



# Enroulement viral: facteurs de dissémination et lutte biologique

*Matinée Technique*  
Février 2012

## SOMMAIRE

<b>LES ESPECES DE COCHENILLES REPERTORIEES SUR VIGNE EN BOURGOGNE .....</b>	<b>p 1</b>
INTRODUCTION .....	p 2
BIOLOGIE D' <i>Heliococcus bohemicus</i> Sulc .....	p 2
BIOLOGIE DE <i>Phenoacoccus aceris</i> (Signoret).....	p 3
BIOLOGIE DE <i>Partholecanium corni</i> (Bouché).....	p 4
BIOLOGIE DE <i>Pulvinaria vitis</i> (Linnaeus) .....	p 6
BIOLOGIE DE <i>Neopulvinaria innumerabilis</i> (Rathvon).....	p 6
REMARQUES.....	p 7
<b>ETAT DES RECHERCHES SUR L'EPIDEMIOLOGIE DE LA MALADIE ET SUR SA TRANSMISSION PAR LES COCHENILLES .....</b>	<b>p 8</b>
AVANT-PROPOS .....	p 9
IMPORTANCE ET IMPACT DE L'ENROULEMENT VIRAL.....	p 10
CARTE D'IDENTITE DE L'ENROULEMENT VIRAL .....	p 10
SYMPTOMATOLOGIE DE L'ENROULEMENT VIRAL.....	p 11
RECHERCHES SUR L'ENROULEMENT .....	p 13
RESULTATS DES RECHERCHES .....	p 14
PERSPECTIVES.....	p 21
PRECONISATIONS.....	p 21
<b>LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES COCHENILLES DE LA VIGNE.....</b>	<b>p 23</b>
QUELQUES DEFINITIONS .....	p 24
<b>LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES COCHENILLES DE LA VIGNE.....</b>	<b>p 24</b>
- Contexte .....	p 24
- Méthodologie.....	p 24
- Résultats .....	p 26

- Lutte biologique contre la cochenille farineuse *Heliococcus bohemicus* Sulc au moyen de lâchers d'*Ericydnus sipylus*..... p 26
- Lutte biologique contre les cochenilles farineuses *Heliococcus bohemicus* Sulc et *Phenacoccus aceris* (Signoret) au moyen de lâchers de *Chrysoperla lucasina* (Lacroix) ..... p 27
- Lutte biologique contre les cochenilles farineuses *Phenacoccus aceris* (Signoret) et *Heliococcus bohemicus* Sulc au moyen de lâchers de *Chryptolaemus montrouzieri* Mulsant ..... p 30
- Lutte biologique contre la Pseudococcidae *Heliococcus bohemicus* Sulc au moyen d'une stratégie mettant en œuvre deux prédateurs : *Chrysoperla* sp. et *Exochomus quadripustulatus* (Linné)..... p 32
- Efficacité au vignoble de la coccinelle *Exochomus quadripustulatus* (Linné) comme agent de lutte biologique contre la cochenille *Parthenolecanium corni* (Bouché)..... p 34

**CONCLUSIONS ..... p 36**

# ***LES ESPECES DE COCHENILLES REPERTORIEES SUR VIGNE EN BOURGOGNE***

**Gilles Sentenac  
Institut Français de la Vigne et du Vin  
Pôle Bourgogne – Beaujolais - Jura - Savoie  
6 rue du 16<sup>ème</sup> Chasseurs - 21200 Beaune**

## INTRODUCTION

En France, neuf espèces de cochenilles ont été inventoriées sur vigne ; cinq sont présentes en Bourgogne.

Ces cinq espèces appartiennent aux deux familles suivantes :

- Les *Coccidae*, caractérisées par une coque externe.
- Les *Pseudococcidae*, qui présentent un tégument mou recouvert d'une matière cireuse blanchâtre.

Tableau I : liste des cochenilles répertoriées sur vigne en Bourgogne

famille		Espèce	Nom vernaculaire
Coccidae	lécanines	<i>Parthenolecanium corni</i> (Bouché)	cochenille du cornouiller
	floconneuses	<i>Pulvinaria vitis</i> (Linnaeus)	cochenille floconneuse de la vigne
		<i>Neopulvinaria innumerabilis</i> (Rathvon)	cochenille floconneuse de l'érable
Pseudococcidae	farineuses	<i>Heliococcus bohemicus</i> Sulc	cochenille de bohême
		<i>Phenacoccus aceris</i> (Signoret)	cochenille du platane

## BIOLOGIE D'*Heliococcus bohemicus* Sulc

Les larves âgées et les femelles, situées sous le rhytidome (écorce qui se détache du tronc) de mi-octobre à fin avril, correspondent aux stades hivernants.

A partir de mi-avril et jusqu'à début juin, ces cochenilles farineuses migrent vers les jeunes pousses, et les larves qui demeurent sous les écorces évoluent en mâles ailés. Les femelles présentent de longs filaments soyeux (figure 1). Ils sont spécifiques à l'espèce et permettent ainsi son identification.



Fig. 1 : Femelles *H. bohemicus* en reprise d'activité, début avril - (Photo G. Sentenac)

A partir de fin mai, début juin : les femelles fécondées migrent de nouveau sous l'écorce. Cette cochenille est ovovivipare, c'est-à-dire que les œufs incubent et éclosent dans le ventre de la femelle. Les néonates (jeunes larves de premier stade) apparaissent entre fin mai et début juillet.

La nouvelle génération d'*H. bohemicus* est présente sur le feuillage de fin mai à octobre (figure 2) mais on trouve des individus sous les écorces tout au long de la campagne ce qui révèle l'existence de plusieurs migrations.



Fig. 2 : Colonisation de la partie basse du feuillage (face inférieure) par la nouvelle génération d'*H. bohemicus* - (Photo G. Sentenac)

Cette espèce est univoltine en France, c'est-à-dire qu'il n'y a qu'une seule génération par an.

### **BIOLOGIE DE *Phenacoccus aceris* (Signoret)**

---

Les larves âgées correspondent au stade hivernant. Elles sont situées sous les écorces et, contrairement à l'espèce précédente, sont logées dans un cocon soyeux. Deux types de cocons sont observés : ovoïdes ou fusiformes (figure 3). Ils abritent respectivement les futures femelles et les futurs mâles.



Fig 3. : Cocons ovoïdes et fusiformes, stades hivernants de *P. aceris*, mi-octobre/fin avril – (Photo G. Sentenac).

Au printemps (mi-avril à début juin), il y a migration des femelles vers les jeunes pousses. Ces cochenilles se localisent plus particulièrement au niveau du point d'insertion des rameaux sur les parties ligneuses.

Suite à l'accouplement, les femelles fécondées migrent à nouveau, aux environs de fin mai - début juin, sous les écorces. Un faible nombre peut rester sur les feuilles ou les rameaux. C'est une espèce ovipare, les femelles pondent des œufs dans un ovisac (figure 4). Après un mois d'incubation les néonates apparaissent vers la mi-juillet. C'est également une espèce univoltine : une seule génération par an.

A partir de juillet, les néonates puis les larves L2 et L3 colonisent le feuillage.



Fig 4 : Ovisacs protégés par une structure en terre créée par les fourmis, juin – (Photo G. Sentenac).

## BIOLOGIE DE *Partholecanium corni* (Bouché).

---

Cette espèce est la plus répandue dans le vignoble, elle est connue sous le nom de cochenille du cornouiller.

Les larves âgées hivernent sur le bois de l'année et/ou sous l'écorce (figures 5 et 6). En avril, les larves qui donneront des mâles présentent une forme plus allongée qui devient translucide avant l'émergence de l'adulte.



Fig 5 : Stades hivernants de *Parthenolecanium corni* sur sarment, fin avril – (Photo G. Sentenac)



Fig 6 : Stades hivernants de *P. corni* sur vieux bois, fin avril - Photo G. Sentenac

La coque des femelles enfle progressivement et la cavité ainsi créée se remplit de pontes de mai à juillet.

Fin juin, début juillet, les œufs éclosent, les larves colonisent le feuillage de la base du cep (figure 7). L'espèce est univoltine en Bourgogne, bivoltine dans le Sud de la France.



Fig 7 : Larves L1 disposées le long des nervures, principalement face inférieure de la feuille – (Photo G. Sentenac)

Les fourmis constituent un très bon indicateur de la présence de cochenilles (figure 8). Au stade L2 et femelle, ces dernières sécrètent un miellat dont se nourrissent les fourmis.



Fig 8 : Jeunes femelles de *P. corni* « visitées » par les fourmis - (Photo G. Sentenac)

## BIOLOGIE DE *Pulvinaria vitis* (Linnaeus)

---

Aussi appelée cochenille floconneuse de la vigne, c'est une pulvinaire. Le stade hivernant est la femelle fécondée qui, dès septembre, quitte les feuilles et colonise les sarments ou le tronc (figure 9).



Fig 9 : Jeunes femelles de *Pulvinaria vitis* sur tronc en février - (photo G. Sentenac)

La ponte s'échelonne de fin avril à juin. Les œufs pondus dans des ovisacs sont de couleur rouge vif (figure 10).



Fig 10 : Oeufs rouge vif, néonates plus claires – (Photo G. Sentenac)

Début juin, les œufs éclosent et les jeunes larves colonisent les feuilles de la base, des rangs 1 à 5. Cette espèce est univoltine.

## Biologie de *Neopulvinaria innumerabilis* (Rathvon)

---

Elle a été signalée pour la première fois en 1966 par Canard dans le vignoble du Languedoc. Suite aux foyers rencontrés en 2011 dans le Mâconnais, on la considère à tort comme nouvelle en Bourgogne. En réalité elle a déjà été signalée en 1989 à la Roche Vineuse par M. Ravoux. Il n'est pas exclu que l'on ait pu confondre auparavant cette espèce avec *Pulvinaria vitis*.

Les jeunes femelles hivernent surtout sur le bois de l'année. Elles sont reconnaissables par la présence de diverticules blanchâtres à la périphérie de leur corps (figure 11).



Fig. 11 : Jeunes femelles de *Neopulvinaria innumerabilis* sur bois de l'année. (Photo G. Sentenac)

Les œufs sont déposés dans des ovisacs en mai-juin. Leur couleur rose saumon permet d'éviter une confusion entre les deux espèces de pulvinaires.

Suite à l'éclosion, les larves colonisent les feuilles quel que soit leur rang (figure 12).



Fig 12 : Colonisation du feuillage par la nouvelle génération de *Neopulvinaria innumerabilis* – (Photo J. Le Maguet)

## REMARQUES

---

Les formes hivernantes des cochenilles présentes dans le vignoble bourguignon sont adaptées aux conditions climatiques locales. Aussi, le froid important qui n'est pas rare en Bourgogne ne semble pas être à l'origine de baisse de population.

Il est difficile de dire si les populations de cochenilles sont en expansion dans le vignoble car il n'y a pas eu de suivi de longue durée dans le cadre d'un observatoire.

*D'autres photos et informations sur les cochenilles sont disponibles dans : « La faune auxiliaire des vignobles de France » ouvrage collectif rédigé sous la direction de Gilles Sentenac et paru aux éditions France Agricole – Dunod.*

***L'ENROULEMENT VIRAL DE LA VIGNE :  
Etat des recherches sur l'épidémiologie  
de la maladie et sur sa transmission par  
les cochenilles***

**Jean Le Maguet, Doctorant  
Institut National de la Recherche Agronomique - Colmar**

## AVANT - PROPOS

---

La vigne représente une faible part de la surface agricole en France. La filière vitivinicole est pourtant l'une des plus demandeuses de solutions phytosanitaires, car elle est concernée par de nombreux ravageurs et maladies.

