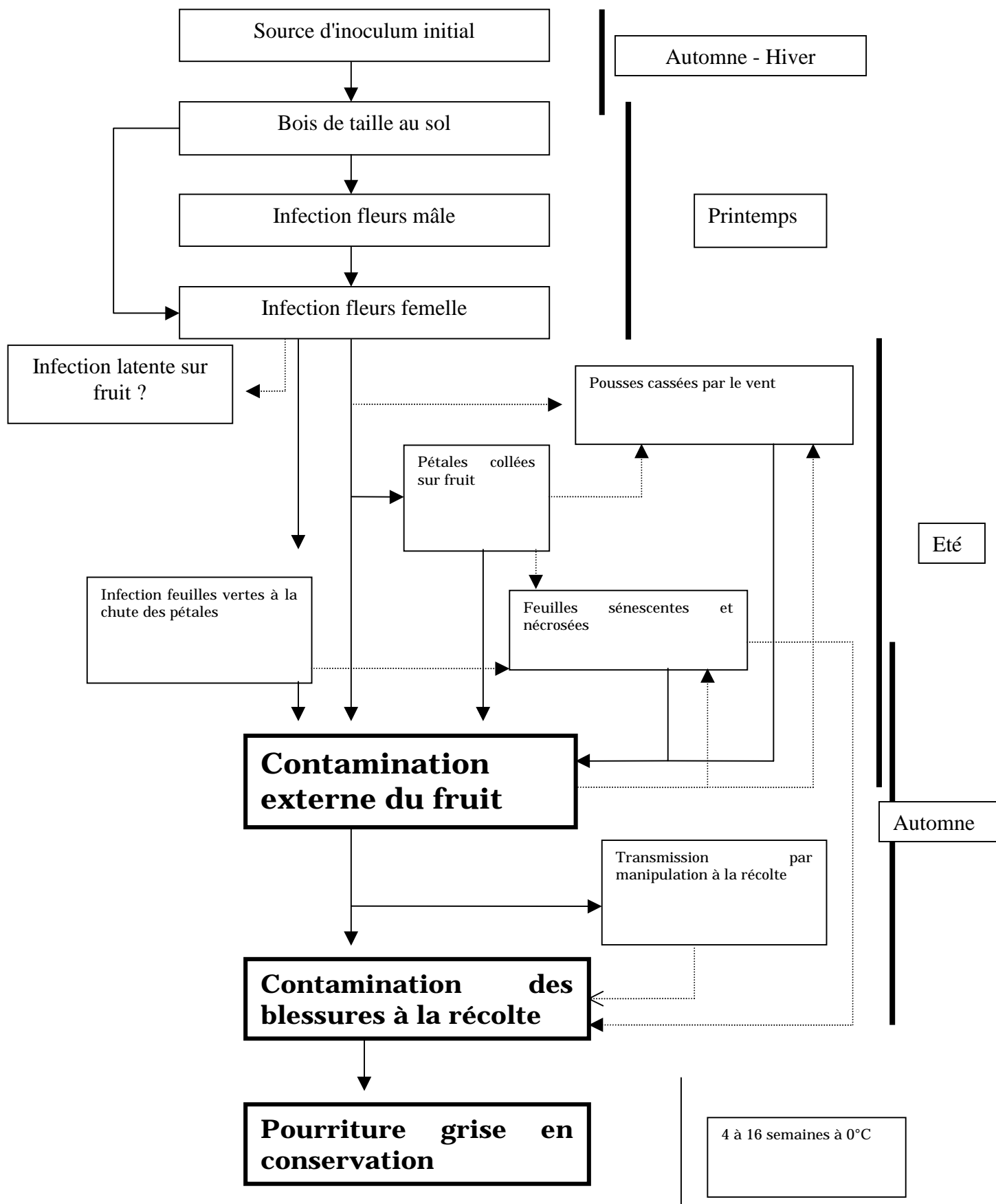
Les productions de kiwi Néo-Zélandais et Californiennes sont toutes deux basées au départ sur la culture d'une même variété (Hayward) et ont des problèmes communs de pourriture grise en conservation. Il y a, cependant des différences fondamentales au niveau de l'épidémiologie de *Botrytis cinerea* dans les deux pays. En Californie, les résultats de la recherche à ce jour, montrent que la colonisation des sépales et du réceptacle par *Botrytis cinerea* résulte d'une infection latente de ces tissus. Tandis que le fruit mûrit en conservation, cette infection se propage et pourrit progressivement le fruit. De ce fait, plus l'infection des sépales et du réceptacle avant récolte est importante, et plus le développement de la pourriture grise en conservation est fort. Bien que l'inoculum présent à la surface du fruit peut infecter la cicatrice pédonculaire au moment de la récolte, comme c'est le cas en Nouvelle Zélande, on estime que la plus grande partie de la pourriture grise obtenue en conservation en Californie est liée à des contaminations latentes des sépales et du réceptacle.

