



**HAL**  
open science

## Efficacité de produits stimulateurs et état de défense de la vigne : du gène au champ. Quel avenir ?

Marie-France Corio-Costet

### ► To cite this version:

Marie-France Corio-Costet. Efficacité de produits stimulateurs et état de défense de la vigne : du gène au champ. Quel avenir ?. Séance de l'Académie d'Agriculture de France, Feb 2013, Paris, France. hal-02802069

**HAL Id: hal-02802069**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02802069>**

Submitted on 5 Jun 2020

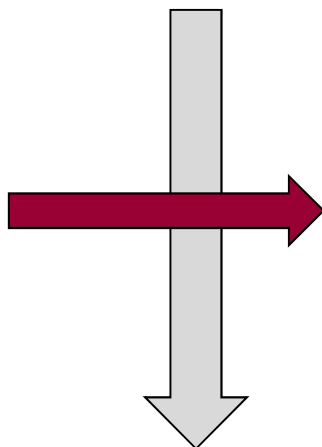
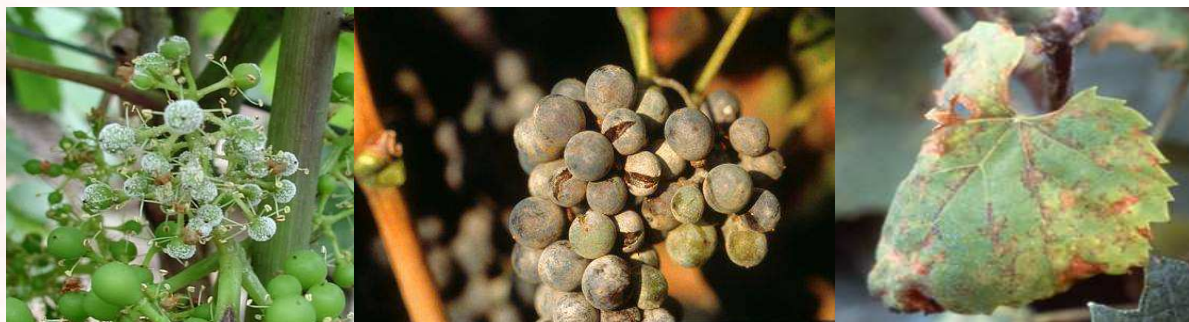
**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

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

# Efficacité de stimulateurs et état de défense de la vigne: du gène au champ. Quel avenir?

**Marie-France CORIO-COSTET**

INRA, UMR Santé et Agroécologie du vignoble, SAVE 1065 - INRA-Bordeaux sciences Agro,  
33883 VILLENAVE D'ORNON CEDEX. [coriocos@bordeaux.inra.fr](mailto:coriocos@bordeaux.inra.fr)



• Effet sur l'environnement (*i.e.* résistance au fongicides)

• Santé humaine

**Dans le contexte d'une viticulture durable, qui vise à limiter les intrants pesticides, il est nécessaire d'innover et de combiner différentes méthodes de lutte**

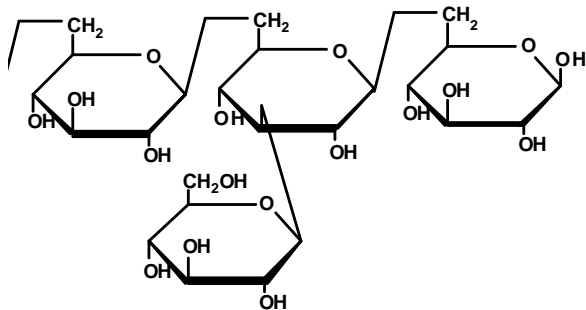
- Lutte biologique
- Amélioration variétale
- Elicitation des défenses des plantes

# Stimulateur de défense des plantes (SDP)

## Origine biotique

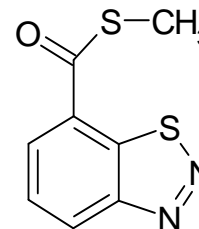


*Laminaria digitata*

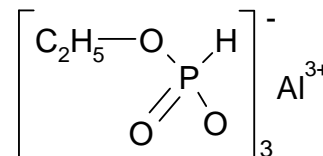


Laminarine

## Origine abiotique

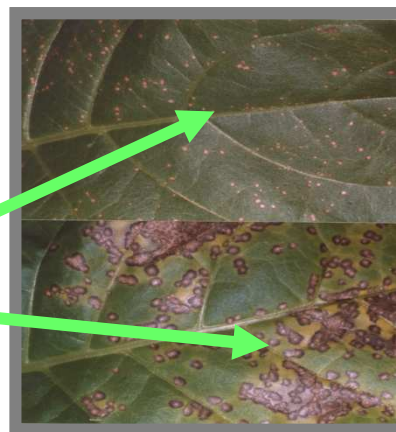
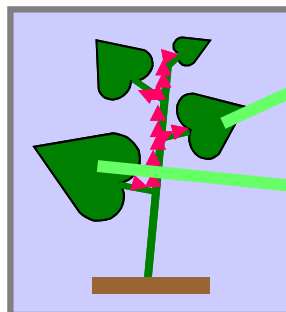
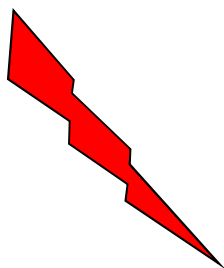


Analogue de l'AS  
Benzothiadiazole (BTH)



Produits inorganiques

Extraits végétaux, champignons, bactéries, chromistes.



