



Institut Français de la Vigne et du Vin

## **Bilan des travaux et des recherches sur les maladies du bois par l'IFV (2002-2007)**



Chef projet : Philippe Larignon

Rodilhan, décembre 2007

## Avant-propos

La compréhension des maladies du bois et le développement de méthodes de lutte constitue un des programmes importants de notre Institut. Les travaux réalisés depuis 2002 ont fait l'objet d'une expertise par le Comité Scientifique et Technique de la filière fin 2007.

La connaissance du génome de la vigne (publié en juillet 2007 par un consortium de recherche franco-italien) devrait permettre une approche entièrement nouvelle pour une meilleure compréhension des processus génétiques et biologiques impliqués dans les relations hôte-pathogènes entre la vigne et les champignons intervenant dans ces maladies. L'enjeu est bien sûr la mise au point de nouvelles méthodes de lutte. D'autre part, l'obtention de matériel végétal résistant ou tolérant constitue un objectif de moyen à long terme. A plus court terme, ces travaux pourraient permettre un diagnostic plus précis des pathogènes actifs dans un écosystème encore mal connu et la recherche de nouvelles molécules actives.

**Jean-Pierre Van Ruyskensvelde, Directeur Général de l'IFV**

## Plan du document

- 1- Objet
- 2- Enjeux
- 3- Objectifs
- 4- Positionnement de l'IFV
  - 4.1. La mise en place d'une équipe
  - 4.2. Ses compétences
  - 4.3. Son programme
  - 4.4. Le coût du programme
  - 4.5. Son positionnement au niveau national
  - 4.6. Son positionnement au niveau international
  - 4.7. La communication
- 5- Bilan des travaux (2002-2007)
  - 5.1. Mise au point d'outils moléculaires
  - 5.2. Identification du cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois
  - 5.3. Une meilleure compréhension de l'expression foliaire
  - 5.4. Les méthodes de lutte
- 6- Conclusions et perspectives
- 7- Bilan d'activités

### **Ingénieurs et techniciens participant au projet au sein de l'IFV :**

B. Barthélémy	J-C. Payan
J-Y. Cahurel	P. Saccharin
M. Coarer	E. Salançon
A. Davy	G. Sentenac
K. Giansetto	E. Serrano
P. Kuntzmann	V. Viguès
P. Larignon	S. Vuillaume
B. Molot	E. Zabollone
A. Pain	

**Pour plus d'information sur ces travaux, veuillez contacter :  
[philippe.larignon@itvfrance.com](mailto:philippe.larignon@itvfrance.com)**

## **1. OBJET**

Les maladies du bois sont devenues la priorité absolue de la filière suite à l'interdiction du seul produit efficace en novembre 2001. Dans un souci de répondre aux préoccupations des professionnels, l'IFV a mis en place un programme en 2002 sur cette thématique s'insérant dans le cadre du programme national dont il est le coordinateur et auquel participent différents organismes de recherche et de développement. Les recherches menées par notre institut visent d'une part à apporter des connaissances supplémentaires sur ces syndromes, qui seront utiles pour l'ensemble des acteurs et d'autre part à dégager des pistes pour trouver des méthodes de lutte utiles pour l'ensemble de la filière (pépiniéristes, viticulteurs).

## **2. ENJEUX**

Ces maladies attaquent les organes pérennes de la vigne, provoquant à plus ou moins long terme la mort du cep. Elles étaient contrôlées jusqu'en novembre 2001 par l'utilisation de l'arsénite de sodium qui a été retiré du fait de sa toxicité non seulement pour l'homme mais aussi pour l'environnement. Sa suppression inquiète d'autant plus les viticulteurs qu'aucune méthode de lutte de remplacement satisfaisante ne leur a été proposée, et met ainsi en péril le maintien de l'outil de production et sa longévité et par conséquent la viabilité des exploitations et cela à l'échelle de toutes les régions viticoles françaises.

De plus, les conséquences dues à ces maladies seront nombreuses à moyen terme : elles entraîneront soit une dépréciation de la qualité des vins suite à un rajeunissement des parcelles, soit à une perte de la typicité d'un vin d'une région viticole suite à la non replantation des cépages les plus sensibles. Cette perte de qualité de nos vins entraînera indéniablement des pertes de marché importantes sur notre propre pays comme à l'exportation du fait d'une concurrence de plus en plus importante de la part des vins étrangers, qui est basée de plus en plus sur la qualité.

## **3. OBJECTIFS**

Dans l'objectif d'aider la viticulture à sortir de cette impasse technique, il est important d'apporter des moyens de lutte aux viticulteurs pour contrôler ces maladies, qui doivent être efficaces, respectueuses de l'environnement et économiquement acceptables pour les exploitations. L'aboutissement de ces recherches doivent impérativement permettre de :

- ⇒ Préconiser des méthodes prophylactiques et préventives (protection des voies de pénétration des champignons dans la plante au moyen de substances chimiques ou biologiques, éradication des sources d'inoculum),
- ⇒ Proposer des méthodes de lutte curatives (fongicides, produits biologiques, stimulateurs des mécanismes de défense de la plante).
- ⇒ Proposer des itinéraires techniques limitant ou empêchant la propagation des maladies du bois dès la pépinière.

Pour atteindre ces objectifs, un programme national a été mis en place, regroupant différents organismes de recherche et de développement. Les thèmes de recherche portent sur les différents aspects de la pathologie végétale : étiologie, épidémiologie, interactions hôte-parasites, biologie des champignons et méthodes de lutte.

## 4. POSITIONNEMENT DE L'IFV

### 4.1. La mise en place d'une équipe

Sa mise en place a débuté en 2002 suite à l'interdiction de l'arsénite de sodium et le programme portait exclusivement sur les méthodes de lutte. Ce programme de recherche s'est ensuite développé par le recrutement d'une personne ressource en avril 2003 à la Station Rhône-Méditerranée. Outre élargir le programme sur les maladies du bois au sein de cette station, elle avait également pour fonction de former des personnes de différentes stations sur plusieurs disciplines, notamment celles portant sur l'épidémiologie (Alsace, Aquitaine, Midi-Pyrénées). Une bonne connaissance des champignons associés aux maladies du bois au sein de l'IFV a permis également de réaliser des recherches sur la mise au point d'outils moléculaires nécessaires pour répondre à certaines questions posées par nos études (Station Val de Loire). Un rapprochement des disciplines agronomie et pathologie a permis aussi d'effectuer des études sur l'influence des facteurs agronomiques sur les maladies du bois. Un programme portant exclusivement sur l'influence des modes de conduite sur les maladies du bois a été auparavant mis en place depuis les années 90 dans le vignoble du Beaujolais.

**Tableau 1 - Moyens humains mis en œuvre lors de la période de référence**

	<b>Temps ingénieur (h)</b>	<b>Temps technicien (h)</b>	<b>Temps administratif (h)</b>	<b>Total (h)</b>	<b>Stagiaire (mois)</b>
<b>2002</b>	<b>487</b>	<b>83</b>	<b>6</b>	<b>576</b>	<b>0</b>
<b>2003</b>	<b>1 762</b>	<b>643</b>	<b>10</b>	<b>2 415</b>	<b>0</b>
<b>2004</b>	<b>2 552</b>	<b>2 102</b>	<b>15</b>	<b>4 669</b>	<b>8</b>
<b>2005</b>	<b>3 100</b>	<b>5 148</b>	<b>154</b>	<b>8 402</b>	<b>15</b>
<b>2006</b>	<b>3 937</b>	<b>4 144</b>	<b>42</b>	<b>8 123</b>	<b>15</b>
<b>2007</b>	<b>En cours de compilation</b>				

### 4.2. Ses compétences

Les équipes mobilisées pour effectuer le programme sur les maladies du bois présentent un éventail de compétences complémentaires nécessaires à la réalisation des différentes actions : pathologie végétale, microbiologie, mycologie, outils de biologie moléculaire, agronomie, protection du vignoble.

Ce programme est développé sur toute la France dans les Stations :

- + Alsace (Colmar)
- + Aquitaine (Blanquefort)
- + Bourgogne (Beaune)
- + Midi-Pyrénées (Isle-sur-Tarn)
- + Val de Loire (Vertou)
- + Rhône-Méditerranée (Rodilhan)
- + Rhône-Alpes (Villefranche-sur-Saône)

L'équipe se réunit une fois par an pour faire le bilan des travaux menés dans l'année et pour décider des futures expérimentations à mettre en place. Des échanges sont effectués toute l'année entre les différents acteurs. Les actions menées lors d'une année font l'objet de comptes rendus techniques.

### 4.3. Son programme

Les maladies du bois sont des dépérissements encore mal connus et pour cette raison, le champ d'études reste large. Aucune voie ne doit être négligée pour répondre le plus rapidement à la demande professionnelle (trouver une alternative à l'arsénite de soude). La stratégie choisie par notre institut découle des connaissances déjà acquises sur les maladies du bois. Elle est située à deux niveaux :

- agir directement sur les microorganismes impliqués dans les maladies du bois (axe 1),
- agir sur la plante pour limiter les expressions foliaires ou pour renforcer ses défenses (axe 2).

Le premier axe concerne la recherche de méthodes de lutte qui ont une action directe sur les champignons associés aux maladies du bois. L'objectif étant d'empêcher leur pénétration dans la plante, leur développement dans les tissus ligneux ou d'éliminer leur inoculum. Les voies choisies pour atteindre ces objectifs sont : la production de matériel sain en pépinières, la protection des voies de pénétration par des produits biologiques ou phytopharmaceutiques, la limitation de leur développement dans le cep au moyen de différents procédés (injections, pulvérisation de molécules ambimobiles gardant leur activité biologique dans la plante), l'éradication des sources d'inoculum, la recherche de système de conduite limitant les contaminations ou l'amélioration de la prophylaxie en détectant les ceps malades avant l'extériorisation de symptômes (eutypiose).

La réalisation de ce travail nécessite des connaissances plus approfondies sur les cycles biologiques des champignons en pépinières et dans le vignoble (épidémiologie). Cette étude a demandé la mise au point de méthodes de détection pour répondre à certaines interrogations posées. Le grand nombre de champignons à étudier a conduit également à une réflexion sur la ou les véritable(s) cible(s) à atteindre, qui peut ou peuvent également dépendre des régions viticoles françaises. L'analyse microbiologique de jeunes plantes malades ou de plantes provenant de régions viticoles dont les agents associés aux maladies du bois sont encore mal connus (Alsace par exemple) pourrait permettre d'apporter une réponse à ces interrogations.

Le deuxième axe stratégique porte sur la recherche de méthodes de lutte qui ont une action directe sur la plante. Ce travail nécessite des connaissances plus approfondies sur les facteurs environnementaux influençant l'expression des symptômes ; l'objectif serait de « jouer » sur les facteurs impliqués pour limiter l'expression foliaire. Il concerne également la recherche de méthodes de lutte renforçant les mécanismes de défense.

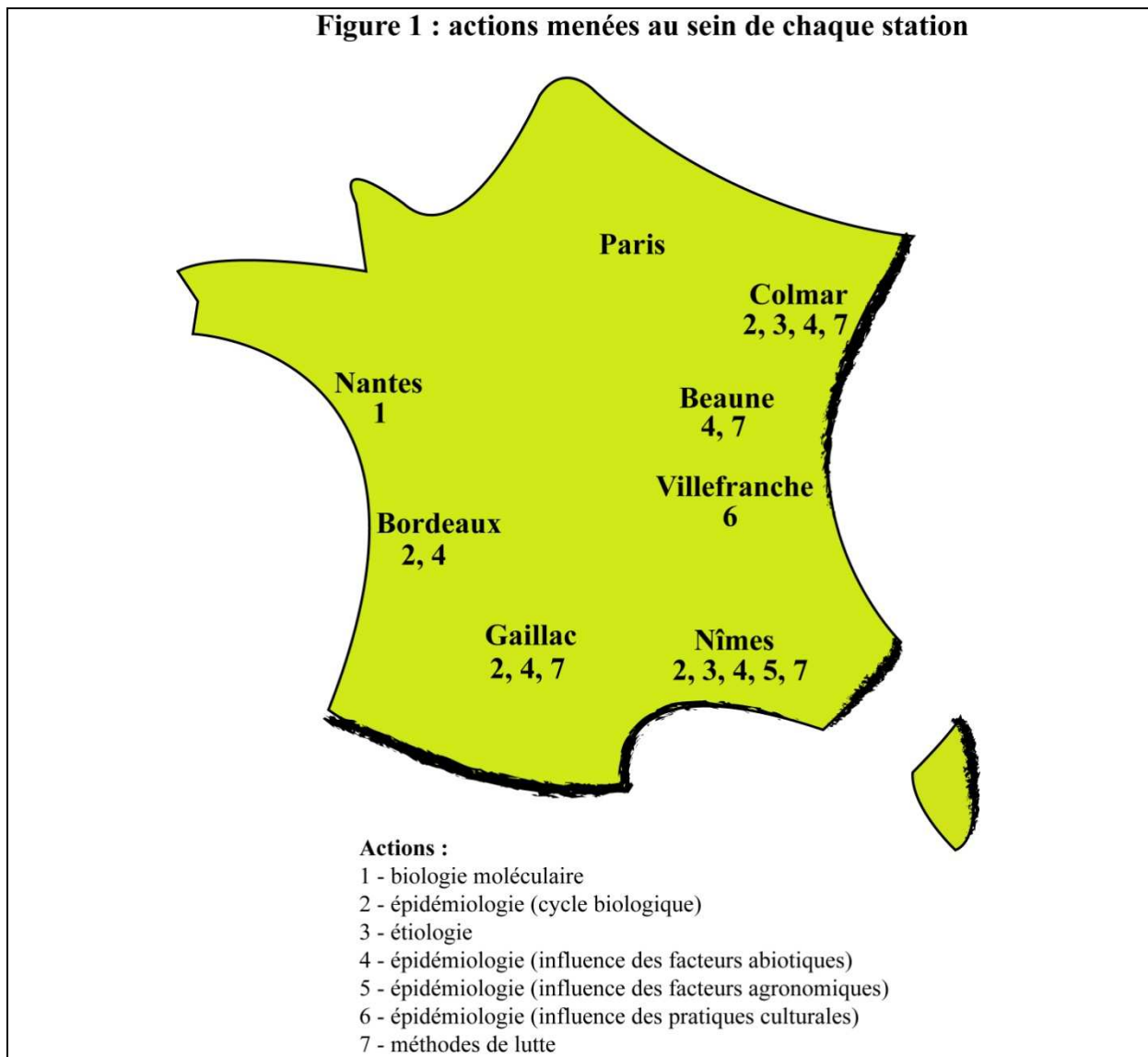
Outre ces travaux de recherche, notre institut a également pour mission de tester des produits ou des méthodes se disant efficaces contre les maladies du bois (selon certaines sociétés) pour apporter une réponse ou non sur leur efficacité aux viticulteurs.

Le bilan de ces travaux sera présenté selon le plan ci-dessous :

- Une amélioration des connaissances sur ces syndromes
- + Identification des cycles biologiques des champignons associés aux maladies du bois au niveau de la pépinière et dans le vignoble (épidémiologie),
  - + Une meilleure compréhension de l'expression foliaire : identification des agents responsables des symptômes foliaires (étiologie), identification des facteurs abiotiques et biotiques (facteurs agronomiques, pratiques culturales) favorables à leur expression et raisons de leur fluctuation (épidémiologie).

- Et sur la recherche de méthodes de lutte au niveau de la pépinière et dans le vignoble (méthodes curatives et préventives).

La figure 1 précise les différentes actions menées au sein de chaque Station.



