



# Les maladies du bois

*Matinée Technique*  
Avril 2014

## SOMMAIRE

<b>IMPACT DE COMPOSES EXTRACELLULAIRES DE CHAMPIGNONS IMPLIQUES DANS LES MALADIES DU BOIS – EVALUATION DE LA RESISTANCE CHEZ LA VIGNE.....</b>	<b>p 1</b>
QUELLE PERCEPTION DE LA MALADIE ET DES MOYENS DE LUTTE AVONS-NOUS CONCERNANT LA VIGNE ? .....	p 2
ESTIMATION DES PERTES ECONOMIQUES .....	p 4
DE LA PALEOPATHOLOGIE A LA «PALEOPHYTOPATHOLOGIE».....	p 4
LES MALADIES DU BOIS : QUE SAIT-ON ? .....	p 6
EVALUATION DE L’EFFET DES COMPOSES EXTRACELLULAIRES .....	p 10
EXISTE-T-IL UNE COMPOSANTE GENETIQUE DE LA TOLERANCE AUX MALADIES DU BOIS ? .....	p 12
<b>LES MALADIES DU BOIS DE LA VIGNE.....</b>	<b>p 16</b>
LES MALADIES DU BOIS EN FRANCE, EN EUROPE ET DANS LE MONDE.....	p 17
LES AGENTS RESPONSABLES ET LA CONTAMINATION.....	p 18
LES MOYENS DE LUTTE ?.....	p 21
CARACTERISATION DES MECANISMES IMPLIQUES DANS L’EXPRESSION DES MALADIES DU BOIS EN VUE DE TESTER DES MOYENS DE LUTTE .....	p 23
MOYENS DE LUTTE ET STRATEGIE.....	p 29
<b>SUIVI DES MALADIES DU BOIS SUR QUELQUES ESSAIS MODES DE CONDUITE.....</b>	<b>p 30</b>
INTRODUCTION .....	p 31
SUIVI ESCA .....	p 31
MISE EN RELATION DES DONNEES AGRONOMIQUES.....	p 36
CONCLUSION .....	p 37

<b>INFLUENCE DU FONCTIONNEMENT INTERNE DU CEP SUR LES MALADIES DU BOIS.....</b>	<b>p 38</b>
PERIODES DE CONTAMINATION ET DE SENSIBILITE AUX MALADIES DU BOIS .....	p 40
INFLUENCE DU FONCTIONNEMENT INTERNE DU CEP PAR OBSERVATION EXTERNE SUR LES MALADIES DU BOIS .....	p 40
CONCLUSION.....	p 41
<b>IMPACT DES CHOIX CULTURAUX SUR L'EXPRESSION DE L'ESCA ET DU BDA.....</b>	<b>p 42</b>
INTRODUCTION .....	p 43
PHYSIOLOGIE ET DEFENSES NATURELLES.....	p 43
GESTION DE L'INOCULUM .....	p 47
GESTION DU POTENTIEL DE PRODUCTION.....	p 48
TESTS DE PRODUITS .....	p 49
QUE FAIRE ? .....	p 50

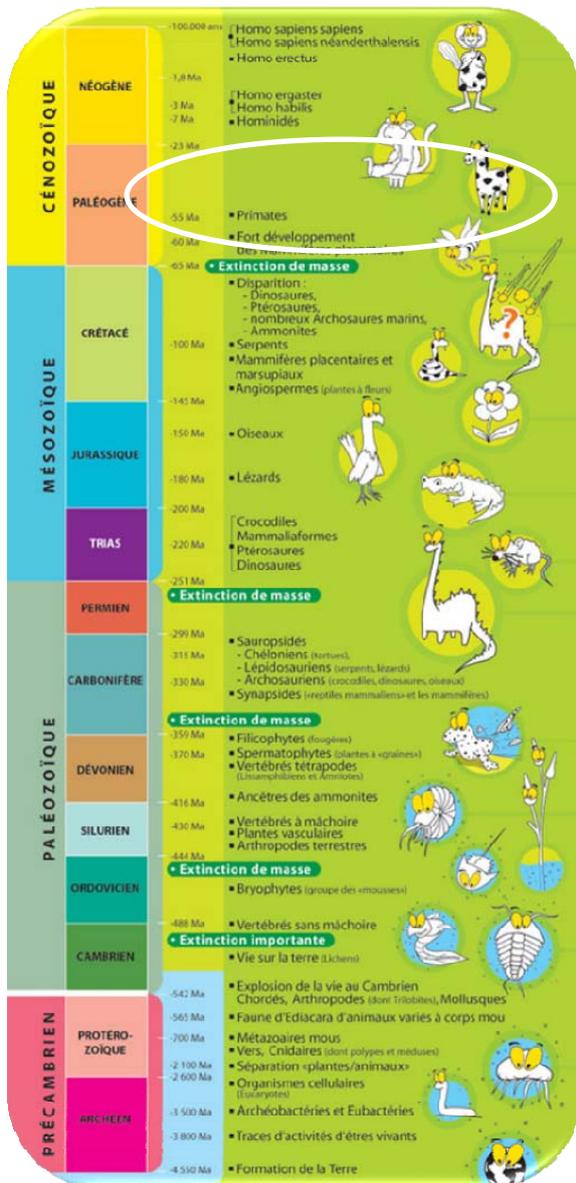
***IMPACT DE COMPOSES EXTRACELLULAIRES  
DE CHAMPIGNONS IMPLIQUES DANS LES  
MALADIES DU BOIS  
EVALUATION DE LA RESISTANCE CHEZ LA  
VIGNE***

**Professeur Christophe Bertsch  
Laboratoire Vigne Biotechnologies & Environnement EA 3991  
Université de Haute Alsace**

# QUELLE PERCEPTION DE LA MALADIE ET DES MOYENS DE LUTTE AVONS-NOUS CONCERNANT LA VIGNE ?

Pour comprendre la perception que nous avons aujourd’hui de la maladie et des moyens de lutte, il faut repartir de l’histoire de la vigne et de la viticulture.

La vigne trouve son origine en Asie Centrale ou en Asie Mineure, il y a environ 35 millions d’années.



Source : Internet

Des fossiles de vigne, plus particulièrement de feuilles et de pépins datant du tertiaire ont été retrouvés.

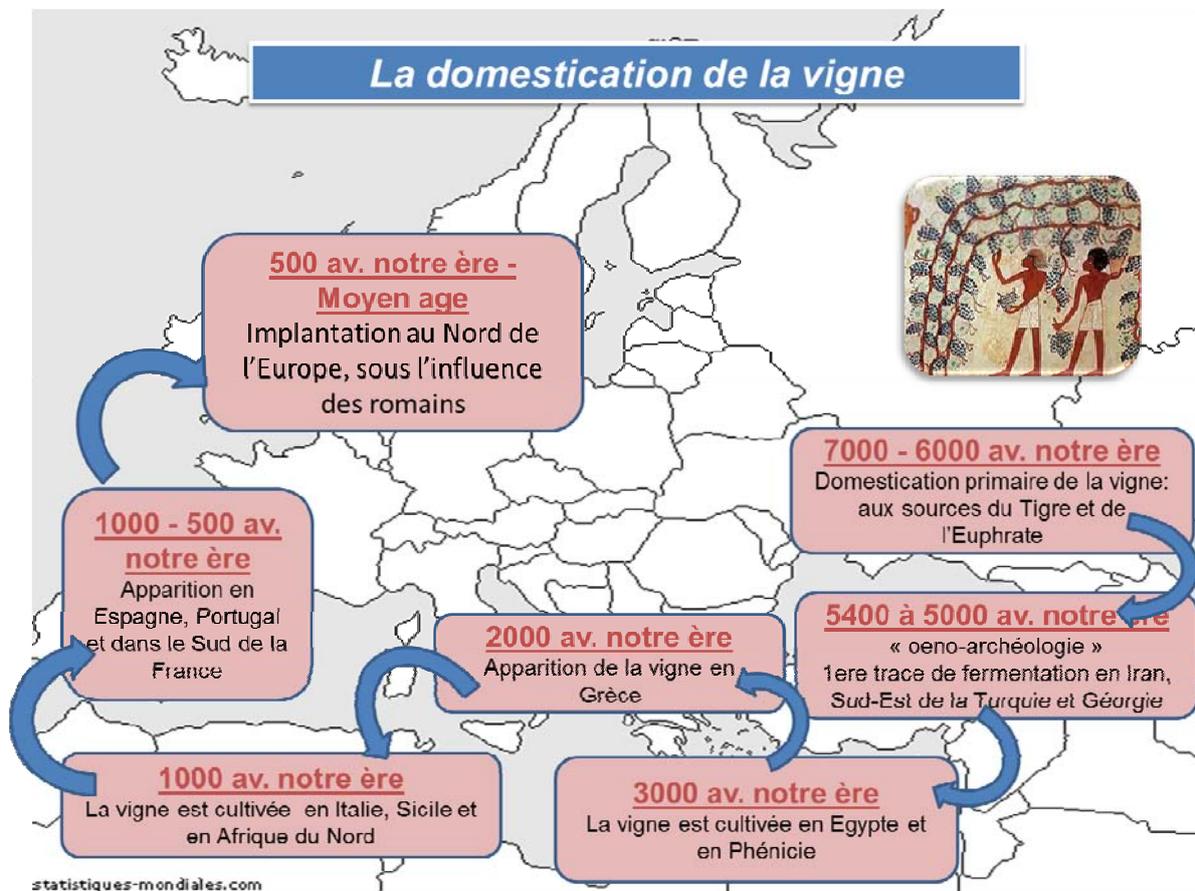


Source : Internet

Nos ancêtres cueilleurs / chasseurs consommaient du raisin provenant de vignes sauvages : *Vitis vinifera var. sylvestris*.

A cette époque, il n’y avait pas de notion de production ou de maladies. Ils consommaient ce qu’ils trouvaient dans la nature.

Ces notions apparaissent avec la domestication de la vigne vers – 7000 ans au niveau des sources du Tigre et de l’Euphrate. Les premières traces de vinification sont trouvées aux environs de – 5000 ans au niveau du bassin méditerranéen.



### La vigne dans la mythologie et la religion : influence et atout important pour l'extension de la viticulture

La vigne et le vin occupent une place importante dans la religion et la mythologie :

- La Bible fait de Noé, descendant de son arche, le premier viticulteur.  
« ... pour adoucir son sort de seul rescapé du déluge »
- Dionysos, fils de Zeus, a été délivré de sa folie par la déesse Cybèle qui l'initie aux rites du vin. Il devient le dieu grec de la viticulture et du vin.
- Bacchus était le dieu romain du vin.
- Le dieu égyptien Amon-Rê protégea l'humanité des fureurs de sa fille Hathor, en lui faisant boire une liqueur rouge sang qui la plongea dans un long sommeil.
- L'église chrétienne sacralise le vin, qui est identifié au sang du Christ.
- On attribue à Saint Martin la découverte de la taille, après qu'il eut observé que les vignes broutées par des ânes produisaient plus.
- « L'Eloge du Vin » du poète musulman du 7ème siècle, Omar ibn al Farid.

A l'époque, les hommes pensaient que les maladies avaient une origine divine, c'est la première perception.

Dans les campagnes françaises, il y avait des rogations : procession et bénédiction des vignes pour les protéger des maladies.

A la fin du 19<sup>ème</sup> siècle (1876), apparaît la phytopharmacie moderne avec l'utilisation du cuivre contre le mildiou (A. Millardet).

Le 20<sup>ème</sup> siècle est l'ère du « tout chimique » avec la découverte des premiers fongicides systémiques en 1960.

Au 21<sup>ème</sup> siècle, les choses évoluent et l'aspect sociétal devient important. Une approche plus philosophique de la vigne émerge. Est-ce que ce sera l'ère des substances naturelles, du retour aux bases de l'agronomie ? Il est encore trop tôt pour le dire.

Ces différentes perceptions n'ont pas empêché plusieurs crises sanitaires majeures :

1825 : pyrales de la vigne

1845 : crise de l'oïdium importé des Amériques

1863 : première description du Phylloxéra

1879 : crise du mildiou importé des Amériques

La question se pose de savoir si les maladies du bois constituent la crise sanitaire du 21<sup>ème</sup> siècle....

## ESTIMATION DES PERTES ECONOMIQUES

---

Des estimations ont récemment été faites sur les pertes économiques dues aux maladies du bois en lien avec le remplacement des pieds malades.

En Champagne, les maladies du bois ont un coût estimé de 35 millions d'euros par an (d'après Laurent Panigai).

Au niveau mondial l'estimation est de 1,132 billion d'euros (1 billion = 1 000 milliards !) (D'après Valérie Hoffstetter).

## DE LA PALEOPATHOLOGIE A LA « PALEOPHYTOPATHOLOGIE »

---

Les maladies du bois sont-elles des maladies émergentes ?

Non, on trouve des descriptions des symptômes dans des traductions de textes romains. Les Romains étaient donc déjà confrontés aux maladies du bois.

La littérature comprend des témoignages sur l'Esca.

En 1920 : « La marche est lente, progressive, mais le résultat final peut être tel que 10 ou 15 % d'un vignoble étendu peuvent être entièrement détruits. Assez fréquemment dans les vieilles vignes la proportion annuelle de 5 % est atteinte, de sorte que dans les cas les plus graves, un vignoble peut être complètement ravagé en 15 ou 20 ans ; il faut donc, étant donné la gravité de cette maladie, l'étudier et la combattre. »

2001 marque un tournant dans « l'histoire » de ces maladies avec l'interdiction de l'arsénite de sodium du fait de sa toxicité pour l'homme et l'environnement. Il était utilisé en traitement contre les maladies du bois et présentait une bonne efficacité.

Depuis 2001, ces maladies connaissent une progression importante et ne sont pas sans conséquence sur le vignoble :

- très dommageables pour la pérennité du patrimoine viticole
- à plus ou moins long terme, mort du cep

- 14 % du vignoble français présentent des symptômes
- depuis 2001: augmentation annuelle du taux de mortalité de 4 à 5 %.

Que s'est-il passé entre 1920 et 2014 ?

En 1923 : « La maladie de l'apoplexie étant la condamnation à brève échéance de beaucoup de vignobles, on est heureux d'entendre la confirmation de l'efficacité radicale des traitements arsénicaux. »

En 2001 : interdiction de l'arsénite de sodium.

Et depuis : explosion des maladies du bois..... que fait-on ?

Les viticulteurs se mobilisent pour interpeller les pouvoirs publics :

Manifestation à Mâcon dans le cadre de la lutte contre l'Esca  
Mâcon : marche silencieuse des viticulteurs contre l'Esca

« ...Les viticulteurs ont défilé dans le silence, semant sur leur parcours des ceps de vignes en guise de symboles de leurs vignes attaquées. »



Source : Internet

Des discussions ont également eu lieu au Sénat et à l'Assemblée Nationale :

**Question écrite n° 96191:** Député Patrice Martin-Lalande

« ...L'Esca, le phylloxéra du XXIème siècle »

**Question écrite n° 09022 de M. Roland Courteau (Aude - SOC) publiée dans le JO Sénat du 07/11/2013 - page 3198**

M. Roland Courteau attire l'attention de M. le ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt sur l'Esca, maladie du bois de la vigne, ....**Il lui indique qu'à ce jour, aucun traitement alternatif n'a pu être mis en œuvre.**

Mais depuis 1920....on tourne en rond.....

En 1923, le Professeur Charles Nicolle, prix Nobel de physiologie et de médecine, membre de l'Académie des Sciences disait : « Ce qui est nouveau, ce n'est pas la survenue d'une maladie antérieurement inconnue, c'est cette survenue au sein d'un monde qui se croyait définitivement aseptisé, protégé et tranquille. »

## LES MALADIES DU BOIS : QUE SAIT-ON ?

---



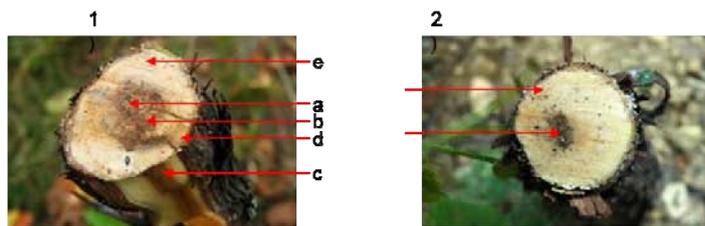
*Source : Financial Time*

Les symptômes foliaires sont connus. Quand le tronc d'un pied de vigne symptomatique est coupé dans sa longueur des nécroses dans le bois sont observées. Elles contiennent des champignons. Les parties herbacées n'en contiennent pas car ce sont des champignons lignicoles qui se nourrissent donc du bois, mais on retrouve des métabolites secondaires des champignons.

Différents types de champignons sont observés seuls ou en combinaison.



*C. Bertsch, M. Ramírez-Suero, M. Magnin-Robert, P. Larignon, J. Chong, E. Abou-Mansour, A. Spagnolo, C. Clément, F. Fontaine. Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. 2013. Plant Pathology*



**Central area with light-coloured necrosis and soft texture (figure-1a)**

*P. chlamydospora*  
or *S. hirsutum*  
or *F. mediterranea* + *Cladosporium* sp.  
or *F. mediterranea* + *Epicoccum* sp. + *Penicillium* sp.  
or *F. mediterranea* + *E. lata*

**Brown zone of irregular width of hard consistence (figure-1b)**

*P. chlamydospora*  
*D. seriata*  
*F. mediterranea* + *Epicoccum* sp. + *Penicillium*

**Brown stripes (figure1-1c; figure-3b)**

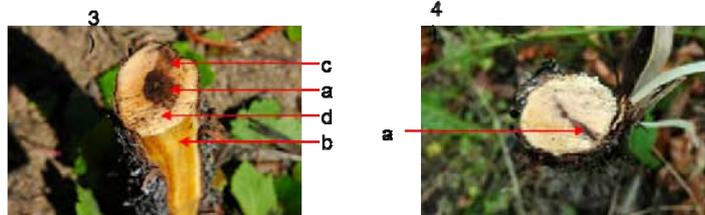
*D. seriata*

**Radial zone of soft texture (figure-1c)**

*E. lata*  
*D. seriata*  
*P. chlamydospora* + *E. lata*  
*D. seriata* + *E. lata*

**Punctuations in the healthy wood (figure-1e; figure-2b; figure-3d)**

*P. chlamydospora*  
or *P. chlamydospora* + *D. seriata* + *Epicoccum* sp.  
or *Pachonia bulbilosa*



**Sectorial brown fan-shaped necrosis (figure-4a)**

*E. lata*  
*P. chlamydospora*  
*F. mediterranea*  
*D. seriata*  
*P. chlamydospora* + *E. lata*  
*P. chlamydospora* + *F. mediterranea*

**Central brown area with hard consistence (figure-2a; figure-3a)**

*P. chlamydospora*  
or *E. lata*  
or *F. mediterranea*  
or *D. seriata*  
or *P. chlamydospora* + *E. lata*  
or *P. chlamydospora* + *F. mediterranea*

**Brown necrotic areas (figure-5a)**

*D. seriata*  
*E. lata*  
or *P. chlamydospora*  
or *F. mediterranea*  
or *B. obtusa*  
or *P. chlamydospora* + *E. lata*  
or *P. chlamydospora* + *F. mediterranea*

**Sectorial zone of hard consistence (figure-3c)**

*P. chlamydospora*  
*D. seriata*  
*F. mediterranea* + *Epicoccum* sp. + *Penicillium*



KUNTZMANN P., VILLAUME S., BERTSCH C., 2009  
*Phytopathologia Mediterranea* Vol 48, 1, 150-148

Principales maladies du bois : Esca, Black Dead Arm (*Botryosphaeria Dieback*), Eutypiose et principaux champignons :

*Phaeoconiella chlamydospora*  
(Chaetothyriales, Herpotrichiellaceae)

*Phaeoacremonium aleophilum*  
(Diaporthales, Togniniaceae)

*Fomitiporia mediterranea*

*Fomitiporia punctata*

...