A l'opposé des résultats obtenus en Californie, des études sur les principaux sites d'infection (90 à 93) et les études sur l'épidémiologie (91 à 95) en Nouvelle-Zélande, ont montré que l'inoculum de *Botrytis cinerea* était collecté par l'épiderme poilu des fruits à partir des tissus morts présents dans le verger et que ce phénomène débutait dès la chute des pétales sur les jeunes fruits en croissance. Durant la récolte, les manipulations du fruit transfèrent l'inoculum de *Botrytis cinerea* sur les cicatrices pédonculaires et, si le fruit est dans un état physiologique réceptif, l'infection du fruit se produit, provoquant la pourriture grise. Des études portant sur les sites primaires d'infection, utilisant des procédures d'inoculation artificielle ont montré que 91 % de la pourriture grise en conservation pouvait être directement attribuée à l'infection sur cicatrice pédonculaire. Les

fruits inoculés à l'extérieur du périmètre de la cicatrice pédonculaire ne donnaient que 5 % de fruits pourris, suggérant ainsi que la majorité des infections se faisaient par la cicatrice pédonculaire. Les résultats suggèrent également que l'infection du réceptacle peu également se produire, mais que son incidence sur la pourriture grise est faible. Des infections du réceptacle, tôt en saison ont été détectées dans le passé, mais il n'y avait pas de corrélation avec le niveau de pourriture grise en conservation (Elmer et Boyd-Wilson, non publié). De faibles niveaux d'infection latente ont été détectés en Nouvelle-Zélande par d'autres chercheurs, mais ne sont pas considérés comme étant à l'origine des symptômes caractéristiques de pourriture grise débutant à la cicatrice pédonculaire durant la conservation, puis se propageant.

En conclusion, les principaux sites d'infection par *Botrytis cinerea* en Californie et en Nouvelle-Zélande semblent différer, et ceci met en évidence la nécessité de poursuivre les recherches. Les essais qui ont mis en évidence la cicatrice pédonculaire comme étant la principale porte d'entrée de la maladie en Nouvelle-Zélande pourraient être repris en Californie et vice-versa avec les tests montrant que les sépales et la base du pédoncule étaient la première voie d'infection en Californie. Les nouveaux outils de recherche tels que les marqueurs de gènes pourraient être utilisés sur des isolats de *Botrytis cinerea* et pourraient contribuer fortement à améliorer notre connaissance du processus d'infection et de l'épidémiologie de *Botrytis cinerea* à la fois en Californie et en Nouvelle-Zélande.

Fig 2 : Séquence des évènements conduisant à l'infection de la cicatrice pédonculaire. Les lignes continues représentent les liaisons fortes entre variables, les lignes en pointillé figurent les liaisons moins bien établies.



Metcalfa pruinosa en vergers : action de recherche inter-instituts (ACTA, Ctifl, ITV, INRA) Etude sur les dégâts et les moyens de protection

Situation en bref

La cicadelle *Metcalfa pruinosa* est présente en France depuis plus de dix ans. L'invasion rapide des départements du sud de la France par ce ravageur concerne de nombreux végétaux, notamment les arbres fruitiers, la vigne et les cultures maraîchères. La valeur commerciale de ces productions est fortement touchée. Actuellement, aucune spécialité commerciale n'est homologuée pour lutter contre *M. pruinosa* et l'action des auxiliaires entomophages naturels est insuffisante pour limiter l'extension des pullulations. Au vu de ces constats, ce ravageur apparaît comme un problème prioritaire vis-à-vis duquel il est urgent de s'investir.

SITUATION ACTUELLE

La cicadelle *Metcalfa pruinosa* (Homoptère, Flatidae), originaire d'Amérique du Nord a été détectée en 1979 en Italie dans la région de Vénétie puis en Emilie-Romagne, ainsi qu'en Suisse.

En France, c'est en 1985 dans la région PACA que *Metcalfa pruinosa* a été détectée pour la première fois (DELLA GIUSTINA, 1986). Cette espèce n'a cessé depuis d'étendre son aire de répartition vers le nord dans la vallée du Rhône et vers l'ouest dans le Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées, (CHABRIERE 1998, MALAUSA 1999).

