

La prémunition au vignoble, une stratégie de biocontrôle prometteuse pour lutter contre le court-noué

Cep de vigne
prémuni
peu symptomatique

Variant du GFLV
hypo-agressif protecteur

Variant du GFLV
hyper-agressif pathogène

Le virus du court-noué, à l'origine d'un dépérissement grave du vignoble

Aujourd'hui, plus de 60 % de la surface viticole française est touchée par la **maladie du court-noué**, principalement causée par le **Grapevine fanleaf virus** (ou GFLV) qui infecte les vignes et qui est transmis par le nématode *Xiphinema index*. Cette maladie engendre des pertes de récolte pouvant atteindre 80 % et une réduction drastique de la longévité des ceps. Elle est considérée comme l'une des viroses les plus dommageables pour la culture de la vigne et constitue un enjeu majeur pour le **Plan National de lutte contre les Dépérissements du Vignoble** (PNDV).

Pour répondre à cette problématique, l'**équipe de Virologie et Vection** de l'UMR SVQV du Centre **INRAE Grand Est - Colmar et ses partenaires** (Comité Champagne, CIVA, BIVB, IFV, Chambres d'Agriculture, Moët&Chandon, CNRS-IBMP et la région Grand-Est) ont lancé le projet **VACCIVINE en 2018**.

Ce dernier a pour objectif d'**initier** la mise en place de **stratégies de lutte biologique** au vignoble contre la maladie du court-noué, fondées sur le principe de **prémunition**.

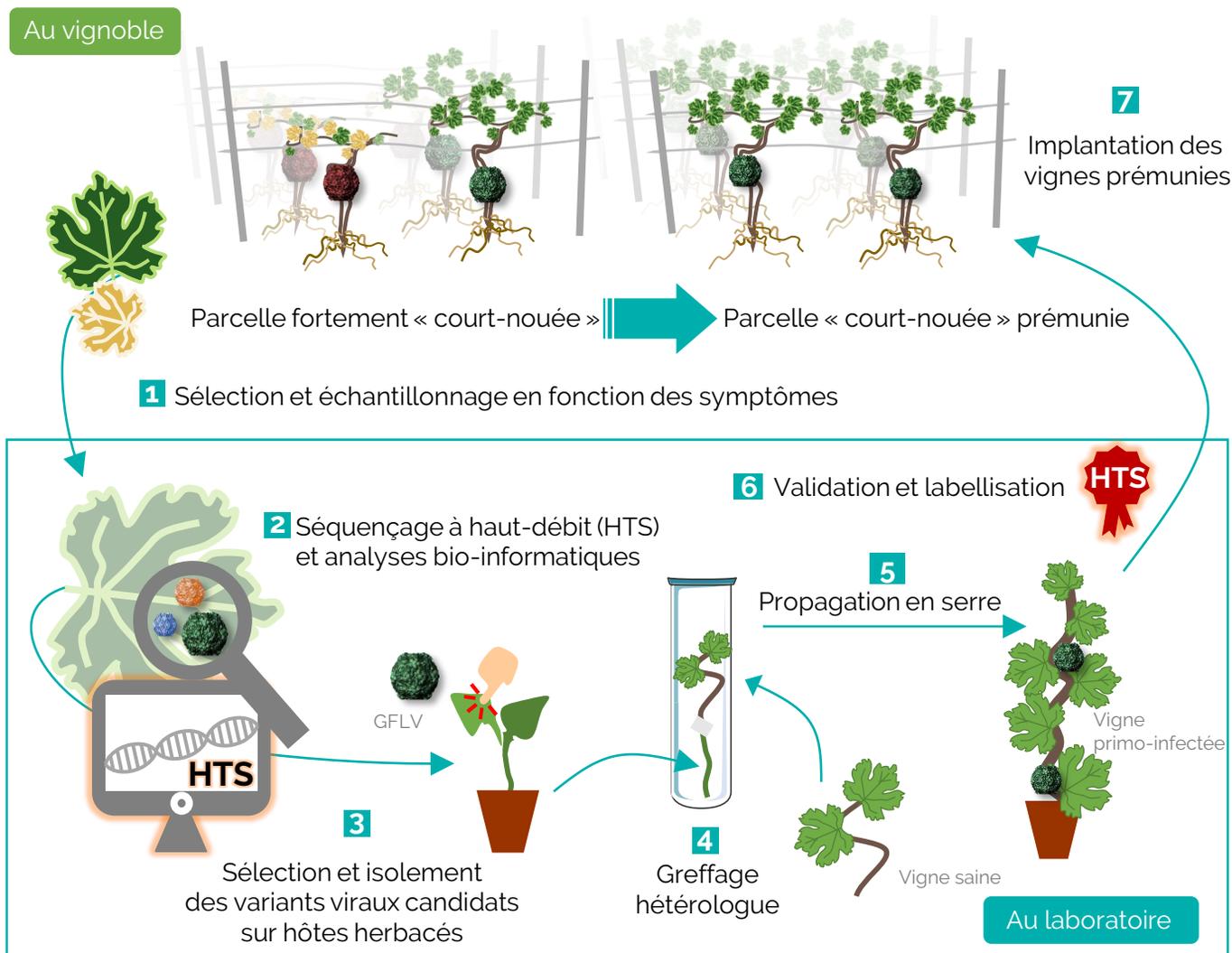


La prémunition s'apparente à la vaccination par le déclenchement dans la plante d'un mécanisme aboutissant à l'exclusion des variants pathogènes du virus, grâce à l'inoculation préalable d'un **variant du virus** sélectionné pour **sa faible pathogénicité**. Sa présence dans les plantes, alors dites « prémunies », protège les vignes d'une infection ultérieure par d'autres variants viraux responsables des **formes sévères de la maladie**.

