

Dernières avancées sur les dépérissements de la vigne

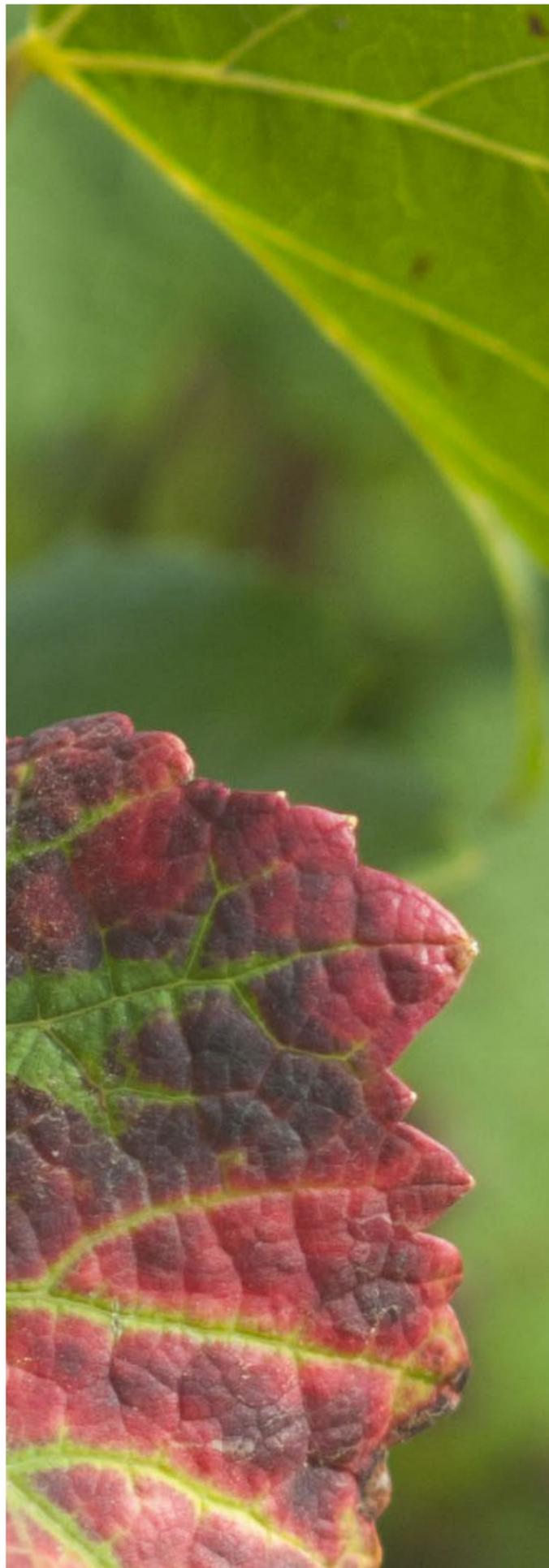
— #3 | OCTOBRE 2020 —

LES CAHIERS

DU PÔLE TECHNIQUE & QUALITÉ



BOURGOGNE
Bureau Interprofessionnel
des Vins de Bourgogne



EDITO

Le terme même de dépérissement s'est imposé pour désigner tout un ensemble d'expressions symptomatiques de la vigne, dont les causes sont très nombreuses. On peut parler de syndrome.

Dans les parcelles, le constat est le même, des vignes ont un développement anormal voire meurent alors qu'elles sont parfois de plantation très récente. Quelles que soient les causes, l'effet est le même pour le vigneron : une perte de production, et souvent une obligation de remplacer les ceps touchés.

A l'issue d'une mobilisation nationale assez exceptionnelle, la recherche s'est à nouveau intéressée au matériel végétal. Celui-ci a été occulté pendant près de 40 ans, tout semblait connu. Ce désintérêt est en partie dû au fait que la puissance des solutions apportées par les produits de protection phyto-sanitaires a fait penser qu'à chaque problème, il y avait une solution « chimique » qui règle la question.

Or tel n'est pas le cas. La plante, dans son intégrité et son développement, doit se retrouver au centre de notre attention. En ce sens, le devenir de la vigne doit plus emprunter aux concepts forestiers ou arboricoles qu'agronomiques.

Et les premiers résultats des recherches des causes du dépérissement confirment cette intuition naturaliste. Il n'y a pas une cause : virus, carence... Le dépérissement

est multifactoriel, ce qui en complexifie la résolution, mais remet au centre de la réflexion l'action du vigneron, seul à même, dans ses vignes à intégrer les différents aspects de la vie de la plante. Et nous pensons même que le vigneron est l'acteur principal de la recherche par ses observations et ses expérimentations.

Nous avons voulu ce Cahier, non pas pour vous donner des solutions toutes faites, nous n'en avons pas, mais des pistes de réflexion pour votre propre approche. Je veux lever, à ce propos, une ambiguïté : l'absence de solutions toutes faites ne veut pas dire absence de résultats. On sait déjà qu'il y a des choses à faire et à ne pas faire. L'objectif de ce cahier est de vous en donner un aperçu, une envie surtout d'approfondir les sujets.

Vous lirez ainsi que les viroses sont certes un souci majeur, mais que la solution ne passe pas seulement par un matériel végétal « sain » mais aussi par une gestion collective de nos plantations. Que le choix du porte-greffe reste fondamental, avec les sécheresses estivales qui vont devenir la norme. Et vous aurez un aperçu de nouvelles méthodes d'analyse par imagerie pour qualifier un plant.

Enfin, je voudrai remercier ceux qui nous interpellent fréquemment. Ils nous aident à progresser, et surtout nous confortent quand ils s'approprient une part des résultats de la recherche. C'est un axe que le BIVB veut développer, travailler avec vous sur ces sujets pour que vous soyez les acteurs de notre recherche, le laboratoire est chez vous. Nous souhaitons garder le principe hum, hum, hum : humanisme, humilité et humour¹.

Christian VANIER

¹ emprunt à Alain Damasio



Sommaire

5 **Court-noué**

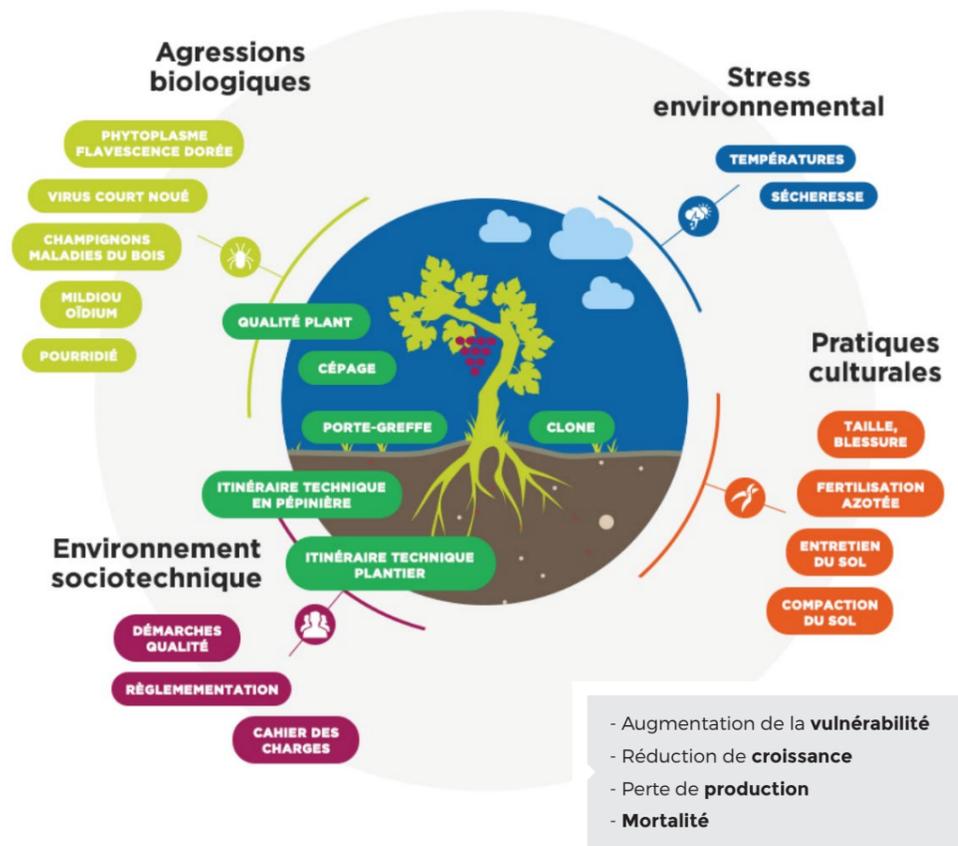
8 **L'enroulement**

12 **Porte-greffes : des dépérissements au changement climatique ? quelles adaptations ?**

16 **L'imagerie au service de la recherche**

22 **Flavescence dorée**

28 **Le Plan national Dépérissement du vignoble (PNDV), qu'est-ce que c'est ?**



LES DÉPÉRISSEMENTS DE LA VIGNE

des causes multifactorielles

Les dépérissements, non pas une cause et sa solution, mais des facteurs et des effets sur lesquels agir.