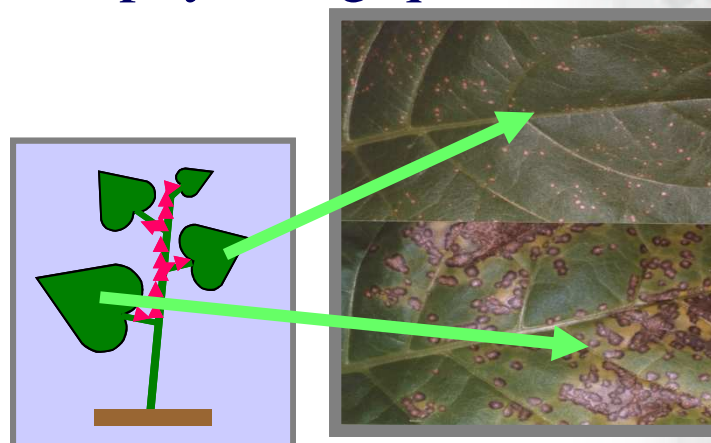
# Stimulateur de défense des plantes (SDP)

## Avantages

- Large spectre
- Intrants d'origine biologique ou non, sans effet biocide direct
- Utilisable en agriculture biologique

## Inconvénients

- Forte Variabilité d'efficacité au vignoble
- Méthode complémentaire
- Effet physiologique





## L'efficacité des défenses dépend de nombreux facteurs

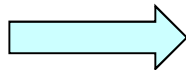
De l'agent pathogène (sa diversité, son agressivité, son adaptation à des toxiques et aux conditions de stress),

De la plante (génétique, l'organe, l'âge, ses capacités à répondre (intensité et vitesse))

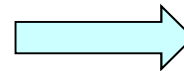
De l'environnement et de la biodisponibilité d'un éliciteur



**In vitro**



**In vivo**

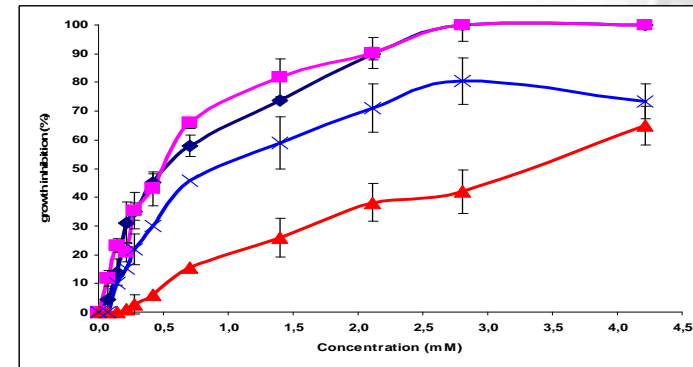


**In natura**

# Outil « BioMolChem »

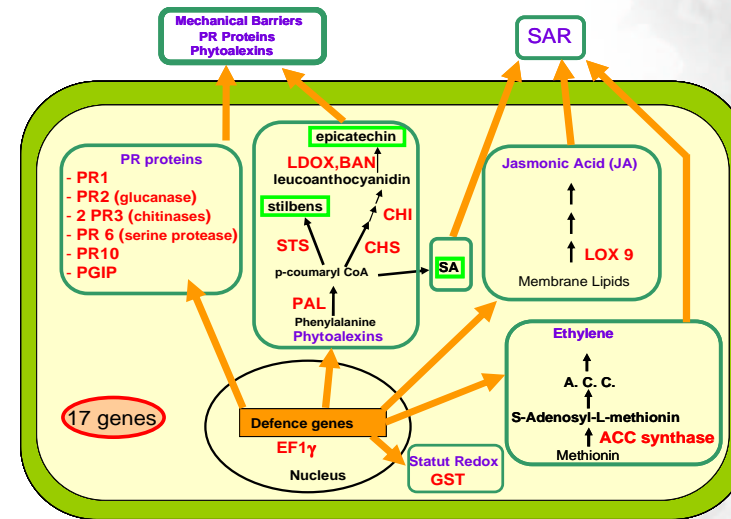
## ■ BIOLogical

Courbes doses-réponses montrant l'efficacité des défenses sur différentes populations.



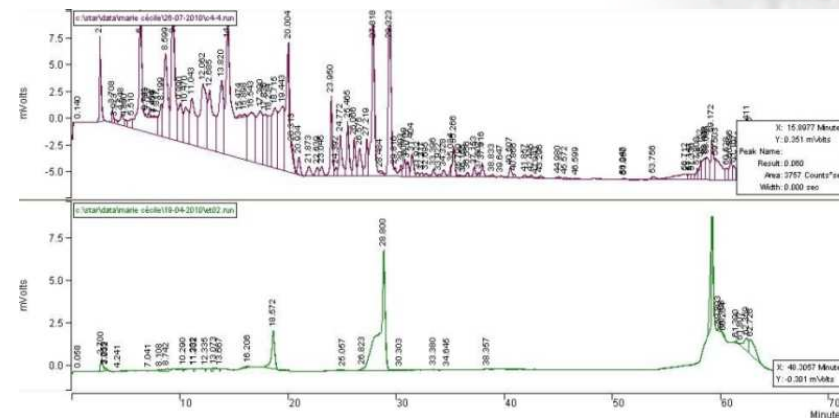
## ■ MOLEcular

Analyses de PCR quantitative avec des gènes impliqués dans les défenses qui nous renseigneront sur l'état de défense.



## ■ BioCHEMical

Identifier et quantifier des polyphénols potentiellement impliqués dans les mécanismes de défense de la vigne.



