Caractérisation et évaluation des stratégies de protection vis-à-vis des pucerons en vergers de pêcher, dans le sud-est de la France

Servane Penvern

▶ **To cite this version:**

Servane Penvern. Caractérisation et évaluation des stratégies de protection vis-à-vis des pucerons en vergers de pêcher, dans le sud-est de la France. Sciences du Vivant [q-bio]. 2007. hal-02819029

HAL Id: hal-02819029
https://hal.inrae.fr/hal-02819029

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mémoire de stage
Présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, spécialisation inter-Ecole Protection des Plantes et Environnement

Sur le thème :

Caractérisation et évaluation des stratégies de protection vis-à-vis des pucerons en vergers de pêcher, dans le Sud-est de la France

Par
Servane PENVERN
Ecole de rattachement : Agrocampus-Rennes

Stage réalisé à : Unité
Ecodéveloppement INRA d'Avignon
Agroparc
Domaine Saint-Paul
84 000 Avignon

Sous la direction de :
Stéphane BELLON

Soutenu le 27 septembre 2007 à Montpellier, devant le jury composé de :

Président : Serge KREITER
Membres : Sophie AVERSENQ
Frédéric MARION-POLL
Manuel PLANTEGENEST

Résumé

L'utilisation intensive des pesticides en arboriculture est fortement remise en cause et la protection des vergers s'oriente vers des stratégies écologiques de gestion des ravageurs. Les pucerons en verger de pêcher reste des ravageurs clés de la protection, par l'importance de leurs dégâts et des nombreuses impasses techniques auxquels sont confrontés les producteurs. Après avoir identifié les moyens dont disposent les agriculteurs pour maîtriser les pucerons, nous avons cherché à déterminer et caractériser les différentes stratégies de protection. Ensuite nous avons réalisé des enquêtes ouvertes auprès de 5 techniciens et 22 producteurs. Nous avons également collecté les calendriers phytosanitaires. Une série de 4 suivis parcellaire nous a permis d'évaluer l'efficacité des stratégies réalisées en mesurant le degré d'infestations et les conséquences des pratiques sur la faune auxiliaire. Nous avons ainsi identifié quatre grandes stratégies. Elles sont présentées selon leur degré d'écologisation : une protection chimique intensive et systématique (strat-2), une protection chimique raisonnée et curative (strat-1), une protection alternative intensive (strat-4) et une protection intégrée (strat-3). Il en ressort une catégorisation plus complexe des stratégies que celle habituellement rencontrée « conventionnelle-raisonnée-intégrée-bio ». En termes d'efficacité, les stratégies 1 et 2 sont les plus efficaces en termes d'infestation de pucerons. En revanche les stratégies 3 et 4 sont les plus respectueuses de la faune auxiliaire. Ce travail ouvre sur la définition de stratégies écologiques efficaces.

Mots clés : *Myzus persicae, Brachycaudus schwartzii, Brachycaudus persicae, Hyalopterus amygdalii, Myzus varians*, stratégies de protection des cultures, verger de pêcher, arboriculture, évaluation, efficacité, entretiens compréhensif.

Abstract

Considering the several negative side effects of the intensive pest control practices, a fundamental shift to a total system approach for crop protection is recently at stake in the agronomical sphere. Aphids in peach orchards are among the most feared arthropods considering its damages on the production and the several technical barriers. Therefore, after gathering the different means that producers have at their disposal, we have identified and characterised strategies of pest management. Then, in order to evaluate them, we measured their efficiency by estimating the aphids' infestation degree and the number of natural enemies. In this purpose, we made: interviews with 5 technicians and 22 producers, collected their crop protection schedule, and conducted a set of 4 field surveys. Four main strategies have been identified. They can be classified through their degree of ecologization : one intensive and systematic chemical protection (strat-2), one reasoned and curative chemical protection (strat-1) one alternative and intensive protection (strat-4) and one integrated and wise protection (strat-3). This classification shows the non-adequacy of the usual one, which is "conventional-reasoned-integrated-organic". Refering to the efficiency, the strategy 1 and 2 were the most efficient related to the aphids' infestation and the strategy 3 and 4 are the least harmful for the environment.

Key Words : *Myzus persicae, Brachycaudus schwartzii, Brachycaudus persicae, Hyalopterus amygdalii, Myzus varians*, strategy, pest management, peach orchard, evaluation, efficacy, enquiries

Autorisation de diffusion du mémoire

1. Identification du rapport et de l'auteur.

Nom et Prénom de l'auteur : **PENVERN Servane**
Titre du mémoire : **Caractérisation et Evaluation des stratégies de protection vis-à-vis des pucerons en vergers de pêcher.**
Ecole d'inscription : **Agrocampus Rennes**

2. Autorisation de diffusion par l'auteur.

Par la présente, je déclare être titulaire du droit d'auteur pour le mémoire mentionné ci-dessus. J'autorise sans limitation de temps la Bibliothèque à diffuser ce mémoire dans un format électronique adapté et à effectuer toutes éventuelles modifications techniques nécessaires à une amélioration de la diffusion (modification du format) Si ce mémoire est confidentiel, la confidentialité sera respectée dans les mêmes conditions pour les exemplaires électroniques que pour les exemplaires papiers.

Signature de l'Auteur : **PENVERN Servane** Date : **17/09/2007**

3. Autorisation de diffusion par le Maître de stage.

J'autorise par la présente l'auteur à diffuser le mémoire mentionné ci-dessus :

Intranet	OUI	NON	Prêt à tiers	OUI	NON
Internet	OUI	NON	Prêt entre bibliothèque	OUI	NON
Après une période de confidentialité	OUI Durée :	NON	Résumé diffusable	OUI	NON
Consultation en bibliothèque	OUI	NON	Reproduction	OUI	NON

Signature du Maître de stage : **Stéphane BELLON** Date : **17/09/2007**

4. Autorisation de diffusion par l'enseignant tuteur.

J'autorise par la présente l'auteur à diffuser le mémoire mentionné ci-dessus :

Intranet	OUI	NON	Prêt à tiers	OUI	NON
Internet	OUI	NON	Prêt entre bibliothèque	OUI	NON
Après une période de confidentialité	OUI Durée :	NON	Résumé diffusable	OUI	NON
Consultation en bibliothèque	OUI	NON	Reproduction	OUI	NON

Signature du tuteur : **Serge KREITER** Date. : **/2007**

CONCLUSION

Confidentialité absolue : OUI ☐ NON ☐
Durée exigée :

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma reconnaissance et mon admiration à Stéphane Bellon, mon maître de stage. Je le remercie pour nos nombreuses conversations très enrichissantes, sa patience, son soutien et son encouragement, tout au long de ce stage.

Un GRAND merci à Joël Fauriel, pour son aide, ses blagues, sa bonne humeur, sa compréhension, sa patience, ses relectures, et j'en passe. Merci pour nos sorties terrain jusque Banyuls sur Mer et nos nombreuses discussions.

Je souhaite également remercier René Rieux, du département PSH de l'INRA d'Avignon, pour ses connaissances en entomologie et son aide quant à l'identification de certains auxiliaires et autres insectes rapportés de mes sorties terrain.

Merci à tous les membres de l'Unité Ecodéveloppement, notamment aux abonnés de la cafetière ; A Joëlle pour ses petits plus touristiques, à Christine et Viviane pour l'impression de ce rapport. Merci aussi à Réjane pour son soutien et sa bonne humeur, et à Christine de Sainte Marie pour m'avoir permis de veiller tard le soir à l'INRA.

Enfin, merci à tous les techniciens et producteurs pour avoir accordé de leur temps à une jeune bretonne débutante, pour la transmission de leurs connaissances et de leur savoir faire.

Enfin, merci à mes enseignants tuteurs pour m'avoir conseillé dans mes choix.

Je garderai, grâce à vous tous, une très bonne expérience de ce stage au sein de l'INRA.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Importance des maladies et ravageurs du pêcher…….....2
Tableau 2 : Caractéristiques biologiques des différents pucerons présents dans le Sud-est de la France…3
Tableau 3 : Caractéristiques du cycle de vie de *Myzus persicae* et moyens de maîtrise…….....4
Tableau 4 : Présentation des principaux produits phytosanitaires utilisés dans la lutte contre les pucerons en verger de pêcher……5
Tableau 5 : Résumé des préconisations des différents guides phytosanitaires suivant les stades phénologiques du pêcher…….....7
Tableau 6 : Récapitulatif et descriptif des exploitations…….....11
Tableau 7 : classification du degré d'infestation de pucerons……...14
Tableau 8 : Valeurs de p après un test de corrélation entre les populations d'auxiliaires et les infestations des pucerons……...….19
Tableau 9 : Tableau des différences significatives entre les stratégies……...20
Tableau 10 : Différences significatives entre les stratégies suivant leur valeur seuil……...22

Liste des figures

Figure 1 : Courbes de vol comparatives de *M. persicae* à Valence entre 2003 et 2006……..…….…...3
Figure 2 : Cycle évolutif de *M. persicae*…….....3
Figure 3 : Evolution comparée des principaux pucerons du pêcher et des auxiliaires nécessitant tout particulièrement d'être sauvegardés……...…..4
Figure 4 : Les différentes méthodes de lutte contre les bio-agresseurs en production végétale.....4
Figure 5 : Schéma d'évolution des méthodes de protection des cultures…….....8
Figure 6 : Modèle conceptuel pour la mise en œuvre des programmes IPM dans les agro-écosystèmes…….....9
Figure 7 : Représentation en diagramme de la gestion des pathogènes en AB…….....9
Figure 8 : Représentation schématique de notre démarche…….....10
Figure 9 : Répartition des exploitations dans le bassin de production du Sud-est de la France……10
Figure 10 : Evaluation de l'importance des pucerons pour les producteurs…….....…16
Figure 11: Cumul des énumérations de chaque espèce de pucerons par les producteurs enquêtés suivant le mode de production…….….16
Figure 12 : Nombre de traitements appliqué pour la campagne 2007, par classe de produits et suivant le mode de production…….....17
Figure 13 : a) Comparaison des calendriers de traitements détaillés par cible principale des campagnes 2006 et 2007 ; b) comparaison des calendriers de traitements détaillés par cible principale pour les deux modes de production……17
Figure 14: Pourcentage de pousses infestés, moyenne par quinzaine pour chaque espèce de pucerons……18
Figure 15: Indice d'infestation moyen en fonction du mode de production……....…….....18
Figure 16 : Nombre d'auxiliaire moyen par suivi, suivant le mode de production…….....19
Figure 17 : Dynamique des populations de pucerons (indice d'infestation) et de leurs auxiliaires associés sur la période des suivis……..…...19
Figure 18 : Graphique des individus et dynamiques d'évolution des stratégies…….....20
Figure 19 : Graphique des variables explicatives des stratégies…….....20
Figure 20 : Caractérisation et phases évolutives des stratégies de protection…….....…….…....21
Figure 21 : Evaluation des variables suivant les critères d' « intégration »…….…….21
Figure 22 : a) IFtotal en fonction des stratégies ; b) Effectif total des auxiliaires en fonction des stratégies……...21
Figure 23 : Contribution des différentes espèces de pucerons dans la valeur de l'IFtotal…….....22
Figure 24 : Représentation en boîte à moustache de IFtotal/AUX en fonction des stratégies.....22

Liste des Annexes

Annexe 1 : Cycle de vie des espèces principales de pucerons……..…..XIV
Annexe 2 : Guide d'entretiens des producteurs……....XV
Annexe 3 : Stades phénologiques du pêcher…….…..XVI
Annexe 4 : Efficacité des insecticides vis-à-vis des pucerons…….....….XVII
Annexe 5 : Codage des règles de décision…….……....XVIII
Annexe 6 : Codage des méthodes alternatives utilisées……....XIX
Annexe 7 : Codage des méthodes culturales…….....….XX
Annexe 8 : Récapitulatif des pratiques phytosanitaires ciblées pucerons……...……....XXI
Annexe 9 : Nombre de traitements selon leur classe pour la campagne 2007…….....…XXII
Annexe 10 : Test de corrélation entre les variables décrivant les méthodes chimiques issues des calendriers et des enquêtes……..XXIII
Annexe 11 : Résultat de l'identification des stratégies par CAH……..……...XXIV
Annexe 12 : Matrice de corrélation avec le coefficient de Pearson, entre les variables d'identification des stratégies, IFtotal et AUX……...…….XXV

Sommaire

Introduction……..……..1

Bibliographie

I. Importance de la production de pêche dans le Sud-est de la France…….....….2
I.1. Une production qui se maintient malgré une concurrence forte……..…..2
I.2. Une pression pathogène sur pêcher……..2
I.3. Un contexte particulier : la sharka…….2
II. Les pucerons du Pêcher dans le Sud-est de la France : un problème majeur……..3
II.1. Les pucerons et leurs ennemis naturels……...……..3
II.1.a Généralités sur les pucerons…….3
II.1.b Eléments de biologie des pucerons en verger de pêcher……...……3
II.2. Les ennemis naturels des pucerons et leur rôle régulateur…….....4
III. Situation actuelle de la protection vis à vis des pucerons :…….…..…4
III.1. Les moyens dont disposent les producteurs…….…….…4
III.1.a Les produits à action directe……5
III.1.b Les méthodes alternatives aux produits phytosanitaires……...……..5
III.1.c L'utilisation de produits alternatifs :……..……...…..6
III.2. Les préconisations…….6
III.2.a Avant tout des conseillers techniciens :……..…….…..6
III.2.b Les avertissements et guides phytosanitaires :…….....……6
III.3. Les préconisations pour maîtriser les pucerons du pêcher…….……7
IV. Les concepts de stratégie de protection…….…..……7
IV.1. L'émergence de la protection intégrée :…….....7
IV.2. Vers une approche agro-écologique de la protection des cultures…….…….....8

Matériel et Méthodes : notre démarche

I. Echantillonnage et construction du dispositif de suivi……10
II. Collecte des données…….....10
II.1. Enquêtes auprès de techniciens…….……10
II.2. Elaboration du guide d'entretien auprès des producteurs……...11
II.3. Recueil et contribution des calendriers phytosanitaires…….....11
II.4. Les suivis parcellaires…….…12
II.4.a Protocole des suivis……...…….....12
II.4.b Suivis des infestations de pucerons :……12
II.4.c Suivis de la faune auxiliaire……..……...…12
II.4.d Mesure de l'influence de la vigueur sur les infestations de pucerons……...…..12
III. Construction de variables synthétiques…….…….....13
III.1. Indices des pratiques de protection……...….13
III.2. Evaluation de l'efficacité et de la toxicité des produits……....13
III.3. Caractérisation des dynamiques des pucerons : élaboration d'un indice d'infestation……...…14
III.4. Evaluation des populations auxiliaires……....14
III.5. Construction d'un indice de vigueur……..….....14
IV. Analyse des données…….…..…..14
IV.1. Analyse des enquêtes et des calendriers……...…...…15
IV.2. Analyse de l'effet de la vigueur…….....15

IV.3. Identification et caractérisation des groupes de stratégies……....15
IV.4. Evaluation des stratégies……..…15

Résultats

I. Les pratiques phytosanitaires des arboriculteurs…….…....16
I.1. Importance relative des pucerons……...……..…16
I.2. Formalisation des outils qui règlent les décisions en matière de protection…….…..16
I.2.a Les règles de décision…….…....16
I.2.b Le recours aux observations…….……...…16
I.3. Les moyens de lutte identifiés lors des enquêtes…….…..17
I.3.a L'utilisation d'intrants chimiques et/ou naturels…….....…17
I.3.b Autres moyens de lutte : méthodes alternatives et culturales…….…..17
I.4. Analyse des calendriers phytosanitaires……..…….…..18
I.5. Confrontation entre les enquêtes et les calendriers……...…18
II. Les suivis parcellaires : dynamique des populations et vigueur de l'arbre…….…..19
II.1. Les infestations de pucerons……...……..…19
II.2. Les populations d'auxiliaires…….....……19
II.3. Effet de la vigueur……..…..20
III. Caractérisation des stratégies de protection……..……....20
III.1. Mise en évidence de groupes de stratégies…….……..20
II.1. Degré d' « intégration » des stratégies……..……..……21
IV. Evaluation des stratégies……...…..…….21
IV.1. Infestation de pucerons……..…....21
IV.2. Populations d'auxiliaires ……...……...22

Discussion

I. Pertinence des modèles de production pour la formalisation de stratégie de protection…...23
I.1 L'agriculture biologique : modèle de production écologique ?.....23
I.2 Quelle pertinence des cahiers des charges PFI ?.....23
I.3 L'apport des modèles théoriques dans la caractérisation des stratégies…….....….....23
II. Critique sur le dispositif :……...…..24
II.1 Exploitation et valorisation des enquêtes et des calendriers :……....24
II.2 Distance entre ce qui est dit et ce qui est fait ou écrit. …….....24
II.3 Le Bio perturbateur dans les variables……..…….……...25
II.4 Les pucerons sont-ils de bons indicateurs des stratégies ?.....25
II.5 Effet de la vigueur…….....…25
III. Vers une stratégie écologique et efficace……...…….....26
III.1 Incompatibilité entre stratégie écologique et efficacité : critique de l'évaluation .....…26
III.2 Stratégie écologique et efficace : une utopie ?.....26

Conclusion…….……27

Références Bibliographiques

Bien que les fruits véhiculent une image de naturel et de santé, l'arboriculture fruitière est l'une des plus consommatrice de pesticides. S'agissant de produit frais, qui véhiculent une image de naturel et de qualité, la pêche subit particulièrement les exigences du marché et l'évolution des réglementations en terme de qualité des produits (délai avant récolte, teneurs en résidus), et de respect de l'environnement. Or, on assiste depuis une quarantaine d'années, suite à la prise de conscience des risques liés aux produits phytosanitaires, à la remise en cause des modèles de production intensifs. Ceci s'est traduit par un renforcement progressif de la réglementation : inscription des préoccupations environnementales dans la PAC, renforcement des critères toxicologiques et écotoxicologiques pour l'homologation des produits phytopharmaceutiques (Directive 91/414/CE), instauration de normes concernant les teneurs maximales en résidus des fruits, Directive Cadre sur l'eau (DCE) et adopté dernièrement la Directive Cadre sur les pesticides (DCP). Ceci n'a pas été sans conséquence pour l'arboriculture dont le potentiel phytosanitaire a fortement diminué, ne laissant aux producteurs qu'un choix réduit en substances actives. A cela s'ajoute l'apparition de résistances, phénomène qui menace toujours les derniers produits encore homologués et efficaces.

Face à ces enjeux sociétaux, de nombreux chercheurs, ainsi que d'autres acteurs participent à l'élaboration et à l'évaluation d'une gestion écologique de la protection des cultures. Des méthodes alternatives sont alors étudiées et de nombreux modèles ont ainsi vu le jour afin d'identifier de nouvelles stratégies de protection. Ces stratégies sont définies comme combinaison de ces méthodes de protection intégrant les dimensions spatio-temporelles des agroécosystèmes. Plusieurs programmes de recherche contribuent à cet objectif. Ainsi, le projet Ecco des Vergers, coordonnée au niveau du centre INRA d'Avignon, s'intéresse aux relations tri-trophiques entre arbres, pucerons et auxiliaires sous l'influence des pratiques dans une perspective de régulation durable des populations de bioagresseurs en vergers. Puis, un programme de l'Unité Ecodéveloppement privilégie les modèles de production, candidats à une écologisation de l'agriculture, en particulier en arboriculture fruitière.

Dans ce contexte et dans le cadre de ces projets, nous nous sommes intéressés à la mise en pratique de ces stratégies en vergers de pêcher. La ségrégation classique entre conventionnel, raisonnée, intégrée et bio » est-elle représentative des stratégies mises en œuvre ? Sinon, comment caractériser ces stratégies et Quels sont les moyens mis en œuvre ? Ces stratégies n'ont-elles pour cible qu'un pathogène ou s'appliquent-elles à un ensemble de bio-agresseurs ? Quelles en sont les limites spatio-temporelles ? De même (les stratégies se définissant aussi à partir d'objectif(s)), comment les évaluer et quelles en est leur efficacité relative ?

Pour répondre à ces questions, nous avons centré notre étude sur la gestion des pucerons en vergers de pêcher. En effet, ceux-ci font partie des ravageurs principaux du pêcher et sont la cible de lutte chaque année. La pêche étant un produit fragile et périssable, vendu non transformé, elle requiert une qualité irréprochable. Les dégâts occasionnés par les pucerons peuvent ainsi directement se répercuter sur la récolte de l'année en cours (tâches sur fruit, réduction de calibre, production de miellats favorables à la fumagine...). En outre, le pêcher étant une culture pérenne, le patrimoine de production peut être affecté sur plusieurs années, soit à la suite de dégâts indirects (diminution de vigueur, qualité du bois) soit par la transmission du virus de la sharka, objet de mesure de lutte collective obligatoire par arrachage.

Afin de caractériser les stratégies de protection, notre démarche a consisté en une succession d'étapes. Nous avons identifié les différentes méthodes de lutte mis à la disposition des arboriculteurs ainsi que les limites de leur application (spatiales, temporelles et cibles). Pour cela nous avons analysé et confronté les résultats d'enquêtes (réalisées auprès de techniciens et de producteurs) avec les préconisations et les calendriers phytosanitaires. Afin d'évaluer ces stratégies, nous avons ensuite réalisé des suivis parcellaires et estimé leur efficacité vis-à-vis des infestations de pucerons et de leur impact sur la faune auxiliaire.

Dans un premier temps, nous présentons les éléments constitutifs du thème de notre étude : importance des pucerons et situation de la protection des vergers vis-à-vis des pucerons ; analyse de la littérature concernant les stratégies de protection. Ensuite, nous exposons notre démarche. Elle consiste en la combinaison d'enquêtes auprès de techniciens et de producteurs, des suivis parcellaires ainsi que l'analyse de calendriers phytosanitaires. Dans une troisième partie, nous présentons nos résultats relatifs à la formalisation de stratégies de protection, leurs caractéristiques et leurs efficacités. Enfin, nous discutons ces résultats en revenant sur (i) la démarche utilisée, (ii) la pertinence des modèles proposés dans la littérature au regard de la formalisation des stratégies de protection, (iii) les perspectives d'une meilleure efficacité de ces stratégies.

Synthèse Bibliographique

I. Importance de la production de pêche dans le Sud-est de la France.

II. Les pucerons du Pêcher dans le Sud-est de la France : un problème majeur.

III. Situation actuelle de la protection vis à vis des pucerons :

IV. Les concepts de stratégie de protection

Fréquents et/ou importants		Occasionnels	
MALADIES			
Champignons atteignant surtout les organes verts			
cloque du pêcher	*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.	**Maladie criblée** **Rouille du prunier** Plomb parasitaire	*Coryneum beijerinckii* Oudemans *Tranzschelia pruni-spinosae* (Pers.) Diet *Stereum purpureum* (Pers. Ex Fr.)
Champignon atteignant surtout les fruits			
Oïdium **Monilioses**	*Sphaerotheca pannosa* Waron *Monilia laxa* (Ehrenb) Sacc., *Monilia fructigena* Pers. *Monilia fructilcola* (G. Wint.)	Pourritures diverses (Rhizopus, Botrytis, Penicillium)	*Botrytis cinerea* *Rhizopus* spp. *Penicilium expansum* Link ex Gray *Alternaria* spp.
Champignons à chancre			
Chancre à **Fusicoccum**	*Fusicoccum amygdali* (Del.)	Cytospora	*Cytospora leucosoma* (Pers.) Sacc. (forme pycnide) *Cytospora cincta Sacc.* (forme pycnide)
Maladies telluriques			
		Verticilliose Le pourridié agaric	*Verticillium dahlia* Kleb. *Armillaria mellea* Wahl
Virus, Phytoplasmes et bactéries			
Sharka **Dépérissements bactériens** **Taches bactériennes**	*Plum Pox Virus* *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae* *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni* (Smith)	PNRSV PlMVd **E.C.A.:enroulement chlorotique de l'abricotier**	*Prunus necrotic ringspot virus* *Peach latent mosaic virus* *European Stone Yellow phytoplasma*
RAVAGEURS			
Pucerons			
Puceron vert du pêcher	*Myzus persicae* (Sulzer)	**Puceron noir, puceron brun**, Pucerons farineux, Puceron cigarier	*Brachycaudus persicae* *Brachycaudus schwartzi* *Hyalopterus amygdali* *Myzus varians*
Coléoptères			
		Charançons phyllophages (**péritèle gris**, polydrusus, phyllobes, otiorrhynque)	*Peritelus sphaeroides Germar* *Polydrusus* spp. *Phyllobius* spp. *Otiorrhynchus impressiventris*
Diptères			
		Mouche méditerranéenne des fruits	*Ceratitis capitata* (Wiedemann)
Cochenilles			
Cochenille blanche du mûrier	*Pseudaulacaspis pentagona* Targioni-Tozzeti	Autres cochenilles (Pou de San José, lécanine du pêcher)	*Diaspidiotus perniciosus* Comstock *Parthenolecanium persicae* Fabricius
Acariens			
Acarien rouge	*Pananychus ulmi* (Koch)		
Dermaptères			
		Forficule	*Forficula auricularia* L.
Lépidoptères			
Tordeuse Orientale du pêcher	*Cydia molesta* Busck	**Petite mineuse du pêcher** Lépidoptères xylophages	*Anarsia lineatella* Zell. *Cossus cossus* L.
Thrips			
Thrips californien	*frankliniella occidentalis* Pergande	**Thrips meridionalis**	*Taeniothrips meridionalis* Priesner.

Tableau 1 : Importance des maladies et ravageurs du pêcher (d'après CTIFL, 2003)

I. Importance de la production de pêche dans le Sud-est de la France.

I.1. Une production qui se maintient malgré une concurrence forte

La pêche et la nectarine (hors pavie) sont parmi les espèces fruitières dominantes en France, après la pomme, avec une production moyenne annuelle de 450 000 tonnes (CTIFL, 2003), sur une surface en 2006 de 16 200 ha (Agreste, 2007). L'essentiel de la production (92%) est cantonnée sur 3 régions, le Languedoc-Roussillon (40% de la production nationale), Provence-alpes-côte-d'azur (31%) et Rhône-alpes (21%).
La production s'est concentrée depuis quelques années dans quatre départements essentiellement : les Pyrénées Orientales, la Drôme, le Gard et les Bouches-du-Rhône. Chacun produit entre 80 000 et 110 000 tonnes et regroupe, en 2002, 1700 producteurs (1/3 de la profession) pour 13 300 ha (60% des surfaces). Cette tendance à la concentration s'observe également pour les structures avec un nombre toujours croissant de grandes structures dépassant les 30 ha (10% des producteurs détiennent 2/3 des surfaces), notamment dans les zones les plus méridionales.

L'arboriculture est une activité intensive, et économiquement risquée en l'absence de garantie sur le prix de vente. Outre le coût des pertes parasitaires directes, l'impact sur le prix de la qualité (principalement calibre et absence de défaut visuel) fait qu'une mauvaise maîtrise de la protection phytosanitaire ou l'apparition de bioagresseurs résistants sont lourdes de conséquences sur le revenu.
Les charges de main d'œuvre représentent près de 50% des coûts de production (Centres d'Economie Rurale, 2000) , tandis que la protection phytosanitaire atteint à peine 6% de ces coûts, part relativement faible pour justifier une limitation des traitements et avoir un impact notable sur les coûts de production. A l'inverse, une impasse dans la production peut engendrer des pertes économiques considérables.

A l'exportation, les principaux clients sont : l'Allemagne, le Royaume-Uni et la Belgique. Beaucoup de ces pays consommateurs sont d'ailleurs plus sensibles aux conditions environnementales de production et imposent leurs cahiers des charges (exemple d'Eurep Gap), auxquelles souscrivent les producteurs français afin d'éviter les pertes de marchés, risques d'autant plus grand si l'on considère la distorsion des coûts de production entre pays producteurs européens (rapport de 1 à 2 : de 0,44 en Grèce à 1,10 en France) (Centro Servizi Ortofrutticoli, 1999).

I.2. Une pression pathogène sur pêcher.

Les dommages essentiels en arboriculture sont causés par les bio-agresseurs se développant sur fleurs ou sur fruits. Selon leur importance économique et géographique, les maladies et ravageurs du pêcher peuvent être classés selon deux catégories (cf. tableau 1). Les maladies et ravageurs indiqués en caractère gras, font l'objet de mesures de lutte chaque année dans une majorité de vergers. La tordeuse orientale fait l'objet d'une méthode de lutte par confusion sexuelle.

I.3. Un contexte particulier : la sharka.

La sharka (plum pox potyvirus) est une maladie virale, originaire d'Europe de l'est dont les principales plantes hôtes sont des espèces fruitières du genre *Prunus* (abricotier, pêcher, prunier et amandier sont concernés). Elle déprécie les fruits, les rend impropres à la consommation et inutilisables pour l'industrie. Le virus se transmet par greffage ou de manière semi-persistante par des pucerons, vecteurs inféodés ou non aux *Prunus* : *Aphis spiraecola*, *Myzus persicae*, et bien d'autres dont la majorité de ceux concernés dans cette étude (Kunze & Kruczal, 1971; Leclant, 1973 ; Zawadska, 2006). Le nombre d'arbres infectés dans un verger est directement lié, pendant une saison donnée, au nombre de pucerons ailés, selon la souche du virus (Massonié & Maison, 1976), et à la sensibilité du pêcher. Après inoculation, la période d'incubation peut durer plusieurs mois et la dissémination systémique dans l'arbre peut prendre plusieurs années (OEPP/EPPO, 1983).
Cependant, malgré une répartition irrégulière du virus dans l'arbre, l'inspection visuelle permet de détecter le virus par ses symptômes, surtout en période de croissance active. Après 2-3 années, l'infection commence à se disséminer à partir des premiers arbres infectés (Llàcer *et al.*, 1985).