Les dépérissements traduisent une baisse pluriannuelle subie de la productivité du cep et/ou sa mort prématurée, brutale ou progressive liée à une multiplicité de facteurs. Les maladies du bois, les viroses et autres causes biotiques en font partie, mais la réponse de la vigne et son comportement dans son environnement (climat, sol, pratiques culturales, système

technique de l'exploitation viticole) font aussi partie des facteurs de dépérissement. La recherche-expérimentation doit investiguer ces différents domaines. Les liens sont forts avec l'agronomie, élaboration du rendement, mécanismes conditionnant la longévité, fonctionnement du sol, mais aussi avec les facteurs économiques et sociaux qui déterminent de nombreux choix et situations.

L'objectif de ce cahier technique est de présenter les premiers résultats obtenus par différents programmes de recherche portant sur les dépérissements. Certains programmes n'étant pas

terminés, il peut s'agir de résultats intermédiaires mais qui peuvent, dès à présent, vous proposer des clés pour appréhender les dépérissements.

Webformation : mieux connaître les dépérissements pour agir



Cette webformation accessible à tous a obtenu le prix OIV 2020 dans la catégorie viticulture. Elle permet d'approfondir ses connaissances sur les dépérissements du vignoble tout en restant à domicile.

COURT-NOUÉ

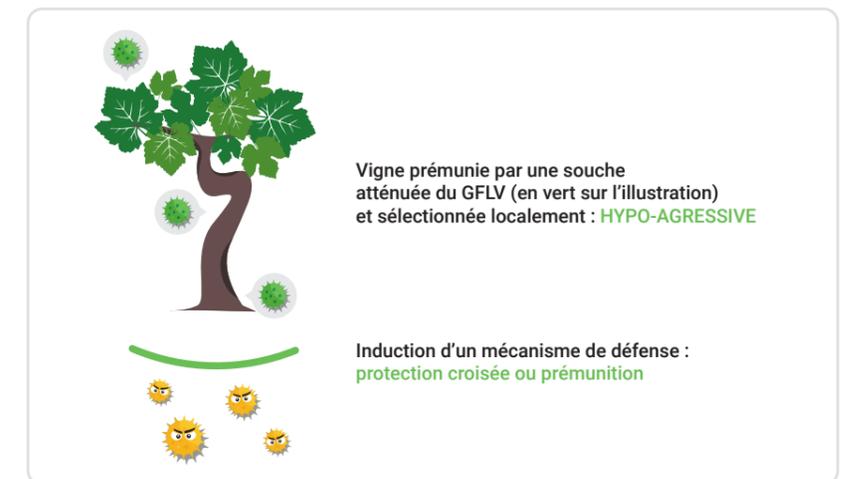
L'utilisation de matériel végétal prémuni sera bientôt une solution pour les parcelles très touchées

Le projet VACCIVINE vise à développer une stratégie de tolérance du vignoble contre le court-noué, fondée sur le principe de prémunition. Dans les vignes atteintes par le court-noué, certains pieds infectés par le virus du court-noué (GFLV ou Grapevine fanleaf virus) présentent peu de symptômes. Ces vignes sont en fait atteintes par des variants de virus n'induisant pas de symptômes préjudiciables (dits hypovirulents), et pouvant être sélectionnés et isolés afin de les inoculer à d'autres plants.

Cette méthode de biocontrôle s'apparente à la vaccination, bien qu'il n'y ait pas de déclenchement d'une réaction de défense de la

plante. L'inoculation d'un variant du virus sélectionné pour sa faible virulence et sa multiplication dans la plante. 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 (voir figure).

Le projet s'appuie sur un réseau d'une vingtaine de parcelles, fortement atteintes par le court-noué. L'une d'elles se trouve à Chablis. Depuis 4 ans, des séquençages sont réalisés pour connaître et caractériser la diversité génétique du GFLV. Les résultats issus de centaines d'échantillons ont permis de sélectionner des variants



Qu'est-ce que le court-noué de la vigne ?

Reconnaître les ceps atteints, s'informer et se former. Voir également article page 14-15 du Cahier #1.



<https://www.plan-deperissement-vigne.fr/outils/fiches-techniques/symptomes-des-viroses-de-la-vigne>

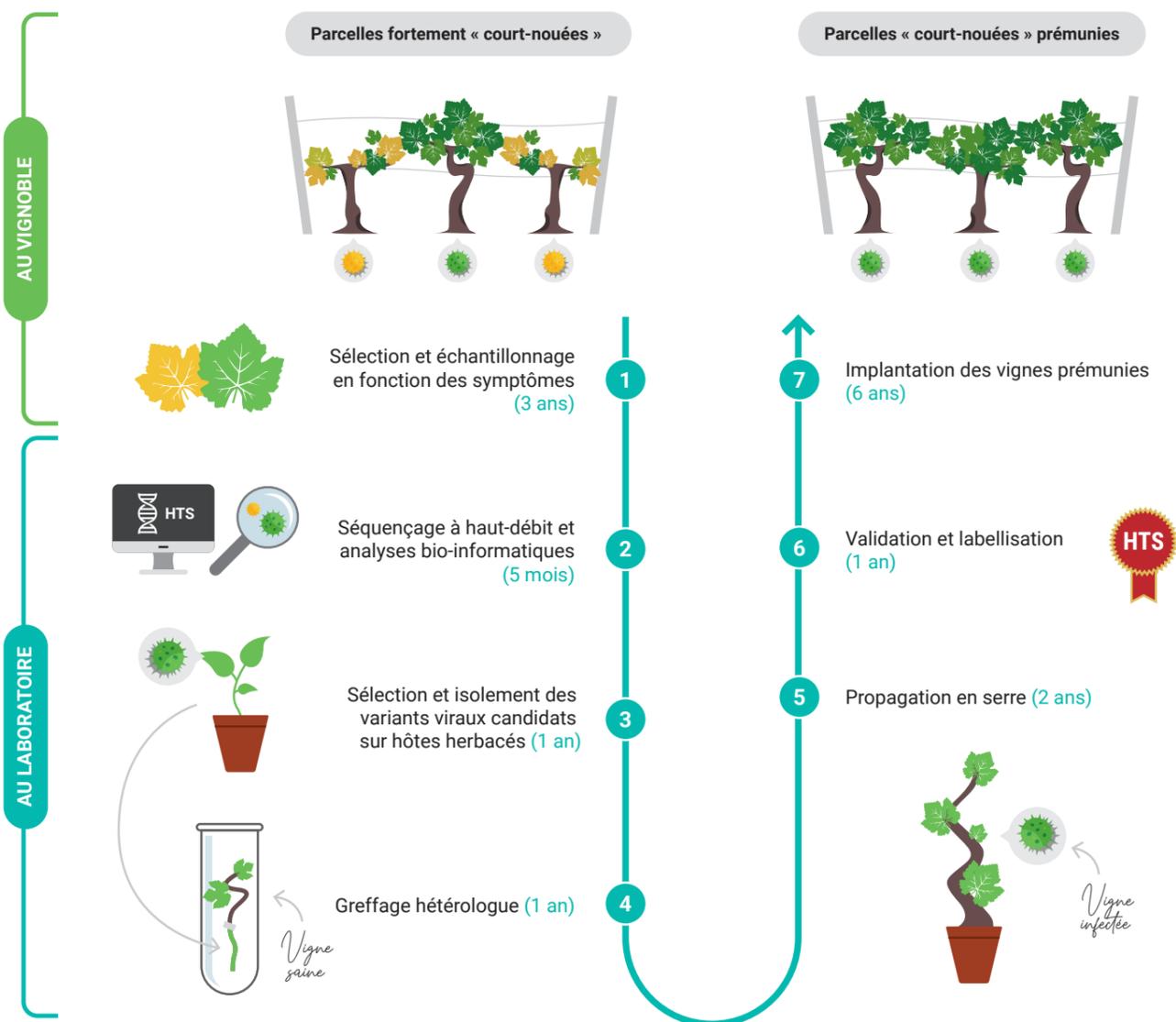
du GFLV adaptés à la prémunition. Ils sont isolés par passages sur hôtes herbacés (3) puis inoculés à la vigne grâce à une technique de greffage hétérologue, entre une herbacée, infectée mécaniquement par le GFLV choisi et une vigne saine (4). Le matériel est ensuite multiplié en serre (5). Les techniques de séquençage à haut débit pourraient permettre de certifier les plants prémunis. Cette certification sera garantie de traçabilité notamment à l'exportation (6), ce qui permettra de garantir et certifier la présence

du variant de GFLV protecteur dans les pieds avant leur implantation au vignoble dans les parcelles éligibles à la prémunition (7).