#### 4.4. Le coût du programme

Le programme a été réalisé grâce aux financements Viniflor et de contrats de plan Etat-Région (cf tableau ci-dessous). La thèse IFV effectuée au sein du CNRS de Poitiers a été financée par Viniflor, CIVC, Inter-Rhône, ANRT (bourse Cifre) et notre institut. L'étude effectuée sur l'évaluation d'outils de diagnostic en vue de la prophylaxie (eutypiose) a été financée par le CIVB. L'investissement de l'IFV sur le programme maladies du bois par année est noté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 2 - Coûts mis en œuvre lors de la période de référence**

	<b>Viniflor - aides nationales</b>	<b>Contrat de plan Etat- Région</b>	<b>CIVC</b>	<b>CIVB</b>	<b>Inter- Rhône</b>	<b>ANRT</b>	<b>Coût IFV</b>
<b>2002</b>	<b>12 000 €</b>	-	-	-	-	-	<b>58 009 €</b>
<b>2003</b>	<b>74 341 €</b>	-	<b>2 368 €</b>	-	<b>1 808 €</b>	<b>4 878 €</b>	<b>142 316 €</b>
<b>2004</b>	<b>106 197 €</b>	-	<b>7 105 €</b>	-	<b>5 425 €</b>	<b>14 635 €</b>	<b>270 66€</b>
<b>2005</b>	<b>109 785 €</b>	<b>31 500 €</b>	<b>7 105 €</b>	-	<b>5 425 €</b>	<b>14 635 €</b>	<b>540 000 €</b>
<b>2006</b>	<b>115 027 €</b>	<b>51 000 €</b>	<b>5 450 €</b>	<b>33 824 €</b>	<b>4 551 €</b>	<b>756 €</b>	<b>532 131 €</b>
<b>2007</b>	<b>95 924 €</b>	<b>45 100 €</b>	-	-	-	-	<b>en cours</b>

#### **4.5. Son positionnement au niveau national**

Les thèmes d'études réalisés par l'IFV s'insèrent dans le cadre du programme national sur les maladies du bois et se sont axés surtout sur des actions qui pourraient répondre rapidement à la demande des professionnels (une alternative à l'arsénite de sodium). La plupart des actions menées font appel à des collaborations avec des laboratoires de recherche (Universités, CNRS, ENITAB, INRA, EI Purpan, ENSAT) et des organismes de développement (Chambres d'agriculture, SRPV, FREDON, Interprofessions, GRAB, Syndicat des Pépiniéristes, SICAREX...), et des partenariats avec l'industrie phytosanitaire (prestations de recherche). Les différentes collaborations sont de plusieurs types : soit de discussion, de conseils ou d'échanges dans les méthodologies à adopter, soit de complémentarité pour la réalisation de certaines actions (association de différentes disciplines, mise en place de réseaux). Les échanges se font également lors de réunions animées par l'IFV : réunion du groupe de travail Viniflor qui se déroule annuellement et celle au niveau national qui a lieu tous les trois ans ou lors des comités de suivi de thèses. Les collaborations inter-organismes sont mentionnées dans chaque thème de recherche développé par l'IFV. Les organismes de développement, les sociétés privées et les organismes de recherche font appel à notre institut pour des conseils sur cette problématique du fait de notre expérience.

#### **4.6. Son positionnement au niveau international**

Les travaux menés par l'IFV entre dans le cadre des travaux de recherches internationales. L'IFV participe également aux congrès internationaux sur les maladies du bois, le chef projet est membre du groupe ICGTD (International Council Grapevine Trunk Disease). Des collaborations sont également effectuées à travers d'échanges de matériel fongique, de discussions ou encore d'invitations à d'autres congrès que celui de l'ICGTD organisés en France (Euroviti, rencontres techniques région Midi-Pyrénées, Alsace) ou à l'étranger. L'expertise de l'IFV est reconnue au niveau international (par exemple au travers des invitations à des congrès ou encore l'évaluation d'articles scientifiques internationaux).

#### **4.7. La communication**

Elle est réalisée à différents niveaux : scientifiques, techniques et de vulgarisation par différents supports (communications écrites, orales, internet). De nombreuses publications à caractère scientifique et de vulgarisation ont été réalisées depuis 2003 : diffusion du programme national sur les maladies du bois et des résultats des expérimentations menées, note nationale réalisée avec différents acteurs (SRPV, ENITAB, INRA Bordeaux Santé Végétale, Viniflor), lettres techniques pour les techniciens du développement et les viticulteurs consultables sur internet et publiées dans différentes revues. De nombreuses rencontres (colloques, congrès, stages de formation...) ont été réalisées auprès des viticulteurs, pépiniéristes et techniciens suite à leur demande ou à la demande d'organismes de développement. Des colloques ont été également organisés par notre institut dans les différentes régions françaises pour transférer les acquis de la recherche vers le secteur de développement. Cependant, une faiblesse peut être constatée au niveau des communications écrites internationales (langue anglaise).

L'équipe travaille en étroite collaboration avec le service communication (Paris) de notre institut pour notamment la mise en forme, la diffusion d'articles de vulgarisation sous différents supports (lettres techniques sur le site internet de l'IFV, brèves dans la lettre d'information électronique de l'IFV) et l'annonce de diverses informations sur les maladies du bois par le biais de lettres d'informations auprès de la presse viticole et de la lettre électronique de notre institut.

### **5. BILAN DES TRAVAUX (2002-2007)**

Le bilan des activités sur la période de référence (2002-2007) sera présenté en quatre grandes parties : la mise au point d'outils de diagnostic, le cycle biologique, la meilleure compréhension de l'expression foliaire et les méthodes de lutte. Trois parties seront traitées pour chacune des actions : le contexte, les avancées et les analyses critiques et perspectives.

#### **5.1. Mise au point d'outils moléculaires pour l'identification et la détection des champignons en relation avec les maladies du bois**

##### *Contexte*

L'accroissement des connaissances concernant le cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois se heurte à des obstacles majeurs et récurrents en microbiologie, à savoir l'identification taxonomique et la détection. Une des voies permettant de lever tout ou partie de ces obstacles consistait à développer et/ou à mettre au point des techniques moléculaires fiables.

##### *Avancées*

#### **5.1.1. Identification**

Après avoir défini un protocole d'extraction d'ADN optimisé, et adapté ce dernier à l'utilisation d'un kit commercial (nucleospin) permettant l'analyse en microplaques de 96 échantillons, nous avons validé les techniques d'identification à partir de la restriction enzymatique de la région ITS, avec, dans le cas des champignons de la famille des *Botryosphaeriaceae* l'utilisation de manière concomitante de deux couples d'amorces distincts.



### 5.1.2. Détection

En 2004, la technique spécifique de détection des deux champignons pionniers de l'esca, *Phaeomoniella chlamydospora* (Pch) et *Phaeoacremonium aleophilum* (Pal) a été optimisée au sein de notre institut à partir des études menées par Tegli *et al.* (Université de Florence), Groenewald *et al.* (Infruitec-Nietvoorbij, Stellenbosch) et Peros *et al.* (INRA Montpellier, DGPC). Cette technique a été ensuite appliquée à la recherche de leur présence sur les organes herbacés des ceps de vigne. Dans le prolongement de cette démarche, d'autres techniques ont été mises au point successivement pour permettre la détection d'autres champignons associés aux maladies du bois, notamment *Fomitiporia mediterranea*, et les *Botryosphaeriaceae*, que ce soit au niveau du genre dans son ensemble ou au niveau spécifique (*Botryosphaeria obtusa*, *Neofusicoccum parvum*, *Botryosphaeria stevensii*) en ciblant le gène de la bêta-tubuline, et des méthodes de PCR multiplex permettant la détection simultanée de plusieurs organismes.

**Tableau 3 – Liste des multiplex mis au point**

<i>Organismes</i>	<i>multiplex testés et validés</i>
<i>P chlamydospora</i> et <i>P aleophilum</i>	PCH1/2 et PAL3/4 PCL1/2 et PAL1/2
<i>Botryosphaeriaceae</i> et <i>P aleophilum</i>	BotryoF2/BotryoR et PAL3/PAL4
<i>B stevensii</i> et <i>P aleophilum</i>	BSF2/BBOR et PAL3/PAL4

#### *Analyses critiques et perspectives*

Les efforts engagés durant la période écoulée ont conduit à des résultats mitigés. La validation de deux techniques différentes d'identification spécifique et la mise au point de plusieurs tests simples ou multiplex de détection constituent une avancée certaine. Ils ont permis d'asseoir de manière plus certaine la démonstration de la contamination en pépinières et la localisation des zones préférentiellement contaminées sur le plant. Par contre le caractère « récalcitrant » à la détection de certaines espèces (*Neofusicoccum luteum*, *Botryosphaeria dothidea*) et les limites démontrées, notamment en termes de sensibilité, de certains tests tendent à limiter le champ d'application « strictement » efficace de ces techniques (la mesure

d'efficacité du traitement n'est pas possible, par exemple). Un transfert des techniques de PCR simple mises au point vers la Q PCR quantitative, plus sensible, pourrait, en partie, amoindrir l'obstacle sans pour autant le supprimer. La question du rapport qualité-prix d'une telle analyse se poserait alors. La définition plus fine des cycles biologiques, des implications respectives et des protocoles d'échantillonnage pourraient se révéler eux aussi être des facteurs notables d'amélioration de l'impact de ces outils. Enfin, le choix d'autres zones cibles du génome (cytochromes, facteurs d'élongation ?) pourrait permettre une détection fiable des derniers champignons non détectables à l'heure actuelle.

## 5.2. Identification du cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois

Les études menées pendant la période de référence (2002-2007) visent à améliorer les connaissances du cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois (esca, BDA). Elles poursuivent celles initiées à l'INRA de Bordeaux en 1997 et sont menées aussi bien au niveau du vignoble qu'en pépinières. Elles s'insèrent également dans les recherches réalisées au niveau international. La connaissance de leur cycle biologique permettra *in fine* de connaître les cibles à protéger, la période d'intervention et les sources d'inoculum à éradiquer.

### 5.2.1. En pépinière

#### *Contexte*

Les études menées en pépinière ont débuté initialement à l'INRA de Bordeaux en collaboration avec la Chambre d'agriculture du Vaucluse suite à la mise en évidence des champignons pionniers de l'esca dans le matériel végétal (INRA) et dans les plants (travaux de l'Université de Florence). Elles demandent la mise en commun de compétences complémentaires dans les domaines de la pépinière (SPBPVV, Sicarex du Sud-Ouest et les pépiniéristes), de la pathologie végétale (IFV, Stations Midi-Pyrénées et Rhône-Méditerranée), de la biologie moléculaire (IFV Station Val de Loire) et du Développement (Chambre d'agriculture du Vaucluse). Notre mission est de poursuivre ces études, notamment d'évaluer l'importance ou non de la propagation des champignons associés aux maladies du bois en pépinières.

#### *Avancées*

##### **a. Mise en évidence dans le matériel végétal destiné à la pépinière**

Les analyses microbiologiques réalisées à l'INRA de Bordeaux avaient montré que les champignons étaient présents à proximité de la tête de souche dans les tissus ligneux des greffons et des porte-greffe. Notre travail consistait à compléter cette étude en les recherchant à différents niveaux dans le bois de porte-greffe (5, 40, 80, 400 et 600 cm). Il montre que *P. chlamydospora* et *P. aleophilum* ne sont trouvés qu'à proximité de la tête de saule alors que les autres champignons (*Botryosphaeriaceae*, *Phomopsis viticola*) sont présents à tous les niveaux. Ces résultats suggèrent que les champignons pionniers de l'esca contaminent les sarments à partir de la tête de souche ou par des portes d'entrée situées à ces niveaux. Les autres champignons doivent contaminer la plante à tous les niveaux soit pendant la période végétative, soit pendant la phase de repos, avant la récolte du matériel végétal.

##### **b. Mise en évidence des champignons dans les plants à la sortie de la pépinière**

A l'exception de *Eutypa lata* et de *F. mediterranea*, tous les autres champignons associés aux maladies du bois ont été mis en évidence dans les plants à la sortie de la pépinière, qu'ils soient élevés en pot ou au champ ou qu'ils aient subi lors de leur fabrication différents types de stratification (eau, sciure, tourbe). Le pourcentage de plants infectés est variable selon le lot étudié. Cette variabilité peut être due à l'origine du matériel végétal et/ou le processus de fabrication des plants en pépinière. Les analyses microbiologiques effectuées à différents niveaux dans les plants ont permis également de préciser leur localisation. Les champignons *P. aleophilum*, ceux de la famille des *Botryosphaeriaceae* et *P. viticola* sont plus particulièrement présents dans la partie haute (greffon, soudure, haut du porte-greffe), *Neonectria liriodendri* (agent du pied noir) exclusivement dans la partie basse du plant (base du porte-greffe) et *P. chlamydospora* dans les deux zones (localisation variable selon le lot étudié).

### c. Mise en évidence des étapes au cours desquelles ont lieu des contaminations

L'hypothèse d'une contamination en pépinière par *P. chlamydospora* et *P. aleophilum* a été examinée lors de deux étapes dans l'élaboration des plants (stratification à l'eau, élevage au champ) à l'aide d'un dispositif complexe de mise en présence de plants contaminés artificiellement avec des plants non inoculés à différentes étapes du processus de fabrication d'un plant en pépinière. Cette étude montre que *P. chlamydospora* est capable de contaminer les plants lors de la stratification par les plaies situées à la base du plant (plaie d'éborgnage, talon) et *P. aleophilum* les contaminerait lors de leur élevage par la partie aérienne. Ce travail montre également que *P. chlamydospora* provoque la mortalité d'un grand nombre de plants due à la formation d'une mauvaise soudure (mauvaise callogénèse).

Le suivi du niveau de contamination du matériel végétal tout au long du processus de fabrication d'un plant dans des conditions normales de pépinière a montré la présence de contamination par les champignons associés aux maladies du bois. Les études ont mis en lumière une hausse du taux de présence des champignons de la famille des Botryosphaeriaceae après des étapes telles que le greffage, la stratification à la sciure, la stratification à l'eau et l'élevage en pépinière. Le taux de *P. chlamydospora* augmente de manière très nette lors de la mise en vente. *P. aleophilum* n'a pas été retrouvé dans cette étude.

### d. Identification des sources d'inoculum

La recherche des champignons à la surface du matériel végétal (greffons et porte-greffes) est réalisée par une approche moléculaire (détection par PCR) à partir d'eaux de rinçage des surfaces des sarments. Les champignons pionniers de l'esca et ceux de la famille des Botryosphaeriaceae sont trouvés à leur surface. Le pourcentage de bois les présentant est variable selon l'origine du matériel végétal. Leur présence pourrait ainsi constituer une source d'inoculum importante pouvant jouer un rôle dans la pollution et la contamination des plants au cours de leur élaboration.

#### *Analyses critiques et perspectives*

Ce travail met en lumière la problématique de la qualité sanitaire des plants en pépinières. Il montre l'intérêt de développer des méthodes de lutte pour empêcher les contaminations en pépinières (méthodes de désinfection, autres méthodes de production des plants). Il pose également des questions sur le devenir des plants infectés une fois implantés dans le vignoble. Aucune information n'est également apportée sur la présence des champignons à la surface des plants à la sortie de la pépinière qui pourrait également constituer une source d'inoculum non négligeable. Des expérimentations devraient être mises en place pour y répondre.

Sur le plan méthodologique, la méthode d'isolement classique doit sous-évaluer le taux de plants infectés par les différents champignons car certains

microorganismes à croissance rapide peuvent masquer leur développement en absence de milieux sélectifs ou la quantité de bois analysée par plante est trop faible. La méthode PCR utilisée sur la recherche des champignons dans les eaux de rinçage nous indique leur présence ou leur absence mais ne donne ni d'indication sur la forme du champignon (mycélium, spores), ni sur leur viabilité, ni sur leur quantité et leur localisation. Des méthodologies devraient être développées en collaboration avec la recherche fondamentale pour répondre aux questions posées (nature de la source d'inoculum notamment, localisation, quantification) et pour optimiser la méthode de détection des champignons dans le bois. Enfin, la recherche devrait identifier les mécanismes mis en jeu par *P. chlamydospora* pour empêcher la formation des calcs.

## 5.2.2. Au vignoble

### a. Les champignons pionniers de l'esca

#### *Contexte*

La connaissance du cycle biologique de chacun des champignons pionniers dans le vignoble est déterminante pour trouver des méthodes de lutte à l'égard de l'esca. Cette étude a tout d'abord été initiée à l'INRA en 1997 dans le cadre du programme européen Fair n°1 CT 95.654 « Maîtrise de l'esca et respect de l'environnement ». Elle portait sur le rôle des plaies de taille sur leur pénétration dans la plante lors de la période hivernale, et sur leur mode de propagation dans le vignoble. Notre mission était de poursuivre ces travaux et de les axer surtout sur l'identification de la porte d'entrée de *P. aleophilum* dans la plante. A côté des plaies de taille, les plaies occasionnées lors des travaux effectués pendant la période végétative tels l'ébourgeonnage, le rognage, l'éclaircissage, l'effeuillage, l'épamprage... ont été également examinées comme voies de pénétration. Ces éventuelles portes d'entrée ont été aussi examinées par rapport au *P. chlamydospora*. La méthodologie utilisée pour cette étude reprend celle mise en place par l'INRA de Bordeaux. Elle est basée sur les tests de réceptivité des plaies, leur analyse microbiologique dans les conditions naturelles et le suivi de la sporée aérienne.