Parmi les ravageurs, on recense :

- Les nématodes
- Les acariens
- Les papillons
- Les cochenilles (présentées dans cet exposé)

Pour les maladies cryptogamiques :

- Le mildiou
- L'oïdium
- Les maladies du bois (Esca, BDA, Eutypiose)

Parmi les maladies à phytoplasmes, on trouve :

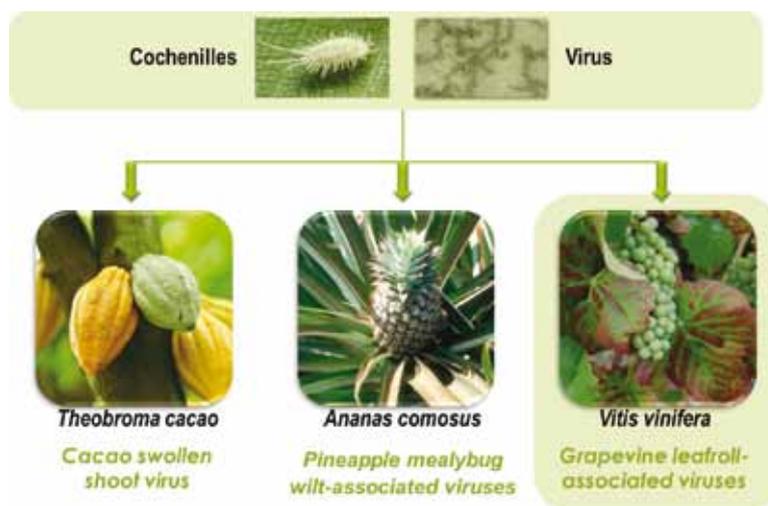
- Le flavescence dorée
- Le bois noir

Parmi les maladies virales, on trouve principalement :

- Le court noué
- L'enroulement
- Le complexe du bois strié
- La marbrure
- Le Decline
- L'incompatibilité au greffage

Une soixantaine de viroses sont connues sur la vigne mais seules les 6 détaillées ci-dessus sont considérées comme graves.

Le complexe cochenilles/virus est bien connu, les cochenilles étant capables de transmettre des maladies virales à de nombreuses plantes cultivées :



Crédits photos : Leung Cho Pan/ Paul Postuma/ARS informatic / J. Le Maguet

## IMPORTANCE ET IMPACT DE L'ENROULEMENT VIRAL

---

L'enroulement viral est une épidémie mondiale qui concerne tous les pays qui cultivent de la vigne. Cette maladie est inféodée au genre *Vitis* et concerne tous les cépages et toutes les variétés de porte-greffes.

Plusieurs hypothèses peuvent expliquer l'expansion de cette maladie : l'échange de matériel végétal infecté est sans doute la principale raison de la diffusion de la maladie dans le monde. De même, la recrudescence des cochenilles vectrices (modification des pratiques culturales, changement climatique, introduction d'espèces exotiques) peut être également une cause de la progression de l'épidémie.

L'enroulement entraîne plusieurs effets sur la plante :

- Une dégénération cellulaire
- Une réduction de la photosynthèse
- Une réduction de la taille des baguettes et des tiges
- Une modification de la phénologie.

Ce qui entraîne plusieurs impacts sur la récolte :

- Un retard de maturation
- Une perte de rendement variable pouvant aller de 20 à 70 % selon les cépages
- Une perte de qualité (baisse des taux de sucres, augmentation de l'acidité, baisse des composés phénoliques).

## CARTE D'IDENTITE DE L'ENROULEMENT VIRAL

---

Onze virus distincts agents de l'enroulement ont été identifiés.

Ce sont des virus du type Grapevine leafroll-associated virus (GLRaV), classés dans la famille des *Closteroviridae*.

Ils figurent parmi les plus grands virus infectant les végétaux avec des particules filamenteuses de 2000 nm x 15 nm. Ils sont limités aux tissus du phloème.

En France on trouve au vignoble 3 des 11 agents de l'enroulement : le GLRaV-1 plus particulièrement dans les vignobles septentrionaux, et les GLRaV-2 et GLRaV-3 plus particulièrement dans les vignobles méridionaux.

L'enroulement viral est souvent associé à d'autres virus responsables du complexe du bois strié (maladie des cannelures, de l'écorce liégeuse) et provoqué par les *Grapevine virus* : GVA, GVB, GVD, GVE.

La détection de la présence de l'agent de l'enroulement se fait par indexage (greffage du cépage testé sur un cépage sensible) et par méthode sérologique (Test ELISA) ou moléculaire (RT-PCR).

La sélection clonale en France certifiée du matériel végétal garanti sans GLRaV-1, -2, -3 et GVA.

La dispersion de la maladie se fait par la multiplication de matériel végétal infecté et par les cochenilles. Comme les pucerons, elles se nourrissent en piquant les tissus végétaux grâce à leur stylet, via lequel elles sont capables d'acquérir et d'inoculer les particules virales, et ainsi de disséminer la maladie de plante à plante au fur et à mesure des prises de nourriture.



Crédit photo : J. Le Maguet

## SYMPTOMATOLOGIE DE L'ENROULEMENT VIRAL

---

Les principaux symptômes de l'enroulement sont :

- Une décoloration des limbes dès le mois de juin : rougissement pour les cépages rouges et jaunissement pour les cépages blancs,
- Enroulement des bordures des feuilles vers l'intérieur et gaufrage, les feuilles sont également plus cassantes.



*Rougissement des feuilles sur Pinot Noir*



*Jaunissement des feuilles sur Chardonnay*

Crédit photo : J. Le Maguet

Dès le mois de juin, les premières ponctuations rouges ou jaunâtres apparaissent sur le limbe puis on observe une diffusion sur le reste du limbe. La maladie est d'autant plus préjudiciable à la vigne si les symptômes sont forts sur les feuilles.



*Progression du rougissement*



*Cep enroulé*

Crédit photo : J. Le Maguet

Il est parfois difficile d'établir un diagnostic d'enroulement simplement à partir des symptômes. En effet, les porte-greffes sont asymptomatiques et l'expression de la maladie

*Matinée Technique du BIVB : « Enroulement viral : facteurs de dissémination et lutte biologique. »  
Février 2012*

est dépendante de nombreux facteurs comme l'espèce virale, le variant viral (au sein d'une même espèce de virus, l'expression peut fluctuer), la co-infection virale (la présence de plusieurs virus de l'enroulement sur une même plante entraîne une expression plus forte de la maladie), avec d'autres maladies et carences (confusion possible), type de porte-greffe, température (quand il fait très chaud, comme en 2003, le développement de la maladie est freiné, il y a donc moins d'expression de la maladie).

**Confusions possibles avec d'autres maladies ou carences :**



**Enroulement viral**



***Empoasca vitis***  
Aspect plus symétrique du rougissement des feuilles. Difficile à différencier sur le même cep.



**Esca**  
Plus facile à reconnaître en rouge et en blanc.



**Cicadelle bubale**  
Rougissement différent : mort de la partie haute du rameau.

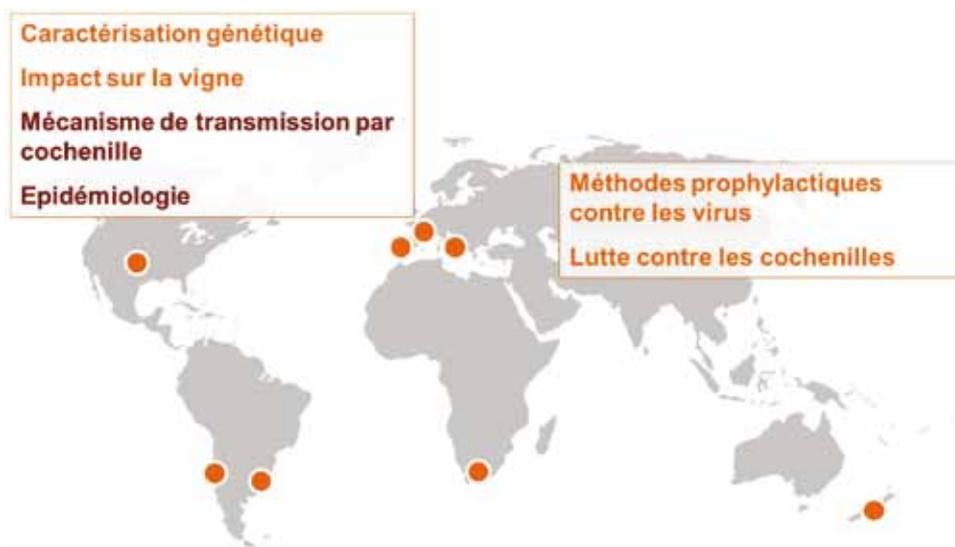


**Carences**  
La distinction est plus difficile particulièrement en rouge. La décoloration forme des zones plus triangulaires.

## RECHERCHES SUR L'ENROULEMENT

---

Au niveau international, les recherches sont menées par les pays leader de la viticulture. 4 thèmes principaux de recherche sont étudiés ainsi que 2 thèmes de recherche appliquée.



Toutefois, il n'existe pas ou peu de travaux qui concernent la qualité finale du vin obtenu à partir de vignes touchées par l'enroulement.

Le virus GLRaV-3 est prédominant dans le monde, aussi les recherches portent plus particulièrement sur cette espèce. La dispersion naturelle de la maladie est notamment étudiée en Afrique du Sud, en Australie, en Californie, en Espagne, en Serbie et en Nouvelle Zélande.

*Planococcus ficus* et *Pseudococcus longispinus* sont les deux espèces de cochenilles les plus performantes en termes de vexion du virus sur la vigne. A ce jour, il n'y pas de vecteur connu pour les virus GLRaV-2, -6, -7 et le GVD.

Le stade le plus mobile des cochenilles est le premier stade larvaire (L1), et représente le stade le plus efficace dans la transmission de virus de vigne à vigne.

En France, la recherche est portée par 3 pôles : l'INRA de Colmar qui travaille sur l'optimisation de la détection des GLRaVs, l'épidémiologie de l'enroulement et la transmission par les cochenilles ; l'IFV de Beaune qui étudie la lutte biologique contre les cochenilles et l'IFV/ENTAV au Grau du Roi qui travaille en collaboration avec l'INRA sur l'optimisation des méthodes de détection des GLRaVs.

A l'INRA de Colmar, l'équipe virologie de l'Unité Santé de la Vigne et Qualité du Vin mène ses recherches avec les financements des 3 interprofessions de Champagne, Bourgogne et Alsace, ainsi qu'avec le soutien de FranceAgriMer.

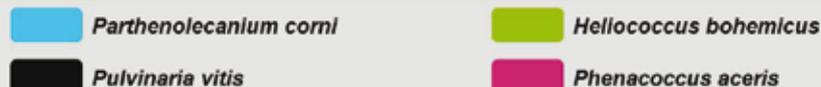
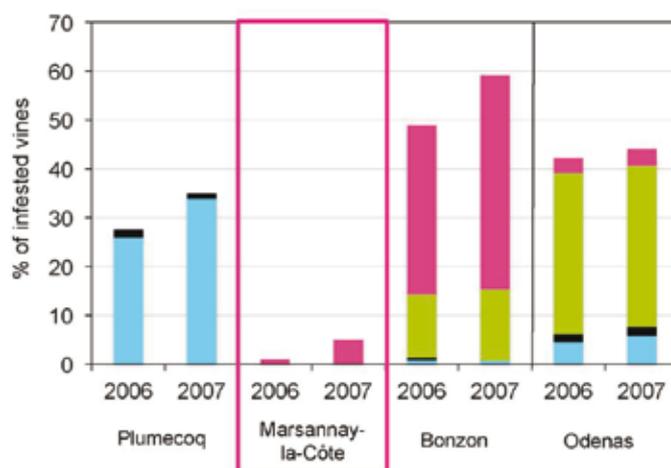
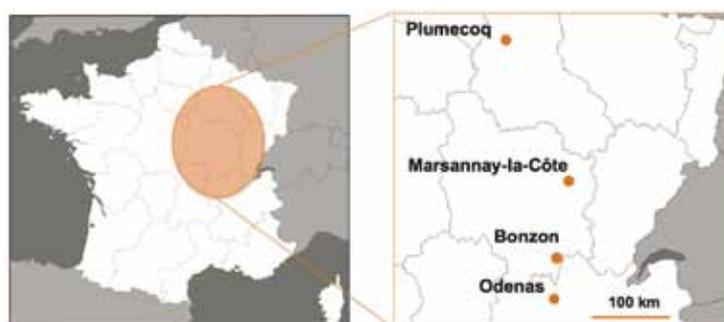
## RESULTATS DES RECHERCHES

### Suivi des cochenilles au vignoble

4 parcelles d'études ont été suivies aux printemps 2006 et 2007. Sur chaque cep, la présence de cochenilles est contrôlée sous l'écorce, sur le cep, les baguettes, les bourgeons, et les jeunes feuilles. La présence de fourmis est également notée car c'est un bon indicateur de la présence de cochenilles.