Inspiré des **solutions efficaces** développées dans la lutte contre d'**autres maladies virales** (comme la tristezza des agrumes ou la mosaïque du pépino), l'**objectif premier** de VACCIVINE est la **mise au point des outils** nécessaires à la **sélection de variants hypo-agressifs** de GFLV issus de parcelles fortement « court-nouées » et **adaptées à leur futur terroir** d'implantation.

STRATÉGIE

Sélection de variants hypo-agressifs candidats pour la prémunition, grâce aux nouvelles techniques de séquençage à haut-débit



VACCIVINE est basé sur un réseau de parcelles fortement atteintes par le court-noué au vignoble, à partir desquelles des données agronomiques, sérologiques et moléculaires sont collectées. De nombreux échantillons de **vignes présentant une diversité de symptômes** sont récupérés dans ces différentes parcelles pour être étudiés **1**. L'objectif est de **mieux connaître et caractériser la diversité génétique du GFLV** au sein de ces différentes vignes. Ceci est maintenant possible grâce aux **nouvelles techniques de séquençage à haut-débit** ou HTS pour *-High throughput Sequencing-* qui permettent de **détecter** et d'**identifier rapidement, sans a priori** et de façon **exhaustive**, les **génomés** complets de **différents virus** **2**. Les variants de GFLV sont sélectionnés pour la prémunition d'après plusieurs critères : ils produisent de **faibles symptômes**, ils sont **adaptés à différents terroirs**, et présentent des **caractéristiques génétiques intéressantes**. Ces variants sont ensuite isolés par passages sur hôtes herbacés **3** puis inoculés à la vigne grâce à une technique de **greffage hétérologue**, entre une plante herbacée infectée mécaniquement par le(s) variant(s) de GFLV choisi(s) et une vigne saine **4**. Le matériel est ensuite multiplié en serre **5**. Ce **protocole de production contrôlé** des vignes prémunies sera **labellisé et combiné à des analyses HTS** **6**, qui permettront de garantir et certifier la présence de variant(s) de GFLV protecteur(s) dans les ceps avant leur implantation au vignoble dans les **parcelles éligibles à la prémunition** **7**.

RÉSULTATS

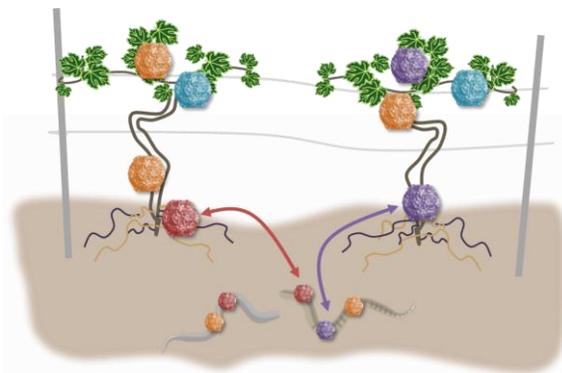
Au vignoble, chaque cep de vigne possède un virome unique



Après avoir réussi à adapter et paramétrer les HTS aux virus de la vigne, plus d'une centaine de ceps issus de 6 parcelles provenant de différents terroirs en France ont été analysés. Il a été constaté qu'en majorité les **ceps possèdent un virome** – ensemble des génomes viraux d'un échantillon – qui leur est propre.

Xiphinema index, nématode vecteur de la maladie et réservoir de la diversité génétique de GFLV

L'analyse de la **variabilité génétique** du virus chez des nématodes s'étant alimentés pendant 19 mois sur des vignes infectées par différents variants de GFLV, montre qu'un **seul individu** de *Xiphinema index* peut **acquérir des variants** de GFLV provenant de différentes vignes.

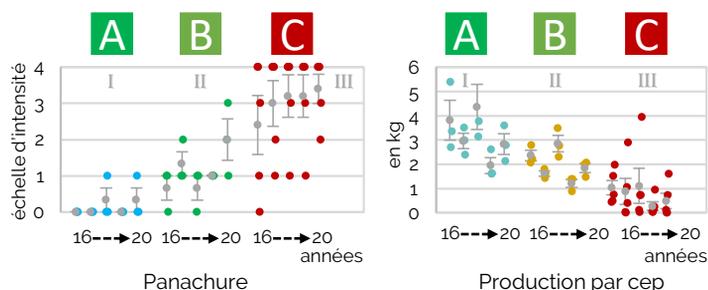


Sélection de variants de GFLV hypo-agressifs

Avec VACCIVINE, des variants de GFLV atténués ont été sélectionnés et isolés lors de prospections en zones fortement « court-nouées » à partir de ceps exprimant peu de symptômes. Pour cela, des **traits phénotypiques qualitatifs**, comme la panachure, et **quantitatifs**, comme la capacité de production de chaque cep, sont étudiés sur plusieurs années pour vérifier leur stabilité. Les variants de GFLV sont caractérisés par HTS.