*Diplodia mutila*  
(teleomorph: *Botryosphaeria stevensii*)

*Diplodia seriata*  
(teleomorph: *Botryosphaeria obtusa*)

*Neofusicoccum parvum*

...

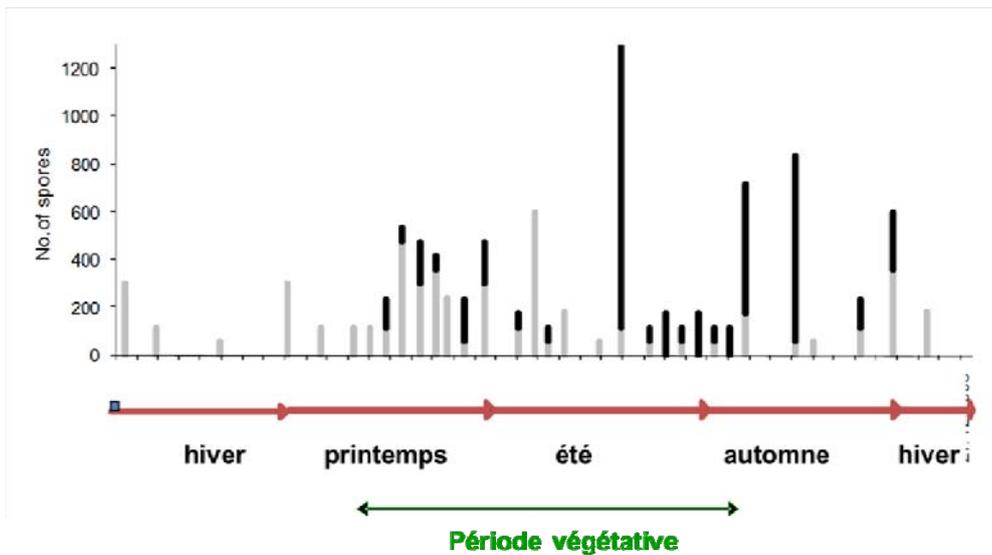
(teleomorph: *Botryosphaeria parva*)

*Eutypa lata*

(Ascomycetes, Diatrypaceae)

Ces champignons émettent des spores capables de contaminer les vignes. Les sporulations ont lieu durant toute l'année et donc les contaminations peuvent avoir lieu toute l'année soit par l'Esca, soit par le BDA ou les deux.... La période végétative est une période préférentielle mais également les hivers doux et pluvieux.

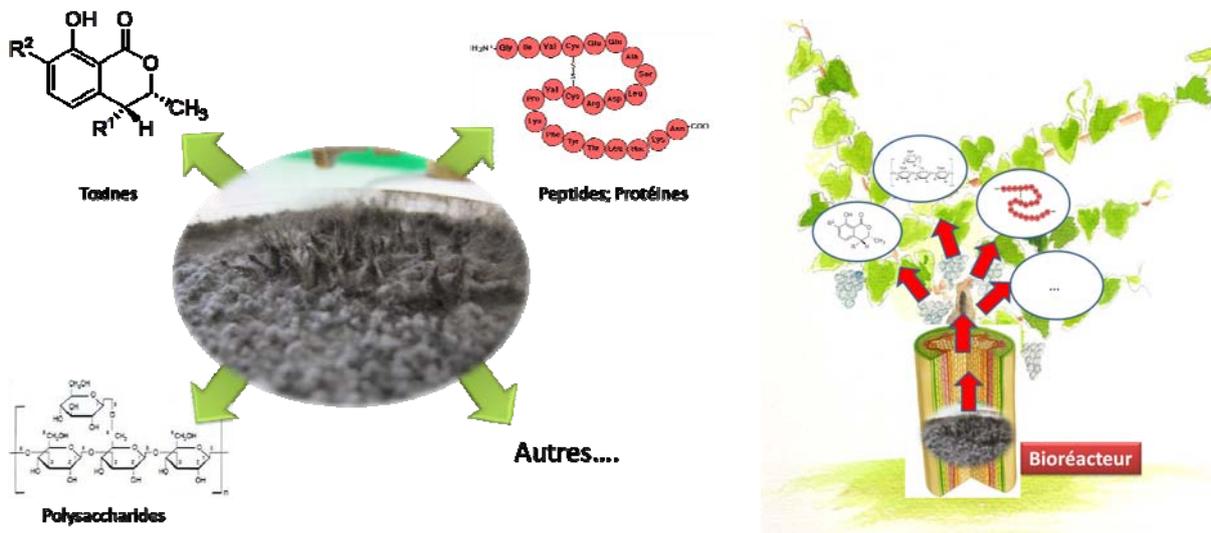
Dispersion de spores de *Diplodia seriata* (gris) et *Diplodia mutila* (noir)



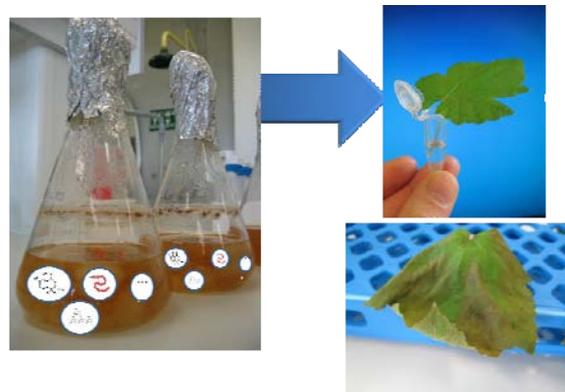
KUNTZMANN P., VUILLAUME S., BERTSCH C., 2009 *Conidia dispersal of diplodia species in a french vineyard. Phytopathologia Mediterranea Vol 48, 1, 150-148*

**EVALUATION DE L'EFFET DES COMPOSES EXTRACELLULAIRES**

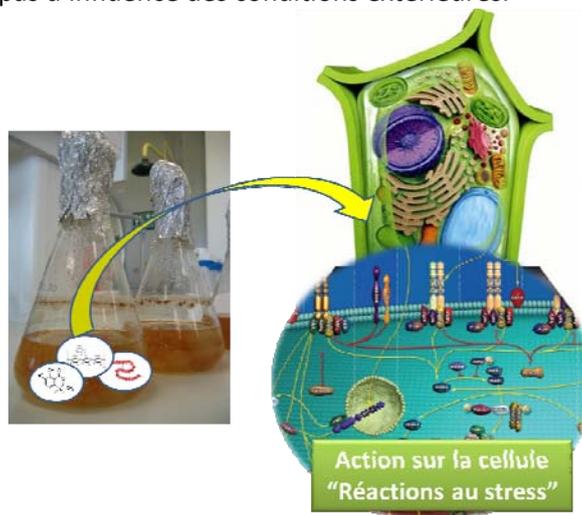
Sur la partie herbacée, on ne trouve donc pas de champignons. En effet, les champignons sont capables de produire un certain nombre de composés extracellulaires. Ces substances produites pourraient aider les champignons à s'installer. Le bois serait donc un bioréacteur qui permettrait aux champignons de produire des métabolites qui vont diffuser dans la plante.



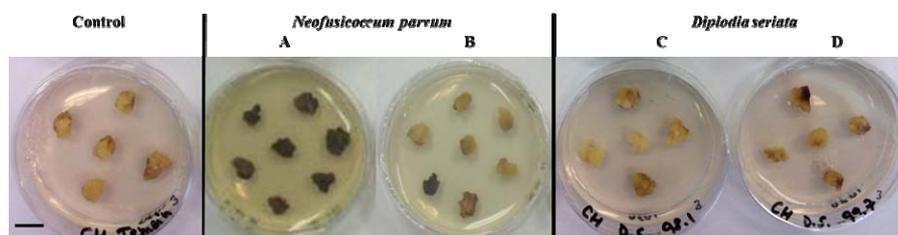
Pour faire le lien entre les champignons et leurs métabolites, le travail va consister à réduire la maladie au plus simple. Les champignons sont isolés et cultivés en milieu liquide où ils produisent des composés extracellulaires. Ces composés sont ensuite appliqués sur une feuille de vigne, si celle-ci présente des nécroses, nous serons face à des composés extracellulaires toxiques.



Le but est de comprendre les mécanismes mis en place par la plante pour se défendre. Pour cela un modèle cellulaire est utilisé. Des observations visuelles et des études moléculaires sont réalisées. L'avantage est qu'il n'y a pas d'influence des conditions extérieures.



Voici les résultats obtenus sur boîte de Pétri avec des cals de Chardonnay:



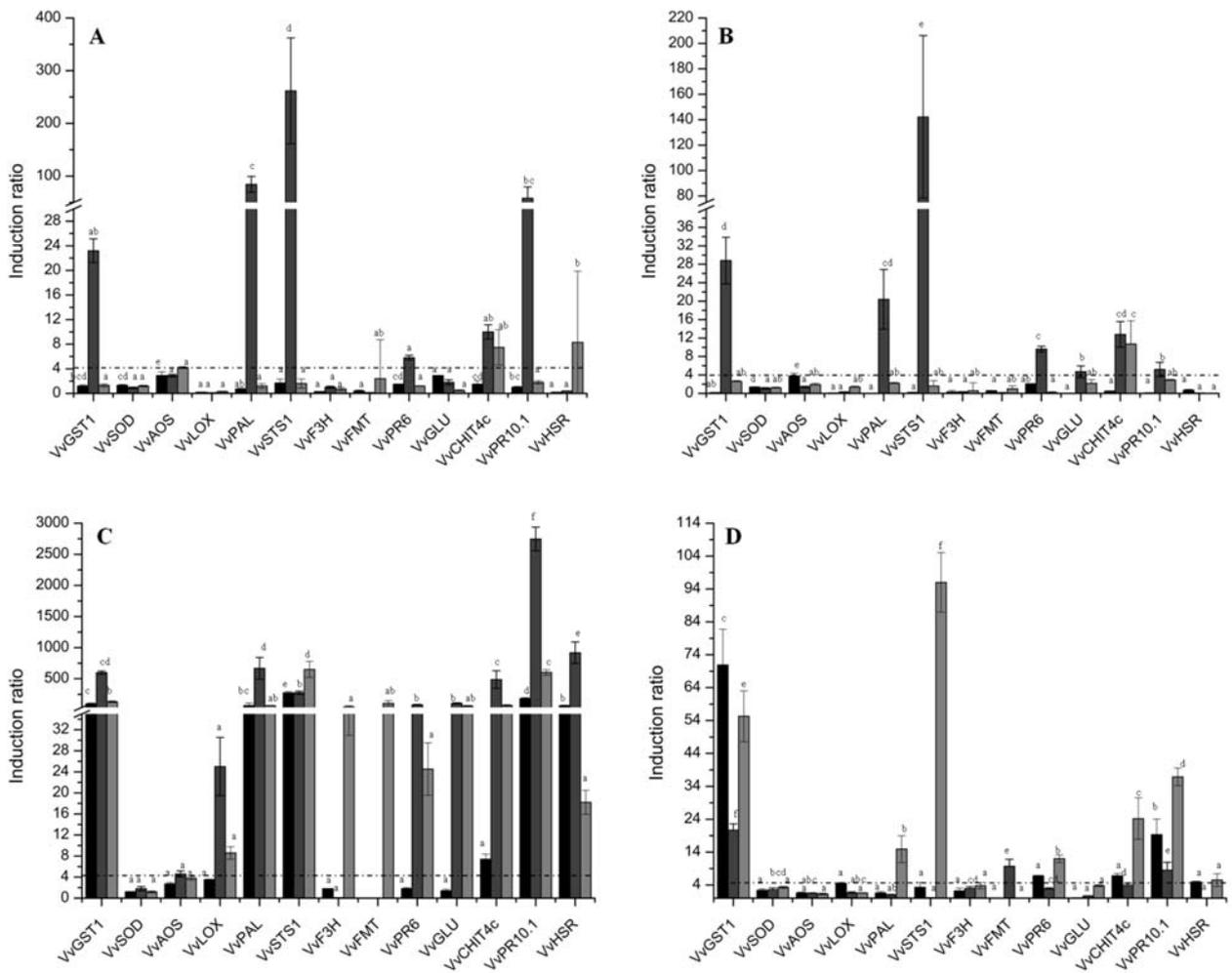
Calli subcultured in Petri dishes with malt medium (control) or extracellular compounds from *N. parvum* strains Bourgogne S-116(A), Bt 67 (B) and *D. seriata* strains 98.1 (C) and 99.7 (D) after 6 d. Bar corresponds to 10 mm

Le plus virulent est *Neofusicoccum parvum* Bourgogne (car isolé en Bourgogne).....

## INDUCTION DE DEFENSES DE LA VIGNE PAR LES COMPOSES EXTRACELLULAIRES

Les différents types de champignons et leurs composés vont induire l'activation de différents gènes de défense chez la plante.

Les histogrammes présentés ci-dessous montrent les ratios d'inductions des différents gènes de défense étudiés en réponse aux composés extracellulaires, produits par les différents champignons après différents temps de contact.

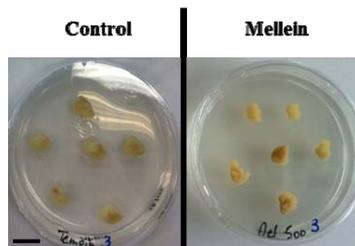


Values (means  $\pm$  STD) with dissimilar letters in the same color columns are significant at  $P \leq 0.0001$  or  $P \leq 0.01$  (only on graph A with grey columns)

Defence gene expression in calli of *V. vinifera* cv. Chardonnay subcultured in Petri dishes with total extracellular compounds from *D. seriata* strains 98.1(A) and 99.7 (B) and *N. parvum* strains Bt 67 (C) and Bourgogne S-116 (D) after 1 (black), 3 (medium grey) and 6 (grey) d. Gene expression was assessed by RT-qPCR. The results represent the relative expression in calli grown on different media containing fungal compounds versus those grown on malt medium (control). The genes tested encode cellular detoxification enzymes (VvGST1, VvSOD), jasmonic acid pathway enzymes (VvAOS, VvLOX), enzymes for secondary metabolites of the phenylpropanoid pathway (VvPAL), phytoalexins pathway enzymes (VvSTS1), flavonoid pathway enzymes (VvF3H, VvFMT), pathogenesis-related proteins (VvPR6, VvGLU, VvCHIT4c, VvPR10.1) and hypersensitive response (VvHSR). Each data point represents the mean of 3 technical and 2 biological replicates. Error bars represent the standard error of the mean. The dotted line corresponds to an induction ratio = 4

Les premiers suspects générant ces réactions sont les toxines produites par les champignons.

Matinée Technique du BIVB : « Les maladies du bois »  
Avril 2014



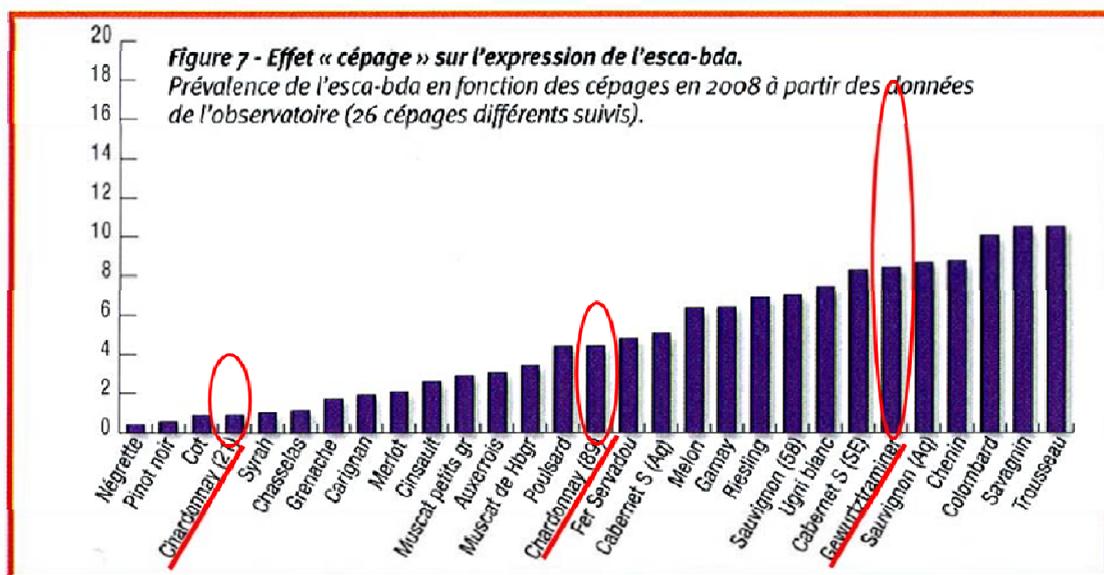
Calli subcultured in Petri dishes with malt medium (control) and mellein at  $500 \mu\text{g.ml}^{-1}$  after 6 d of contact. Bar corresponds to 10 mm

Dans cet exemple, la mellein, toxine caractéristique des *Botryosphaeriaceae*, présente peu de toxicité. La toxine seule n'a donc que peu d'action, la plante ne se sent pas agressée. Il faut utiliser des concentrations très élevées pour avoir une réponse, mais ces doses ne sont pas représentatives de celles rencontrées naturellement.

Les deuxièmes suspects sont les protéines et les peptides extracellulaires produits par les champignons.

Le Gewurztraminer ne réagit pas contre le champignon contrairement au Chardonnay.

Le Gewurztraminer est très sensible aux symptômes foliaires alors que le Chardonnay l'est moins, l'un se défend, l'autre pas.



**J. Grosman et B. Doubiet; Phytoma (651) 2012**

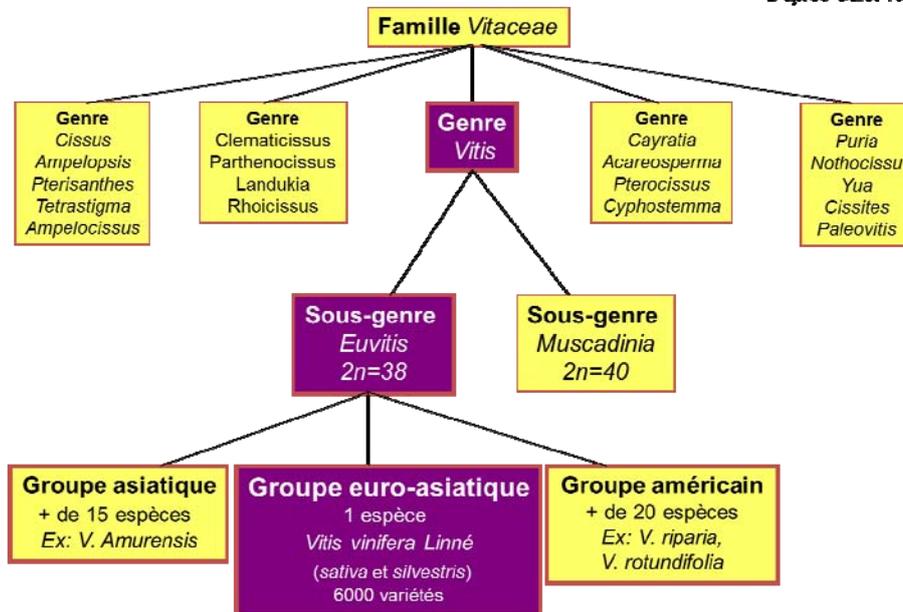
Ces deux cépages ont donc un comportement différent d'un point de vue cellulaire et au vignoble.