Il y a une parcelle dans la marne, une parcelle en Côte-d'Or, une parcelle en Saône-et-Loire et une parcelle dans le Rhône. Les parcelles ont été choisies car elles appartiennent à un réseau de suivi de l'enroulement et le but était également d'identifier les différentes espèces de cochenilles présentes selon la région.

Les données recueillies permettent de connaître la diversité des espèces de cochenilles présentes, leur abondance, ainsi que leur répartition spatiale sur les parcelles.

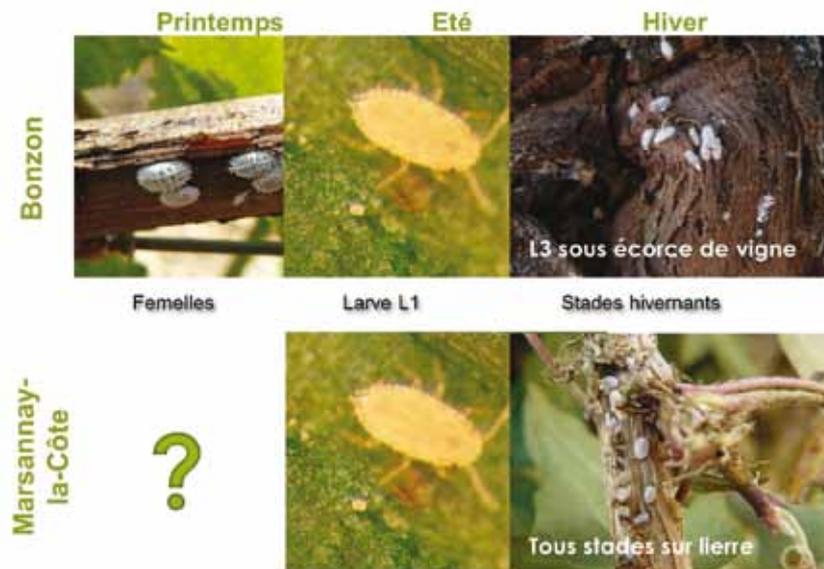


Le graphique présente le pourcentage d'infestation des vignes, l'infestation d'un cep est caractérisée par la présence d'au moins une cochenille.

3 parcelles sont particulièrement infestées, ceci avec une espèce de cochenille prédominante, et différente dans chaque cas.

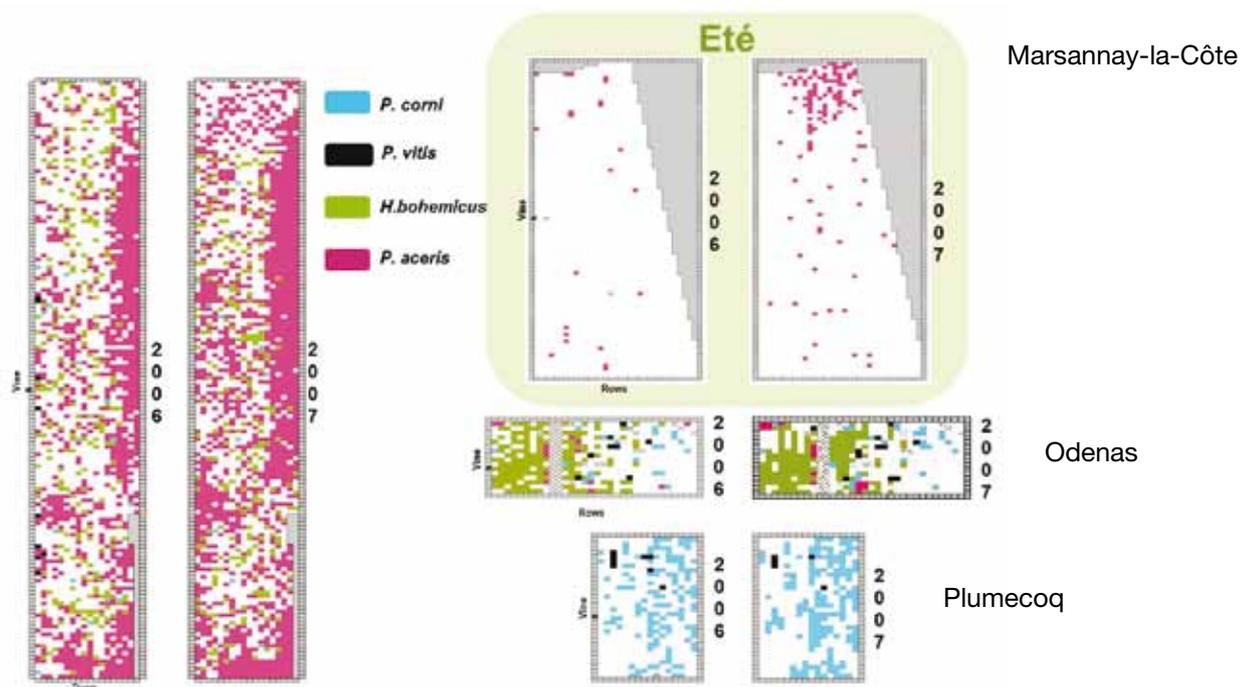
La parcelle de Marsannay-la-Côte est un cas particulier car pour cette parcelle, les relevés ont été faits en été alors qu'ils ont été réalisés au printemps pour les autres. En effet, aucune cochenille n'a pu y être observée au printemps.

Comparaison de Bonzon et Marsannay-la-Côte pour lesquelles la cochenille majoritaire identifiée est *P. aceris* :



Crédit photo : J. Le Maguet

Dans le cas de Bonzon, la cochenille effectue son cycle biologique complet sur la vigne. Dans le cas de Marsannay-la-Côte, on ne trouve pas d'insecte sous l'écorce des ceps en hiver. Par contre, sur un lierre situé à proximité de la parcelle, tous les stades de développement sont observés, la colonie étant très importante.



Bonzon

Matinée Technique du BIVB : « Enroulement viral : facteurs de dissémination et lutte biologique. »  
Février 2012

Bonzon :

- Prédominance de *P. Aceris* des cochenilles sur le bord Nord de la parcelle. C'est une jeune parcelle, la contamination s'est donc faite par les parcelles contiguës.

Marsannay-la-Côte :

- En 2006, seuls quelques pieds répartis sur l'ensemble de la parcelle présentent des cochenilles. En 2007, on identifie clairement une zone à l'ouest de la parcelle avec présence de larves L1 de *P. Aceris*. Le lierre infesté se trouve juste au-dessus de cette zone. On peut donc supposer une dissémination des larves L1 par le vent, depuis cette plante vers les feuilles de vigne.

Odenas :

- La répartition spatiale des cochenilles est identique d'une année sur l'autre, en particulier pour les deux espèces de coccides (*P. comi* et *P. vitis*). Les femelles de ces espèces de cochenilles une fois fixées sur le cep ne sont plus du tout mobiles.

Plumecoq :

- Peu d'évolution d'une année sur l'autre de la population de cochenilles. La répartition montre que les cochenilles sont surtout présentes sur le côté nord de la parcelle, à proximité d'une autre vigne.

4 situations différentes sont donc observées selon la présence de cochenilles et la prévalence d'enroulement viral sur les parcelles :

- Plumecoq : prédominance de *P. corni* et situation relativement stable avec une expression de l'enroulement relativement faible, et sans diffusion de plante à plante de la maladie.
- Odenas : prédominance de *H. bohemicus* avec un nombre important de ceps malades.
- Bonzon : prédominance de *P. aceris* avec un nombre de ceps touchés par l'enroulement viral important, et une progression rapide de l'enroulement.
- Marsannay-la-Côte : prédominance de *P. aceris* avec peu de ceps enroulés, sans diffusion apparente de la maladie.

### **Dispersion de l'enroulement :**



- Vignoble de la Côte de Nuits
- Vigne expérimentale plantée en Pinot Noir en 1997
- 20 ares – 32 rangs de 90 ceps.



- Vignoble du Mâconnais
- Vigne mère de greffons plantée en Pinot Noir en 2001
- 36 ares – 18 rangs de 156 ceps.

Source : BIVB

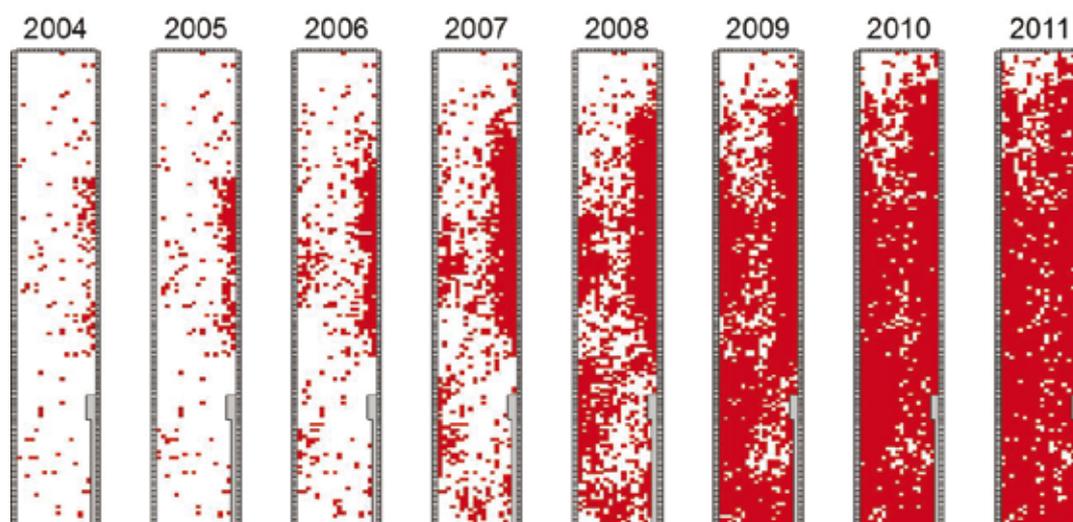
Matinée Technique du BIVB : « Enroulement viral : facteurs de dissémination et lutte biologique. »  
Février 2012

Les parcelles de Bonzon et Marsannay-la-Côte ont fait l'objet de relevés précis sur l'enroulement.

L'évolution de l'état sanitaire des parcelles est suivie en étudiant le contexte de plantation (niveau de contamination des parcelles alentour, origine du matériel végétal de chaque parcelle), en effectuant un relevé annuel des symptômes et en pratiquant des tests de détection des agents de l'enroulement.

Les données obtenues sont analysées afin de connaître l'incidence de l'enroulement sur la parcelle, c'est-à-dire la vitesse à laquelle elle est contaminée, et sur la distribution spatiale des zones contaminées. Ces données sont ensuite utilisées pour tester la corrélation spatiale avec la distribution des cochenilles sur les parcelles.

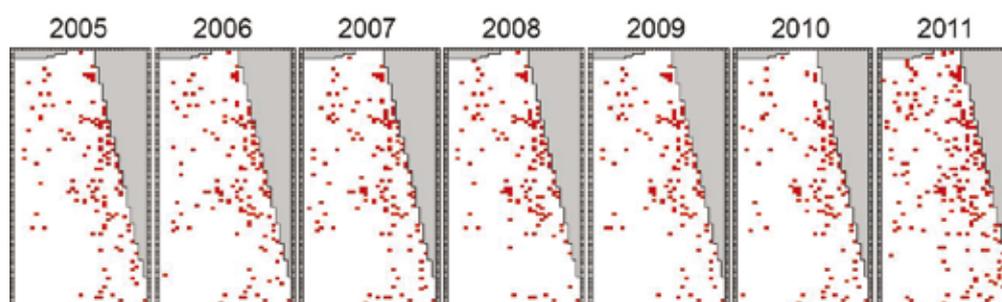
Bonzon :



La parcelle a été plantée en 2001 et les premiers symptômes sont apparus en 2003. La progression de la maladie a été suivie jusqu'en 2011.