#### *Avancées*

Le cycle biologique de *P. aleophilum* a été tout d'abord étudié dans le vignoble des Costières de Nîmes pendant quatre années consécutives. Les tests de réceptivité et l'étude de la microflore des plaies de taille comparée à celle de sarments non taillés ont montré leur rôle dans la pénétration du champignon dans la plante. Les périodes pour lesquelles il contamine les plaies ont été identifiées et correspondent le plus souvent à des périodes situées après la saison des pleurs suite à des pluies. L'expérimentation menée dans le vignoble bordelais depuis 2007 permet d'identifier d'autres voies de pénétration potentielles de ce champignon dans la plante (plaies de rognage, d'effeuillage et d'éclaircissage...). Concernant *P. chlamydospora*, il a été montré par des tests de réceptivité qu'il était capable de pénétrer par les plaies de taille après la période des pleurs, et semblait capable de provoquer des infections à partir de plaies provoquées lors des opérations en vert (plaies de rognage, d'effeuillage et d'éclaircissage...) selon les expérimentations menées dans le vignoble bordelais.

#### *Analyses critiques et perspectives*

Les études menées depuis quatre années ont complété les connaissances sur le cycle biologique des champignons pionniers de l'esca. Leur possibilité à pénétrer dans la plante lors de différentes périodes (avant et après la saison des pleurs) rend la protection des plaies de taille difficile. Leur possibilité à pénétrer par les plaies réalisées en vert va rendre encore plus compliquée la protection. Cependant, ces derniers résultats devront être confirmés lors d'expérimentations complémentaires. La méthodologie utilisée pour le suivi de la sporée aérienne dans le vignoble des Costières de Nîmes n'a pas

mis en évidence la dissémination des spores qui étaient responsables des contaminations observées sur les plaies de taille. L'amélioration de la technique de piégeage ne trouverait qu'un intérêt dans le cadre d'un programme de modélisation.

Toutes ces études réalisées depuis 1997 par l'INRA et l'IFV permettent d'apporter une réponse aux viticulteurs sur la non transmission des champignons de l'esca par les outils de taille. Ce résultat a été transféré vers le secteur du développement (lettre technique sur le site internet de l'IFV, rencontres techniques).

## b. Les champignons associés au BDA

### *Contexte*

L'étude du cycle biologique des champignons de la famille des Botryosphaeriaceae a été initiée à l'INRA de Bordeaux au début des années 2000 suite aux travaux montrant leur éventuelle implication dans le syndrome du BDA. Elle a concerné surtout le *Botryosphaeria obtusa*. Vu l'arrêt des travaux sur ce sujet depuis 2004 à l'INRA et leur possible importance dans les dépérissements, montrée également par d'autres études françaises et étrangères (tests de pathogénie par exemple), nous avons débuté un programme plutôt exploratoire, axé sur les voies de pénétration et sur leur mode de propagation.

### *Avancées*

- L'identification des voies de pénétration des *Botryosphaeria* dans la plante a été menée sur le même essai mis en place dans les Costières de Nîmes pour identifier celles de *P. aleophilum*. L'étude de la microflore des plaies de taille comparée à celle de sarments non taillés indique qu'elles pourraient constituer une voie de pénétration du *B. obtusa* dans la plante. Les périodes pour lesquelles ils les contaminent ont été identifiées et correspondent le plus souvent à celles situées après la saison des pleurs suite à des pluies. Les plaies d'ébourgeonnage pourraient également constituer une porte d'entrée selon les études menées sur leur microflore et les premiers résultats des tests de réceptivité.

Des observations réalisées dans le vignoble suite à divers problèmes de dépérissement ont permis de constater que les plaies provoquées par la cassure de rameaux, l'épamprage ou la taille constitueraient les voies de pénétration de *N. parvum* dans la plante ou encore celles de *B. obtusa* ; les plaies causées par l'enlèvement des entre-cœurs, celles de *N. luteum*.

- L'étude portant sur leur mode de propagation a été menée surtout dans le vignoble alsacien selon la technique de piégeage utilisée par l'INRA de Bordeaux et portent sur trois champignons : *B. obtusa*, *B. stevensii* et *N. parvum*. La disposition des pièges (lames vaselinées) à proximité des sources d'inoculum (pycnides des *Botryosphaeriaceae*) permet tout d'abord de confirmer la dissémination aérienne de *B. obtusa* suite à des pluies, surtout pendant la période végétative. Des sporées peuvent être également observées pendant la période hivernale dès que les températures dépassent les 9°C. Concernant les deux autres champignons, leur dissémination se réalise également toute l'année suite à des pluies, mais surtout pendant la période végétative.

### *Analyses critiques et perspectives*

Les premières études réalisées sur leur cycle biologique donnent des résultats fragmentaires, mais constituent une bonne base pour les futures recherches. Des efforts porteront plus particulièrement sur les voies de pénétration des Botryosphaeriaceae dans la plante (plaies de taille et celles effectuées lors des opérations en vert), leur mode de

dissémination et la réceptivité des différentes plaies face à ces champignons. Ces études concerneront surtout deux espèces, le *B. obtusa* et le *N. parvum* du fait de leur importance dans le vignoble. Cette connaissance permettra de dégager des pistes de recherche sur les méthodes de lutte.

### 5.3. Une meilleure compréhension de l'expression foliaire

Les travaux de l'INRA Santé Végétale ont montré la présence de différents faciès (esca, BDA) et les ont associés à la présence de différents champignons. Les mécanismes impliqués dans l'expression des symptômes foliaires, les facteurs influençant ces manifestations ne sont pas connus. Notre mission est de participer à l'amélioration des connaissances sur cette thématique en complémentarité aux autres travaux menés par différentes équipes (ENITAB/INRA Santé Végétale, CNRS, Universités de Bordeaux et Reims). Notre travail porte sur l'identification des causes, l'identification des facteurs abiotiques et biotiques (facteurs agronomiques, pratiques culturales) qui sont favorables à leur expression, et la compréhension des raisons de leur fluctuation. Ces différentes actions pourront aboutir à de nouvelles stratégies de lutte ou une meilleure connaissance des cibles à atteindre.

#### 5.3.1. Etiologie

##### a. Inventaire des champignons associés aux maladies du bois dans le vignoble alsacien

###### *Contexte*

Les études sur la microflore des ceps en voie de dépérissement (eutypiose, esca, BDA) ont été réalisées par l'INRA de Bordeaux à partir des années 80 et ont permis de décrire plusieurs processus menant à la dégradation du bois caractéristique de l'esca et de montrer la présence d'un autre syndrome auquel sont associés des champignons de la famille des Botryosphaeriaceae. Ces études ont porté surtout sur les vignobles des façades atlantique et méditerranéenne. Notre mission était de faire l'inventaire des champignons associés aux maladies du bois dans les vignobles septentrionaux, notamment celui du vignoble alsacien.

###### *Avancées*

L'analyse microbiologique des ceps en voie de dépérissement présentant des symptômes foliaires des différentes maladies permet de montrer la présence de champignons *P. chlamydospora*, *F. mediterranea*, *E. lata* et *B. obtusa*. Le champignon *P. aleophilum*, qui est présent dans tous les vignobles français (à l'exception de la Champagne) n'est pas rencontré. Les champignons présentent des localisations différentes dans la plante. *P. chlamydospora* est localisé dans des ponctuations noires et dans les nécroses brunes en position centrale, *F. mediterranea* dans la pourriture blanche, *E. lata* surtout dans des nécroses en position sectorielle. *B. obtusa* dans des nécroses sectorielles de couleur grise et des bandes brunes. Ces différents champignons peuvent se trouver en association dans une même nécrose. Des analyses microbiologiques réalisées sur des gourmands présentant des lésions de type excoriose et portant quelquefois des entre-cœurs desséchés révèlent la présence de *B. obtusa* au niveau des tissus de couleur brun-orangé.

###### *Analyses critiques et perspectives*

Cette étude a permis d'une part de faire l'inventaire de la microflore présente dans les ceps en voie de dépérissement dans la région Alsace et d'autre part de montrer que les champignons associés aux maladies du bois sont les mêmes que ceux

trouvés dans les autres régions françaises (à l'exception de *P. aleophilum*). La forte présence observée de *B. obtusa*, même si son rôle reste toujours à être démontré, incite à développer des recherches plus poussées sur son cycle biologique.

## **b. Identification des agents responsables des symptômes foliaires (jeunes plantes)**

### ***Contexte***

Les études menées à l'INRA depuis la fin des années 1980 ont porté sur l'analyse de ceps âgés montrant la présence de plusieurs champignons impliqués dans le syndrome de l'esca (*P. chlamydospora*, *P. aleophilum*, *F. mediterranea*, *E. lata*) ou du black dead arm (*Botryosphaeriaceae*). Ces études ont été reprises par la majorité des chercheurs travaillant sur ce sujet dans de nombreux pays étrangers et en France par l'UMR ENITAB/INRA Santé Végétale. Les travaux ont conforté les premiers résultats mais ne permettent toujours pas de connaître les agents responsables des symptômes sur les parties herbacées. Vu la difficulté également de reproduire les symptômes foliaires dans les conditions contrôlées ou dans le vignoble, nous avons mis en place un programme portant sur l'analyse de jeunes ceps (entre 2 et 6 ans) montrant des symptômes foliaires caractéristiques des maladies du bois (esca ou BDA) depuis 2007. Ce travail fait appel à des collaborations de nombreux organismes (Chambres d'agriculture, FDCETA, BNIC, GRAB, Service de la Protection des Végétaux, viticulteurs...) pour la recherche de telles plantes. Notre mission était d'identifier les agents pathogènes intervenant dans les premières phases de la maladie (expression foliaire). Notre étude porte sur la mise en relation de l'expression de tels ou tels symptômes avec la présence de telles ou telles nécroses, et de tels ou tels agents pathogènes.

### ***Avancées***

L'observation de telles plantes révèle la présence de nécroses peu développées au niveau du greffon et dans le porte-greffe. Elles se traduisent dans le xylème par des ponctuations, par des chancres ou par des bandes brunes qui sont en relation avec les symptômes observés sur la partie herbacée (BDA). Il est intéressant de noter pour toutes les plantes analysées la présence de zones vertes plus ou moins développées à la périphérie des tissus ligneux, qui correspondent à la formation d'un nouveau cerne de liber secondaire. Les analyses microbiologiques révèlent la présence d'un faible nombre de champignons dont *B. obtusa* et *N. parvum*. Les champignons pionniers de l'esca et l'agent responsable de la pourriture blanche sont rencontrés chez quelques plantes seulement. Il est à noter que dans la bande brune, les microorganismes ne sont pas toujours décelés (leur mort induite par la plante ? Microorganismes non cultivables sur milieu de culture ? Ou zone réellement stérile ?).

### ***Analyses critiques et perspectives***

Le point faible de cette étude est la difficulté de trouver de jeunes plantes exprimant des symptômes foliaires en dépit de la bonne mobilisation des différents organismes. Les efforts engagés dans ce programme devront donc se poursuivre et s'intensifier. En effet, la connaissance des champignons impliqués dans l'expression des symptômes foliaires pourrait permettre par la suite de mieux cibler les travaux sur les méthodes de lutte et sur la recherche plus fondamentale. Ces premiers résultats

incitent à développer ces recherches sur *B. obtusa* et *N. parvum*. La présence de ces zones vertes plus ou moins développées doit conduire à une réflexion au sein des organismes de recherche pour comprendre la formation de tels tissus (dérèglement du métabolisme de la plante ?) comme celle de la bande brune. Des méthodes de détection dans le bois devraient être développées pour rechercher l'éventuelle présence des champignons dans les zones qui paraissent stériles.

### **5.3.2. Influence des facteurs environnementaux**

#### **a. Dynamique de l'expression des symptômes (réseau national d'observation)**

##### *Contexte*

Les observations réalisées dans le vignoble par le biais de diverses enquêtes dans le passé (par exemple le suivi dans le cadre du programme européen Fair n° 1 CT 95.654 : Maîtrise de l'esca et respect de l'environnement) ont montré que l'apparition des symptômes d'esca sur la partie herbacée était variable selon les années. Les raisons pour lesquelles on observe une telle fluctuation ne sont pas connues. Plusieurs hypothèses peuvent être mises en avant pour expliquer un tel phénomène : l'intervention du viticulteur qui peut éliminer lors de la période de taille la partie malade du cep, la mort de la partie malade, les facteurs climatiques favorisant ou non l'extériorisation des symptômes, la nécessité de nouvelles contaminations de la plante, pour qu'il y ait expression des symptômes. Notre objectif est d'examiner plusieurs de ces hypothèses pour pouvoir expliquer les raisons de cette variabilité.

Pour cela, un réseau de 17 parcelles réparties dans 8 régions françaises a été constitué en 2003 et 2004 en collaboration avec plusieurs organismes (Chambres d'agriculture de l'Aude, la Drôme, l'Hérault, les Pyrénées Orientales, le Vaucluse, Fredon de Côte d'Or et du Vaucluse, GRAB, BNIC, INRA de Bordeaux, Santé Végétale) et de l'Université de Bordeaux III Statistiques pour la création d'une grille de saisie, d'une base de données et de leur analyse. L'originalité de ce réseau est de suivre l'expression foliaire des maladies (esca, BDA) de manière hebdomadaire dès l'apparition des premiers symptômes jusqu'à la fin des vendanges et sur les différents éléments qui constituent le cep (bras, coursons...).

##### *Avancées*

Ce réseau permet tout d'abord de noter la variabilité de l'expression des symptômes de l'esca et du BDA entre les années au niveau des parcelles et des ceps. Cette irrégularité dans leur manifestation entre les années semble être liée aux conditions climatiques (pluie, température, évapotranspiration...) dont les paramètres restent à définir (par exemple, pour les régions Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon, 2003 : faible année d'expression, 2007 : forte année d'expression). Une notation plus fine au niveau des ceps sur les parcelles conduites en cordon permet d'infirmer deux des hypothèses pouvant expliquer une telle fluctuation : la mortalité de parties malades ou leur élimination par le viticulteur.

Ce réseau permet de montrer des différences entre les faciès esca et BDA au niveau de la date d'apparition des premiers symptômes, puis de leur évolution pendant la période végétative. D'une manière générale, les symptômes de BDA apparaissent plus tôt en saison et augmentent de façon régulière pendant toute la période végétative quelles que soient les conditions climatiques pendant cette période. Les symptômes d'esca se manifestent plus tardivement et augmentent de manière irrégulière (présence de paliers) ou non (selon les parcelles). Les paramètres-clés déclenchant l'expression des symptômes foliaires quelle que soit l'année ont été déterminés seulement pour les symptômes de BDA : ils semblent se manifester suite à une forte élévation des températures.

Enfin, ce réseau permet d'apporter des informations sur la mortalité que peut provoquer les maladies du bois. Elle est très variable selon les parcelles (de très faible à forte). Une analyse plus fine du devenir des coursons sur quelques parcelles suivies en cordon montre une plus grande mortalité de ceux-ci.



### *Analyses critiques et perspectives*

Le suivi de parcelles issues d'un tel réseau a permis tout d'abord de faire prendre conscience par le suivi hebdomadaire de l'existence de différents faciès (marbrures des feuilles), et ensuite de montrer l'importance du BDA dans le vignoble. Les analyses des données au niveau statistique ne sont pas encore réalisées, car elles ne se feront que suite à un nombre important d'années de notation (au minimum cinq années). La relation entre l'apparition des symptômes et le

climat devrait faire l'objet d'une collaboration avec des bioclimatologistes pour identifier les facteurs climatiques qui déclenchent l'expression des symptômes et pour expliquer également les variations observées entre les années (forte et faible expression).

La difficulté de la différenciation des symptômes en fin de saison nécessite la mise au point d'outils de diagnostic rapide.