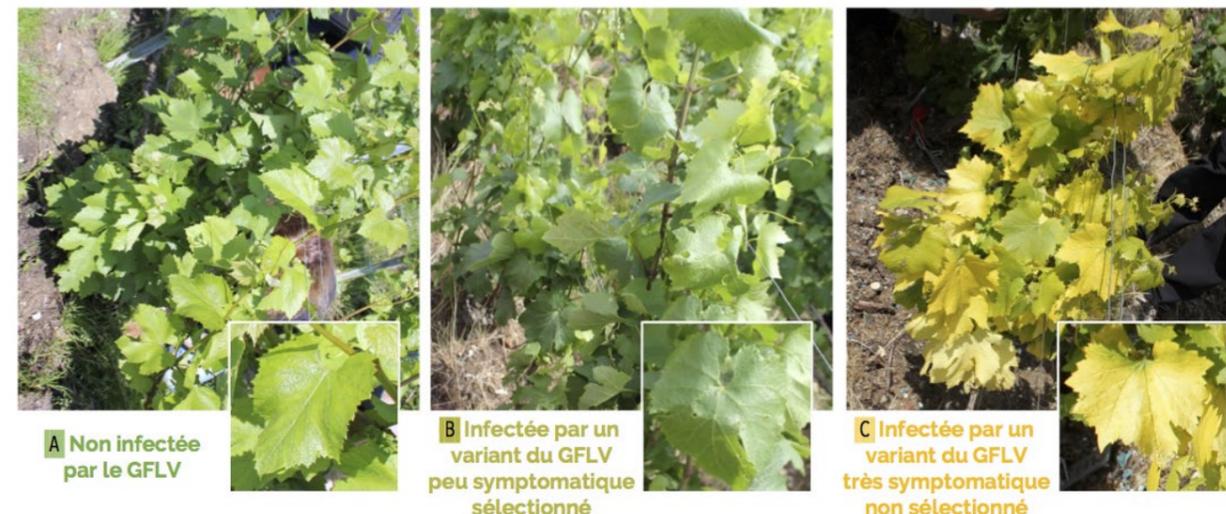
Vers une application concrète au vignoble

Des essais multi locaux, dans des parcelles expérimentales de prémunition, débuteront en 2022. Ces essais permettront de valider l'effet bénéfique et durable 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. Parallèlement des Outils d'Aide à la Décision (OAD) seront mis en place afin de définir quel(s) variant(s) du virus du court-noué atténué(s) sont le(s) mieux adapté(s) à chaque terroir et cépage.



Symptômes observés sur des vignes du projet VACCIVINE



A Non infectée par le GFLV

B Infectée par un variant du GFLV peu symptomatique sélectionné

C Infectée par un variant du GFLV très symptomatique non sélectionné

Des outils d'aide à la décision



Vitinnov (structure de transfert de Bordeaux Sciences Agro, en Gironde) propose deux outils d'aide à la décision pour la planification des arrachages (diagnostic VIROSE) et la durée de repos du sol (diagnostic NEMATODES). Le diagnostic VIROSE permet de détecter par test ELISA les foyers de court-noué bien développés et mettre en évidence leur étendue (détection des ceps virosés asymptomatiques). Les diagnostics peuvent être réalisés à l'échelle de la propriété ou de la parcelle. Le diagnostic NEMATODES est basé sur l'identification des espèces présentes, leurs effectifs et leurs répartitions et permet de déterminer la durée de repos du sol réduisant au minimum le risque potentiel de recontamination rapide.

Court-noué : Une origine encore inconnue en 1948 !

En 1948 à la Station œnologique de Bourgogne, à Beaune, on s'interroge sur les dégâts conséquents causés par le court-noué et son origine. La bibliographie de l'époque fait état de nombreuses hypothèses parmi lesquelles certaines penchent pour une cause biologique : le court noué serait dû à une virose propagée par le puceron responsable du phylloxera. Mais à la Station Œnologique de Bourgogne, on s'oriente plutôt vers l'hypothèse d'une phytotoxicité du

cuivre ; les teneurs mesurées au vignoble étant impressionnantes ; et un chef de travaux, A. Michel, publie un mémoire sur ses résultats. Mais ceux-ci ne rencontrent pas l'adhésion de l'ensemble de la communauté scientifique comme en atteste un échange manuscrit avec son homologue de la station de recherches de Champagne à Epernay : «En ce qui concerne la responsabilité du cuivre dans l'apparition du court-noué, bien que

vos résultats soient significatifs, je crois sincèrement que cette hypothèse est difficilement acceptable. En effet le rôle du cuivre dans cette affection contagieuse n'explique pas tous les faits observés».

Ce n'est qu'en 1958 que Hewit établira formellement que cette maladie est une virose associant deux virus (GFLV ; ArMV) propagée dans les sols par des nématodes, petits vers microscopiques....

Un continuum sol - plante - micro-organisme

La vigne est environnée d'une cohorte de microorganismes qui lui est étroitement associée (bactéries, virus et champignons, etc.), et qui constitue son microbiote.

L'ensemble vigne, en tant qu'organisme hôte, et son microbiote est désigné sous le terme d'holobionte¹.

Son déséquilibre pourrait traduire l'installation de maladies ou de désordres physiologiques, source de dépérissement. Cet équilibre fait l'objet d'un projet de recherche afin d'identifier des bio-indicateurs de l'état de santé de la vigne. L'identification de ces bio-indicateurs permettra de développer des outils

de diagnostic de l'état sanitaire d'un parcellaire afin de définir des actions (préventives ou curatives) et restaurer un fonctionnement normal.

Afin de définir des descripteurs du fonctionnement de l'holobionte vigne, le projet Holoviti répondra à 3 questions :

- Peut-on établir un profil sanitaire d'un cep à l'aide de bio-indicateurs ?
- La sensibilité d'un cépage à l'Esca est-elle liée au microbiote associé ?
- Les champignons mycorhiziens peuvent-ils transmettre un signal de dépérissement et servir de sentinelles ?

¹ Du grec holos, "tout" et bios, "vie", le terme holobionte correspond à une entité vivante naturelle constituée d'un organisme supérieur, c'est-à-dire pluricellulaire, appelé hôte, comme un animal ou une plante, et de son microbiote, c'est-à-dire de la cohorte de microorganismes qui lui est étroitement associée (bactéries, virus, archées, protistes et champignons microscopiques).

L'ENROULEMENT

La lutte contre les maladies disséminées par des vecteurs aériens comme la cicadelle de la Flavescence dorée, les cochenilles pour l'enroulement nécessite une

lutte à l'échelle du territoire. Si le statut de maladie de quarantaine a amené l'Etat à réglementer la lutte de la Flavescence dorée par le biais d'une lutte collective,

d'autres maladies peuvent s'inspirer de ce modèle de gestion pour la lutte.

Mise en place d'une gestion collective et intégrative de lutte

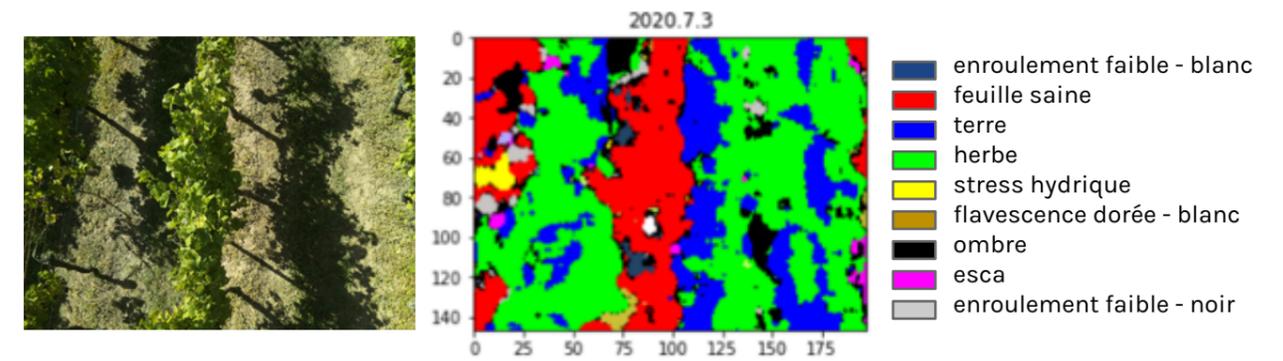
Une parcelle arrachée en raison de la présence d'enroulement puis replantée risque souvent d'être réinfectée à partir des parcelles adjacentes si celles-ci hébergent les virus et des cochenilles.

Si la lutte contre l'enroulement viral passe tout d'abord par

l'utilisation de plants sains, il est fortement conseillé d'arracher les pieds symptomatiques sur les jeunes plantations pour éviter la propagation de la maladie. Pour cela, il faut savoir reconnaître les ceps atteints et connaître l'état sanitaire de l'environnement viticole afin d'éviter une nouvelle contamination.

Le projet lancé en 2018 a posé les bases d'une gestion collective contre l'enroulement viral et ses vecteurs à l'échelle d'un coteau.

Le projet s'est notamment appuyé sur l'imagerie par drone pour détecter puis cartographier les symptômes.