Nom latin	Nom Commun	Biologie	Cycle de vie	Plante hôte I	Plante hôte II	Dégâts
Brachycaudus persicae (Passerini)	Puceron brun du pêcher	holocyclique parthénogénèse possibles	dioecique	pêcher/prunier	scrofulariacées	déformation et ralentissement croissance des pousses Attaques rarement dangereuses
Brachycaudus schwartzi (Börner)	Puceron brun du pêcher	holocyclique	monoecique	pêcher		blocage de la croissance des rameaux crispation des feuilles intensité faible
Hyalopterus amygdali (E. Blanchard)	Puceron farineux du pêcher	holocyclique	dioecique	arbres fruitiers (pêcher, prunier, abricotier et amandier)	phragmites	jaunissement et chutes prématurées des feuilles forte production de miellat d'où apparition de fumagines chute précoce du feuillage compromet la floraison l'année suivante
Myzus Persicae (Sulzer)	Puceron vert du pêcher	holocyclique	dioecique	pêcher et autres prunus	une cinquantaine de famille botanique : solanacées, composées, crucifères…	recroquevillement des feuilles perturbation croissance des pousses important vecteur du virus de la sharka
		anholocyclique				
Myzus varians (Davidson)	Puceron cigarier du pêcher	holocyclique	dioecique	pêcher	Clématite	repliement parallèle des limbes rougissement des organes attaqués également vecteur de la sharka

Tableau 2 : caractéristiques biologiques des différents pucerons présents dans le Sud-est de la France (d'après Hullé *et al.*, 1998)

Figure 1 : Courbe de vol comparative de *M. persicae* à Valence entre 2003 et 2006, avec N, le nombre d'individus piégés par semaine pendant toute l'année (données source : réseau Agraphide, Valence)

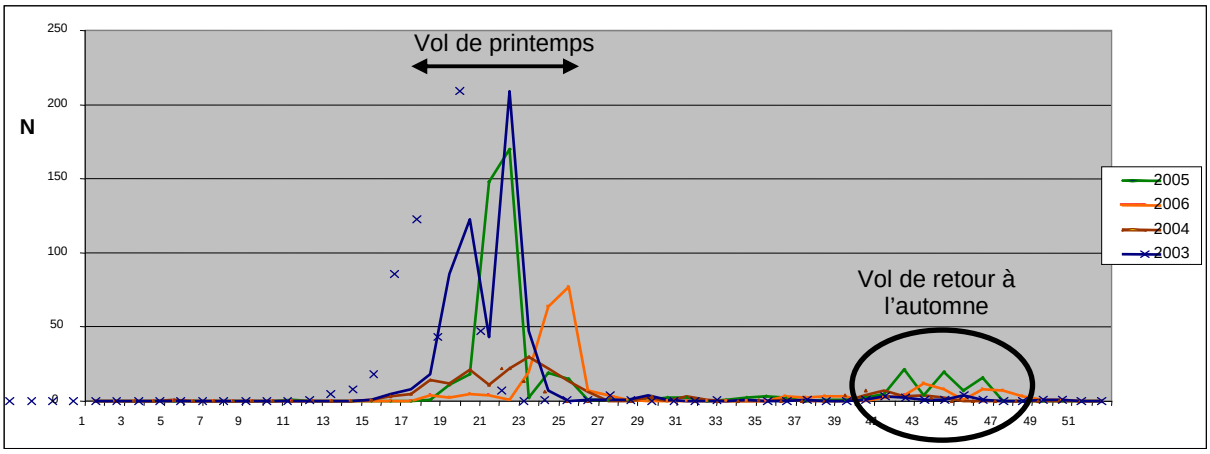
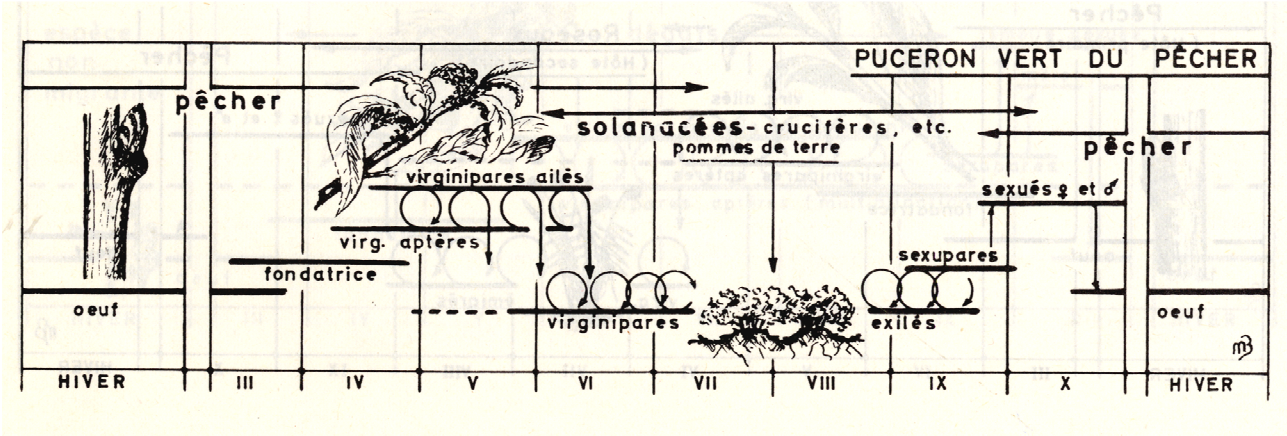


Figure 2 : Cycle évolutif de *M. persicae* (source : ACTA, 1979). Les mois de l'année sont notés en chiffre romain.



Il n'y a pas de traitement antiviral disponible contre cette maladie. Seule la production de matériel de plantation sain par un système de certification, la lutte contre les pucerons vecteurs par des traitements aphicides réguliers et la destruction des arbres malades dans les vergers, permettent de limiter son expansion. Elle fait l'objet d'une lutte collective obligatoire et les prospections, supervisées par le DRAF[1], la SRPV[2] avec l'appui des Fédérations de lutte contre les organismes nuisibles (FREDON, FDGDON) sont organisées dans les bassins de production touchés. La Drôme est un des départements les plus touché, avec, pour l'année 2006, 13 176 pêchers auront été détectés (contre 13 476 en 2005) soit 2002 ha (Zoom arbo, 2007)

II. Les pucerons du Pêcher dans le Sud-est de la France : un problème majeur.

II.1. Les pucerons et leurs ennemis naturels.

II.1.a Généralités sur les pucerons.

Les pucerons (*Aphidoidea*) sont des insectes qui appartiennent à l'ordre des Hémiptères. Ils sont hétérométaboles et présentent quatre stades larvaires. Seules les femelles sexuées sont ovipares (pondant l'oeuf d'hiver), les autres étant vivipares. Ils vivent souvent en colonies denses, mais leurs cycles de vie varient d'une espèce à une autre suivant :

- la succession -obligatoire ou non (anholocyclie)- de générations
- les caractères morphologiques des individus,
- leur comportement,
- la (les) plante(s) hôte(s) (monoécie/dioécie),
- le mode de reproduction (sexué ou parthénogénétique)

Ils sont tous phytophages de type piqueur-suceur, leurs stylets atteignent les fibres cribro-vasculaires où ils prélèvent la sève élaborée. Ce mode de nutrition peut entraîner au niveau de la plante : une réaction à la piqûre ou à la toxicité de la salive (i), un affaiblissement par perte directe de sève élaborée (ii) et (iii) éventuellement une infection par un virus pathogène. De plus, certains pucerons rejettent un miellat sur lequel se développent des champignons agents de fumagines qui entravent la respiration de la plante et son assimilation chlorophyllienne (iv) (Hullé *et al.*, 1998).

II.1.b Eléments de biologie des pucerons en verger de pêcher.

En verger de pêcher dans le sud-est de la France, nous retrouvons principalement cinq espèces de pucerons : le puceron vert (*Myzus persicae* (Sulzer)), le puceron noir du pêcher (*Brachycaudus persicae* (Passerini)), le puceron farineux (*Hyalopterus amygdalii* (Blanchard)), le puceron brun (*Brachycaudus schwartzi* (Börner)) et le puceron cigarier (*Myzus varians* Davidson). Ils présentent des cycles biologiques variables et de ce fait, n'ont pas les mêmes incidences sur le pêcher (cf. tableau 2).
M. persicae reste le plus fréquent en verger de pêcher (Leclant *et al.,* 1970), notamment dans les systèmes conventionnels, mais il est aussi l'une des espèces les plus dangereuses pour un très grand nombre de cultures : betteraves, pomme de terre etc. C'est pourquoi il est aussi le plus décrit dans la bibliographie.
D'après les données du réseau Agraphid (piège à succion de Valence, 26), nous pouvons avoir une idée des activités de vol des pucerons. Nous présentons, figure 1, celle de *M. persicae* entre 2003 et 2006. Les courbes de vol sont très variables, suivant la géographie (Hullé *et al.*, 1998), l'année, et les conditions climatiques. Au printemps alors que de fortes précipitations retardent et limitent les migrations ; des températures élevées entraînent des effets contraires (migrations plus précoces et en nombre plus important). Pour *M. persicae* en particulier, Harrington *et al.* (1995) indiquaient qu'une augmentation de 1°C sur la moyenne des mois de janvier et février, suffisait à avancer la migration printanière de 2 semaines. La géographie et l'occupation des sols joueraient également un rôle important, mais pas de manière directe (Cocu, 2005). Cependant, le vol de printemps reste plus important que le vol de retour à l'automne et se situe toujours entre le mois d'avril (semaine 14-15) et mi-juillet (semaine 17-18). Ces informations renseignent sur le retour du puceron dans le verger et permettent de cibler les interventions en vue de

[1] DRAF : Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt,
[2] SRPV : Service Régional de la Protection des Végétaux,

Période	Caractéristiques	Moyens de maîtrise
HIVER-III-IV (fin janvier - fin avril)	Les œufs, déposés à la base des bourgeons ou des boutons floraux, éclosent suivant les régions	Lutte directe sur la ponte et les éclosions
III-V	Les premières générations (les fondatrices) colonisent d'abord les fleurs et migrent ensuite sur les jeunes pousses donnant naissance à des colonies.	Lutte directe sur les premiers foyers (produits de contact)
III-VII	Ces colonies se tiennent face inférieure des feuilles et leurs piqûres provoquent le recroquevillement des feuilles.	Lutte directe (produits systémiques)
IV-VI (mi avril – fin juin	Les ailés quittent les arbres fruitiers pour aller sur des plantes hôtes II diverses.	Lutte physique (argile)
IX-HIVER	Ils reviennent pour l'accouplement à partir de mi-octobre.	

Tableau 3 : Caractéristiques du cycle de vie de *Myzus persicae* et moyens de maîtrise.

Figure 3 : Evolution comparée des principaux pucerons du pêcher et des auxiliaires nécessitant tout particulièrement d'être sauvegardés (d'après ACTA, Reboulet, 1992)

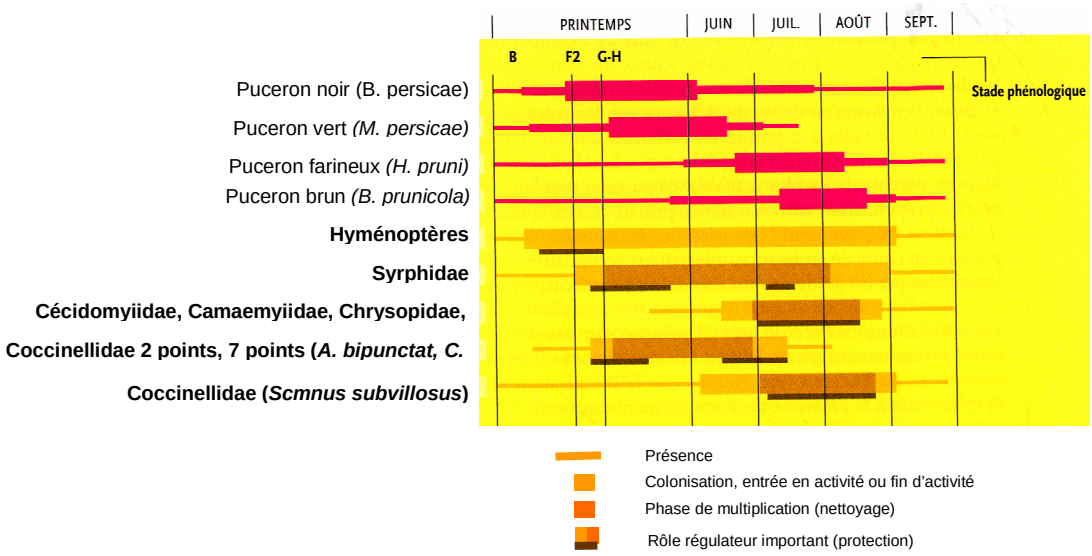
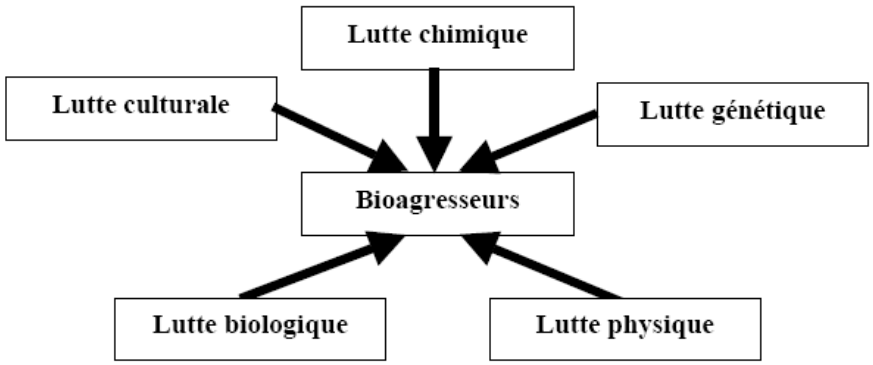


Figure 4 : Les différentes méthodes de lutte contre les bio-agresseurs en production végétale (Aubertot et al., 2005).



perturber son cycle de vie, comme par la réduction des pontes à l'automne.
La connaissance des cycles de vie des différents pucerons est capitale en vue d'une bonne gestion des populations. Connaître les périodes de sensibilité, leur capacité de propagation et pouvoir les identifier permettent une évaluation des risques d'infestation. A titre d'exemple, le tableau 3 présente les moyens de lutte disponibles selon les caractéristiques du cycle de vie de *M. persicae* et les périodes de l'année (cf. figure 2). Concernant les autres pucerons, ce sont ces mêmes périodes charnières qu'il faut appréhender en vue d'optimiser l'observation, la reconnaissance des différentes espèces et la protection. Leurs cycles de vie figurent en Annexe 1.

II.2. Les ennemis naturels des pucerons et leur rôle régulateur.

Les pucerons représentent une manne alimentaire très abondante pour tout un cortège d'espèces prédatrices et de parasites. Nous pouvons distinguer deux catégories d'auxiliaires : les polyphages d'un côté et les parasitoïdes de l'autre, spécifiques à un seul ravageur (hôte). Leur rôle régulateur est variable suivant : la coïncidence dans le temps et dans l'espace entre leur entrée en activité et le début d'infestation du ravageur (i), leur voracité (ii), leur pouvoir de multiplication (iii), l'environnement cultural (iv) et les techniques de protection phytosanitaire (v).
L'étude de l'ensemble des auxiliaires qui contribuent à limiter les populations de pucerons sur Pêcher a été entreprise en 1968 dans différents vergers de la région de Valence (26) (Remaudière & Leclant, 1970). Ces recherches ont montré l'importance des Diptères Syrphidae dans la régulation des infestations. Ces derniers constituaient avec quelques Chrysopidae et Hemerobiidae les prédateurs essentiels de *M. Persicae* en vergers de production, plus quelques espèces de Coccinellides dans des vergers abandonnés non soumis aux applications répétées d'insecticides.
Les premiers auxiliaires à apparaître en verger de pêcher sont les hyménoptères parasitoïdes (cf. figure 3). Ces derniers ont un rôle limitant dès les stades fondatrices du Puceron vert jusqu'au début de la formation des colonies (fin de floraison). Ces hyménoptères ayant plusieurs générations annuelles, le parasitisme reste permanent pendant les périodes de pullulation des pucerons. Cependant leur efficacité en arboriculture fruitière est discutée (Remaudière & Leclant, 1970). Ensuite les araignées, particulièrement efficaces au mois de mars, exercent une action destructrice avant que la fondatrice n'ait fécondé sa colonie (ACTA, 1979). Pendant la floraison, arrivent les coccinelles à deux points (*Adelia bipunctata*), à sept points (*Coccinella septempunctata*) et éventuellement à dix points (*Coccinella decimpunctata*), actives en mai-juin, leur rôle régulateur est plus important, les larves pouvant consommer jusque 60 pucerons par jour (Reboulet, 1999). Cependant, leur efficacité au sein de systèmes naturels ou aménagés, reste difficile à déterminer, du fait de leur mobilité et de leur nature polyphage (Frazer, 1988). Les prédateurs les plus actifs restent les Syrphes qui ont un rôle prépondérant sur les colonies primaires, dès la chute des pétales. Les larves sont très voraces et les adultes très mobiles (Reboulet, 1999). Ils limitent ainsi fréquemment l'extension des infestations secondaires souvent difficiles à maîtriser par les produits aphicides actuellement disponibles. De plus, la présence du Puceron noir est particulièrement favorable à l'installation de ces colonies au début du printemps (cf. figure 3) (CTIFL, 2001).
Arrivent enfin, à partir du mois de juin-juillet les Chrysopes (*Chrysopa carnea*), les cécidomyies du genre Aphidoletes et les Hémérobes (*Hemerobius* sp.), dont les larves sont d'actifs prédateurs polyphages capables de consommer durant leur développement (quinze à vingt jours) jusqu'à 500 pucerons (Reboulet, 1999).
D'autres auxiliaires, comme les oiseaux : mésanges bleues et grises, peuvent également réguler les populations de pucerons.
Afin d'optimiser le rôle régulateur de ces auxiliaires, les facteurs favorisants sont :

- Positionnement des traitements en dehors des périodes de sensibilité,
- sélectivité des produits,
- Création de zones refuges favorables à leur développement (haies, enherbement, nichoirs...), par exemple les syrphes se nourrissent de pollen ou de nectar ce qui fait que la présence de fleurs dans l'environnement favorise leur installation.

III. Situation actuelle de la protection vis à vis des pucerons :

III.1. Les moyens dont disposent les producteurs

La figure 4 indique l'ensemble des méthodes de lutte disponibles pour la gestion des bioagresseurs

Famille	Matière Active	Produit Commercial
Chloronicotiniles	Imidaclopride	CONFIDOR ®
	Thiaclopride	CALYPSO ®
Néonicotinoidés	Acétamipride	SUPREME ®
pyridine-azométhrine	pymétrozine	PLENUM ®
pyridinecarboxamides	Flonicamide	TEPPEKI ®
Pyréthrinoïdes de synthèse	Lambda cyhalothrine	KARATE K ®
		KARATE XPRESS ®
Pyréthrinoïdes de synthèse	Tau-fluvanilate	KLARTAN ®*
Organo-Phosphates	Méthamidophos	TAMARON ®*
		ORTHOTOX ®
	Fenitrothion + Esfenvalérate	BROXER ®*
Roténoïdes	Roténone	ROTENOBIOL ®
Adjuvant	Huile blanche de pétrole	

Tableau 4 : Présentation des principaux produits phytosanitaires utilisés dans la lutte contre les pucerons en verger de pêcher. Les produits marqués d'une étoile entre également dans la lutte contre la tordeuse ou les thrips.

III.1.a Les produits à action directe.

Dans le cadre actuel de la protection vis à vis des Pucerons en vergers de pêcher, les méthodes de lutte chimiques préventives sont nombreuses et souvent systématiques. Le tableau 4 présente les produits les plus couramment utilisées, certains étant spécifiques aux pucerons, d'autres entrant dans le programme de lutte contre la Tordeuse Orientale du pêcher (*Cydia molesta* Busck) et le thrips du pêcher (*thrips meridionalis* Priesner).
Cependant, leur efficacité se confronte à l'apparition de multiples mécanismes de résistance. *Myzus persicae*, montre des résistances face aux organophosphates, carbamates, et dans une certaine mesure aux pyrethroides (Devonshire et Moores, 1982 ; Mazzoni *et al*., 1999), des cas préoccupants ont également été révélés concernant les pyrimicarbes, famille de produit la plus recommandée et utilisée en Europe depuis plusieurs années (Moores *et al*., 1994 ; Martinez-Torres, 1997). Ainsi, l'usage extensif et à long terme des dernières familles encore efficaces, neonicotinoïdes et pymetrozine, ne se fera pas sans risque de résistance si de nouvelles molécules aux modes d'action différents ne sont prochainement développés. Des cas de faibles niveaux de résistance aux neonicotinoïdes ont d'ores et déjà été mentionnés par Foster *et al.* (2003) ainsi que suite à des observations de terrain en 2006 sur les vergers de pêcher.

III.1.b Les méthodes alternatives aux produits phytosanitaires.

L'aménagement de l'environnement :
Ces aménagements se font soit dans le but de favoriser les auxiliaires, soit afin de limiter la migration et la dispersion des pucerons, considérant différents niveaux d'infestation de la parcelle à l'exploitation et son environnement proche (création de zones refuges, haies, enherbement…).
De nombreuses expérimentations vantent l'intérêt de l'aménagement de l'environnement dans le maintien d'un faune utile. Wyss E. (1998) a montré les effets positifs de l'enherbement en verger : des populations moindres en pucerons (ici *Aphis pomi* et *Dysaphis plantaginea*) et une plus grande abondance des prédateurs (Coccinellidae, areignées, hétéroptères et chrysopes).

La Sélection de variétés résistantes :
Des programmes de recherche ont été initiés en France à l'INRA de Bordeaux (Monet *et al*, 1998) et à l'INRA d'Avignon (Kervella *et al*., 1998, Sauge, 1998, 2001). Les hybrides les plus avancés sur le plan de l'amélioration sont ceux dérivés de Weeping Flower Peach (WFP) qui présente une résistance par antixénose. Celles-ci sont proches de la valeur commerciale, mais pas encore complètement évaluées en conditions de production (Monet *et al.,* 1998). Deux autres cultivars : Summergrand, Malo konare et le clone P1908 de la souche sauvage *P. Davidiana*, présentent une résistance agissant par antibiose (Sauge *et al*., 1998).

Des tentatives de lutte biologique :
Des essais de lutte biologique par inondation ont été expérimentés, principalement par des lâchers de coccinelles, *Harmonia axyridis*, déjà commercialisée pour lutter contre les pucerons des plantes ornementales et des cultures sous serre. Ces essais, notamment menés par le GRAB[3] et l'INRA[4] (Corroyer & Poly, 1994 ; Chen, 1997) en verger de pêcher, n'ont montré aucune efficacité, d'autant plus que les descendants des adultes introduits avaient disparus montrant la difficulté du maintien de cet auxiliaire en verger.

Les méthodes culturales :
Parmi les multiples méthodes prophylactiques, nous retiendrons : le mode de conduite de l'arbre, la densité de plantation, le travail du sol, l'adaptation de la nutrition, le système d'irrigation et la fertilisation.

Un cas particulier : l'effet de la vigueur
Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes particulièrement intéressé à l'effet de la vigueur. En effet, son influence sur le micro-climat de l'arbre intervient dans le développement de maladies ainsi que des ravageurs piqueurs-suceurs, via l'appétence des pousses (Grechi, soumis à la publication). Cette dernière peut-être maîtrisée par différentes techniques comme la taille, l'irrigation et/ou la fertilisation. Elle dépend également de la récolte de l'année précédente, de l'âge du verger, du porte greffe et du type de

[3] GRAB : Groupement de Recherche en Agriculture Biologique,
[4] INRA : Institut National de Recherche en Agronomie,

sol. Seulement la mesure de la vigueur reste très aléatoire. Etant définie comme l'intensité de la croissance végétative (Nesme, 2005), il existe de nombreuses expressions de la vigueur selon l'échelle d'étude : morphologique, anatomique ou physiologique. Cependant, le concept de vigueur souffre d'une réelle mesure quantifiable et commune. En arboriculture, elle est souvent évaluée par des experts sur une base informelle ou mesurée à partir d'une seule variable, la circonférence du tronc (Trunk Cross Section Area : TCA), mais cette dernière ne semble pas suffisante ni pertinente lorsqu'elle est appliqué à des vergers fruitiers (Nesme, 2005).

III.1.c L'utilisation de produits alternatifs :

Les Argiles :
De nombreuses expérimentations montrent une efficacité limitée mais prometteuse sur le puceron cendré du pommier *(Dysaphis plantaginae*) (Romet, 2004) mais également en verger de pêcher sur *M. persicae* (Kourdoumbalos, 2005 ; Karagounis et al., 2006). Il s'agit d'un produit neutre sont l'effet est simplement physique en créant une barrière protectrice sur les feuilles des arbres et réduisant ainsi l'alimentation, la ponte et le déplacement des gynopares (Glenn et al., 1999, Liang *et al*., 2002, Bürgel *et al*., 2005). L'application fractionnée d'argile kaolinite calcinée, une fois homologué sur pêcher, pourrait ainsi réduire les traitements d'hiver à base d'huile et les traitements insecticides de saisons.

Les décoctions de plantes :
Un certain nombre de préparations à base de plante semblent, d'après la bibliographie, avoir des propriétés insecticides (ou insectifuges), notamment contre les pucerons. Quelques unes sont déjà commercialisées comme *Derris elliptica*, légumineuse dont on extrait la roténone, *Chrysanthemum cinerariaefolium*, chrysanthème dont sont extraites les pyréthrines naturelles et *Nicotinia tabacum*, le tabac, dont on extrait la nicotine. D'autres ne font l'objet que de préparations artisanales, et sont plus ou moins faciles d'obtention (Absinthe, Ortie, Noyer, Neem, Ryania et Quassia).
Cependant, de nombreux essais sur pucerons, en verger de pêcher ou de pommier, avec des préparations d'orties, d'absinthe, de noyer, et de Neem, montrent les difficultés d'application de tels produits (Bori & Marengo, 1992 ; Sauphanor *et al.,* 1993; Dejoux, 1994 ; Venzon, 2007).

III.2. Les préconisations

L'appui technique a une spécificité départementale avec une prédominance des chambres d'agricultures dans la Drôme, l'Ardèche et les Pyrénées Orientales, des CETA[5] pour les Bouches-du-Rônes, et le Vaucluse, ou des structures mixtes (CETA, Chambre d'Agriculture) dans le Gard.

III.2.a Avant tout des conseillers techniciens :

Les arboriculteurs disposent de techniciens, notamment en matière de conseil, appartenant à différents organismes :

- les techniciens des OP (Organisations de producteurs) à laquelle ils adhèrent peuvent faire des visites sur le terrain et organiser des formations. Ils établissent le lien entre les besoins spécifiques de l'OP et les moyens disponibles.
- les techniciens de structures techniques spécialisées (Chambre d'agriculture, CA, Centre d'Etude Technique Agricole, Service de la Protection des Végétaux, cabinet de conseil privé), ils synthétisent les informations disponibles et proposent des conseils objectifs indépendants.
- les technico-commerciaux de firmes phytosanitaires ou structures d'approvisionnements comme la SDPA[6], mettent en avant les solutions dont ils disposent au sein de leur structure.

III.2.b Les avertissements et guides phytosanitaires :

[5] CETA : Centre d'études Techniques Agricoles,
[6] SDPA : Société de Distribution de Produits pour l'Agriculture,

Stade	Cibles	Produit(s)	Remarque(s)
B	stades hivernants (œufs et premières éclosions)	huiles blanches de pétrole	doses utilisées différentes selon les spécialités commerciales (de 2 à 3 L/hL)
C	fondatrices	aphicide de la famille des nicotinoïdés (Imidacloprode et Acétamipride)	l'acétamipride dispose du label Abeille permettant une application proche de la floraison La SRPV ne conseille cette application que si la présence de fondatrices est observée
G	colonies de pucerons	un ou plusieurs traitements insecticides (plusieurs SA disponibles : méthamidophos, thiacloprid, floonicamide, imidaclopride, pymétrozine)	Un nombre limité de traitements et l'alternance des SA est conseillé

Tableau 5 : Résumé des préconisations des différents guides phytosanitaires suivant les stades phénologiques du pêcher.

Les producteurs disposent d'une variété d'avertissements agricoles : le Zoom arboriculture (édité par la Chambre d'Agriculture), Avertissements Agricoles® (édité par le SRPV), Arbo Bio Infos (édité par J.L. Petit, consultant). Ces préconisations sont systématiquement ajustées en fonction des observations faites sur le terrain par les techniciens. L'information délivrée indique les techniques culturales, les produits phytosanitaires et leurs conditions d'application avec des nuances suivant les organismes de conseil. Arbo Bio Info est par exemple le seul bulletin à préconiser des techniques culturales telles que la taille en vert pour réduire les populations de bioagresseurs.
Il existe également des guides comme Sud Arbo. Ils paraissent chaque année en début de saison et sont rédigés en collaboration entre plusieurs organismes (Chambres d'Agricultures, CETA, Stations expérimentales, Coopératives, Protection des végétaux,…). Ils proposent par espèce un canevas de protection phytosanitaire mentionnant les interventions à réaliser selon la cible et les stades phénologiques.
Viennent s'ajouter au diagnostic les discussions avec les producteurs voisins, la participation à des journées techniques, l'abonnement éventuel à des revues techniques spécialisées, etc.
L'arboriculteur intègre ensuite les informations des différentes sources, ses observations et son expérience avant toute intervention phytosanitaire avec le respect des cahiers des charges auquel il adhère.