## **b. Identification des facteurs agronomiques influençant l'expression des symptômes**

### *Contexte*

L'étude que nous menons vise à caractériser l'influence des facteurs agronomiques sur l'expression de la maladie. Elle complète les travaux réalisés à l'INRA de Bordeaux Agronomie portant sur les aspects écophysologiques. Notre objectif est de vérifier si des corrélations peuvent être établies entre la vigueur des ceps et l'expression des symptômes. Une des hypothèses préalables étant l'influence des conditions d'alimentation hydrique sur l'expression des symptômes, un effort particulier a été effectué sur cette approche.

### *Avancées*

Le suivi a été réalisé en 2006 et 2007 dans le Gard sur une parcelle de Sauvignon dont l'évolution des symptômes et de la mortalité est caractérisée depuis 2003. Au niveau sanitaire, les observations réalisées ont permis d'identifier entre 2003 et 2006 un gradient de mortalité depuis le début jusqu'à la fin de la parcelle. L'évolution de l'expression des symptômes suit paradoxalement un gradient inverse. Les observations agronomiques réalisées portent sur la phénologie et la maturation, sur l'évaluation de l'intensité des travaux en vert, sur les caractéristiques de la végétation, sur la mesure de la contrainte hydrique et sur les mesures de vigueur. Bien que les résultats montrent qu'il existe un gradient de vigueur croissant entre les deux côtés de la parcelle, aucune des mesures réalisées n'a permis de différencier les blocs de façon significative. Les mesures de contrainte hydrique réalisées n'ont que très rarement et en fin de saison atteint des valeurs modérées. Le confort hydrique observé sur l'ensemble de la parcelle ne permet pas d'incriminer la contrainte hydrique comme facteur explicatif de l'expression des symptômes.

### *Analyses critiques et perspectives*

Il semble que les situations à forte vigueur et/ou à absence de contrainte hydrique favorisent l'expression des symptômes et la mortalité. Dans ces conditions, il s'agit encore de faire la part des choses entre :

- des facteurs d'ordre techniques induits par cette hypothèse : en situation de forte vigueur, les travaux en vert sont plus fréquents, induisant des plaies de taille plus importantes et plus nombreuses, ce qui peut jouer un rôle dans la propagation des maladies et l'expression des symptômes,
- des raisons physiologiques : s'agit-il d'une sensibilité accrue aux maladies due à l'état physiologique des ceps ou d'une expression plus rapide des symptômes induite par des conditions de transpiration plus importante ? Dans ces conditions, une perturbation de la capacité de régulation de la transpiration de la plante peut-elle expliquer les observations plus nombreuses de symptômes ou être directement à l'origine des mortalités observées ?

L'étude des facteurs agronomiques favorisant ou inhibant l'expression des symptômes ou la mortalité des ceps devrait de ce fait intégrer une variabilité de conditions de production importante. Dans cette approche, des travaux d'enquête en réseaux de parcelles pourraient permettre de caractériser finement les conditions agro-climatiques des sites étudiés pour les mettre en relation avec les dynamiques d'évolution des symptômes et de mortalité de ces sites. Ce travail est considérable en terme de moyens humains et financiers, pour un objectif qui est de caractériser un facteur agronomique dont on ne sait pas encore s'il est explicatif ou descriptif de la situation. Une autre échelle d'approche pourrait être envisagée en partenariat avec des laboratoires de recherche agronomique pour tester un certain nombre d'hypothèses de fonctionnement de la plante au niveau du cep, notamment en terme de facteurs de régulation de la transpiration par exemple.

### **c. Influence du mode de conduite**

#### *Contexte*

La mise en place depuis quelques années d'un programme d'expérimentation (comprenant 7 parcelles) concernant la modification des modes de conduite en Beaujolais, a pris en compte, outre les autres contrôles classiques, la sensibilité aux maladies du bois (esca, eutypiose).

#### *Avancées*

La synthèse de ces observations, réalisées depuis plus de 10 ans pour certaines parcelles, permet de mettre en évidence l'influence de quelques pratiques culturales sur l'extériorisation des maladies du bois. Une taille tardive (mars) permet de limiter l'eutypiose, comme cela a pu être montré par ailleurs. La taille cordon est plus sensible à l'eutypiose. Ces résultats confirment ceux obtenus à Cognac. Le fait de tailler court et l'absence d'ébourgeonnage du cordon peut expliquer cette plus grande sensibilité. Par contre la suppression des rameaux du vieux bois, en augmentant la vigueur, favorise l'eutypiose. Concernant l'esca, les résultats sont variables d'une situation à l'autre et il est difficile d'en tirer une conclusion quant à l'influence de la taille sur cette maladie. La comparaison de l'évolution des maladies pour une même taille dans différentes situations permet de mettre en évidence que l'eutypiose évolue relativement progressivement, alors la progression de l'esca est beaucoup plus brutale.

### *Analyses critiques et perspectives*

Les observations effectuées permettent d'établir un constat, sans obligatoirement donner des explications des phénomènes observés. Cette première synthèse mériterait donc d'être complétée par la prise en compte des données viticoles, telles que la vigueur, le

rendement, la surface foliaire, qui sont également des facteurs susceptibles d'intervenir dans le développement des maladies du bois. Il apparaît également nécessaire de poursuivre les observations, notamment sur les parcelles où l'antériorité reste faible (peu d'années de contrôles).

## **5.4. Les méthodes de lutte**

La recherche sur les méthodes de lutte est menée non seulement dans l'objectif d'obtenir des plants indemnes de champignons inféodés aux maladies du bois à la sortie des pépinières, mais aussi dans le but de protéger les nouvelles plantations (mesures préventives), d'enrayer leur propagation dans les vignes déjà existantes (mesures préventives) et de soigner les plantes malades (mesures curatives). Notre mission est de dégager des pistes intéressantes pour pouvoir atteindre ces objectifs.

### **5.4.1. En pépinières**

#### *Contexte*

La recherche de méthodes de lutte en pépinières s'inscrit par la mise en commun de compétences complémentaires dans les domaines de la pépinière (SPBPVV, Sicarex du Sud-Ouest et les pépiniéristes), de la pathologie végétale (Stations Midi-Pyrénées et Rhône-Méditerranée de l'IFV), du Développement (Chambres d'agriculture du Vaucluse et de l'Aude) et de l'industrie phytosanitaire. Elle a été initiée par la Chambre d'agriculture du Vaucluse en 2000 en collaboration avec l'INRA de Bordeaux Santé Végétale jusqu'en 2002.

Notre objectif est de poursuivre ces travaux dans le but d'améliorer la qualité sanitaire des plants à la sortie de la pépinière.

#### *Avancées*

L'efficacité de méthodes biologiques, chimiques ou physiques, a été évaluée à l'égard des champignons associés aux maladies du bois (esca, BDA, excoriose, pied noir). Il ressort de cette étude que le traitement à l'eau chaude effectué dans les conditions de la flavescence dorée (50°C, 45 minutes) sur le matériel végétal (greffons et porte-greffes) avant le greffage présente une bonne efficacité à l'égard de *P. chlamydospora*, *B. obtusa* et *Phomopsis viticola*. Effectué à la sortie de la pépinière sur les plants, il montre également une efficacité sur l'agent du pied noir (*Neonectria liriodendri*). Les champignons *P. aleophilum* et *N. parvum* sont insensibles à ce traitement. Le produit biologique, le *Trichoderma atroviride* (sélectionné selon les tests de confrontation réalisés au laboratoire), n'a aucune efficacité à l'égard de tous ces champignons lorsque celui-ci est apporté dans la tourbe ou dans l'eau huit jours après le début de la stratification ou lorsqu'il est pulvérisé sur le matériel végétal après le greffage. Quant aux cryptonol et l'eau de Javel, ils ne montrent également aucune efficacité. D'autres essais sont actuellement en cours pour évaluer l'efficacité d'autres produits chimiques utilisés

en désinfection des bois (produits montrant un effet biocide sur les deux champignons insensibles au traitement à l'eau chaude lors de tests au laboratoire, autres fongicides), d'autres produits biologiques (*Gliocladium roseum*, autre souche de *Trichoderma*) ou d'autres méthodes comme l'ionisation de l'air. Les essais sont effectués selon différents modes de stratification (sciure, eau, tourbe) et d'élevage des plants (pots, au champ).

### ***Analyses critiques et perspectives***

Les efforts engagés durant la période écoulée devront être poursuivis et même amplifiés car la lutte contre les maladies du bois (esca et BDA) passe par la pépinière et elle ne pourra être atteinte que si les plants sont d'une qualité irréprochable du point de vue sanitaire. La combinaison d'une autre méthode de lutte au traitement à l'eau chaude (qui donne des résultats déjà satisfaisants sur plusieurs champignons) pourrait être une voie pour atteindre cet objectif. Grâce à la complémentarité des différents organismes impliqués, la collaboration a bien fonctionné et devrait s'élargir au niveau de la recherche notamment pour la mise au point de méthodes de diagnostic qui permettraient aux pépiniéristes de contrôler la qualité des plants (par exemple, évaluation des tests ELISA mis au point par l'UMR CNRS 6161 de Poitiers). De plus, une collecte des champignons, *P. chlamydospora* et *P. aleophilum*, a été réalisée pour les études de génétique des populations effectuées par l'INRA de Bordeaux Santé Végétale.

Outre le recours du traitement à l'eau chaude pour contrôler les phytoplasmes et la nécrose bactérienne, il permet également le contrôle de l'agent de l'excoriose, et pourrait ainsi réduire les intrants pesticides à son égard. Selon les champignons visés, la question de sa durabilité est posée. Les plants pourraient être en effet contaminés par de l'exo-

inoculum. La recherche doit apporter une réponse sur de possibles contaminations ou non des plants par l'inoculum présent sur le milieu environnant (comparaison des populations entre deux parcelles avoisinantes).

Pour évaluer l'efficacité du traitement à l'eau chaude, des expérimentations devront être mises en place au sein de réseaux coordonnés par l'IFV et impliquant les organismes de développement, les viticulteurs et les pépiniéristes, et/ou à partir de parcelles déjà mises en place par l'INRA de Dijon pour montrer l'innocuité d'un tel traitement sur le matériel végétal lors des travaux réalisés sur la flavescence dorée. Les premières observations sur de telles parcelles ont débuté depuis 2006 en collaboration avec l'INRA de Dijon. Le suivi est également réalisé depuis 2007 sur d'autres parcelles en collaboration avec la SRPV et la Cave coopérative de Die. En 2007, une expérimentation a été également mise en place en Alsace par l'IFV Alsace en collaboration avec l'INRA de Colmar. Elle est basée sur la combinaison de méthodes de lutte réalisées en pépinière et dans le vignoble. Ce type d'essai a été déjà initié auparavant par les Chambres d'agriculture de l'Aude et des Pyrénées Orientales en collaboration avec l'IFV Rhône-Méditerranée.

Enfin, d'autres voies de production des plants devront être évaluées (greffage en vert par exemple).

## 5.4.2. Dans le vignoble

### a. Méthodes curatives

La panoplie phytosanitaire présente des molécules efficaces *in vitro* sur les champignons de l'esca selon les travaux réalisés à l'INRA depuis une quinzaine d'années, mais aucun des produits commercialisés n'est capable de pénétrer ou de migrer dans la plante après pulvérisation sur toute la souche. Pour surmonter cette difficulté, plusieurs stratégies sont étudiées. La première porte sur la pénétration du produit par un système d'injection et la deuxième concerne la mise au point de molécules capables de pénétrer dans la plante, d'y migrer pour limiter le développement des champignons.

- **Les injections**

#### *Contexte*

Une société néo-zélandaise (Chemcolour) propose une méthode de lutte originale qui consiste à injecter, dans le tronc des arbres, des matières actives. Cette méthode a été transposée en viticulture pour tester l'efficacité de certaines préparations ou de certains produits phytopharmaceutiques, à l'égard des maladies du bois.

#### *Avancées*

Ces essais sont réalisés dans différentes régions viticoles : Alsace, Bourgogne, Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon, et menés également sur plusieurs sites dans le vignoble bordelais par l'INRA de Bordeaux. Les produits testés sont de la famille des IBS (propiconazole et difénoconazole), un éliciteur (acide 2-hydroxybenzoïque) et un champignon *Trichoderma atroviride*. L'application des deux derniers produits montrent une efficacité satisfaisante mais variable selon le site d'expérimentation et non durable. Dans la pratique, elle semble également irréalisable à cause du temps nécessaire pour sa mise en œuvre (de 4 à 6 heures pour traiter une quarantaine de ceps).

Une nouvelle campagne d'injection a été menée en 2006 sur deux sites (Languedoc-Roussillon et Alsace) en choisissant d'autres produits (Escudo dilué, *Trichoderma*, éliciteur, Fosétyl-Al), mais les premières observations ne montrent aucune efficacité des produits testés.

#### *Analyses critiques et perspectives*

Le traitement des ceps par le système d'injection ne semble pas être actuellement une méthode satisfaisante : trop longue à réaliser, trop faible persistance du produit. Des améliorations dans le système d'injection (plus de rapidité dans l'exécution), dans le choix

des molécules (efficacité et surtout persistance) et de la période d'injection sont autant d'exigences nécessaires pour qu'une telle application redevienne envisageable. Ce programme est actuellement abandonné.

- **Recherche de molécules ambimobiles**

#### *Contexte*

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la lutte contre ces maladies avec une approche pluridisciplinaire, par la mise en commun de compétences complémentaires dans les domaines de la chimie organique (UMR CNRS 6514 « synthèse et réactivité des substances

naturelles »), de la biologie végétale (UMR CNRS 6161 « transport des assimilats ») et de la pathologie végétale (IFV). Il poursuit les études, initiées auparavant sur l'eutypiose, qui ont permis d'obtenir une molécule phloème mobile (un dérivé du fenpiclonil F30) selon un modèle prédictif basé sur les propriétés physico-chimiques, tout en conservant son activité biologique envers *E. lata*. Ce travail a fait l'objet d'une thèse financée par Viniflor, Inter-Rhône, CIVC et IFV.

Le premier objectif était d'effectuer la synthèse de fongicides qui soient à la fois actifs *in vitro* sur les champignons pathogènes du bois mais en même temps mobiles dans la plante pour aller jusqu'au site infecté par le parasite. Le deuxième objectif entrainé dans le cadre d'une stratégie visant à renforcer les systèmes de défense de la plante.

### ***Avancées***

Pour atteindre le premier objectif, l'activité de plusieurs molécules commerciales de quatre grandes familles de composés (phénylpyrroles, morpholines, triazoles, phénols et leurs précurseurs) sur les deux champignons de l'esca : *P. chlamydospora* et *P. aleophilum* a été étudiée. Les résultats sont très contrastés en raison de la sensibilité très différente de ces champignons vis-à-vis des produits testés. Pour *P. chlamydospora*, les molécules les plus actives sont un phénylpyrrole, le fenpiclonil, et deux IBS, le propiconazole et surtout le pyrifénox. Dans le cas de *P. aleophilum*, une plus grande efficacité est observée avec les IBS non IDM (fenpropidine et fenpropimorphe). De nouveaux dérivés du fenpiclonil ont été synthétisés par ajout d'une chaîne carbonée portant une fonction carboxylique pouvant permettre une compartimentation cytoplasmique de la molécule par le mécanisme de piégeage d'acide, mais aucun d'entre eux n'ont permis d'obtenir une meilleure activité biologique que le dérivé du fenpiclonil, le F30. L'étude de la mobilité phloémienne et xylémienne a porté surtout sur le dérivé du fenpiclonil, tout d'abord sur le riçin sanguin puis sur des boutures de vigne, en serre. Il a été constaté que cette molécule, appliquée sur les feuilles de vigne, a été retenue dans le bois et libère la molécule parent dans les racines.

Quant au deuxième objectif, l'acide 5-salicylique ou ses dérivés halogénés impliqués dans le phénomène de résistance acquise sont testés au niveau de leur mobilité dans la plante. L'acide 5-chlorosalicylique est fortement phloème mobile à l'instar de l'acide salicylique.