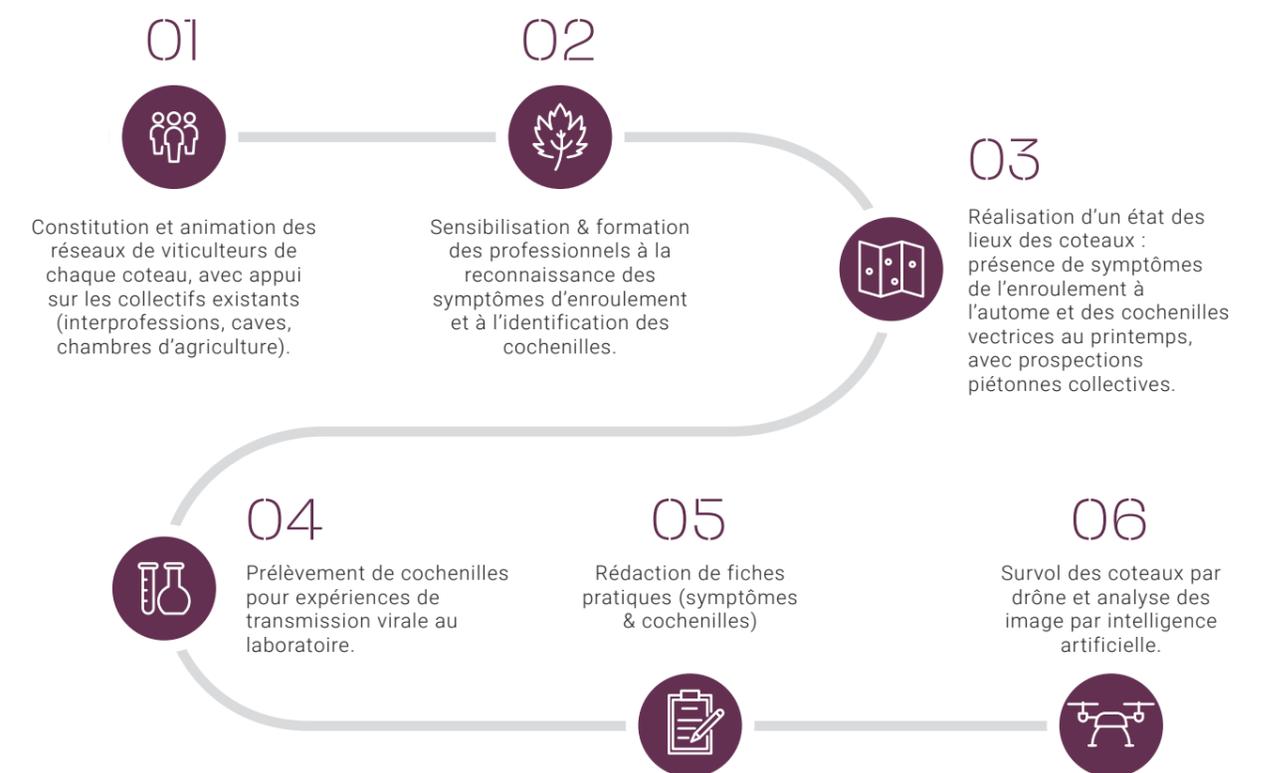


Légende : photo drone et analyse d'image par algorithme de reconnaissance (source : Chouette).

Le projet se poursuit sur la période 2020 à 2024, notamment en Bourgogne, avec le BIVB pour partenaire. Il s'appuiera sur deux réseaux de viticulteurs : l'un à Courgis (89) avec la cave coopérative La Chablisienne, l'autre à Aluze (71) avec la Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire. Les

chercheurs se pencheront avec les viticulteurs sur la nuisibilité de l'enroulement, et mèneront une étude sur les stratégies de gestion collective applicables, tant au niveau technique qu'économique et social. En effet, la mise en place d'un plan d'action collectif, pour fédérer et sensibiliser les acteurs de

la filière, présente un grand intérêt et permettra d'observer et de mesurer l'évolution de la maladie, d'échanger autour d'une problématique commune avec d'autres vignobles, de mettre en place une veille collective pour proposer des solutions de lutte et de prospection.



A Aluze, le site situé sur un plateau à environ 400 m d'altitude, comporte une surface de 4 ha de vignes isolées par des bois. Cette surface est répartie entre trois propriétaires dont la Chambre d'agriculture de Saône-et-Loire. Des notations de symptômes d'enroulement ont été réalisées sur le site et un programme d'arrachage des parcelles les plus touchées est prévu à moyen terme, le but étant d'assainir le coteau.

Un groupe de jeunes viticulteurs de la cave coopérative *La Chablisienne* s'est joint pour participer au projet de lutte contre l'enroulement. La cave dispose d'un réseau local de surveillance qui participe au Bulletin de Santé du Végétal. Dans le cadre de ce réseau, ils ont observé une progression des symptômes d'enroulement sur la commune de Courgis dans une parcelle plantée en Chardonnay. Ce secteur regroupant

des parcelles appartenant à la fois à des coopérateurs et à des domaines, un groupe pilote s'y est constitué.



Crédit : Michel Joly

Benoît Eschard, vigneron à Mercurey

Benoît Eschard s'est installé en 2013 sur le domaine Jeannin Naltet à Mercurey. Il se retrouve confronté dès son installation aux problématiques liées au matériel végétal : problématique d'enroulement, choix de clone et porte-greffe adaptés pour les remplacements, hétérogénéité de la charge au sein d'une même parcelle... Depuis son installation, il porte une attention particulière aux pratiques culturales ou au choix du

matériel végétal : « Je me demande si il existe des facteurs aggravants ou au contraire atténuants cette virose » s'interroge Benoît Eschard. Il constate que cette problématique touche l'ensemble de l'appellation et voit dans la méthode de gestion collective qui sera testée à Aluze l'occasion d'échanger avec d'autres viticulteurs sur cette problématique et plus largement sur les dépérissements.

Prospection et recensement de symptômes d'origine inconnue, manifestés par certaines vignes

En matière de virus, l'histoire a montré que des maladies peuvent apparaître dans des vignobles jusque-là indemnes. À ce jour, près de 70 virus ont été identifiés sur vigne et une nouvelle espèce est découverte chaque année, sans qu'elle soit nécessairement préjudiciable (IFV).

Certaines vignes en Bourgogne ont été recensées car elles présentaient des symptômes d'origine inconnue (ceps aux phénotypes rabougris, au démarrage difficile et avec des "pousses chétives"). Afin d'investiguer si le coupable peut être une « maladie à virus », sept couples de vignes symptomatiques/asymptomatiques ont été prélevés par l'Inrae de Colmar parmi des ceps présentant des syndromes dits de « pousses chétives » en Bourgogne. Des prélèvements ont été effectués en septembre 2018 et en mai 2019. Le matériel

génétique des différents virus présents sur ces ceps a été extrait pour être analysé. Les prélèvements ont été soumis à un séquençage large et précis, permettant de croiser l'ensemble des fragments génétiques obtenus avec des séquences connues ou non.

Deux prélèvements présentent en effet des surinfections par des virus pathogènes (enroulement notamment). Les cinq autres prélèvements issus de couples de vignes symptomatiques/asymptomatiques présentent une composition de leur virome fortement similaire, voire presque identique, ce qui semble écarter l'hypothèse virale. De façon très surprenante, 2 couples de pieds de vignes ne présentent même aucune surinfection de virus. On peut donc exclure toute hypothèse virale dans les symptômes observés dans ces 2 cas. Seule la présence du virus du Pinot gris

et de variants symptomatiques pourrait confirmer l'hypothèse virale, mais les techniques utilisées jusque là ne permettent pas de confirmer les séquences du virus du Pinot gris.

6 catégories de symptômes, associées au virome² peuvent être définies. Elles font l'objet de fiches descriptives bientôt disponibles, et devraient permettre d'avancer dans l'estimation de ces phénomènes.

Pour aller plus loin dans la vérification de l'hypothèse virale sur les ceps où le mystère reste entier, il faudra avoir recours à un séquençage plus résolutif pour une famille de virus donnée, de façon à rechercher d'éventuelles différences beaucoup plus fines (par exemple des mutations ponctuelles) entre les couples symptomatiques d'échantillons.

Feuilles réniformes dentelées et réticulées palmées

Description d'une catégorie de symptômes observés au cours des campagnes 2018 (et 2019) sur deux parcelles : l'une plantée en Pinot noir, située en Côte de Nuits, et l'autre plantée en Chardonnay, située en Côte de Beaune.