Les premiers ceps symptomatiques ont été observés dans la partie nord de la parcelle, puis cette diffusion de l'enroulement s'est faite d'année en année jusqu'à la contamination totale de la parcelle.

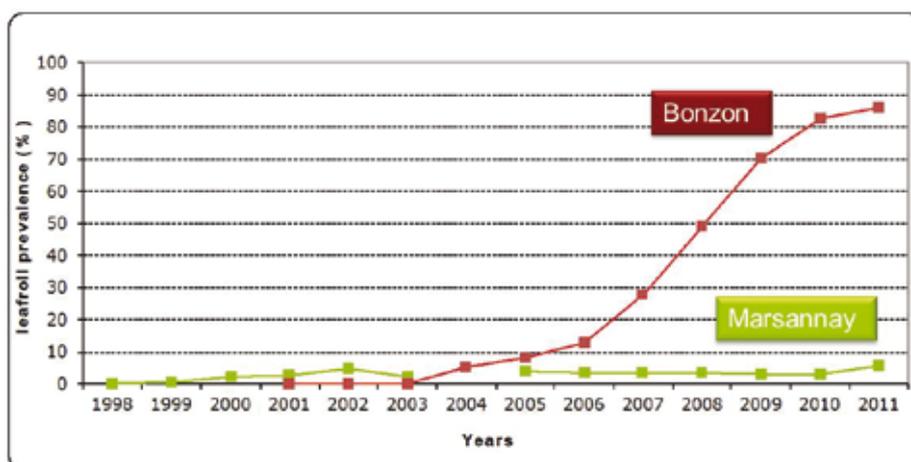
Marsannay-la-Côte :



On constate très peu d'évolution de l'enroulement depuis de nombreuses années. L'expression des symptômes semble identique tous les ans, sauf en 2011 où on observe une légère augmentation du nombre de ceps malades.

*Matinée Technique du BIVB : « Enroulement viral : facteurs de dissémination et lutte biologique. »  
Février 2012*

Prévalence de l'enroulement :



La parcelle de Marsannay-la-Côte a été plantée en 1997 et les premiers symptômes sont apparus en 1998, mais avec un nombre faible de ceps. L'incidence de la maladie est restée quasiment nulle jusqu'en 2011, où elle atteint 5 %.

Le contraste avec Bonzon est flagrant. Pour celle-ci, l'augmentation est très importante et se fait rapidement pour atteindre un palier ces dernières années, qui correspond à la contamination totale de la parcelle.

Ces deux parcelles bien qu'infestées par la même espèce de cochenille : *P. aceris*, présentent des dynamiques épidémiques différentes.

Bonzon :

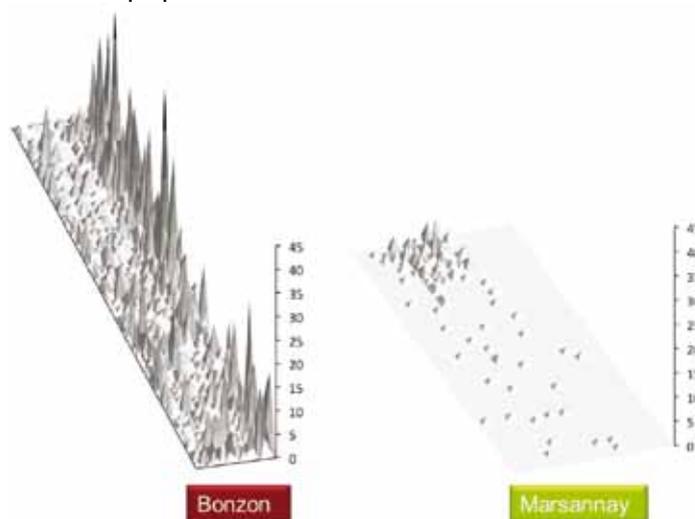
- Haut niveau d'inoculum initial
- Contamination primaire en bordure
- Présence de foyers symptomatiques
- 20 % d'incidence annuelle
- Dispersion rapide

Marsannay :

- Faible niveau d'inoculum initial
- Introduction de matériel végétal infecté
- Expression erratique de l'enroulement
- incidence annuelle faible (sauf en 2011)
- Pas de dispersion constatée

Les données disponibles sur la répartition spatiale de la maladie ont été confrontées avec la répartition de *P. aceris* sur les deux parcelles.

Représentation spatiale des populations de cochenilles :



L'analyse statistique montre ainsi que les foyers de contamination d'enroulement sont corrélés significativement à la présence de *P. aceris* à Bonzon. En revanche, la présence d'enroulement à Marsannay-la-Côte n'est pas corrélée spatialement à celle de *P. aceris*.

Parcelle de Bonzon :



Crédit photo : J. Le Maguet

La parcelle étudiée est délimitée par deux traits rouges. Les parcelles contiguës nord et sud sont très enroulées, la contamination s'est donc faite à partir de ces dernières par une dissémination des cochenilles vectrices par le vent, les fourmis, et les travaux dans les vignes.

Les parcelles situées autour sont plantées en Chardonnay, elles sont également malades mais cela est moins visible sur la photo.

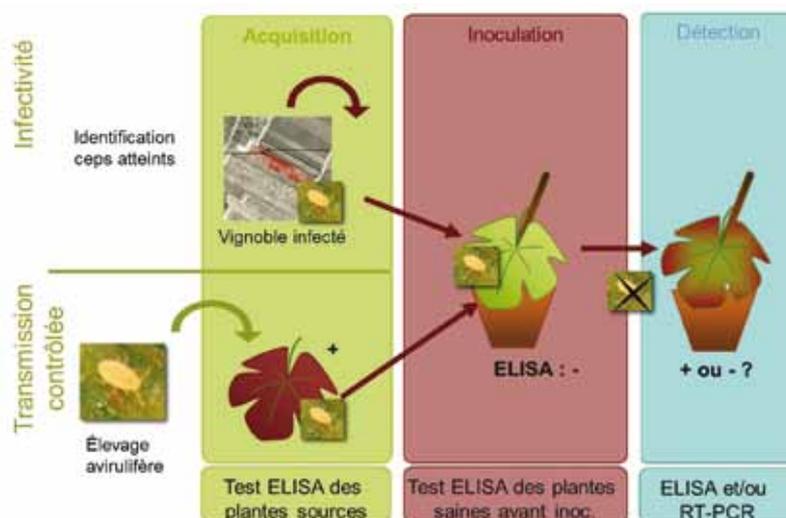
En conclusion, les parcelles d'étude sont concernées toutes deux par le pathosystème GLRaV-1/*P. aceris*, mais présentent des dynamiques épidémiques très différentes, A Bonzon, on a un exemple type de dispersion rapide de la maladie, tandis qu'à Marsannay-la-Côte, on ne constate pas de diffusion, de l'enroulement.

Il n'y a pas eu d'insecticide à Bonzon depuis 2004. La population de cochenilles est donc exclusivement régulée par l'environnement extérieur, comme en témoigne la forte proportion de cochenilles parasitées. La présence de plusieurs espèces de fourmis a certainement joué un rôle important dans la dissémination des cochenilles, car il existe une symbiose entre les cochenilles fournissant le miellat, et les fourmis défendant les cochenilles contre parasitoïdes et prédateurs.

A Marsannay-la-Côte, il est possible que la population de *P. aceris* reste sur le lierre du fait d'une adaptation à cette plante hôte au cours de l'évolution des espèces.

### **Vection par les cochenilles :**

Pour étudier la vection de l'enroulement par *P. aceris*, 2 types d'expériences sont menées.



Dans le cas des expériences d'infektivité : des cochenilles sont prélevées sur un vignoble malade puis mises sur des plants sains et après stockage en serre pour permettre le développement. La détection de l'enroulement est réalisée par un test sérologique. Dans le cas présent, les cochenilles ont été prélevées sur des vignes infectées par les GLRaV-1, -3 et GVA.

Dans le cas des expériences de transmission contrôlée : des cochenilles non porteuses du virus sont élevées puis mises en contact avec une plante malade (vérification par test ELISA) puis les cochenilles sont déposées sur des plantes saines et la détection de l'enroulement est faite par test sérologique.

Ces expériences ont permis d'étudier la spécificité vectrice de *P. aceris* et l'efficacité vectrice des stades de développement.

Résultats :

	Accession	Stade larve	Nb moyen L1 fixées de P.a	GLRaV-1	GLRaV-3	GVA
Trans 26	Bonzon N terrain	L1	27	8/20	13/20	14/20
Trans 27	Y258 serres	L1	19	1/20	6/20	9/20
Trans 28	Y318 serres	L1	29	7/20	15/20	18/20
Trans 32	P70 serres	L1	42	13/20		14/20
%				36%	57%	67%

Nbre Plantes positives / Nbre Pantes transmises

Le tableau ci-dessus confirme que *P. aceris* (stade L1) est capable de transmettre les GLRaV-1 et GLRaV-3. Elle est capable de transmettre également le GVA. Les virus utilisés sont d'origines très différentes et proviennent de cépages issus de différents pays. La cochenille ne fait donc pas de différence en fonction de l'origine du virus et elle conserve sa capacité de vection.

Accession	Nb moyen L1 fixées de P.a	GLRaV-1	GLRaV-4	GLRaV-5	GLRaV-6	GLRaV-7	GLRaV-9	GVA	GVB
Y252 (4,A)	30		4/20					0/20	
Y199 (5,6,A)	18			3/20	3/20			0/20	
Y217 (5)	90			9/13					
Y276 (7,A)	22					0/20		0/20	
Cab 119-66 (9,A)	14						3/13	0/13	
Cab 119-66 (9,A)	73						11/13	9/13	
Te 132 (1,B)	43	6/13							4/13
Te 132 (1,B)	76	12/13							3/13
<b>TOTAL PAR VIRUS</b>		<b>69%</b>	<b>20%</b>	<b>36%</b>	<b>15%</b>	<b>0%</b>	<b>54%</b>	<b>10%</b>	<b>27%</b>

Nbre Plantes positives / Nbre Panttes transmises

La vection d'autres espèces d'enroulement a été testée (tableau ci-dessus). *P. aceris* est ainsi capable de transmettre toutes ces espèces sauf le GLRaV-7. Ces résultats prouvent la vection pour les virus GLRaV-4, -5, -8 et -9 ainsi que pour les virus GVA et GVB. C'est la première preuve de transmission de GLRaV-6 par insecte.

*P. aceris* n'est donc pas vectrice spécifiquement d'une seule espèce virale, mais est capable de transmettre la plupart des virus responsables de l'enroulement.

En conclusion générale, la cochenille *P. aceris* est capable de transmettre 8 virus à la vigne, la période critique étant l'émergence des larves de premier stade. La situation épidémique des vignobles est liée à l'aspect sanitaire du matériel végétal planté, et dépend du niveau d'inoculum dans l'environnement et de la présence de cochenilles vectrices.

## PERSPECTIVES

Les études futures doivent s'intéresser à la co-transmission des virus de la cannelure, la caractérisation des isolats viraux GLRaV et le séquençage total du génome de l'isolat GLRaV1 de Bourgogne.

La vection de virus par *P. vitis*, *H. bohemicus* et *P. corni* sera étudiée, de même que les modes de transmission en faisant varier plusieurs paramètres, et enfin la localisation des particules virales dans les cochenilles.

## PRECONISATIONS

Pour lutter contre l'enroulement viral soit la lutte se porte sur la maladie (GLRaVs), soit sur les vecteurs (cochenilles).

Lutte contre les GLRaVs :

Il s'agit essentiellement de prophylaxie car une fois le cep malade, on ne peut pas le « guérir ».

Il faut avant tout éviter la diffusion de l'enroulement par le matériel végétal : pour cela il faut utiliser du matériel certifié et contrôler la présence de cochenilles sur le bois et les parcelles de vignes mères. Parallèlement, les aspects réglementaires évoluent et les techniques de détection s'améliorent sans cesse, afin de garantir au mieux l'absence de viroses dans les plants commercialisés.

Il faut éviter la dispersion de l'enroulement au sein d'une parcelle : pour cela il faut arracher les ceps touchés par l'enroulement dès qu'ils sont détectés, et effectuer des tests sérologiques sur les ceps adjacents pour vérifier si la contamination de vigne à vigne par les

cochenilles a eu lieu. De même, il faut contrôler et lutter contre la présence de cochenilles vectrices.