### ***Analyses critiques et perspectives***

Les points forts de cette étude sont tout d'abord le bon fonctionnement de la collaboration entre les différents organismes impliqués, puis la mise au point d'une méthodologie qui permet d'obtenir une molécule ayant la capacité d'être mobile dans la plante. Ces travaux devraient être poursuivis dans l'objectif de connaître son effet sur le développement des champignons de l'esca chez la vigne. Les points négatifs sont la trop faible quantité de molécules synthétisées pour

aboutir à des molécules intéressantes (ambimobilité et conservation de l'activité biologique) et peu toxiques, et le désintéressement des firmes phytosanitaires par une telle méthodologie (trop coûteuse et pour un résultat incertain). Au niveau pratique, cette méthode de lutte serait satisfaisante pour les viticulteurs car les traitements se feraient par pulvérisation foliaire après les vendanges.

## **b. Méthodes préventives**

Notre mission est de dégager des pistes intéressantes pour pouvoir protéger la vigne. Différentes stratégies sont étudiées : protection des voies de pénétration par des moyens chimiques ou biologiques ou diminution des chances de contamination par un système de taille adéquat (cf partie 5.3.2.3.).

- **La protection des voies de pénétration**

### *Contexte*

Les travaux effectués à l'INRA de Bordeaux depuis le début des années 1990 ont permis de mettre au point un produit efficace (Escudo) contre l'eutypiose et l'esca en protection des plaies de taille. Son efficacité a été montrée selon la méthode CEB n°155 version 1990 (méthode mise au point pour évaluer l'efficacité des fongicides en protection des plaies de taille à l'égard de *Eutypa lata*) vis-à-vis des différents champignons impliqués dans ce syndrome. Ce fongicide est appliqué dans le vignoble par badigeonnage soit par des pinceaux, soit par des tampons applicateurs. Son application au vignoble est malheureusement peu mise en œuvre par les viticulteurs du fait du coût relativement élevé de la main d'œuvre. Il est donc important de rechercher des méthodes alternatives et susceptibles d'être utilisées par un plus grand nombre de viticulteurs. Une de ces méthodes, initiée par l'INRA de Bordeaux, est l'application de produits par pulvérisation sur les plaies de taille. Notre mission est d'évaluer l'efficacité d'une telle pratique en protection des plaies de taille à l'égard des deux champignons pénétrant par ces plaies, en utilisant soit des produits chimiques, soit des produits biologiques. Un screening de matières actives ou de produits biologiques est tout d'abord réalisé au laboratoire à l'égard de ces deux champignons, puis de *P. aleophilum*. Ces criblages ont été également effectués sur les champignons de la famille des Botryosphaeriaceae. Puis, les plus intéressantes sont testées en protection des plaies de taille à l'égard de *P. chlamydozpora* (produits chimiques et biologiques) et *E. lata* (produits biologiques). Parallèlement à ces expérimentations, ont été évaluées les efficacités d'autres produits utilisés dans le domaine forestier et d'une formulation de l'Escudo applicable par pulvérisation (Alert S).

Cette thématique sera traitée en deux grandes parties : la lutte chimique et la lutte biologique.

### *Avancées*

#### **- Lutte chimique**

#### **Evaluation de produits chimiques en vue de la protection des plaies de taille**

##### **+ Leur sélection**

Pour atteindre le premier objectif, l'activité de plusieurs molécules commerciales de plusieurs familles de composés (strobilurines, anilino-pyrimidines, phénylamides, phénylpyrroles, triazoles, morpholines, phosphonates, oximinoacétates, sulfamides) sur les deux champignons de l'esca, *P. chlamydozpora* et *P. aleophilum*, et *E. lata* a été étudiée sur leur croissance mycélienne et sur la germination des spores. Les résultats sont très contrastés en raison de la sensibilité très différente de ces champignons vis-à-vis des produits testés. Pour *P. chlamydozpora* et *E. lata*, les molécules les plus actives sont les deux triazoles le tébuconazole et le difénoconazole, à un degré moindre les anilines. *Phaeoacremonium aleophilum* est plutôt « résistant » aux différentes matières actives testées. Pour les

champignons de la famille des Botryosphaeriaceés, ils sont plus sensibles aux triazoles, au fludioxonil et au fluazinam.

A côté de ces molécules, ont été testés également des minéraux. D'une manière globale, les spécialités à base de cuivre, surtout celle en présence de mancozèbe, montrent une efficacité envers les différents champignons. La bouillie sulfocalcique ne présente qu'une activité biologique envers *E. lata*.

#### **+ Leur évaluation en protection des plaies de taille**

Treize spécialités ont été testées en protection des plaies de taille en préventif à l'égard de *P. chlamydospora*. Aucune d'elles n'a été évaluée efficace. Aucun mouillant n'a été utilisé dans cette étude pour permettre une bonne pénétration des produits dans la plaie. Ce travail ne peut être réalisé qu'avec l'aide de firmes phytopharmaceutiques.

#### **Evaluation de l'Alert S en protection des plaies de taille à l'égard des champignons pionniers de l'esca**

Pour faciliter la protection des plaies de taille avec l'Escudo, la société Dupont de Nemours a effectué depuis 2001 plusieurs études en collaboration avec l'INRA de Bordeaux concernant l'efficacité de l'Alert S à l'égard de l'eutypiose. Ce produit contient les mêmes matières actives (flusilazole, carbendazime) que l'Escudo mais est utilisé à des doses beaucoup plus faibles, la différence de concentration est d'un facteur 4. Ce produit sera appliqué dans la pratique par pulvérisation avec des panneaux récupérateurs de bouillie. L'efficacité à l'égard de l'eutypiose a été montrée, 65 à 75 % des plaies sont protégées à l'égard d'*E. lata* (selon la méthode CEB version 2006).

Aujourd'hui, aucune information n'est donnée sur son efficacité à l'égard des champignons de l'esca. Notre travail, en partenariat avec la Société Dupont de Nemours, et en complémentarité avec celui de l'INRA de Bordeaux, consiste ainsi à évaluer son efficacité et sa persistance à l'égard d'un des champignons pionniers de l'esca, le *P. chlamydospora*, qui pénètre par les plaies de taille pendant la période hivernale. L'efficacité est évaluée par différentes méthodes dont deux sont basées sur des contaminations artificielles (méthode CEB avec implants mycéliens, méthode modifiée avec spores) et une dans des conditions de contaminations naturelles. La persistance du produit est également évaluée à l'égard de l'autre champignon pionnier de l'esca, *P. aleophilum*. Les essais sont réalisés pendant trois années consécutives.

Les trois méthodes utilisées montrent l'inefficacité de ce produit en protection des plaies de taille en application préventive à son égard. Il est également inefficace à l'égard de *P. aleophilum*. L'Escudo, produit de référence, présente également une bonne efficacité à l'égard de *P. chlamydospora*, mais pas vis-à-vis de *P. aleophilum*.

#### **Evaluation de l'efficacité de produits utilisés dans le domaine forestier**

Le perlurée et une spécialité à base de bore sont deux produits utilisés en protection des plaies de taille pour lutter contre *Heterobasidion annosum*, parasite des conifères. Leur action est d'augmenter la microflore des plaies de taille afin d'empêcher son installation.

Ils sont testés en protection des plaies de taille à l'égard de *P. chlamydospora* dans les conditions naturelles, par comparaison à l'utilisation du produit de référence (Escudo). L'analyse microbiologique des plaies montre que ces deux produits ont une efficacité équivalente à celle de l'Escudo. La modification de la microflore par ces produits pourrait expliquer leur efficacité.



## - Lutte biologique

### Les *Trichoderma*

#### + Sélection des souches de *Trichoderma*

Ce travail a été réalisé en relation avec cinq sociétés qui travaillent sur ces microorganismes.

Les *Trichoderma* sont connus comme étant des champignons qui présentent une activité antagoniste et d'hyperparasitisme à l'égard d'un grand nombre de microorganismes - plus particulièrement ceux du sol - et sont utilisés en lutte biologique à l'égard de diverses maladies sur différentes cultures. Leur utilisation peut être une solution intéressante dans la lutte à l'égard des maladies du bois. Pour atteindre cet objectif, le pouvoir antagoniste de vingt-cinq souches (3 *harzianum*, 10 *atroviride*, 3 du groupe *viride*, 3 du groupe *koningii*, 2 *aureoviride* et 4 espèces non déterminées) provenant de cinq sociétés, du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris ou d'isollements effectués à partir de plants en pépinières, est testé à l'égard des champignons associés aux maladies du bois : *P. chlamydospora*, *P. aleophilum*, *E. lata* et trois champignons de la famille des *Botryosphaeriaceae* (*B. obtusa*, *B. stevensii*, *N. parvum*). Les tests sont réalisés sur un milieu de culture au laboratoire (tests de confrontation). Des différences sont notées entre les souches de *Trichoderma* à l'égard d'un même protagoniste d'une part et d'autre part pour une même souche de *Trichoderma* des réponses différentes selon les protagonistes. D'une manière générale, les groupes de *Trichoderma* (à l'exception des *harzianum* et de quelques souches dans les autres groupes) présentent une activité antagoniste intéressante à l'égard de *P. chlamydospora*, *F. mediterranea* et des différentes espèces des *Botryosphaeriaceae*. Seules deux souches de *Trichoderma* semblent être intéressantes pour empêcher le développement d'*E. lata* et aucune sur *P. aleophilum*.

#### + Evaluation de leur efficacité en protection des plaies de taille

Les meilleures souches de *Trichoderma*, sélectionnées au laboratoire, sont évaluées en protection des plaies de taille à l'égard de *P. chlamydospora* et *E. lata*, en comparaison à des souches peu antagonistes. Les essais montrent que les *Trichoderma* appliqués sur les plaies de taille et contaminés le lendemain de la taille ne permettent pas une protection contre *E. lata*. La mise au point d'une autre méthodologie, basée sur l'observation des nécroses dans le bois et son isolement dans ces nécroses, a été nécessaire pour montrer leur inefficacité envers *P. chlamydospora* lorsque les contaminations ont lieu le lendemain de la taille. D'autres expérimentations sont en cours pour connaître si un tel traitement permet de protéger les plaies quand les contaminations se réalisent quinze jours après la taille.

### Autres produits biologiques

D'autres produits, dont certains utilisés en lutte biologique, ont été testés *in vitro* lors de tests de confrontation à l'égard des champignons associés aux maladies du bois. Les champignons *Verticillium cephalosporium*, *Gliocladium roseum*, *Ulocladium oudemansii* *Fusarium* sp., *Fusarium lateritium* semblent de bons candidats pour empêcher le développement mycélien de tous les champignons, à l'exception de *P. aleophilum*. La bactérie *Bacillus subtilis* présente une activité antagoniste intéressante à l'égard de tous les champignons à l'exception de *P. aleophilum* et de *P. chlamydospora*.

#### + Evaluation de leur efficacité en protection des plaies de taille

Les différents microorganismes sont testés en protection des plaies de taille à l'égard de *P. chlamydospora* et d'*E. lata*. Seule une souche de *Gliocladium roseum* et de *Verticillium cephalosporium* pourraient limiter le développement d'*E. lata*. Aucun des microorganismes

testés n'est efficace à l'égard de *P. chlamydospora* lorsque les contaminations ont lieu le lendemain après la protection.

- **Evaluation de la méthode CEB n°155 (version 2006) permettant d'apprécier l'efficacité d'un produit en protection des plaies de taille (eutypiose)**

L'INRA de Bordeaux a élaboré une nouvelle méthode d'évaluation de produits en protection des plaies de taille à l'égard de l'eutypiose. Elle permet, contrairement à la précédente, de tester des produits comme des mastics ou encore des microorganismes qui pourraient être utilisés dans la lutte biologique. Cette nouvelle méthode, qui fait maintenant l'objet de la méthode CEB n°155 probatoire 2006, est basée sur l'inoculation d'un faible aliquot de suspension de spores sur une plaie en période sèche. Notre mission était de l'évaluer.

Notre objectif était d'obtenir des informations sur le rôle de la pluie dans la pénétration des ascospores de *E. lata* dans les vaisseaux conducteurs juste après la taille. En effet, le choix d'une méthodologie adéquate pour l'évaluation de fongicides capables de protéger les plaies de taille vis-à-vis de *E. lata* dépend d'une bonne connaissance des premières étapes de l'infection dans les conditions naturelles.

Dans ces conditions, les plaies de taille soumises à la pluie en présence de fragments de bois porteurs de périthèces de *E. lata* indique tout d'abord que les ascospores ne sont pas réparties de façon homogène dans les tissus sous-jacents à la plaie. Elles ont été surtout trouvées dans les tissus ligneux situés entre le 6<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> millimètre. Des expériences avec inoculation artificielle de suspension d'ascospores montrent ensuite qu'elles sont préférentiellement situées dans les cinq premiers millimètres en période sèche alors que sous la pluie, elles se répartissent plus profondément. Ces observations indiquent que le choix d'une méthodologie d'évaluation des fongicides devra tenir compte d'un effet de la pluie, facteur non précisé dans la nouvelle méthode CEB.

### **Analyses critiques et perspectives**

Le point fort de cette étude portant sur l'évaluation de produits en protection des plaies de taille est tout d'abord la mise au point de différentes méthodes d'évaluation qui varient selon le parasite visé et le type de produits testés, et de conforter le bon fonctionnement de la méthode CEB version 1990 mise au point par l'INRA de Bordeaux pour déterminer la profondeur de migration des produits chimiques dans une plaie de taille. Le point faible est la non validation de la nouvelle méthode CEB pour évaluer l'efficacité de produits en protection des plaies de taille à l'égard de *Eutypa lata*. Elle ouvre plutôt la porte à l'autorisation de mise sur le marché de produits inefficaces. Une réflexion entre les différents organismes concernés doit être réalisée pour améliorer cette méthode. De plus, elle devra également apporter des

critères permettant de juger de la significativité d'un pourcentage d'efficacité au niveau des plaies de taille.

La méthode alternative au badigeonnage des plaies de taille proposée par l'INRA de Bordeaux ne permettra pas de protéger les plaies des contaminations. Les recherches sur cet aspect-là seront donc abandonnées. Une nouvelle stratégie à prendre en compte serait de modifier la microflore des plaies de taille pour développer la microflore antagoniste. Un effort sera engagé dans ce sens.

Concernant les champignons de la famille des Botryosphaeriaceés, il n'est pas encore possible de tester des produits à son égard car la voie de pénétration de ces champignons dans la plante n'a pas été encore bien définie.

### **c. Evaluation d'outils de diagnostic en vue de la prophylaxie contre l'eutypiose**

#### ***Contexte***

Ce projet de recherche est la suite du travail de thèse (Dr Stéphane Octave) réalisé à l'Université de Poitiers (UMR CNRS 6161 entre 2002 et 2005). Au cours de cette étude, l'obtention d'anticorps spécifiques dirigés contre des molécules libérées par *E. lata* dans son milieu de culture a permis la mise au point d'une méthode de détection immunologique du champignon. Cette méthode est basée sur la technique des empreintes d'organes végétaux sur membrane de nitrocellulose. Le principe est de détecter au niveau des parties feuillées les molécules cibles (des anticorps) transportées par les flux hydriques depuis le site d'infection par le champignon. Notre mission était de déterminer la fiabilité du test au vignoble. Cette étude a nécessité une collaboration avec l'INRA de Bordeaux pour le prêt de parcelles (connaissance de leur historique), et pour la réalisation des analyses microbiologiques afin de valider le test.

#### ***Avancées***

Les tests ont été effectués à différentes périodes, avant, pendant et après l'expression des symptômes foliaires sur quatre parcelles du réseau d'observation mis en place par l'INRA de Bordeaux. Ils révèlent une grande différence de réponse entre les ceps apparemment sains (sans symptômes visuels) (réponse positive 45,2 %) et les ceps eutypiés (réponse positive 86 %). La période la plus propice pour effectuer les tests au vignoble a été identifiée : il s'agit du printemps, voire de l'été. Concernant la validité du test, la confrontation des résultats du test et ceux de l'analyse microbiologique montre qu'ils sont éloignés des objectifs nécessaires à la validation (sensibilité élevée = 81,5 %, mais spécificité faible = 38,9 %). Cependant, la méthode d'analyse des ceps effectuée uniquement par carottage ne permet pas d'apprécier de manière certaine l'état du cep.