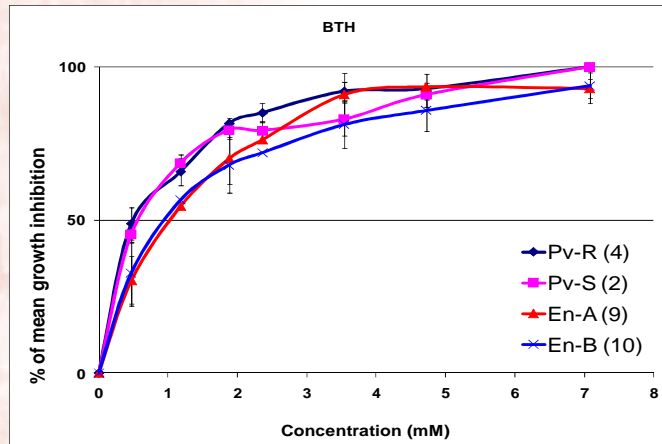


# Les SDP au laboratoire.....

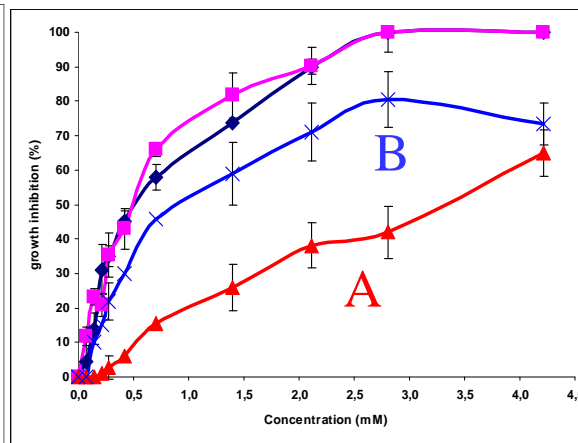


# Variabilité de l'efficacité selon l'éliciteur et l'agent pathogène considéré

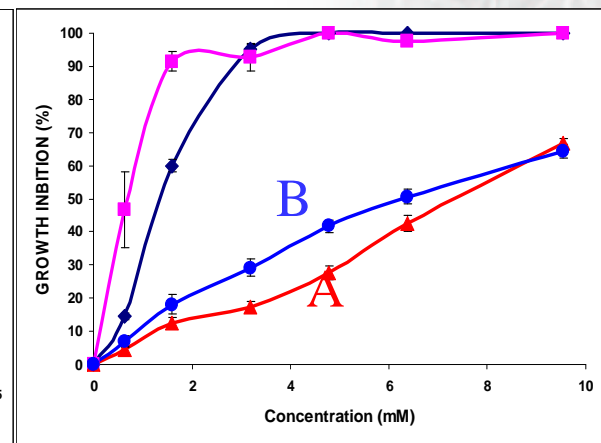
## Eliciteur A



## B



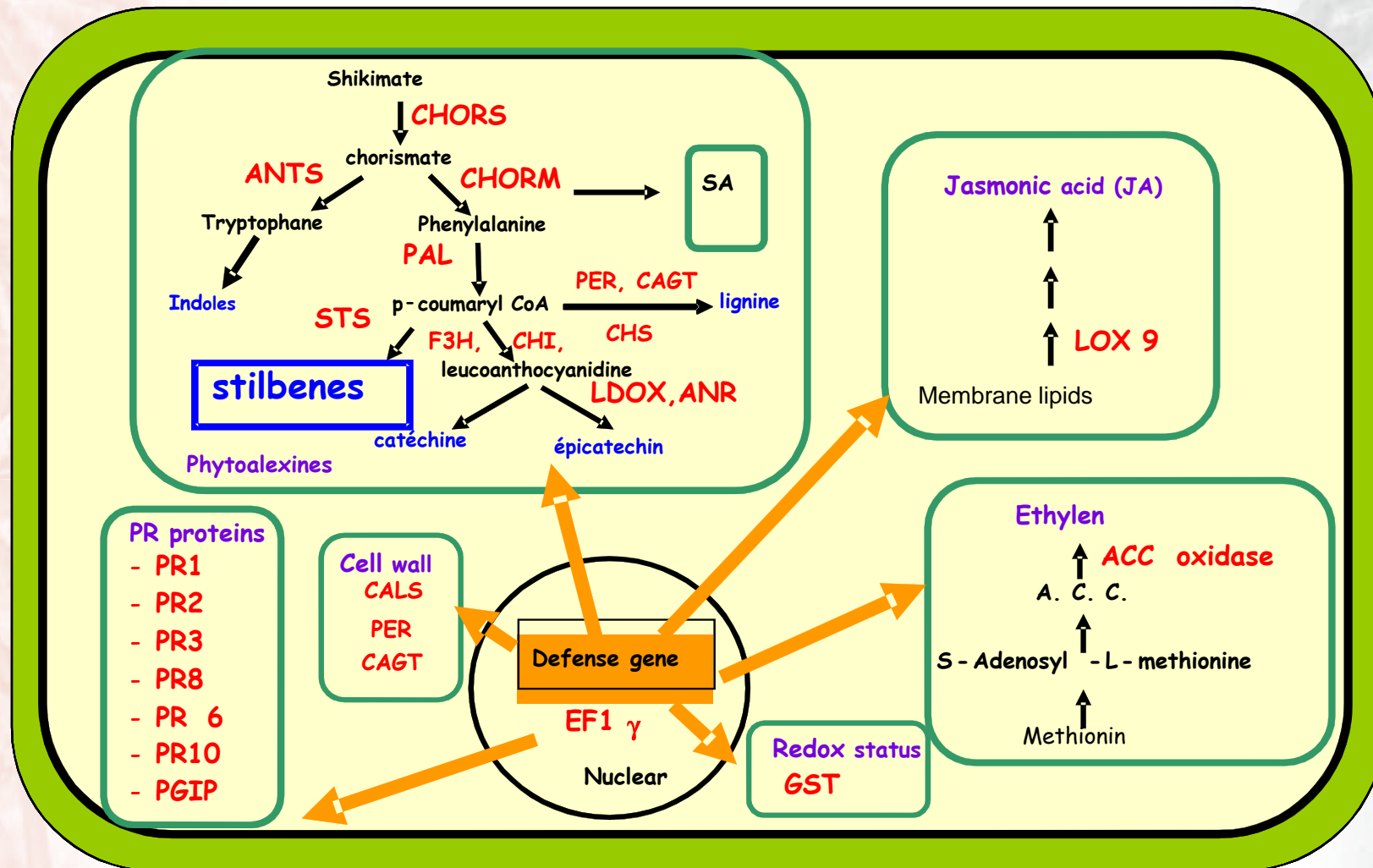
## C



- **Pv-R**: Souche de *Plasmopara viticola* résistantes aux fongicides
- **Pv-S**: souche de *Plasmopara viticola* sensibles aux fongicides
- **En-B**: souches d'*Erysiphe necator* de groupe B