Enfin il faut éviter la dispersion de l'enroulement à partir des parcelles adjacentes par des mesures prophylactiques et l'adaptation des méthodes culturales. Par exemple, lors de la plantation de nouvelles parcelles, il est préférable de créer des bandes d'isolement enherbées plutôt que d'avoir des rangs d'isolement de vigne qui permettent la dissémination de la maladie de proche en proche. De même, une parcelle que l'on sait infestée par cochenille sera plutôt visitée en dernier lors des différents travaux dans la vigne pour éviter toute dissémination des insectes dans les autres parcelles. Comme les cochenilles hivernent en particulier sous l'écorce et sur les baguettes, on peut également préconiser d'éliminer avant la fin février les bois de taille, afin de réduire les populations présentes et d'éviter une dissémination des cochenilles d'un rang à l'autre lorsqu'elles reprennent leur activité.

#### Pour en savoir plus :

Les trois références suivantes (consultables en ligne) fournissent des informations substantielles sur l'enroulement viral et son impact économique, ainsi que sur les techniques de lutte contre la maladie et contre les cochenilles vectrices.

Charles, J.G., Cohen, D., Walker, J.T.S., Forgie, S.A., Bell, V.A., and Breen, K.C. (2006). A review of grapevine leafroll associated virus type 3 (GLRaV-3) for the New Zealand wine industry (The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd (HortResearch), Client Report No 18447, 79 p.

Pietersen, G., Spreeth, N., Oosthuizen, T., Van Rensburg, A., D., L., Tooth, D., and Rossouw, N. (2009). A case study of control of grapevine leafroll disease spread on Vergelegen Wine Estate, South Africa, 2002-2008. In 16th meeting of the International Council for the study of Virus and virus-like diseases of the Grapevine (Dijon, France), pp. 230-231.

Walker, J.T.S., Charles, J.G., Froud, K.J., and Connolly, P. (2004). Leafroll virus in vineyards: modelling the spread and economic impact (Hortresearch), pp. 19.

# **LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES COCHENILLES DE LA VIGNE**

**Gilles Sentenac  
Institut Français de la Vigne et du Vin  
Pôle Bourgogne – Beaujolais - Jura - Savoie  
6 rue du 16ème Chasseurs - 21200 Beaune**

## QUELQUES DEFINITIONS

---

Lutte biologique : méthode utilisant des organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des organismes nuisibles.

Lutte biotechnique : méthode qui repose sur l'utilisation de produits issus d'agents biologiques.

Auxiliaires : organismes vivants utiles à l'agriculture par leurs actions régulatrices des populations d'organismes nuisibles. Ce sont des ennemis naturels des ravageurs des cultures.

Prédateurs : organismes vivants qui attaquent d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leur substance. Ils tuent et consomment plusieurs proies au cours de leur développement.

Parasitoïdes : insectes qui vivent aux dépens d'un unique hôte, lequel meurt après l'achèvement du développement du parasitoïde. Insectes dont les larves se développent aux dépens d'un autre arthropode, les adultes sont libres.

## LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LES COCHENILLES DE LA VIGNE

---

### Contexte :

Produire du raisin de qualité, assurer un revenu équitable au vigneron, sauvegarder le patrimoine viticole, protéger l'environnement, tels sont les défis du viticulteur, du chercheur, du technicien. La Production Intégrée est une voie intéressante pour assurer une viticulture durable (extrait de la préface des directives pour la Production Intégrée en viticulture, 1ère édition Bull. OILB Vol. 19(10), 1996). Dans ce contexte où un des objectifs est de minimiser les effets non intentionnels indésirables ainsi que l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, la protection du vignoble doit privilégier la mise en œuvre de méthodes de lutte écologiques. Par conséquent, en concomitance avec une connaissance exhaustive des profils éco-toxicologiques des produits phytosanitaires, l'étude des méthodes de lutte biologique devient une orientation prioritaire.

L'inventaire des auxiliaires invertébrés indigènes est à présent réalisé. Aussi après la mise en œuvre de la lutte biologique par conservation contre les acariens phytophages et une étude sur la faisabilité d'une lutte biologique par augmentation contre les cicadelles *Empoasca vitis* Goethe et *Scaphoideus titanus* Ball, nos efforts portent actuellement sur la lutte biologique contre les cochenilles farineuses *Heliococcus bohemicus* Sulc, *Phenacoccus aceris* (Signoret) et la coccidae *Parthenolecanium corni* (Bouché). Ces cochenilles sont des insectes ravageurs occasionnels de la vigne, par ailleurs elles se révèlent être potentiellement des vecteurs des virus GLRaV-1 et GLRaV-3 de l'enroulement (Sforza et al, 2000). A l'heure actuelle, la lutte en période végétative de la vigne ne peut être envisagée, sauf contre les Coccidae, qu'au moyen d'organophosphorés, produits phytopharmaceutiques peu compatibles avec les principes d'une viticulture durable. En absence d'alternative, des phénomènes de résistance ne sont pas à exclure.

### Méthodologie :

Les dispositifs expérimentaux retenus sont des essais en blocs éclatés présentant 5, 6, 7 ou 8 répétitions avec des parcelles élémentaires comprenant 10, 5 ou 3 cep. La validation de ces dispositifs repose sur l'analyse statistique des résultats, et du nombre de cochenilles par cep, issus des différentes observations réalisées avant la réalisation du premier lâcher.

Le délai expédition-réception des auxiliaires est inférieur à 24 heures, parfois les agents de lutte biologique (larves de coccinelles, *Chrysoperla* sp.) sont reconditionnés pour faciliter le lâcher au vignoble. Le nombre de lâchers par campagne expérimentale est de 2 ou 3 pour *Chrysoperla lucasina* et *Chrysoperla* sp., 3 ou 5 pour *Exochomus quadripustulatus*, 6 pour *Ericydnus sipylus* et 10 pour *Cryptolaemus montrouzieri*. 15 larves L1 âgées/jeunes L2 de chrysope, 4 à 8 larves L2 âgées/jeunes L3 de coccinelles, 20 à 60 adultes d'*E. sipylus* sont apportés par cep et par lâcher.

#### Essai sur Pseudococcidae :

En début de campagne (génération n-1), d'avril (début gonflement du bourgeon -02) à mai-juin (10 à 11 feuilles étalées-17 à floraison-23), les observations portent sur le bois d'un an ainsi que sur l'ensemble de la végétation (feuilles, rameaux) de chaque cep. Par la suite (génération n), les notations ne concernent que 10 feuilles par cep, 5 sur chaque face, de rang 1 à 5. La variable observée est le nombre de cochenilles *H. bohemicus* ou *P. aceris* par cep ou pour 10 feuilles. Leur taille, lors des différents dénombrements, est évaluée au moyen d'un papier millimétré transparent.

Afin de déterminer le niveau de parasitisme à un instant donné, des *Heliococcus bohemicus* ou des *Phenacoccus aceris* sont prélevés, hors parcelles élémentaires et élevés à 24 °C, dans des boîtes de 60 mm de diamètre, à raison de cinq larves âgées ou femelles par boîte d'élevage qui comprend un amas de coton humidifié et un disque foliaire ( $\varnothing = 26$  mm) de marronnier. Le coton est ré-humidifié deux fois par semaine, le disque foliaire est changé selon le même rythme, ceci afin d'augmenter la durée de vie des hôtes. Deux observations par semaine sont effectuées au minimum, chaque momie observée est placée individuellement dans un tube jusqu'à l'émergence du parasitoïde qui est identifié.

#### Essai sur Coccidae :

En début de campagne, d'avril (gonflement du bourgeon) à début juin (11 à 12 feuilles étalées), les observations portent sur la génération n-1 présente sur le bois de l'année ou sur toute zone du vieux bois indiquée par les fourmis. En absence de fourmis, une zone de 12 cm x 5 cm est décortiquée et observée. Par la suite, dès que la génération n colonise le feuillage, les notations s'effectuent sur 5 feuilles par cep, de rang 1 à 3, puis de rang 1 à 5.

Lors de chaque notation, le parasitisme apparent est noté, au printemps les larves L2 parasitées font l'objet d'un prélèvement et d'un élevage individuel dans un tube maintenu à température constante de 24 °C et à une humidité relative supérieure à 60 %. Les émergences sont suivies deux fois par semaines au minimum, les parasitoïdes sont récoltés et identifiés à l'espèce.

Les résultats des différents comptages, nombre de cochenilles par cep ou lot de 10 feuilles, sont soumis à une analyse statistique du type comparaison des moyennes, méthodes des couples, test unilatéral (hypothèse alternative à l'hypothèse nulle : le lâcher est moins occupé que le témoin, l'hypothèse nulle est rejetée lorsque  $t_{obs} > t_{0.95}$ ),  $\alpha = 5$  %.

Afin de limiter autant que faire se peut la relation symbiotique existant entre les fourmis et les cochenilles, un dispositif anti-fourmis est mis en place (au plus tard en avril) sur les sites destinés à l'évaluation des prédateurs. Ce dernier comprend des bandes adhésives engluées installées à 10 cm de la base du tronc de chaque cep de la modalité « lâcher ». De plus, une boîte d'appât gélinifé à base de spinosad logée dans un abri en contreplaqué (25 cm x 10 cm) est disposée dans chaque parcelle élémentaire recevant des agents de lutte biologique.

## Résultats :

### Lutte biologique contre la cochenille farineuse *Heliococcus bohemicus* Sulc au moyen de lâchers d'*Ericydnus sipylus* (2007 à 2011, bilan de 5 années d'étude) :

G. Sentenac (IFV Beaune), P. Kuntzmann (INRA Colmar), A. Gili et P. Kreiter (INRA Valbonne).

Le cortège des parasitoïdes d'*Heliococcus bohemicus* Sulc est à présent mieux connu, *Ericydnus sipylus* (Walker), *Anagyrus szodensis* Erdös et *Leptomastidea bifasciata* Mayr sont les auxiliaires qui assurent la plus grande part de la régulation. Son élevage étant maîtrisé par l'unité expérimentale de lutte biologique de l'INRA-Centre de Recherche de Sophia Antipolis, l'évaluation d'une lutte biologique par augmentation d'*E. sipylus* a été envisagée. Les apports de parasitoïdes (figure 1) ont été effectués en 2007 et 2008.

Les trois premiers lâchers réalisés en 2007 semblent ne pas avoir eu d'effet sur les populations de cochenilles, les quatrièmes et cinquièmes lâchers engendrent quant à eux des différences entre modalités statistiquement significatives (figure 3). Les efficacités sont modestes de l'ordre de 35 et 45 %. Le contrôle biologique est plus conséquent en 2008, deuxième année d'apport d'agents de lutte biologique durant laquelle la modalité « lâcher » est toujours significativement inférieure à la modalité « témoin ». Une réduction de 50 à 60 % des populations est alors obtenue sur les femelles et larves âgées au printemps 2008, elle atteint des valeurs comprises entre 75 et 85 % sur les jeunes larves en été 2008. L'efficacité en 2009, 2010 et 2011, campagnes sans apport d'auxiliaires, se maintient à des niveaux proches : 60 à 80 % sur les femelles et larves âgées, 60 à 90 % sur les jeunes larves, sauf en été 2011. En effet, la nouvelle génération 2011 présente des effectifs légèrement en hausse par rapport à son homologue 2010, et ce aussi bien dans la modalité « lâcher » que dans la modalité « témoin ». Les différences sont toujours statistiquement significatives jusqu'à début septembre mais les efficacités régressent et présentent des valeurs comprises entre 35 et 60 %.



