

Alternatives aux traitements insecticides dans la lutte contre la flavescence dorée : quelles sont les pistes ?

CONTACT :

Audrey Petit
IFV pôle Sud-Ouest
audrey.petit@vignevin.com

Le plan de lutte obligatoire contre la flavescence dorée est en place à l'échelle du territoire et nécessite l'utilisation durable d'insecticides.

Le projet RISCA a été l'occasion de travailler à des méthodes alternatives (ou complémentaires) de lutte contre *Scaphoideus titanus* à différents niveaux de maturité pour envisager une maîtrise de la maladie le plus efficacement possible.

Quelles pistes pour améliorer la maîtrise du vecteur viticulture biologique ?

Actuellement, une seule spécialité commerciale compatible avec le règlement bio est autorisée pour

réaliser les traitements obligatoires contre la cicadelle de la FD en France. Il s'agit du Pyrèvert®. Bien qu'homologué depuis 2009, ce produit fait preuve d'une très grande variabilité d'efficacité au vignoble en conditions réelles d'utilisation par les viticulteurs. Depuis son autorisation, de nombreux travaux de recherche-développement ont été mis en place, et sont encore en cours, par différents partenaires techniques pour essayer de comprendre les causes de variabilité de cette spécialité commerciale. En parallèle de ces travaux et afin de rendre la filière bio moins dépendante de ce produit, d'autres travaux sont réalisés pour trouver des alternatives ou des techniques complémentaires aux applications de pyrèthre naturel.

Année d'essai	Produit	Complément de traitement
2018 + 2019	Ø	Ecorçage mécanique (tronc uniquement)
	Huile minérale	
	Di-hydroxyde de calcium (HC)	
2018 + 2019	Ø	Ø
	Huile minérale	
	Di-hydroxyde de calcium (HC)	
2018 + 2019	Ø	Ecorçage par décapage eau chaude* (tronc uniquement)
	Huile minérale	
	Di-hydroxyde de calcium (HC)	
2020	Huile minérale – 2%	Application localisée sur le tronc
	Huile minérale – 2%	Application localisée sur les bras
	Huile minérale – 4%	
	Huile minérale – 2%	Application localisée sur le tronc + les bras
2021	Huile minérale – 10 l/ha	Bras + 1/3 supérieur du tronc – 1 ^{re} feuilles étalées
		Bras + 1/3 supérieur du tronc – Avant débourrement + 1 ^{re} feuilles étalées
	Huile minérale – 10 l/ha + Soufre mouillable 5 l/ha	Bras + 1/3 supérieur du tronc – 1 ^{re} feuilles étalées
		Bras + 1/3 supérieur du tronc – Avant débourrement + 1 ^{re} feuilles étalées
		Tout le cep – Avant débourrement + 1 ^{re} feuilles étalées

Tableau 1



Matériels et méthodes

Les connaissances sur la biologie de la cicadelle indiquent que les femelles pondent les œufs sous l'écorce des bois de plus de 2 ans. Nous avons émis l'hypothèse qu'enlever l'écorce entraînerait la destruction d'une partie des œufs et rendrait les autres plus accessibles, et donc plus sensibles, aux produits ovicides (= application d'huile minérale). Les essais ont été mis en place de 2018 à 2021. Le choix des modalités a évolué tous les ans en fonction de l'avancée des connaissances et des résultats acquis (Tableau 1).

Une des difficultés majeures de ces essais est que les modalités sont appliquées avant l'émergence des larves. Les parcelles sont choisies avec des niveaux de populations de cicadelles élevées l'année précédente (a minima 20 larves pour 100 feuilles), mais le niveau de population n'est pas toujours suffisant pour interpréter les résultats sur l'ensemble des parcelles traitées. Le nombre d'essais interprétables étaient de 2 en 2018, 1 en 2019, 2 en 2020 et 3 en 2021.

Résultats

Aucune méthode testée ou combinaison de méthode

ne permet de maîtriser totalement les populations de cicadelles.