III.3. Les préconisations pour maîtriser les pucerons du pêcher.

En arboriculture conventionnelle, les préconisations des différents documents convergent vers la stratégie présentée dans le tableau 5. La base de la stratégie est préventive et systématique pour la plupart des arboriculteurs et est orientée vis à vis du puceron vert.

En arboriculture biologique, il est suggéré de fractionner les applications d'huile de pétrole et d'intervenir avec un insecticide à base de pyrèthre et/ou de roténone avant la floraison uniquement en cas de fortes pressions les années précédentes. Ce même insecticide peut être appliqué localement sur les foyers développés après la floraison avec une efficacité limitée. La pulvérisation d'argile kaolinite à l'automne est préconisée depuis peu d'années et commence à être mise en œuvre en verger. Enfin, les agriculteurs bios appliquent une série de produits à base d'algues, oligo-éléments ou de plante pour stimuler les défenses naturelles de l'arbre ou avoir une action répulsive vis à vis des pucerons.

IV. Les concepts de stratégie de protection.

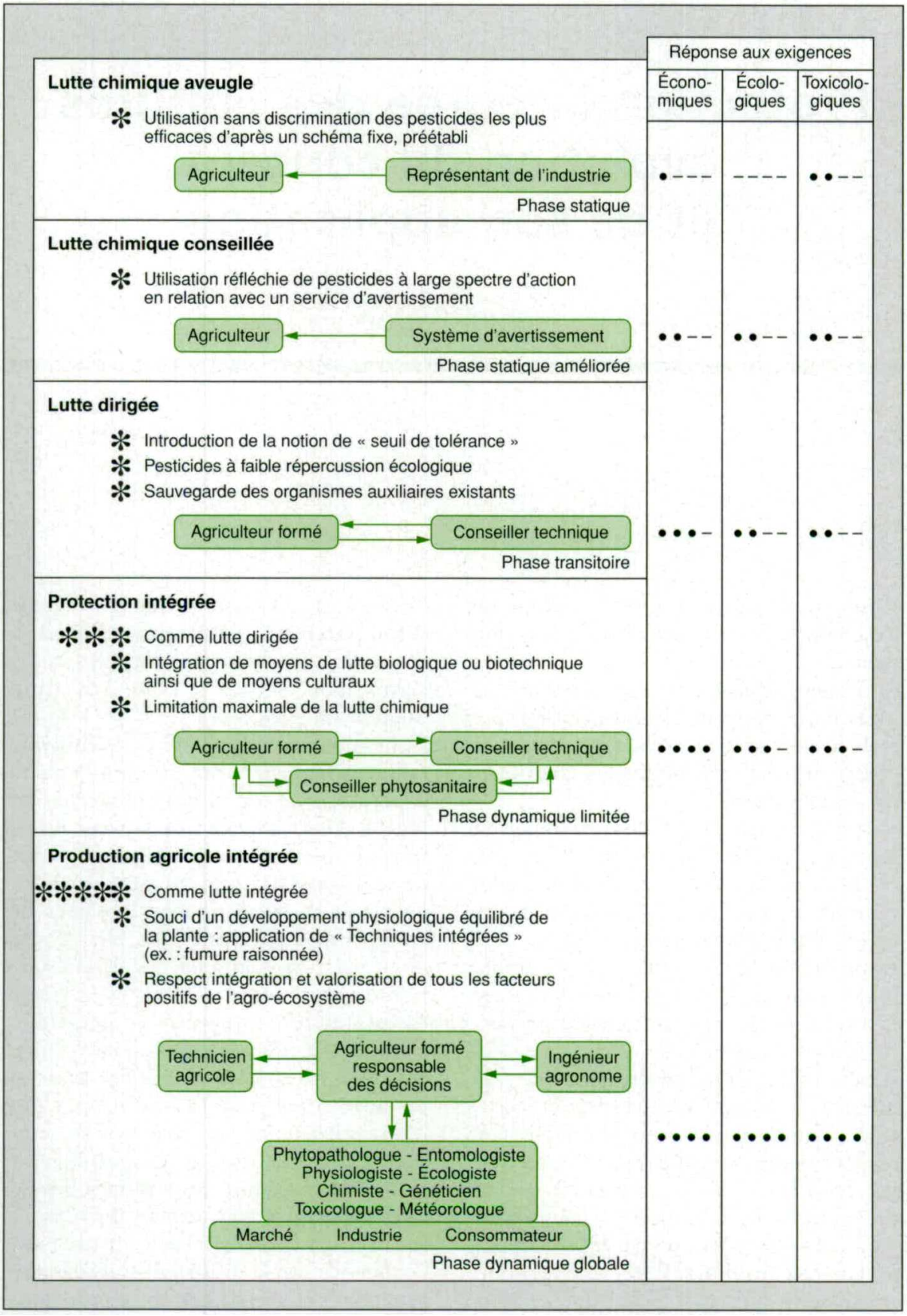
Selon le Larousse, la stratégie est "*l'art de coordonner l'action des forces militaires, politiques, économiques et morales impliquées dans la conduite d'un conflit ou dans la préparation de la défense d'une nation ou d'une communauté de nation*s". Ce concept très militaire a été depuis un certain temps appliqué à d'autres domaines, et notamment à l'agronomie. En effet, la protection des plantes s'est longtemps résumée à « un pathogène-un produit ». Or, les effets néfastes de ces pratiques ont amené les biologistes et les agronomes à concevoir de nouveaux moyens de protection. C'est alors qu'est apparue la notion de stratégie en protection des plantes. La gestion des ravageurs passe maintenant par un ensemble de décisions afin de définir quelle(s) tactique(s) et quel(s) moyen(s) mettrent en oeuvre, phytosanitaires et/ou agronomiques, à court terme et/ou à long terme.

La classification habituelle des stratégies de protection des cultures, « conventionnelle-raisonnée-intégrée-bio », est largement utilisée. Cependant, elle est basée sur des cahiers des charges de production ne spécifiant que les moyens mis en oeuvre et non la coordination de la protection, intégrant des dimensions spatio-temporelles et considérant l'ensemble des bio-agresseurs. On passe ainsi d'un stade de « contrôle » des ravageurs à la « gestion des populations de ravageurs et des auxiliaires » dans le cadre d'une maîtrise grandissante du fonctionnement des agro-ecosystèmes (Ferron, 2005). Plusieurs modèles théoriques ont récemment été développés.

IV.1. L'émergence de la protection intégrée :

Les concepts de lutte, de protection, puis de production intégrée ont pour origine les problèmes posés par l'utilisation massive de la lutte chimique depuis une quarantaine d'année. Cette proposition repose, d'une part sur le principe d'intégration de différentes méthodes de lutte et, d'autre part, sur l'évaluation des:

Figure 5 : Schéma d'évolution des méthodes de protection des cultures (d'après Altner et al., 1977)



risques avant toute intervention (Ferron, 1999). Deux écoles se sont confrontées lors de l'élaboration de ce nouveau concept

- l'école californienne, qui a développé les méthodes de lutte biologique dans un but de réduction d'intrants.
- l'école australienne qui a, quant à elle, privilégié la gestion des populations de ravageurs ou « pest management » par des méthodes préventives donnant la préférence aux divers moyens biologiques de lutte (dont les auxiliaires).

Ces courants ont donné lieu parallèlement :

- aux Etats-Unis à la notion de lutte intégrée, défini en 1967 par la FAO[7] comme « un système de gestion des populations d'organismes nuisibles, en fonction de critères économiques, par l'intégration et non la juxtaposition de toutes les techniques connues aux facteurs naturels de régulation » (FAO, 1967) à l'origine de l'IPM (Integrated Pest Management).
- en Europe à la notion de protection intégrée. Celle-ci est définie par l'OILB comme « un système de lutte contre les organismes nuisibles qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences, à la fois économiques, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance » (OILB/SROP, 1973).

Cette dernière stratégie est illustrée par un schéma (cf. figure 5) présentant l'évolution des méthodes de protection des cultures (Boller, 1998 ; Ferron, 1999).
Ces étapes successives sont :
1/ éviter les traitements systématiques en liant la décision d'intervention à une information sur le risque encouru au niveau régional => lutte chimique conseillée
2/ personnalisation du risque encouru au niveau de la parcelle de culture qui implique une estimation du niveau de population. En cas de nécessité absolue, le choix des pesticides à faible répercussion écologique est recommandé => lutte dirigée
3/ intégration de moyens biologiques de lutte, de manière à réduire le recours à la lutte chimique : procédés culturaux, sélection variétale, lutte biologique et moyens biotechniques => Protection intégrée

La lutte intégrée peut être considérée comme une stratégie de protection des cultures mettant en œuvre, d'une façon hiérarchisée et structurée d'abord des mesures préventives puis, en cas de besoin, des mesures curatives, choisies dans un soucie de durabilité. La stratégie proposée s'articule alors en 5 points successifs (Deguine & Ferron, 2004) :

- 1 : respect de mesures réglementaires (homologation),
- 2 : mise en œuvre prioritaire de mesures préventives,
- 3 : évaluation des risques encourus au niveau de la parcelle ou d'un groupe de parcelle (observation),
- 4 : prise de décision en cas de risque effectivement encouru (seuil, outils d'aide à la décision),
- 5 : mise en œuvre raisonnée de mesures curatives d'intervention (choix du produit selon sa spécificité, sa toxicité, les conditions d'application etc.)

L'OILB définit son extension d'usage en agriculture avec les expressions de « protection intégrée », puis de « production intégrée », plaçant ainsi la protection des cultures dans ce nouveau contexte en proposant des directives suivant un cahier des charges en vue d'une valorisation commerciale (Bellon *et al.*, 2000). Ainsi, en 2003, les directives pour la production intégrée des fruits à noyau ont été éditées, intégrant tous les aspect de la production : de la formation professionnelle de l'agriculteur à la date de récolte des fruits (Malavolta, 2003).

IV.2. Vers une approche agro-écologique de la protection des cultures

L'application de la protection intégrée est cependant critiquée lorsqu'elle ne traduit qu'une gestion raisonnée des pesticides en vue de réduire leur usage. Lewis, (1997), conteste la durabilité de cette stratégie par l'utilisation dominante d'outils « thérapeutiques » à large spectre d'action. En réponse, il met en avant la conception du système de culture et la nécessité du recours à des pratiques culturales compatibles avec:

[7] Food and Agriculture Organisation / Organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation

Figure 6 : Modèle conceptuel pour la mise en œuvre des programmes IPM dans les agro-écosystèmes. IPM : Integrated Pest Management ; BPM : Biointensive pest management ; IADM : Integrated agroecosystem design and management (Hill, 1999).

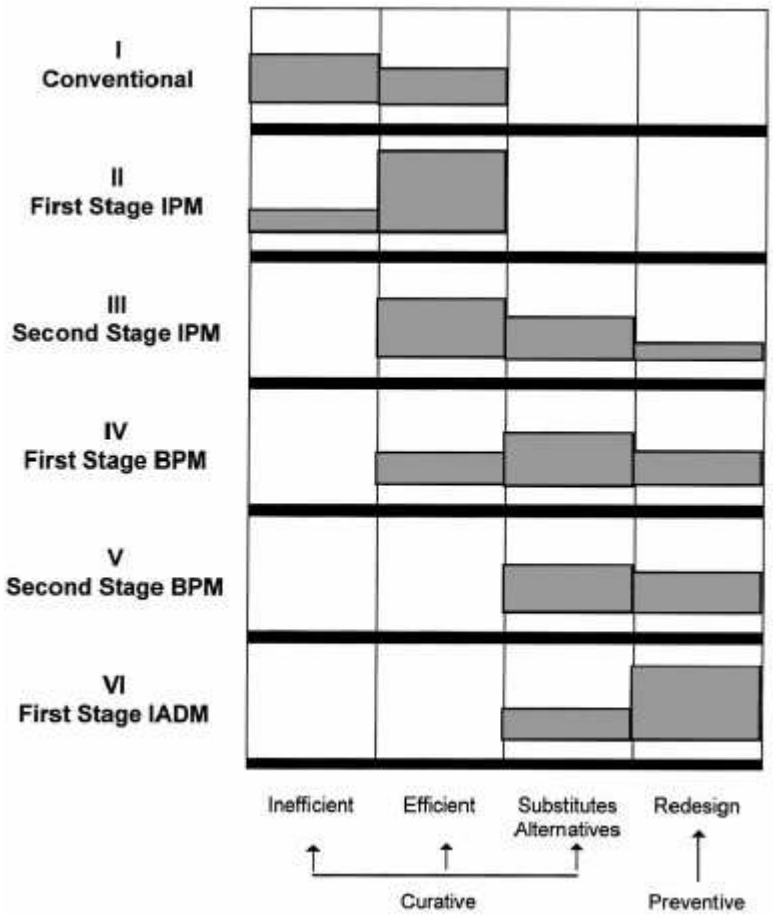


Figure 7 : Représentation en diagramme de la gestion des pathogènes en agriculture biologique. La priorité est donnée aux stratégies préventives, à considérer en premier, suivis de méthodes plus directs si les précédentes ne sont pas suffisantes (d'après Zehnder, 2007 ; source : Wyss, 2005).

4ème phase : utilisation d'insecticides biologiques et d'origine minérale, et de méthodes de confusion sexuelles.

3ème phase : Lâchers innondatifs et inoculatifs d'agents de contrôle biologique

2ème phase : aménagement de l'environnement pour favoriser l'impact d'ennemis naturels et les effets directs sur les populations des pathogènes

1ère phase : pratiques culturales compatibles avec les processus naturels, comme la rotation des cultures, aménagement des sols, résistance variétale non transgénique, localisation de l'exploitation.

le système écologique. L'acquisition de dimensions multi-trophiques à l'échelle du paysage écologique doit permettre de maintenir les populations de ravageurs en deçà d'un seuil de nuisibilité.

- La stratégie ici proposée se base donc sur la gestion du système dans sa globalité s'appuyant sur de profondes connaissances et la promotion des interactions écosystémiques, selon les étapes suivantes 1 : passage d'une approche réductionniste à la compréhension, la promotion et l'exploitation des interactions multi-trophiques.
- 2 : passage de méthodes « thérapeutiques » à partir de pesticides chimiques à large spectre à l'usage de bio-pesticides et d'agents de contrôle biologiques.

De même, Hill propose en 1999, un modèle conceptuel, le modèle ESR pour Efficiency[8], Substitution[9] and Redesign[10], pour la mise en œuvre de la protection intégrée dans les agro-écosystèmes (cf. figure 6). Les étapes nécessaires à la re-conception de la protection intégrée sont les suivantes :

- 1 : **E**, l'utilisation améliorée d'intrants (efficacité, seuil de tolérance, conditions d'application etc.)
- 2 : **S** : substitution des intrants chimiques par des bio-pesticides
- 3 : **R** : re-conception et gestion de l'écosystème, avec des interventions curatives le moins néfaste possible et seulement en cas d'urgence.

Cette reconception inclut l'utilisation de variété aux fonctions complémentaires (résistance, piège et insectarium), des aménagements des sols et de l'environnement proche (haies, zones non traitées), des méthodes culturales (maîtrise de la fertilisation) etc.

Ces étapes sont présentées dans un ordre différent au modèle précédent passant d'abord par l'optimisation des méthodes « thérapeutiques » puis ensuite par la considération de l'agro-écosystème entier.

Enfin, Wyss (2005) puis Zehnder et al. (2007) ont également présenté leur modèle en l'appliquant à l'agriculture biologique. Ils mettent en avant la nécessité de pratiques écologiques comme étape initiale de processus à long terme pour la gestion des ravageurs. Ce modèle est constitué de quatre phases successives (cf. figure 7). Ils considèrent les mesures indirectes et préventives comme prioritaires ; les mesures directes et curatives ne doivent être utilisés seulement si les précédentes ne suffisent pas.

Tous ces modèles présentent différentes stratégies dans le continuum de la protection intégrée. Bien que ces schémas évolutifs ne suivent pas le même enchaînement, ils aboutissent tous à une même proposition pour une gestion des ravageurs optimale. Celle-ci est basée sur une vision du verger comme agroécosystème dont on doit minimiser les perturbations par des interventions « en amont » (méthodes culturales).
Ces modèles mettent toutefois en évidence, le long cheminement, les changements de mentalité des mondes agricoles et scientifiques, et les connaissances nécessaires à l'appréhension de ces stratégies complexes.

[8] Efficacité
[9] Substitution
[10] Re-conception

L'essentiel

Caractéristiques de la production de pêche :

- ✓ Le bassin de production de pêche est concentré dans le Sud-est de la France
- ✓ De nombreux pathogènes, faisant l'objet de lutte annuelle

Les points essentiels à la protection du pêcher vis-à-vis des pucerons :

- ✓ Des produits chimiques encore efficace mais des risques importants de contournement
- ✓ Une meilleure connaissance de la biologie des pucerons en vue de l'optimisation de la protection
- ✓ Une faune auxiliaire diversifiée et efficace
- ✓ Des méthodes et des produits alternatifs

Les stratégies de protection : différents modèles d'évolution afin de réduire l'usage des pesticides : convergence des modèles vers une approche agro écosystémique.

Matériel et Méthodes :
Notre Démarche

I. Echantillonnage et construction du dispositif de suivi.

II. Collecte des données.

III. Construction de variables synthétiques

IV. Analyse des données.

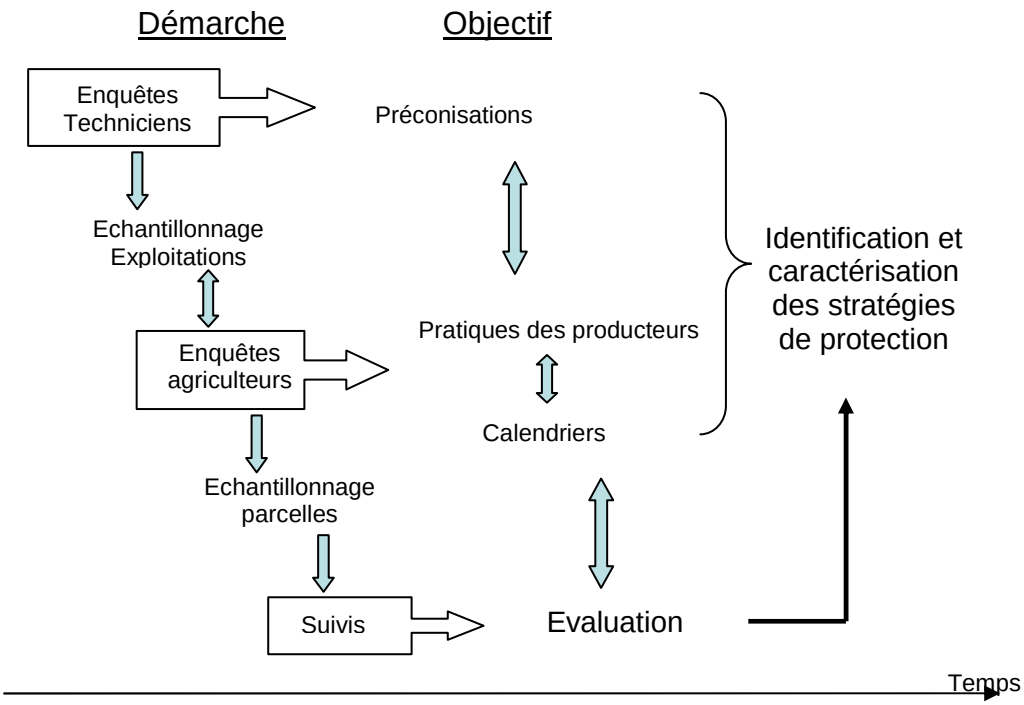
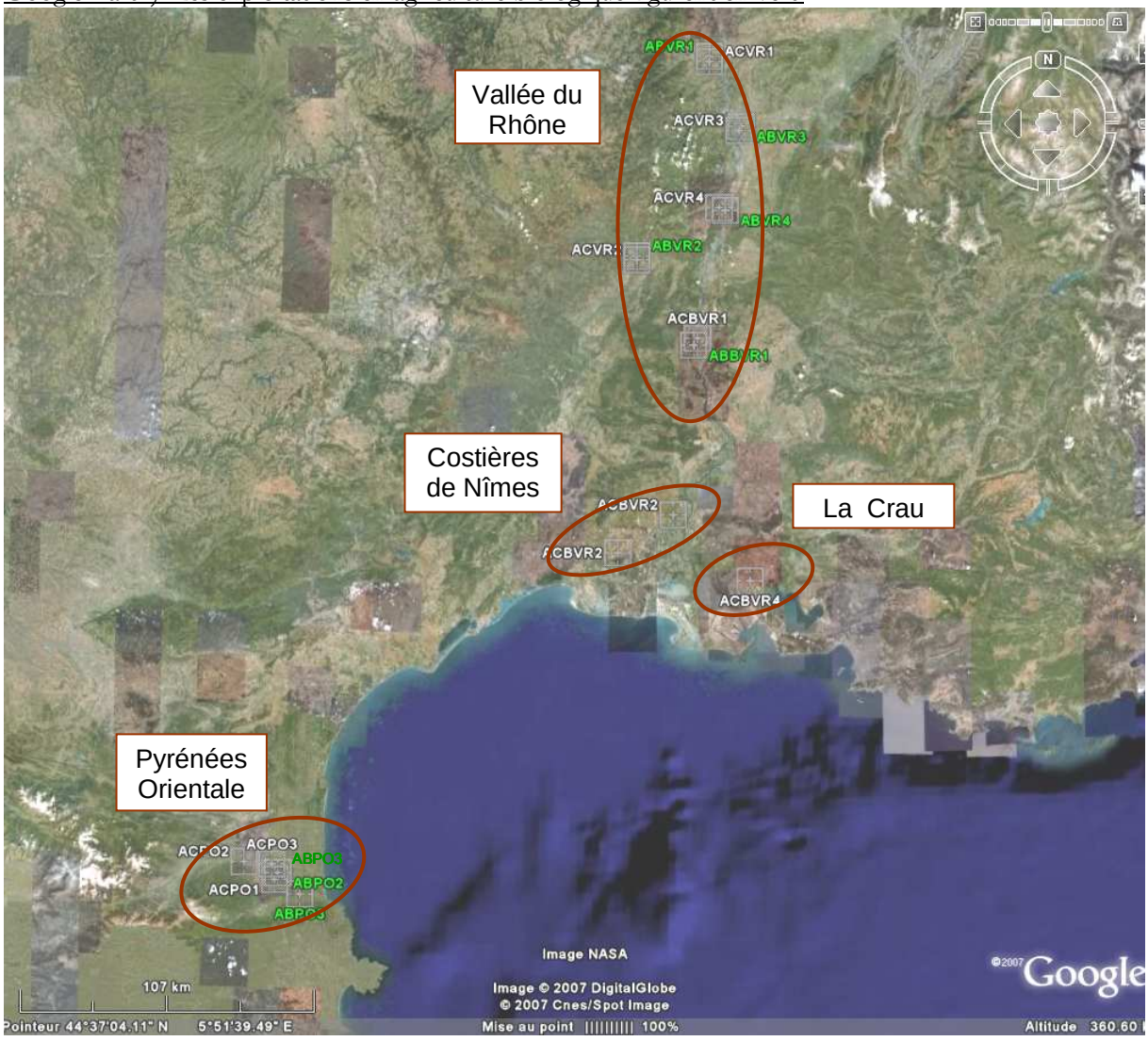


Figure 8 : Représentation schématique de notre démarche

Figure 9 : Répartition des exploitations dans le bassin de production du Sud-est de la France (source : Google Earth). Les exploitations en agriculture biologique figurent en vert.



Nous parlons de démarche car l'identification des stratégies s'est faites à partir de sources d'informations multiples provenant :

- d'enquêtes auprès de techniciens, afin d'identifier les préconisations et définir le dispositif d'étude ;
- d'enquêtes auprès d'agriculteurs, afin d'identifier leurs pratiques ;
- des calendriers phytosanitaires respectifs ;
- de suivis parcellaires pour évaluer ces stratégie à l'échelle d'une campagne.

Les données recueillies à partir de ces différentes sources ont systématiquement été confrontées et analysées pour valider et/ou compléter notre caractérisation.

I. Echantillonnage et construction du dispositif de suivi.

L'échantillonnage de nos situations d'étude s'est fait suivant une succession d'étapes (cf. figure 8). En effet, des enquêtes successives, auprès de techniciens régionaux, puis auprès des agriculteurs, nous ont permis d'établir une première liste des critères de sélection des exploitations.
Tout d'abord, notre travail ayant un caractère exploratoire, nous avons souhaité rencontrer la diversité des cas possibles sur le bassin de production de pêche. Pour représenter l'éventail des pratiques, nous souhaitions avoir un échantillonnage avant tout :

- dispersé régionalement, considérant l'ensemble de la zone de production du Sud-est de la France : Vallée du Rhône, Costières de Nîmes, Crau, et Pyrénées Orientales.
- diversifié quant aux deux modes de productions suivant la classification classique : agriculture conventionnelle (AC) et agriculture biologique (AB).

Nous avons ainsi deux critère d'échantillonnage, un à l'échelle des régions de production ; l'autre binaire suivant le type d'agriculture (cf. figure 9). Les deux exploitations comparées devant être géographiquement proches pour éviter tout effet climatique et pédologique.
Une fois ces critères définis, les enquêtes réalisées auprès de techniciens régionaux ont permis d'identifier un échantillon de producteurs que nous avons enquêté et ainsi vérifié leur adéquation avec les critères recherchés.

Ensuite, parmi les exploitations sélectionnées, nous avons retenu celles détenant des variétés de pêche précoce aux périodes de maturité voisines (Spring Lady®, Spring White®, Coraline® et Richmay®) afin d'effacer un effet variétal. Un des exploitants ne disposant que de variétés tardives nous a contraint à travailler avec Bénédicte® . Toutefois, une comparaison sur des exploitations voisines cultivant les deux variétés (Spring Lady et Bénédicte) nous a permis de vérifier l'importance de l'effet variétal.

En définitive, nous avons réalisé 5 enquêtes auprès de techniciens et 22 auprès de producteurs, et nous avons retenu 19 exploitations ; à raison de une parcelle par exploitation et de 2 parcelles dans deux exploitations (avec une variété précoce et une variété tardive). Il en résulte un dispositif de 21 parcelles, réparties de manière plus ou moins homogène géographiquement et selon le mode de production (cf. tableau 6) : Vallée du Rhône (8 = 4 AB + 4 AC), Basse Vallée du Rhône (5 = 4AC + 1AB) et Pyrénées Orientales (6 = 3AB + 1AC + 2PFI). L'échantillonnage binaire n'a pas toujours été possible étant donné le nombre limité d'exploitation en AB dans les Costières ou dans la Crau.

II. Collecte des données.

II.1. Enquêtes auprès de techniciens.

Une enquête préalable réalisée auprès de 5 conseillers a permis de mieux cibler les caractéristiques des exploitations que nous serons amené à enquêter. Cette enquête s'articule autour des trois points suivants :

1. dynamique des pucerons du pêcher : zones, périodes d'infestation, et variabilité inter-annuelle,
2. panorama des stratégies de la zone et leurs conséquences sur la gestion du puceron,
3. Les conseils données et via quels outils,

	Département	code	Variété	surface pêcher (ha)	Cahier des Charges	niveau de diversification	Position Pucerons dans hiérarchie
Vallée du Rhône	Ardèche (07)	ACVR1	B	1,7	EG	3	1
		ABVR1	B	1,8	AB	3	3
		ABVR2	SL	9	AB	3	1
		ACVR2	SL	4,5		3	0
	Drôme (26)	ABVR3	SL	12	AB	3	0
		ACVR3	SL	15	AR	3	3
		ACVR4	B+S	46,05	LR	2	0
		ABVR4	B+S	15	AB	5	0
Basse Vallée du Rhône	Drôme (26)	ACBVR1	SL	27,5	0	2	0
	Vaucluse (84)	ABBVR1	SL	7	AB	3	3
	Gard (30)	ACBVR3	SL	180	EG	2	0
		ACBVR2	SL	100	EG	2	1
	Bouche du Rhône (13)	ACBVR4	SL	34	EG	2	1
PO	Pyrénées Orientales (66)	ABPO1	C	25,5	AB	1	2
		ABPO2	SL	33,2	AB	1	2
		ABPO3	R	6,6	PFI+AB+EG	1	2
		ACPO3	SW	30	PFI+EG	2	1
		ACPO2	SW	16,7	PFI+EG	1	0
		ACPO1	C	300	EG	3	0

Tableau 6 : Récapitulatif et descriptif des exploitations.
Niveau de diversification comprend le nombre de culture sur l'exploitation, fruit à noyaux, fruits à pépins, vignes, maraîchage et céréales chacune comptant pour une culture ;
Exemple 3 = fruits à pépins + fruits à noyaux + maraîchage
Position du puceron dans la hiérarchie des maladies et ravageurs d'importance jugé par les producteurs.
LR : Label Rouge ; EG : Eurep Gap ; PFI : Production fruitière intégrée ; AB : Label Bio
SL : Spring Lady B : Bénédicte ; SL : Spring Lady ; C : Coraline ; R :Richmay ; SW : Spring White

II.2. Elaboration du guide d'entretien auprès des producteurs.