## EXISTE-T-IL UNE COMPOSANTE GENETIQUE DE LA TOLERANCE AUX MALADIES DU BOIS ?

Il faut repartir du travail réalisé sur le Phylloxéra.

Depuis 1753, les botanistes et ampélographes ont travaillé à la classification de la vigne.

D'après Galet 1993



Dans la famille des *Vitaceae*, les plantes présentent des morphologies très variées. Les plantes qui ressemblent à de la vigne n'en sont pas forcément et inversement. Mais, toutes les *Vitaceae* sont sensibles aux maladies du bois.



*Cyphostemma lanigerum*  
(*Vitaceae*)



*Tetrastigma lanceolatum*  
(*Vitaceae*)



*Leea rubra*  
(*Vitaceae*)



*Cissus quadrangularis*  
(Non Vitaceae)



*Cyphostemma bainesii*  
(Non Vitaceae)

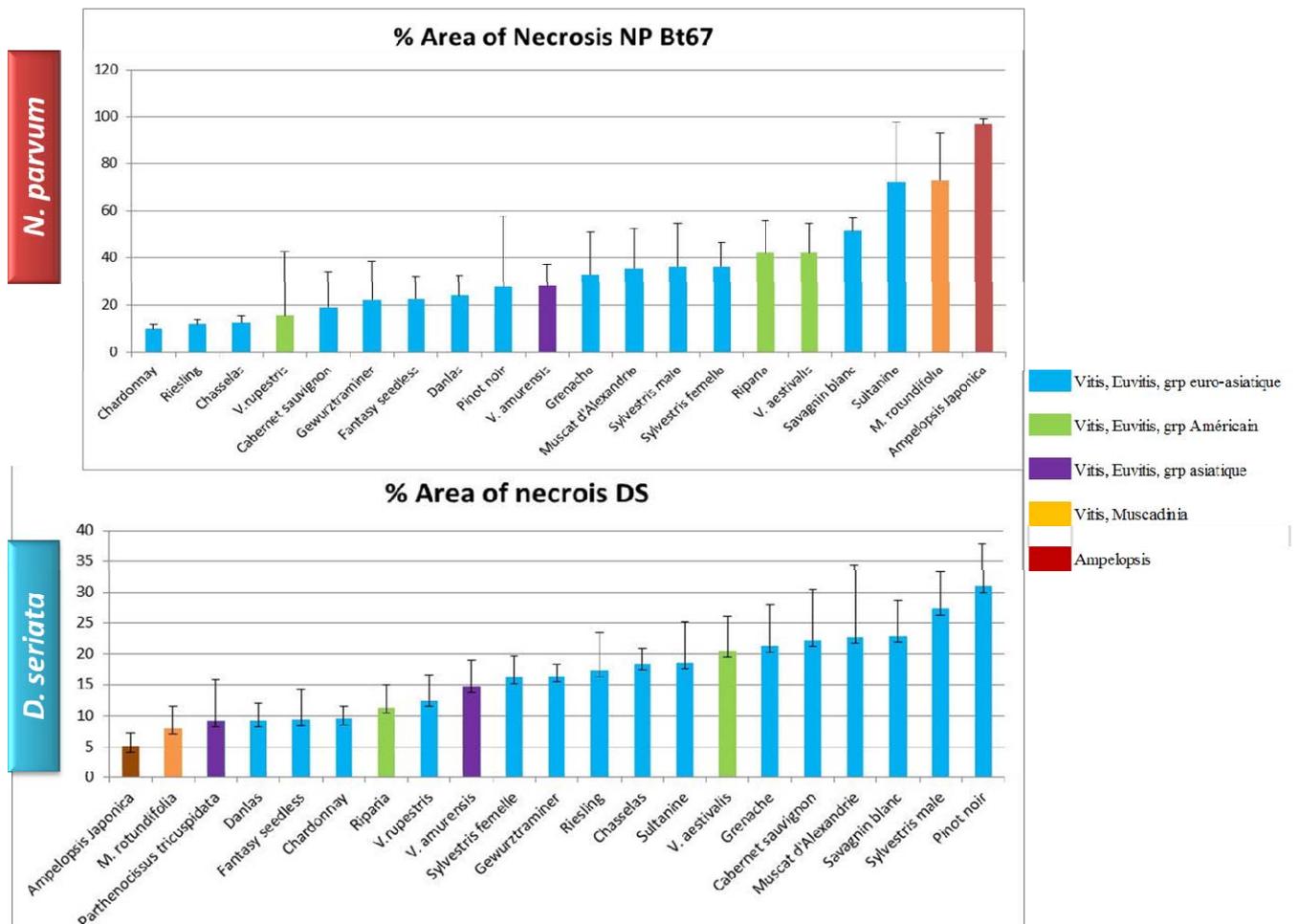
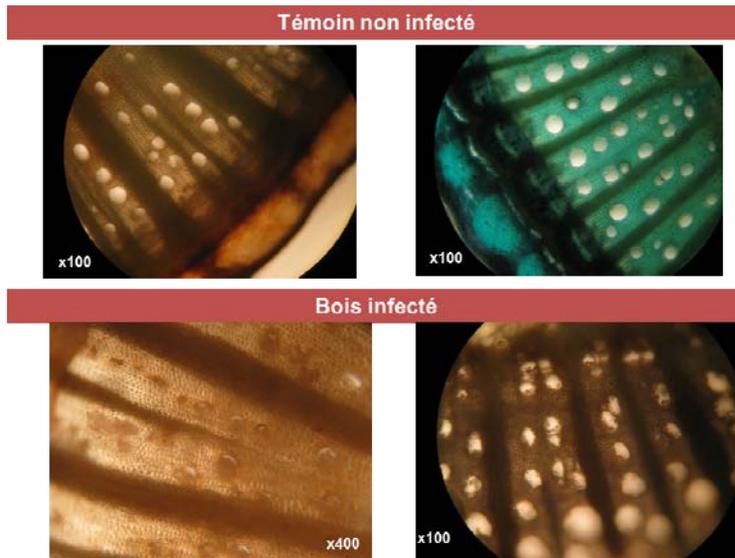
*Photos prises à l'Institut Botanique de Karlsruhe (KIT)*

### **Quid des nécroses dans le bois ?**

Des manipulations sont faites sur les bois de vigne. Les bois de plusieurs plantes sont percés et des champignons des maladies du bois sont introduits. Après une période d'incubation, l'écorce est enlevée de façon à faire apparaître les nécroses qui sont mesurées. La taille de ces nécroses reflète la sensibilité aux maladies du bois.

Un pied de vigne est constitué de « tuyauterie ». Quand les maladies du bois sont présentes, les vaisseaux qui transportent la sève sont bouchés par les champignons mais aussi par les gommages que produit la vigne pour se défendre. Cela conduit à l'apoplexie car il n'y a plus de circulation de sève et donc d'alimentation de la plante.

L'objectif est de comprendre ce qui se passe quand le champignon attaque et qu'est-ce que fait de différent une plante qui est plus tolérante par rapport aux autres.



## CONCLUSION

---

Des moyens de lutte efficaces contre les maladies du bois accessibles aux viticulteurs ?



Pour l'instant c'est le vide intersidérale, mais il se passe des choses, chaque étoile est un travail ou une étude en cours.....  
A suivre.....

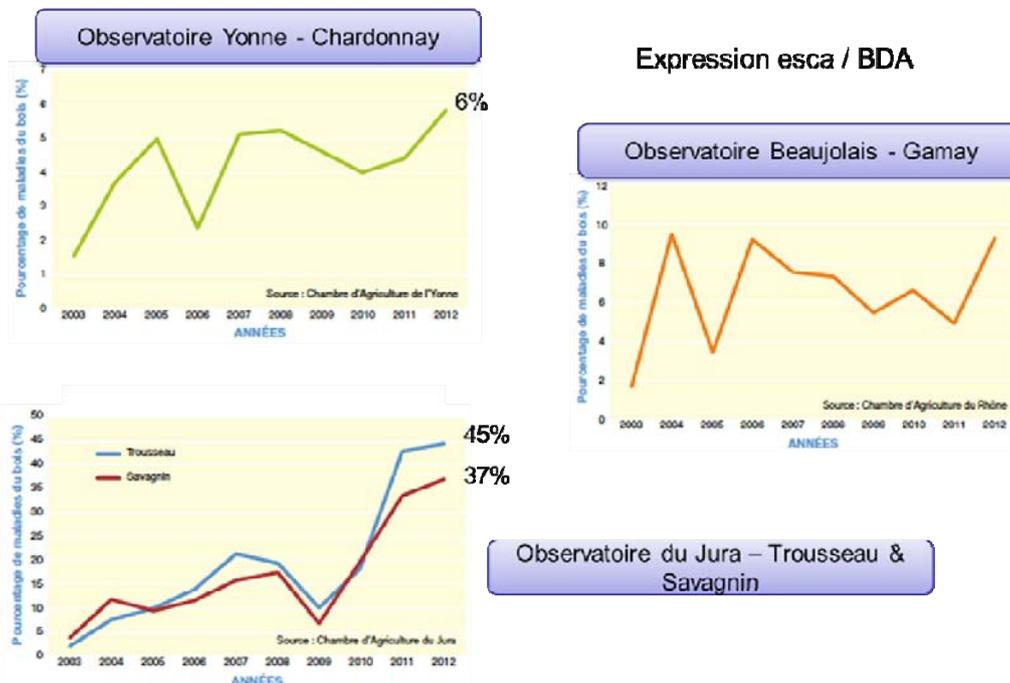
# *LES MALADIES DU BOIS DE LA VIGNE*

**Florence Fontaine**  
**Unité de Recherche Vignes et Vins de Champagne**  
**Université de Reims Champagne - Ardenne**

## LES MALADIES DU BOIS EN FRANCE, EN EUROPE ET DANS LE MONDE

Les maladies du bois progressent de manière inquiétante ces dernières années.

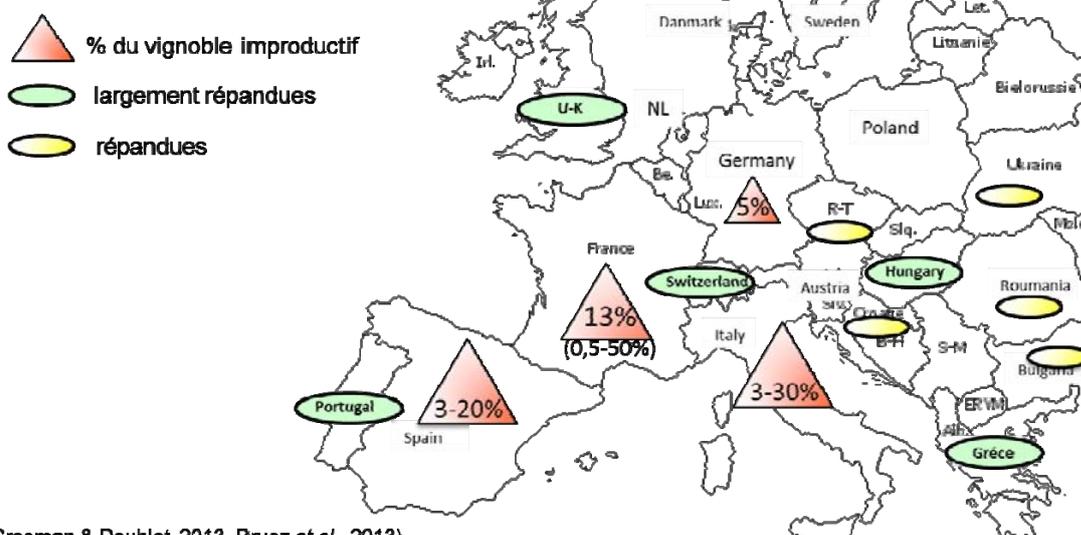
Il existe en France un observatoire national des maladies du bois qui s'appuie sur des observatoires régionaux ou départementaux. C'est une chance, car cela constitue une précieuse source d'informations.



Les maladies du bois ont des conséquences importantes du point de vue économique : perte de qualité, de quantité de raisins et replantation des pieds manquants.

Les maladies du bois sont un problème mondial, quelle que soit la région, quel que soit le cépage, elles sont présentes, il n'y a pas de résistance connue.

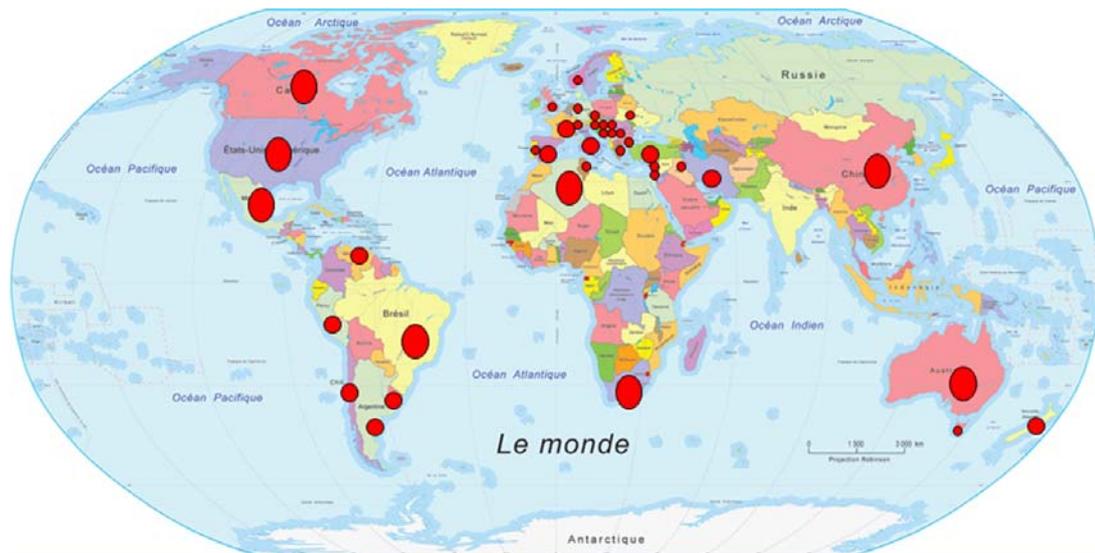
### Les maladies du bois en Europe



En France, 13 % du vignoble (en moyenne) sont touchés par les maladies du bois, avec de grandes disparités selon les régions : de 0,5 à 50 % de taux d'expression. En Europe, certains vignobles sont concernés dans les mêmes proportions.

Actuellement, un travail est en cours pour évaluer l'impact économique réel de ces maladies et chaque pays d'Europe doit donner des chiffres précis à la Commission Européenne, afin de pouvoir obtenir des financements pour la recherche cohérents avec l'impact économique des maladies du bois.

### Les maladies du bois dans le monde



## LES AGENTS RESPONSABLES ET LA CONTAMINATION

Pour les maladies bien connues de la vigne : mildiou, oïdium, *Botrytis*, la problématique apparaît plus simple : un agent pathogène est à l'origine de la maladie. Il est identifié, ce qui facilite la compréhension de la maladie et donc la lutte.

Dans le cas des maladies du bois, il y a plusieurs agents impliqués, il s'agit d'un complexe de pathogènes.

**Des** maladies du bois :

- Eutypiose
- Esca
- Black Dead Arm (BDA)
- Dépérissement lié au *Phomopsis*
- ...

Et **des** champignons :

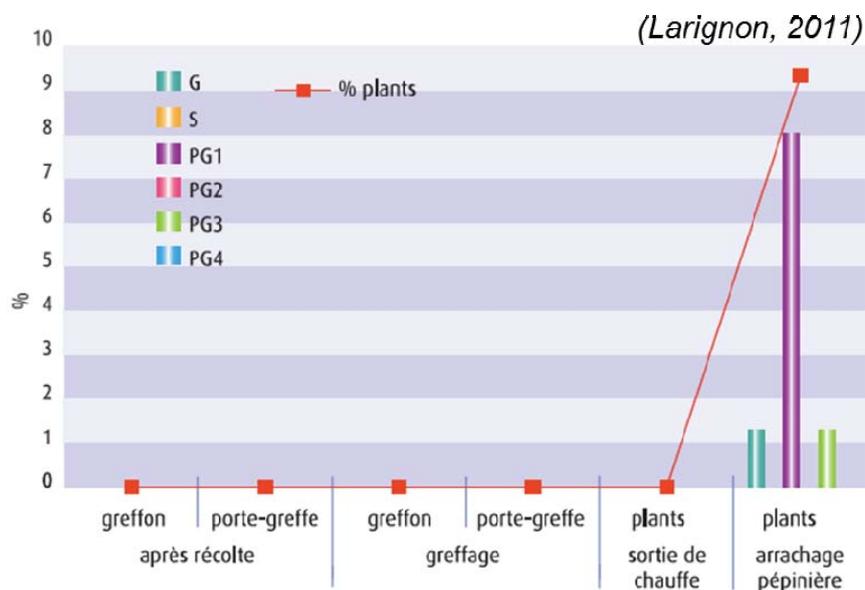
- *Eutypa lata*
- *Phaemoniella chlamydospora*, *Phaeacremonium aleophilum*, *Fomitiporia mediterranea*
- *Botryosphaeriaceae* : *Diplodia seriata*, *Neofusicoccum parvum*
- ....

Tous les ceps de vigne sont porteurs de ces champignons, tout le vignoble est contaminé. Il faut comprendre pourquoi certains ceps expriment la maladie et d'autres pas. Ainsi l'environnement joue un rôle important dans l'expression des maladies du bois.

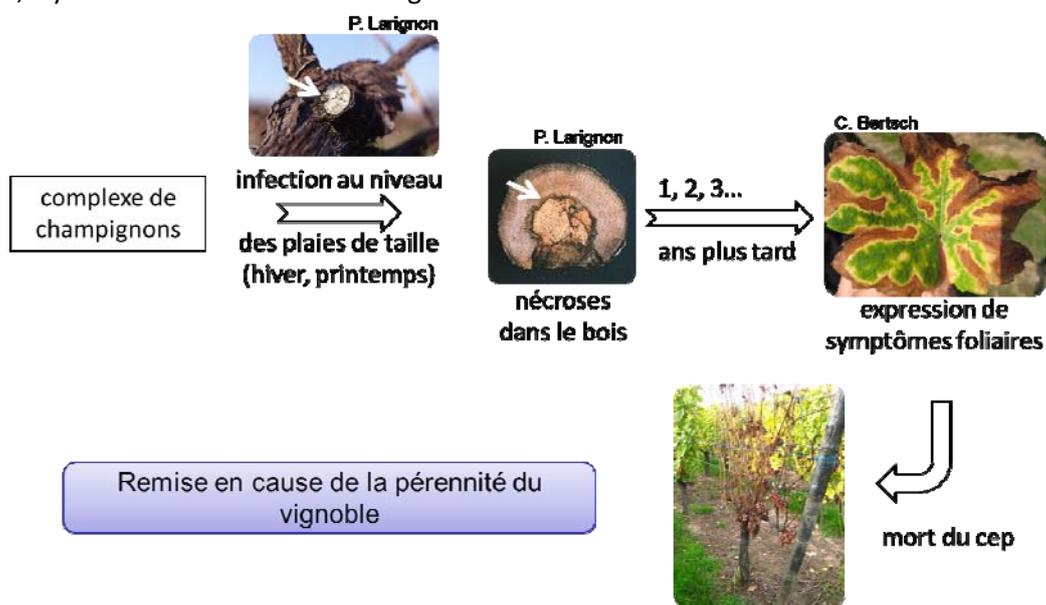
Cela concerne également les pépinières. Les jeunes plants sont contaminés. Il est utopique de penser pouvoir produire des plants sans pathogène. Il faut essayer de limiter leur présence et d'obtenir le matériel végétal le plus sain possible.