Depuis plusieurs années, ce ravageur ne se cantonne plus uniquement aux espaces verts publics ou privés et plantes sauvages (ronces,...) des régions envahies, mais s'étend de plus en plus à de nombreuses zones de production agricole. Cette cicadelle se rencontre sur de nombreuses espèces cultivées : arbres fruitiers (pommier, poirier, pêcher, prunier, abricotier, nashi et même kiwi), cultures maraîchères, vigne et sur plantes ornementales.

La très grande polyphagie de cette cicadelle (près de 300 espèces végétales recensées), sa biologie complexe, son mode de diffusion, ses facultés d'adaptation, l'absence d'auxiliaires suffisamment efficaces pour réguler les populations, sont autant de facteurs favorables à son développement qui réduisent l'efficacité des traitements.

Aucune spécialité commerciale n'est actuellement homologuée pour lutter contre *M. pruinosa*. De plus, toute intervention isolée ne permet pas de maîtriser les populations du ravageur qui, très mobile, recolonise très vite les parties traitées.

Les dégâts

Les dégâts occasionnés sont importants : **présence de miellat et de fumagine, fruits tachés ou brûlés.**

Metcalfa pruinosa est un insecte piqueur suceur. Il s'alimente à partir de la sève de sa plante hôte et rejette un miellat abondant.

Les piqûres d'alimentation peuvent rendre les rameaux cassants et provoquer l'avortement de bourgeons.

Lors de fortes infestations, les plantes colonisées sont couvertes de miellat sur lequel se développe un champignon noir, la fumagine. La croissance des végétaux est alors perturbée et les fruits sont tachés et parfois même brûlés. Dans les jardins et espaces verts, ce miellat occasionne des nuisances pour les usagers (salissures sur les véhicules, les mobiliers de jardin, aires de jeux...).

Sur vigne, les piqûres et le miellat favorisent le développement de pourritures acides dans les grappes, ce qui affecte la qualité des vins.

Des dégâts parfois importants ont été observés sur arbres fruitiers (pommier, pêcher, prunier, abricotier...), vigne, aubergine et plantes ornementales. La valeur commerciale des produits est alors fortement réduite.

Comment la reconnaître ?

Les larves sont blanches, aplaties et recouvertes d'une cire protectrice blanche et filamenteuse qu'elles sécrètent. Elles mesurent de 2 à 6 mm selon leur stade de développement. Elles sont mobiles et sautent lorsqu'on les dérange. Les jeunes larves se trouvent généralement groupées sur la face inférieure des feuilles situées à la base des rameaux.

Quelques larves isolées peuvent aussi être observées sur les troncs et les branches. Les larves colonisent ensuite les jeunes rameaux poussants sur lesquels elles forment des manchons blancs cotonneux. Les traces blanches peuvent rester sur les pédoncules des fruits et les grappes de raisin (préjudice pour le raisin de table). On peut également repérer leur passage par la présence d'une enveloppe blanchâtre et translucide (exuvie) qu'elles laissent sur le feuillage lors des changements de stades larvaires.

Les adultes mesurent de 7 à 9 mm et sont recouverts d'une pruinosité blanche (d'où le nom de l'espèce) qui masque leur coloration sombre et leur confère de reflets bleu-gris. Très mobiles, ils colonisent généralement les rameaux de leurs plantes hôtes. Ils se tiennent de préférence à l'ombre et souvent disposés en chapelets les uns derrière les autres.

UN PROGRAMME D'ETUDE EST ENGAGE

L'inquiétude grandissante face à une augmentation des préjudices causés aux cultures a conduit les responsables professionnels à solliciter un effort particulier des organismes scientifiques et techniques pour faire face à ce nouveau ravageur.

Une action de recherche inter-instituts (ACTA, Ctifl, ITV et INRA) est réalisée pour assurer le prolongement et l'intensification des études conduites depuis 1995 en région PACA par plusieurs organismes : INRA, SPV, Station Régionale, La Pugère, Chambres d'Agriculture des Bouches du Rhône,...

La collaboration étroite avec tous les organismes travaillant sur le sujet doit être maintenue, voire amplifiée.

Objectifs du projet

Le programme de travail comprend trois volets concomitants et complémentaires :

- l'étude de la biologie du ravageur et des dynamiques de ses populations,
- l'élaboration de stratégies de protection chimique permettant de répondre à court terme au problème posé par ce ravageur sur les principales cultures concernées, en harmonie avec la protection contre les autres ravageurs et en préservant les acquis du raisonnement de la protection intégrée.
- la mise au point à moyen terme d'une lutte biologique par acclimatation de parasitoïdes, avec un transfert rapide des résultats de la recherche en amont vers les zones d'infestations de la cicadelle *M. pruinosa*.