Il existe de nombreuses méthodes d'enquête. Une enquête par questionnaire fermé suppose une connaissance préalable des facteurs permettant de caractériser les stratégies de protection. Or c'est justement l'objet de notre travail, c'est pourquoi nous nous sommes orientés vers des entretiens « compréhensifs », permettant de révéler la logique d'une action et son principe de fonctionnement (Blanchet et Gotman, 1993). Nous pourrons ainsi mieux percevoir les facteurs qui gouvernent les règles de décision, les comportements et avoir leur point de vue sur la protection du pêcher.
L'entretien compréhensif s'appuie sur un « guide », conçu comme une trame qui permet de structurer l'interrogation sans diriger le discours et ainsi éviter les réponses artificielles et sommaires (Kaufman, 1996).

Nous avons ainsi rencontré les responsables phytosanitaires des 22 exploitations, souvent les chefs d'exploitation eux-mêmes et abordé les thèmes suivants (les détails figurent en Annexe 2) :

1. Généralités, description de l'exploitation, modes et objectifs de production,
2. La protection phytosanitaire dans son ensemble, à l'échelle de l'ensemble des bioagresseurs et à l'échelle de l'exploitation,
3. Niveau d'infestation par les pucerons, variabilité spatiale et inter-annuelle,
4. Méthodes de protection mises en oeuvre et leurs efficacités,
5. Itinéraire technique et identification de facteurs potentiels intervenant dans la maîtrise des populations de pucerons.

Chacun des thèmes a été abordé en respectant l'ordre de la conversation, sans forcément suivre l'ordre préalablement défini.
Nous avons ainsi, de manière sous-jacente, identifié :

- les règles de décision (fréquence des observations, seuil de tolérance, nature des conseils techniques, choix des produits...),
- le « raisonnement » des pratiques phytosanitaires (doses appliquées, choix des produits, période d'application),
- la coordination des différentes méthodes de lutte (maîtrise de la fertilisation, aménagement de l'environnement etc.),
- les limites spatiales (à l'échelle de l'exploitation, du bloc de parcelle, de la parcelle ou du foyer d'infestation) et temporelles (en traitement d'hiver, en préventif, sur plusieurs années) de la protection.

Tous les entretiens ont été enregistrés à l'exception d'un pour lequel l'exploitant n'a pas consenti.
Les informations obtenues au cours des entretiens ont été retranscrites dans leur totalité pour chacune des exploitations, afin de conserver au mieux les discours. Puis, nous les avons analysés thème par thème en incluant d'autres thèmes émergeant suivant une grille d'analyse dont les critères étaient préalablement définis comme majeurs dans la caractérisation des pratiques.

II.3. Recueil et contribution des calendriers phytosanitaires.

Les calendriers phytosanitaires des campagnes 2006 et 2007, de l'ensemble des exploitations, à l'exception de une, ont été collectés, au moins pour les parcelles concernées. Les calendriers nous ont été utiles pour :

- avoir des informations précises concernant les traitements (période d'application, doses, produits utilisés),
- situer la gestion des pucerons au sein de l'ensemble de la protection phytosanitaire,
- confronter les stratégies identifiées lors des enquêtes,
- identifier une éventuelle variabilité inter-annuelle ;

Ces calendriers ont été colligés et détaillés par classe de produit, famille, matière active, produit commercial, cible(s) principale(s), doses homologuées et doses appliquées.

II.4. Les suivis parcellaires

II.4.a *Protocole des suivis*

L'évaluation des stratégies de protection a reposé sur des suivis parcellaires :
- l'efficacité vis-à-vis des pucerons a été basée sur des mesures de niveaux d'infestation au cours de la saison,
- leur impact environnemental s'est réalisé par des comptages des populations d'auxiliaires sur les parcelles.
Le choix des 21 parcelles s'est fait principalement suivant la variété, puis suivant les dates de plantation et l'historique de la parcelle.

II.4.b Suivis des infestations de pucerons :

Le suivi des infestations s'est fait par contrôle visuel, méthode utilisée par l'ensemble des techniciens et producteurs. Les principaux pucerons présents dans les vergers de pêcher, sont le puceron vert (PV), le puceron brun (PB), le puceron noir (PN), le puceron cigarier (PC) et le puceron farineux (PF).
La méthode d'échantillonnage des pucerons du pêcher devrait en outre permettre de déceler les foyers isolés ; les attaques de *Myzus Persicae* et des autres pucerons, notamment celles des pucerons noirs sont en effet très hétérogènes, tandis que la tendance à la propagation de l'infestation d'un arbre aux arbres voisins demeure faible (ou pratiquement nulle dans le cas de *M. Persicae*) (Leclant *et al.*, 1970). Nous nous sommes appuyés sur les méthodes préconisées par l'ACTA (1979), qui consistent à examiner 100 organes végétatifs à raison de 2 par arbre sur 50 arbres répartis sur l'ensemble de la parcelle, à hauteur d'homme et sur 2 charpentes différentes de l'arbre.
Les suivis ont commencé quand les premières colonies primaires de puceron vert apparaissent, c'est à dire à partir du stage G (cf. Annexe 3 et figure 2), et ce jusque la fin du mois de juillet, après colonisation par le puceron farineux.
Quatre suivis ont été réalisés à raison de trois semaines d'intervalle entre suivis.

II.4.c Suivis de la faune auxiliaire

Parmi les nombreux auxiliaires du puceron présentés précédemment, nous avons ainsi identifié : des Syrphes, des Chrysopes, des Hyménoptères parasites, des Coccinelles, des araignées et des forficules. Un dénombrement visuel a été réalisé concernant les principaux prédateurs suivant leur présence dans les parcelles lors des 4 suivis des pucerons.

II.4.d Mesure de l'influence de la vigueur sur les infestations de pucerons

Afin de mesurer la vigueur, nous nous sommes intéressés aux aspects morphologiques représentatifs, tel que la croissance de l'arbre (croissance des fruits et des pousses), le nombre de feuilles par pousse, le nombre de gourmands (rameaux très vigoureux) et l'état nutritionnel de la plante.
Concernant ce dernier point, la question se pose de savoir si, d'un point de vue pratique, il existait d'autres possibilités, en parallèle des méthodes coûteuses et relativement complexes, pour établir un diagnostic sur la base des teneurs en éléments nutritifs des feuilles. Nous avons, pour ce faire, suivi une méthode basée sur la mesure de la pigmentation verte de la feuille, (Bertschinger *et al.,* 2003), qui renseigne sur la teneur en chlorophylle, corrélé avec la teneur en azote des feuilles (Evequoz & Bertschinger 2001 ; Porro *et al.* 2001).
Ainsi, sur 4 arbres choisis au milieu de la parcelle afin d'éviter un effet bordure, 4 pousses/arbre ont été marqués, une par charpente. Les mesures suivantes ont été réalisées :

- diamètre du tronc : DT,
- longueur de la pousse : Lp,
- diamètre du premier fruit : Dfr,
- nombre de feuilles sur la pousse : Nf,
- le nombre de gourmands par arbre : Gmd,
- pigmentation de la feuille mesurée à l'aide du N-testeur (appareil SPAD) : N.

III. Construction de variables synthétiques

III.1. Indices des pratiques de protection.

Le choix des variables s'est basé sur des critères de classification des différentes approches de la protection des plantes exposées par les différents courants théoriques exposé en III. Ainsi nous avons cherché à estimer par des indices les règles de décision, les méthodes culturales réalisées « en amont », les méthodes alternatives substituant l'utilisation des pesticides, ainsi que le raisonnement des traitements. Ce dernier point implique :

- une réduction du nombre de traitements,
- un respect des doses à appliquer,
- de minimiser l'impact environnemental, en choisissant des produits moins toxiques, spécifiques et bien positionnée.

En outre, ces variables doivent permettre de distinguer les différentes stratégies.

Des variables synthétiques ont été construites à partir de la grille d'analyse des entretiens et des données disponibles à partir des calendriers.
Trois variables « intégratives » portent sur l'ensemble des aspects de la protection du pêcher :

- Dec_ttm : les éléments pris en compte par les agriculteurs avant chaque traitement,
- Meth_alt : les méthodes alternatives auxquelles ils ont recours en substitution à des produits phytosanitaires,
- Meth_cult : les interventions culturales réalisées dans un souci de minimiser les risques d'infestation,

Ainsi que quatre variables décrivant le « raisonnement » des pratiques,

- Nb_TTM : nombre de traitements réalisés sur une campagne,
- Peff : moyenne des efficacités des différents produits,
- Pos : nombre de traitements appliqués en pré-floraison sur le nombre total de traitements,
- Tox : moyenne des toxicités des produits utilisés.

Ces dernières variables ont été évaluées pour l'ensemble des bio-agresseurs puis pour les pucerons. Les variables ont été codifiées selon l'origine des données. Lorsque l'information provient des calendriers et concerne l'ensemble des bioagresseurs, alors le nom des variables est précédé de la mention « Cal_ » et de la mention « Strat_ » lorsqu'elle ne concerne que la lutte vis-à-vis des pucerons. Lorsque l'information provient des enquêtes, le nom des variables est alors précédé de la mention « Enq_ ». En guise d'exemple :

- Cal_nbTTM est la moyenne des traitements réalisés sur les deux années 2006 et 2007,
- Strat_nbTTM est la moyenne des traitements ciblés pucerons sur les deux années 2006 et 2007.
- Enq_nbTTM correspond au nombre de traitements identifiés lors des enquêtes

III.2. Evaluation de l'efficacité et de la toxicité des produits.

Les références bibliographiques sur l'efficacité étant peu précises nous avons préféré faire appel à l'expérience de conseillers phytosanitaires capablent de prendre en compte les périodes et conditions d'application, les mélanges réalisés et la réalité du terrain. Ils ont ainsi participé à l'élaboration d'une note moyenne d'efficacité entre 0 et 5 vis à vis des pucerons pour l'ensemble des insecticides utilisés tout au long de la campagne de production (cf. Annexe 4). Certains produits ont été difficile à évaluer, soit parce qu'ils commencent juste à être utilisés (cas du Calypso® et du Teppeki®), soit parce qu'ils manquent encore de références expérimentales (engrais foliaires, argiles, préparations à base d'algues). D'autre part, cette évaluation concerne principalement *M. persicae* ; les autres espèces de pucerons étant rarement sujet de recherches expérimentales.

La toxicité des produits a été déterminée à l'aide des bases de données de l'ACTA (2005 et 2007) et de l'OILB (2005) sur l'évaluation des effets secondaires des pesticides sur différents organismes.
Ces impacts sont exprimés en classes, traduites en une note de 0 à 3 :

- Moyennement Toxique (MT) = 2
- Neutre à faiblement toxique (N à FT) = 1
- Neutre = 0 ;

Degré d'infestation	Nombre de pucerons	
0		0
1	$N \leq 5$	1 à 5
2	$N \leq 5^2$	6 à 25
3	$N \leq 5^3$	26 à 125
4	$N \leq 5^4$	126 à 625
5	$N \leq 5^5$	626 à 3125

Tableau 7: classification du degré d'infestation de pucerons (Leclant, 1967)

Nous nous sommes limités à l'étude de l'impact sur les Syrphes, les Chrysopes et les Hyménoptères, pour permettre une corrélation avec les données des suivis parcellaires, ne disposant pas des références pour l'ensemble des insectes. Le label « Abeille » a également été pris en compte. Ces bases de données comportent cependant des lacunes, notamment concernant les effets du Calypso® (thiaclopride, chloronicotiniles) récemment homologué et dont l'efficacité, ainsi que les effets secondaires n'ont pas encore été évalués avec précision. Nous lui avons affecté des notes identiques aux produits de la même famille chimique (Confidor®, imidaclopride). De même, l'impact des adjuvants, des engrais foliaires, des argiles et des décoctions de plantes reste mal renseigné. Enfin, afin de rendre compte de l'impact *in situ* des interventions phytosanitaires sur la faune des vergers, les notes de toxicité ont été diminuées suivant les dates d'application.
En effet, nombreux auxiliaires, et notamment ceux présentement concernés, n'entrent en activité qu'à partir d'un certain stade phénologique de la plante (cf. figure 3)

- Absence => toxicité = 0
- Présence => toxicité <- toxicité -1
- Colonisation => toxicité

III.3. Caractérisation des dynamiques des pucerons : élaboration d'un indice d'infestation.

Afin de rendre compte du degré d'infestation à l'échelle de la parcelle nous avons utilisé la classification de Leclant (1970) présenté dans le tableau 7.
Un indice d'infestation, est donc évalué, non pas pour chaque arbre (Chen, 1997), mais pour l'ensemble de la parcelle, rendant ainsi compte de l'infestation à l'échelle de la parcelle (nombre de pousses infestés) et du degré d'infestation (nombre d'individus par pousse) selon la formule suivante :

(1) $$IF = \Sigma^{5}_{0} (f_d \times d) / (5 \times \Sigma^{5}_{0} f_d)$$

Où IF est l'indice d'infestation, d Є [0,1,2,3,4,5] le degré d'infestation et f_d : la fréquence de d.
En faisant la moyenne des IF sur l'ensemble des observations, on obtient ainsi un IF pour chaque puceron et pour chaque parcelle. Ces indices sont alors suivis de la mention PV, PN, PB, PC et PF suivant l'espèce de puceron concernée. De plus, en sommant chaque IF, nous obtenons IFtotal qui nous donne ainsi une idée de l'ensemble du niveau d'infestation.
Cet indice suit une loi normale (Test de normalité de Shapiro-Wilk) facilitant les analyses.

III.4. Evaluation des populations auxiliaires.

Les effectifs dénombrés lors des quatre suivis ont été moyennés pour chaque taxon, dont la variable porte le nom. Puis un indice global, « AUX » a été calculé en sommant les effectifs pour chaque producteur.

III.5. Construction d'un indice de vigueur.

Afin de mieux rendre compte de la dynamique de croissance des pousses, du diamètre des fruits et du nombre de feuilles, nous avons synthétisé les quatre suivis par approximation à partir de l'aire contenu sous la courbe de croissance (AUC), par la méthode des trapèzes, définissant ainsi trois variables :
Dfr_AUC, Lp_AUC et Nf_AUC. Le nombre de gourmands, synthétisé en une variable « Gmd » a été transformée afin d'assurer sa normalité en √Gmd.
Nous pouvons ainsi rendre compte de la vigueur de l'arbre par cet indice de vigueur :

(2) $$IV = \text{Log} (Dfr_AUC * Lp_AUC * Nf_AUC * Gmd * N * DT)$$

IV. Analyse des données.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à partir du logiciel XLStat (Version Addinsoft, 2006.3).
Nous avons tout d'abord testé la normalité de l'ensemble des variables quantitative grâce au test de Sharpiro-Wilk.

IV.1. Analyse des enquêtes et des calendriers

Dans un premier temps, nous nous sommes attachés à étudier les enquêtes et identifier les paramètres intervenant dans chacune des variables décrites en III.1Cette analyse descriptive nous met en évidence des similitudes et des contrastes entre les pratiques des enquêtés, que nous avons cherché à interpréter à l'aide des variables explicatives relatives aux descriptifs des exploitations.
Dans un deuxième temps, les calendriers des arboriculteurs on été étudiés opération par opération, pour l'ensemble des pathogènes puis d'une manière plus spécifique vis-à-vis des pucerons. Les calendriers ont ainsi été comparés, tout d'abord entre les campagnes 2006 et 2007, puis avec les enquêtes.

IV.2. Analyse de l'effet de la vigueur

Après avoir testé la normalité de l'indice IV, nous avons à l'aide d'une régression linéaire, corrélé IV avec l'indice d'infestation total, et les IF relatifs aux différentes espèces de pucerons. Puis dans un deuxième temps, une analyse de variance nous a permis de mettre en évidence les facteurs influençant la vigueur de l'arbre et d'expliquer la variabilité entre les exploitations à partir des données récoltées lors des enquêtes, notamment concernant la fertilisation.

IV.3. Identification et caractérisation des groupes de stratégies

Les variables (décrites en III.1.) ont été standardisées, centrée-réduites, afin d'effacer l'effet des unités et pouvoir les comparer entre-elles.
Nous avons ensuite réalisée une classification ascendante hiérarchique (CAH) par dissimilarité (méthode de Ward) à partir des variables de l'ensemble des calendriers et des enquêtes. La construction du dendrogramme nous aide à définir au préalable le nombre de classes de stratégies.
Afin de choisir et sélectionner les variables les plus pertinentes, nous avons identifié les variables explicatives nous permettant de distinguer les classes et définir leurs caractéristiques.
A l'aide de ces mêmes variables quantitatives, nous avons réalisé une analyse en composante principale (ACP) mettant en évidence le positionnement des stratégies. La répartition des observations suivant des facteurs, combinaison linéaires des variables de départ a permis d'interpréter la dynamique et les liens entre les classes suivant la contribution des variables.

IV.4. Evaluation des stratégies

Une fois les stratégies identifiées, nous les avons confronté aux indices d'infestation total et respectifs à chaque espèce. Puis à partir des données faunistiques sur les auxiliaires, nous avons procédé à une seconde évaluation. Les variables IF et AUX étant normales, ces analyses ont été permise par des analyses de variance prenant les classes de stratégie comme variables explicative.
Dans un deuxième temps, nous pourrons expliquer ces indices par les différentes méthodes de protection et ainsi mettre en évidence les facteurs favorables, au sein des stratégies, au maintien d'une population auxiliaire et à la réduction du degré d'infestation. Des analyses de variance ont été effectuées lorsqu'il s'agissait de variables qualitatives, ou bien par régressions linéaires lorsque celles-ci étaient quantitatives.

L'essentiel

Un échantillonnage :

- ✓ fait par étape à partir d'enquêtes auprès de techniciens, comprenant 20 producteurs sur l'ensemble de la zone de production et aux modes de production variées.
- ✓ Généralement une parcelle de pêche précoce par exploitation pour les suivis.

Une méthode :

- ✓ Des entretiens compréhensifs pour révéler la logique d'action des producteurs, suivant un guide d'enquête => Construction de variables synthétiques intégrant les règles de décision et les différentes méthodes de lutte relevés dans les pratiques
- ✓ Contribution des calendriers à l'élaboration de variables décrivant les pratiques phytosanitaires.
- ✓ Evaluation par des suivis des infestations de pucerons et des populations d'auxiliaires.
- ✓ Quantification et évaluation de l'effet de la vigueur sur les infestations.

Une analyse :

- ✓ Une analyse d'abord descriptive puis explicative.

Résultats

I. Les pratiques phytosanitaires des arboriculteurs : entre le dire et le faire.

II. Les suivis parcellaires : dynamique des populations et vigueur de l'arbre.

III. Caractérisation des stratégies de protection.

IV. Evaluation des stratégies

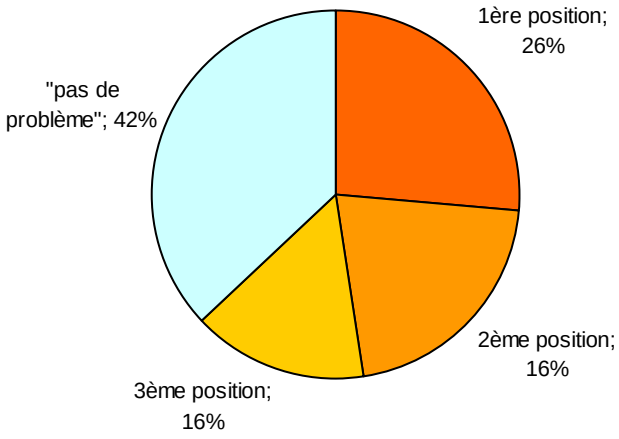


Figure 10 : Evaluation de l'importance des pucerons par les producteurs.
Place des pucerons dans la réponse à la question « *Pourriez vous hiérarchiser les principaux ravageurs et les principales maladies qui vous posent problème ?* ».

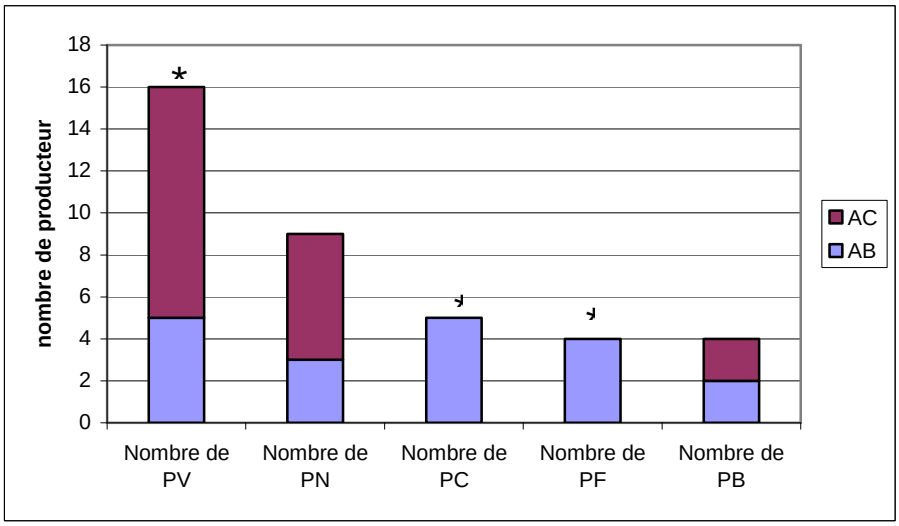


Figure 11: Cumul des énumérations de chaque espèce de pucerons par les producteurs enquêtés suivant le mode de production : Agriculture Biologique (AB) et agriculture conventionnelle (AC).
PV : puceron vert
PN : puceron noir
PF : puceron farineux
PC : Puceron cigarier
PB : puceron brun
Les différences significative (test de Khi² avec $P<0.05$) sont marquées d'une étoile.

I. Les pratiques phytosanitaires des arboriculteurs

I.1. Importance relative des pucerons

Les enquêtes nous ont permis de hiérarchiser les principaux pathogènes rencontrés dans les différentes exploitations (cf. figure 10). La majorité (58%) des producteurs enquêtés place le(s) puceron(s) parmi les trois principaux problèmes rencontrés en protection des cultures, mais seulement 26% d'entre eux le situent en première position. Il figure néanmoins parmi les pahtogènes les plus cités, avant la cloque, la tordeuse et l'oïdium. Quant aux autres producteurs enquêtés (42%), soit les pucerons n'exercent pas de réelle pression pathogène, du moins localement, soit leurs stratégies de lutte sont efficaces.
La place du puceron dans les hiérarchies est indépendante de la région (Vallée du Rhône, Basse Vallée du Rhône et Pyrénées Orientales) et du mode de production (agriculture biologique-AB, agriculture conventionnelle-AC). Et pour expliquer l'importance des pucerons et des traitements ciblés pucerons, les dégâts qu'ils occasionnent sont autant évoqués que la crainte du virus de la sharka.
Toutefois, parmi le cortège des pucerons, les espèces citées sont significativement différentes suivant le mode de production (cf. figure 11). Alors que seul le puceron vert est systématiquement évoqué par les producteurs conventionnels, plusieurs espèces apparaissent dans les discours des producteurs bios, en particulier le puceron cigarier et le puceron farineux.

I.2. Formalisation des outils qui règlent les décisions en matière de protection.

I.2.a Les règles de décision.

Les agriculteurs s'appuient largement sur les avertissements agricoles. Ils sont presque tous abonnés à un, voire 2, bulletins, notamment les producteurs bios qui en plus du bulletin de la chambre d'Agriculture, reçoivent l'ArboBioInfo. A la question « *par qui êtes-vous conseillé* ? », les organismes évoqués sont (dans un ordre décroissant de fréquence) : La Chambre d'Agriculture, les distributeurs, J.L. Petit (un consultant), des organismes de recherche comme l'INRA ou le GRAB, puis les autres producteurs comme le voisin ou les autres adhérents des OP.
A la question « *quand est-ce que vous traitez ?* », la majorité des réponses sont : « *c'est systématique* » (43%), suivant les attaques (33%), suivant les stades phénologiques (16%) et/ou suivant les avertissements (16%). Enfin, le choix des produits se fait suivant les conseils : des distributeurs majoritairement (33%), des techniciens des Chambre d'Agriculture (16%) et des OP (8,3%) ou par expérience personnelle (33%).
Il existe donc de nombreuses structures qui accompagnent les choix des producteurs, mais nous retrouvons sensiblement les mêmes suivant la zone. L'uniformité des conseils et la proximité des producteurs nous amène à nous interroger sur une éventuelle dépendance des pratiques au contexte social des producteurs, formant ainsi des « groupes professionnels localisés » (Darré, 2004). Ce groupement se renforce d'autant plus par les différences existant entre les guides phytosanitaires selon les éditeurs. Par exemple, alors que le guide de la SDPA se limite à une liste de produits chimiques, le Sud Arbo édité par la la Chambre d'Agriculture du Languedoc-Roussillon, est très complet allant jusqu'à donner des conseils sur les méthodes prophylactiques telles que la maîtrise de l'enherbement et la conduite des arbres.

I.2.b *Le recours aux observations.*

Les modalités et la fréquence des observations sont très variables. Elles ne sont pas mentionnées sur les calendriers et sont difficiles à identifier par voie d'enquête. Ces observations sont souvent réalisées en même temps que d'autres travaux. Elles sont généralement réalisées par les responsables phytosanitaires ou les chefs d'exploitation lorsque celles-ci sont effectuées pendant les traitements, sinon, ce peut être à la charge des ouvriers lorsque ces derniers sont formés.
Néanmoins des observations précises, par des comptages, sont réalisées dans plusieurs cas :

- quand l'exploitation est grande et qu'il existe une personne en charge du pôle phytosanitaire dont c'est la responsabilité (2 cas) ;
- quand l'exploitation appartient à une OP qui met à disposition de ses adhérents un ou des techniciens formés, qui peuvent assurer jusque 2 suivis hebdomadaires (4 cas) ;

Figure 12 : Nombre de traitements appliqué pour la campagne 2007, par classe de produits et suivant le mode de production.

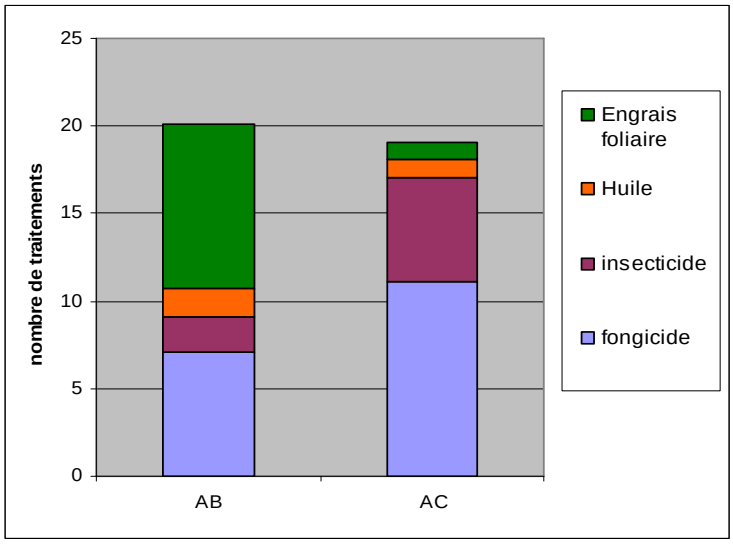
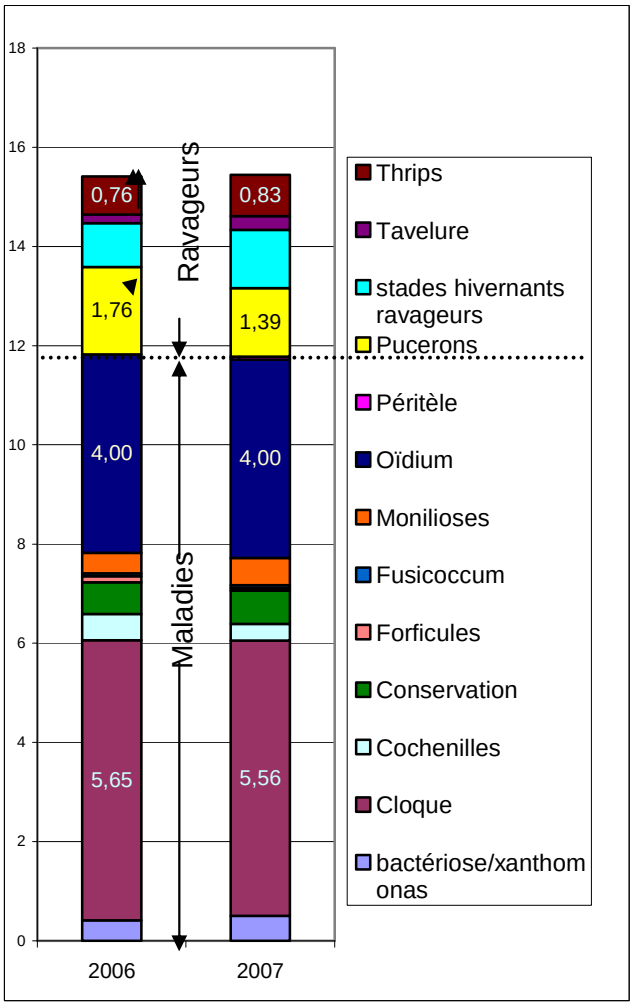
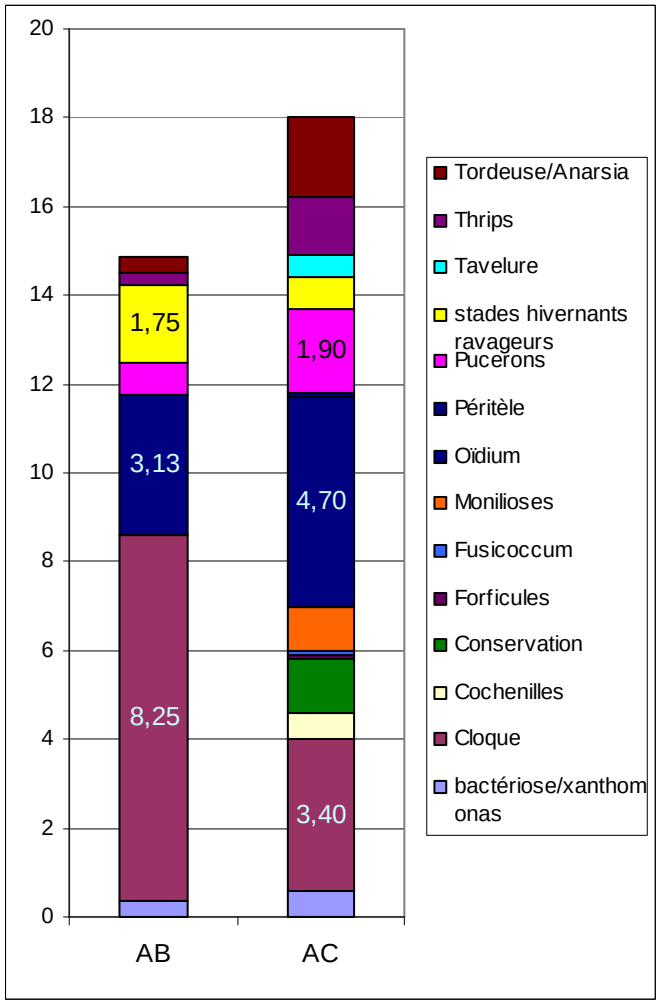


Figure 13 : a) Comparaison des calendriers de traitements détaillés par cible principale des campagne 2006 et 2007 ; b) comparaison des calendriers de traitements détaillés par cible principale pour les deux modes de production. (Hors adjuvants ni engrais foliaire).