- **En-A**: souche d'*Erysiphe necator* de groupe A

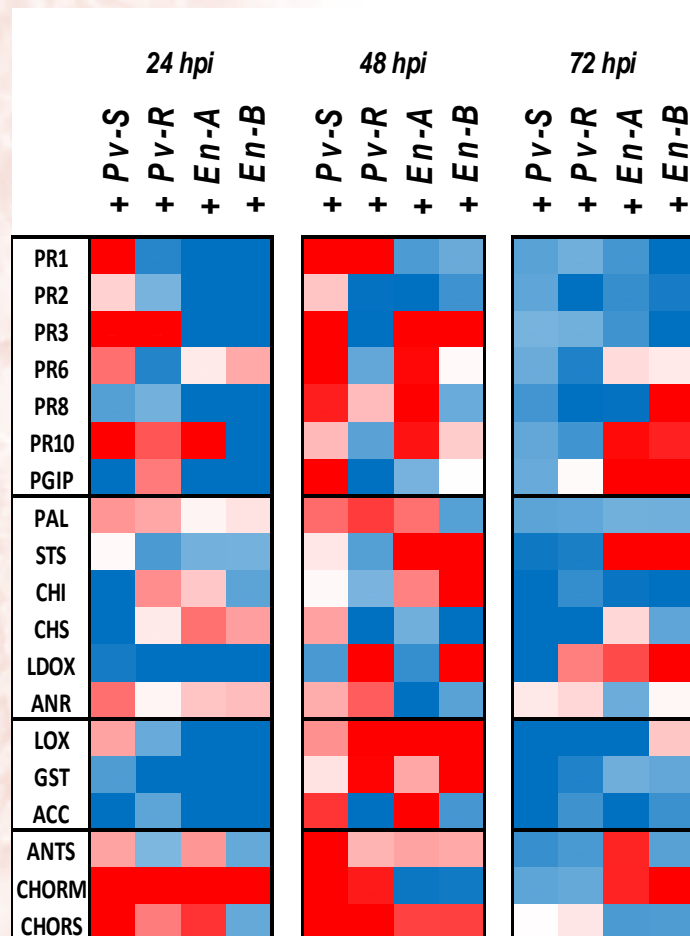
➤ A partir de test foliaires, il est possible d'évaluer l'efficacité d'un éliciteur sur les défenses de la vigne sur différentes populations d'oïdium et de mildiou et de déterminer les doses efficaces et les risques de non efficacité.

## Au niveau moléculaire.....

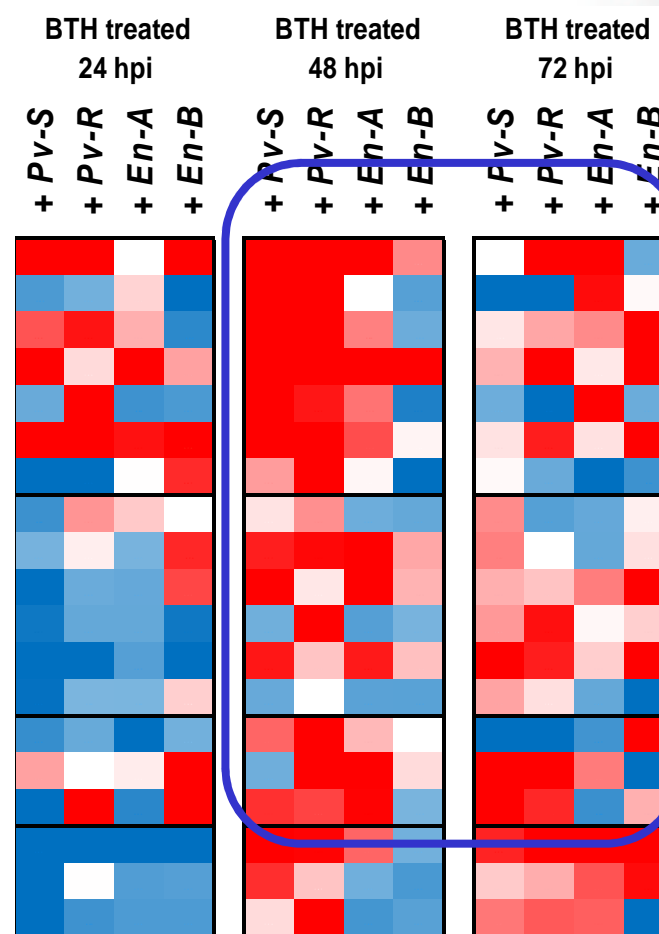


➤ q-RT-PCR avec 24 ou 96 gènes sélectionnés, qui décrivent l'état de défense des feuilles