Le décapage à l'eau chaude diminue les populations de cicadelles. La difficulté de mise en œuvre, le débit de chantier et la consommation en eau/ha rendent difficilement envisageable une diffusion de cette technique à grande échelle. **L'écorçage mécanique**, bien que moins efficace, pourrait être un meilleur compromis coût / bénéfiques, surtout s'il est suivi d'une application de produit. Dans nos essais, nous avons fait un passage spécifique d'épampreuse à lanière, hors saison, avec pour objectif d'enlever une partie des écorces. Le passage répété de cette machine en période végétative pour retirer les pampres apportent le même effet sur le retrait de l'écorce.

Le di-hydroxyde de calcium présente une efficacité intéressante ; généralement améliorée par le retrait du rhytidome. Cependant les doses appliquées pour parvenir à une telle efficacité et les difficultés de manipulation du produit (difficulté de mise en suspension, dépôts...) rendent la généralisation de cette modalité difficilement envisageable.

	Facilité de mise en œuvre	Coût	Efficacité	Complément de traitement
Décapage à eau pressurisée	Red	Red	Green/Yellow	Technique très consommatrice en eau. Il n'existe pas de machine adaptée à la vigne. Si elle précède l'application de produits ovicides, cette technique peut en augmenter l'efficacité.
Ecorçage mécanique	Green/Yellow	Yellow	Yellow/Red	L'écorçage peut être réalisé à l'aide d'une épampreuse mécanique à lanières. Il doit être réalisé le plus haut possible sur le tronc, au plus proche du cordon. La difficulté de mise en œuvre dépend beaucoup de la qualité d'implantation des rangs de vigne.
Di-hydroxyde de calcium	Red	Red	Green/Yellow	Attention à la qualité de formulation. Les doses de produits apportées sont extrêmement élevées : coût élevé.
Huile minérale	Yellow	Green	Yellow/Red	Nécessite un volume de bouillie important (~ 500 l/ha). L'application nécessite le recours aux panneaux récupérateurs. Une double application sécurise l'efficacité du traitement.
Glu	Red	Yellow	Green	Difficulté de pose des bandes engluées, cep par cep. Dans notre essai, cette technique a été aussi efficace que les traitements au pyrèthre naturel.

Tableau 2 (Le code couleur classe les techniques et produits en valeur relative, les uns par rapport aux autres)

Une seule application **d'huile minérale** n'est pas suffisamment efficace pour diminuer significativement les populations de cicadelles. Son efficacité est généralement améliorée lorsque le rhytidome est préalablement retiré (DEC ou EM) et lorsque 2 applications sont réalisées. Une double application d'huile sur des parcelles régulièrement épamprées avec une épampreuse à lanière peut réduire les populations de cicadelles.

La pose de bandes de glu sur les troncs en début de période d'apparition des larves (début mai) a présenté une efficacité comparable à une double application de Pyrèvert®. La combinaison de cette technique avec les traitements au pyrèthre naturel, qui favorisent la chute au sol des cicadelles, mériterait d'être étudiée dans les années à venir.

Le tableau 2 résume les principaux enseignements de ces essais. Le rapport coût / bénéfique / difficulté de mise en œuvre rend discutable le bénéfique de ces différentes techniques. La priorité en bio dans la lutte contre la cicadelle de la FD reste l'optimisation des traitements au Pyrèvert® et l'épamprage soigné des parcelles.

Et si on perturbait la reconnaissance phytoplasme / cicadelle pour limiter les risques de vection ?