Figure 1 : lâcher d'*Ericydnus sipylus* conditionnés au préalable dans des tubes obturés avec des bouchons aérés lors du transport. Entre 30 et 50 parasitoïdes sont lâchés par cep – Photo G. Sentenac



Figure 2 : *E. sipylus* parasitant une femelle d'*H. bohemicus* – photo G. Sentenac



Figure 3 : *Heliococcus bohemicus* parasitée au stade « momie », un imago d'*E. sipylus* en émergera dans quelques jours - photo G. Sentenac

Si les différences de densités d'*H. bohemicus* entre modalités sont dues à l'efficacité du parasitoïde introduit (figures 2, 3 et 4), le faible niveau des populations rencontrées au cours de l'été 2008 dans la modalité « témoin » est certainement imputable pour une part, à la présence de prédateurs occasionnels ou réguliers : *Nephus quadrimaculatus* (figure 5),

*Exochomus quadripustulatus*, *Hippodamia variegata*, *Harmonia axyridis*, *Coccinella septempunctata*, *Chrysoperla carnea*, pour une autre part, à l'activité des parasitoïdes *A. szodensis* et *E. sipylus*, ce dernier s'étant dispersé et implanté bien au-delà des zones où il a été introduit. Durant les années 2009, 2010 et 2011, la régulation naturelle maintient les populations d'*H. bohemicus* à un niveau très faible même si la dernière campagne laisse entrevoir une minime progression avec une réduction de l'écart entre les deux modalités.

Figure 4 :

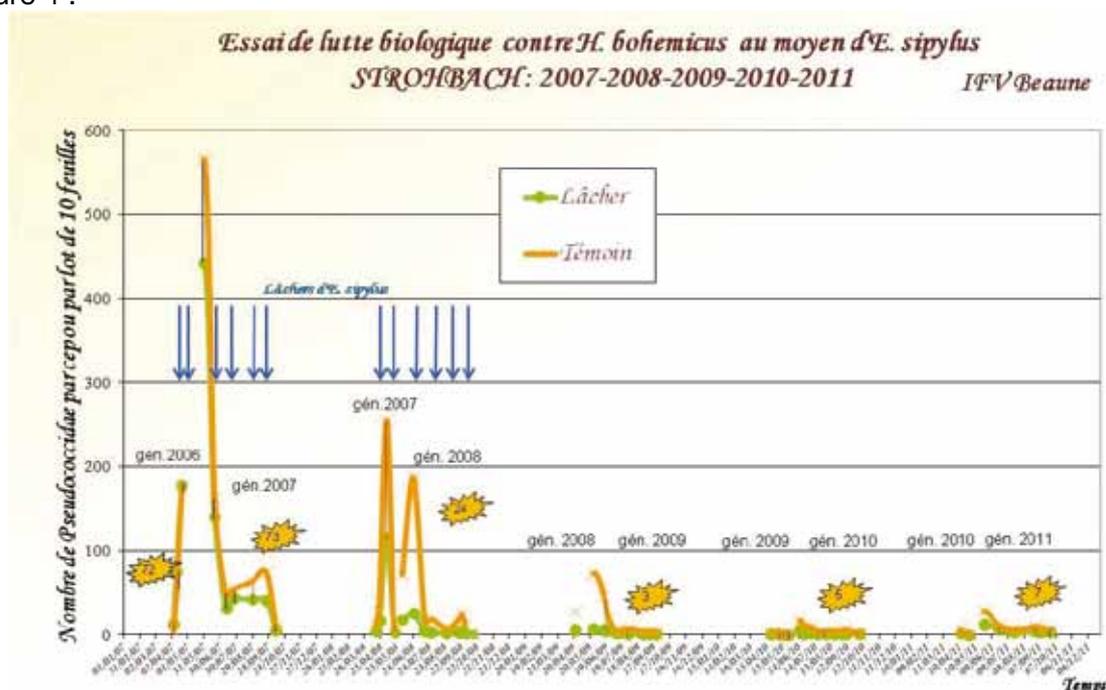


Figure 5 : *Nephus quadrimaculatus*, coccinelle coccidiphage – Photo G. Sentenac

Lutte biologique contre les cochenilles farineuses *Helicococcus bohemicus* Sulc et *Phenacoccus aceris* (Signoret) au moyen de lâchers de *Chrysoperla lucasina* (Lacroix)-2007 et 2008 :

G. Sentenac, T. pham, I. Pavoine, D. Leplus, V. Gertz, O. Deloye,

Les parasitoïdes, très souvent spécifiques, ne sont pas des agents de lutte biologique à utiliser lorsqu'on est en présence de plusieurs espèces de Pseudococcidae. Dans cette

situation, il est préférable de mettre en œuvre un prédateur généraliste comme il en existe dans la famille des Chrysopidae. Deux espèces sont commercialisées : *Chrysoperla lucasina* et *Chrysoperla affinis*.

Pour choisir l'espèce de Chrysope qui sera utilisée dans l'essai, un test de voracité est réalisé. Environ 2 000 cochenilles *H. bohemicus*, de taille supérieure ou égale à 2 mm, sont collectées sur le site de Nantoux, de février à mars 2005, puis mises en élevage sur tubercules germés de pomme de terre dans 20 cages (pot Caubère Ø= 80 mm, haut.=172 mm). Les proies sont ainsi disponibles. Le test porte sur 15 jeunes larves au stade L2 de *C. lucasina* et de *C. affinis*. Ce matériel biologique est mis à disposition par la société IF TECH, 30 larves L2 de *C. lucasina* nées le 29 mars 2005 ainsi que 30 larves L2 de *C. affinis* nées le 26 mars sont réceptionnées le 05 avril 2005. Les larves de chrysope voyagent dans des boîtes d'expédition remplies de cosses de sarrasin, des oeufs d'*Ephestia kuehniella* sont rajoutés comme source d'alimentation afin d'éviter le cannibalisme.

Chaque larve de prédateur est placée dans une cage (Ø= 60 mm, haut.=22 mm) individuelle qui comprend un disque foliaire de vigne (Ø= 26 mm) et un amas de coton humidifié (figure 6). Des rations de 20 *H. bohemicus* dont le poids est connu, sont proposées tous les 2 ou 3 jours aux larves de Chrysopidae, on profite de cette opération pour changer les disques foliaires. Le nombre de cochenilles prédatées ou vampirisées est noté au minimum une fois par jour. Lors du renouvellement de la ration, les cochenilles survivantes sont pesées, le poids des cochenilles consommées est calculé par différence. Cette variable permet de s'affranchir du biais que pourrait introduire la variabilité des gabarits que présentent les *H. bohemicus* utilisées lors de l'étude. Afin de valider les conditions de vie proposées, une cage témoin, identique aux autres, à la différence près qu'elle n'abrite pas de prédateur, est constituée chaque fois que l'on renouvelle l'alimentation des Chrysopidae.



Figure 6 : dispositif expérimental, « ration » de 20 *H. bohemicus* – Photo G. Sentenac



Figure 7 : *H. bohemicus* « vampirisée » et prédation en cours – Photo G. Sentenac

Le test mené à 24°C, s'achèvera lorsque toutes les larves auront atteint le stade cocon (prénympe). Il est relativement aisé de faire la distinction entre une cochenille morte et une cochenille prédatée. En effet cette dernière est complètement vidée de son contenu (figure 7), elle est comme ainsi dire vampirisée. Seule la présence des pattes rappelle que cet amas ratatiné était auparavant un arthropode. Comme chez la larve du fourmilion, les pièces buccales des larves de Chrysopidae ont la forme de crochets (accolement de la maxille et de la mandibule), elles permettent la capture des proies, l'injection de venin et de salive puis l'absorption des tissus dissous de la proie. Une même proie peut être saisie successivement par différents endroits.

En condition de non choix les larves de *C. lucasina* et *C. affinis* se sont révélées être d'excellents prédateurs d' *H. bohemicus*, la consommation journalière, pendant le développement des L2 et L3 est, en moyenne, comprise entre 4 et 5 cochenilles. Il est considéré que les captures en conditions naturelles sont en grande partie aléatoires, nous

avons donc intérêt à retenir l'espèce la plus vorace et la plus active dans la recherche de proies. Ces propriétés sont nécessaires pour espérer réguler les populations d'*H. bohemicus* qui opèrent des allées et venues entre les parties herbacées et les parties ligneuses (sous les écorces). Même si la consommation totale de chacune des deux espèces est équivalente voire même à l'avantage de *C. affinis* au terme de son développement larvaire, nous retenons *C. lucasina* comme agent de lutte biologique. Ses besoins en proies sont en effet plus élevés (figure 8) sur une période équivalente à la durée de son développement larvaire (L2 et L3), plus courte chez cette espèce que chez *C. affinis*. Son élevage présente d'autre part un rendement supérieur (source IF TECH).

Figure 8 :

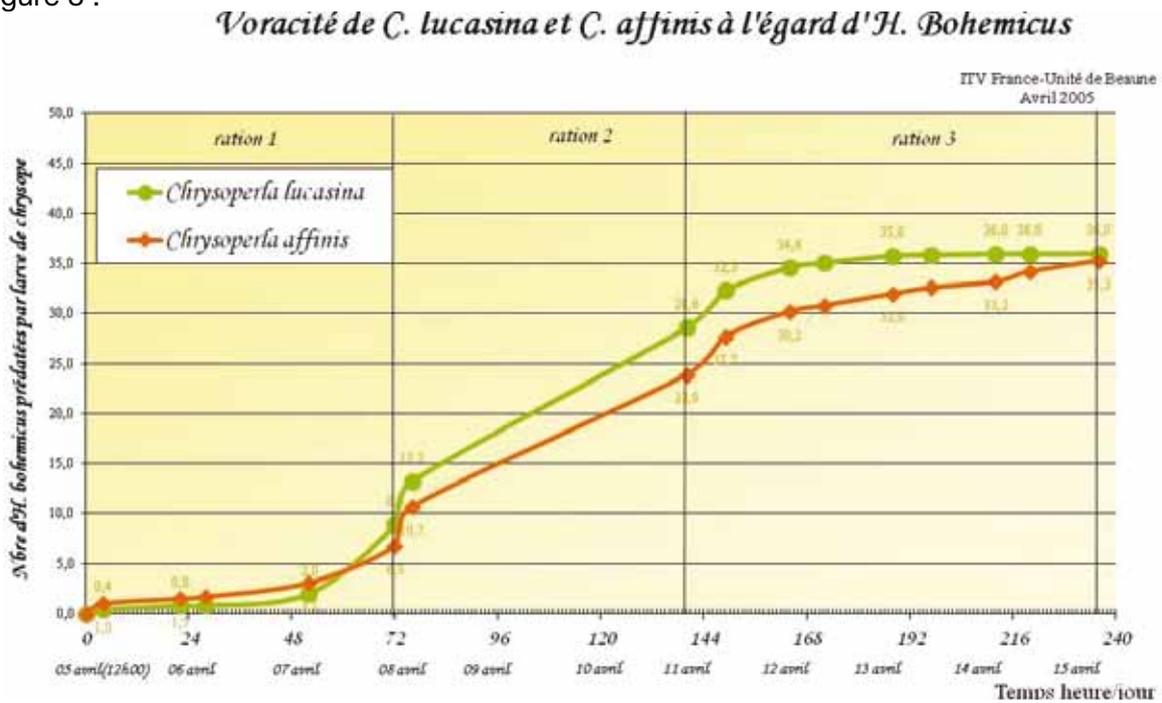
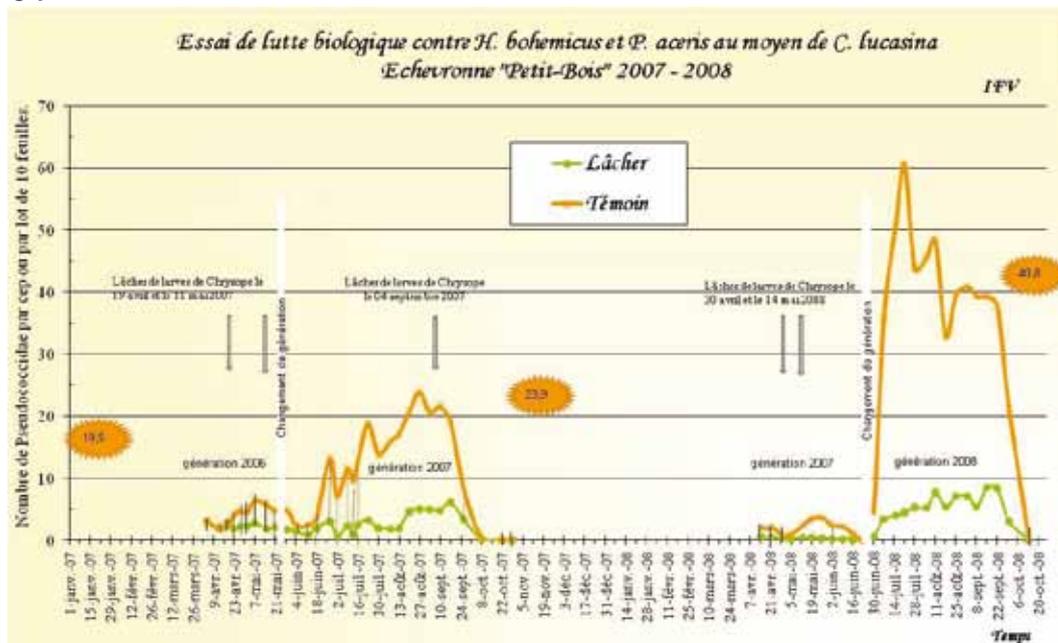


Figure 9 :



Des trois lâchers réalisés en 2007 sur le site expérimental lieu-dit « Petit-Bois », seul le premier lâcher de printemps de *Chrysoperla lucasina* (origine société IF TECH) sous forme de jeunes L2 a été efficace sur les stades hivernants d'*H. bohemicus* et de *P. aceris* en reprise d'activité (figure 9). La régulation opérée sur la génération 2006 se répercute sur la génération 2007, les différences entre témoin et lâcher sont alors significatives, au plus fort des populations dans la modalité « témoin » l'efficacité est de 80 %.