## Profils d'expressions après infection, sans contrôle de la maladie



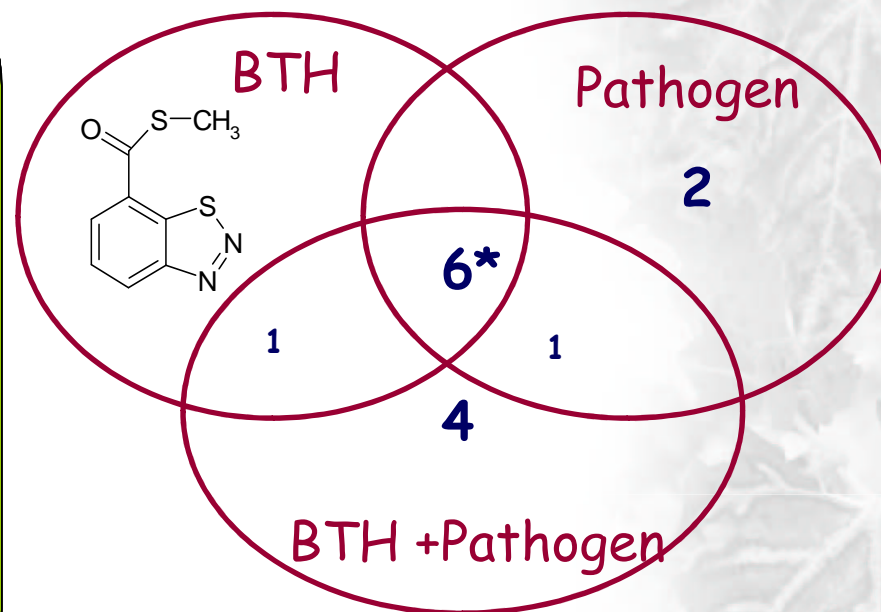
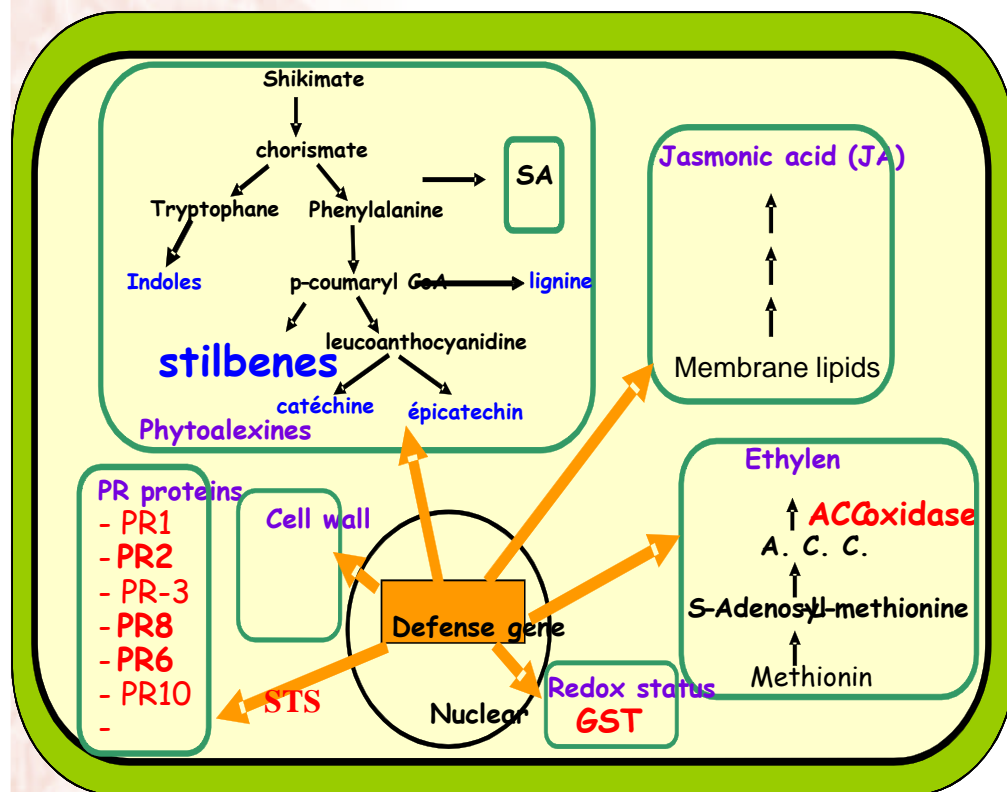
## Profils d'expressions après infection et élicitation avec contrôle de la croissance des deux pathogènes



- Expression des gènes relative à l'expression dans des feuilles témoins non traitées et non inoculées