- quand la production est encadrée par une chambre d'agriculture (2 cas concernant le cahier des charges PFI) à raison de 1 à 2 suivis hebdomadaires suivant la période.
- quand l'exploitation est équipée de pièges anti-tordeuse qui obligent à un relevé minimum par semaine ;

En revanche, ces observations se limitent par contre dans la majorité des cas, à une simple observation des maladies et des ravageurs et non de leurs prédateurs naturels.
Enfin, nous avons remarqué que l'efficacité des observations est également limitée par les connaissances biologiques nécessaires à la détermination des différentes espèces de puceron et de leurs auxiliaires, en particulier avant floraison (ou autre stade précoce).

I.3. Les moyens de lutte identifiés lors des enquêtes.

I.3.a L'utilisation d'intrants chimiques et/ou naturels

En AB, la protection se limite à l'application d'huiles de pétrole, fractionnées ou non (parfois 4 applications) associées ou non à de la roténone : 3 des 8 producteurs appliquent systématiquement un traitement à base de roténone, les autres en gardent « *sous la main, au cas où* !».
En AC, nous constatons que la protection chimique est en accord avec les préconisations : une huile et un premier produit spécifique en pré-floraison (néonicotinoïdés, stade B : bouton rose), suivi d'un deuxième en post-floraison, un mois plus tard (stade G : chute des pétales). Ce dernier concerne plusieurs familles de produits, mais principalement :

- soit une deuxième application de néonicotinoïdés,
- soit des produits à plus large spectre entrant dans la lutte vis-à-vis des tordeuses, c'est le cas du Tamaron® (organo-phosphorés) ou du Klartan® (pyréthrinoïdes de synthèse).

Il est souvent évoqué un troisième produit en réserve, appliqué lorsqu'il y a dépassement de seuil.

Ce seuil d'intervention est très variable suivant les producteurs, il varie entre « présence » avec l'apparition d'un foyer (plusieurs pousses recroquevillées sur un arbre), et 10% d'arbres infestés à la parcelle. Il dépend également de la manière dont sont réalisées les observations : quelqu'un qui réalise des observations à pied dans les rangs, repèrera plus facilement les premiers foyers, qu'un autre qui passe en tracteur.
Nous remarquons une très grande différence dans les discours : entre « *maintenant* (avec la sharka) *on ne joue plus, dès qu'on voit un petit truc de puceron, une feuille qui s'enroule, on traite, boom, et puis voilà !* » et à l'opposé, « *du brun, du noir, y'en a toujours au printemps, mais bon, je les laisse vivre* » ou « *Non, non je ne fais rien. Je regarde les prédateurs* ». Ce seuil de tolérance, très hétérogène conditionne le nombre de traitements réalisé ainsi que la surface traitée : en réponse à la présence de foyers sur une parcelle, l'agriculteur peut traiter soit localement, à la tâche, soit la parcelle en question, soit toute l'exploitation, « *avant en conventionnel, on traitait toute l'exploitation dès qu'on voyait une seule branche de pucerons* ».

Finalement, le nombre moyen de traitements ciblés sur les pucerons et appliqués systématiquement, c'est-à-dire réalisé tous les ans, n'est pas lié à la place du puceron dans la hiérarchie (cf. I.1) et varie entre 1 et 5 traitements avec une moyenne de 2,6 par saison. En moyenne, moins d'un traitement est réalisé en fonction du niveau d'infestation. Les traitements systématiques sont le plus souvent réalisés de manière préventive en pré-floraison, en fonction des variétés et des stades phénologiques. Nous avons également remarqué une très grande connaissance de ces stades au sein de la profession : lors des enquêtes, chaque énumération de produit était suivie du stade phénologique correspondant à son application.
Un récapitulatif des traitements identifiés lors des enquêtes est disponible en Annexe (cf. Annexe 8).

I.3.b Autres moyens de lutte : méthodes alternatives et culturales

Les seuls moyens alternatifs vis-à-vis des pucerons évoqués lors des enquêtes sont :

- la suppression manuelle des rameaux infestés, souvent réalisée pendant l'éclaircissage par les ouvriers. Quatre producteurs disent avoir recours à cette méthode pour éviter un nouveau traitement.
- la pulvérisation de 2 à 3 argiles à l'automne (2 producteurs). Il s'agit d'une méthode récente en cours d'expérimentation.

Figure 14: Pourcentage de pousses infestés, moyenne par quinzaine pour chaque espèce de pucerons. Analyse

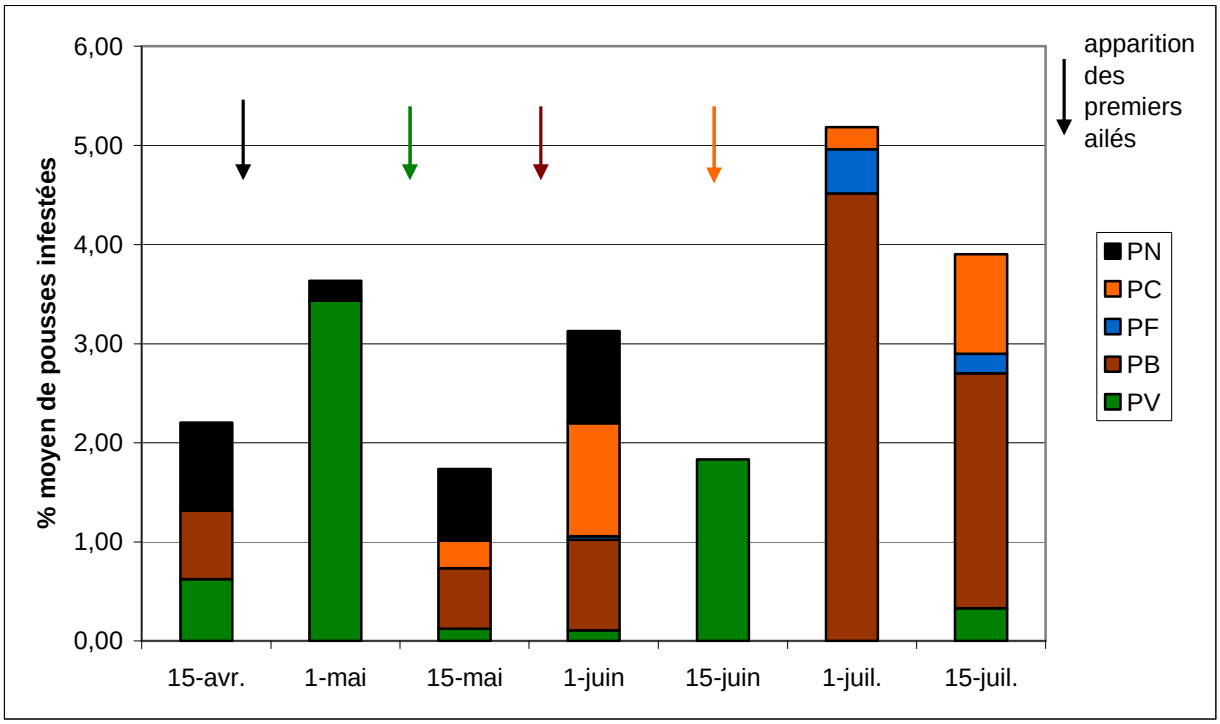
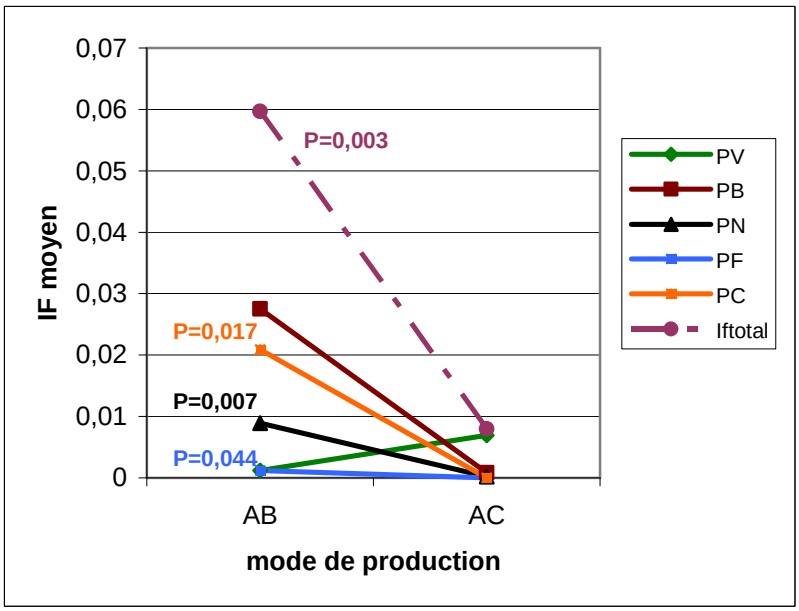


Figure 15 : Indice d'infestation moyen en fonction du mode de production, en agriculture biologique (AC) ou agriculture conventionnelle (AC). Les valeurs de IF étant significativement plus élevé en AB sont indiqué dans la couleur de l'espèce correspondante (Test non paramétrique de Kruskal-Wallis).



- la mise en place de nichoirs à mésanges grises ou bleues et à chauves-souris, normalement installé pour réduire les populations de lépidoptère.

Parmi les moyens culturaux évoqués lors des enquêtes, les plus pertinents sont:

- l'aménagement de l'environnement en vue de favoriser les auxiliaires :
  - A l'échelle de la parcelle par l'enherbement entre les rangs, ceci concerne 95% des exploitations, mais seul 22% d'entre eux gardent un enherbement fleuri en évitant des broyages trop fréquents pour préserver les fleurs et la faune auxiliaire.
  - A l'échelle de l'exploitation par l'arrachage d'hôtes secondaires à certaines espèces dioïques, par la recherche de diversification entre les cultures et/ou l'aménagement des haies. Cependant ces pratiques restent très marginales.
- La maîtrise de la fertilisation. Parmi les facteurs potentiels pouvant expliquer les infestations de pucerons, 68% des producteurs sont convaincus de l'effet d'une vigueur excessive, des arbres vigoureux étant plus appétents, « *si tu ne veux pas de pucerons, ne met pas d'azote* » ; mais rares sont ceux qui recherchent volontairement à minimiser la vigueur de peur de diminuer les rendements.

L'utilisation d'engrais foliaires est très répandue, surtout parmi les bios, mais pas seulement. Ces engrais sont utilisés à des fins nutritionnelles, mais aussi pour favoriser la défense naturelle des plantes.
Toutes ces données nous ont permises de construire nos variables « dec_TTM », « meth_alt » et « meth-cult » (cf. B.III.1) dont le détail figure en Annexe (cf. Annexe 5, 6 et 7).

I.4. Analyse des calendriers phytosanitaires.

Les calendriers recueillis se présentent sous différentes formes. Alors que certains enregistrent systématiquement leurs traitements dans un logiciel en temps réel, d'autres ne le font qu'en fin de saison sur papier libre.
La nature et la quantité des informations fournies ainsi que le nombre de traitements inscrit sont aussi très inégaux, alors que certains précisent la cible, le DAR, la dose appliquée et des remarques sur la raison des traitements (nombre de foyers, traitement préventif etc.), d'autres se limitent au nom du produit et à la date d'application.
Malgré tout, la collecte de ces calendriers représente une réelle base de données, riche en informations sur les pratiques phytosanitaires.

Le nombre de traitements à l'année est en moyenne de 20,58, dont 16,6 traitements vis-à-vis des pathogènes, le reste étant des engrais foliaires et/ou des adjuvants. Mais celui-ci est très variable d'un producteur à un autre (cf. Annexe 9), variant de 7 à 49 applications (engrais foliaires et adjuvants compris). Il n'y a pourtant pas de différences significatives ni entre les modes de production, ni entre les régions, ni suivant la taille des exploitations (comparaison multiple, test de Kruskal-Wallis). Néanmoins, les producteurs conventionnels ont davantage recours à des fongicides ($p=0,002$) (cf. figure 12) et à des insecticides ($p=0,002$). Les producteurs bios, quant à eux, utilisent massivement des engrais foliaires ($p=0,008$).
Concernant les cibles principales des traitements (cf. figure 13.a), pour les maladies, l'Oïdium et la Cloque restent majoritaires avec respectivement 4 et 5,6 traitements par saison, tandis que parmi les ravageurs nous retrouvons la tordeuse et les pucerons avec 1,2 et 2,59 (en comptant les traitements d'hiver).
Concernant la lutte vis-à-vis des pucerons, les producteurs bios appliquent davantage de produits contre les stades hivernants (cf. figure 13.b), par l'utilisation d'huiles.

I.5. Confrontation entre les enquêtes et les calendriers.

Nous ne constatons aucune corrélation significative entre les variables construites à partir des enquêtes « Enq » et celles du calendriers ciblées pucerons « Strat » (cf. Annexe 10). Ce constat nous montre la différence entre ce qui est dit de ce qui est fait.
Le nombre de traitements réalisé vis-à-vis des pucerons est sensiblement le même. Or, la construction des variables « Enq » s'est faites en considérant tous les traitements, même ceux qui sont normalement réalisés en cas de dépassement de seuil, ceci indique que tous les traitements ont été effectués.

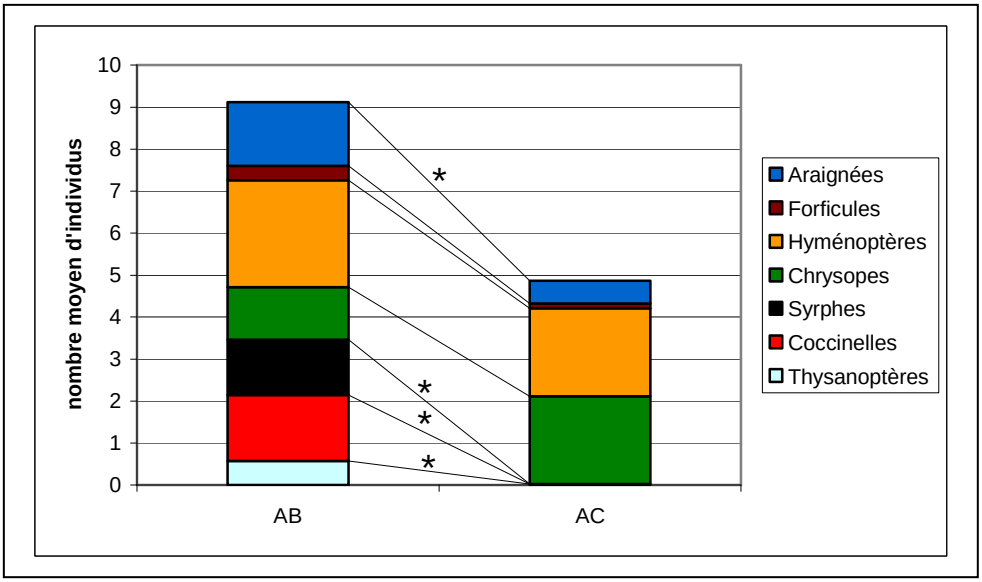
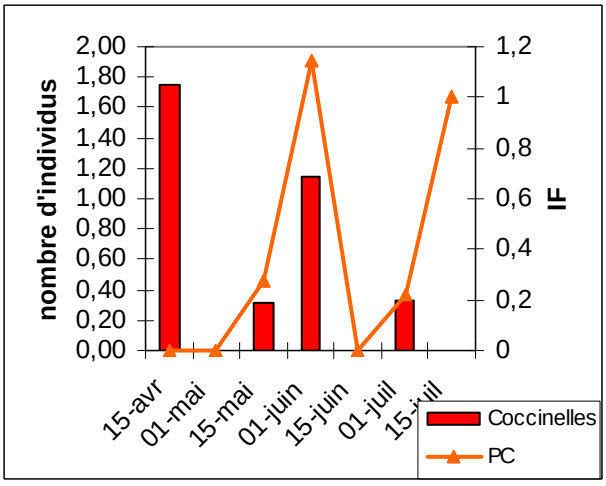


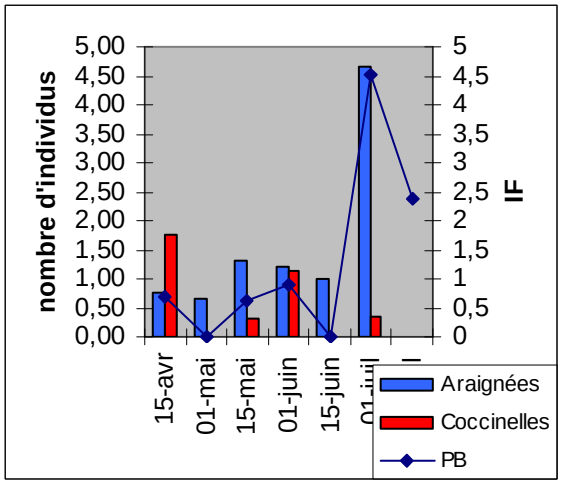
Figure 16 : Nombre d'auxiliaire moyen par suivi, suivant le mode de production. Les différences significatives sont marquées d'une étoile.

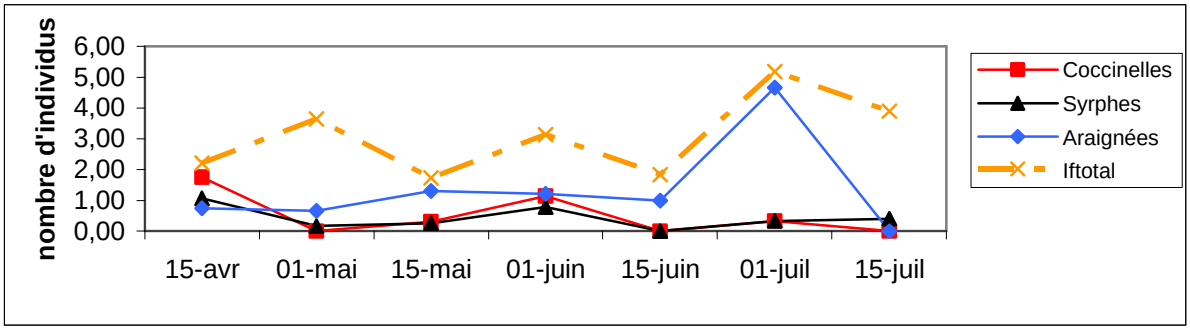
Variables	IF_PB	IF_PC	IFTOTAL
coccinelle	**0,012**	**0,004**	**0,000**
syrphe			**0,009**
araignées	**0,000**		**0,000**

Tableau 8 : Valeurs de p après un test de corrélation de type Pearson entre les populations d'auxiliaires et les infestations des pucerons.

Figure 17 : Dynamique des populations de pucerons (indice d'infestation) et de leurs auxiliaires associés sur la période des suivis.







En outre, les calendriers indiquent un plus grand nombre de substances actives et moins d'huiles utilisées à l'égard des pucerons. De plus, la majorité des producteurs appliquent finalement leurs produits davantage en post-floraison que ce qui a été recensé lors des entretiens.
Nous pouvons interpréter cette différence dans la nature des produits et le positionnement de deux façons, soit les producteurs sont pris de cours et ne peuvent pas traiter avant fleur avec des huiles comme le conseillent les préconisations, soit ils choisissent d'attendre les premiers foyers et traitent de manière curative et non préventive à l'aide de produits chimiques.
Nous sommes ainsi amené à reconsidérer la pertinence des enquêtes : qu'est-ce qui reflète au mieux la réalité des stratégies ? C'est pourquoi nous avons choisi de garder l'ensemble des données (« Enq_ » + « Cal_ » + « Strat_ ») pour l'identification des stratégies, les calendriers dépassant la seule stratégie puceron, en prenant en compte l'ensemble des bioagresseurs.

III. Les suivis parcellaires : dynamique des populations et vigueur de l'arbre.

III.1. Les infestations de pucerons

Les suivis réalisés entre le 25 Avril et le 17 juillet, nous ont permis de suivre les dynamiques de population de chacun des pucerons. Celles-ci semblent suivre une certaine chronologie (cf. figure 14) :
Tout d'abord les pucerons noirs dont les colonies sont nombreuses en début de période, disparaissent presque brutalement au courant du mois de juin. Arrivent ensuite les pucerons verts dont la colonisation semble se faire en deux temps, ceci est certainement liée à l'application d'aphicides début mai (stade G). Une première phase d'émigration a été observée début mai dans les Costières (30) et une deuxième mi-juin à Valence (26). Les premières colonies de puceron cigarier sont observées à partir de la fin mai, les formes ailées sont produites en juin au moment du développement maximal des colonies. Une partie semble migrer vers les hôtes II, tandis que l'autre reste sur les pêchers pour former de nouvelles colonies. Enfin apparaissent les pucerons farineux à partir du mois de juin. Aucune forme ailée n'a été observée pendant la période des suivis. Seul le puceron brun est resté omniprésent pendant toute la période de terrain (espèce monoécique).
Il nous est difficile de mettre en évidence un quelconque effet régional, qui doit pourtant bien être présent, si ce n'est un retard d'un mois entre les observations dans les Pyrénées Orientales et l'Ardèche. Toutefois, le mode production biologique reste favorable aux infestations de pucerons : nous observons une plus grande diversité dans les parcelles biologiques (cf. figure 15) et l'indice d'infestation total, est significativement plus élevé en Bio (Test non paramétrique de Kruskal-Wallis, $p=0,003$). Les IF des espèces respectives sont toujours significativement supérieurs en bio, sauf pour le puceron vert qui reste majoritaire sur les parcelles conventionnelles.
Aucune preuve d'un effet variétal n'a, de plus, été détectée, mais nous ne pouvons conclure, considérant notre dispositif.

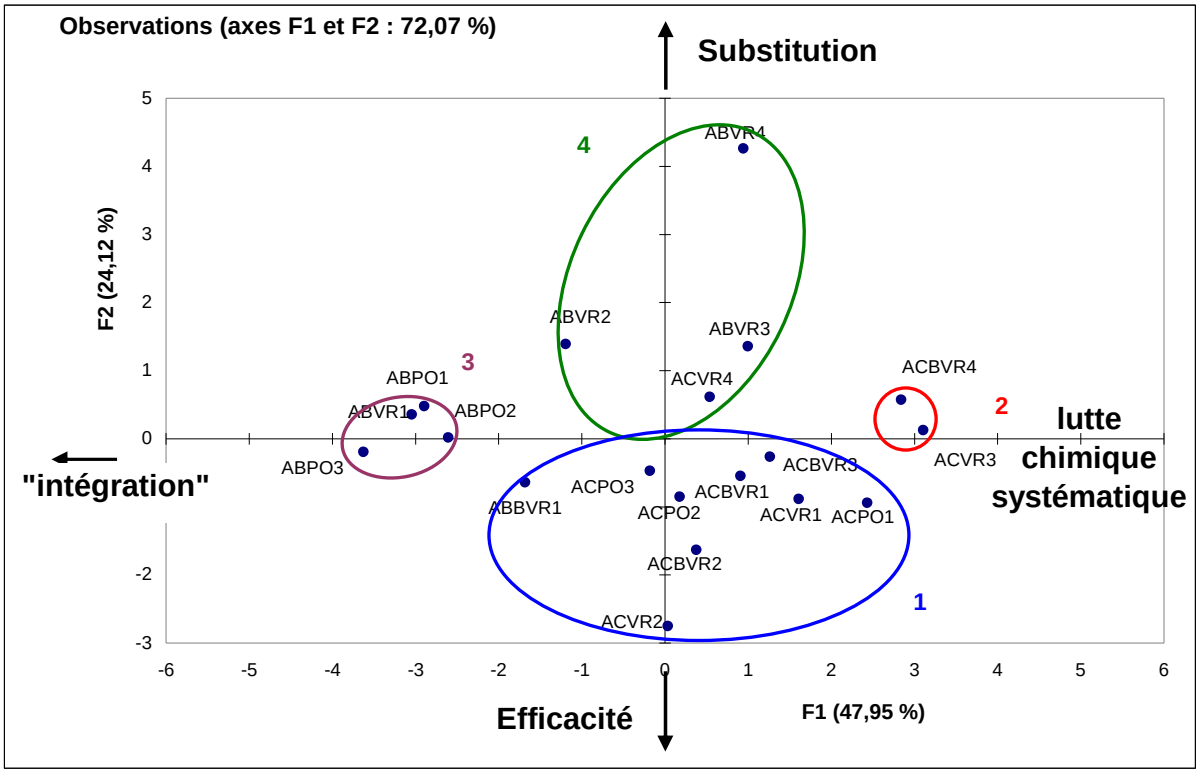
III.2. Les populations d'auxiliaires

Les auxiliaires observés sont multiples : coccinelles (famille des Coccinellidae, Coleoptera), syrphes (famille des Syrphidae, Diptera), araignées (ordre des Aranéides), chrysopes (famille des Chrysopidae, Neuroptera), hémérobes (famille des Hemerobiidae, Neuroptera), hyménoptères (ordre des Hymenoptera), forficules (famille des Forficulidae, Dermaptera) et *Aeolothrips* sp. (Famille des Aeolothripidae, Tysanoptera).
Aucune tendance régionale n'a été constatée quant à le diversité ou aux effectifs de chacun des taxons. Cependant, le nombre d'auxiliaires présent à la parcelle est également dépendant du mode de production (cf. figure 16) avec encore une fois une plus grande diversité et des effectifs plus importants en bio ($p=0,013$), particulièrement pour les coccinelles, les syrphes et les araignées (respectivement $p=0,001$, $p=0,001$ et $p=0,027$).

Un test de corrélation (calculé avec le coefficient de Pearson) permet de mettre en évidence le lien prépondérant entre les populations auxiliaires et l'infestation ($p=0,016$). Plus précisément, nous remarquons que les populations de coccinelles, de syrphes et d'araignées (cf. tableau 8) sont positivement corrélées avec les indices d'infestations des pucerons bruns et cigariers.
Afin de vérifier leur rôle régulateur, nous avons étudié les dynamiques de population. Les populations de coccinelles étaient déjà bien en place avant l'arrivée des pucerons cigariers et n'ont pas évité leur

	Variables	ttm_dec	meth_alt	meth_cult	Cal_Peff	Cal_Tox	Cal_nbTTM	Enq_Pos	Strat_nbTTM
	p-value	0,000	<0,0001	0,000	0,009	0,006	0,004	0,045	0,027
Stratégie	1	b	b	b	ab	a	b	a	b
	2	b	b	b	a	a	ab	a	a
	3	a	a	a	b	b	b	a	b
	4	b	b	a	ab	b	a	a	ab

Tableau 9 : Tableau des différences significatives entre les stratégies des variables explicatives (anova et test de Shapiro-Wilk)



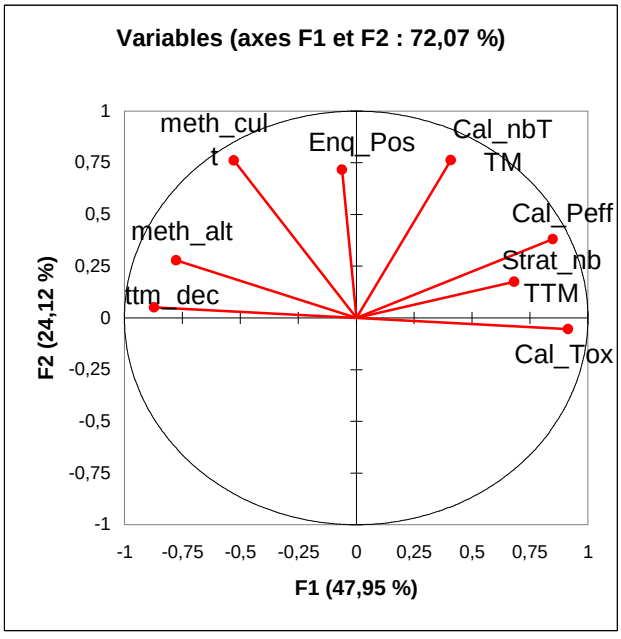


Figure 18 : Graphique des individus et dynamiques d'évolution des stratégies. E :efficience ; S : Substitution ; R : Reconception

Figure 19 : Graphique des variables explicatives des stratégies.

colonisation. En revanche, leurs dynamiques se suivant, nous pouvons supposer que la présence de pucerons permet de maintenir leurs ennemis naturels. Quant aux pucerons bruns, il semblerait que pour des effectifs faibles, les coccinelles réguleraient les infestations (cf. figure 17) alors que pour des effectifs élevés, les araignées seraient plus efficaces.