Les contaminations des jeunes plants peuvent avoir lieu durant l'étape de stratification (*Botryosphaeriaceae*) mais également lors de l'élevage au champ, au niveau des plaies de taille (voir Larignon et al., 2011, Vignoble et conduire de la vigne).

Présence de *Phaemoniella chlamydozpora* et *Phaeacremonium aleophilum* (Esca)



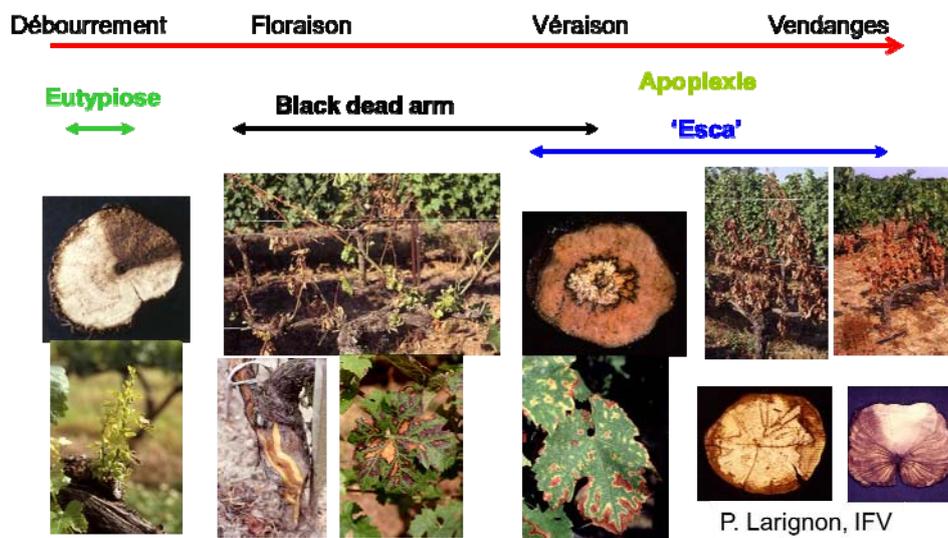
Ensuite, il y a une recontamination au vignoble :



Au vignoble, il y a différentes périodes de recontamination notamment après la période de taille hivernale. Les champignons vont pénétrer par les plaies de taille et s'installer dans le bois produisant des nécroses. Il peut y avoir une grande surface atteinte par les nécroses, mais tant qu'une circulation de sève est possible, le pied survit. Il va falloir du temps pour exprimer les symptômes, certains pieds n'exprimeront jamais la maladie, certains l'exprimeront une année et puis plus de symptômes pendant une période de latence. Plus le feuillage est affecté, plus la plante va s'affaiblir. Au final, après plusieurs expressions de la forme lente, certains pieds pourront exprimer la forme apoplectique et finiront par mourir. La forme apoplectique s'exprime généralement en quelques jours.

La forme sévère, apoplectique, remet en cause la pérennité du vignoble. La coexistence des 2 formes : lente et apoplectique, complexifie encore le système.

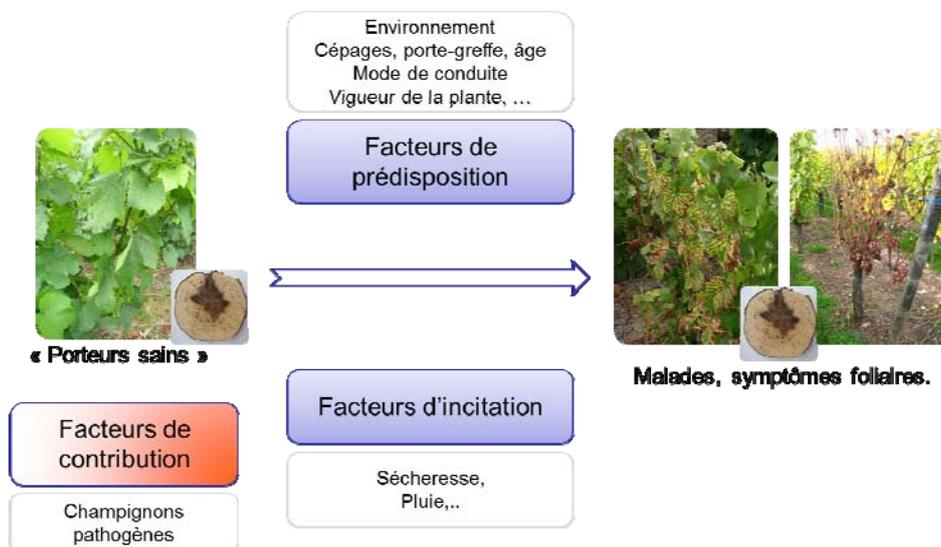
Symptomatologie et chronologie d'apparition



P. Larignon, IFV

En général, l'Eutypiose s'exprime au débourrement. Le BDA plutôt entre la floraison et la véraison et sous forme apoplectique entre la véraison et les vendanges. L'Esca s'exprime après la nouaison.

Les facteurs de contribution sont les pathogènes, sans eux pas de maladie.

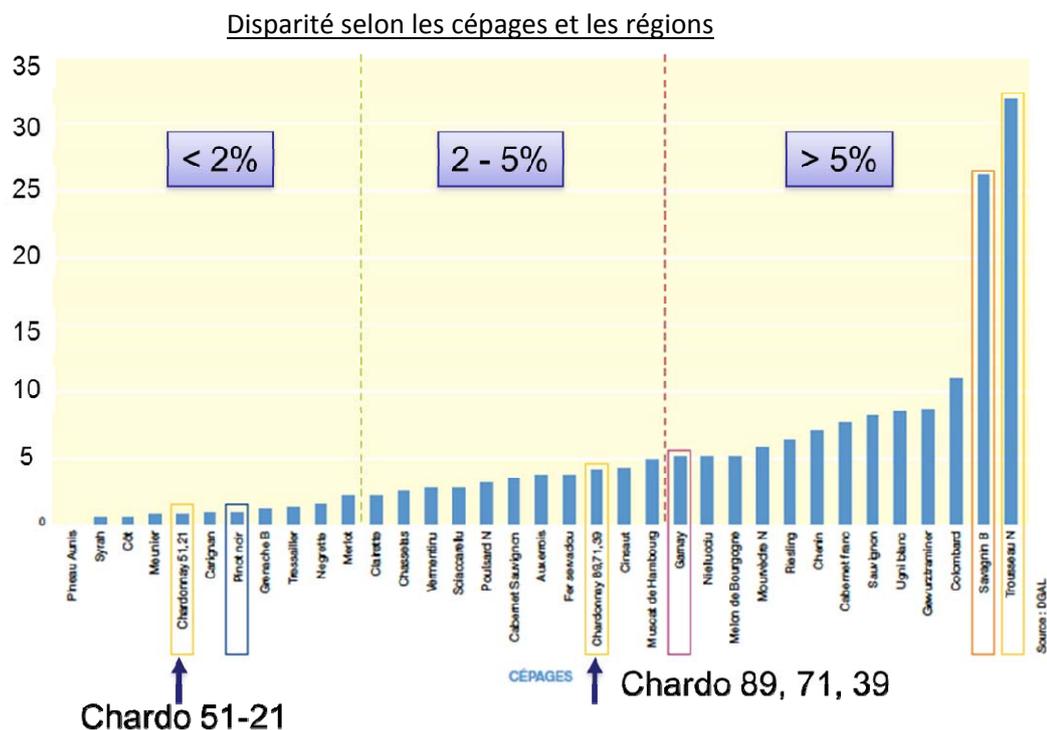


Les facteurs de prédisposition regroupent le climat, le sol, le porte-greffe, l'âge de la vigne. Un pic a lieu entre 1 et 12 ans, puis il y a diminution de la sensibilité pour les vieilles vignes. De même, les pratiques culturales et la vigueur de la plante, ont un impact.

Il y a aussi des facteurs d'incitation, c'est tout ce qui concerne la climatologie. Cela constitue toute la difficulté des essais de terrain et leur répétabilité.

L'effet cépage et région ont également une influence. Les cépages sont classés selon 3 catégories :

- Ceux qui présentent moins de 2 % d'expression des symptômes de maladies du bois.
- Ceux qui présentent entre 2 et 5 % d'expression.
- Ceux qui présentent plus de 5 %.



Grosman & Doublet, Observatoire national (DGAL)  
Données 2011

Il n'existe pas de cépages résistants.

Ce schéma montre que le Chardonnay exprime les maladies du bois différemment selon les secteurs où il est cultivé. Il y a l'influence du sol, du climat, le porte-greffe etc....

Un essai est prévu, à terme, avec la réalisation de la même plantation sur différents secteurs pour évaluer l'impact des conditions environnantes.

## LES MOYENS DE LUTTE ?

En novembre 2011, l'arsénite de sodium a été interdit en raison de sa toxicité pour l'environnement et son caractère cancérigène. Or, il s'agissait du seul traitement efficace contre les maladies du bois. Depuis, aucune alternative présentant la même efficacité n'a été trouvée.

Toutes les régions viticoles travaillent sur cette problématique, il y a de nombreuses initiatives publiques et privées.

**Les pistes envisagées :**

Côté champignons :

- La production de plants relativement sains en sortie de pépinières,
- La protection des voies de pénétration des champignons,
- La limitation de leur développement dans le cep,
- La recherche de systèmes de conduite limitant les contaminations,
- Connaître leur cycle de vie et déterminer leur pouvoir agressif.

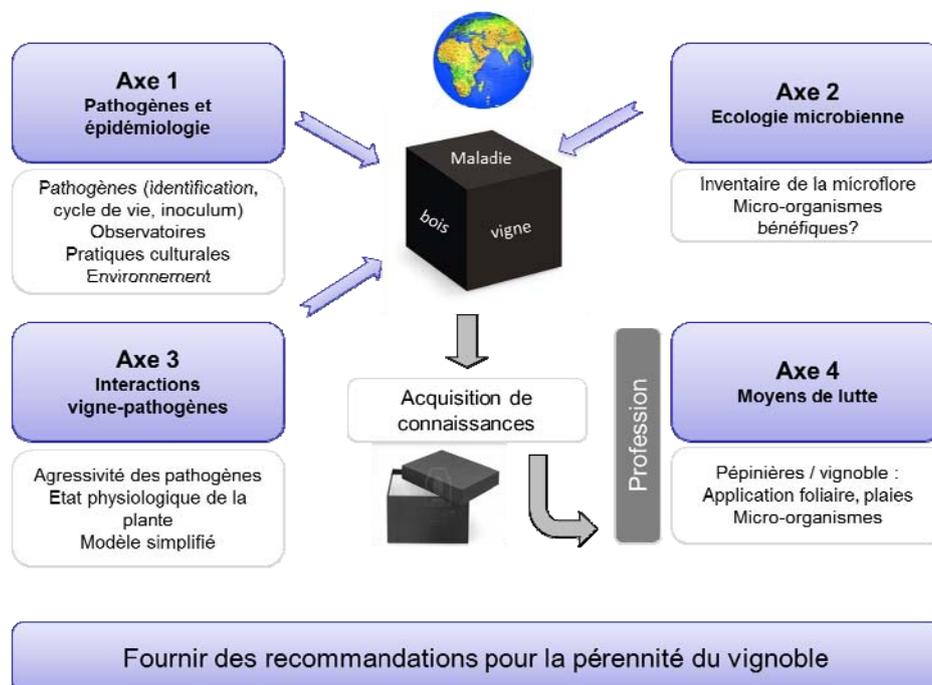
Côté plante :

- Influence des facteurs environnementaux impliqués pour limiter l'expression foliaire ou la mortalité (impact des sols lourds et profonds, itinéraires techniques « vigoureux », influence des pratiques culturales, des porte-greffes, clones...),
- Renforcer les mécanismes de défense de la plante : génétique et stimulation des défenses naturelles de la plante.

A l'Université de Reims Champagne-Ardenne, la physiologie de la plante et les moyens de lutte qui pourraient en découler, sont étudiés.

Il ne sera possible de proposer des moyens de lutte que si on comprend bien ces maladies avec des stratégies différentes probablement selon les vignobles. Il sera impossible d'éradiquer ces maladies, mais le souhait est de les contrôler et de les maîtriser.

Pistes et Axes de recherche en France et en Europe



A l'échelle de l'Europe, un projet s'est mis en place pour la période 2013/2017 (Action COST FA1303 ; website : <http://managtd.eu/>) afin de développer des moyens de lutte durables. Les fonds européens alloués servent à financer des réunions de travail de 80 experts (professionnels, chercheurs, privés....) venus de 20 pays européens. Ils échangent sur les dernières connaissances acquises sur les 4 axes de recherche. Cette mise en commun des connaissances et données a pour but d'aboutir sur un projet européen de recherche.

En France, des organismes travaillent sur la thématique des maladies du bois sur tout le territoire.



## CARACTERISATION DES MECANISMES IMPLIQUES DANS L'EXPRESSION DES MALADIES DU BOIS EN VUE DE TESTER DES MOYENS DE LUTTE

### Problématique :



« Porteurs sains »

Malades, symptômes foliaires



Discontinuité de l'expression des symptômes foliaires

Présence des champignons, expression ou non des symptômes foliaires ?

Peu d'informations sur la symptomatologie Esca/BDA

Au vignoble quand un cep exprime et un autre voisin n'exprime pas les symptômes, ils sont prélevés et analysés pour comprendre ce qui se passe à différents niveaux.

Jusqu'à l'interdiction de l'arsénite de sodium, il n'y avait pas ou peu de recherches sur le sujet car ce n'était pas un problème. Il a fallu repartir des quelques connaissances acquises.

Ce que l'on savait, il y a dix ans :

- Les champignons entrent par les plaies de taille et sont présents dans les parties lignifiées.
- Dans les parties herbacées, il n'y a pas de champignons et pourtant elles expriment des symptômes. Y-a-t-il production de composés ?
- Il y a des porteurs sains.
- Une maladie complexe avec 2 formes d'expression : lente et apoplectique.
- L'état de faiblesse de la plante joue-t-il un rôle ?

Plusieurs actions de recherche sont menées :

### **Agressivité des champignons – Toxines et autres composés**

Isolement et identification

*Diplodia seriata* et *Neofusicoccum parvum*

C'est le travail mené par C Bertsch et présenté dans son intervention.

### **Reproduction des symptômes - serre**

*D. seriata* et *N. parvum*

On met au point un modèle simplifié.

**Mécanismes** impliqués dans l'établissement et le développement de la maladie

Etude réalisée au vignoble.

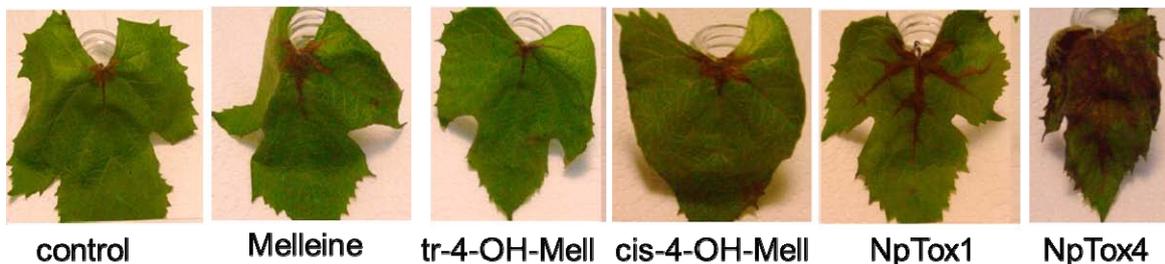
### **Action 1 : les toxines**

Des champignons des maladies du bois sont sélectionnés ; généralement, ils produisent des composés en milieu artificiel (milieu liquide). Ces molécules sont ensuite identifiées : elles peuvent être communes à plusieurs champignons ou spécifiques.

Elles sont purifiées puis utilisées en laboratoire de la façon suivante : les faire absorber à des feuilles de vigne pour voir leurs effets.

Lorsque la plante est confrontée à ces molécules, réagit-elle via son système de défense ?

Des feuilles de vigne avec leur pétiole sont soumises à ces molécules pour juger de leur toxicité.



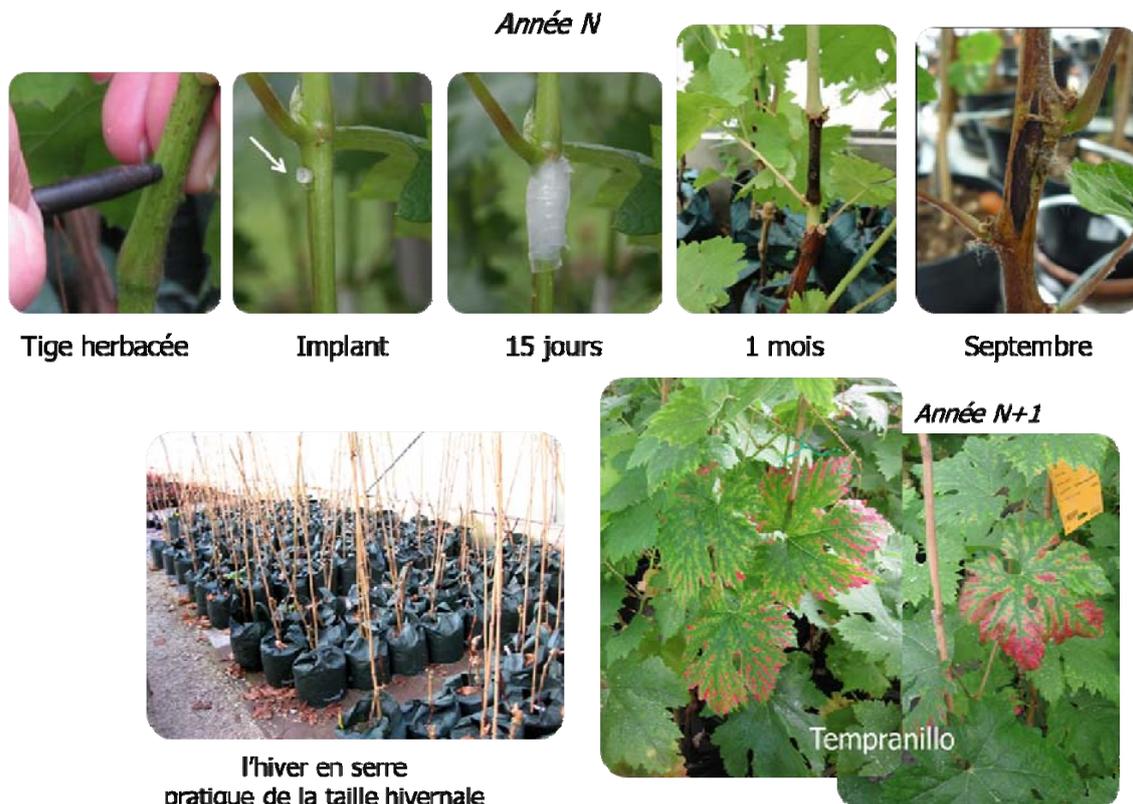
Source des photos : E. Abou-Mansour, Université de Frigourg, Suisse.

L'étape suivante est de rechercher dans les ceps malades au vignoble, la présence de ces molécules toxiques.

## **Action 2 : reproduction des symptômes**

Une blessure est faite dans le bois et le champignon y est introduit. Après une phase d'incubation d'un mois, les nécroses sont observées. En septembre, on observe un chancre. Puis, au printemps suivant, les symptômes foliaires sont étudiés.

Les champignons utilisés sont *Neofusicoccum parvum* et *Diplodia seriata*, car ce sont les plus répandus en Europe, notamment en France. Ces essais sont pratiqués sur Gewurztraminer, Chardonnay et Tempranillo qui présentent des sensibilités différentes aux maladies du bois.