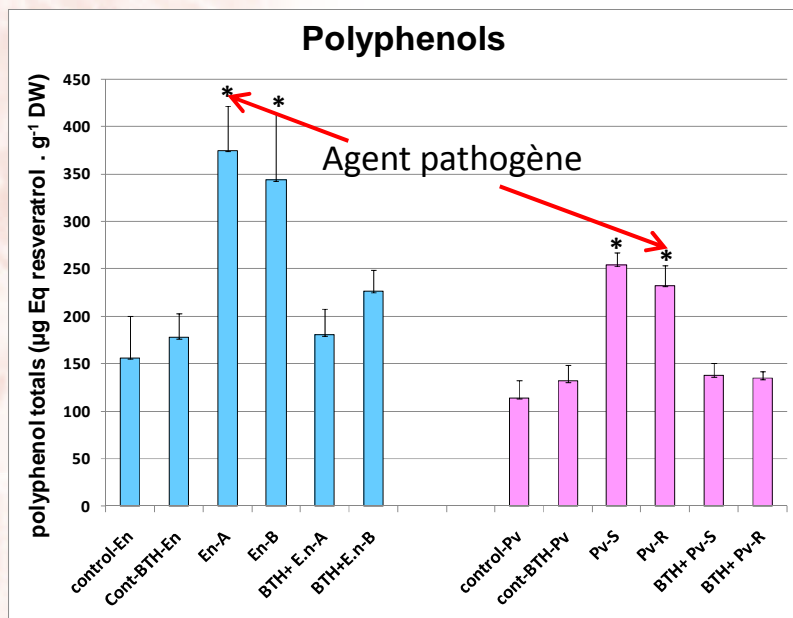
- Gradient couleur  <0,3 >3

# Marqueurs de défense ou de protection ?



- 6\* gènes seraient des marqueurs de défense
- 5 gènes sont des marqueurs potentiels de protection et du BTH

## Au niveau biochimique.....



➤ Les pathogènes seuls induisent une accumulation de polyphénols qui sont sans efficacité anti-fongique,

➤ Pas d'effet d'accumulation de resvératrol et de picéid, sauf effet de l'agent pathogène

➤ Seule la présence de ptérostilbène est corrélée au traitement BTH et à l'efficacité fongicide.

Dufour et al., (2013) *Plant Pathol. In press*, DOI: 10.1111/j.1365.3059.2012.02628.x

# Approche « BioMolChem »

- Après une infection par un agent pathogène, la vigne surexprime des gènes de défenses (e.g. PR1, PR3, PR10...), mais à un niveau insuffisant pour obtenir une protection des feuilles,
- Les agents pathogènes reprogramment le génome de la vigne et conduisent à la répression de nombreux gènes de défense (de 37.5 to 100% des gènes étudiés),
- Les agents Pathogènes stimulent la production de polyphénols dans les tissus de la vigne mais sans efficacité sur leur croissance.



## Benzothiadiazole-primed defence responses and enhanced differential expression of defence genes in *Vitis vinifera* infected with biotrophic pathogens *Erysiphe necator* and *Plasmopara viticola*

M. C. Dufour<sup>a</sup>, C. Lambert<sup>b</sup>, J. Bouscaut<sup>a</sup>, J. M. Mérillon<sup>b</sup> and M. F. Corio-Costet<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>INRA, UMR Santé Végétale (1065), ISVV, BP 81, 33883 Villenave d'Ornon; and <sup>b</sup>Université de Bordeaux, ISVV, GESVAB, EA 3675, 33140 Villenave d'Ornon, France

Benzothiadiazole (BTH), a salicylic acid analogue, strengthens plant defence mechanisms against a broad spectrum of pathogens. The role of pre-treatment with BTH in enhancing resistance against infection with various isolates of downy and powdery mildews (*Plasmopara viticola* and *Erysiphe necator*) was investigated in grapevine leaves. Tools were developed to better assess the defence status of the plant. In compatible interactions amongst a set of 19 genes, more than 57.2% of differentiated transcripts from *P. viticola* infected-leaves (*Pv*-infected leaves) and 90% from *E. necator*-infected leaves (*En*-infected leaves) were down-regulated at 24 h post-inoculation (hpi), indicating a manipulation of host responses by the pathogens. BTH treatment enhanced grapevine defences, with pathogen growth inhibited by 61–98%, depending on the pathogen isolate. Treatment also triggered up-regulation of pathogenesis-related protein genes such as *PR-1*, *PR-2*, *PR-3*, *PR-8* and *PR-10* in *Pv*-infected leaves, and *PR-3*, *PR-6* and *PR-10* in *En*-infected leaves. Treatment with BTH also led to regulation of indole pathway transcripts; in particular, anthranilate synthase was down-regulated at 24 hpi in all infected leaves, then strongly up-regulated afterwards according to the rate of pathogen development. Quantitation of polyphenols and stilbenes showed that pterostilbene was specifically accumulated in pre-treated leaves and associated with biological efficacy and significant increases in PR protein gene transcripts. The temporal evolution of defence-related genes in pre-treated infected leaves suggests that grapevine responses vary depending on the inter- or intra-species variability of pathogens.

**Keywords:** ASM, BTH, downy and powdery mildew, grapevine, plant defence genes, polyphenols

### Introduction

Powdery (*Erysiphe necator*) and downy (*Plasmopara viticola*) mildew are important diseases of grapevine (*Vitis vinifera*). These two biotrophic pathogens, which are native to the United States, infect green vine tissues and cause significant economic losses as well as environmental damage through the repetitive applications of fungicides.

The biotrophic oomycete *P. viticola*, the causal agent of downy mildew, is a heterothallic endoparasite (Lafon & Clerjeau, 1988). Its development involves intercellular mycelial growth and the differentiation of haustoria, which penetrate parenchyma cells. Its population diversity in Europe is low, but it exhibits various phenotypes and genotypes (e.g. fungicide resistance; Chen *et al.*, 2007). In contrast, *E. necator* (grapevine powdery mildew) is an ascomycete and ectoparasitic biotrophic fungus. In Europe, its populations are divided into two

distinct genetic groups, A and B, which have different ecological requirements (Amrani & Corio-Costet, 2006). Furthermore, group A isolates are significantly more sensitive to various fungicides than those in group B (Dufour *et al.*, 2011).