En présence de fourmis (figure 10), lorsque les *P. aceris* atteignent le stade femelle, il est nécessaire de placer un anneau de glue sur le tronc des ceps afin de protéger les larves de *C. lucasina* d'une agression qui leur serait fatale (figure 11).

En 2008 alors que les populations de Pseudococcidae sont en forte croissance dans la modalité « témoin », les deux lâchers réalisés au printemps ne font que confirmer la situation obtenue l'année précédente, les modalités sont statistiquement différentes que ce soit en présence de la génération 2007 ou de la génération 2008 (figure 9), les efficacités obtenues sont alors comprises entre 78 % et 92 %, 92 % étant l'efficacité relevée à l'optimum des populations dans le témoin.



figures 10 et 11 : implication des fourmis dans la protection des *Phenacoccus aceris*–  
Photo G. Sentenac

Lutte biologique contre les cochenilles farineuses *Phenacoccus aceris* (Signoret) et *Heliococcus bohemicus* Sulc au moyen de lâchers de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (2009 à 2011, 3<sup>ème</sup> année de suivi):

G. Sentenac, I. Pavoine, C. Otel,

La recherche d'un prédateur de Pseudococcidae ayant une longue période d'activité, non perturbée par la relation symbiotique liant les fourmis et les cochenilles, nous a conduits à évaluer l'efficacité d'une coccinelle cocciphage, *Cryptolaemus montrouzieri*. Les auxiliaires à l'étude sont élevés sur *H. bohemicus* par l'unité expérimentale de lutte biologique de l'INRA Sophia-Antipolis. Le dispositif expérimental retenu est un essai en blocs éclatés à 8 répétitions, validé suite à l'analyse des résultats issus des différentes observations réalisées en 2008 et 2009 avant traitement.

En 2009, dans les conditions de l'expérimentation, les dix lâchers de *Cryptolaemus montrouzieri* au stade L2 âgée/L3 jeune, effectués tous les quinze jours, ont permis de réguler significativement les populations de *Phenacoccus aceris* et d'*Heliococcus bohemicus*, cette dernière étant désormais pratiquement en voie d'extinction sur le site. L'efficacité obtenue est de 77 % alors que le témoin présente, en période de maturité, une densité que l'on peut qualifier de très élevée de 121 cochenilles farineuses par lot de 10 feuilles (figure 12). Les larves de *Cryptolaemus montrouzieri* sont particulièrement actives sur oeufs (figure 13) et jeunes larves de *P. aceris* (figure 14). Des auxiliaires autochtones comme *Nephus quadrimaculatus*, *Dichochrysa prasina* et *Anagyrus shoenherri* oeuvrent également à la régulation des *P. aceris*.

C'est surtout lors des deux premiers lâchers effectués le 06 mai et le 20 mai 2009 que certaines larves de *Cryptolaemus montrouzieri* ont fait l'objet d'attaques de la part des fourmis, se limitant à une prise de cires ou allant jusqu'à infliger des blessures pouvant être létales malgré la saignée reflexe qui libère des alcaloïdes (figure 15). Dans la plupart des confrontations, la larve de coccinelle se laisse choir au sol ou se réfugie sous les écorces pour échapper à ses agresseurs. Par la suite, lorsque les femelles de *P. aceris* sont majoritairement en phase d'oviposition et ont produit les ovisacs, il nous a semblé que les larves de coccinelles étaient moins attaquées ou que les agressions étaient de plus courte durée et moins préjudiciables pour la survie du prédateur.

Figure 12 :

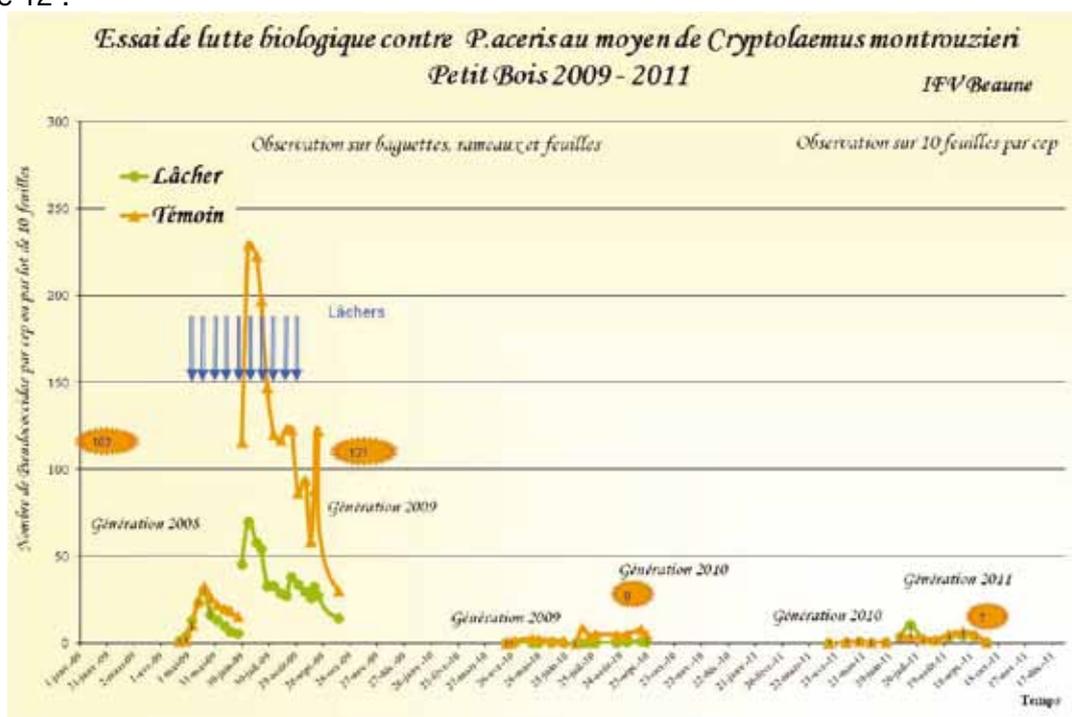


figure 13 : ovisac de *Phenacoccus aceris* « visité » par une larve de *C. montrouzieri* – Photo G. Sentenac



figure 14 : Néonates de *P. aceris* consommés par *C. montrouzieri* – Photo G. Sentenac

En situation de concurrence, le dispositif anti-fourmi Biospin, contenant par boîte 10 grammes d'un appât gélifié à 0.1 % de Spinosad, est très peu fréquenté et manque d'efficacité. Les stations KM AntPro distribuant un appât liquide composé de Spinosad (0.015%), de sucre (25 %), de conservateur sodium benzoate (0.15%) et d'acidifiant acide citrique (0.5 %) sont plus fréquentées par les fourmis et par d'autres arthropodes dont

certains sont des auxiliaires. Ce manque de sélectivité est rédhibitoire, de plus les reliquats d'appât doivent être gérés comme des PPNU. A l'avenir, il conviendrait soit d'intervenir avec des auxiliaires qui résistent bien aux agressions des fourmis soit d'intervenir à des périodes où ces dernières sont peu actives sur cepts (début de saison - femelles de *P. aceris* en fin d'oviposition - jeunes larves).

En 2010, l'effondrement des populations de *P. aceris*, pour des raisons qui nous sont encore inconnues, n'a pas autorisé la poursuite du programme expérimental : les lâchers d'auxiliaires n'ont pas eu lieu. Malgré cette chute des populations, les différences entre modalités sont encore statistiquement significatives.

La situation diffère en 2011, les populations deviennent équivalentes dans les deux modalités, il n'y a plus de différence significative. Les densités en Pseudococcidae sont stables, du niveau de celui rencontré l'année précédente dans la modalité « témoin ».



Figure 15 : Larve de *Cryptolaemus montrouzieri* attaquée par des fourmis – Photo G. Sentenac

Lutte biologique contre la Pseudococcidae *Heliococcus bohemicus* Sulc au moyen d'une stratégie mettant en oeuvre deux prédateurs : *Chrysoperla* sp. et *Exochomus quadripustulatus* (Linné) – (2010 et 2011) :

Gilles Sentenac et Philippe Kuntzmann

Dans le but d'augmenter la période d'intervention sur la cochenille *Heliococcus bohemicus* et d'obtenir une meilleure résistance aux fourmis, nous nous proposons de mettre au point et d'évaluer une combinaison de méthodes de lutte biologique. Les moyens biologiques mis en oeuvre sont d'ores et déjà commercialisés, notamment par la société Koppert, il s'agit de *Chrysoperla* sp. (figure 16) et d'*Exochomus quadripustulatus* (figure 17).

Au cours de la première année d'étude, l'emploi des deux agents de lutte biologique a permis de réguler de manière satisfaisante les populations d'*Heliococcus bohemicus* (figure 18). L'efficacité obtenue en automne 2010, à l'optimum des effectifs de Pseudococcidae, est de 64 %, sans que nous soyons en mesure de préciser l'activité respective de *Chrysoperla* sp et d'*E. quadripustulatus*. Au cours de la deuxième année d'étude, avec seulement trois lâchers de chrysopes réalisés, les efficacités sont d'un niveau bon à moyen excepté en fin de saison. En présence de fourmis, on ne peut pas faire l'économie de la mise en place au printemps d'un dispositif (anneau de glue, appât gélinifié) dont la vocation est de limiter en partie la fréquentation des cepts par ces dernières et de protéger ainsi les larves de chrysopes, surtout lors des deux derniers lâchers. Les larves d'*Exochomus quadripustulatus*, quant à elles, se défendent assez vis-à-vis des fourmis

Le parasitisme naturel des femelles d'*H. bohemicus*, principalement dû à l'activité d'*Ericydnus sipylus* en 2010, d'*Ericydnus sipylus* et *Anagyrus szodensis* en 2011, est modeste, respectivement de l'ordre de 17 % et 24 %. Plusieurs auxiliaires, occasionnels ou non, ont été observés in situ : *Exochomus quadripustulatus* (Linné), *Coccinella septempunctata* Linné, *Dichochrysa prasina* (Burmeister), *Ericydnus sipylus* (Walker), *Anagyrus szodensis* Erdös et *Ericydnus theron* Trjapitzin. Sont-ils à l'origine de l'érosion des populations dans la modalité témoin ? Ils y ont pour le moins participé, de façon certaine en ce qui concerne les parasitoïdes.  
 Une nouvelle campagne de lâchers de chrysope est prévue en 2012.