III.3. Effet de la vigueur

Nous avons cherché à corréler la vigueur des arbres avec les infestations de pucerons. Cette vigueur est définie par IV (indice de vigueur, cf. formule (2)). Nous avons tout d'abord cherché à expliquer IV avec les données parcellaires recueillies. Or nous constatons que la vigueur n'est liée ni à la densité, ni à l'âge du verger, ni à la dose d'azote appliquée. Toutefois, nous constatons aussi que les arbres ont tendance à être moins vigoureux dans les parcelles bios, ce qui peut-être relié à la conduite des arbres, la nature de la fertilisation et à d'autres facteurs de l'itinéraire technique.
D'autre part, une analyse de variance montre l'effet négatif de la vigueur sur les infestations totales de pucerons ($p=0,029$), particulièrement pour le puceron cigarier ($p=0,036$). Ceci réfute notre hypothèse selon laquelle plus un arbre est appètent, donc vigoureux, plus il risque d'être infesté. De multiples facteurs complémentaires doivent entrer en interaction pour pouvoir interpréter ce résultat.

IV. Caractérisation des stratégies de protection.

IV.1. Mise en évidence de groupes de stratégies

A partir des variables précédemment décrites, nous avons dans un premier temps regroupé les producteurs à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique (cf. Annexe 11). Une fois ces classes formées, nous avons ensuite recherché les variables explicatives à partir d'une analyse de variance. A l'issue de cette analyse, nous constatons qu'aucune des variables de l'enquête n'explique significativement les stratégies, sauf Enq_Pos, (rapport entre le nombre de traitements réalisés en pré-floraison et le nombre total de traitements).
Une comparaison multiple (Test de Shapiro-Wilk, cf. tableau 9) nous a permis d'analyser les différences entres les classes et ainsi caractériser chaque stratégie :

Strat-1 : Cette stratégie est essentiellement basée sur une lutte chimique raisonnée par un nombre réduit de traitements relativement efficaces notamment vis-à-vis des pucerons, mais les traitements restent majoritairement curatifs (en post-floraison) et en moyenne toxiques.
=> **Protection chimique raisonnée et curative**

Stat-2 : Elle se caractérise par une protection essentiellement chimique et systématique. Les produits utilisés sont nombreux, efficaces et toxiques. Seulement deux individus relèvent de cette stratégie.
=> **Protection chimique intensive et systématique**

Strat-3 : La stratégie est basée sur une combinaison de méthodes, alternatives et culturales. De nombreux paramètres entrent dans les règles de décision afin d'optimiser les traitements pendant les périodes de sensibilité. Peu de traitements sont donc réalisés autant vis-à-vis des pucerons que de l'ensemble des bioagresseurs. Les produits sont souvent faiblement efficaces mais de ce fait moins toxiques.
=> **Protection réfléchie et intégrée.**

Strat-4 : La stratégie s'identifie par le recours à des méthodes alternatives mais surtout culturales ; des traitements nombreux, appliqués en pré-floraison, et faiblement toxiques ; peu de produits spécifiques aux pucerons mais qui pour l'ensemble des bioagresseurs se révèlent relativement efficaces.
=> **Protection intensive et alternative.**

Enfin, une ACP (Analyse en Composantes Principales) a été utilisée à partir des variables explicatives afin de visualiser les différents groupes et d'étudier leur positionnement relatif. Le pourcentage cumulé de variabilité associé aux axes F1 et F2 est de 72,07%, suffisamment élevé pour être interprété (cf. figure 18 et 19). Le graphique des individus met en évidence la disparité au sein des stratégies 1 et 4, contrairement à la stratégie 3, dont les individus sont regroupés.

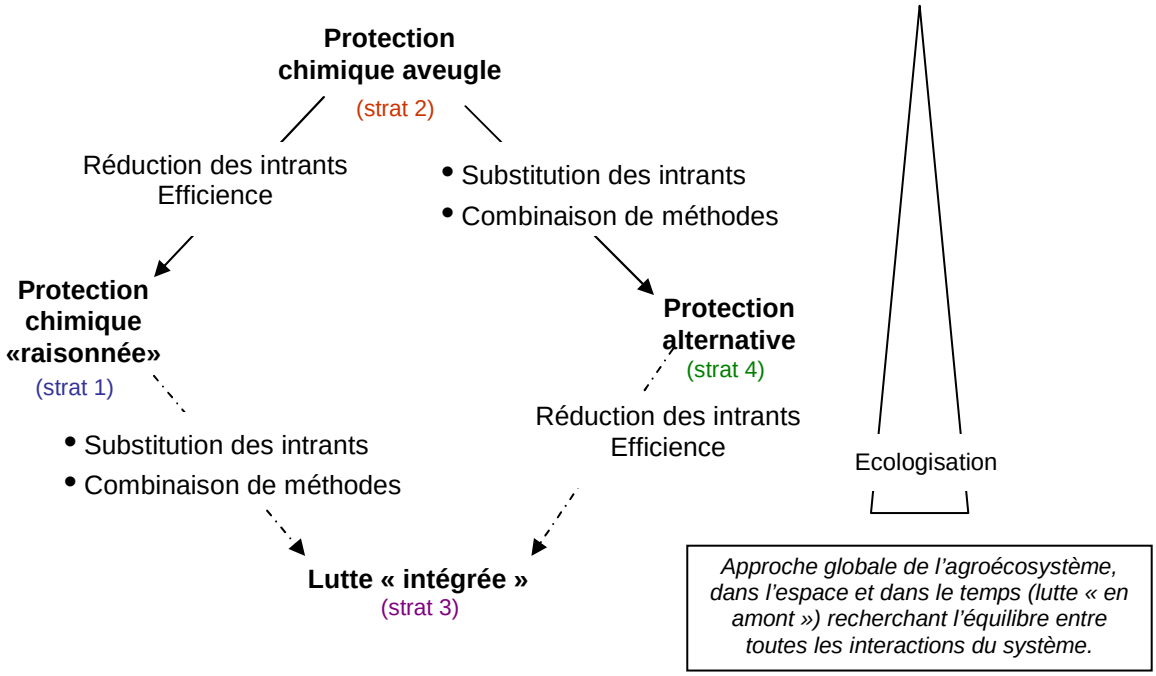


Figure 20 : Caractérisation et phases évolutives des stratégies de protection

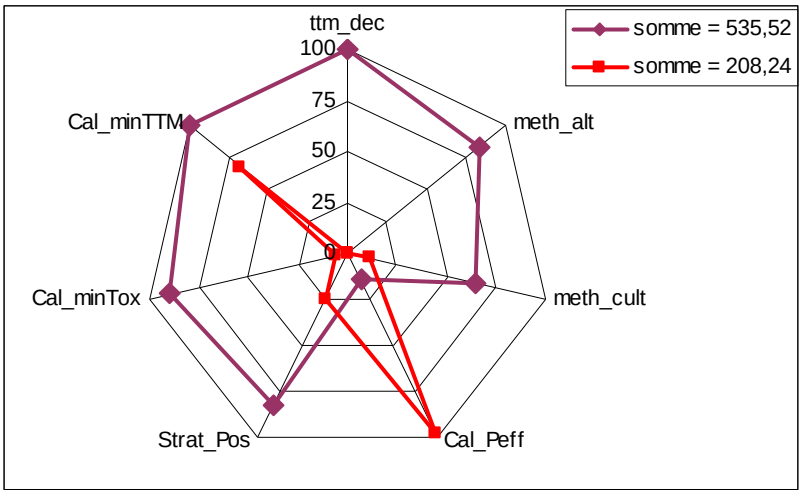
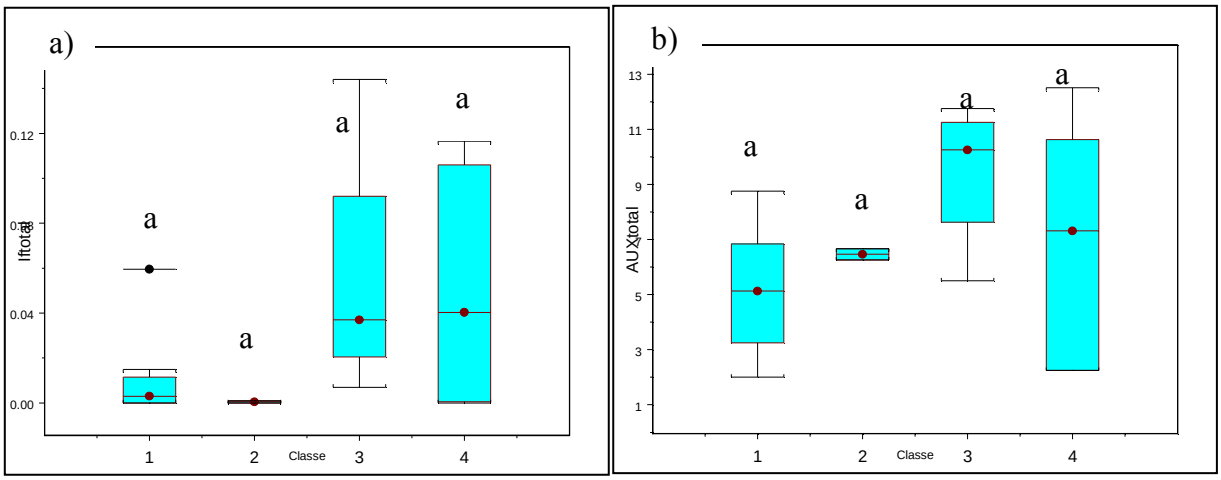


Figure 21 : Evaluation des variables suivant les critères d' « intégration ». Les individus ici représentés sont ceux ayant les sommes extrêmes.

Figure 22 : a) IFtotal en fonction des stratégies ; b) Effectif total des auxiliaires en fonction des stratégies. En lettre les résultats de la comparaison multiples par paires suivant la procédure de Dunn, Test bilatéral.



Nous pouvons également faire ressortir les dynamiques distinguant les stratégies de protection. Bien que la classification soit très en lien avec le mode de production, 90% des conventionnels sont répartis dans les groupes 1 et 2, et 87,5% des bios dans les groupes 3 et 4, il apparaît que les nuances entre les stratégies soit plus complexes que la simple comparaison « conventionnel-intégrée-raisonnée-bio ».

- Nous pouvons ainsi symboliser les axes de la manière suivante : l'axe F1 montre l'évolution d'une lutte chimique intensive (de nombreux traitements, très efficace et toxiques) et systématique à une lutte « intégrée », comme annoncé par l'OILB c'est à dire réfléchie et combinant des méthodes de lutte variées. Cet axe peut ainsi être symbolisé par un gradient d'intégration.
- l'axe F2 permet de distinguer ceux cherchant à « raisonner » leur lutte chimique en minimisant le nombre de traitement par des traitements curatifs, et ceux cherchant à substituer les intrants chimiques par des intrants biologiques, sans forcément les réduire. L'axe F2 symbolise alors la divergence entre la recherche d'efficience vers le bas et de substitution par des produits faiblement toxiques et préventifs vers le haut.

IV.2. Degré d' « intégration » des stratégies.

En reprenant les principes d'une « écologisation » des pratiques de protection (cf. figure 20), nous pouvons hiérarchiser les stratégies suivant leur degré d' « intégration », comme combinaison de méthodes, dans le but de minimiser le recours aux produits phytosanitaires et ainsi préserver la biodiversité :

- optimisation la lutte directe par une réduction du nombre de traitement, en vue de maximiser leur efficacité, et de minimiser leur impact environnemental,
- recours à des méthodes alternatives
- préparation de la culture « en amont » par des méthodes culturales.

Ainsi, à partir des mêmes variables, il est possible de représenter chaque stratégie sur un radar (cf. figure 21) où celle qui prend en compte le plus de paramètres recouvre le maximum de surface. En guise d'exemple nous avons choisi de représenter ici, le « meilleur » (appartenant à la Strat-3) et le « moins bon » (Strat-2), c'est-à-dire les deux extrêmes lorsque nous sommons les coefficients pour chacune des variables. Il est alors possible de hiérarchiser les stratégies à l'aide de cette même somme. Nous obtenons alors ce classement : Strat-3 (Σ=466,81) > Strat-4 (Σ=345,67) > Strat-1 (Σ=466,81) > Strat-2 (Σ=345,67).
Cette méthode permettrait en outre l'établissement de seuil.

V. Evaluation des stratégies

V.1. Infestation de pucerons

Nous pouvons maintenant analyser les efficacités de chacune des stratégies, tout d'abord suivant l'indice d'infestation, l'objectif de la protection étant de limiter les dégâts causés par tel bioagresseur.
Or, bien que la figure 22.a. nous montre un gradient d'infestation, cette différence entre les stratégies n'est malgré tout pas significative (p=0,157). Toutefois, nous pouvons conclure sur quelques tendances :

- Les stratégies 1 et 2 semblent les plus efficaces : une protection chimique même « raisonnée », car mobilisant moins de traitements, mais choisis pour leur efficacité, permet de contenir les foyers de pucerons.
- La stratégie 3 et 4 sont les moins efficaces : la combinaison de méthodes à effet partiels et/ou une lutte préventive ne suffit pas pour limiter les infestations de pucerons.

Par un test de corrélation, nous pouvons mettre en évidence les variables, parmi celles qui nous ont servi à l'identification des stratégies, qui sont corrélées à IF total (cf. Annexe 12, figure 22.a) : il en ressort que des applications préventives en pré-floraison (p=0,01) expliquent des degrés d'infestation élevés. A l'inverse, des produits efficaces (p=0,005) et toxiques (p=0,013) pour l'environnement assurent des niveaux d'infestation faible. Cependant, aucun résultat significatif n'apparaît concernant les méthodes alternatives, les méthodes culturales ou les règles de décision. Un autre constat peut-être fait lorsqu'on s'intéresse aux différentes espèces de pucerons. Un test de corrélation similaire au paragraphe précédent (cf. Annexe 12, figure 23), nous indique le lien entre les infestations de pucerons noirs et le recours à des méthodes

Figure 23 : Contribution des différentes espèces de pucerons dans la valeur de l'IFtotal.

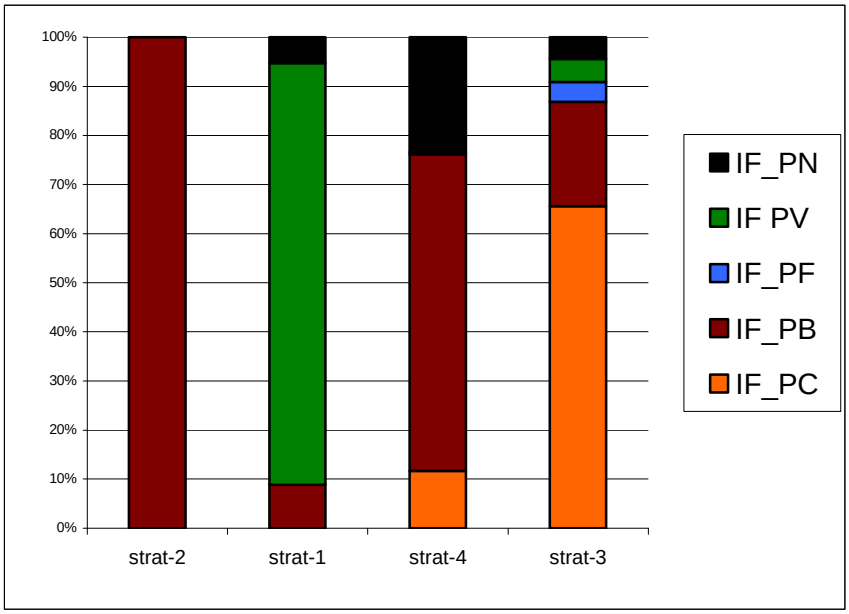
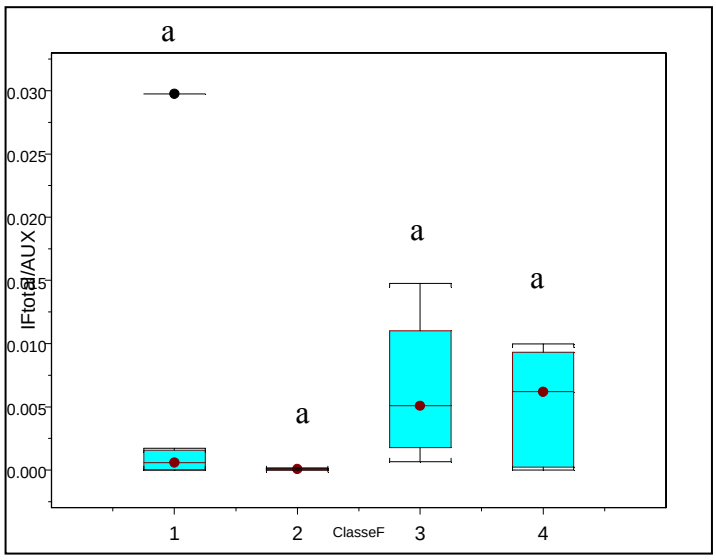


Figure 24 : Représentation en boîte à moustache de IFtotal/AUX en fonction des stratégies. Les lettres indiquent le résultat du test de Kruskal-Wallis (IFtotal/AUX ne suivant pas la normalité, test de Shapiro-Wilk)



Echantillon	Effectif	Somme des rangs	Moyenne des rangs	Groupes
var_seuil / 2	2	8,000	4,000	A
var_seuil / 1	8	74,500	9,313	A
var_seuil / 4	6	56,000	9,333	A
var_seuil / 3	4	71,500	17,875	B

Tableau 10 : Différences significatives entre les stratégies suivant leur valeur seuil.

alternatives d'une part (p=0,004) et des traitements nombreux d'autre part (p=0,004), alors que le puceron farineux, est lui corrélé avec les méthodes alternatives (p=0,03), notamment l'application de 2 argiles à l'automne (p< 0,0001). Nous pouvons en déduire une diversification des espèces en même temps qu'une « écologisation » de la protection. Une protection chimique aveugle ne sélectionne que les pucerons bruns, la lutte « contre » les pucerons verts est efficace mais ne réduit pas les populations de pucerons bruns. A l'opposé, une protection intégrée semble favoriser l'infestation du puceron cigarier et l'apparition de pucerons farineux, la part du puceron vert restant minoritaire.

En reprenant les conclusions précédentes (1er paragraphe), nous pouvons ajouter :

- Le recours à des méthodes préventives et diversifiées favorise les infestations de pucerons d'espèces diverses, cas des stratégies 1 et 4 ;
- Les stratégies 1 et 2, par l'usage de produits chimiques systématiques, efficaces, et curatifs permettent de réduire les degrés d'infestation, notamment vis-à-vis des espèces autres que le puceron brun et le puceron vert.

V.2. Populations d'auxiliaires

Les populations d'auxiliaires ne peuvent être interprétées significativement par les différentes stratégies. Néanmoins, le test de corrélation nous montre que l'emploi de méthodes alternatives ainsi que l'application de traitements préventifs faiblement toxiques, permettent de favoriser les ennemis naturels des pucerons. Parmi les méthodes alternatives, la suppression des rameaux pendant l'éclaircissage (p=0,035) permet d'éviter des traitements supplémentaires à une période où les ennemis naturels sont très largement présents dans les parcelles, d'où l'efficacité de cette méthode.

Concernant l'évaluation des stratégies identifiées, nous pouvons déduire de la figure 22.b une hiérarchisation similaire à celle des infestations, à savoir, des populations d'auxiliaires plus grandes suivant le gradient d'écologisation des protection : Strat-3 (AUX = 9,44) > Strat-4 (AUX = 7,04) > Strat-2 (AUX = 6,46). Seule la stratégie 1, qui traduit pourtant un raisonnement de sa protection chimique, présente des effectifs plus faibles que la stratégie 2. Ceci suggère l'effet néfaste de l'application de traitements en post-floraison alors que les ennemis naturels sont installés.
Donc si nous nous en tenons à l'analyse des indices d'infestations et des effectifs des ennemis naturels, en considérant le rapport IFtotal/AUX, alors le groupe dont la valeur est la plus proche de 0 sera le plus performant. Là encore la stratégie 2 reste la mieux placée (cf. figure 24). Si l'on admet le succès de cette dernière, nous pourrions conclure sur la stratégie à suivre vis-à-vis des pucerons dans les vergers de pêcher dans le Sud-est de la France.

Cette dernière remarque met l'accent sur l'importance de l'objectif initial avant tout choix stratégique. En effet, évaluer une efficacité seulement par rapport aux infestations implique la prise en compte du seuil de tolérance qu'ont les agriculteurs, chose difficilement quantifiable à partir des enquêtes. Nous disposons de var_seuil, liée indirectement à la tolérance car multiple de la valeur seuil que se fixe chaque producteur avant traitement. Une analyse des différences, par comparaison multiple (cf. tableau 10) témoigne de l'inégalité des seuils de tolérances (p=0,021) vis-à-vis des pucerons, la stratégie 3 étant a un seuil de tolérance significativement plus élevé. Il est donc cohérent d'avoir des niveaux d'infestations supérieurs, sans pour autant que la stratégie ne réponde aux objectifs de l'agriculteur.

L'essentiel

- ✓ Quatre groupes de stratégie de protection se distinguent suivant un gradient d' « écologisation » :
  1/ protection chimique « aveugle » avec une utilisation intensive et systématique de moyens de lutte chimique
  2/ protection chimique « raisonnée », avec une réduction des moyens chimiques
  3/ protection « alternative », par substitution des intrants chimiques par des intrants naturels
  4/ protection « intégrée » combinant un maximum de méthodes de lutte et réduisant les interventions
- ✓ La stratégie 2 est la plus efficace vis-à-vis des infestations de pucerons contrairement à la stratégie 3, largement infestée.
- ✓ La stratégie 3 est la plus respectueuse de la faune auxiliaire, suivie par la stratégie 4.
- ✓ Les stratégies 2 et 3 sont toutes les deux efficaces, tout dépend de l'objectif initial des producteurs.

Discussion

I. Pertinence des modèles de production pour la formalisation de stratégie de protection.

II. Critique sur le dispositif :

III. Vers une stratégie écologique et efficace

I. Pertinence des modèles de production pour la formalisation de stratégie de protection.

I.1 L'agriculture biologique : modèle de production écologique ?

La classification en quatre groupes présentés dans les résultats (cf. D.III.1.) peut être mise en relation avec les modes de production des producteurs. Le dendrogramme (cf. Annexe 11) nous permet de visualiser la distinction en deux sous-ensembles, d'un côté les producteurs bios, dans les groupes 3 et 4 qui se différencient rapidement des conventionnels, réunis dans les groupes 1 et 2. Ceci s'explique notamment par le nombre limité d'autres moyens que la lutte chimique dont disposent les producteurs bios. Ces derniers doivent faire face aux pressions pathogènes par l'utilisation de bio-pesticides et en combinant un ensemble de méthodes.
Mais peut-on assimiler l'agriculture biologique à une protection plus écologique ? Dans un sens oui, car les stratégies sont majoritairement basées sur la notion d'équilibre de l'agroécosystème, cherchant à minimiser les perturbations des interactions multi-trophiques. C'est en fonction de cet équilibre qu'ils définissent leurs stratégies : choix de produits faiblement toxiques, appliqués en dehors des périodes de sensibilité des auxiliaires et associés à des méthodes culturales et alternatives dans le but de favoriser la faune auxiliaire. « *Au bout de 4-5 ans, on ne met plus de roténone, c'est fini il y a un équilibre naturel qui se met en place* » (commentaire recueilli par ABPO3).
Des réserves doivent cependant être émises quant au nombre de traitements effectué. Même avec des produits naturels, ce nombre se révèle souvent supérieur à celui de producteurs conventionnels. C'est le cas pour la stratégie 4, avec l'application répétées d'engrais foliaires (jusque tous les 15 jours de avril jusque la récolte).

I.2 Quelle pertinence des cahiers des charges PFI ?

La présence de deux producteurs certifiés PFI dans notre échantillon (ACPO3 et ACPO2), nous permet une première comparaison. Malgré l'encadrement et le cahier des charges particulièrement exigeant en terme d'observation et de seuil de tolérance, nous constatons que les pratiques phytosanitaires se révèlent très semblables à celles de producteurs conventionnels. Ils se placent néanmoins dans la stratégie 1, qualifiée comme étant « raisonnée ». Toubon (1999) évoque des réticences socioculturelles, idéologiques, et techniques pouvant perturber le comportement rationnel des producteurs et comme frein à l'adoption des méthodes de protection intégrée. De même, Boutin (2001), constate, dans son analyse de la gestion des interventions phytosanitaires en vergers de pommiers en PFI, que malgré un fort encadrement technique, les observations phytosanitaires et les décisions d'intervention « à la parcelle » sont encore loin d'être généralisées. Tout ceci met en évidence les limites de la protection intégrée dans son application.
Nous avons également constaté que pour un des producteurs enquêtés en PFI, la démarche n'a pas été volontaire mais réalisée sous la contrainte de l'OP « *on nous a fait aller vers ça* ». Ceci montre la difficulté que peuvent avoir certains producteurs dans l'appropriation du concept de protection intégrée.
En revanche, cette stratégie se révèle être particulièrement efficace dans la maîtrise des pucerons.
Il aurait été intéressant d'avoir une meilleure représentativité du mode de production intégré. Mais ces deux cas prouvent néanmoins la limite de la classification habituelle, compte tenu des variantes d'interprétation de la PFI.

I.3 L'apport des modèles théoriques dans la caractérisation des stratégies.

L'analyse des stratégies réalisées, peut-être confrontée à la littérature relative aux modèles théoriques. En particulier, pouvons-nous identifier des étapes ou des termes de transition entre les groupes définis ? Nous observons des gradients évolutifs et des tendances en accord avec les descripteurs des différents modèles théoriques exposé précédemment :

- la stratégie 2 se caractérise par l'usage de moyens « thérapeutiques » (Lewis, 1997), à partir de pesticides à large spectre. Ceci correspond à la première étape du modèle de Hill (« conventional », cf. figure 5) ou de Altner (1977), (cf. figure 4), également dénommé lutte chimique aveugle ou conseillée.

- la stratégie 1 tend vers une meilleure efficience des intrants. C'est une transition vers la protection intégrée selon Hill (étape 2 et 3), mais les traitements sont appliqués en curatif, ce qui est en contradiction avec le schéma de Deguine & Ferron (2004), qui privilégient le péventif (cf. figure 4).
- la stratégie 4 est un exemple de substitution par des méthodes alternatives et l'usage de bio-pesticides. On se trouve alors dans le cas d'une protection biointensive (BPM : Biointensive Pest Management).
- enfin la stratégie 3 tend vers la "Reconception" tel que la décrit le modèle ESR (cf. figure 5) avec une gestion globale de l'agroécosystème par la combinaison de méthodes alternatives et culturales pour maîtriser l'ensemble des bioagresseurs.

En définitive, nous retrouvons particulièrement les étapes décrites par Hill, à la différence que les stratégies 1 et 4 semble opposé et non en continuité. Je les qualifierais toutes les deux à mi-route et à équidistance, vers la reconception.
D'autre part, cette classification est en accord avec les distinctions faites vis-à-vis du positionnement des méthodes dans le temps. Les stratégies 1 et 4 se distinguant principalement par des traitements respectivement curatifs et préventifs. Les modèles de la protection intégrée, de Lewis (1997) et de Wyss (2005) placent chacun le recours à des mesures préventives comme prioritaire, ce qui favorise la strat-4 vers un plus fort degré d'écologisation.