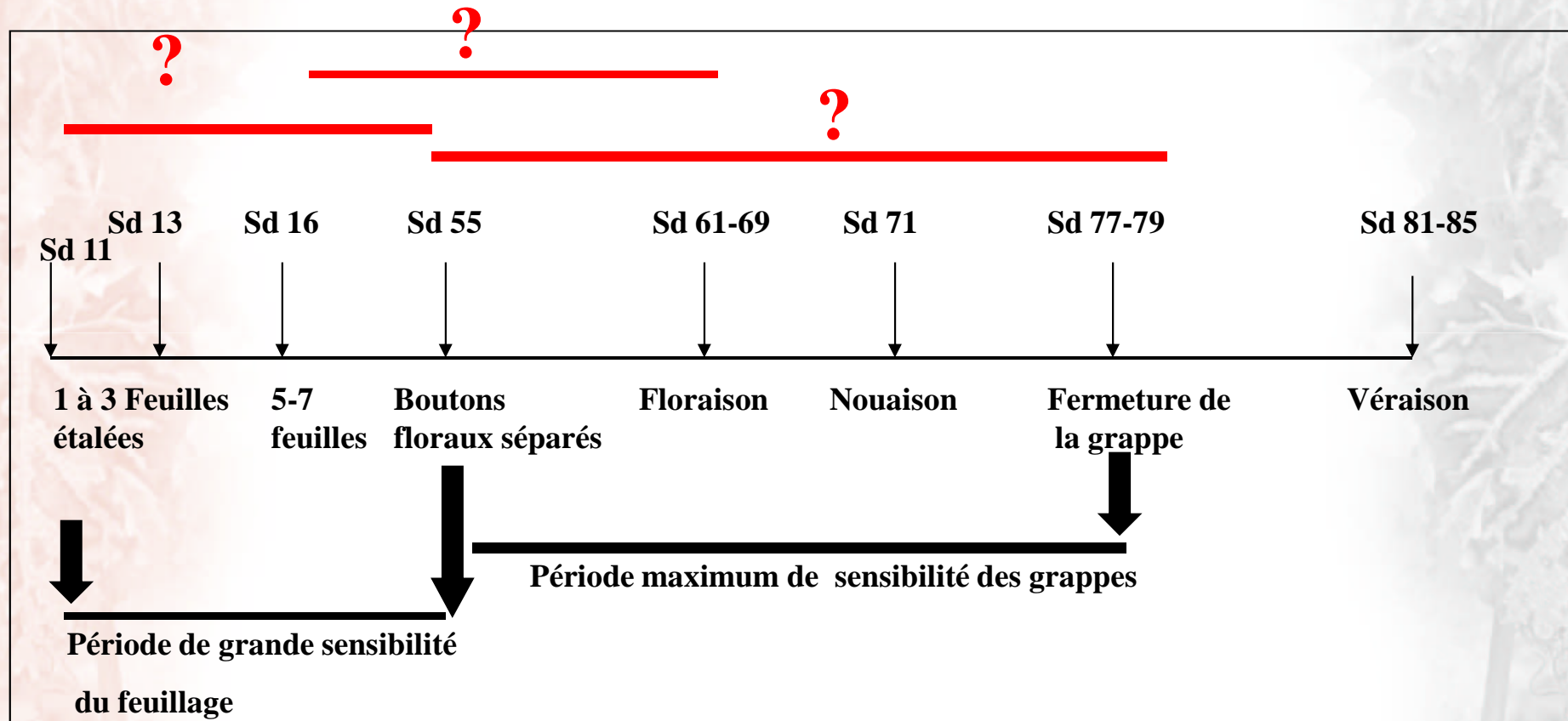
Plants possess the ability to defend themselves against pathogens, but the success of these defences depends on the speed and/or intensity of their response, in addition to activation of the defence mechanisms. If the defences are activated too late, the pathogen colonizes plant tissue. However, a part of these defences can be induced and confer protection against a broad spectrum of pathogens either locally to confine the pathogens at the infection site, or systemically to lead to the development of resistance within the whole plant (Walters *et al.*, 2007). Typically, this inducible resistance system can be associated with the accumulation of salicylic acid (SA), a molecule required for signal transduction in systemic acquired resistance (SAR; Pieterse & Van Loon, 2007), leading to the coordinated accumulation of pathogenesis-related proteins (PR proteins), the production of phytoalexins, and the reinforcement of plant cell walls. Recently, the application of inducers that mimic natural signalling

\*E-mail: coriocostet@bordeaux.inra.fr

# Les SDPs au Vignoble.....



# Stades phénologiques de la vigne et sensibilité



Quand ? Quelle dose ? Quel éliciteur ? Dans quelles conditions ?