Sources des photos : C.Rego, Institut Supérieur d'Agronomie, Lisbonne, Portugal.

L'avantage de ce modèle est que la date d'infection par le pathogène est connue, de même que celle d'expression des symptômes. Il est donc possible d'étudier et de comprendre ce qui se passe à différents moments de la maladie. Il y a également un témoin sans pathogène pour disposer d'un élément comparatif objectif. Il faut souligner que ce témoin n'existe pas au vignoble. Des moyens de lutte pourront ainsi être testés sur ce modèle avant de passer au vignoble.

Toutefois, l'inoculation et l'étude se fait champignon par champignon, or, dans le cep, il y a un cortège de champignons.

## **Action 3 : mécanismes impliqués**

Que se passe-t-il dans les différentes parties de la plante en présence et absence des pathogènes ?

Une parcelle de Moët & Chandon est mise à disposition pour ce travail sur les maladies du bois. Elle se situe à Avize et est plantée en Chardonnay (1987). Elle présente moins de 1 % de symptômes de maladies du bois par an, le Chardonnay est donc considéré comme peu sensible.

Différentes parties de la plante sont prélevées et étudiées.

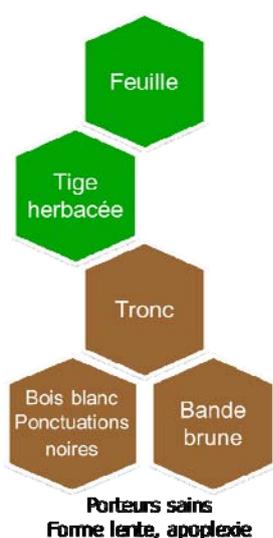


Pour les ceps prélevés, il n'y a pas de champignons dans les feuilles et les tiges herbacées.

Au niveau du tronc, une bande brune est visible. Elle contient des champignons.

En coupe, on observe du bois blanc, sain et des ponctuations noires où les champignons sont présents.

### Comment se passe l'expression des symptômes foliaires ?



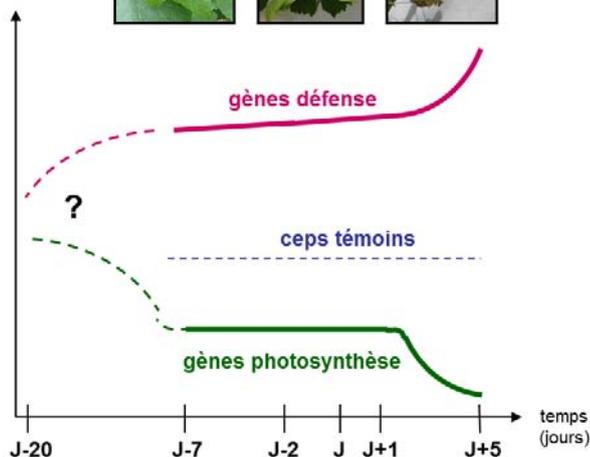
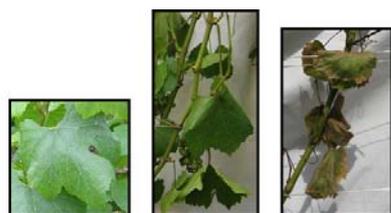
Sur des pieds porteurs sains, des pieds symptomatiques de la forme lente et des pieds touchés par l'apoplexie, une recherche et une identification des pathogènes sont effectuées, de même, qu'une recherche des toxines présentes dans la plante.

A partir de là, le travail porte sur l'identification des voies métaboliques affectées (les voies des sucres, des lipides, des protéines, de détoxification et de défense) par approches globales, afin de comprendre ce qui se passe au niveau du métabolisme de la plante.

Une approche ciblée est ensuite menée en focalisant par exemple sur des molécules antifongiques (composés phénoliques) et des hormones (stress hydrique).

Les différentes périodes de sensibilité de la plante également étudiées : stage G, floraison, véraison.

### Résultats sur feuilles



### **Apoplexie :**

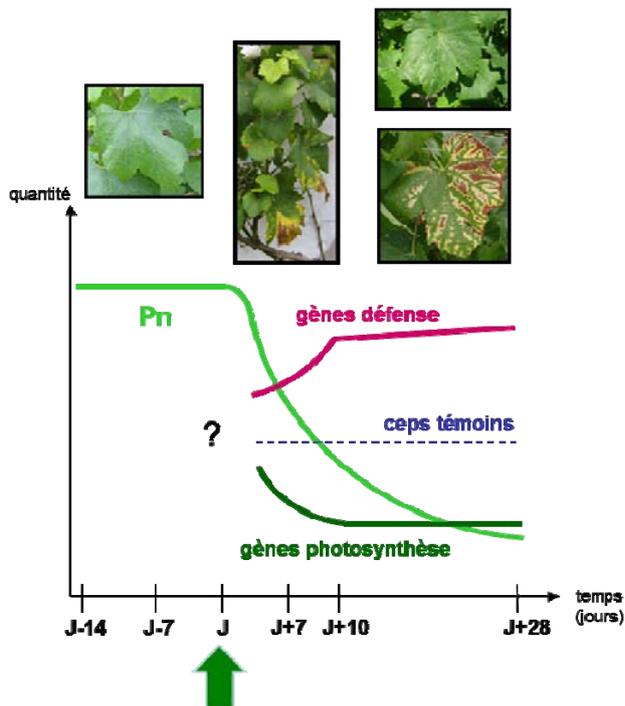
7 jours avant l'expression de l'apoplexie, une diminution drastique de la photosynthèse est visible.

Une étude de ce qui se passe à J-20, J-7 et en début d'apoplexie est en cours.

A J-20, mais surtout à J-7, la plante perçoit un stress et commence à réagir.

Une intervention préventive à J-20 ou J-7 serait-elle intéressante ?

↑  
 ← lutte biologique ?  
 stimulation des défenses naturelles ?



### Forme lente :

La diminution de la photosynthèse est seulement observée au moment de l'expression de la maladie sur le cep.

Il y a donc une réponse différente de la plante entre les 2 formes de la maladie.

### Résultats sur les tiges herbacées (Esca)

- Pas de pathogènes isolés.
- Les tiges qui sont asymptomatiques, présentent peu de différences avec celles du cep porteur sain.
- Les tiges symptomatiques présentent une réponse différente selon la forme exprimée (protéines de stress, inhibition – forme lente et induction – forme apoplectique).
- Dans les 2 formes, la production de 2 protéines impliquées dans des voies de détoxication sont fortement induites par rapport au porteur sain. Cela renforce l'hypothèse des toxines.
- Là aussi, on observe donc une réponse différente selon la forme de la maladie.

### Résultats sur le tronc (Esca)

- Différence dans le bois blanc, donc sain, entre celui du porteur sain ainsi que le pied exprimant la forme lente et celui du pied apoplectique : diminution de la réponse de défense en lien avec l'expression de la maladie.
- Il y a également des différences dans la réponse de défenses entre le bois blanc (sain) et les ponctuations noires (champignons).
- L'induction d'un système de détoxication est donc observée ce qui conforte l'hypothèse des toxines.

### Résultats sur le tronc au niveau de la bande brune (BDA)

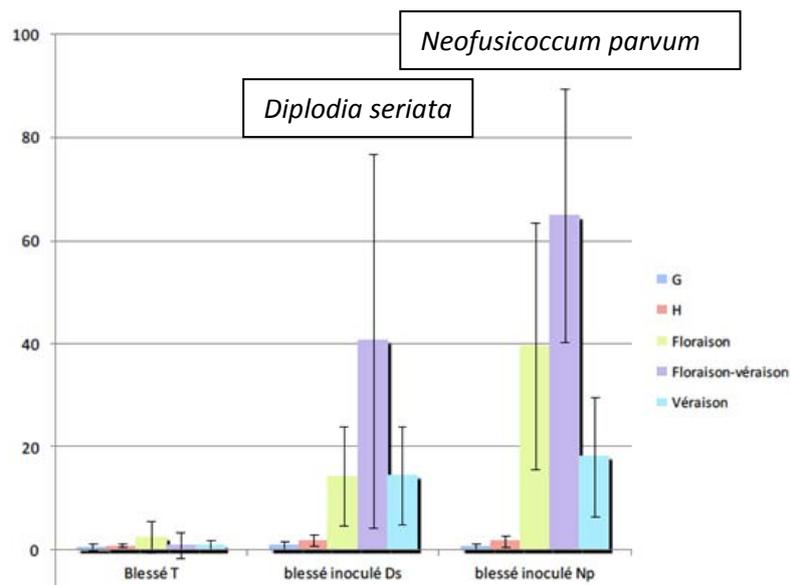
- Les analyses sont faites sur Chardonnay (peu sensible), Gewurztraminer (sensible) et Mourvèdre (très sensible).
- Il y a des réponses spécifiques au niveau de la bande brune. Sont-elles liées aux cépages et à leur sensibilité ? Des recherches plus approfondies dont celles s'intéressant aux toxines sont en cours....

## Périodes de sensibilité

Identification de la période de sensibilité face aux *Botryosphaeriaceae* (URCA-IFV, FAM 2012/2013 – P. Larignon).

L'essai est mené sur un vignoble de Mourvèdre, avec une inoculation artificielle de champignons à différents stades phénologiques de la plante : avant floraison, à la floraison, entre floraison et véraison, à la véraison.

Les résultats montrent la formation de chancres sur le bois lorsque l'inoculation est faite soit à la floraison, soit entre la floraison et la véraison, qui est donc la période de sensibilité de la vigne aux *Botryosphaeriaceae*.



## EN RESUME

- **Pas de pathogène dans les feuilles et tiges herbacées :**
  - **Forme apoplectique :** perturbation du métabolisme de la plante 15 jours avant l'expression de l'apoplexie.
  - **Forme lente :** pas de perturbation précoce.
  - **L'induction de défenses :** la réponse est différente selon la forme (lente ou apoplexie).
- **Présence de pathogènes dans le tronc au niveau des punctuations noires et de la bande brune :**
  - **L'induction des défenses au niveau des punctuations noires** se fait en lien avec l'expression de la maladie.
  - **L'induction de défenses au niveau de la bande brune** semble être liée à un effet cépage (sensibilité différente).

La plante réagit donc à la présence des pathogènes dans tous ses organes mais ces réactions sont insuffisantes puisque la maladie s'exprime.

La plante peut être infectée mais sans présenter de symptômes foliaires, on peut alors parler de « porteur sain ». Dans ce cas, la vigueur et le rendement ne sont pas affectés et la pérennité de la vigne ne semble pas remise en cause.

La plante peut donc vivre avec les champignons. Il faut réussir à maintenir cet équilibre avec la présence de pathogènes mais le statut de « porteur sain ». Quand la plante exprime des symptômes foliaires, la forme lente ou apoplectique, le rendement et la vigueur sont affectés, la pérennité de la vigne est également remise en cause.

### Stratégies envisagées

- Obtention d'un modèle simplifié
- Travail sur des micro-organismes antagonistes capables d'induire des défenses de la plante
- Travail sur fongicides : molécules qui circulent dans la plante – Université de Poitiers

L'une des stratégies est qu'il faudra sans doute coupler lutte biologique et lutte chimique pour obtenir une efficacité suffisante contre les maladies du bois.

Les stratégies mises en place devront sans doute être différentes entre les pépinières où l'objectif est d'obtenir le matériel végétal le plus sain possible et au vignoble où l'objectif est d'éviter la mort des ceps sans pour autant éradiquer la présence des champignons qui serait utopique.

A l'heure actuelle, il y a 3 grands projets de recherches CASDAR en cours en France :

- Etudier l'**agressivité des champignons** impliqués dans les maladies du bois de la vigne et comprendre le **mode d'action de l'arsénite** de sodium afin de proposer de nouveaux moyens de lutte – **URCA**, FONTAINE Florence
- **Microflore** pathogènes et protectrices du bois de la vigne et **réponses adaptatives de la plante**. Développement de marqueurs de tolérance et de diagnostics - **UMR SAVE-Bordeaux**, REY Patrice
- Evaluer l'impact de **techniques agricoles** et des **facteurs environnementaux** pour prévoir et lutter contre les maladies du bois de la vigne – **CA du Languedoc-Roussillon**, CHEVRIER Cristel

En ce qui concerne le travail sur l'arsénite de sodium, il ne s'agit pas d'envisager le retour de ce produit dans le vignoble mais de comprendre son efficacité contre les maladies du bois pour essayer de trouver un produit de substitution moins toxique.

L'étude porte sur 3 cépages avec des niveaux de sensibilité différents (Gewurztraminer, Chardonnay et Merlot) et sur des ceps ayant exprimés des symptômes foliaires en 2013.

Plusieurs paramètres seront étudiés :

- La quantité d'arsénite dans la plante : arrachage et quantification dans les différentes parties de la plante.
- Etudier l'effet de l'arsénite sur la plante et l'éventuelle induction de défenses.
- Etudier les effets de l'arsénite sur la microflore.
- Etudier les effets de l'arsénite sur les pathogènes.

# ***SUIVI DES MALADIES DU BOIS SUR QUELQUES ESSAIS MODES DE CONDUITE***

**Jean-Yves Cahurel  
IFV Beaujolais  
Villefranche-sur-Saône**

## INTRODUCTION

Dans le cadre d'essais sur les modes de conduite menés par l'IFV Beaujolais et la SICAREX Beaujolais, des suivis sur les maladies du bois ont été réalisés.

Les objectifs étaient de connaître l'influence des modes de conduite sur l'expression des maladies du bois et suivre l'évolution de ces maladies dans le temps.

Différents types d'essais ont été menés :

Lieu	Type d'essai	Nbre rép.	Début suivi MDB	Euty-piose	Esca-BDA	Nbre ceps contrôlés par modalité
Liergues	Taille	5	1993	oui	oui	70
Odenas	Taille	4	1995	oui	oui	40 jusqu'en 2001, puis 248-258
Liergues	Densité	6	2003	oui	oui	130 / 118 / 117 *
Le Perréon	Densité	4	2003	oui	oui	144 / 215 / 148 / 177 **
Crus, BV	Am. Coteaux	3	2004	oui	oui	110 / 140 / 48 ***
St Etienne	Entretien sol gob.	4	2008	oul	oul	106
St Etienne	Entretien sol am.	4	2008	oul	oul	174
Sarcey	Fumure K	5	2008	non	oui	210

\* respectivement 1,35 m / 1,8 m / 3 m

\*\* respectivement 1 m / 1,35 m / 1,8 m / 3 m

\*\*\* respectivement C. de Bry / Chénas / BV

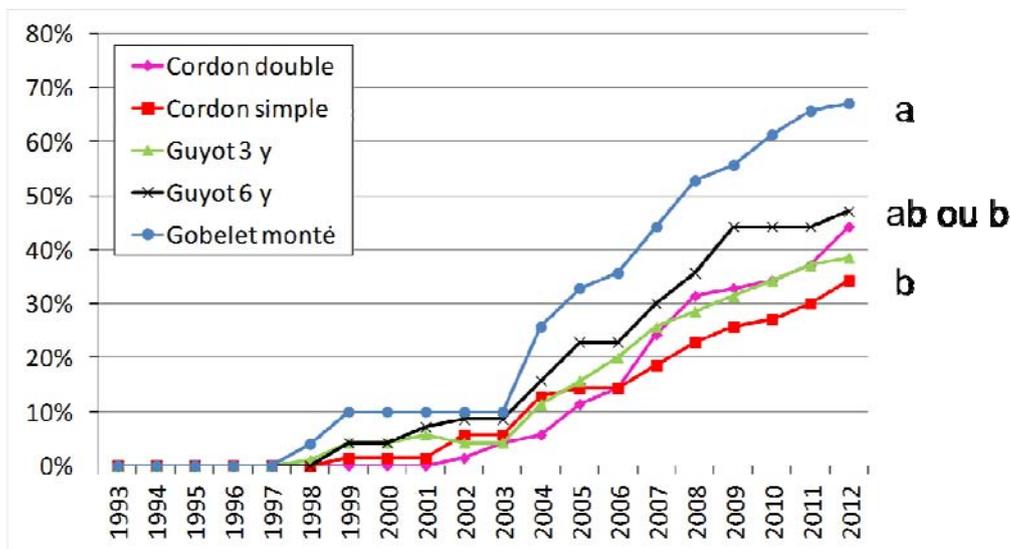
Les résultats sont présentés en cumulé, c'est-à-dire quand un cep exprime une fois des symptômes de maladies du bois, il est compté et s'ajoute, il n'y a pas de comptage par année mais un cumul d'année en année.

Il y a 2 essais sur la taille, 2 essais sur la densité de plantation, 3 essais avec arrachage d'un rang sur 3 ou sur 2, 2 parcelles d'essais sur l'entretien du sol et une parcelle d'essai sur la fumure potassique.

## SUIVI ESCA

### Essais type de taille

#### Liergues



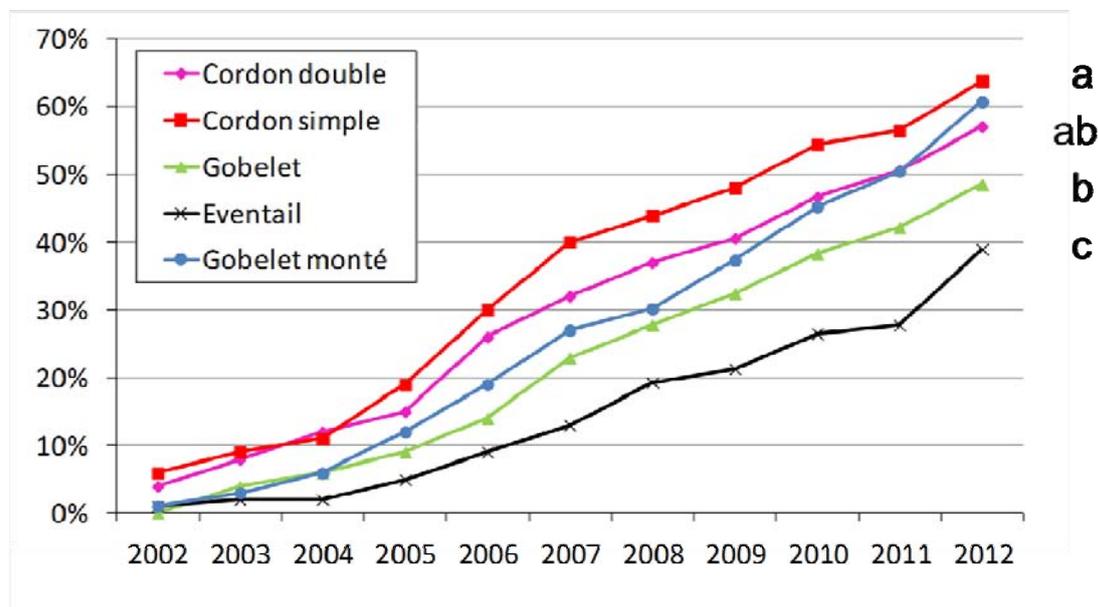
Cette parcelle présente un sol assez profond argilo-siliceux. L'essai est suivi depuis 1993.

Différents types de tailles testées : 2 tailles longues et 2 tailles courtes.

Quelle que soit la taille effectuée, l'expression cumulée de l'Esca augmente au fil du temps. Jusqu'en 2003, le taux reste inférieur ou voisin des 10 % et stable, puis le nombre de ceps symptomatiques augmente rapidement.

Des différences dans le taux d'expression de l'Esca apparaissent entre les tailles. Le gobelet monté présente une expression significativement plus importante que les autres tailles et en particulier le cordon simple, les différences entre guyot et cordon n'étant pas significatives. La taille gobelet semble donc plus favorable à l'expression de l'Esca sur cette parcelle.