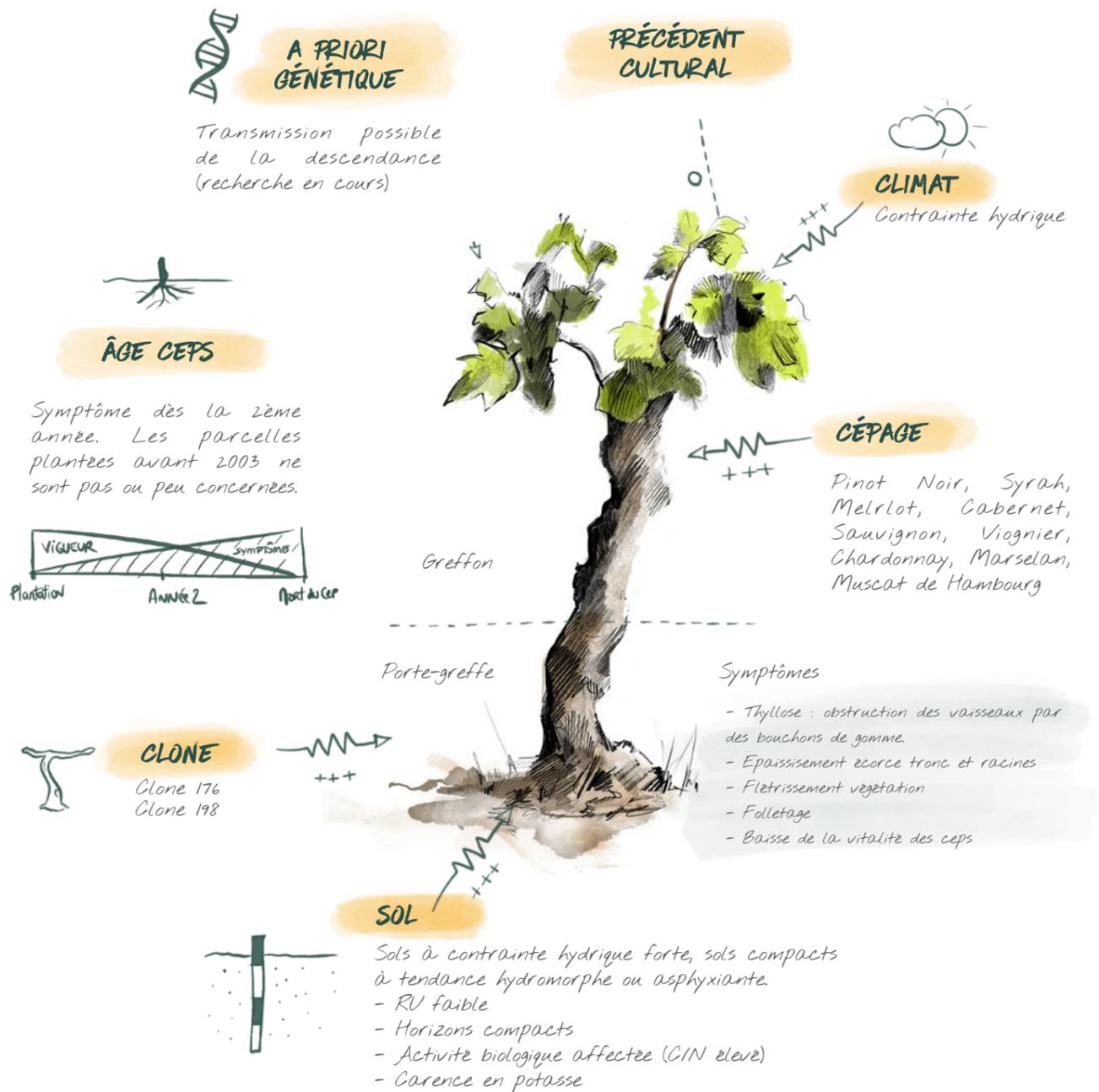
Sur certains ceps, toutes les feuilles sont symptomatiques : réniformes dentelées ou réticulées palmées. Les feuilles réniformes sont révolutes. Les dents sont pointues et perlées.

Les gourmands peuvent porter des feuilles présentant les mêmes caractéristiques.



² Le virome correspond à l'ensemble des génomes d'une population virale, retrouvés dans un même organisme ou dans un même environnement.

PORTE-GREFFES : DES DÉPÉRISSEMENTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE QUELLES ADAPTATIONS ?



Que sait-on des dépérissements liés au porte-greffe 161-49C ?

Les dépérissements liés au porte-greffe 161-49C restent encore en partie inexpliqués.

Le 161-49C est un porte-greffe assez largement répandu en France, notamment en Bourgogne, Champagne, Charente et en région méridionale. On estime à 30 000 ha les surfaces greffées avec cette variété.

La dernière étude menée fin 2012 et courant 2013 sur près

de 230 parcelles a permis de montrer que les dépérissements du 161-49C touchent toutes les régions dans lesquelles ce porte-greffe est implanté, hormis les Charentes. Les paramètres, étudiés individuellement dans cette enquête, ne constituent probablement pas à eux seuls la cause des dépérissements, ceux-ci pouvant avoir une interaction avec d'autres facteurs et donc aggraver ou réduire son intensité.



STRATÉGIE

Les parcelles affectées ne montrent pas de rétablissement.
→ ne pas utiliser ce porte-greffe
→ arracher

Crédit illustrations : © Amandine Comte



Influence de l'alimentation potassique et azotée

Le dépérissement du porte-greffe 161-49C est un véritable enjeu économique au sein du vignoble Bourguignon. Le projet Aptitude vise à caractériser l'existence de possibles corrélations entre la nature physico-chimique des sols et l'intensité des dépérissements. Une attention particulière sera portée aux alimentations potassique et azotée, ces 2 éléments étant prélevés conjointement par la plante. De plus, des racines seront prélevées sur des plants dépérissants et non dépérissants de différentes parcelles pour comparer leur statut nutritionnel, leur structure anatomique et leur profil métabolique.

A l'issue du projet, nous en saurons plus sur les caractéristiques physico-chimiques du sol susceptibles de favoriser ces dépérissements et si une fertilisation azotée et potassique adaptée permet d'en limiter le processus.

Convaincu que l'implication des professionnels s'avère

indispensable dans les processus de compréhension et de gestion des dépérissements, en parallèle de la recherche et de l'expérimentation, le BIVB anime un réseau de viticulteurs sur le sujet des dépérissements du 161-49C.

Ce projet, dont les viticulteurs sont les acteurs clés, est conduit grâce à une démarche d'innovation ouverte et participative appelée Living Lab. Cette méthodologie repose sur un principe de co-création et d'expérimentation en conditions réelles. Ce projet a vocation à collaborer avec les différents acteurs intervenant sur la problématique des dépérissements : recherche, entreprises innovant dans le secteur vitivinicole, chambres d'agriculture, instituts techniques... Il devra également intégrer les dimensions économiques ou structurelles (foncier par exemple) impactées par le dépérissement.



Projet Aptitude

Scannez le QR code pour découvrir la vidéo.

https://youtu.be/tV6x_EZxUfc

Quels porte-greffes pour faire face aux enjeux actuels et à venir de la viticulture en Bourgogne ?

En Bourgogne, la sous-utilisation de la diversité des porte-greffes est encore plus exacerbée que dans les autres bassins viticoles puisque 5 porte-greffes (41B, SO4, 3309C, 161-49C, Fercal) couvrent 95 % du vignoble.

Pourtant, la diversité des porte-greffes déjà inscrits au catalogue national, bien que peu valorisée, représente un potentiel adaptatif très important. Il est possible que certains porte-greffe étrangers, non encore inscrits en France, répondent aux demandes des viticulteurs et pépiniéristes. Afin de tester cette diversité génétique, un dispositif expérimental unique a été implanté à Bordeaux en 2015. Ce dispositif vise à acquérir des références agronomiques sur 55 porte-greffes (30 du catalogue français et 25 étrangers) greffés avec 5 greffons dont le Pinot Noir.

Cette large gamme a déjà été caractérisée en conditions contrôlées pour la tolérance à la sécheresse et l'adaptation aux sols chlorosants. Les travaux conduits ont également permis de démontrer que le panel de 55 porte-greffes permettait de couvrir une large gamme de vigueur conférée aux greffons. L'ensemble de ces informations alimente une base de données nationale qui permet d'acquérir une vision globale du comportement des porte-greffes.

Suite aux différents essais conduits, une liste de 5 à 10 porte-greffes de vigueur conférée modérée et résistants à 10 - 25 % de calcaire actif, seront choisis en vue de l'implantation d'essais en Bourgogne et ce, dès 2021.



L'IMAGERIE AU SERVICE DE LA RECHERCHE

Les différents outils d'imagerie médicale tels que les rayons X ou l'IRM permettent d'observer, au cœur du végétal, le système vasculaire de la plante : celui-ci est en effet le siège des désordres physiologiques dans le cas de sécheresse ou de maladies du bois. Lorsque le système vasculaire de la plante est altéré, cela entraîne un déficit de l'alimentation du xylème, la plante n'est plus en capacité d'assurer le transport de l'eau et meurt.

Ces outils permettent ainsi de répondre à plusieurs interrogations.

Qualité du point de greffe et production des plants en pépinière

L'imagerie a été utilisée afin de proposer des éléments de connaissances scientifiques et appliqués pour améliorer la qualité des plants de vigne et leur taux de reprise à la plantation. Il vise également à assurer le transfert de l'information aux différents acteurs de la filière afin d'élever leur niveau d'expertise. Les études portent sur les réserves, le développement racinaire, certains facteurs de dépérissement (thylles³, champignons...) ainsi que sur la zone de greffe. Cette dernière est étudiée notamment grâce à des techniques d'imagerie.