II. Critique sur le dispositif :

II.1 Exploitation et valorisation des enquêtes et des calendriers :

Les enquêtes ouvertes nous ont permis d'accéder aux conceptions des agriculteurs pour comprendre leurs pratiques. Cependant, la conduite et l'interprétation approfondie des discours et des dialogues, nécessitent des compétences spécifiques en sciences sociales. Agronome de formation, je pense ne pas avoir suffisamment exploité cette source d'information considérable que sont les enquêtes. Il existe une véritable méthodologie d'entretien permettant de favoriser et d'encourager l'expression des conceptions de l'interlocuteur, autrement dit sa façon de voir les choses. Bien qu'ayant retranscrit la totalité des enquêtes, l'interprétation des dialogues par une grille d'analyse objective ne s'est pas fait sans perte d'information. Ainsi, des analyses complémentaires, à partir de ces mêmes enquêtes, plus axées sur la « science des conduites » (Jollivet, 2004) pourrait être envisagées afin de dégager au mieux les logiques des agriculteurs.
Ensuite, le recueil des calendriers ne se fait pas sans difficulté, surtout en pleine campagne alors que de nombreux travaux sont en cours. Le manque de crédibilité des stagiaires mais surtout le fait que la protection phytosanitaire reste un sujet sensible, en sont sans doute les raisons principales. En effet, les polémiques actuelles contraignent les agriculteurs à remettre en cause leurs pratiques phytosanitaires. Ils sont les premiers à subir les mesures réglementaires toujours plus strictes, qui peuvent expliquer leur réticence.
En outre, dans la majorité des cas, nous n'avons pu récolter que les calendriers parcellaires et non ceux de l'ensemble de l'exploitation. Ceci a limité notre étude et ne nous a pas permis une réelle analyse des dimensions spatiales de leurs pratiques. Tous les traitements se font-ils sur l'ensemble de l'exploitation ? Les traitements ciblés se font ils en fonction des variétés, à la parcelle ? De même, il aurait été intéressant de recueillir les calendriers sur plusieurs années pour suivre l'évolution des traitements particulièrement vis-à-vis des pucerons.

II.2 Distance entre ce qui est dit et ce qui est fait ou écrit.

L'association d'entretiens compréhensifs et d'analyse des calendriers permet dans un premier temps de voire comment se traduisent dans la pratique les stratégies qu'énoncent les producteurs. Elle a également permis la production de clés d'interprétation des données.
Cependant, nous avons également montré le décalage entre les calendriers et les enquêtes. Le recueil et la confrontation des deux types de ces deux types de données permettent-elles de mieux caractériser des stratégies ? Dans notre cas, nous avons choisi de considérer l'ensemble des données et ainsi valoriser la complémentarité des informations.

Les données recueillies par voie d'enquête auprès de producteurs donnent une première image des stratégies de protection mises en œuvre : importance accordée aux pucerons, choix de l'application de tel ou tel produit selon un ordre logique et chronologique, satisfaction et ouverture vers les éventuelles stratégies futures. Ces enquêtes représentent davantage un résumé formel de leurs pratiques, fruit de leur expérience et de leur connaissance. La confrontation avec des calendriers qui s'avèrent être des exemples d'application pour une année précise avec une pression pathogène définie, permet-elle de compléter les enquêtes ?
En complément, il pourrait être envisagé d'approfondir l'analyse des discours par une confrontation *in situ* avec les calendriers, c'est-à-dire à partir des commentaires des producteurs justifiant tel ou tel choix stratégique.
Enfin, l'hétérogénéité de la forme et du contenu des calendriers relève la question de la traçabilité et de l'exigence des organismes certificateurs pour la précision des informations (niveau d'observation, seuil de tolérance, conditions climatiques etc. en vue de valider leur choix).

II.3 Le Bio perturbateur dans les variables.

Les pratiques et les produits utilisés sont très différents entre les producteurs conventionnels et les producteurs bios. En effet, alors que la lutte en conventionnel se limite à quelques produits facilement identifiables, les producteurs bios utilisent des substituts divers et variées dont l'efficacité, la toxicité et les cibles principales sont difficiles à déterminer. Nous pouvons citer l'exemple des engrais foliaires, initialement utilisés en compléments nutritionnels mais également pour favoriser les défenses naturelles de la plante. De même les effets des décoctions de plantes sur le verger ne sont pas toujours testés expérimentalement.
Il a donc été particulièrement délicat de trouver des variables synthétiques qui puissent caractériser les deux modes de production de manière identique.

II.4 Les pucerons sont-ils de bons indicateurs des stratégies ?

Les pucerons restent des ravageurs clés dans la protection en verger de pêcher. Ceci s'explique notamment par les nombreuses impasses que subit la lutte chimique et un nombre limité de méthodes alternatives. A cela s'ajoute les complications engendrées par le virus de la sharka. Dans ce contexte, il est délicat de préconiser des seuils de tolérance alors que ceux-ci étaient auparavant largement respectés (Gallia, *com. pers.*). Toutefois, les pucerons restent un objet d'étude intéressant, de par la diversité des espèces, leurs cycles de vie particuliers, l'existence de nombreux auxiliaires et l'interaction sensible bilatérale puceron-pêcher. En effet, le puceron réagit rapidement à la conduite de l'arbre, comme le montre Grechi (soumis à la publication), avec l'intensité de taille ou la teneur en azote et carbone des feuilles. Ces derniers aspects, montre l'intérêt pour l'étude dynamique de systèmes de protection associant différentes méthodes de lutte contre les ennemis du verger.
Cependant, une question est restée prédominante tout au long de mon stage. Quel doit être la cible d'une stratégie ? A quel niveau doit-on se placer ? Au niveau du cortège des bioagresseurs, du cortège des pucerons ou au niveau d'un puceron en particulier
En outre, la démarche mise en oeuvre, ainsi que l'appui sur des indices définis et des outils de caractérisation peuvent être appliqués à d'autres espèces de ravageurs, dont la tordeuse orientale qui présente une lutte par confusion sexuelle.

II.5 Effet de la vigueur.

Notre évaluation de l'effet de la vigueur n'a pas été concluante. En effet, trop d'autres facteurs entrant en jeux, il nous a été difficile d'interpréter la variabilité entre les exploitations et de le mettre en lien avec les indices d'infestations. Cependant, l'hypothèse de la vigueur reste d'actualité et un protocole expérimental sans intervention phytosanitaire et avec un témoin serait envisageable.

III. Vers une stratégie écologique et efficace

III.1 Incompatibilité entre stratégie écologique et efficacité : critique de l'évaluation :

En évaluant l'efficacité des stratégies par l'indice d'infestation de pucerons, les stratégies écologiques se révèlent inefficaces.
En revanche, une estimation de la faune auxiliaire met en évidence ses effets positifs sur l'environnement. Quelle est donc la stratégie la plus efficace, si les critères ne sont pas les mêmes ? Et en existe t'il une ? Nous sommes amenés à relativiser cette évaluation, car celle-ci devrait être réalisée en fonction des objectifs du producteur. Il aurait été intéressant d'appréhender ces objectifs au préalable, lors des enquêtes. Il pourrait être envisagé de mettre en lien les stratégies phytosanitaires avec les performances agronomiques, mais qu'en est-il des objectifs de protection, et comment les quantifier ? A l'aide de seuils de tolérance, ou bien de pratiques et de règles telles qu'exprimées par le producteurs ?
Toutefois, si l'on se place sur des critères environnementaux, la stratégie 3, réalise une nette diminution des intrants par l'adoption de combinaison de méthodes de lutte. Nous retrouvons ce constat dans un grand nombre de littérature et sur tout type de culture. Nous pouvons citer Gran-Aymerich (2006) qui dans le cadre de son étude sur les stratégies de protection des cultures économes en produits phytosanitaires fait ce même constat.

III.2 Stratégie écologique et efficace : une utopie ?

Dans l'état actuel des choses, les méthodes autres que chimique, permettant de maintenir un équilibre au sein de l'écosystème, sont encore très limitées. Cependant, il ne faut pas négliger les avancées réalisées dans le cadre de recherches agronomique. La sélection variétale a dernièrement abouti à la sélection de deux cultivars résistants à *Myzus persicae* (Sauge, 1998, 2002 ; Monet et al. 1998). La durabilité de ces résistances est discutée (Sauge, 1998), mais les progrès récents dans ce domaine sont encourageants, et serait un outil écologique incontestable. D'autre part, la recherche sur l'efficacité de produits naturels comme l'argile kaolinite (Puterka et al., 2000 ; Wyss & Daniel, 2004 ; Glenn et Puterka, 2005 ; Karagounis, 2006), les savons insecticides, les huiles minérales (Kourdoumbalos et al., 2005) et les extraits de plantes comme le Neem (Sauphanor, 1993 ; Isman MB., 2006) sont également prometteurs. Enfin, il ne faut pas négliger les progrès sur l'aménagement de haies, l'optimisation de l'enherbement semé pour favoriser tels espèces d'auxiliaires, etc.
Les perspectives de recherche sont nombreuses pour une gestion écologique des bioagresseurs, notamment celles à l'échelle du paysage (Zehnder, 2007).
Reste la question de la mise en pratique de ces méthodes, comment les combiner, pour un résultat optimal ?
La valorisation de ces recherches doit passer par un accompagnement des producteurs, d'où l'importance des techniciens et des préconisations. La stratégie reste, en pratique un art !

Conclusion

Cette étude nous permet d'évaluer l'importance des pucerons en verger de pêcher, et d'identifier les moyens de gestion de leurs populations. A partir de cette identification, nous avons pu mettre en évidence quatre groupes de stratégies. Nous constatons un gradient d'écologisation, passant d'une protection chimique intensive et systématique (strat-2), à une protection plus raisonnée (strat-1), puis à une protection alternative (strat-4), et enfin une protection intégrée (strat-3). Cette classification s'appuie sur l'ensemble des méthodes utilisées ainsi que sur les règles de décision qui gouvernent l'action. L'évaluation de ces stratégies montre une meilleure efficacité des stratégies chimiques (stratégies 1 et 2) quant aux degrés d'infestation de pucerons. En revanche, les deux autres stratégies (3 et 4) sont plus respectueuses de l'environnement par le maintien de populations d'auxiliaires. Ces stratégies écologiques étant caractérisées par une meilleure prise en compte de l'agroécosystème et du maintien de son équilibre naturel, les taux d'infestations sont aussi logiquement plus importants.

La question de la compatibilité entre une stratégie à la fois écologique et efficace est alors posée. Les orientations de recherche en cours, dont le projet Ecco des vergers peuvent y contribuer.

La complémentarité des sources de données a permis de réunir une grande quantité d'informations sous différentes formes. Ces informations pourront être exploitées et valorisées dans la suite de ce projet. Il serait, de plus intéressant de renforcer l'analyse sur la prise en compte des dimensions spatio-temporelles dans les stratégies de protection des vergers. De même, le concept de cortège de bio-agresseurs pourrait davantage être précisé en élargissant l'étude sur plusieurs ravageurs.

Références Bibliographiques

ACTA, 1979. Contrôle périodique en verger –pêcher. Edité par ACTA à Paris.

ACTA, 2005. Index Phytosanitaire ACTA. Association de coordination technique agricole Edition. 820 pp.

ACTA, 2007. Index Phytosanitaire ACTA. Association de coordination technique agricole Edition, 8-10

Altner G., Baggiolini M. Celli G, Schneider F. and H. Steiner, 1977. La protection intégrée, une technique d'appoint, conduisant à la production intégrée. *IOBC wprs Bull./Bull. OILB srop*, **4**, 118-129.

Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I., Voltz M. (éditeurs), 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. *Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA-Cemagref (France).*

Bellon S., Codron JM., Habib R., de Sinte Marie C., Sauphanor B ., Sterns J., 2000. La production fruitière intégrée en Italie : regards critiques sur une conversion réussie. Rapport de mission du 8 au 12 oct. 2000., 33 p.

Bertschinger L., Gysi C., Haseli A., Neuweiler R., Pfammatter W., Ryser J-P., Schmid A., Weibel F., 2003. Données de base pour la fumure en arboriculture fruitière, FAW Fascicule, **15**, ACW-Wädenswil, 48 p.

Blanchet A., Gotman A., 1993. L'enquêtes et ses méthodes : l'entretien. Paris, Nathan université. 125pp.

Boller E.F., Avilla J., Gendrier J.P., Jörg E., Malavolta C., 1998. Integrated Production in Europe : 20 years after the declaration of Ovronnaz, *IOBC wprs Bull./Bull. OILB srop*, **21** (1), 8-12.

Bori MV. & Marengo G., 1992. Piretro e quassio i più efficaci contro l'afide lanigero, *Bioagricultura*, **18**, scheda XXII.

Boutin, 2001. Analyse de la gestion des interventions phytosanitaires et de leurs effets non-intentionnels, en vergers de pommiers, sur les parcelles du réseau de production fruitière intégrée de la région PACA. Mémoire de fin d'étude DAA PPE, soutenue le 27 septembre 2001, 39 pp.

Bürgel K., Daniel C., Wyss E., 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action, *Jour. Eco. Entomol.*, **129** (6), 311-314.

Centres d'Economie Rurale, ONIFLHOR, BRM, 1996-2000 : Etude comparative des coûts de production de pêche (verger et station)

Centro Servizi Ortofrutticoli, 1999. La peschicoltura nell'Unione Europea, comprazione economica tra i principali sistema produttivi.

Chen X., 1997. Efficacité de *Harmonia axyridis* (Coleoptera : coccinellidae) comme agent de lutte biologique contre *Myzus persicae* (Homoptera : aphididae), thèse présentée à l'université d'Avignon et des pays de Vaucluse, soutenue le 23 janvier 1997. Académie d'Aix-Marseille.

Cocu N., Harrington R., Rounsevell M.D.A., Worner S.P., Hullé M., and the EXAMINE project participants, 2005. Geographical location, climate and land use influences on the phenology and numbers of the aphid, *Myzus persicae*, in Europe, *J. Biogeogr.,* **32**, 615-632.

Corroyer N., Poly F., 1994. essai de lutte contre *Myzus persicae* en verger de pêcher par un lâcher de coccinelles, *Harmonia axyridis*, *GRAB-rapport final 1994*, 99-103

CTIFL, 2001. Protection intégrée des fruits à noyau, Editions CTIFL, Paris, 271pp.

CTIFL, 2003. Le pêcher, Editions CTIFL, Paris, 281pp.

Darré J.P., Mathieu A., Lasseur J., 2004. Le sens des pratiques – Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes. INRA Edition, 320pp.

Deguine JP., Ferron P., 2004. Protection des cultures et développement durable, bilan et perspecitves, *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, **52**, 57-65.

Dejoux JF., 1994. Test de l'efficacité d'une préparation à base de Neem sur le puceron lanigère (Eriosoma lanigerum), *GRAB-Rapport Final 1994*, 84-88.

Devonshire AL, Moores GD, 1982. A carboxylesterase with broad substrate specificity causes organophosphorus, carbamate and pyrethroids resistance in peach-potato aphid (*Myzus persicae*). *Petic. Biochem. Phys.* **18**, 235-246.

Evequoz C., Bertschinger L., 2001. Development of an interpretation scale for N-tester or SPAD-values from apple leaves (*Malus domestica* Borkh.) cv Golden Delicious in Switzerland, Int. Symp. Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants Meran Sept. 11-15, 2001. *Book of Abstracts*. ISHS, Brussels, 92.

FAO, 1967. Report of the first session of the FAO panel of experts on integrated pest control. Rome, September 18-22 1967. Meet Rep PL/1967/M/7; 19 pp.

Ferron P., 1999. Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application, *Cahiers Agricultures*, **8**, 389-396.

Ferron P., Deguine J.P., 2005. Crop Protection, biological control, habitat management and integrated farming. A review., *Agron. Sustain. Dev.*, **25**, 17-24.

Frazer BD., 1988. Coccinellidae. In Aphids – Their Biology, Natural Enemies and Control, ed. AK Minks, P Harrewijn, Vol. B, pp. 231-247. New-York; Amsterdam:Elsivier. 364 pp.

Foster SP, Denholm I, Thompson R, 2003. Variation in response to neonicotinoid insecticides in peach-potato aphids, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Pest. Manag. Sci.*, **59**, 166-173.

Glenn DM., Puterka G., Venderzwet T., Byers RE., Feldhake C., 1999. Hydrophobic particle films : a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Jour. Eco. Entomol.*, **92**, 759-771.

Glenn DM., Puterka G., 2005. Particle films : a technology for agriculture. *Hort. Rev.*, **31**, 1-44.

GRAB/SERFEL, 1997. Essai Puceron vert (*Myzus persicae*) sur pêcher, *GRAB-Rapport Final 97*, 46-49

Gran-Aymerich, 2006. Stratégie de protection des cultures economes en produits phytosanitaires, incidences pour l'agriculteur et l'environnement. Mémoire de fin d'études 2005/2006.

Grechi I., Sauphanor B., Hilgert N., Sanoussi R., Sauge MH., Chapelet A., Lacroze JP., LEscourret F., en cours de publication. Effect of winter pruning on the peach-*Myzus persicae* interaction.

Harrington R., Bale JS., Tatchell GM., 1995. Aphids in a changing climate. *Insects in a changing environment*. R. Harrington and N.E. Stork Edition. Academic Press, London, 125-155.

Hill SB., Vincent C.? Chouinard G., 1999. Evolving ecosystems approaches to fruit insect pest management, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **73**, 107-110.

Hullé M., Turperau E., Leclant F., Rahn MJ., 1998. Les pucerons des arbres fruitiers. Cycles biologiques et activité de vol. ACTA-INRA Editions, 80pp.

Isman, M.B., 2006. The role of botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol.*, **51**, 45-66.

Jollivet M., 2004. « In » Darré JP., Mathieu A., Lasseur J., 2004. Le sens des pratiques, conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes. INRA Editions, 320 pp., 3-7.

Karagounis C., Kourdoumbalos A.K., Margaritopoulos, Nanos G.D., Tsitsipis J.A., 2005. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) in peach orchards, *J. Appl. Entomol.*, **130(3)**, 150-154.

Kervella J., Pascal T., Pfeiffer F., Dirlewinger E., 1998. Breeding for multiresistance in peach tree. *Acta Horticulturae*, **465**, 277-284.

Kourdoumbalos A.K., Margaritopoulos J.T., Nanos G.D., Tsitsipis J.A., 2005. Alternative aphid control methods for peach production, *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, **14**, 181-189.

Kunze L., Krczal H., 1971. Transmission of sharka virus by aphids, *Proceedings of the 8th European Symposium on Fruit Tree Virus Diseases*. INRA, Paris, France, 255-260.

Leclant F., Remaudière G., 1970. Eléments pour la prise en considération des aphides dans la lutte intégrée en vergers de pêchers, *Entomophaga* **15**, pp. 55-81.

Leclant F., 1973. Aspect sérologique de la transmission de la sharka (plum pox) dans le Sud-est de la France. Mise en évidence de nouvelles espèces d'aphides. *Acta Horticulturae*, **309**, 183-190.

Lewis W.J., Ven Lenteren J.C., Sharad C. Phatak, Tumlinson J.H., 1997. A total system approach to sustainable pest management. *Proc. Natl. Acad. SCi. USA*, **94**, 12243-12248.

Liang G., Liu TX., 2002. Repellency of a kaolin particle film, Surround and a mineral oil, sunspray oil, to silverleaf whitefly (Homoptera :Alvrodidae) on melon in the laboratory. *Jour. Eco. Entomol.*, **95**, 317-324.

Llàcer G., Cambra M., Lavina A., 1985. Detection of plum pox virus in Spain. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, **15**, 155-158.

Malavolta C., Cross JV, Carvedi P., Jörg E., 2003. Guidelines for integrated production of stone fruits-IOBC Technical Guideline III, 2nd edition. *IOBC wprs Bull./Bull. OILB srop,* **26** (7), 10 pp.

Martinez-torres D, Devonshire AL, Williamson MS, 1997. Molecular studies of knockdown resistance to pyrethroids : cloning of domain II sodium channel gene sequences from insects. *Pestic. SCi.,* **51**, 265-270.

Massonié G., Maison P., 1976. Variations obtenues dans la transmission d'isolats de sharka par *Myzus persicae* Sulz. *Revue Agricole et Pathologie Végétale*, **75**, 31-35.

Mazzoni E., Cervato P., Cravedi P., 1999. Present status of insecticide resistance in *Myzus persicae* in northern Italy peach orchard. *IOBC/wprs Bull.*, **22** (11).

Monet R., Guye A., Massonié G., 1998. Breeding for resistance to green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer, in the peach. *Acta Horticulturae*, **465**, 171-174.

Moores GD., Devine GJ., Devonshire AL., 1994. Insecticide-insensitive acetylcholinesterase can enhance esterase-based resistance in *Myzus persicae* and Myzus nicotinae. *Pestic. Biochem. Physiol.* **49**, 114-120.

Nesme T., Plenet D., Hucbourg B., Fandos G., Lauri PE., 2005. A set of vegetative morphological variables to objectively estimate apple (*Malus x domestica*) tree orchard vigour, *Scientia Horticularae*, **106**, 76-90.

OEPP/EPPO, 1983. Data sheets on quarantaine organisms No 96, Plum pox potyvirus. *Bulletin OEPP/EOPP Bulletin*, **13** (1).

OILB/SROP. 1973. Statuts. Bulletin OILB-SROP. Publié par l'Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée contre les Animaux et les Plantes Nuisibles, *section Regionale Ouest Paléarctique* (OILB/SROP), **1**, 25 pp.

Puterka G., Glenn DM., Sekutowski DG, Unruh TR., Jones SK., 2000. Progress toward liquid fomulations of particle films for insect and disease control in pear. *Environ. Entomol.,* **29**, 329-339.

Porro D., Dorigatti D. Stefanini M., Ceschini A., 2001. Use of SPAD meter in diagnosis of nutritional status in apple and grapevie. Proc. IV IS on Mineral Nutrition in Fruit. Eds. D. And G. Nielsen, B. Fallahi and F. Peryea. *Acta Horticulturae*, **564**, 243-252

Reboulet J.N., 1999. Les auxiliaires entomophages. Edition ACTA, 136pp

Remaudière, G. & Leclant, F., 1970. Le complexe des ennemis naturels des Aphides du pêcher, *Entomophaga* **15** (3), (sous presse).

Romet L., 2004. Stratégie de perturbation du cycle du puceron cendré à l'automne. In : GRAB Groupe de Recherche en Agriculture Biologique, Avignon. Rapport d'expérimentation 2004, A04PACA01.

Sauge MH., Kervella J., Pascal T., 1998. Settling behaviour and reproductive potential of the green peach aphid *Myzus persicae* on peach varieties and a related wild *Prunus*, *Ent. Exp. et App.*, **89**, 233-242.

Sauge MH., Lacroze JP., Poëssel JL., Pascal T., Kervella J., 2001. Induced resistance by *Myzus persicae* in the peach cultivar 'Rubira', *Ent. Exp. et Appl.*, **102**, 29-37.

Sauphanor B., C. Lenfent, X. Chen, O. Elsenhower. 1993. The possibility of utilization and side effects of an extract of Neem (Azadirachta ndicata) in peach orchard. (In French). IOBC/WPRS Bulletin,**16** (4).

Toubon, 1999. Les freins à l'adoption des méthodes de protection intégrée dans les vergers de la région d'Avignon. ANPP-5ème Conférence International sur les ravageurs en agriculture, 319-327.

Venzon M., Rosado, M., Pallini A., Fialho A., Pareira C., 2007. Lethal and sublethal toxicity of neem on green peach aphid and on its predator *Eriopis connexa*. *Pesq. agropec. bras.* ,42 (5), 627-631.

Wyss E., 1998. Effets des bandes enherbées sur les pucerons et prédateurs aphidiphages en vergers de pommiers, *Journées Techniques arboriculture – GRAB.*

Wyss E., Daniel C., 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrine treatments on the spring population of Dysaphis plantaginea in apple orchard, *Journ Appl. Entomol.*, **128**, 147-149.

Wyss E., Luka H., Pfiffner L., Schlatter C., Uehlinger G., Daniel C., 2005. Approaches to pest management in organic agriculture : a case study in European apple orchards, *Organic Research* (May), 33-36.

Zawadzka B. 2006. Aphids-vectors of plum pox virus (sharka), *Ochrona Roslin 51* **8**, 32-34.

Zehnder G., Gurr G.M., Kühne S., Wade MR., Wratten S.D., Wyss E., 2007. Arthropod Pest Management in Organic Crops, *Annu. Rev. Entomol.*, **80**, 52-57.

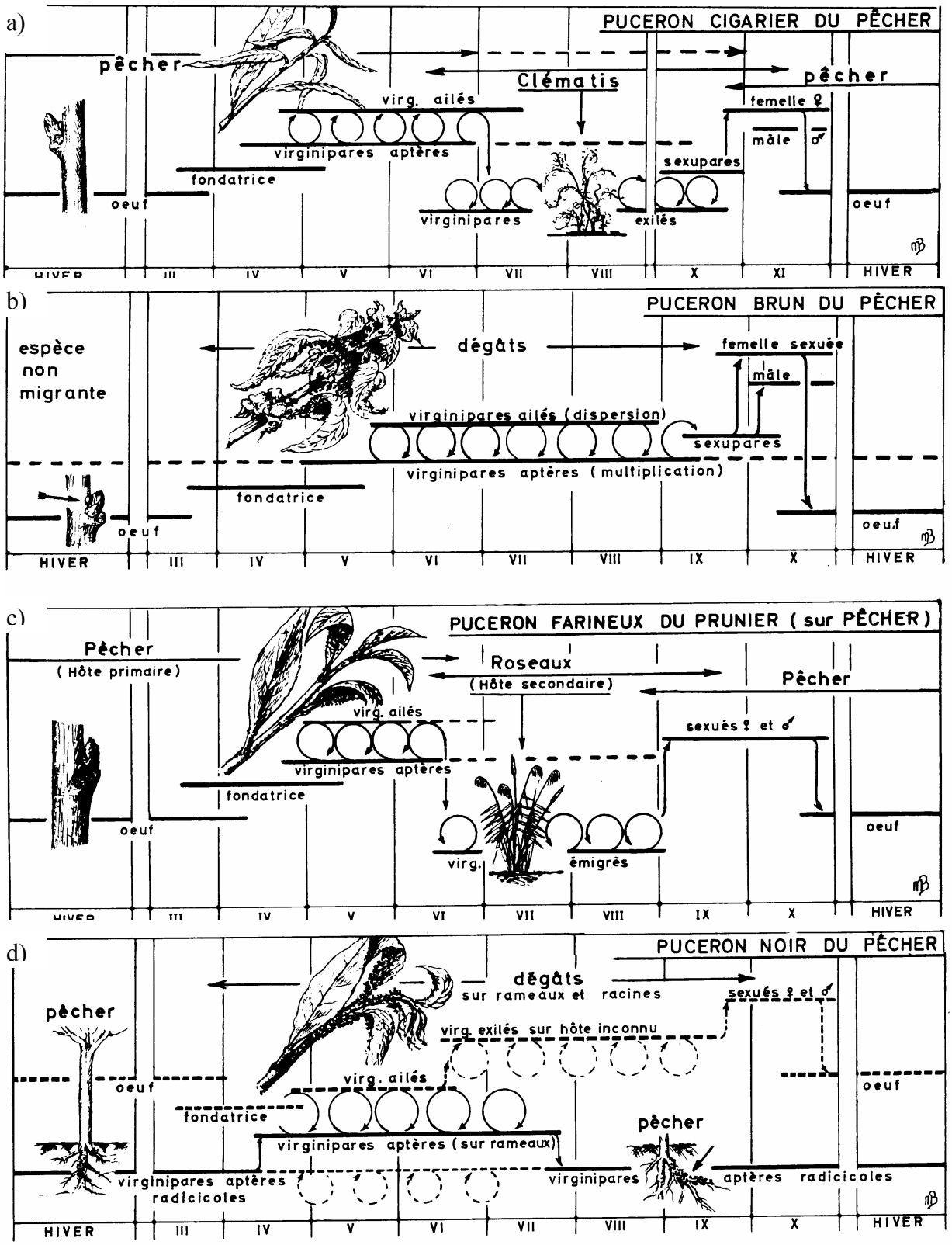
Références internet

Agreste, 2007. Agreste Infos rapides – Fruits, **4**, Août 2007. Disponible sur Internet : http://www.agreste.agriculture.gouv.fr (dans la rubrique conjoncture).

IOBC wprs, 2005. Working Group « Pesticides and Beneficial Organisms » & Commission « IP Guidelines and Endorsement ». Commission 05.12.2005 : http://www.iobc.ch/2005/IOBC_Pesticide%20Database_Toolbox.pdf (consulté le 12/08/2007).