### Odenas



Le sol de cette parcelle est granitique et assez profond. Les tailles réalisées sont le cordon, le gobelet et l'éventail.

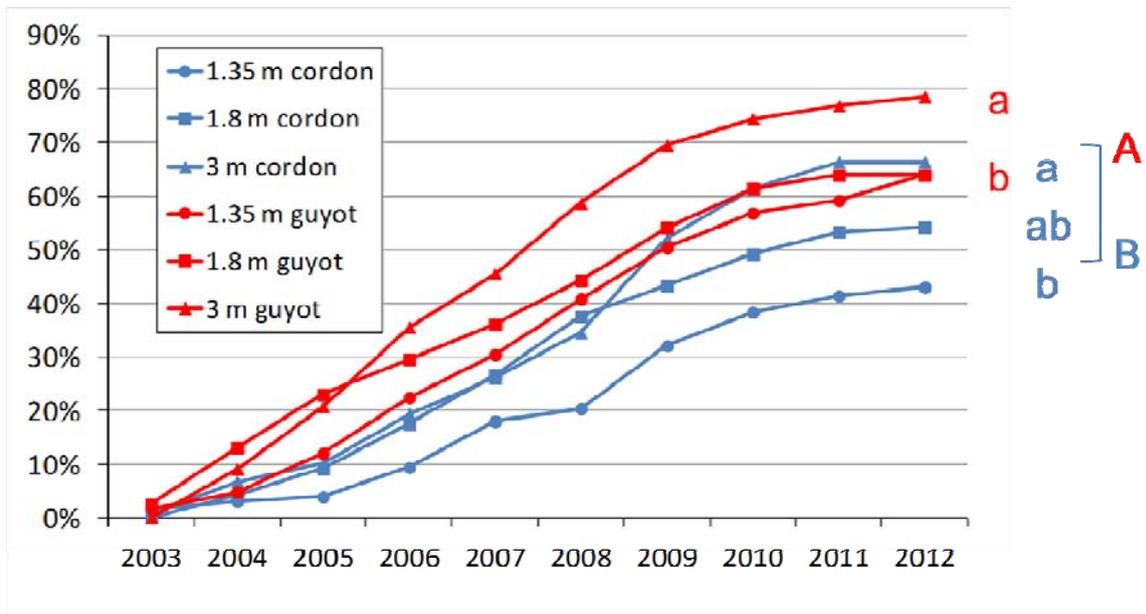
Dans cet essai également, quelle que soit la taille employée, l'expression cumulée de l'Esca augmente au cours du temps.

Les résultats obtenus sont inversés par rapport aux précédents. En effet, ce sont les tailles en cordon qui semblent favoriser l'expression de l'Esca. Le gobelet monté reste toujours expressif et plus favorable à l'expression de la maladie que le gobelet historique. La taille éventail est celle qui donne les meilleurs résultats.

Il est donc difficile de conclure car les résultats des 2 essais sont hétérogènes.

## Essais densités de plantation

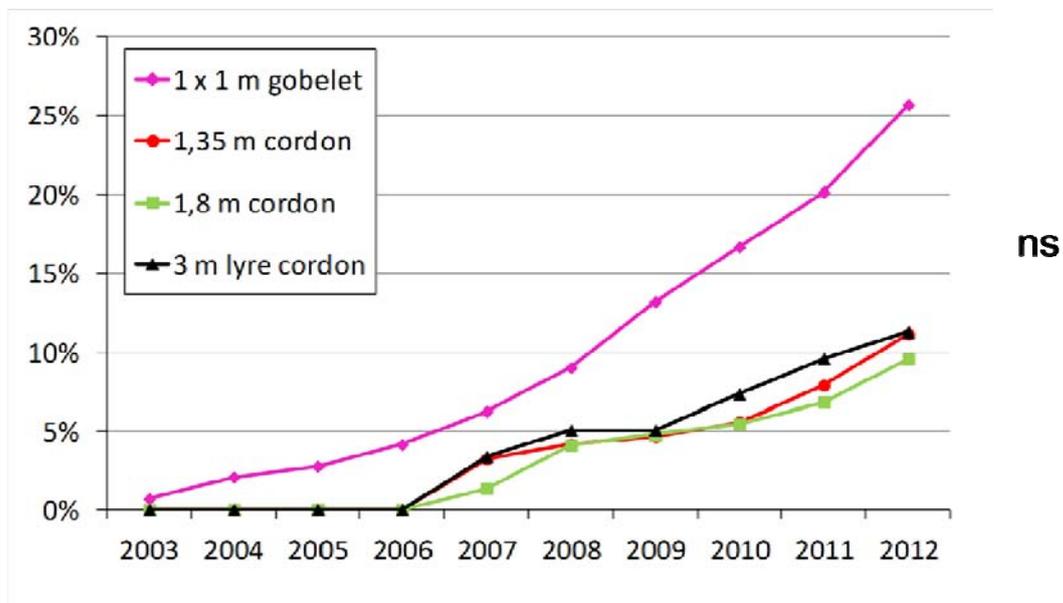
### Lièrgues



Deux types de tailles cordon et guyot ont été réalisés, avec 3 modalités de densité : un peu plus de 8 000 pieds/ha, 5 500 pieds/ha et 3 500 pieds/ha.

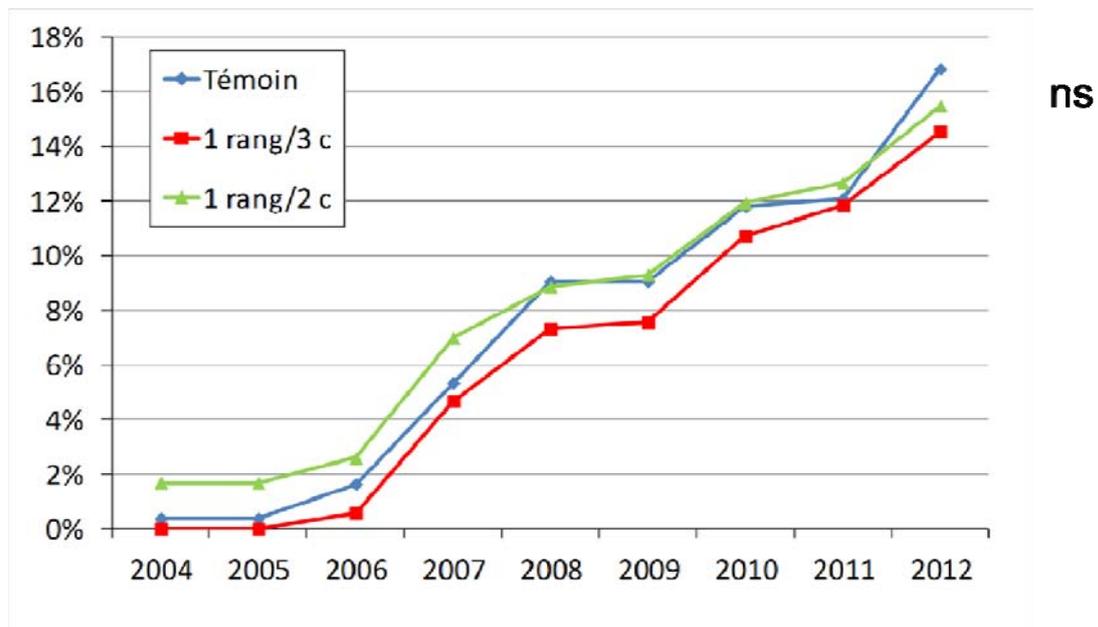
Il y a un recouplement entre la taille guyot et la taille cordon. Les parcelles avec les plus faibles densités de plantations sont plus expressives.

### Le Perréon



Dans cet essai, une taille gobelet, une taille en lyre et 2 tailles en cordon ont été effectuées. La modalité avec la taille courte, en gobelet, avec la plus forte densité de plantation présente le plus d'expression. Il n'y a pas de différence significative entre les autres modalités mais il s'agit d'une parcelle peu expressive en termes d'Esca.

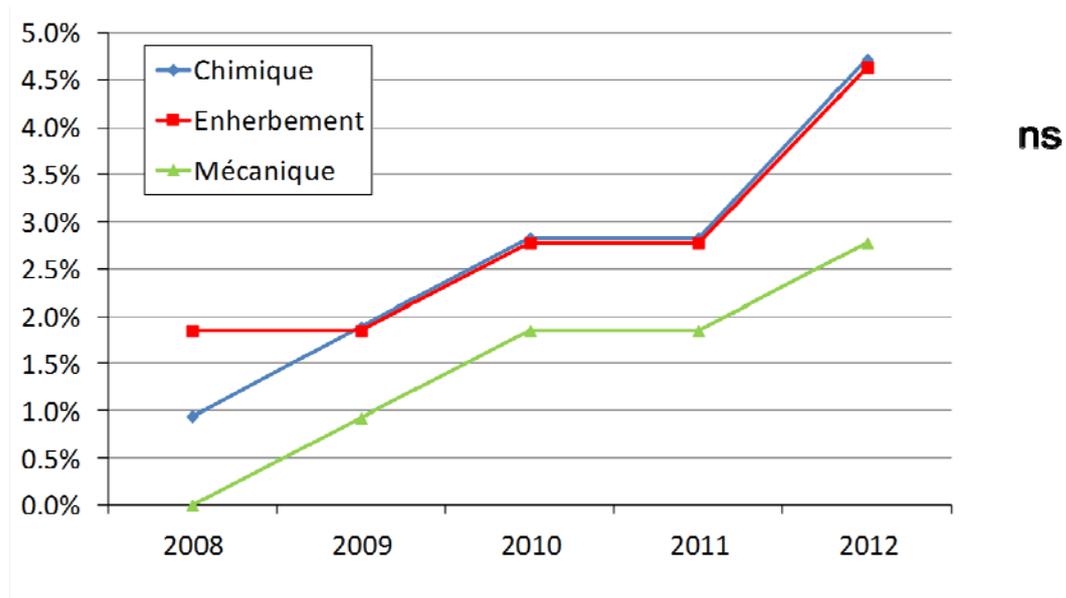
### Aménagement de coteaux (moyenne des 3 parcelles)



Par rapport au témoin en gobelet, 1 rang sur deux et 1 rang sur 3 ont été arrachés pour modifier la densité de plantation, et transformés en cordon. La restructuration de la parcelle a eu lieu en 2004. Il n'y a pas de différence significative pour l'expression de l'Esca entre les différentes modalités. Dans ce cas également, il s'agit de parcelles peu expressives.

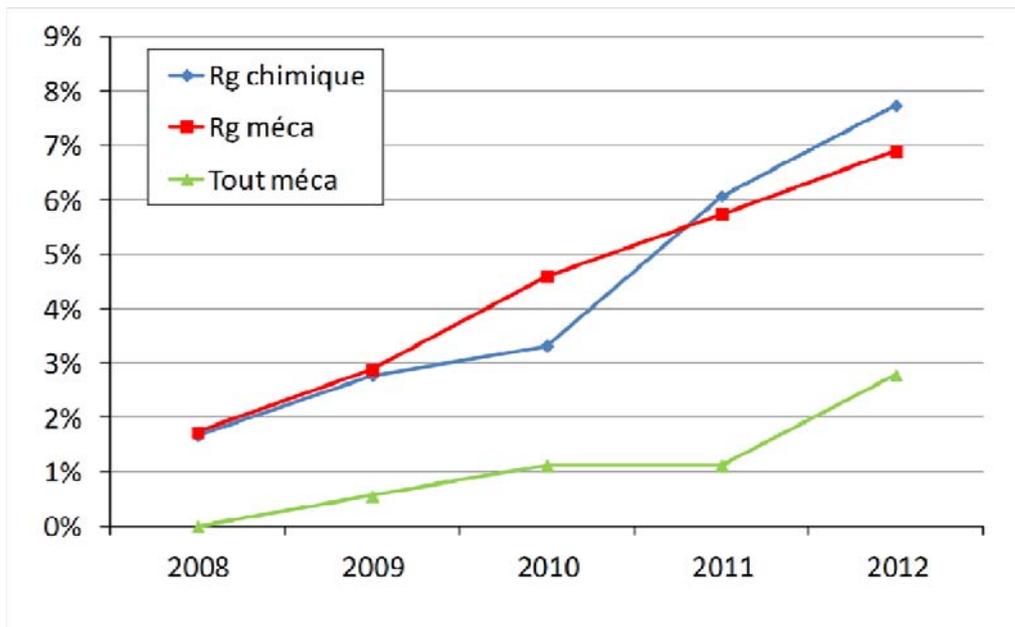
### Essais entretien du sol

#### Gobelet 1 m



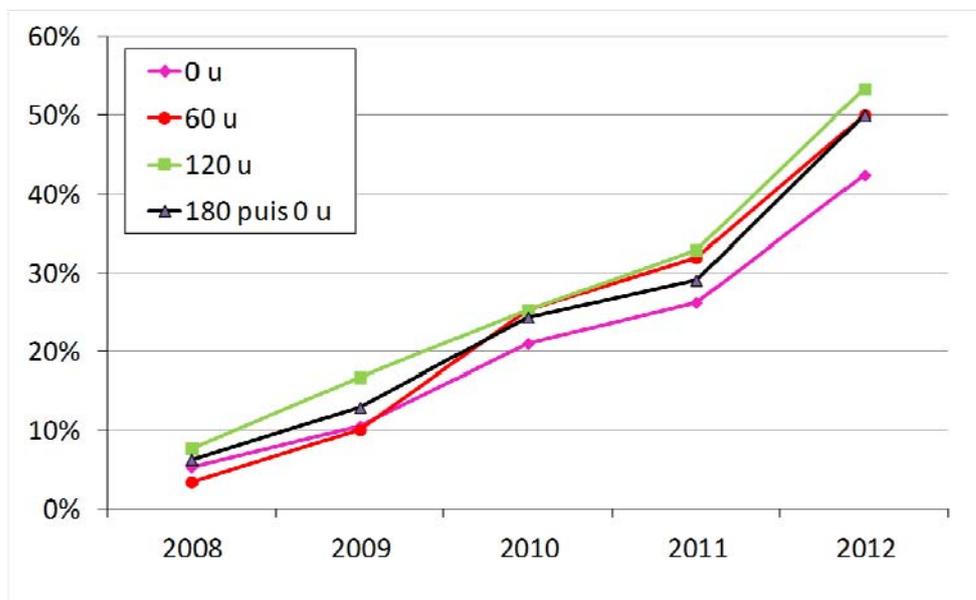
Les différentes modalités sont : enherbement, désherbage chimique et désherbage mécanique. Le désherbage mécanique semble le moins favorable à l'expression de l'Esca. Toutefois, la parcelle exprimant peu l'Esca, les différences entre les modalités ne sont pas significatives.

### Cordon 2 m



La même expérimentation a été menée sur une parcelle conduite en cordon à 2 mètres, avec enherbement dans le rang et désherbage sous le rang chimiquement ou mécaniquement et désherbage complet mécanique. Les différences observées entre les modalités ne sont pas significatives.

### Essai apport de fumure potassique



Sur cette parcelle, l'antériorité est bien connue et des problèmes d'Esca sont observés depuis 2004. La parcelle a été arrachée depuis. Quels que soient les apports de fumure potassique, aucune différence significative n'est observée.

## MISE EN RELATION DES DONNEES AGRONOMIQUES

Différentes données agronomiques ont été mesurées ou calculées et comparées pour évaluer l'impact des pratiques culturales sur l'expression des maladies du bois.

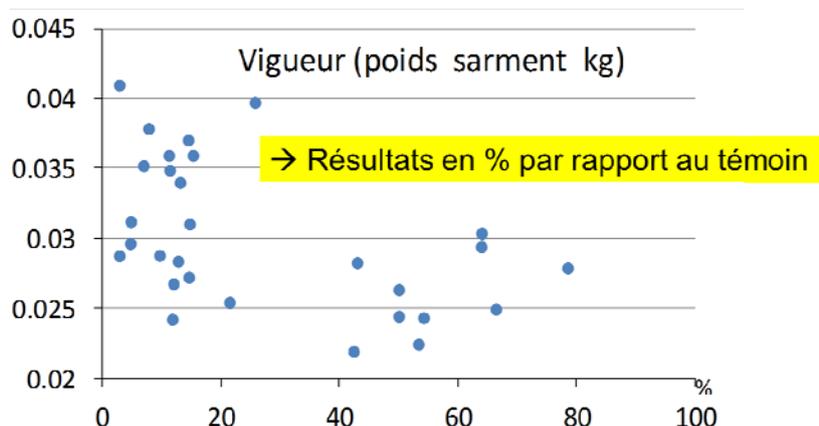
Mesures : vigueur, expression végétative (/cep et /m<sup>2</sup>), rendement (/cep et /m<sup>2</sup>), SECV (Surface Exposée du Couvert Végétal), acidité totale et pH.

Indices : puissance (matière sèche produite annuellement par la vigne), indice de Ravaz (poids de récolte/poids des bois), SECV/rendement.

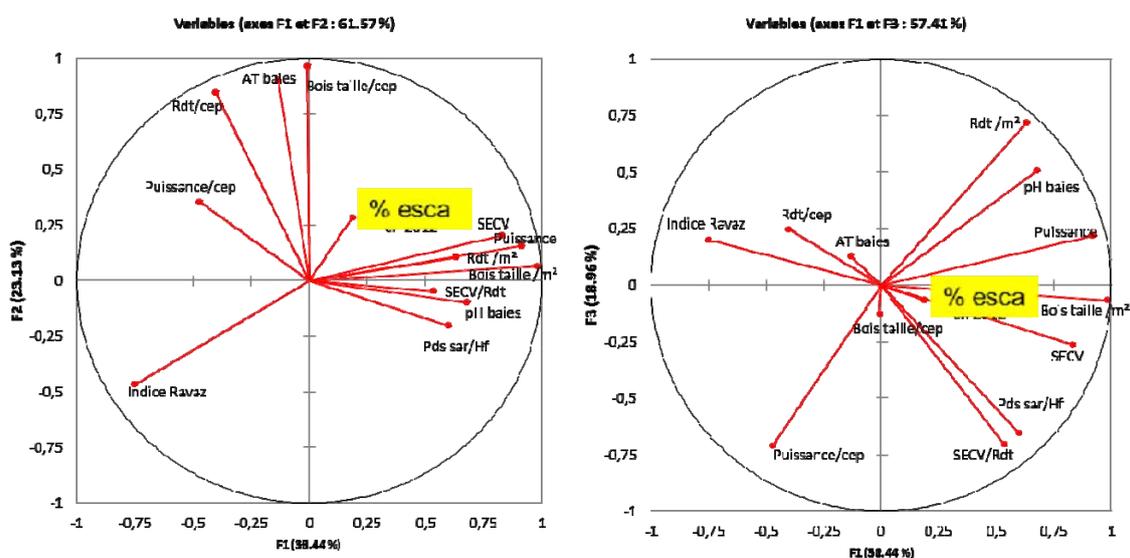
La moyenne sur les années de suivi a été calculée pour être comparée. La référence utilisée est le taux cumulé d'expression d'Esca en 2012.

Lorsque les données brutes sont exploitées, aucune corrélation n'est obtenue.