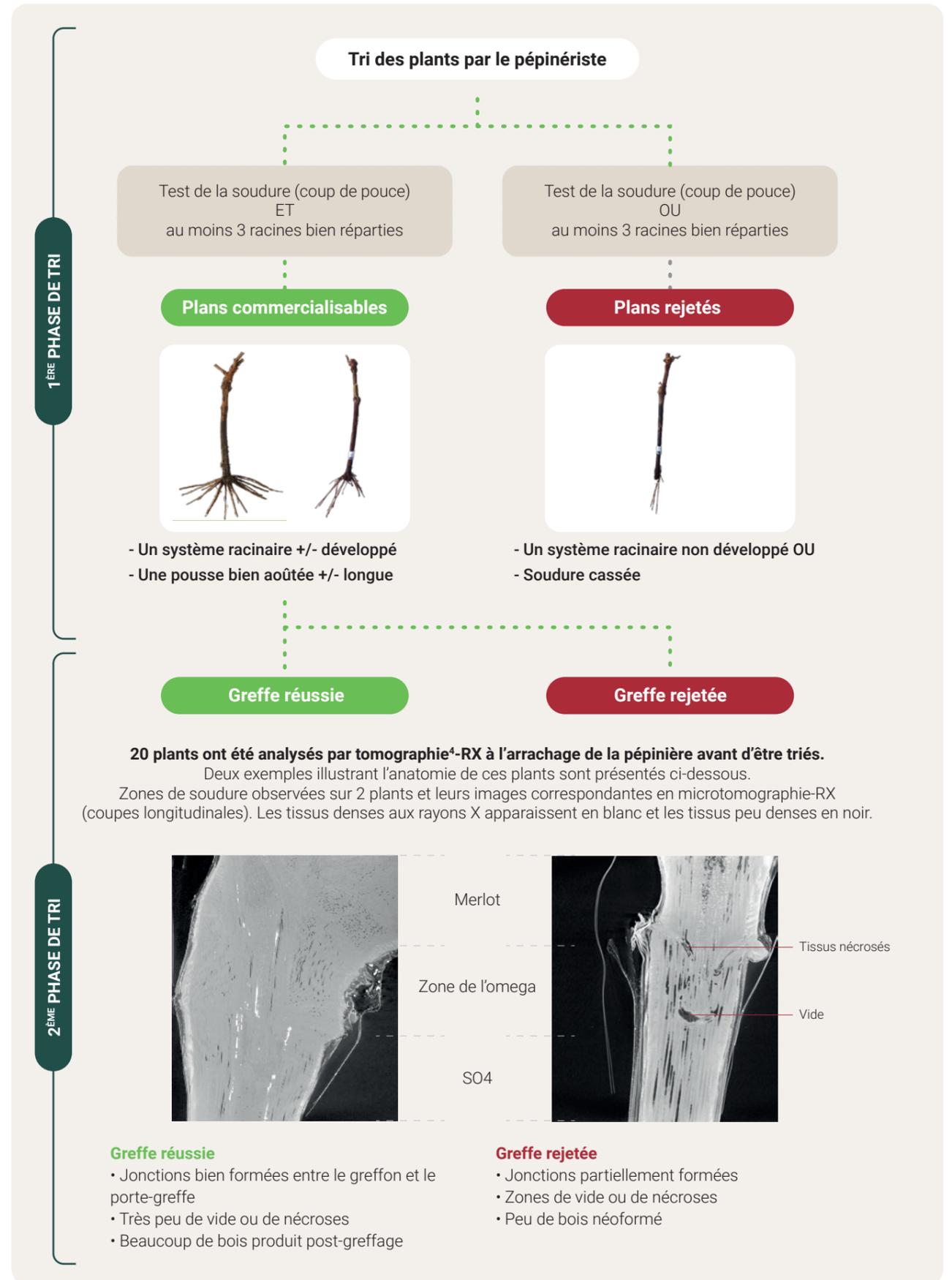
Les premiers résultats montrent que :

- les greffes rejetées sont caractérisées par des jonctions partielles entre le greffon et le porte-greffe.
- Certains plants qui passent les critères classiques du tri (test de la soudure ou « coup de pouce », aspect et taille des racines) présentent pourtant des jonctions partielles et auront une mauvaise reprise.
- Le critère développement de la pousse et nombre de « grosses » racines doit être pris en compte lors du tri des plants.

Cela confirme que les tests utilisés actuellement ne permettent pas d'éliminer à coup sûr les greffes défectueuses.

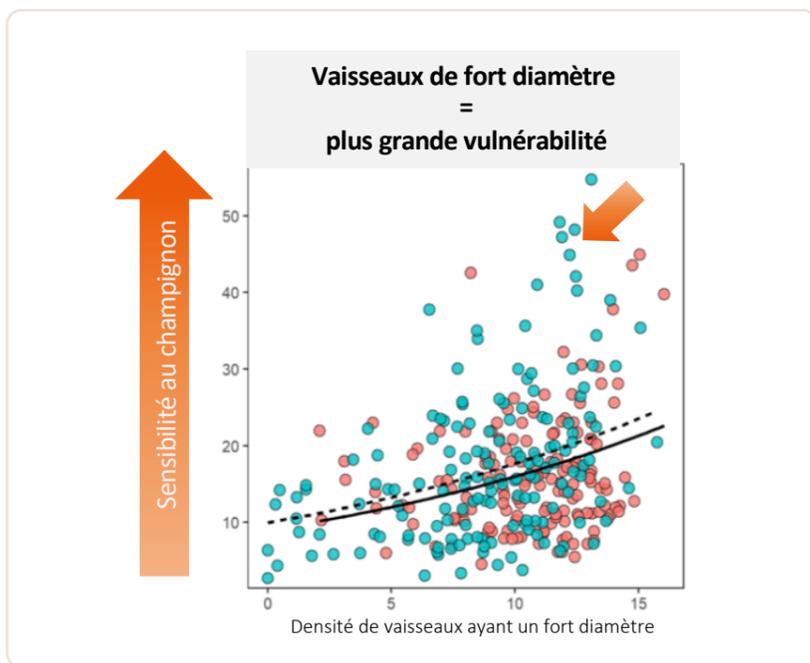
Les analyses se poursuivent pour obtenir des données quantitatives sur les indicateurs identifiés (surface des jonctions, quantité de bois néoformé, volume de nécroses...).

³ Obstructions des vaisseaux



⁴ La micro-tomographie aux rayons X est une technique d'imagerie permettant la reconstruction 3D d'un échantillon de façon non-destructive. Cette technique permet d'investiguer l'intégrité des tissus du bois.

Le système vasculaire des plantes au cœur de la problématique des dépérissements



#01

Quel est l'impact de la taille des vaisseaux transportant la sève sur la sensibilité aux maladies du bois (esca) ?

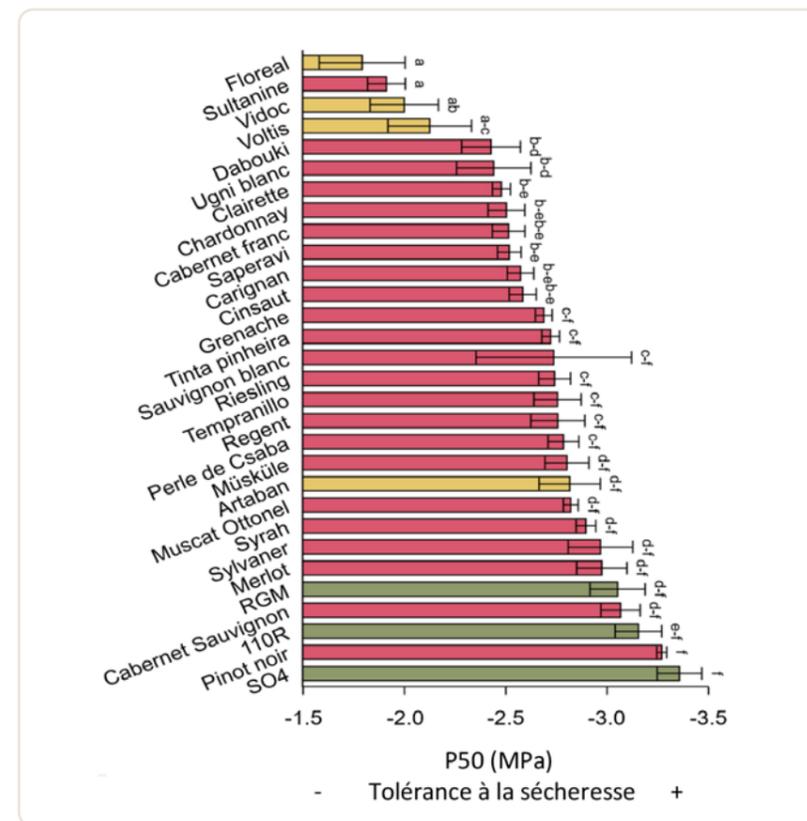
La taille des vaisseaux a un rôle dans la capacité de la vigne à limiter la progression du champignon *Phaeomoniella chlamydospora*, agent pathogène de l'esca, et ce sur une gamme étendue de cépages et porte-greffes. Les plantes qui présentent une densité élevée de vaisseaux à fort diamètre ne sont pas systématiquement sensibles mais elles présentent souvent des infections sévères qui ne sont jamais observées chez les plantes ayant peu de gros vaisseaux. Cette étude sera étendue à d'autres champignons pathogènes. L'impact

des pratiques culturales et du climat sur l'anatomie du bois sera également étudié.

Ces nouvelles connaissances pourraient permettre la sélection de cépages peu sensibles, ainsi que la préconisation de pratiques culturales et notamment de systèmes de taille pour limiter le risque d'infection des ceps, visant à diminuer la vulnérabilité de la vigne aux maladies du bois et plus largement aux dépérissements.

#02

Comment varie la tolérance à la sécheresse entre les cépages et porte-greffes de vigne ?