#### ***Analyses critiques et perspectives***

Cette étude est arrêtée suite au départ de Stéphane Octave. Selon les premiers résultats qui auraient dû être confirmés notamment par la recherche de *E. lata* sur des ceps arrachés, la méthode n'est pas suffisamment discriminante pour pouvoir être exploitée car la fiabilité est estimée à 65 %. L'autre inconvénient est l'impossibilité d'obtenir de manière répétitive les protéines d'intérêt en quantité

suffisante pour réaliser la synthèse d'anticorps. Un nouveau travail devrait être réalisé dans un laboratoire spécialisé dont l'objectif serait de définir des protocoles précis dans l'obtention des protéines d'intérêt, de vérifier pour chaque lot d'anticorps la spécificité et la sensibilité vis-à-vis de l'eutypiose, et de le valider au vignoble.

### **d. Evaluation de méthodes non basées sur des études scientifiques proposées aux viticulteurs**

#### ***Contexte***

Plusieurs sociétés proposent aux viticulteurs des produits efficaces selon leurs dires sur les maladies du bois. Parmi ces produits, sont proposés les composts contenant du *Trichoderma*, des fertilisants appliqués par pulvérisation, etc. Notre rôle était d'affirmer ou d'infirmer ces efficacités.

### *Avancées*

- **Les applications au sol de *Trichoderma***

Deux essais ont été mis en place en Bourgogne pour évaluer l'efficacité des *Trichoderma* (en provenance de deux sociétés différentes) en application au sol et sur la souche par pulvérisation. Les applications sont réalisées chaque année. Après quatre années d'expérimentation, l'apport de ce champignon au sol ou sur les plaies de taille sous différentes formes ne montre pas d'efficacité suffisante pour garantir la pérennité du vignoble. De plus, le coût peut s'avérer dissuasif.

- **Les pulvérisations par des fertilisants**

Des fertilisants appliqués soit sur le cep, soit par pulvérisation sur le feuillage ne montrent pas d'efficacité à l'égard des maladies du bois.

### *Analyses critiques et perspectives*

En absence de méthodes de lutte efficaces contre les maladies du bois, des sociétés proposent des solutions aux professionnels. Notre difficulté est le plus souvent l'impossibilité de donner une réponse aux viticulteurs sur la réelle efficacité de tels ou tels produits ou méthodes sur les maladies du bois sans avoir fait une réelle évaluation. Un réseau national, voire international, devrait être mis en place pour faire l'inventaire de ces

dites solutions (qui restent le plus souvent régionales), pour les évaluer et pour communiquer les résultats dans les revues de vulgarisation. Cependant, des difficultés seront rencontrées car le plus souvent les essais se font sous clause de confidentialité et certaines sont homologuées dans d'autres pays sans que l'efficacité soit démontrée. Ceci est le cas notamment pour le Bilko, en Espagne.

## **6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Le bilan des cinq années d'étude apporte des informations nouvelles sur les maladies du bois qui seront utiles pour les différents acteurs travaillant sur cette thématique et qui permettront de dégager de nouvelles pistes pour les contrôler. Les tableaux 4 et 5 font le bilan des travaux effectués par rapport aux objectifs fixés selon les deux axes stratégiques choisis par notre institut et montrent les suites à donner ou non pour chacun des objectifs pour la prochaine période quinquennale.

Nos travaux font part également d'interrogations, par exemple : identification des causes de l'expression foliaire, compréhension de la formation de la bande brune et des zones vertes pour les ceps atteints de black dead arm, propagation des champignons à distance de la source d'inoculum ou non...). Pour également avancer dans la connaissance, des outils doivent être mis au point pour diagnostiquer rapidement et précocement les maladies du bois dans le vignoble. Des outils de détection (tests ELISA, par exemple) seront également utiles pour les études épidémiologiques et pour aider les pépiniéristes à contrôler l'état sanitaire des plants à la sortie de la pépinière. Des méthodes fiables d'évaluation de produits destinés à protéger les voies de pénétration (inadaptation de la nouvelle méthode eutypiose) doivent être aussi mises en place.

**Tableau 4 - Axe stratégique 1 : Recherche de méthodes de lutte ayant une action directe sur les champignons**

Objectif général	Objectifs opérationnels	Résultats	Bilan et suite à donner (5 ans)
Obtenir des plants sains à la sortie de la pépinière	Evaluer l'importance des plants infectés à la sortie de la pépinière (enquêtes)	Variabilité selon les lots étudiés (matériel végétal et/ou processus de fabrication)	Objectif atteint
	Identifier les étapes de contamination	Contaminations lors de la réhydratation, stratification, élevage au champ	Objectif atteint
	Identifier les sources d'inoculum	Présence en surface du matériel végétal	Objectif atteint Poursuivre l'étude (inoculum sur les plants à la sortie de la pépinière ?)
	Désinfecter le matériel végétal Empêcher les contaminations	Aucun traitement chimique ou biologique satisfaisant Traitement à l'eau chaude satisfaisant mais pas suffisant	Conjuguer plusieurs traitements (association au traitement à l'eau chaude) Produire autrement (greffes-boutures herbacées)
Protéger les voies de pénétration des champignons dans la plante	Définir les voies de pénétration et les périodes de dissémination	Plaies de taille, plaies en vert (voies potentielles). Périodes de dissémination surtout en phase végétative de la vigne	Objectif partiellement atteint Poursuivre l'étude (définir le cycle biologique)
	Définir le rôle de la pluie dans la pénétration des spores dans les plaies de taille	Migration profonde des spores de <i>Eutypa lata</i> dans les tissus sous-jacents à la plaie Inadaptation de la méthode CEB n°155 pour évaluer l'efficacité de produits en protection des plaies de taille (eutypiose)	Objectif atteint Demande du suspens de cette méthode ou de son abrogation Améliorer la méthode
	Protéger les voies de pénétration (par pulvérisation) (évaluation de la méthode)	Aucun produits biologiques ou chimiques efficaces en protection des plaies de taille	Objectif atteint : méthode peu probante. Arrêt de l'étude

**Tableau 4 - Axe stratégique 1 : Recherche de méthodes de lutte ayant une action directe sur les champignons (suite)**

Objectif général	Objectifs opérationnels	Résultats	Bilan et suite à donner (5 ans)
Empêcher le développement des champignons dans les tissus ligneux	Appliquer des produits par injection (évaluation)	Trop faible persistance des produits ou aucune efficacité	Objectif atteint : méthode peu probante
	Identifier des molécules ambimobiles ayant conservé leur activité biologique	Mise au point d'une molécule ambimobile chez la vigne (F30, dérivé du fenpiclonil)	Objectif partiellement atteint Arrêt de l'étude ou en suspens Efficacité sur le développement des champignons dans le bois ?
Eradiquer les sources d'inoculum	Sélectionner des produits Enquête auprès des firmes	Inefficacité de la bouillie sulfocalcique Absence de produits de ce type dans la panoplie phytopharmaceutique	Objectif non atteint Poursuite selon disponibilité
Améliorer la prophylaxie	Evaluer la méthode de détection immunologique de <i>Eutypa lata</i> dans le vignoble mise au point par le CNRS de Poitiers	Identification de la période pour réaliser le test : printemps Fiabilité du test : 65 %	Objectif partiellement atteint Poursuivre les observations ( ? )
Limiter les contaminations	Evaluer l'influence du système de conduite	Influence de quelques pratiques culturales sur l'eutypiose (taille tardive, taille en cordon...) Aucune sur l'esca	Objectif partiellement atteint Poursuivre les observations
Mieux connaître les cibles à atteindre	Identifier les microorganismes dans les premières phases des maladies (analyse de jeunes plantes < 6 ans)	Présence des champignons associés au BDA ( <i>Neofusicoccum parvum</i> , <i>Botryosphaeria obtusa</i> ), peu de champignons de l'esca Modification du métabolisme de la plante (tissus verts, bande brune)	Objectif non atteint Poursuivre les analyses Reproduire les symptômes foliaires en conditions contrôlées Réflexion sur les modifications
	Identifier les microorganismes associés aux maladies du bois dans les vignobles septentrionaux	Même microflore que les autres régions à l'exception de <i>P. aleophilum</i> (peu rencontré)	Objectif atteint
Mettre au point des outils moléculaires (épidémiologie et étiologie)	Identification Détection par PCR	Identification des <i>Botryosphaeriaceae</i> Mise au point d'outils moléculaires pour détecter plusieurs champignons (multiplex)	Objectif partiellement atteint Poursuite de l'étude

**Tableau 5 - Axe stratégique 2 : Recherche de méthodes de lutte ayant une action directe sur la plante**

Objectif général	Objectifs opérationnels	Résultats	Bilan et suite à donner (5 ans)
Agir sur les facteurs environnementaux pour limiter l'expression foliaire	Identifier les facteurs favorisant l'expression des symptômes : - influence du climat (réseau) - influence des conditions d'alimentation hydrique (une parcelle) - influence de la vigueur (une parcelle)	Facteurs non identifiés (nombre d'années insuffisant) Contrainte hydrique non incriminée comme facteur de l'expression des symptômes Facteur incriminé	Objectifs non atteints  Poursuivre les études  Poursuivre les études sur la parcelle en non contrainte hydrique et mise en place d'une nouvelle parcelle en situation de forte contrainte hydrique sous deux conditions (irriguée ou non)
Renforcer les mécanismes de défense de la plante	Appliquer des éliciteurs par injection (évaluation)	Aucune efficacité ou trop faible persistance	Objectif atteint : méthode peu probante
	Identifier des molécules ambimobiles stimulant les mécanismes de défense	Acide salicylique ambimobile chez le riçin sanguin	Objectif non atteint Arrêt ou en suspens Renforcement des mécanismes de défense de la plante chez la vigne ?

Le travail effectué lors de ces cinq années sur les maladies du bois n'apporte pas de solutions aux professionnels de la viticulture. Au contraire, il restreint les pistes de méthodes de lutte « curatives » ou préventives facilement applicables par le viticulteur (protection des portes d'entrée par application de produits par pulvérisation). Les deux seules préconisations que nous pouvons apporter suite à nos études pour lutter contre l'esca/BDA est **la non transmission des champignons de l'esca par les sécateurs** et le choix de planter du matériel végétal traité à l'eau chaude tout en sachant que ce traitement n'est pas efficace sur tous les champignons et que la durabilité du traitement dans le vignoble n'est pas connue. Pour lutter contre l'eutypiose, nous pouvons préconiser – en plus des mesures prophylactiques – de limiter la vigueur, de tailler tardivement et de préférer le guyot au cordon. Enfin, notre travail permet d'avertir les viticulteurs quant aux produits commercialisés par certaines sociétés mais non efficaces à l'égard de ces maladies (ex : compost avec *Trichoderma*, application de *Trichoderma* par pulvérisation, engrais foliaires...). **Tous ces résultats ont été transférés vers le secteur de développement** au travers de la note nationale, de lettres techniques ou encore lors de colloques.

Notre difficulté à répondre rapidement à la demande des professionnels (une alternative à l'arsénite de sodium) est due à la complexité des maladies du bois se manifestant sous différents faciès dans le vignoble et impliquant un nombre important de champignons, la non connaissance des agents responsables des symptômes sur la partie herbacée, le désintérêt des firmes phytosanitaires pour proposer des molécules spécifiques et encore la mauvaise connaissance du cycle biologique de certains champignons.

Pour atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés, nous devons poursuivre nos travaux. Notre organisme doit maintenir également sa position d'interface vers la recherche fondamentale pour intégrer les connaissances qui en sont issues et renvoyer les questions de recherche intéressant la profession. Il doit aussi mettre en place des essais en relation avec les organismes de développement à partir des premiers résultats obtenus lors de nos études et de celles effectuées au niveau international (par exemple : mise en place d'un réseau évaluant la prophylaxie – méthode associée au traitement à l'eau chaude à la sortie de la pépinière – autre).



# Bilan des communications et de la valorisation de nos travaux

## Publications

### 1) Publications à comité de lecture

ROCHER F., CHOLLET J.F., JOUSSE C. & BONNEMAIN J.L. 2006. Salicylic acid, an ambimobile exhibiting a high ability to accumulate in the phloem. **Plant physiology**, 141, 1684-1693.

VALTAUD C., LARIGNON P., ROBLIN G. & FLEURAT-LESSARD P. 2007. Developmental and ultrastructural features of *Phaeoconiella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum* in relationship with the capacity of xylem degradation in esca disease of grapevine. **European Journal of Plant Pathology**. (soumis)

### 2) Publications dans des revues scientifiques et techniques

DAVY A. 2006. Les maladies du bois : une affaire toujours aussi complexe. **Union Girondine**. 1019, 31-33.

DAVY A. 2007. Les maladies du bois : une affaire toujours aussi complexe. **L'Avenir Agricole et Viticole Aquitain**. 755, 10-11.

DAVY A. 2007. Les maladies du bois : toujours des questions en suspens. **Union Girondine**. 1037, 35-36.

DUMOT V., MENARD E., COURLIT Y., OUVRIE M., DESACHE F., BOURSIER N., DAVID S., DUBOS B. & LARIGNON P. 2004. L'eutypiose en Charentes. Résultats de dix ans d'étude sur Ugni blanc. **Phytoma**, 568, 4-7.

HERLEMONT B., GUERIN-DUBRANA L. & LARIGNON P. 2005. Etat d'avancement des recherches sur les alternatives à l'arsénite de soude contre les maladies du bois de la vigne. **Prog. Agric. Vitic.** 122, 20, 431-433.

HERLEMONT B., GUERIN-DUBRANA L. & LARIGNON P. 2005. L'après arsénite, des alternatives à combiner. Etat d'avancement des recherches sur les alternatives à l'arsénite de soude contre les maladies du bois de la vigne. **Phytoma**. 587, 24-28.

JOUSSE C. 2005. La recherche de molécules ambimobiles pour lutter contre les maladies du bois. **Prog. Agric. Vitic.**, 122, 6, 129-130.

KUNTZMANN P. 2004. Maladies du bois : pourquoi et comment recéper les pieds malades. **Les vins d'Alsace**. 12,27-29.

KUNTZMANN P. 2005. Maladies du bois : que savons-nous ? **Les vins d'Alsace**, 4, 30-36.

LARIGNON P. 2004. Réflexions sur l'esca. **Phytoma**. 576, 28-31.

LARIGNON P. 2005. Les maladies de dépérissement : symptomatologies et éléments de biologie des champignons associés. **Prog. Agric. Vitic.** 122, 4, 87-89.

LARIGNON P. 2005. La constitution d'un groupe international de travail sur les maladies du bois et les premiers résultats des expérimentations menées par l'ITV en laboratoire et en pépinières. **Prog. Agric. Vitic.** 122, 5, 103-106.

LARIGNON P. 2005. Maladies du bois : aspects pépinières et protection des plaies de taille. **Prog. Agric. Vitic.**, 122, 10, 229-233.

LARIGNON P. 2006. Les maladies de dépérissement : le programme national. **Prog. Agric. Vitic.** 123, 13-14, 280-282.

LARIGNON P. 2006. Le rôle de la pluie dans la pénétration des plaies de taille par *Eutypa lata*. **Prog. Agric. et Vitic.** 123, 19, 362-366.

LARIGNON, P., BERUD, F., GIRARDON, K. & DUBOS, B. 2006. Maladies du bois de la vigne. Et les pépinières ? Quelques éléments sur la présence des champignons associés, leur localisation dans le bois et les moments de contamination. **Phytoma**. 592, 14-17.

LARIGNON P., BERUD B., GIRARDON K. & JACQUET O. 2007. Premiers résultats sur le cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois de la vigne en pépinières. **Rhône en VO**. 2, 16-23.

LARIGNON P., BERUD B., GIRARDON K. & JACQUET O. 2007. Identification des champignons associés aux maladies du bois dans les plants à la sortie de la pépinière. **Le pépiniériste**, 173, 18-23.

LARIGNON, P., BERUD, F., VIGUIER, D., DUBOS, B. & GIRARDON, K. 2004. Les maladies du bois en pépinière : importance de la propagation des champignons par le bois de greffage et efficacité du traitement à l'eau chaude à leur égard. **Le pépiniériste**, 156, 10-13.