### Exemple : vigueur

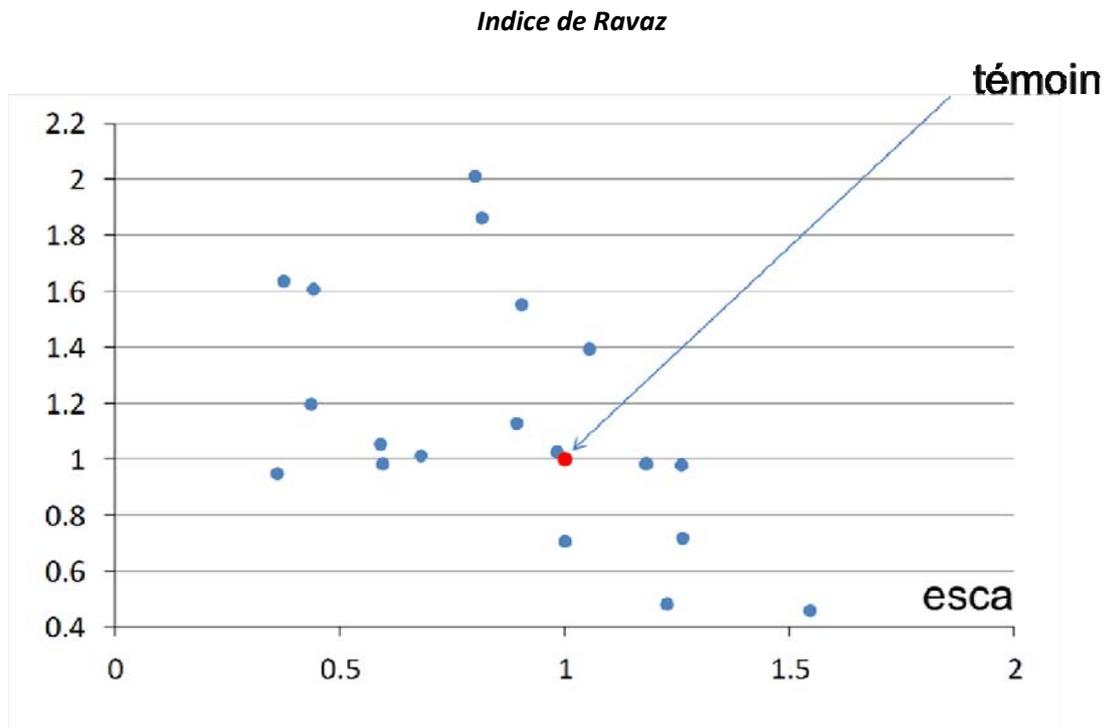


Les données sont traitées sous forme d'ACP, une fois transformées en % du Témoin :



Il n'y pas de corrélation évidente qui apparaît.

Il faut cependant noter que le pourcentage d'Esca en cumulé est opposé à l'indice de Ravaz.



Plus l'indice de Ravaz est élevé, plus le taux d'Esca est faible. Il faut rester prudent car même si cela se vérifie sur certains essais dans d'autres (où on ne constate pas de différence entre modalités) cette tendance n'est pas vérifiée.

## CONCLUSION

L'effet des pratiques culturales sur l'expression de l'Esca est très variable selon les situations. L'environnement joue un rôle très important : micro-climat, type de sol, matériel végétal...

L'éventuel lien entre l'indice de Ravaz (poids de récolte/poids des bois) serait à confirmer, mais l'estimation de l'impact des pratiques par rapport aux facteurs environnementaux reste difficile à faire.

Le travail doit se poursuivre.

*Cette étude a bénéficié du concours financier de la Région Rhône-Alpes.*

# ***INFLUENCE DU FONCTIONNEMENT INTERNE DU CEP SUR LES MALADIES DU BOIS***

**Gaël Delorme**  
**Chambre d'Agriculture du Jura**  
**Lons Le Saunier**  
*Exposé présenté par Guillaume Morvan*

## PERIODES DE CONTAMINATION ET DE SENSIBILITE AUX MALADIES DU BOIS

---

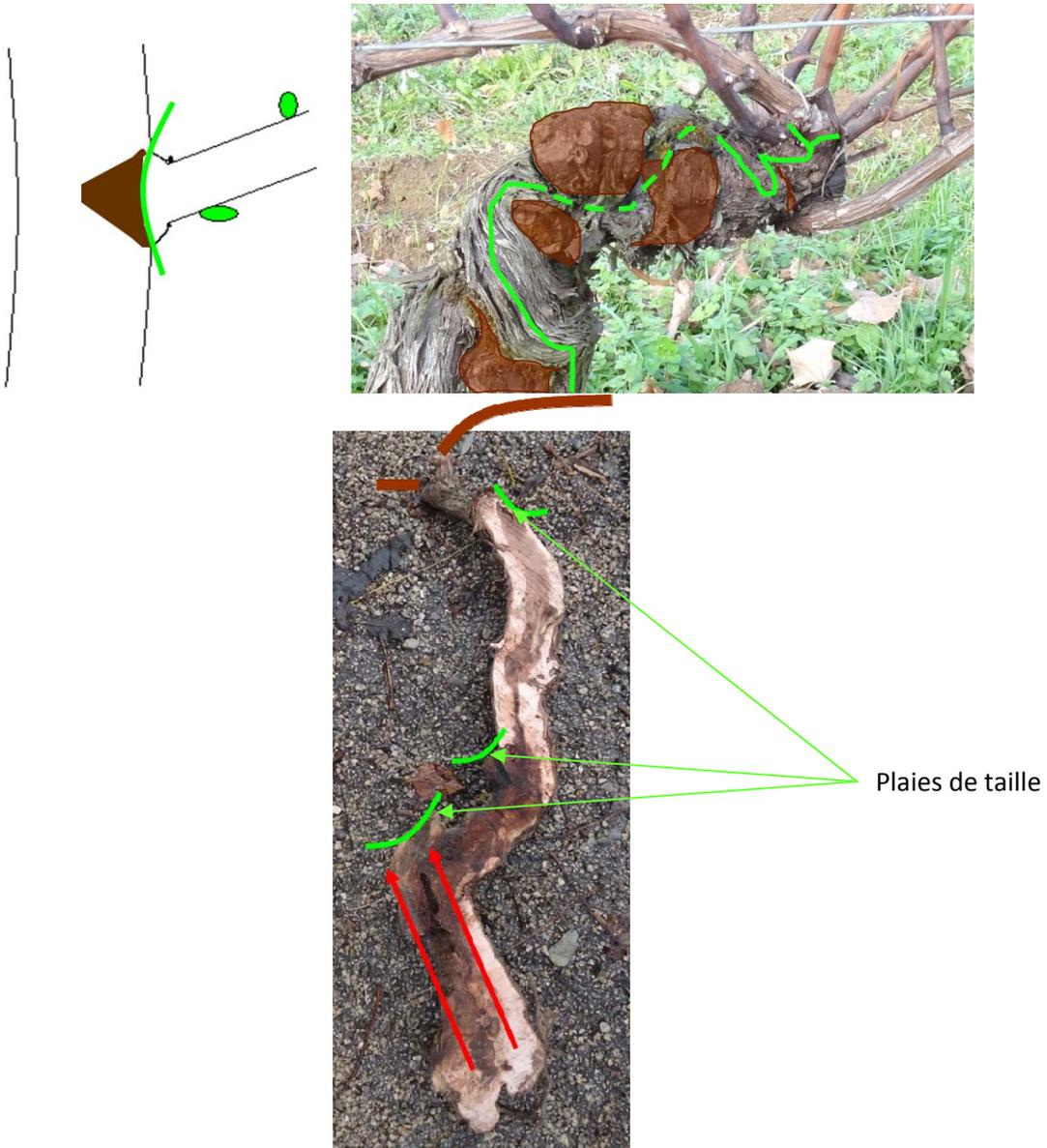
Les contaminations par les différentes maladies du bois peuvent avoir lieu toute l'année.

- Eutypiose : contaminations hivernales
- Esca : contaminations tout au long de l'année par un cortège de champignons
- BDA : contamination durant la période végétative et sensibilité particulière entre la floraison et la véraison. (Eviter de créer des plaies durant cette période).

## INFLUENCE DU FONCTIONNEMENT INTERNE DU CEP PAR OBSERVATION EXTERNE SUR LES MALADIES DU BOIS

---

Les nécroses dans le bois suite à des plaies de taille par exemple peuvent gêner la circulation des flux de sève dans la plante. La sève doit « slalomer » entre les nécroses.



*Matinée Technique du BIVB : « Les maladies du bois »  
Avril 2014*

Dans un cep, il y a deux flux de sève diamétralement opposés, un à gauche, un à droite. Ils doivent être respectés et l'apparition de nécroses peut perturber ces flux.

L'objectif est d'étudier statistiquement l'influence du fonctionnement interne des ceps sur l'expression des symptômes. Pour cela 481 ceps ont été suivis dans 5 parcelles. Deux observations ont été faites :

- La gravité des symptômes en septembre / octobre
- Caractérisation du fonctionnement interne en novembre / décembre

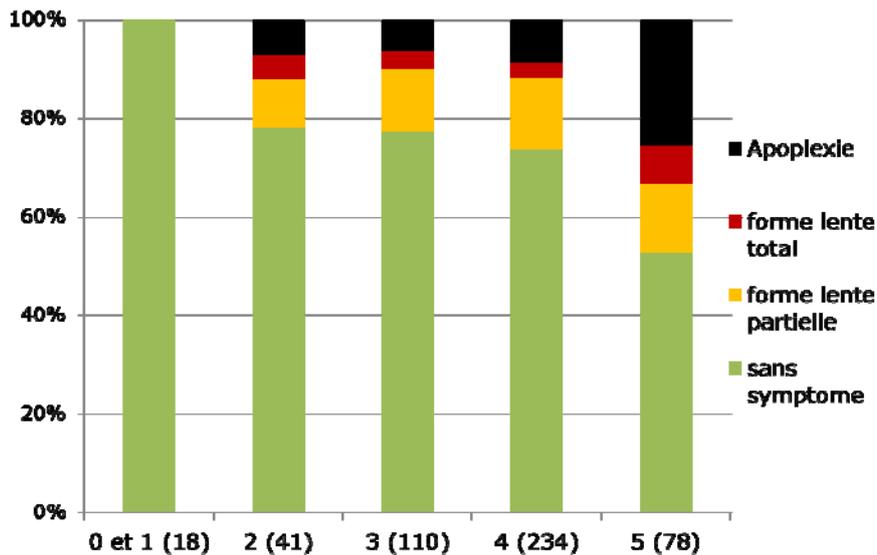
Comment est noté le fonctionnement interne ?

Il faut noter les inversions de sève.

En 2013, les classes vont de 1 à 5 : aucune inversion et peu de nécroses : 1, beaucoup d'inversions et de nécroses : 5.



Les notes de 2013 :



Le graphique présente le nombre de souches pour chaque classe de note (1 à 5). A partir de la classe 2, l'apparition des symptômes est observée.

Sur les 5 parcelles suivies, les résultats sont variables.

Dans 2 parcelles, aucune corrélation entre le nombre de flux de sève principaux ou le nombre d'inversions des flux et l'expression des maladies du bois, n'a été trouvée. Pour l'une d'entre elles, cela s'explique par le manque de symptômes lié à l'âge des vignes (plantation récente). Elle n'a donc pas été prise en compte dans l'interprétation des résultats.

4 parcelles ont permis d'obtenir des résultats interprétables : pour 1 parcelle, une tendance se dessine (c'est-à-dire une corrélation à un niveau assez bas sans significativité statistique) et pour 2 autres, des corrélations statistiquement significatives entre les flux de sève (nombre et inversion) et l'expression des maladies du bois, ont été observées.

## CONCLUSION

---

L'Esca et le BDA sont des maladies plurifactorielles et d'équilibre.

Les préconisations, à ce jour, afin de limiter l'expression des maladies du bois sont :

- Eviter les plaies et les blessures entre la floraison et la véraison,
- Limiter les dysfonctionnements internes,
- S'assurer de la qualité des plants,
- Eliminer l'inoculum avant la taille,
- Maîtriser l'excès de vigueur,
- Limiter l'impact des remplacements.

# ***IMPACT DES CHOIX CULTURAUX SUR L'EXPRESSION DE L'ESCA ET DU BDA***

**Guillaume Morvan  
Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne  
Chambre d'Agriculture de l'Yonne  
Auxerre**

## INTRODUCTION

---

L'objectif est d'identifier les pratiques culturales favorables ou défavorables à l'expression de l'Esca et du BDA pour permettre aux vignerons de mieux vivre avec ces maladies en attendant des solutions de la Recherche.

Un réseau expérimental a été monté en fonction de cet objectif et divisé en 4 thématiques :

- Physiologie / défenses naturelles
- Gestion de l'inoculum
- Gestion du potentiel de production
- Tests de produits

## PHYSIOLOGIE ET DEFENSES NATURELLES

---

4 sous thématiques : matériel végétal : greffons et porte-greffes, greffes, conduites : tailles et densité de plantation, travaux en vert : ébourgeonnage.

### Matériel végétal : greffons et porte-greffes

Essais sur les clones : 24 essais de 2005 à 2012

- Chardonnay : 13 parcelles et 7 clones (Yonne, Côte-d'Or et Saône-et-Loire)
- Pinot Noir : 6 parcelles et 14 clones (Yonne)
- Aligoté : 3 parcelles et 3 clones (Yonne)
- Sauvignon : 2 parcelles et 6 clones (Yonne)

Essais sur les porte-greffes

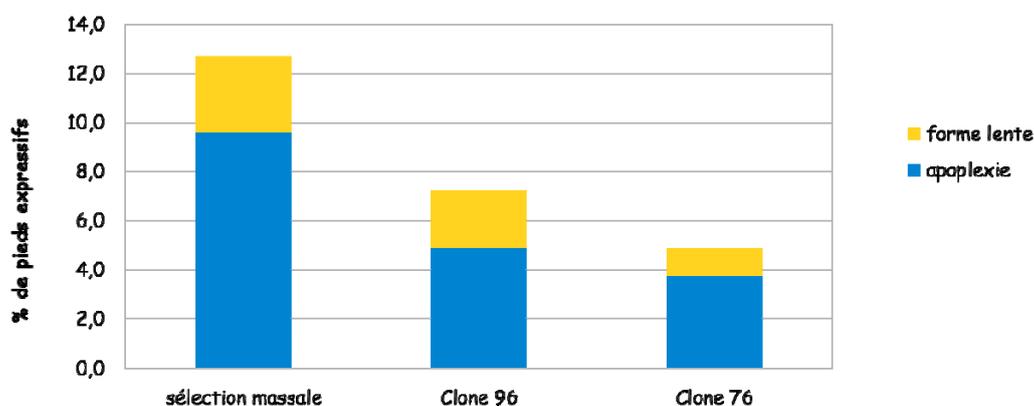
- 14 essais et 8 porte-greffes (les 3 départements)

Bien que non-exhaustifs (tous les porte-greffes et tous les clones n'ont pas été testés) ces essais ont été mis en place dans des situations représentatives de celles rencontrées dans le vignoble.

### Sélection massale et sélection clonale :

Une parcelle de Chablis est suivie depuis 2005. Les résultats présentés sont ceux de 2013 pour la forme lente et l'apoplexie, pour la sélection massale et les clones 76 et 96.

**Comparaison de clones de Chardonnay parcelle de Chablis - comptages de 2013**



Les résultats sont donnés en pourcentage de pieds qui expriment des symptômes en année N pour pouvoir être mis en relation avec les conditions de l'année. Mais les résultats sont similaires chaque année.

Dans cet exemple, la sélection massale est nettement plus expressive que les clones. De façon générale, la distinction clonale / massale n'est pas forcément aussi nette.

Tous les essais ont montré qu'il y avait un effet porte-greffe. Selon les porte-greffes, il peut y avoir peu de forme lente et beaucoup d'apoplexie et dans d'autres cas, c'est l'inverse.

Il existe donc un effet clone et un effet porte-greffe. L'effet porte-greffe est supérieur à l'effet clone. Certains clones sont plus expressifs que d'autres et certains ont une expression variable selon les conditions climatiques.

Ces deux effets semblent en relation avec la production de bois et l'alimentation hydrique. Plus la production de bois est importante, plus le risque d'expression est important. L'adéquation entre le matériel végétal et la contrainte hydrique du sol est un paramètre important.

Le matériel végétal fait le lien entre le potentiel du sol et la demande du vigneron. Il n'y a pas de liste exhaustive de porte-greffe à utiliser. Il faut conserver la diversité génétique présente en Bourgogne. Actuellement, dans l'Yonne, 80 % du Chardonnay est planté avec 3 porte-greffes. Ce qu'il faut retenir c'est qu'il n'y a pas de cas où le porte-greffe ne fonctionne pas du tout, il faut, par contre, que le porte-greffe soit adapté au type de sol (ex Fercal qui semble bien se comporter sur des sols n'engendrant pas ou rarement une contrainte hydrique). Il faut adapter le porte-greffe au sol et à l'objectif de production.

Il existe beaucoup de bibliographie sur la production de bois et les porte-greffes mais peu sur la production de bois des clones, ce qui limite les possibilités de conseils précis.

### **Greffes :**

5 essais ont été menés en Bourgogne sur les types de greffes entre 2007 et 2010. Ils portent sur la comparaison de la greffe oméga et de la greffe anglaise ainsi que sur le greffage en place.

Ces parcelles sont encore trop jeunes pour qu'il y ait expression des symptômes.

### **Conduites : tailles et densités de plantation :**

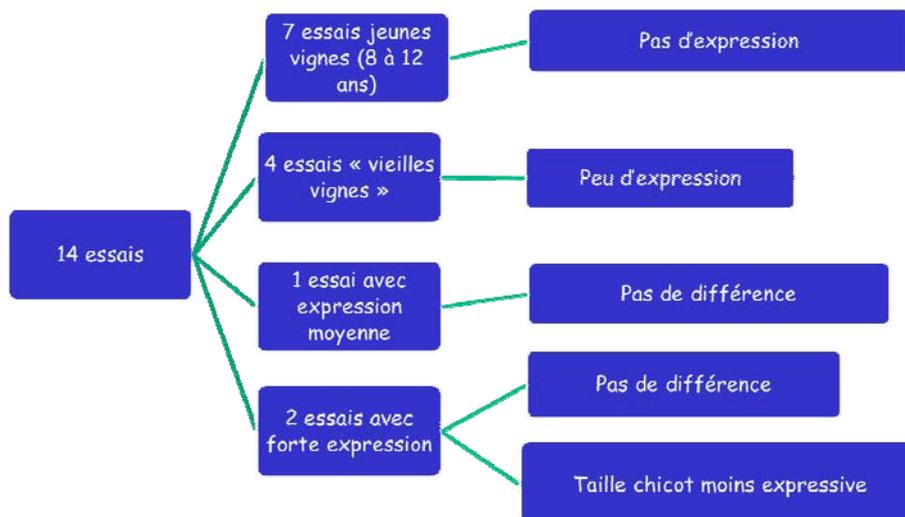
#### **Tailles :**

Il existe beaucoup de travaux sur les tailles avec respect des circuits de sève (guyot poussard).

14 essais depuis 2009 dans les 3 départements : conservation de la taille traditionnelle comme témoin, taille guyot poussard et taille traditionnelle avec respect des flux de sève (sans chicot).

7 parcelles sont des jeunes vignes, donc il n'y a pas de différence observée pour l'instant.

Pour les vignes plus âgées, 4 essais présentent peu d'expression des maladies du bois, et pas de différence constatée dans ce cas non plus ; 1 essai a un taux d'expression suffisant pour effectuer une comparaison mais aucune différence n'est observée entre les types de taille ; 2 essais présentent un taux d'expression important : un des deux essais ne montre pas de différence entre les modalités de taille tandis que le deuxième montre que la taille traditionnelle avec respect des flux de sève est la moins expressive.



A l'heure actuelle, la conclusion est qu'il n'y a pas d'effet positif clair de la taille guyot poussard sur vieilles vignes, mais il existe une tendance positive si la taille pratiquée préserve ou améliore l'intégrité de la souche.