La résistance à l'embolie (dysfonctionnement de l'appareil vasculaire) des vaisseaux du xylème a été mesurée à l'aide d'un Mégacavitron sur 23 cépages, 3 porte-greffes et 4 variétés résistantes. Le Mégacavitron permet de « mimer » l'effet d'une sécheresse sur le transport d'eau dans une plante, en déterminant les pressions du xylème auxquelles les vaisseaux ne sont plus capables d'assurer le transport de l'eau (ou sève brute). La comparaison de la résistance à l'embolie entre plants et cépages / porte-greffes est ensuite effectuée à partir de leurs P50. Cette valeur correspond à la pression à laquelle 50 % des vaisseaux sont cavités (le flux d'eau est rompu). Plus la P50 a une valeur négative et plus un cépage est résistant à l'embolie (et donc à la sécheresse).

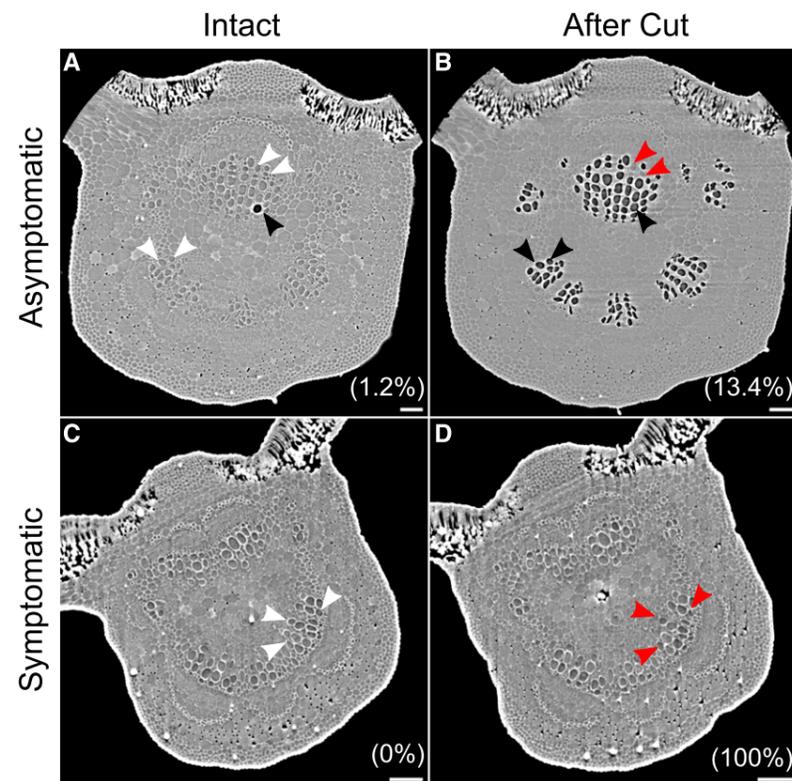
Les résultats ont permis de classer les différents cépages et porte-greffes en fonction de leur résistance à l'embolie (voir graphique) : les porte-greffes (en vert) font partie des vignes les plus résistantes à la sécheresse (entre -3,4 et -3,0 MPa). Les variétés résistantes au mildiou et oïdium, Floreal, Vidoc, Voltis, sont les plus sensibles (entre -2,2 et -1,8 MPa). Les cépages « classiques » représentent un intermédiaire hormis le Pinot Noir qui présente une résistance à la sécheresse équivalente à celle des porte-greffes (environ -3,3 MPa). Par ailleurs, la vigne (tiges et feuilles) est plus vulnérable à l'embolie en début de saison (avant août) puis la plante met en place un xylème de plus en plus résistant pour atteindre un maximum fin septembre.

#03

Qu'est-ce qui cause les symptômes foliaires de l'esca ?

L'utilisation de la microtomographie à rayon X⁴ sur des ceps âgés transplantés du vignoble en pots a permis l'observation directe, non invasive, de l'appareil vasculaire de ceps de vigne. L'équipe du projet a observé et comparé le fonctionnement du xylème de feuilles et de tiges symptomatiques et non-symptomatiques à l'esca. Les résultats ont tout d'abord montré un lien entre le dysfonctionnement hydraulique et les symptômes observés sur les feuilles. Les résultats ont également démontré que les symptômes de l'esca (sur feuilles) ne sont pas liés à de l'embolie gazeuse (présence de bulles d'air dans le xylème) mais à

des occlusions (thylloses et gels) rendant les vaisseaux impropres au transport de l'eau. Ces occlusions dans l'appareil vasculaire des feuilles et tiges, mettent en évidence le rôle du dysfonctionnement hydraulique dans l'expression de l'esca. Des tests ont toutefois montré qu'aucun agent pathogène n'est détecté dans les feuilles et tiges symptomatiques alors que ces agents pathogènes sont bien présents dans le tronc. Reste à définir l'origine de ces occlusions (réaction à des toxines, mécanisme d'autodéfense de la plante ?).



⁴ La micro-tomographie aux rayons X est une technique d'imagerie permettant la reconstruction 3D d'un échantillon de façon non-destructive. Cette technique permet d'investiguer l'intégrité des tissus du bois.

#04

4. Comment évaluer le niveau de dégradation des tissus dans le cep ?

Les symptômes foliaires s'expriment de manière irrégulière et ne reflètent pas le niveau de dégradation interne du bois. Mais le suivi de la dégradation des tissus à l'intérieur du cep nécessitait jusqu'à présent l'utilisation d'approches destructives et n'offrait que des observations très limitées. L'évaluation sanitaire d'une souche vivante était donc impossible.

L'utilisation de plusieurs méthodes d'imagerie (IRM, Rayon X,

photographies) permet d'obtenir des informations sur la quantité et la configuration de l'eau et sur la densité et la dégradation des tissus. L'agrégation de l'ensemble de ces images grâce à un logiciel de recalage et d'alignement d'image a ainsi permis d'obtenir un modèle capable de reconnaître les différents types de tissus présents dans les ceps. Il est donc désormais possible de détecter en 3D, de classer et de quantifier automatiquement les tissus sains et dégradés (nécroses et amadou) directement au cœur du cep, sans le découper. Il a par ailleurs été confirmé qu'un pied de vigne, ne manifestant pas de symptômes foliaires, peut néanmoins contenir plus de 60 % de tissus nécrosés, et que la quantité d'amadou pouvait être un bon indicateur de l'état de la plante.

Ces informations précieuses offriront aux viticulteurs des indicateurs précis de l'état sanitaire interne de leurs ceps et permettront d'orienter les professionnels vers une meilleure gestion des parcelles, pour le traitement ou le renouvellement ciblé des ceps malades.



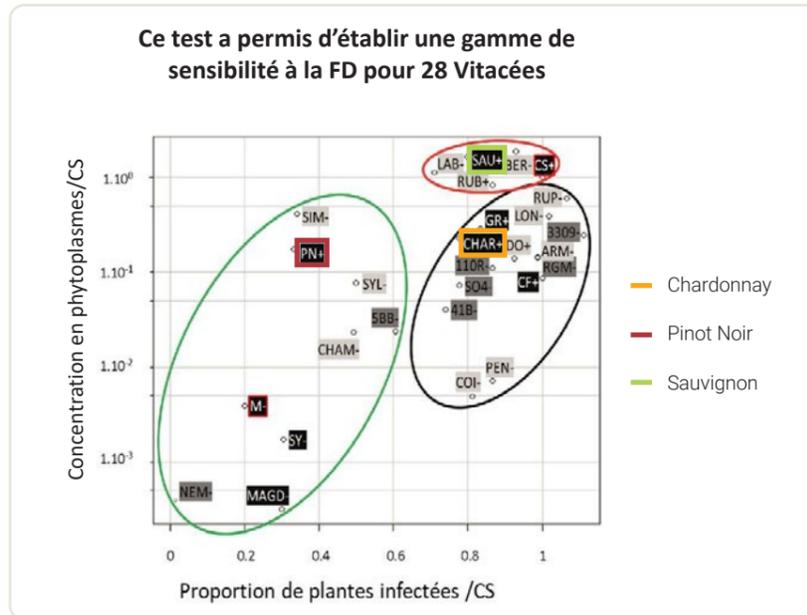
FLAVESCENCE DORÉE

Sensibilité à la Flavescence dorée de cépages, porte-greffe et Vitacées sauvages.

Il existe des différences de sensibilité à la Flavescence dorée au sein du genre *Vitis*. Certains cépages sont très peu sensibles, avec peu de plantes infectées, une faible concentration en phytoplasmes et peu de diffusion au sein de la plante. Dans de telles situations, la propagation de la maladie sur d'autres plantes via l'insecte vecteur (la cicadelle *Scaphoideus titanus*) est atténuée. L'utilisation de variétés moins sensibles pourrait donc permettre d'améliorer le contrôle de la Flavescence dorée par prophylaxie.

Les études s'attachent à caractériser la sensibilité à la Flavescence dorée de cépages, porte-greffes et Vitacées sauvages, avec pour objectifs de conseiller la plantation de cépages moins sensibles et/ou de renforcer les programmes nationaux de création variétale en identifiant des cépages peu sensibles comme parents pour les croisements.

Via une méthode en conditions contrôlées d'inoculation du phytoplasme par l'insecte vecteur naturel sur des plants issus de culture in vitro, des tests ont permis de déterminer la sensibilité à la Flavescence dorée de 28 Vitacées.