- LARIGNON P., GIANSETTO K., SALANCON E., BERUD F., GIRARDON K. & JACQUET O. 2007. Effet de divers traitements à l'égard des champignons associés aux maladies du bois en pépinière. **Le pépiniériste** (sous presse).
- SENTENAC G., LARIGNON P., MOLOT B., VIGUES V. & KUNTZMANN P. 2005. Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisés dans la lutte contre les maladies du bois Esca/BDA. Premiers résultats sur le terrain. **Prog. Agric. Vitic.** 122, 5, 107-112.
- VIGUES V., SERRANO E., DUMAS C., COARER M., YOBREGAT O. & LARIGNON P. 2007. Niveau de contaminations des plants par les champignons associés aux maladies du bois en sortie de pépinières. **Phytoma.** 609, 20-23.

### 3) Publications à caractère de vulgarisation

- LARIGNON P. 2004. Lutte contre les maladies du bois. **Le vigneron des Côtes-du-Rhône et du Sud-Est.** Hors série mars. 40-43.
- LARIGNON P. 2005 – 2006 – 2007. Participation à la rédaction de la partie maladies du bois. **Guide des vignobles Rhône- Méditerranée.**
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois. Les plaies de taille mal protégées par les *Trichoderma*. (**Lettre technique**). Site internet [www.itvfrance.com](http://www.itvfrance.com)
- LARIGNON P. 2007. Le champignon de l'eutypiose. Des ascospores difficiles à tuer une fois à l'intérieur des plaies de taille. (**Lettre technique**). Site internet [www.itvfrance.com](http://www.itvfrance.com)
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois. Pas de transmission des champignons par les sécateurs (**Lettre technique**). Site internet [www.itvfrance.com](http://www.itvfrance.com)
- PLAQUETTE. 2002. Les maladies du bois en viticulture (INRA, ITV France, CA, SPV, CIVC, Onivins).
- NOTE NATIONALE. 2007. Les maladies du bois. (IFVV, INRA, ENITAB, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Viniflor). Site internet [www.itvfrance.com](http://www.itvfrance.com)
- NOTE NATIONALE. Les maladies du bois. **Le pépiniériste.** 175, 14-18.
- NOTE NATIONALE. Les maladies du bois. **La volonté paysanne.** 1132, 8-9.
- NOTE NATIONALE. Les maladies du bois. **Vins Val-de-Loire.**
- LARIGNON P. 2007. Les plaies de taille mal protégées par les *Trichoderma*. **Le Paysan du Midi**, 3172 (26 octobre 2007), 8.
- LARIGNON P. 2007. Le champignon de l'eutypiose. Des ascospores difficiles à tuer une fois à l'intérieur des plaies de taille. **Le Paysan du Midi**, 3172 (26 octobre 2007), 8.
- LARIGNON P. 2007. Pas de transmission des champignons par les sécateurs. **Le Paysan du Midi**, 3172 (26 octobre 2007), 9.

## Communications orales lors de congrès, colloques, rencontres...

### 1) Communications lors de congrès scientifiques (oral, poster)

- LARIGNON P. 2003.. Fungi associated with esca disease. **Congrès NCCR**, 17-18 septembre 2003, Neuchâtel, Suisse (oral).Invité.
- LARIGNON P. 2005. Maladies du bois à symptomatologie convergente : synthèse des connaissances, **OIV**, Paris, 15 mars 2005. (oral et texte 19 pages)
- LARIGNON P., COARER M., GIRARDON K., BERUD F. & JACQUET O. 2008. Propagation of pioneer fungi associated with esca disease by vegetative material in French grapevine nurseries. **9th International Congress of Plant Pathology**, Turin, 24-29 août 08 (poster).
- LARIGNON P. 2008. First observations on the role of rain in the penetration of *Eutypa lata* by pruning wounds. **9th International Congress of Plant Pathology**, Turin, 24-29 août 08 (poster).
- MUGNAI L., LARIGNON P. & GUBLER W.D. 2008. Esca disease of grapevine. **9th International Congress of Plant Pathology**, Turin, 24-29 août 08 (oral).

LOUVET G, MONEVA E, DELMOTTE F, LARIGNON P & CORIO-COSTET M.F. 2006. Analyse par AFLP de la diversité génétique de *Phaeomoniella chlamydospora* impliqué dans les maladies de dépérissement de la vigne, **VI<sup>ème</sup> Rencontre de Phytopathologie / Mycologie**. Aussois, France.

LOUVET G, MONEVA E, DELMOTTE F, LARIGNON P & CORIO-COSTET M.F. 2006. Analyse par AFLP de la diversité génétique de *Phaeomoniella chlamydospora* impliqué dans les maladies de dépérissement de la vigne. **Colloque Bureau Ressource Génétique**: 22.

VIGUES V., SERRANO E., COARER M., YOBREGAT O. & LARIGNON P. 2007. Etudes de voies de contaminations des plants par les champignons associés aux maladies du bois en pépinière. **8<sup>ème</sup> Symposium International d'Oenologie**. Bordeaux, 25-27 juin 2007. (poster)

## **2) Communications lors de colloques, de rencontres techniques à vocation de transfert**

JOUSSE C. 2004. La recherche de molécules ambimobiles pour lutter contre les maladies du bois. **Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées**. Toulouse, 9 déc. 2004 (oral, texte page 36).

JOUSSE C. CHOLLET J.F. & BONNEMAIN J.L. 2005. La recherche de molécules ambimobiles pour lutter contre les maladies du bois. **Rencontre Technique Val-de-Loire. Les maladies du bois en viticulture**. Bourgueil, 21 mars 2005 (oral, texte page 29).

JOUSSE C. 2007. Contribution à la lutte contre les maladies du bois de la vigne, en particulier l'esca. **XI<sup>ème</sup> Rencontre Rhodanienne**. Guilhaing-Granges, 27 mars 2007 (oral).

KUNTZMANN P. 2005. Moyens de lutte : quelques préconisations. Observations sur les maladies du bois en Alsace. **Stage de formation et de perfectionnement en viticulture. Session Maladies du bois. 25 janvier 2005**, Ostheim (oral).

LARIGNON P. 2003. Les maladies du bois : état des lieux et perspectives. **Forum AREDVI 2003**, Aix-en-Provence, 26 juin 2003 (oral, texte pages 18-21).

LARIGNON P. & MOLOT B. 2004. Les maladies du bois : expérimentations en cours et premiers résultats. **Les Entretiens Viti-Vinicoles Rhône Méditerranée**, Roquemaure, 1<sup>er</sup> avril 2004 (oral, texte pages 7-10).

LARIGNON P. & MOLOT B. 2004. Les maladies du bois : expérimentations en cours et premiers résultats. **Les Entretiens Viti-Vinicoles Rhône Méditerranée**, Capestan, 22 avril 2004 (oral).

LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois : premiers résultats sur les méthodes de lutte. **Journées Innovigne**, INRA de Pech-Rouge, Gruissan, 16-17 juin 2004 (oral).

LARIGNON P. 2004. Les maladies de dépérissement : symptomatologies et éléments de biologie des champignons associés. **Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées**. Toulouse, 9 déc. 2004 (oral, texte pages 14-16).

LARIGNON P. 2004. La constitution d'un groupe international de travail sur les maladies du bois et les premiers résultats des expérimentations menées par l'ITV en laboratoire et en pépinières. **Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées**. Toulouse, 9 déc. 2004 (oral, texte pages 23-26).

LARIGNON P. 2005. Les maladies de dépérissement : la symptomatologie et les éléments de biologie des champignons associés. **Stage de formation et de perfectionnement en viticulture. Session Maladies du bois**. Ostheim, 25 janvier 2005 (oral).

LARIGNON P. 2005. La constitution d'un groupe international de travail sur les maladies du bois et les premiers résultats des expérimentations menés à l'ITV au laboratoire et en pépinière. **Stage de formation et de perfectionnement en viticulture. Session Maladies du bois**. Ostheim, 25 janvier 2005 (oral).

LARIGNON P. 2005. Maladies du bois. **Journées Phytosanitaires Régionales. 10 février 2005**, Bordeaux (oral).

LARIGNON P. 2005. Les maladies de dépérissement : leur symptomatologie et les éléments de biologie des champignons associés. **Rencontre Technique Val-de-Loire. Les maladies du bois en viticulture. 21 mars 2005**, Bourgueil (oral, texte pages 1-4).

LARIGNON P. 2005. La constitution d'un groupe international de travail sur les maladies du bois et les premiers résultats des expérimentations menées à l'ITV au laboratoire et en pépinière. **Rencontre Technique Val-de-Loire. Les maladies du bois en viticulture. 21 mars 2005**, Bourgueil (oral, texte pages 5-9).

LARIGNON P. 2005. Maladies du bois : aspects pépinières et protection des plaies de taille. **Les Entretiens Viti-Vinicoles Rhône Méditerranée**, Roquemaure, 24 mars 2005 et Gruissan, 12 avril 2005 (oral, texte pages 7-10).

- LARIGNON P. 2005. Maladies du bois : le programme national. **EUROVITI**, Montpellier, 30 nov- 1<sup>er</sup> déc. 2005 (oral, texte pages 47-49).
- LARIGNON P. 2005. Maladies du bois : le point sur les connaissances et le programme national et européen. **Journées Techniques Fruits et Légumes et Viticulture biologiques**. Beaune, 6-7 décembre 2005 (oral, texte pages 123-129).
- LARIGNON P. 2005. Les maladies du bois : symptomatologie, cycle biologique. **Rencontre Technique en Bourgogne (CRECEP)**. Esca et BDA : quelles stratégies pour aujourd'hui et pour demain ? Beaune, 8 décembre 2005 (oral, texte pages 11-14).
- LARIGNON P. 2005. Constitution d'un groupe international de travail sur les maladies du bois. **Rencontre Technique en Bourgogne (CRECEP)**. Esca et BDA : quelles stratégies pour aujourd'hui et pour demain ? Beaune, 8 décembre 2005 (oral, texte pages 25-27).
- LARIGNON P. 2006. Programme maladies du bois à l'ITV – Résultats acquis en 2005. **Stage de formation et de perfectionnement en Viticulture**. Ostheim. 25 janvier 2006 (oral).
- LARIGNON P. 2006. Les maladies du bois. Quelques résultats expérimentaux. Pépinières et vignes adultes. **Forum AREDVI**, 7 février 2006 (oral).
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois. **Colloque de la Percée du Vin jaune**. Salins, 2 février 2007 (oral).
- LARIGNON P. 2007. Le point des recherches sur les méthodes de lutte dans le vignoble. **XI<sup>ème</sup> Rencontre Rhodanienne**. Guilhaud-Granges, 27 mars 2007 (oral).
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois et la pépinière. **XI<sup>ème</sup> Rencontre Rhodanienne**. Guilhaud-Granges, 27 mars 2007 (oral).
- LARIGNON P., GIANSETTO K., SALANCON E., BERUD F., LARBRE C., COARER M., GIRARDON K. & JACQUET O. 2007. Rôle du matériel dans la propagation des champignons associés aux maladies du bois. **Journée Technique de la Station Viticole**, Cognac, 6 septembre 2007 (oral, texte pages 99-107).
- MOLOT B., LARIGNON P. & COARER M. 2006. Black Dead Arm. De nouvelles pistes. **MONDIAVITI**. Bordeaux, 29-30 novembre 2006 (oral, texte pages 15-17).
- SENTENAC G., LARIGNON P., MOLOT B., VIGUES V. & KUNTZMANN P. 2004. Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisées dans la lutte contre les maladies du bois Esca/BDA. Premiers résultats d'expérimentations menées sur le terrain. **Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées**. Toulouse, 9 déc. 2004 (oral, texte page 27-32).
- SENTENAC G., LARIGNON P., MOLOT B., VIGUES V. & KUNTZMANN P. 2005. Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisées dans la lutte contre les maladies du bois Esca/BDA. Premiers résultats sur le terrain. **Rencontre Technique en Bourgogne (CRECEP)**. Beaune, 8 décembre 2005 (oral, texte pages 28-35).
- VIGUES V., SERRANO E., DUMAS C., COARER M., YOBREGAT O. & LARIGNON P. 2005. Les champignons associés aux maladies du bois et la pépinière. **EUROVITI**. Montpellier, 30 nov- 1<sup>er</sup> déc. (oral, texte pages 51-59).

## Stages de formation et réunions techniques

- COARER M. 2007. Microbiologie et biologie moléculaire, exemples de travaux de l'IFV Nantes : microbiologie et maladies du bois. **Portes ouvertes IFV** Vertou, 13 novembre 2007.
- KUNTZMANN P. 2002-2007. Les maladies du bois. **Stage de formation**. Rouffach, Alsace.
- KUNTZMANN P. 2002-2007. Le point sur les maladies du bois. **Stage de formation et de perfectionnement en viticulture**. Ostheim, Alsace.
- LARIGNON P. 2003. Les maladies de dépérissement : esca et BDA. **Stage de formation DNO** Toulouse, 22 mai 2003.
- LARIGNON P. 2003. Reconnaissance des symptômes des maladies du bois (Black Dead Arm, Esca). 19-20 juin 2003. **Stage de formation**, Rhône-Alpes (terrain).
- LARIGNON P. 2003. Reconnaissance des symptômes des maladies du bois (Black Dead Arm, Esca). 11 juillet 2003. **Stage de formation**, Cognac (16)( terrain).
- LARIGNON P. 2003. Les maladies du bois (Black Dead Arm, Esca Eutypiose). **Réunion technique CA 11**, 22 juillet 2003. Narbonne (11)(oral, terrain).
- LARIGNON P. 2003. Reconnaissance des symptômes des maladies du bois (Black Dead Arm, Esca). **Stage de formation**, 24 juillet 2003. Beaune (21)(terrain).

- LARIGNON P. 2003. Le traitement à l'eau chaude. **Réunion technique BNIC**, Cognac, 10 septembre 2003.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois. **Réunion technique Expovall**, Vallet, 22 mars 2004.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois. **Stage de formation ONIVINS**. Nîmes, 23 juin 2004.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois. **Rencontre technique CFPPA**. Beaune, 1 juillet 2004.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois : résultats des travaux et perspectives pour 2004 – 2005. **Réunion technique FDCETA 17**, Blanzac-les-Matha, 19 juillet 2004.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois. **Réunion technique CA 63**, Clermont-Ferrand. 17 novembre 2004.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois. **Réunion technique VITAGRI**, Sancerre. 18 novembre 2004.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois. **Réunion technique ENTAV**, 8 décembre 2004.
- LARIGNON P. 2005. Les maladies du bois. **Stage de formation In VIVO**. Nîmes, 1<sup>er</sup> avril 2005.
- LARIGNON P. 2005. Les maladies du bois. **Réunion technique Pépinières Guillaume**, Charcenne, 8 septembre 05.
- LARIGNON P. 2005. Les maladies du bois. **Stage de formation, Lycée viticole de Davayé**, 8 décembre 2005.
- LARIGNON P. 2005. Les maladies du bois (esca, BDA, eutypiose). Et la pépinière ? **Réunion technique d'information Assemblée Générale du Syndicat des Pépiniéristes de la Gironde et du Sud-Ouest**. Beychac-et-Caillau, 15 décembre 2005.
- LARIGNON P. 2006. Les maladies du bois. **Stage de formation, Journée démonstration de matériels agricoles, Lycée viticole**, Orange, 19 janvier 2005.
- LARIGNON P. 2006. Les maladies du bois. **Stage de formation Lycée LEGTA Carcassonne**, Narbonne, 1 février 2006.
- LARIGNON P. 2006. Présentation du programme maladies du bois. **Réunion technique CORD**, 14 février 2006.
- LARIGNON P. 2006. Les maladies du bois. **Réunion technique Cave coopérative de Die**, 14 avril 2006.
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois en viticulture. **Réunion technique UVICA/ Vignerons ardéchois**, Mirabel, 15 janvier 2007.
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois et problèmes de jeunes vignes en voie de dépérissement dans le vignoble de la Sainte-Victoire. **Réunion technique Association des vignerons de la Sainte-Victoire**, Trets, 20 novembre 2007.
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois : le bilan. **Conseil de bassin Pays de la Loire**. Bourges, 17 décembre 2007.
- LARIGNON P. 2007. Les maladies du bois. **Réunion technique Cave coopérative de Saumur**, Trois-Moutiers, 21 décembre 2007.