Elaboration de stratégies de protection

Cette première approche, doit permettre l'élaboration d'une stratégie de protection adaptée à l'espèce visée qui tiendra compte des autres ravageurs (en particulier les thrips *Frankliniella occidentalis* et la Tordeuse orientale en vergers de pêchers), mais aussi du respect de la faune auxiliaire, naturellement présente, ou introduite contre les autres ravageurs ou à introduire :

- stade(s) sensible(s) du ravageur, époque du traitement par rapport au cycle biologique, problèmes de recolonisation après les traitements et incidence de l'environnement naturel.
- étude de l'efficacité de produits, pour cibler et rationaliser la lutte en cas de nécessité et surtout éviter les dérives toujours possibles, accompagnées d'aspects négatifs très redoutés sur l'environnement.
- étude des effets secondaires de produits déjà employés pour d'autres usages.
- l'utilisation d'outils déjà existants (exemple : modèle Tordeuses de la grappe) ou à construire, pour indiquer précisément la ou les périodes éventuelles d'interventions, qu'elles soient chimiques et/ou biologiques.

ENQUETE

Pour mener à bien ce programme, et en complément des actions menées par les partenaires ACTA, ITV, INRA et SPV, une enquête est lancée par les groupements techniques, stations régionales, Ctifl concernant les infestations de *Metcalfa* afin d'établir un état des lieux selon les espèces touchées, les stratégies de protection mises en œuvre, l'environnement des cultures, leur situation,.... :

- repérage des zones d'attaques par consultation des producteurs et techniciens d'organisations professionnelles,
- étude de la répartition et de l'extension géographique dans les différentes régions concernées, avec caractérisation de ces zones,
- recherche de sites représentatifs où se dérouleront les expérimentations.

– *Exploitations concernées*

Pour l'instant, c'est surtout dans les domaines de l'arboriculture fruitière et la viticulture que les résultats sont les plus attendus avec dans un premier temps l'homologation de matières actives susceptibles de réguler les populations du ravageur.

Si vous êtes concernés, si vous en avez vu autour ou dans vos parcelles, nous souhaiterions collecter des informations sur sa présence et l'importance de son évolution.

Veillez prendre contact avec :

- Votre conseiller agricole (ou viticole pour les vignobles)
ou directement
- Jean LICHOU, Ctifl Balandran, BP 32, 30127 BELLEGARDE Pour les vergers en Languedoc-Roussillon
Tél : 04.66.01.10.54
- Hélène COUPARD, La Pugère, Ch. de la Barque, 13370 MALLEMORT Pour les vergers en PACA
Tél : 04.90.59.29.00
- Jean Noël REBOULET, ACTA Gotheron Pour les vergers et vignes en Rhône-Alpes
Tél. : 04.75.59.92.20
- Sophie CHARMONT, SICA Tapy Pour raisin de table en PACA
Tél : 04 90 62 69 34
- Vincent ENAUD, AREDVI, Aix en Provence Pour les vignobles en PACA
Tél : 04.42.17.15.22
- Bernard HENNION, Ctifl Lanxade 24130 PRIGONRIEUX Pour les vergers de kiwi dans le Sud Ouest
Tel : 05 53 58 00 05

Metcalfa pruinosa

Questionnaire (téléphonique) n° 1

A renvoyer à :

H. COUPARD, La Pugère

J. LICHOU, Ctifl Balandran

Nom de l'exploitant :

Tél :

Adresse :

.....

◆ **Espèce cultivée touchée : (entourer ou surligner)**

pêche, prune, abricot, pomme, poire, kiwi, figuier, olivier, vigne, autre ()

Lieu de la parcelle (si différente de l'adresse ci-dessus) :

.....

➤ Importance de la présence : parcelle entière – quelques points – 1 seul foyer
laves – adultes

➤ Niveau des dégâts (miellat et fumagine) : rameaux – fruits

◆ **Environnement :**

- bois – haie – arbres ou arbustes isolés
- localisation : nord – sud – est - ouest

◆ **Depuis quand ?**

- 199
- Cette année : mai – juin – juillet – août

◆ **Traitements : spécifique ?**

oui – quel produit ?

non – quelle stratégie ?

Note pour l'enquêteur :

- *Penser à demander le calendrier de traitement de la saison*
- *Un contact ultérieur et une visite sur place peuvent être envisagés dans un second temps avec un questionnaire n°2 plus détaillé*