Les viticulteurs qui participent à cet essai doivent tailler en guyot simple et en guyot poussard, ce qui se révèle d'après eux, assez compliqué. D'années en années, les suivis ont montré la diminution des pieds taillés en guyot poussard dans les essais consacrés à cette taille. Elle est respectée pour environ 65 % des souches.

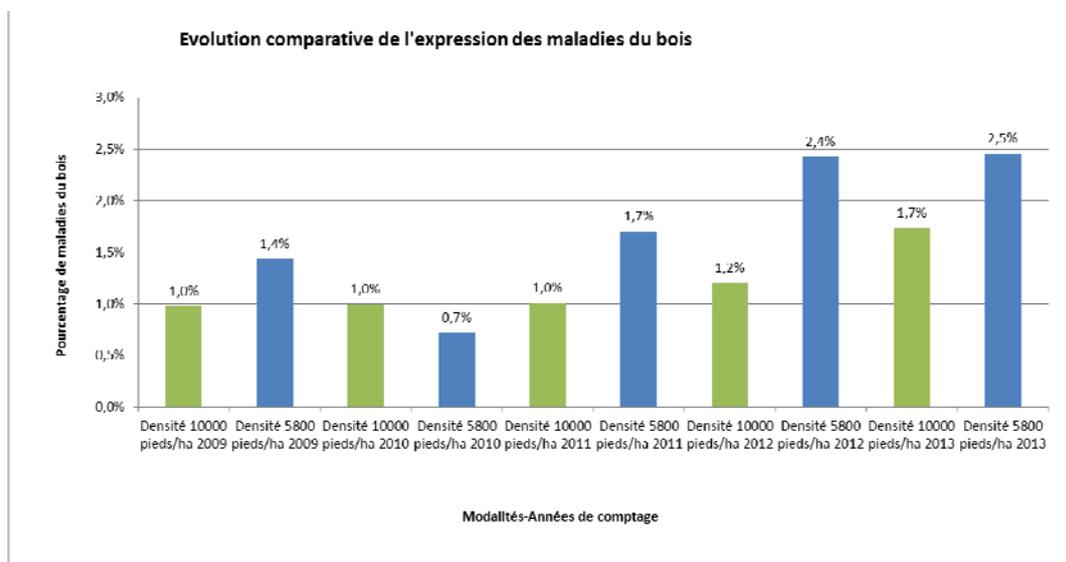
Il ressort toutefois de ce travail que le respect des flux de sève peut permettre de diminuer l'expression des maladies du bois.

#### Densités de plantation :

2 essais sur Chardonnay suivis depuis 2006 (mais plantation antérieure) : 5 600 pieds/ha versus 6 700 pieds/ha.

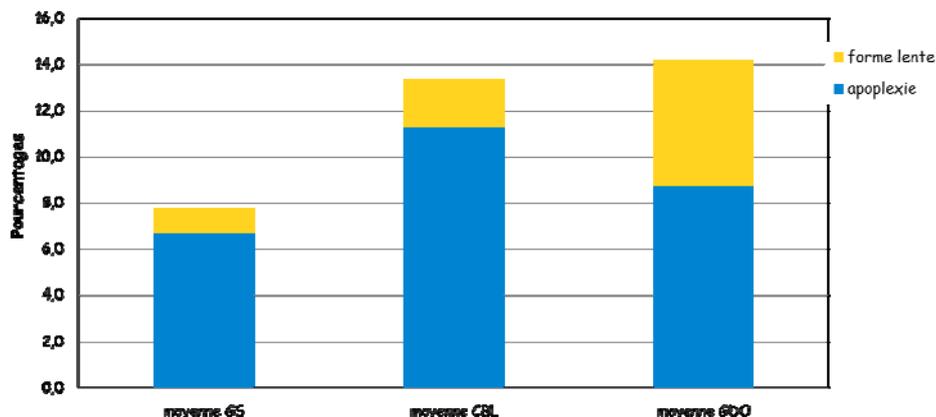
2 essais sur Chardonnay suivis depuis 2009 : 5 800 pieds/ha versus 10 000 pieds/ha.

#### ***Exemple de la parcelle plantée en 1989 à Préhy***



### Exemple de la parcelle plantée en 1994 à Venoy

Impact du matériel végétal sur l'expression des maladies du bois mode de conduite sur Chardonnay  
La Brosse - comptage 2012



Sur les 4 parcelles suivies, les densités de plantations élevées expriment moins les maladies du bois.

Toutefois, la densité n'est sans doute pas un facteur primordial par rapport au porte-greffe, car ces observations sont vraies au niveau d'une parcelle mais cela ne se vérifie pas à plus grande échelle, au niveau d'un vignoble. L'enquête réalisée dans l'Yonne entre 2005 et 2007, n'avait pas permis de mettre en avant ce paramètre.

#### Travaux en vert : ébourgeonnage :

Un travail d'enquête auprès des viticulteurs a été mené de 2005 à 2007 et un essai a été mis en place entre 2008 et 2012.

Les modalités sont :

TPE : taille précoce ébourgeonnée

TPNE : taille précoce non ébourgeonnée

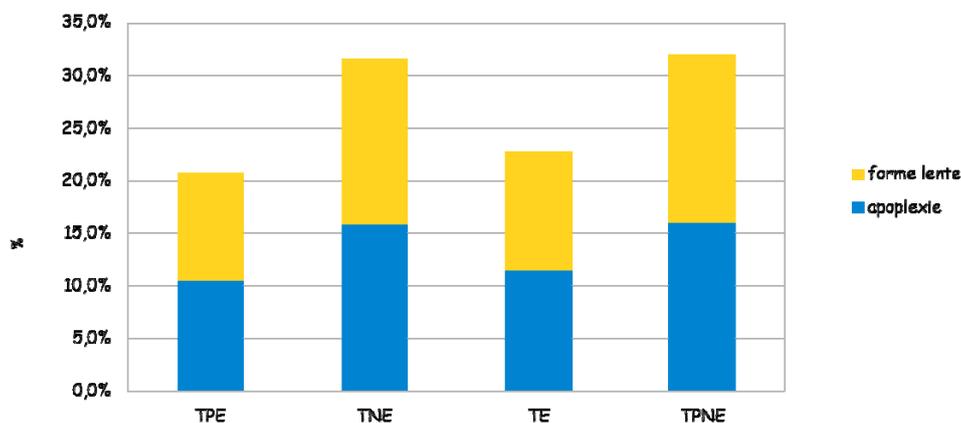
TNE : taille classique non ébourgeonnée

TE : taille classique ébourgeonnée

La taille précoce est réalisée 15 jours après les vendanges, la taille classique pendant la période hivernale.

L'ébourgeonnage est pratiqué à moins de 7 feuilles étalées, avant la floraison au mois de mai.

Expression de l'Esca / BDA - essai taille précoce - comptages 2012



Il n'y a pas de différence entre la taille précoce et la taille hivernale. Par contre, l'ébourgeonnage a un effet positif. Les parcelles expriment moins de symptômes d'Esca et de BDA lorsqu'elles sont ébourgeonnées. Cette pratique n'a donc pas d'effet négatif, ce n'est pas une porte d'entrée des maladies du bois. Elle reste une pratique qualitative qui doit être maintenue là où elle est utile. La période d'ébourgeonnage peut par contre influencer le résultat : attention il s'agit dans cet essai d'un ébourgeonnage précoce, avant floraison.

## GESTION DE L'INOCULUM

Cette gestion de l'inoculum passe par deux aspects : la prophylaxie et la qualité des plants.

### Prophylaxie :

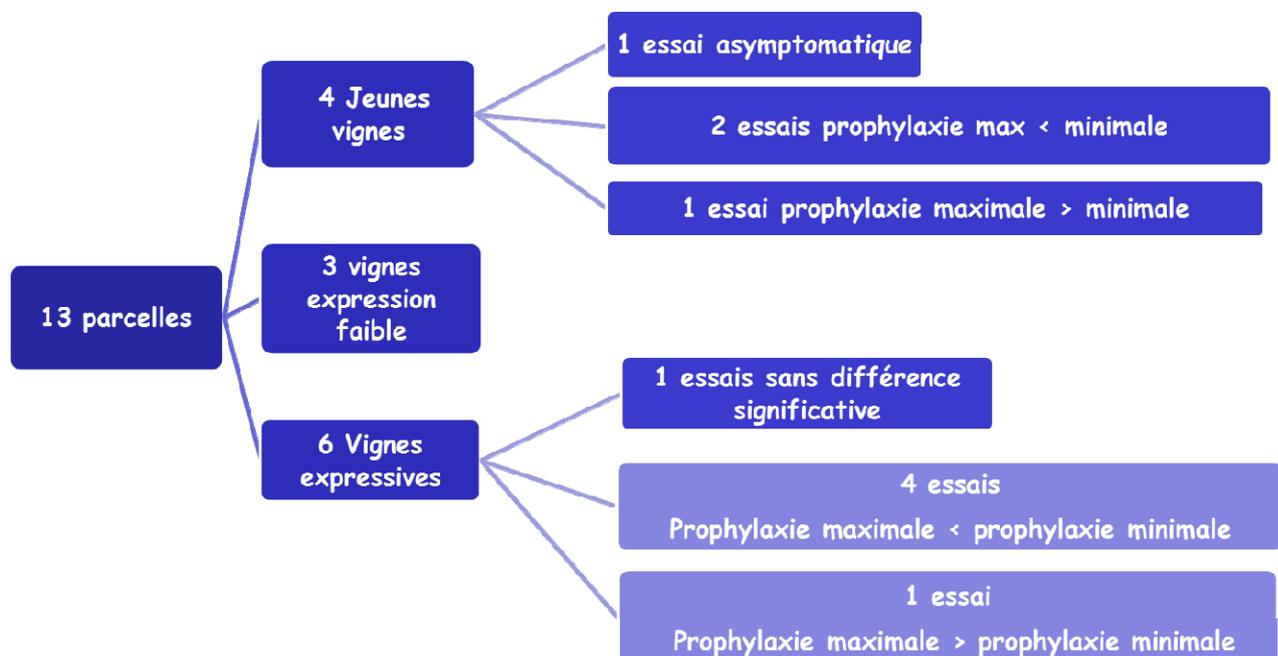
La prophylaxie minimale consiste à l'arrachage et l'évacuation de tous les pieds morts (respect des réglementations en vigueur dans les vignobles bourguignons).

La prophylaxie maximale consiste à arracher et évacuer tous les pieds présentant des symptômes.

Ces deux types de prophylaxie sont appliqués dans 13 parcelles : 4 jeunes vignes, 3 vignes peu expressives et 6 vignes expressives.

Pour les jeunes vignes : 1 essai asymptotique, 2 essais pour lesquels la prophylaxie maximale est plus bénéfique que la prophylaxie minimale et un essai avec des résultats contraires.

Pour les 6 vignes expressives : 1 essai sans différence significative, 4 essais pour lesquels la prophylaxie maximale est plus efficace que la prophylaxie minimale et un essai avec des résultats contraires.

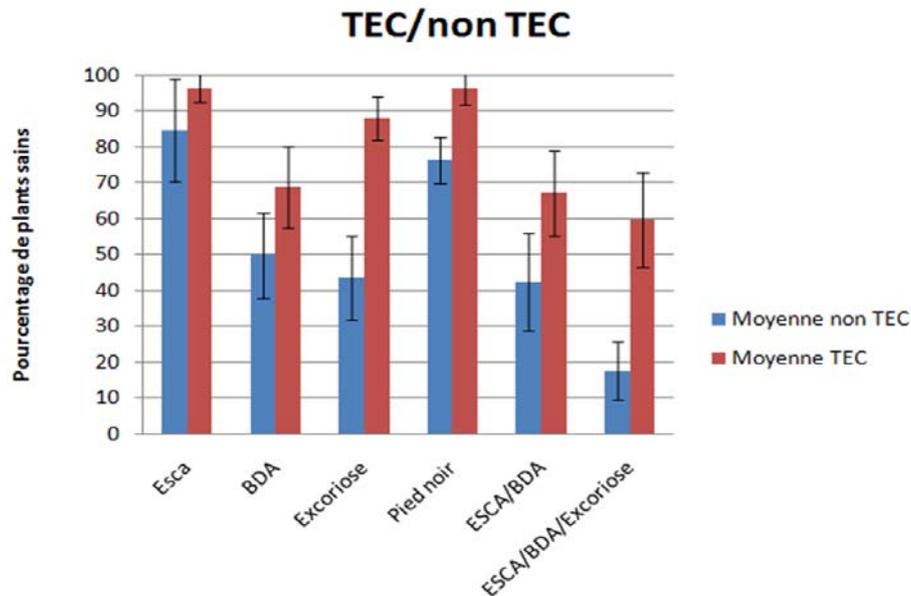


La conclusion actuelle est que la prophylaxie maximale permet une légère tendance à l'amélioration de la situation maladies du bois à court terme. Cependant, la conclusion peut évoluer sur le moyen et le long terme. En effet, en replantant, est-ce que le taux d'expression ne va pas augmenter par

l'introduction de jeunes pieds, très sensibles et cela d'autant plus qu'ils seront vigoureux – porte-greffe vigoureux, fertilisation adaptée... - dans une vigne malade ? Un suivi sur le moyen – long terme est nécessaire dans ces situations. Les résultats sur jeunes vignes sont par contre plus facilement applicables.

### Qualité des plants :

L'influence du traitement à l'eau chaude est étudiée.  
L'essai a porté en 2009 – 2010, sur 1 250 plants.



Dans tous les pieds le cortège de champignons est présent. Avec le traitement à l'eau chaude, le pourcentage de plants sains est toujours supérieur par rapport aux plants sans traitement à l'eau chaude, mais il n'atteint jamais 100 %. Les phases (obligatoires) de l'itinéraire de production des plants qui conduisent à des contaminations dans les lots (stratification, mise en pépinière) sont bien connues, mais aucune alternative n'a pour l'instant pu être trouvée.

L'impact du traitement à l'eau chaude a été suivi sur le moyen terme, il en ressort que sur des vignes âgées de 12 ans ou moins, les plants initialement traités à l'eau chaude avant plantation ne sont ni plus, ni moins expressifs que les autres vis-à-vis de l'Esca et du BDA.

## GESTION DU POTENTIEL DE PRODUCTION

### Regreffage /recépage :

20 parcelles ont été utilisées pour des essais avec du greffage en fente ou en T-bud. L'avantage de cette technique est que dès la 2<sup>ème</sup> année il y a des grappes sur le cep. Les greffages ont lieu au printemps ou en automne.

C'est une pratique intéressante car elle permet d'obtenir des plants productifs rapidement mais elle demande une grande technicité. Elle ne réussit pas dans 100 % des cas, et, de plus, si la greffe est

faite sur un bois où les champignons sont présents, une réexpression des symptômes est possible 1 à 2 ans après le greffage.

#### Techniques de complantation :

14 essais ont été menés dans l'Yonne et en Saône-et-Loire avec des comparaisons de fertilisation, de types de plants, la mychorization, des longueurs de racines....mais les parcelles sont encore trop jeunes pour exprimer les maladies du bois.

## TESTS DE PRODUITS

---

### Ecobios Fortisève :

Ce sont des oligo-éléments et des huiles essentielles utilisés en perfusion dans le cep. Cette technique demande beaucoup de travail, car elle nécessite de faire un trou à la perceuse et de mettre le produit à perfuser.

5 essais ont été réalisés en 2012 : 3 en préventif et 2 en curatif.



En préventif :

- 2 essais n'ont montré aucun effet du produit
- 1 essai a montré un effet sur 2 ans mais qui n'était plus visible la 3<sup>ème</sup> année.

En curatif :

Aucun des 2 essais n'a montré d'effet du produit.

Ce produit ne présente donc pas d'intérêt dans la lutte ou la prévention contre l'Esca et le BDA.

### Génodics :

Il s'agit d'une technique basée sur l'utilisation d'une source sonore placée dans les vignes et qui perturberait la synthèse de certaines protéines.

2 parcelles ont été suivies dans l'Yonne. Aucun effet n'a été mesuré à partir de 70 ou 140 mètres (distances par rapport à la source sonore). N'ayant pas de suivi antérieur à la mise en place de la technique à des distances plus faibles de la source sonore, il n'est pas possible de conclure pour des

pieds situés près de celle-ci (moins de 70 m ou moins de 140 m dans le cas des deux parcelles suivies).

Une nouvelle parcelle d'essai a été mise en place en collaboration avec Génodics, avec un point zéro effectué par les techniciens de la Chambre d'Agriculture en 2013, incluant le point d'implantation de la source sonore.

### **Esquive / produits avec Trichoderma :**

6 essais ont été réalisés avec l'Esquive dans les 3 départements.

4 essais sont suivis depuis 2011 mais sans point zéro : il n'est donc pas possible de conclure à partir de ces résultats.

2 essais sont suivis depuis 2009 avec un point zéro : aucune efficacité de l'Esquive n'a été mise en évidence sur les pieds adultes et les jeunes pieds implantés depuis, ne sont pas encore expressifs.

D'autres produits avec des Trichoderma ont été testés.

1 essai sur Phystar de 2002 à 2005 a été mené dans l'Yonne et n'a montré aucune efficacité du produit.

1 essai est en cours depuis 2006 dans l'Yonne avec du STX appliqué dans les trois premières années de la vigne (sauf zone témoin), mais il n'y a pas d'expression des maladies du bois dans la parcelle.

Il n'y a donc pas d'intérêt à utiliser ce type de produits sur des ceps adultes.

## **QUE FAIRE ?**

---

### **Pour les jeunes vignes :**

Au niveau de la gestion de l'inoculum il est possible que l'application de la prophylaxie maximale (arrachage et évacuation de tous les ceps présentant des symptômes) soit intéressante contre l'Esca et le BDA.

Au niveau de la physiologie de la plante et des défenses naturelles, il est nécessaire d'adapter le matériel végétal à l'objectif de production mais aussi aux caractéristiques du sol. Il y a un effet du porte-greffe et du clone, les problèmes peuvent venir de l'inadéquation entre le porte-greffe et le sol. L'évolution climatique risque d'entraîner plus de sécheresse et il faut veiller à utiliser du matériel végétal adapté.

Il faut pratiquer une taille de formation et de production respectueuse du cep, avec le moins de plaies possibles. Par exemple, en pratiquant la taille de formation lors de l'ébourgeonnage au printemps ou en laissant des chicots ...

De façon moindre, les densités de plantation peuvent avoir un effet. Les fortes densités de plantation sont plus défavorables à l'expression de l'Esca et du BDA.

### **Pour les vignes plus âgées :**

Au niveau de la gestion de l'inoculum, la prophylaxie ne présente pas d'intérêt mais le rajeunissement du cep est intéressant. Quand les ceps sont rajeunis à 10 cm tous les 5 / 6 ans, on

observe moins d'expression de l'Esca et du BDA. En effet, l'inoculum est enlevé et les circuits de sève sont remis « à neuf ».

Au niveau de la physiologie de la plante et des défenses naturelles, il faut adapter l'itinéraire cultural à la situation sanitaire. Des essais sont en cours sur la gestion du feuillage (hauteur de rognage), l'entretien du sol et la fertilisation azotée.

Quant à la gestion du potentiel de production, le greffage est intéressant mais demande une grande technicité. L'objectif est de faire entrer en production le plus rapidement possible les complants.

PÔLE TECHNIQUE ET QUALITÉ DU BIVB  
CITVB  
6 rue du 16<sup>e</sup> chasseurs - 21200 Beaune  
Tél. 03 80 26 23 74 - Fax. 03 80 26 23 71  
technique@bivb.com  
Site extranet (réservé aux adhérents du BIVB) :  
<https://extranet.bivb.com>