## Rapports de recherche et de contrat

- LARIGNON, P. 2003. Maladies du bois en viticulture. **ONIVINS**, 52 pages + 8 annexes.
- LARIGNON, P. 2004. Maladies du bois en viticulture. **ONIVINS**, 141 pages + 18 annexes.
- LARIGNON P. 2004. Rapport de synthèse. Observation des fluctuations des symptômes d'esca et de BDA. Campagne 2003-2004. **ONIVINS**, 12 pages.
- LARIGNON P. 2004. Rapport des travaux réalisés sur le traitement à l'eau chaude à l'égard des maladies du bois en France. **ONIVINS**, 4 pages.
- LARIGNON P. 2004. Les maladies du bois de la vigne. **Réunion nationale Groupe de Travail maladies du bois**. Méridac, 9-10 nov. 2004. 58 pages.
- LARIGNON, P. 2005. Maladies du bois en viticulture. **VINIFLHOR**, 100 pages + 8 annexes.
- LARIGNON P. 2005. Rapport de synthèse. Observation des fluctuations des symptômes d'esca et de BDA. Campagne 2003-2004-2005. **VINIFLHOR**, 13 pages.
- LARIGNON P. 2006. Maladies du bois en viticulture. **VINIFLHOR**, 112 pages + 12 annexes.
- LARIGNON P. 2006. Rapport de synthèse. Observation des fluctuations des symptômes d'esca et de BDA. Campagne 2006. **VINIFLHOR**, 15 pages.

## Compte rendu d'activité technique

### 1) Année 2003

- LARIGNON P. 2003. Les connaissances : le cycle biologique des champignons associés à l'esca et au BDA. 6 pages
- LARIGNON P. 2003. Les connaissances : les raisons de la fluctuation des symptômes de l'Esca et BDA. 3 pages.
- LARIGNON P. 2003. Lutte biologique : Etude de l'efficacité des *Trichoderma* à l'égard des maladies du bois. 15 pages et 8 annexes.
- LARIGNON P. & MOLOT B. 2003. La lutte curative : les injections. 3 pages.

### 2) Année 2004

- KUNZTMANN P. 2004. Lutte curative : injections. 6 pages.
- KUNZTMANN P. 2004. Lutte chimique Esca et BDA. 12 pages.
- KUNZTMANN P. 2004. Observation des symptômes d'esca et BDA. Alsace. Campagne 2004. 46 pages.
- LARIGNON P. 2004. Les connaissances : le cycle biologique des champignons associés à l'esca et au BDA. Recherche des champignons dans les bois de porte-greffe. 4 pages.
- LARIGNON P. 2004. Les connaissances : le cycle biologique des champignons associés à l'esca en pépinière. Identification des contaminations en pépinières. 10 pages.
- LARIGNON P. 2004. Observation des symptômes d'esca et de BDA. Languedoc-Roussillon. Campagne 2003-2004. 12 pages et deux annexes.
- LARIGNON P. 2004. Lutte biologique : Etude de l'efficacité des *Trichoderma* et d'autres champignons antagonistes à l'égard des maladies du bois. 23 pages et 18 annexes.
- LARIGNON P. 2004. Lutte chimique : Etude de l'efficacité de l'Alert S à l'égard du *Phaeomoniella chlamydospora*. 8 pages.
- SENTENAC G. 2004. Observations des symptômes d'esca et BDA. Bourgogne. Campagne 2004. 6 pages et 3 annexes.
- VIGUES V. 2004. Réseau fluctuation des symptômes. Midi-Pyrénées. 5 pages.
- ZABOLLONE E. 2004. Observation des symptômes d'esca et BDA. Aquitaine. Campagne 2004. 5 pages.

### 3) Année 2005

- CAHUREL J.Y. 2005. Synthèse du suivi des maladies du bois sur quelques essais mode de conduite en Beaujolais. 16 pages.
- DAVY A.. 2005. Observation des symptômes d'esca et BDA. Aquitaine. Campagne 2005. 12 pages et 3 annexes.
- KUNZTMANN P. 2005. Cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois. 11 pages et 5 annexes.
- KUNZTMANN P. 2005. Analyses microbiologiques de ceps en voie de dépérissement. 25 pages et 1 annexe.
- KUNZTMANN P. 2005. Observation des symptômes d'esca et BDA. Alsace. Campagne 2005. 24 pages.
- KUNZTMANN P. 2005. Lutte chimique Esca et BDA. 8 pages.
- LARIGNON P. 2005. Cycle biologique des champignons associés à l'esca et au BDA. 17 pages.
- LARIGNON P. 2005. Cycle biologique des champignons associés à l'esca en pépinière. Identification des contaminations en pépinières. 15 pages.
- LARIGNON P. 2005. Cycle biologique des champignons associés à l'esca en pépinière. Evaluation de la propagation des champignons en pépinières. 8 pages et 1 annexe.
- LARIGNON P. 2005. Observation des symptômes d'esca et de BDA. Languedoc-Roussillon. Campagne 2003-2004-2005. 28 pages.
- LARIGNON P. 2005. Etude de l'efficacité de microorganismes antagonistes à l'égard des maladies du bois. 34 pages et 8 annexes.

- LARIGNON P. 2005. Etude de l'efficacité de différentes matières actives à l'égard des champignons du bois. 16 pages.
- LARIGNON P. 2005. Evaluation de l'efficacité de la bouillie sulfocalcique en vue de la protection des plaies de taille et de l'éradication des sources d'inoculum. 18 pages.
- LARIGNON P. 2005. Etude de l'efficacité de l'Alert S à l'égard de *Phaeomoniella chlamydospora* et de *Phaeoacremonium aleophilum*. 14 pages et 3 annexes.
- SENTENAC G. 2005. Observations des symptômes d'esca et BDA. Bourgogne. Campagne 2005. 11 pages et 4 annexes.
- SENTENAC G. 2005. Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisés dans la lutte contre les maladies du bois Esca et BDA. Premiers résultats d'expérimentations menées sur le terrain. 8 pages.
- VIGUES V. 2005. Les champignons associés aux maladies du bois et la pépinière. 10 pages.
- VIGUES V. 2005. Réseau fluctuation des symptômes. Midi-Pyrénées. 7 pages et 1 annexe.

#### 4) Année 2006

- DAVY A. 2006. Observation des symptômes d'esca et BDA. Aquitaine. Campagne 2006. 9 pages et 3 annexes.
- KUNTZMANN P. 2006. Cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois. 16 pages et 3 annexes.
- KUNTZMANN P. 2006. Observation des symptômes d'esca et BDA. Alsace. Campagne 2006. 17 pages.
- KUNTZMANN P. 2006. Lutte chimique Esca et BDA. 9 pages.
- KUNTZMANN P. 2006. Etude de l'efficacité curative par injection dans les pieds de vigne de différents produits dans la lutte contre les maladies du bois. 2 pages.
- LARIGNON P. 2006. Rôle de la pluie dans la pénétration des plaies de taille par les ascospores d'*Eutypa lata*. Conséquences sur la méthode d'évaluation des fongicides en protection des plaies de taille. 9 pages.
- LARIGNON P. 2006. Cycle biologique des champignons associés à l'esca en pépinière. Evaluation de la propagation des champignons en pépinières. 9 pages.
- LARIGNON P. 2006. Cycle biologique des champignons associés à l'esca et au BDA. 12 pages.
- LARIGNON P. 2006. Observation des symptômes d'esca et de BDA. Languedoc-Roussillon. Campagne 2006. 20 pages.
- LARIGNON P. 2006. Etude de l'efficacité de microorganismes antagonistes à l'égard des maladies du bois. 26 pages et 11 annexes.
- LARIGNON P. 2006. Evaluation de l'efficacité de divers traitements en pépinière à l'égard des champignons associés aux maladies du bois. 5 pages et 1 annexe.
- LARIGNON P. 2006. Evaluation de l'efficacité du traitement à l'eau chaude sur deux parcelles situées en Bourgogne. 3 pages et 3 annexes.
- LARIGNON P. 2006. Evaluation de l'efficacité du méthylthiophanate à l'égard des maladies du bois en protection des plaies d'ébourgeonnage. 2 pages.
- LARIGNON P. 2006. Evaluation de l'efficacité du kélabore et du perlurée à l'égard de *Phaeomoniella chlamydospora*. 6 pages.
- PAYAN J.C. 2006. Caractérisation agronomique d'une parcelle du réseau fluctuation de symptômes. (Parcelle du mas de Nages. Languedoc-Roussillon). 8 pages.
- SENTENAC G. 2006. Observations des symptômes d'esca et BDA. Bourgogne. Campagne 2006. 12 pages et 4 annexes.
- VIGUES V. 2006. Les champignons associés aux maladies du bois et la pépinière. 8 pages.
- VIGUES V. 2006. Réseau fluctuation des symptômes. Midi-Pyrénées. Campagne 2006. 9 pages et 1 annexe.
- VIGUES V. 2006. Etude de l'efficacité de pulvérisation foliaire d'éliciteurs et de fongicides sur les maladies du bois. 8 pages.

## Réponse d'appel d'offre

**Appel à projet ADAR 2004.** Les maladies du bois de la vigne : alternatives à l'arsénite de sodium (Participants : **ITV, INRA 33, ENITAB, CA 11, CA 66, CA 84, Syndicat des Pépiniéristes 84**). (Non accepté).

**Appel à projet ADAR 2005.** Les maladies de dépérissement chez la Vigne et l'Actinidia (kiwi) : développement de méthodes de lutte alternatives (Participants : **ITV, CTIFL, CNRS/UMR 6161 Poitiers, INRA 33, CA 11, CA 66, CA 84, Syndicat des Pépiniéristes 84** (Non accepté).

**Programme européen 2005.** BIOESCA Collective Research Proposal (supporté par Carlos Corsino da Silva, Departamento de Transferência de Tecnologia Universidade do Minho, Guimaraes, Portugal) (Non accepté).

**CIVB 2006.** Identification des portes d'entrée des champignons pathogènes agents de l'esca dans les ceps de vigne : contrôle des contaminations éventuelles via les plaies occasionnées par les travaux en vert en phase de végétation (Non accepté).

**CIVB 2007.** Détermination de la réceptivité des plaies occasionnées lors des travaux en vert à une contamination par les champignons pionniers de l'esca sur les cépages bordelais (Non accepté).

## Expertises

### 1) Comités de suivi de thèse

Comité de suivi de thèse de Estelle Luini (CNRS Poitiers/BNIC).

Comité de suivi de thèse de Cyril Jousse : Contribution à la lutte contre les maladies du bois de la vigne, en particulier l'esca (Université de Poitiers, UMR 6514 et 6161).

Comité de suivi de l'étude portant sur l'évaluation d'outils de diagnostic (eutypiose) réalisée par Stéphane Octave (IFV/CIVB/CNRS Poitiers UMR 6161).

### 2) Jury

#### Examineur thèses de doctorat

Jousse C. 2006. Contribution à la lutte contre les maladies du bois de la vigne, en particulier l'esca. Thèse de doctorat, Université de Poitiers, 210 pages. (18 décembre 2006).

Luini E. 2007. Implication de toxines fongiques dans l'esca de la vigne, mise au point d'un test de diagnostic et recherche d'un traitement contre la maladie. Thèse de doctorat, Université de Poitiers, 27 novembre 2007, 217 pages. (27 novembre 2007).

Valtaud C. 2007. Biologie des agents de l'esca et impacts sur la vigne (*Vitis vinifera* L. cv Ugni blanc). Thèse de doctorat, Université de Poitiers, 212 pages. (30 novembre 2007).

### 3) Examineur d'articles scientifiques à comité de lecture

Phytopathology, Journal of Phytopathology, Phytopatologia mediterranea, Journal International de la Vigne et du Vin...

### 4) Evaluation de programme scientifique

Bourse Cifre, projet COST

## Collaborations

GATICA, M. 2003. INTA-EEA, Mendoza (Argentine). Durée : 2 semaines

TOMOIAGA L. 2007. Station de Recherche en Viticulture, Blaj (Roumanie). Durée : 2 jours.

KASSEMAYER H. & FISCHER M. Staatliches Weinbauinstitut, Fribourg (échange régulier)

HARMS M. DLR, Neudstadt (échange régulier)

### Invités à des congrès :

ARMENGOL J. (Université de Valence). 2004. Etiologie et importance des maladies du bois en Espagne. **Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées.** Toulouse, 9 déc. 2004



VIRET O. (Agroscope, Changins). 2004. L'esca en Suisse : situation en 2001 et évolution 2004. **Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées**. Toulouse, 9 déc. 2004.

VIRET O. 2005. L'esca en Suisse. **EUROVITI**, Montpellier, 30 nov- 1<sup>er</sup> déc. 2005

KASSEMAYER H. (Staatliches Weinbauinstitut, Fribourg). 2005. Esca : eine Bedrohung für den Weinbau? **Stage de formation et de perfectionnement en viticulture. Session Maladies du bois**. Ostheim, 25 janvier 2005.

HARMS M. (DLR, Neudstadt). 2005. Die Holzkrankheiten der Rebe in Weinbaugebiet Pfalz. **Stage de formation et de perfectionnement en viticulture. Session Maladies du bois**. Ostheim, 25 janvier 2005.

### Contrat à durée déterminée

JOUSSE C. 2003-2006. Thèse maladies du bois. Durée : 36 mois.

MONNEREAU A. 2005. Durée 6 mois

LARBRE C. 2005, 2006 et 2007. Durée : 6 mois annuellement

ESTRADE N. 2005. Durée : 6 mois.

MERLO N. 2006. Durée : 1 mois.

OCTAVE S. 2006. Durée : 8 mois.

### Activité de formation

CIOSI O. 2004. Evaluation de l'efficacité de fongicides vis-à-vis de quelques-uns des champignons associés à l'Esca et au Black dead arm. **Rapport DAA viticulture – Œnologie**. Montpellier, 31 pages et une annexe (5 mois, 30).

GERBOLLET E. 2004. Notification de symptômes et recherche de méthodes de lutte contre les maladies du bois : l'Esca et le Black Dead Arm dans le Gard. **Rapport 2<sup>ème</sup> année IUT génie biologique**, 35 pages et 3 annexes. (3 mois, 30).

BARISON D. 2005. Contribution à l'étude du cycle biologique des champignons associés aux maladies du bois de la vigne et l'évaluation de méthodes de lutte. **Thèse de laurea, Université de Turin**, 77 pages et 4 annexes. (6 mois, 30).

MAUSSIRE P. 2005. Mise en place d'un réseau d'observation pour connaître les raisons de la fluctuation des symptômes foliaires (esca-BDA). **Licence des Sciences de la Vigne**, Institut Jules Guyot, 29 pages (3 mois, 33).

DUMAS C. 2005. Syndromes esca et BDA de la pépinière au vignoble : propagation, extériorisation et méthodes de lutte. **Rapport ingénieur ENITA Bordeaux**, 73 pages (6 mois, 81).

CAMBIER B. 2006. Suivi d'un réseau d'observation des maladies du bois pour connaître les raisons de la fluctuation des symptômes foliaires. **Licence des Sciences de la Vigne**, Institut Jules Guyot, 30 pages (3 mois, 33).

SYLVANO A. 2006. Les maladies du bois en Viticulture : esca et Black dead arm – Propagation en pépinière et extériorisation des symptômes au vignoble. **Rapport ingénieur Agro Toulouse**, 64 pages (6 mois, 81).

BARBASTE A. 2006. Les maladies du bois – Esca et BDA en pépinière : niveau de contamination du matériel végétal à l'entrée de la pépinière, identification des sources de contaminations lors du processus de fabrication des plants, étude de l'efficacité de produits de désinfection lors de la réhydratation. **Licence 3 ORB/BOPE Ecotoxicologie**. 32 pages (81).

WIOSKA L. 2006. Compte rendu de stage. **1<sup>ère</sup> année de BTS Bioanalyses et contrôles**. 15 pages (3 mois, 81).

MELAS E. 2007. Les maladies du bois- Esca, eutypiose et black dead arm – Etude de l'efficacité de divers traitements de désinfection des plants en pépinière. **Rapport DUT Génie Biologique IAB**, 25 pages (2 mois, 81).

DARDENNE F. 2007. 1<sup>ère</sup> année de **BTS Bioanalyses et contrôles**. (1 mois, 81).

CAYROUSE P. 2007. **Licence des Sciences de la Vigne**, Institut Jules Guyot, pages (3 mois, 33).

SOUQUET S. **ESAP**. (2 mois, 81).