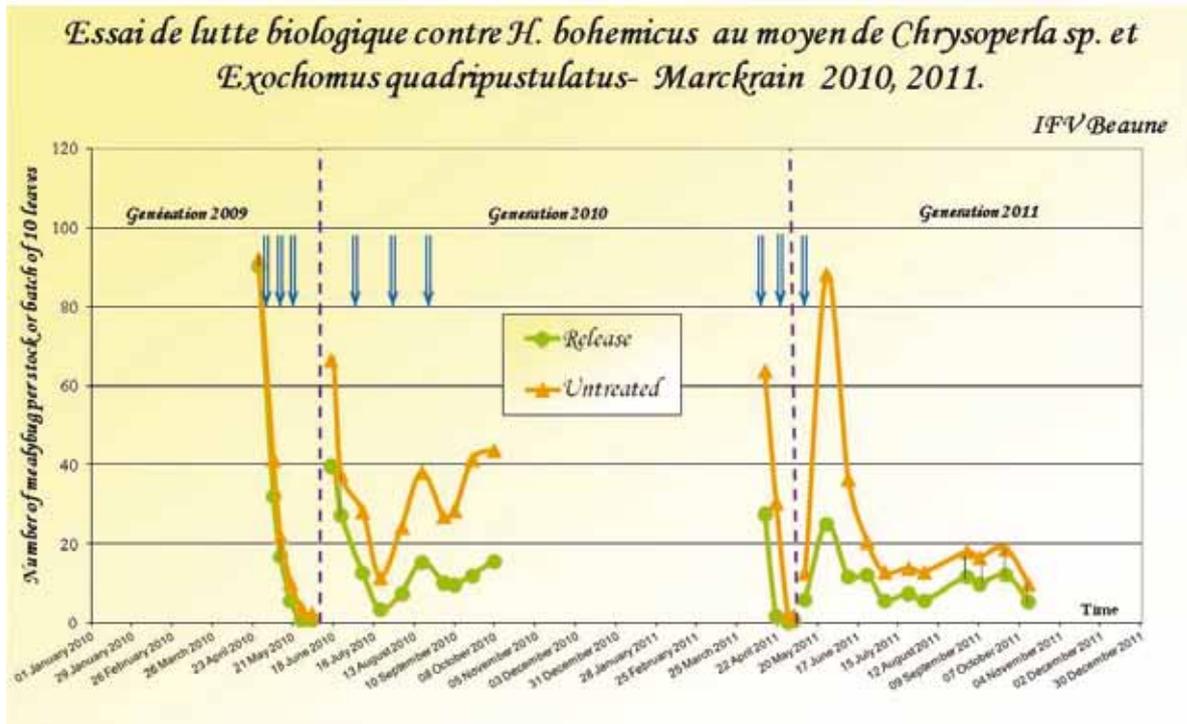


Figure 16 : prédation d'une femelle de *H. bohemicus* par une larve de *Chrysoperla* sp. – Photo G. Sentenac



Figure 17 : larve d'*Exochomus quadripustulatus* en action– Photo G. Sentenac

Figure 18 :



Efficacité au vignoble de la coccinelle *Exochomus quadripustulatus* (Linné) comme agent de lutte biologique contre la cochenille *Parthenolecanium corni* (Bouché) (2009 à 2011, troisième année de suivi):

G. Sentenac, M. Madejski, M. Servant, I. Pavoine, C. Otel, A-E. Kara-Mitcho

La perspective de disposer des parasitoïdes majeurs de *Parthenolecanium corni* s'éloignant, nous nous sommes intéressés à l'évaluation en plein champ de l'efficacité du prédateur *Exochomus quadripustulatus* (origine société Biobest). La cochenille du cornouiller n'est pas citée dans son régime alimentaire mais un essai réalisé au cours de l'année 2008, en condition de non choix, nous a indiqué que nous avons là, un candidat potentiel d'agent de lutte biologique (figure 19).

Un dispositif expérimental de 14 parcelles élémentaires, appariées deux à deux selon leur niveau de population, a été retenu et validé en 2007 et 2008.

Le taux de parasitisme larvaire de *P. corni*, bien que présentant des fluctuations interannuelles, est quasiment identique dans les deux modalités à l'étude. Au printemps 2009, le parasitoïde larvaire majeur est *Blastothrix longipennis* suivi de *Metaphycus insidiosus*, ce rôle est occupé en 2010 par *M. insidiosus*, secondé alors par *Coccophagus lycimnia*. Durant l'année 2011, il n'y a pas eu d'étude du parasitisme des formes hivernantes, par contre l'étude du parasitisme nymphal montre que *B. longipennis* est le plus actif sur femelle, bien épaulé en cela par *M. insidiosus*. En période estivale de la même année, les parasitoïdes larvaires sont par ordre d'importance *M. insidiosus*, *Metaphycus flavus*, *Coccophagus lycimnia* et *Metaphycus hevolvus*.

*Exochomus quadripustulatus* se révèle être un agent efficace de lutte biologique contre *Parthenolecanium corni* (figure 20). Seuls les lâchers réalisés sur les stades juvéniles de la cochenille du cornouiller, L1 et jeune L2, sont opérants. En 2009, trois lâchers successifs, apportant de 7 à 16 larves, L2 ou L3, de coccinelle à virgules par cep, permettent d'obtenir une efficacité de 69 %. Les effets de cette régulation sont encore perceptibles au printemps 2010, ils s'estompent fin mai début juin suite à une diminution non expliquée des effectifs dans la modalité témoin. Au cours de la deuxième année d'étude, les trois lâchers apportent de 7 à 8 larves d'*E. quadripustulatus* par cep, l'efficacité qui en résulte est à nouveau de 70% malgré une dynamique des populations relativement chaotique. En 2011, première année de suivi sans apport d'auxiliaire, la modalité « lâcher » est encore significativement inférieure à la modalité « témoin ». L'efficacité est correcte, comparable à celle obtenue l'année précédente alors que des pertes importantes de femelles en oviposition sont constatées et que, paradoxalement, les populations larvaires de *P. corni* sont en progression.

Les larves d'*E. quadripustulatus* introduites peuvent achever leur cycle sur vigne (figure 21) et résistent bien aux attaques des fourmis.



Figure 19 : prédation de larves L1 de *P. corni* par une larve d'*Exochomus quadripustulatus*– Photo G. Sentenac

Figure 20 :

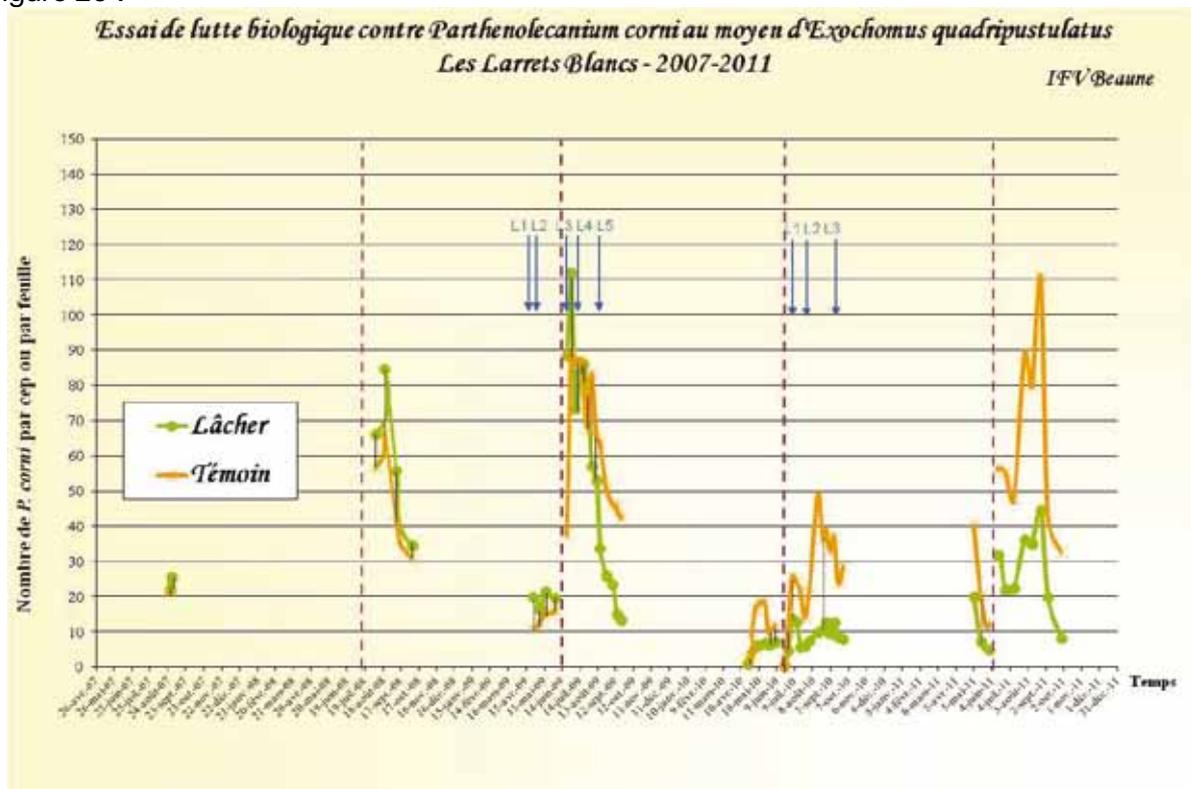




Figure 21 : adulte d'*Exochomus quadripustulatus*– Photo G. Sentenac

## CONCLUSIONS :

---

La présence des prédateurs suivants : *Exochomus quadripustulatus* (Linné), *Hippodamia variegata* Goeze, *Harmonia axyridis* (Pallas), *Coccinella septempunctata* Linné, *Nephus quadrimaculatus* (Herbst) et *Chrysoperla carnea* (Stephens) a été remarquable sur certains sites. Nous ne disposons pas d'outils ou de méthodes qui nous permettent de mieux préciser, de quantifier leur potentiel de régulation. Seuls quelques liens trophiques ont pu être observés *in situ* (larves de *N. quadrimaculatus* , d'*E. quadripustulatus*, de *Dichochrysa prasina* prédatant des *H. bohemicus* ou *P. aceris*).

Indépendamment du niveau d'efficacité que peuvent approcher ces différentes méthodes de lutte biologique contre les cochenilles, le coût hors taxe des agents de lutte biologique disponibles est pour l'instant rédhibitoire :

- *Exochomus quadripustulatus* – Sté Biobest = 1.45 € / larve
- *Exochomus quadripustulatus* – Sté Koppert = 1.02 € / larve
- *Chrysoperla lucasina* – Sté IF TECH = 0.36 € / larve

Sauf peut-être pour *Chrysoperla* sp. :

- *Chrysoperla* sp. – Sté Koppert = 0.075 €/larve.

Mais même dans ce cas de figure, la lutte biologique contre les Pseudococcidae ne peut raisonnablement s'envisager que sur des surfaces restreintes, limitées aux foyers qui doivent être repérés le plus tôt possible par le viticulteur.

*Coccophagus lycimnia*, moyen de lutte biologique commercialisé, pourrait être à l'origine d'une nouvelle étude...mais les orientations du moment nous conduisent à mettre un terme aux études en cours et à initialiser des travaux sur la lutte biologique par conservation, la biodiversité fonctionnelle, la gestion des agroécosystèmes...

Les techniques d'apports d'auxiliaires à grande échelle restent cependant à concevoir. Les objectifs ont été atteints : plusieurs méthodes de lutte biologique par augmentation contre les cochenilles de la vigne ont pu être mises au point et évaluées. Les efficacités obtenues sont acceptables, cinq auxiliaires peuvent être considérés comme de réels agents de lutte biologique mais leur opérationnalité est grandement altérée soit par une absence de commercialisation soit par un prix de vente prohibitif à l'exception de *Chrysoperla* sp.

*Cette étude a bénéficié d'un soutien financier du Conseil Général de Bourgogne, de FranceAgriMer et du Bureau Interprofessionnel des Vins de Bourgogne.*

PÔLE TECHNIQUE ET QUALITÉ DU BIVB  
CITVB

6 rue du 16<sup>e</sup> chasseurs - 21200 Beaune  
Tél. 03 80 26 23 74 - Fax. 03 80 26 23 71  
technique@bivb.com

Site extranet (réservé aux adhérents du BIVB) :  
<https://extranet.bivb.com>



**BOURGOGNES**

*Bureau Interprofessionnel  
des Vins de Bourgogne*