Principe

La transmission des phytoplasmes nécessite une circulation et une multiplication dans le corps de l'insecte vecteur. Après acquisition sur une plante infectée, les phytoplasmes colonisent les cellules de l'intestin moyen. Ils s'y multiplient puis passent dans l'hémolymphe pour atteindre les cellules des glandes salivaires qu'ils vont coloniser (Fig. 1). Cette phase constitue la phase de latence. L'inoculation à une nouvelle plante a lieu lorsque les insectes injectent les phytoplasmes contenus dans la salive lors d'un repas. Les cicadelles *Scaphoideus titanus* s'infectent en général au stade larvaire en fin de printemps en absorbant les phytoplasmes de la flavescence dorée (FD) sur une vigne infectée. La latence étant d'environ 4 semaines, ce sont ces cicadelles devenues adultes qui inoculent les phytoplasmes à d'autres vignes dans le cours de l'été (Fig. 2). Les cicadelles demeurent infectieuses jusqu'à leur mort.

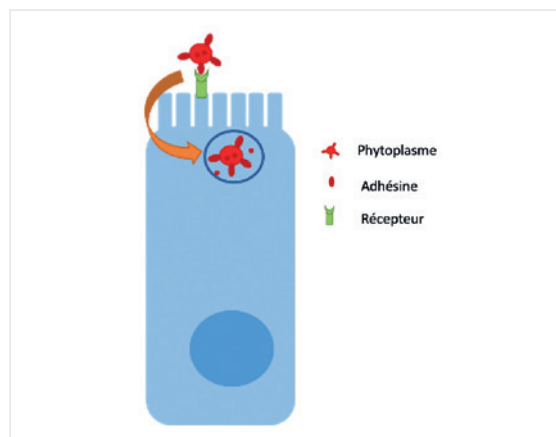


Figure 1 : Entrée du phytoplasme dans une cellule épithéliale intestinale de l'insecte.

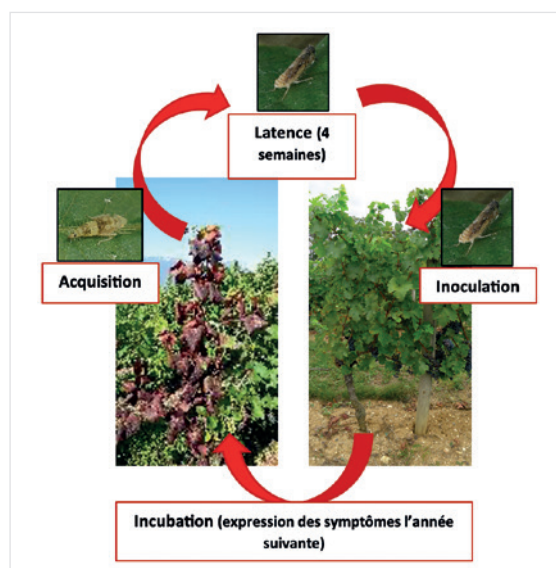


Figure 2 : Cycle d'infection de la vigne et des insectes *Scaphoideus titanus* par le phytoplasme de la flavescence

Inhiber la reconnaissance des cellules de l'insecte par le phytoplasme

Les travaux ont montré que le phytoplasme de la FD possède à sa surface une protéine, la VmpA, qui agit comme une « adhésine » (Fig. 1). Elle est capable de se lier à la surface des cellules de l'insecte vecteur. Si on fait ingérer des billes fluorescentes recouvertes de VmpA par l'insecte, on les retrouve retenues dans l'intestin moyen (Fig. 4). Après sélection de protéines candidates de l'insecte qui se lieraient à la VmpA, nous



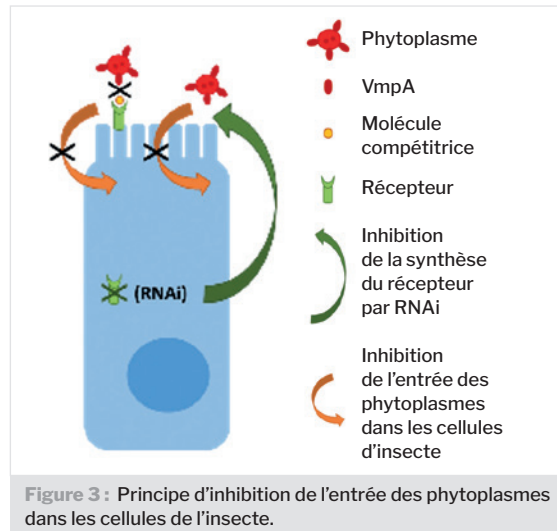
avons pu inhiber l'expression de 12 de ces gènes codant pour ces protéines candidates en utilisant l'interférence par ARN (RNAi). Notamment, la diminution de l'expression du gène uk1_LRR a entraîné une diminution de l'adhésion de billes fluorescentes (mimant les phytoplasmes) recouvertes de VmpA aux cellules d'insecte. Ces résultats suggèrent que la protéine d'insecte Uk1_LRR pourrait être un récepteur de l'adhésine VmpA du phytoplasme impliqué dans les étapes précoces de l'infection de l'insecte par le phytoplasme.