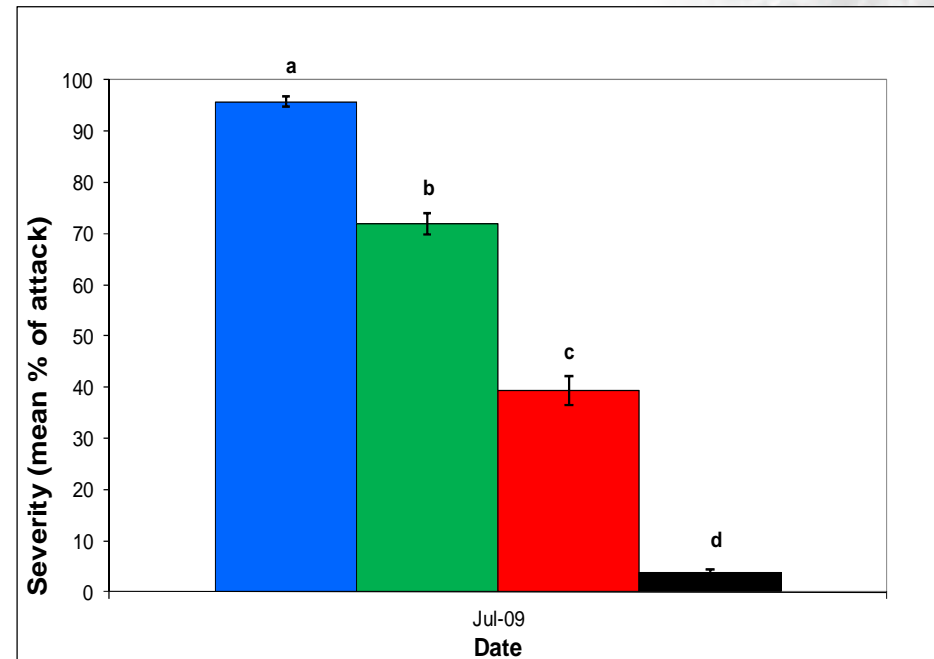
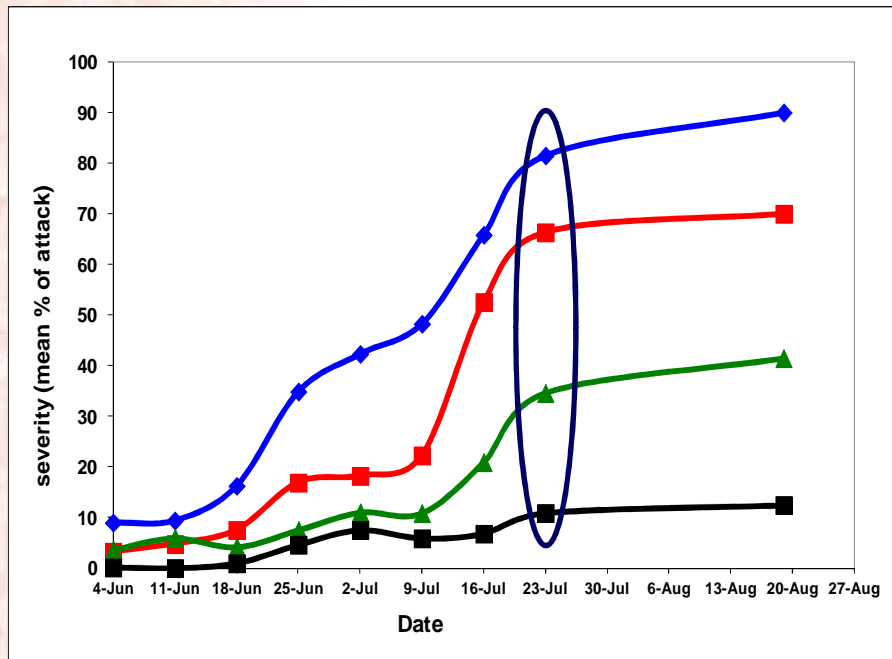


# Effacité au vignoble sous forte pression épidémique

Sévérité du mildiou  
(moyenne du pourcentage d'attaque)

Feuilles

Grappes



■ Control, ■ Eliciteur A, ■ Eliciteur B, ■ Réfrence fongicide

L'efficacité d'un SDP dépend de l'éliciteur considéré et aussi de l'organe de la plante

## Approche MOLéculaire au vignoble ....

- Avant l'inoculation, nous obtenons une bonne corrélation avec l'expression des gènes of STS and PAL et la sévérité de la maladie
  - nous avons trouvés des Marqueurs potentiels de protection avant inoculation
  - des Marqueurs de protection feuilles
  - des Marqueurs de défense, mais non de protection

## Approche BioCHIMique au vignoble ....

### ■ Des profils variés.....

Après 4 traitements et avant inoculation du mildiou

- les quantités de Resveratrol and de Picéide sont inversement proportionnel à la quantité de ptérostilbène et au niveau de protection.

Après 4 traitements et après l'inoculation

- $\epsilon$ -viniférine semble corrélée négativement et un composé A est corrélé positivement avec l'efficacité de protection des grappes.

□ L'association de SDP avec un fongicide à demi dose protège mieux que le fongicide seul.

□ il est possible d'obtention de raisin de qualité et maîtrise des épidémies en divisant par deux les doses de fongicides

- Perspectives intéressantes
- Besoin d'explorer leurs capacités et leurs limites

## Conditions Environnementales

Positionnement,  
synergie, antagonisme



Méthode  
complémentaire  
avec des SDP



Stratégie ?

Vigne

Pathogènes

- Association ou alternance avec des fongicides à dose plus faible,
- soutien à l'agriculture biologique,
- soutien à la durabilité des résistances variétales,
- réponse à des impasses techniques (maladie du bois, virus)

## □ UMR SAVE (Santé et Agroécologie du Vignoble)

Ingénieur  
MC Dufour



Technicien  
A. Lebreton  
B. G. Taris



PCT Terrain  
L. Druelle  
P. Sauris



□ GESVAB, ISVV  
Prof. JM Mérillon  
S. Cluzet  
C. Lambert

Soutien financier : CIVB



and INRA