Annexes

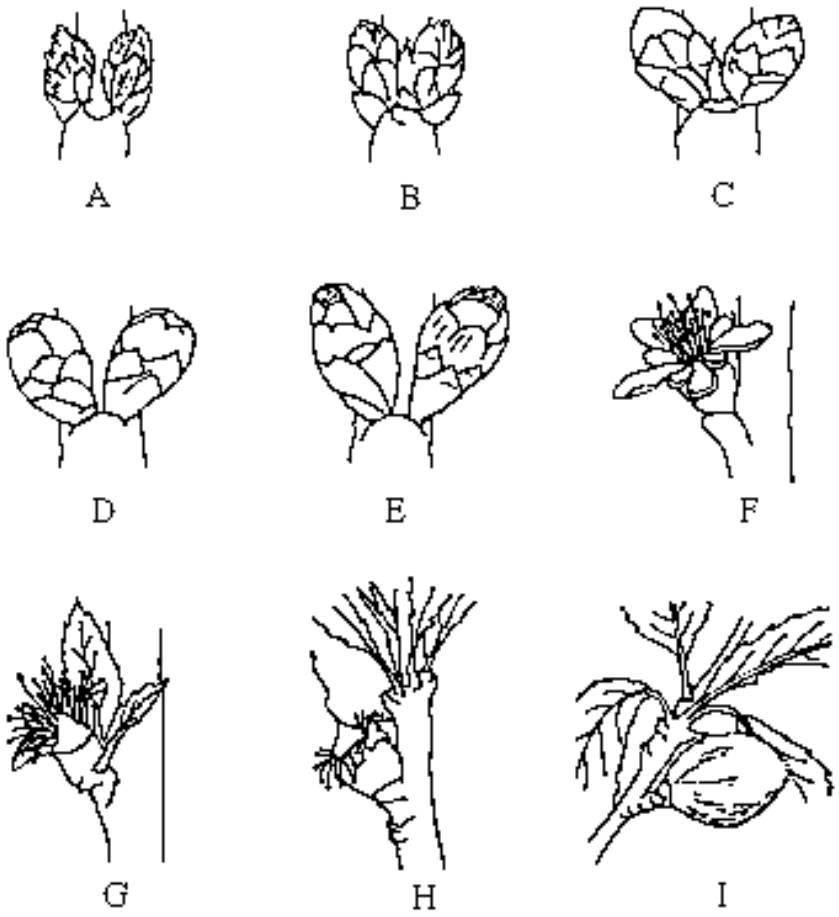
Annexe 1 : Cycle de vie des espèces principales de pucerons, autre que le puceron vert en verger de pêcher : a) le puceron cigarier (*M. varians*) ; b) le puceron brun (*B. schwartzii*) ; c) le puceron farineux (*H. amygdalii*) : d) le puceron noir (*B. persicae*) (ACTA, 1979)



Annexe 2 : Guide d'entretiens des producteurs

Objectifs	Questions
(1) Généralités, Description de l'exploitation	
surfaces et cultures respectives (part du pêcher)	
main d'œuvre (responsable phyto)	
historique	
appuis techniques	
commercialisation/ cahier des charges/ exigence qlt	
(sharka !)	
(2) Protection Phyto	
hiérarchiser les maladies et ravageurs	*Quels sont les problèmes (maladies et insectes) que vous rencontrez dans vos vergers?*
Variabilité spatiale et temporelles (intra et inter annuelle)	*Partout et tous les ans ?*
Observations (indicateurs, piégeage, seuil d'inter°, aux) : fqc, qui, où, comment	*Comment faites vous pour vous assurer de la présence des bioagresseurs ?*
stratégie de lutte (hierarchisation, guide ?) et raisonnement des interventions (climat, variétés, par bloc)	*Cf : calendrier phyto sur 3 ans*
Méthodes prophylactiques, anticipation (fond de cueille)	*Existe-t'il d'autres méthodes que les produits phyto ?*
(3) Pucerons	
Intensité, perte rendement, niveau de tolérance	*Quels sont les dégâts occasionnés par le puceron vert ?*
Présence, variabilité spatiale et temporelle	*Et comment faites vous pour maîtriser les pucerons ?*
Efficacité (résistance, autres pucerons), cas particuliers (rattrapage, lessivage, renouvellement)	*Etes-vous satisfait ? Est-ce fiable à tous les coups ?*
(5)Pratiques phyto	
Dose, où, qd, préparation de la bouillie	*Pouvez-vous m'en dire plus sur vos conditions d'application ?*
Type de pulvé, volume, durée, hauteur de ttm	*De quel équipement disposez-vous pour vos traitements ?*
Adaptation aux conditions climatiques, parcelle, var,	*Adaptez-vous vos traitements ?*
(4) Itinéraire Technique	
Ferti, Irrigation : système, qtt, gestion ? **Objectif qtt**	*Comment faites vous pousser vos arbres ?*
Entretien des sols, enherbement	*Avez-vous remarqué d'autres facteurs pouvant inlfuencer les populations de pucerons?*
taille en vert	
variété, vigueur, densité	
Environnement, hôtes II, parcelles alentours	*Et à l'échelle de l'exploitation, de la région ?*

Annexe 3 : Stades phénologiques du pêcher



A : **Bourgeon d'hiver.** Caractérise l'état de repos de l'arbre. Bourgeon brunâtre, velu et aigu.

B : **Bourgeon gonflé.** Le bourgeon commence à s'arrondir, les écailles s'écartent et apparaissent blanchâtres à la base.

C : **On voit le calice.** Le bourgeon gonfle, s'allonge et présente une pointe blanchâtre constituée par les sépales du calice.

D : **On voit la corolle.** Les sépales s'ouvrent et laissent voir la corolle rose au sommet du bourgeon.

E : **On voit les étamines.** Le bouton rose s'ouvre partiellement; les étamines apparaissent.

F : **Fleur ouverte.** Les pétales sont complètement étalés; c'est la pleine floraison.

G : **Chute des pétales.** Les pétales tombent, les étamines s'enroulent; la fécondation a eu lieu.

H : **Fruit noué.** L'ovaire grossit et le fruit noué apparaît, repoussant vers le haut la collerette desséchée du calice.

I : **Jeune fruit.** Libéré de la collerette du calice, le jeune fruit, très velu grossit rapidement.

Annexe 4 : Résultats de l'enquête des techniciens pour l'évaluation de l'efficacité des insecticides vis-à-vis des pucerons. Notes comprises entre 1 et 5, communément évalué par rapport à *M. persicae*.

Produits commerciaux	Matière active	Familles	Conditions d'application	MOY
INSEGAR	Fénoxycarbe	carbamates		0,00
METHOMEX	Méthomyl	carbamates		0,83
LANNATE 20 L	Méthomyl	carbamates		0,83
CONFIDOR	Imidaclopride	Chloronicotiniles		4,70
CALYPSO	Thiaclopride	Chloronicotiniles		4,33
SUPREME	Acétamipride	Néonicotinoidés	en pre-floraison	3,70
SUPREME	Acétamipride	Néonicotinoidés		2,70
DURSBAN 2	chlorpyriphos-éthyl	Organo-phosphates		0,75
TAMARON	méthamidophos	Organo-phosphates	chute des pétales	1,20
ZOLONE FLO	Phosalone	Organo-phosphates		0,75
BROXER	Fenitrothion + Esfenvalérate	Organo-phosphates		0,75
VITAPHOS	Azinphos-méthyl	Organo-phosphates		0,75
GUSATHION	Azinphos-méthyl	Organo-phosphates		0,75
FENIBEL 50 EL	Fenitrothion	Organo-phosphates		0,75
ULTRACIDE	Methidathion	Organo-phosphates		2,50
ULTRACIDE	Methidathion	Organo-phosphates	Associé à l'huile	0,75
ORTHOTOX	Méthamidophos	Organo-phosphates	chute des pétales	1,20
PYRINEX	Chlorpyriphos-éthyl	Organo-phosphates		0,75
KARATE XPRESS	Lambda cyhalothrine	pyréthrinoïdes de synthèse		1,30
KARATE ZEON	Lambda cyhalothrine	pyréthrinoïdes de synthèse		1,30
KLARTAN	Tau-fluvanilate	pyréthrinoïdes de synthèse		1,10
DECIS	Deltamethrine	pyréthrinoïdes de synthèse		1,30
ORYTIS	Acrinathrine	pyréthrinoïdes de synthèse		0,75
CLAMEUR	Alphaméthrine	pyréthrinoïdes de synthèse		1,00
SUMI-ALPHA	Esfenvalérate	pyréthrinoïdes de synthèse		1,00
TALSTAR	Bifenthrine	pyréthrinoïdes de synthèse		1,20
PLENUM	pymétrozine	pyridine-azométhrine		3,70
TEPPEKI	Flonicamide	pyridinecarboxamides		3,67
ROTENOBIOL	Roténone	roténoïdes	en pré-floraison et associé à de l'huile	2,10
			seul	1,50
Argile	Argile kaolinite	Produits minéraux		1,83
			A l'automne	1,88
Huiles	huile de pétrole	Huiles	en pré-floraison associé à la roténone	1,75
			seul en pré-floraison	1,70
Litho	lithotamne			0,94
Algues	algues			0,00

Annexe 5 : Codage des règles de décision

	observation	pec IF(n-1)	Avertissements	pec aux	var_seuil	con bio
BVRBCha	1	1	1	1	0	1
BVRCBoi	1	0	1	0	1	0
BVRCDag	3	0	0	0	5	1
BVRCRey	3	0	1	0	1	0
BVRCVal	1	1	1	0	2	0
POBGio	3	1	1	1	6	1
POBSol	4	1	1	1	6	1
POCAri	2	0	1	0	2	0
POCBar	3	0	0	1	8	1
POCBol	2	0	1	0	2	0
POCDal	2	0	1	0	2	0
VRBBru	2	0	1	1	3	1
VRBCar	1	0	1	1	0	0
VRBCom	1	0	0	1	5	0
VRBSau	1	1	1	1	3	0
VRCDbo	1	0	1	0	0	0
VRCDmd	2	0	1	0	2	0
VRCFau	1	0	1	0	2	1
VRCLey	1	0	1	0	2	0
MOY	1,84	0,26	0,84	0,42	2,74	0,37
VAR	0,96	0,45	0,37	0,51	2,26	0,50

Observation :
1 : observations couplées à d'autres travaux, réalisées par le responsable des traitements,
2 : observations sans comptage précis mais réalisées par une ou deux personnes formées et utilisées pour piloter les interventions,
3 : observations précises et fréquentes, réalisées par plusieurs personnes formées sur l'ensemble de l'exploitation et utilisées pour piloter les interventions.

Pec IF(n-1) : prise en compte de l'infestation de l'année précédente :
1 : attention particulière apportées aux zones déjà infestées l'année précédente.
0 : rien.

Avertissements :
1 : abonnements et prise en compte des bulletins édités par différents organismes de conseils,
0 : pas d'abonnements.

pec aux : prise en compte des auxiliaires :
1 : observations des auxiliaires et prise en compte soit dans la valeur seuil avant un traitement, soit dans le choix du produit et de la fenêtre d'application,
0 : rien.
var_seuil : produit entre le nombre de traitements réalisé après dépassement de seuil et la surface traitée (1 s'il s'agit de toute l'exploitation, 2 si seulement la parcelle et 3 si traitement à la tâche).

con Bio :
1 : prise en compte de la biologie de l'insecte afin d'adapter les périodes de traitements aux périodes de sensibilités,
0 : pas ou peu de connaissance de la biologie de l'insecte.

Annexe 6 : codage des méthodes alternatives utilisées

	confusion	Sup_man_foy	Argile automne	Nichoirs
BVRBCha	0	0	0	0
BVRCBoi	1	0	0	0
BVRCDag	1	0	0	0
BVRCRey	1	0	0	0
BVRCVal	0	0	0	0
POBGio	2	1	2	0
POBSol	2	1	0	1
POCAri	0	0	0	1
POCBar	2	0	3	1
POCBol	1	0	0	0
POCDal	1	0	0	1
VRBBru	0	1	0	1
VRBCar	2	0	0	0
VRBCom	2	0	0	0
VRBSau	2	1	0	0
VRCDbo	0	0	0	0
VRCDmd	0	0	0	0
VRCFau	2	0	0	0
VRCLey	0	0	0	0
MOY	1	0,210526316	0,26315789	0,26315789
VAR	0,881917104	0,418853908	0,80568158	0,45241393

Confusion :
2 : pratique la confusion sexuelle seul sur la tordeuse orientale :
1 : association de la confusion sexuelle avec une lutte chimique pour la tordeuse orientale,
0 : lutte chimique seul pour la tordeuse orientale.

Sup_man_foy : suppression manuelle des foyers :
1 : suppression manuelle des foyers de pucerons lors de l'éclaircissage en remplacement d'une intervention chimique,
0 : intervention chimique.

Argile automne : nombre d'argile appliquée à l'automne comme moyen prophylactique.

Nichoirs :
1 : installation de nichoirs sur l'exploitation pour favoriser la diversité et comme auxiliaires des pucerons.

Annexe 7 : Codage des méthodes culturales

	EF	Vigueur	min_FERTI	am_env	enherbement
BVRBCha	1	1	-80	0	0
BVRCBoi	0	0	-105	0	1
BVRCDag	0	1	-100	1	0
BVRCRey	0	0	-105	0	0
BVRCVal	0	1	-75	0	1
POBGio	0	1	-90	1	0
POBSol	0	1	-90	1	1
POCAri	0	1	-120	0	0
POCBar	1	1	-60	0	0
POCBol	0	1	-160	0	0
POCDal	0	0	-120	0	0
VRBBru	1	1	-60	0	0
VRBCar	1	1	-75	1	0
VRBCom	1	1	-75	0	0
VRBSau	0	0	-70	1	0
VRCDbo	0	0	-100	0	0
VRCDmd	0	1	-100	0	1
VRCFau	1	1	-110	1	1
VRCLey	0	0	-110	0	0
MOY	0,32	0,68	-95,00	0,32	0,26
VAR	0,48	0,48	24,44	0,48	0,45

EF :
1 : recours aux engrais foliaires pour favoriser les défenses naturelles de la plante,
0 : rien.

Vigueur :
1 : prise en compte de la vigueur comme facteur pouvant influencer les infestations de pucerons,
0 : ne croit pas en l'influence de la vigueur.

min_FERTI : minimisation de la fertilisation = objectif d'apport en unité d'azote pour une variété précoce sur une saison.

am_env :
1 : recours à des aménagements de l'environnement soit pour favoriser les auxiliaires, soit pour interrompre les cycles de migration par arrachage des hôtes II des pucerons,
0 : pas de prise en compte de l'environnement.

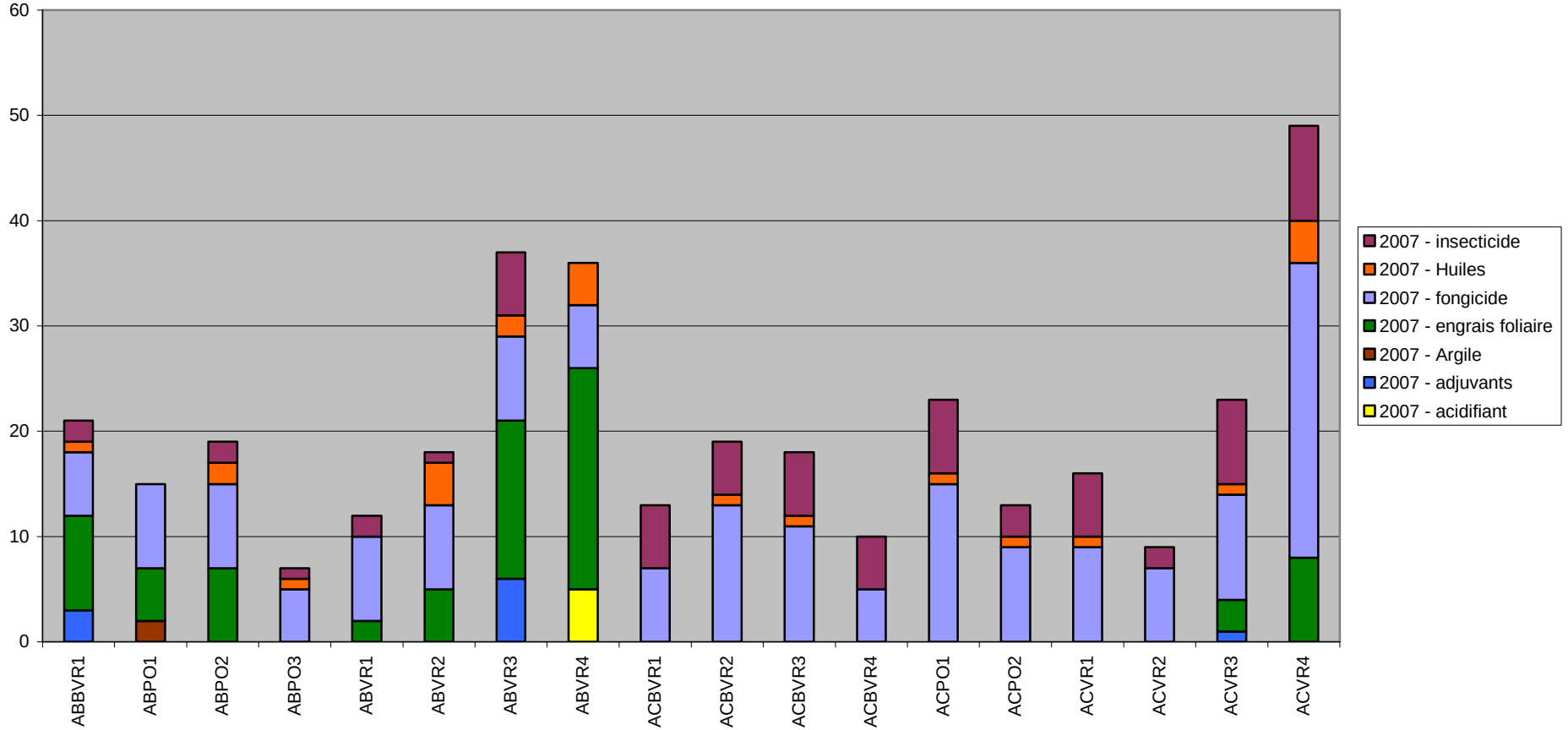
enherbement :
1 : pas de broyage avant la récolte pour maintenir une bande fleurie favorable aux auxiliaires,
0 : broyage régulier de l'enherbement, ou travail du sol.

Annexe 8 : Récapitulatif des pratiques phytosanitaires ciblées pucerons

producteurs	**PRE-floraison**			**POST-floraison**			
ABBVR1	Huile	Huile					
ACBVR4	SUPREME			CALYPSO	CONFIDOR*		
ACBVR3	SUPREME			CONFIDOR	TEPPEKI*		
ACBVR2	Huile	SUPREME		TEPPEKI	CONFIDOR*		
ACBVR1	Huile	CONFIDOR		PLENUM	PLENUM*		
ABPO1	Huile	Roténone		Huile	Argiles	LITHOTHAMNE	Roténone*
ABPO2	Huile			Roténone			
ABPO3	Huile	Roténone*		Huile*			
ACPO3	Huile	CONFIDOR		KARATE	CONFIDOR*		
ACPO1	SUPREME			TAMARON	METOVER	TEPPEKI*	CONFIDOR*
ACPO2	Huile	CONFIDOR		TEPPEKI*			
ABVR1	Huile	Huile					
ABVR4	Huile	Huile					
ABVR3	Huile	Huile		Roténone	Roténone*		
ABVR2	Huile	Huile	Huile	Huile	Roténone*		
ACVR3	Huile	CONFIDOR		CONFIDOR			
ACVR1	Huile			TAMARON	PLENUM	CONFIDOR*	
ACVR4	Huile	Huile	CONFIDOR	KLARTAN	CONFIDOR*		
ACVR2				TAMARON	CONFIDOR*		

Les traitements suivis d'une étoile sont des traitements réalisés après dépassement de seuil.

Annexe 9 : Diversité dans les traitements ; nombre de traitements selon leur classe de chaque producteur pour la campagne 2007.



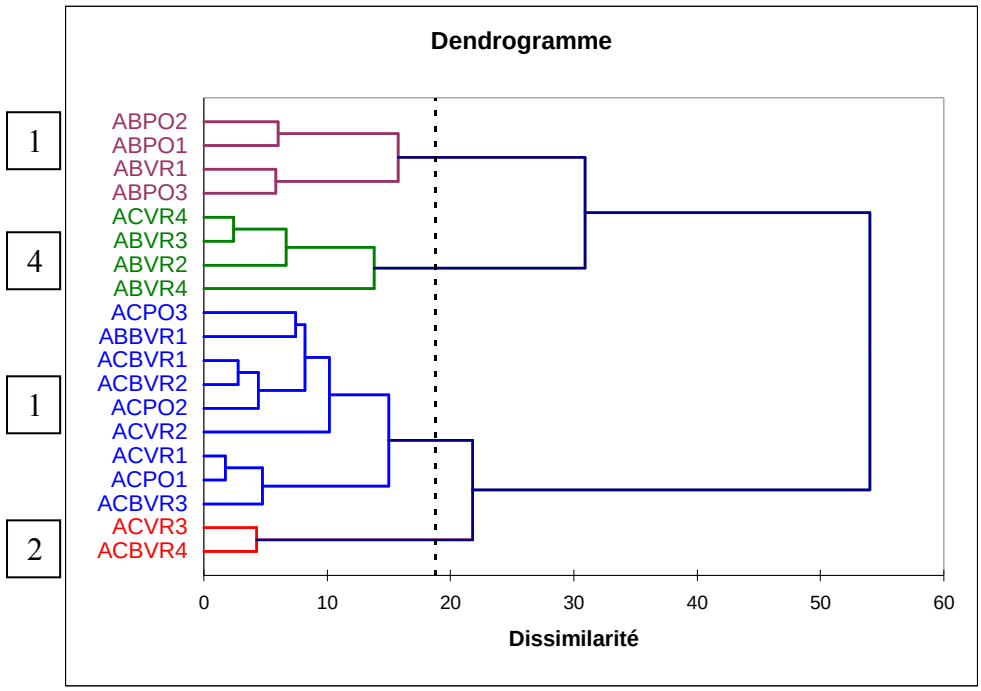
Annexe 10 : Test de corrélation entre les variables décrivant les méthodes chimiques issues des calendriers et des enquêtes. Les corrélations significatives sont en caractère gras.

Matrice de corrélation (Pearson) :

Variables	ttm_dec	meth_alt	meth_cult	Cal_Peff	Cal_Tox	Cal_nbTTM	Enq_Peff	Enq_Tox	Enq_Pos	Enq_nbTTM	Strat_nbTTM	Strat_Pos
ttm_dec	**1**	**0,778**	**0,547**	**-0,629**	**-0,675**	-0,393	-0,307	-0,051	-0,017	0,233	-0,397	0,314
meth_alt	**0,778**	**1**	**0,538**	**-0,485**	**-0,644**	-0,207	-0,407	-0,348	0,213	0,179	-0,207	0,243
meth_cult	**0,547**	**0,538**	**1**	-0,140	**-0,492**	0,424	-0,431	-0,346	0,392	0,087	-0,267	**0,551**
Cal_Peff	**-0,629**	**-0,485**	-0,140	**1**	**0,787**	**0,575**	0,112	-0,133	0,158	-0,045	**0,681**	-0,227
Cal_Tox	**-0,675**	**-0,644**	**-0,492**	**0,787**	**1**	0,272	0,267	0,160	-0,124	0,100	**0,673**	-0,200
Cal_nbTTM	-0,393	-0,207	0,424	**0,575**	0,272	**1**	-0,257	-0,239	0,304	0,053	0,235	0,239
Enq_Peff	-0,307	-0,407	-0,431	0,112	0,267	-0,257	**1**	**0,487**	**-0,463**	0,026	0,215	-0,303
Enq_Tox	-0,051	-0,348	-0,346	-0,133	0,160	-0,239	**0,487**	**1**	**-0,936**	0,161	-0,014	-0,272
Enq_Pos	-0,017	0,213	0,392	0,158	-0,124	0,304	**-0,463**	**-0,936**	**1**	-0,258	0,057	0,411
Enq_nbTTM	0,233	0,179	0,087	-0,045	0,100	0,053	0,026	0,161	-0,258	**1**	0,120	-0,087
Strat_nbTTM	-0,397	-0,207	-0,267	**0,681**	**0,673**	0,235	0,215	-0,014	0,057	0,120	**1**	-0,033
Strat_Pos	0,314	0,243	**0,551**	-0,227	-0,200	0,239	-0,303	-0,272	0,411	-0,087	-0,033	**1**

Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Annexe 11 : Résultat de l'identification des stratégies par CAH.



Barycentre des classes :

Classe	ttm_dec	meth_alt	meth_cult	Cal_Peff	Cal_Tox	Cal_nbTTM	Enq_Peff	Enq_Tox	Enq_Pos	Enq_nbTTM	Strat_nbTTM	Strat_Pos
1	22,32	12,13	19,48	49,77	61,88	24,14	60,43	55,32	38,33	36,11	44,44	35,46
2	1,85	6,91	8,22	98,11	96,84	30,73	43,84	17,65	83,33	12,50	95,83	22,32
3	75,59	81,70	61,31	19,35	14,49	12,88	20,60	30,15	58,33	37,50	33,33	56,25
4	24,82	34,93	66,59	61,17	55,83	61,21	17,19	22,94	77,50	50,00	58,33	75,21

Annexe 12 : Matrice de corrélation avec le coefficient de Pearson, entre les variables d'identification des stratégies, IFtotal et AUX (effectif en auxiliaire)

Variables	Iftotal	AUXtotal
Iftotal	**1**	**0,531**
AUXtotal	**0,531**	**1**
Ttm_dec	0,243	0,406
meth_alt	0,316	**0,494**
meth_culy	0,370	0,281
Cal_Peff	-0,164	-0,049
Cal_Tox	-0,385	**-0,555**
Cal_nbTTM	0,226	0,050
Enq_Peff	**-0,606**	-0,303
Enq_Tox	**-0,545**	**-0,529**
Enq_Pos	**0,563**	**0,561**
Enq_nbTTM	-0,168	-0,433
Strat_nbTTM	-0,276	-0,189
Strat_Pos	**0,572**	0,296

Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Variables	IF PV	IF_PB	IF_PN	IF_PF	IF_PC
IF PV	**1**	-0,130	-0,089	0,016	-0,096
IF_PB	-0,130	**1**	-0,077	0,146	0,012
IF_PN	-0,089	-0,077	**1**	-0,110	-0,067
IF_PF	0,016	0,146	-0,110	**1**	-0,008
IF_PC	-0,096	0,012	-0,067	-0,008	**1**
Ttm_dec	-0,087	0,222	-0,086	**0,515**	0,167
meth_alt	-0,224	0,313	0,023	**0,485**	0,200
meth_cult	-0,220	0,315	**0,614**	0,183	0,075
Cal_Peff	0,068	-0,044	0,293	-0,113	-0,310
Cal_Tox	0,219	-0,249	-0,109	-0,211	-0,335
Cal_nbTTM	-0,099	0,211	**0,617**	-0,016	-0,066
Enq_Peff	0,092	-0,439	-0,383	-0,315	-0,307
Enq_Tox	0,245	-0,383	-0,272	-0,062	-0,391
Enq_Pos	-0,322	0,427	0,302	-0,133	0,406
Enq_nbTTM	0,151	0,126	-0,275	0,417	-0,326
Strat_nbTTM	-0,022	0,097	-0,018	-0,127	-0,441
Strat_Pos	-0,314	0,385	0,340	-0,090	0,437

Les valeurs en gras sont significativement différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Caractérisation et évaluation des stratégies de protection vis-à-vis des pucerons en vergers de pêcher, dans le Sud-est de la France.

Résumé

L'utilisation intensive des pesticides en arboriculture est fortement remise en cause et la protection des vergers s'oriente vers des stratégies écologiques de gestion des ravageurs. Les pucerons en verger de pêcher reste des ravageurs clés de la protection, par l'importance de leurs dégâts et des nombreuses impasses techniques auxquels sont confrontés les producteurs. Après avoir identifié les moyens dont disposent les agriculteurs pour maîtriser les pucerons, nous avons cherché à déterminer et caractériser les différentes stratégies de protection. Ensuite nous avons réalisé des enquêtes ouvertes auprès de 5 techniciens et 22 producteurs. Nous avons également collecté les calendriers phytosanitaires. Une série de 4 suivis parcellaire nous a permis d'évaluer l'efficacité des stratégies réalisées en mesurant le degré d'infestations et les conséquences des pratiques sur la faune auxiliaire. Nous avons ainsi identifié quatre grandes stratégies. Elles sont présentées selon leur degré d'écologisation : une protection chimique intensive et systématique (strat-2), une protection chimique raisonnée et curative (strat-1), une protection alternative intensive (strat-4) et une protection intégrée (strat-3). Il en ressort une catégorisation plus complexe des stratégies que celle habituellement rencontrée « conventionnelle-raisonnée-intégrée-bio ». En termes d'efficacité, les stratégies 1 et 2 sont les plus efficaces en termes d'infestation de pucerons. En revanche les stratégies 3 et 4 sont les plus respectueuses de la faune auxiliaire. Ce travail ouvre sur la définition de stratégies écologiques efficaces.

Mots clés : *Myzus persicae, Brachycaudus schwartzii, Brachycaudus persicae, Hyalopterus amygdalii, Myzus varians*, stratégies de protection des cultures, verger de pêcher, arboriculture, évaluation, efficacité, entretiens compréhensif.

Abstract

Considering the several negative side effects of the intensive pest control practices, a fundamental shift to a total system approach for crop protection is recently at stake in the agronomical sphere. Aphids in peach orchards are among the most feared arthropods considering its damages on the production and the several technical barriers. Therefore, after gathering the different means that producers have at their disposal, we have identified and characterised strategies of pest management. Then, in order to evaluate them, we measured their efficiency by estimating the aphids' infestation degree and the number of natural enemies. In this purpose, we made: interviews with 5 technicians and 22 producers, collected their crop protection schedule, and conducted a set of 4 field surveys. Four main strategies have been identified. They can be classified through their degree of ecologization : one intensive and systematic chemical protection (strat-2), one reasoned and curative chemical protection (strat-1) one alternative and intensive protection (strat-4) and one integrated and wise protection (strat-3). This classification shows the non-adequacy of the usual one, which is "conventional-reasoned-integrated-organic". Refering to the efficiency, the strategy 1 and 2 were the most efficient related to the aphids' infestation and the strategy 3 and 4 are the least harmful for the environment.

Key Words : *Myzus persicae, Brachycaudus schwartzii, Brachycaudus persicae, Hyalopterus amygdalii, Myzus varians*, strategy, pest management, peach orchard, evaluation, efficacy, enquiries