Inhiber la pénétration du phytoplasme dans les cellules de l'insecte

Des protéines impliquées dans l'entrée des phytoplasmes dans les cellules d'insecte de manière clathrine dépendante ont été retrouvées parmi les protéines qui interagiraient de façon indirecte avec la VmpA, ce qui laisse supposer que les phytoplasmes utiliseraient cette voie pour entrer dans les cellules de l'insecte vecteur. Nous avons montré à l'aide de drogues bloquant l'entrée clathrine dépendante et le RNAi sur les cellules d'insecte en culture que les phytoplasmes entraînent dans les cellules d'insecte en utilisant la clathrine. Les essais d'inhibition de gènes par RNAi ont montré que cette technique était efficace : une diminution de la colonisation des insectes par les phytoplasmes a été observée lorsque le gène de la clathrine a été inhibé dans l'insecte avant l'infection par les phytoplasmes. Des expérimentations sont en cours pour montrer que l'inhibition de l'expression du gène de la clathrine entraîne une diminution de la transmission des phytoplasmes à la plante.

Perspectives d'application

D'autres techniques d'interaction protéine/protéines ont permis d'identifier plusieurs protéines qui interagissent directement ou indirectement avec la VmpA. Nous avons aussi mis au point l'inhibition de l'expression de gènes d'insecte par ARN interférence (RNAi). Les résultats prometteurs de l'inhibition de la production de la clathrine et de la diminution de la concentration de phytoplasmes dans l'intestin nous permettent d'imaginer à long terme des moyens innovants de blocage de la transmission des phytoplasmes par les insectes en inhibant l'entrée des bactéries dans les cellules d'insecte (Fig.3). Pour cela nous devons montrer que l'interaction entre l'adhésine VmpA avec les pro-



téines d'insecte faisant office de récepteur est spécifique et que l'inhibition de la production de ces protéines par RNAi bloque la transmission des phytoplasmes par l'insecte vecteur.

Il est important de préciser qu'on est encore loin d'une possibilité d'application au vignoble. L'utilisation de ces molécules ARN est faite dans un premier lieu à des fins de recherche afin de mieux comprendre les interactions moléculaires entre les phytoplasmes et les tissus de l'insecte qui conduisent à la transmission.

Dans l'objectif à plus long terme de perturber la transmission, 2 verrous sont à lever :

- ➔ Une première étape sera de valider quelles molécules ARN entraînent une réduction de la transmission des phytoplasmes en conditions expérimentales.
- ➔ Une deuxième étape sera de vérifier leur spécificité vis-à-vis de *S. titanus* et qu'elles ne ciblent pas d'autres espèces d'hémiptères.

Article co-écrit avec Nathalie Arricau-Bouvery, Nicolas Constant de SudVinBio

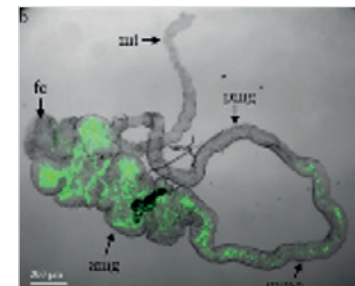


Figure 4 : Rétention de billes fluorescentes recouvertes de protéine VmpA (en vert) dans l'intestin moyen.