A Non infecté par le GFLV **B** Infecté par le GFLV peu symptomatique **C** Infecté par le GFLV très symptomatique



Moyenne de l'intensité de panachure des feuilles (de 0 [absente] à 4 [forte]) et de production (en kg par cep) par année (2016 à 2020), pour chaque catégorie de vignes de la parcelle. Des différences statistiques significatives sont observées entre les catégories de vignes, indiquées par des chiffres romains différents sur le graphique.

Les ceps sont séparés en trois catégories : **A** les vignes ne montrant pas de symptômes et non infectées par le GFLV, **B** les vignes infectées par le GFLV mais ne montrant que de faibles symptômes, dont les variants hypo-agressifs seront sélectionnés et **C** les vignes infectées par le GFLV montrant de forts symptômes, pour lesquelles les variants hyper-agressifs sont exclus de la suite de l'étude. Après 5 ans, les premiers résultats sur 21 ceps suivis indiquent une **bonne stabilité dans l'expression des symptômes d'une année à l'autre**. Les variants peu symptomatiques semblent particulièrement intéressants du fait d'une perte de récolte bien moindre que celle observée avec les variants provoquant de forts symptômes.

Des résultats contrastés dans des anciennes parcelles expérimentales

Bien avant VACCIVINE, **4 parcelles expérimentales de prémunition avaient été mises en place** afin d'évaluer **l'efficacité de la protection de la prémunition**. Les résultats obtenus dans ces parcelles sont contrastés : certaines vignes semblent efficacement protégées après 10 années d'implantation dans un sol court-noué alors que d'autres ne le sont pas. **L'environnement** (pratique culturale, terroir, cépage, porte-greffe et diversité génétique des GFLV indigènes) pourrait être **primordial** pour une **prémunition efficace et durable**. Par ailleurs au cours d'un **essai en serre, certains variants se sont révélés plus protecteurs que d'autres**.

En route vers de nouveaux essais de prémunition

Afin d'évaluer dans des essais multi locaux les nouveaux variants prometteurs sélectionnés, des parcelles expérimentales de prémunition **seront implantées à partir de 2022**. Cette évaluation devrait permettre de valider l'effet bénéfique de la prémunition par **l'amélioration des niveaux de production** dans des zones où la culture de la vigne est rendue difficile du fait de la présence du court-noué.

Les résultats montrent que la **stratégie basée sur la sélection de différents variants adaptés au terroir** semble judicieuse pour obtenir rapidement une protection efficace. Pour obtenir des vignes prémuniées adaptées à l'ensemble des terroirs, il sera nécessaire de poursuivre les efforts de recherche pour **comprendre et maîtriser les paramètres impliqués dans l'activation efficace des mécanismes** à l'origine de l'exclusion des virus induisant les formes sévères du court-noué.

PERSPECTIVES

VACCIVINE 2* (2022-2025) prévoit :

- L'élaboration d'un **protocole adapté pour la multiplication, la pré-multiplication, la production et le greffage des ceps prémunis** (optimisation de l'étape d'inoculation/prémunition du cep et/ou du porte-greffe) et la **certification par HTS** de l'identité du virome de ce matériel en **collaboration** avec l'IFV, la **Fédération Française de la Pépinière Viticole**, les **interprofessions viticoles** ;
- L'**évaluation** de l'impact de cette (ou ces) **technique(s) de production** sur **l'efficacité de la prémunition** ;
- La mise en place **d'expérimentations multi-locales au vignoble** et l'élaboration de plans d'expérimentations impliquant **les viticulteurs** (suivi des essais de prémunition mis en place en **Champagne en 2022** et le démarrage d'essais en **Bourgogne**, en **Alsace** et en **Vallée du Rhône**) ;
- L'**élucidation des mécanismes sous-jacents de la résistance induite** par prémunition afin de gagner en efficacité et d'aborder la généralité de cette stratégie de biocontrôle.

VACCIVINE 3* (2026-2029) prévoit :

- La **comparaison des niveaux d'efficacité** et l'évaluation de la **durabilité de la protection** mise en place dans les essais « VACCIVINE 2 » et de l'aptitude à la prémunition de différents cépages ;
- L'étude de l'**impact socio-économique** de la prémunition (filière de gestion et préparation du matériel prémuni en **serre de nouvelle génération pour la conservation des têtes de clones** et leur pré-multiplication selon un cahier des charges permettant de garantir leur qualité sanitaire) ;
- La **commercialisation éventuelle à partir de 2030** de ceps prémunis avec des variants adaptés à différents terroirs.

* La réalisation de VACCIVINE 2 et 3 est conditionnée à l'obtention de financements