Les résultats publiés en 2016 par Eveillard et al. 2016 (voir graphique) ont permis de distinguer trois groupes de sensibilité au sein desquels se répartissent les différents cépages testés (rectangles noirs) : par exemple en Bourgogne, le Sauvignon est dans le groupe très sensible (en rouge), le Chardonnay dans le groupe intermédiaire (en noir) et le Pinot Noir dans le groupe peu sensible (en vert). Par ailleurs, les porte-greffes (rectangles gris foncé) sont infectés mais ne montrent pas de symptômes, après 10 semaines et les Vitis sauvages (rectangles gris clair) ne montrent pas de résistance à la Flavescence dorée. Ces résultats sur cépages et porte-greffes sont cohérents avec les observations au vignoble.

Une analyse de la réponse à la Flavescence dorée d'autres cépages, notamment les nouvelles variétés résistantes aux maladies

cryptogamiques et inscrites au catalogue ; Floréal, Voltis, Artaban, Vidoc est en cours.

Ces résultats poussent à s'interroger sur la transmission à la descendance de la sensibilité ou de la tolérance à la Flavescence dorée.

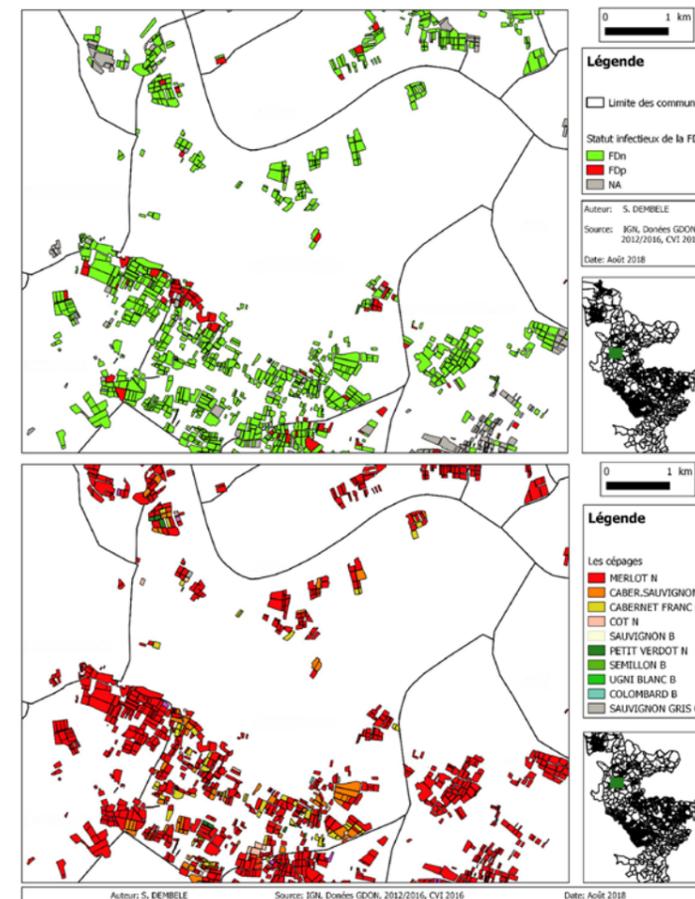
Afin de mieux comprendre l'origine de la faible sensibilité d'un cépage peu sensible (le Merlot), de nouveaux croisements des parents (Magdeleine et Cabernet Franc) ont été effectués ainsi que des autofécondations de la Magdeleine. A ce jour, plus de 40 descendants ont été testés et se répartissent dans la gamme de sensibilité : très sensibles, intermédiaires, et peu sensibles (similaire à celle du Merlot). Ces résultats préliminaires confortent les hypothèses quant au rôle de la génétique dans la réponse à la Flavescence dorée. Ces résultats pourraient déboucher sur des marqueurs de la sélection.

Création et analyse d'un Système d'Information Géographique des foyers de Flavescence dorée.

Dans le cadre de la lutte contre la Flavescence dorée, certains organismes de surveillance des organismes nuisibles (GDON et FREDON) enregistrent des données de surveillance (parcelles prospectées) et épidémiologiques (infection par la Flavescence dorée) dans un SIG⁵. C'est le cas dans le Bordelais pour le GDON des Bordeaux, en charge de la lutte sur 74 000 hectares de vigne répartis sur 348 communes. Ces données, acquises grâce à des

milliers d'heures de prospection sur le terrain, constituent une précieuse source d'information pour apprendre à mieux connaître la maladie et comprendre les facteurs d'émergence et de dissémination de celle-ci. A cette fin, un travail de modélisation statistique est en cours. Il consiste tout d'abord à superposer ces cartes avec des cartes d'encépagement, de pratiques culturales et de structures du paysage. Il se poursuit par l'analyse des liens statistiques

existant potentiellement entre ces variables et les cas d'infections signalées lors des prospections. Ce travail de modélisation pourrait permettre d'établir des cartes de risques qui seront un outil supplémentaire d'aide à la décision pour programmer les prospections à venir et, à terme, mieux gérer la maladie au plus proche des spécificités de chaque territoire.



Cet outil, en cours de développement dans une partie du bassin viticole Bordelais, sera également transféré en Bourgogne.

Exemple de carte du parcellaire viticole d'une commune du Bordelais indiquant le statut de contamination par la Flavescence dorée ainsi que le cépage

Légende : FDn (FD négatif) : parcelle prospectée et non détectée contaminée par la FD ; FDp (FD positif) : parcelle prospectée et détectée contaminée par la FD ; NA (Non Assigné) : statut infecté de la parcelle non déterminé (parcelle non prospectée).

⁵ Un Système d'Information Géographique (SIG) permet d'acquérir, d'organiser, de gérer, de traiter et de restituer des données géographiques sous forme de plans et cartes.

La flore sauvage à proximité des vignes peut-elle présenter des risques de contamination Flavescence dorée ?

Scaphoideus titanus, vecteur de la Flavescence dorée, a très probablement été introduit en Europe lors de la plantation massive des porte-greffes américains, suite aux découvertes de JE Planchon sur leur tolérance au Phylloxera.

Quant à l'origine du phytoplasme Flavescence Dorée, elle serait européenne. Une étude menée dans cinq pays européens et impliquant des sites bourguignons a permis d'apporter des informations clés sur la diversité génétique et sur le cycle écologique du phytoplasme, avec 132 variants génétiques identifiés (M1 à M132). La majorité de ces variants ont été détectés dans les aulnes européens, qui sont les hôtes originels des phytoplasmes, 3 ont été identifiés dans les clématites et 11 ont été associés à des foyers de Flavescence dorée sur la vigne.

On ne retrouve que rarement la cicadelle de la Flavescence dorée (*Scaphoideus titanus*) sur d'autres végétaux que la vigne et elle est la seule cicadelle à transmettre le phytoplasme de vigne en vigne.

Par contre, d'autres cicadelles sont présentes dans l'environnement des vignobles. Elles peuvent transmettre les phytoplasmes des aulnes à la vigne, ou des clématites à la vigne, mais ces transmissions sont rares. Ces cicadelles, par contre, ne peuvent pas transférer les phytoplasmes de vigne à vigne. Le schéma ci-joint synthétise les cycles de transferts et contaminations possibles.

Une fois sur vigne, certains variants de phytoplasmes ne peuvent pas être transmis par *S. titanus* et ne seront pas propagés. Ils se rassemblent dans un même groupe génétique et on les nomme « vectotypes I » (en bleu). D'autres sont transmissibles par *S. titanus* et pourront potentiellement entraîner des foyers, ce sont les vectotypes II et III (en rouge sur le schéma de la page 27). Cette étude permet d'ores et déjà de restreindre la lutte insecticide aux foyers causés par les variants génétiques de phytoplasmes réellement épidémiques.



Une partie de ces travaux de recherche a été réalisée en Bourgogne, en collaboration avec les principaux acteurs de la lutte (SRAL, FREDON, organismes techniques et viticulteurs), à l'échelle de la région, et sur des sites pilotes (communes de Saint-Aubin, Auxey-Duresses et Davayé, principalement). Les actions réalisées :

- Recensement et cartographie des plantes réservoirs sauvages,
- Collectes des végétaux et insectes vecteurs potentiels,
- Détection de la présence de phytoplasmes dans les plantes et les insectes et génotypage des phytoplasmes,
- Evaluation de la capacité de transmission de ces phytoplasmes par les insectes infectés détectés
- Evaluation de la capacité de

transmission de ces mêmes phytoplasmes par la cicadelle de la Flavescence dorée *S. titanus*.

Afin de déterminer la diversité génétique des souches de phytoplasmes rencontrées dans le vignoble Bourguignon, des génotypages ont également été effectués sur plus d'une centaine d'échantillons de vigne issus des principaux foyers, ainsi que de cas isolés de Flavescence dorée entre 2004 et 2017.

Les études de génotypage ont montré que le phytoplasme présent dans les tout premiers cas de Flavescence dorée, puis dans les principaux foyers à partir desquels les propagations se développent encore, est un variant unique : le M54. Il en est de même pour 50% des cas d'infection isolés qui ont été étudiés. Ce variant de vectotype II,

très répandu dans les vignobles en Europe, et non détecté dans les plantes sauvages, présente un risque élevé de propagation par *S. titanus*. M54 a très probablement été introduit en Bourgogne par le biais de matériel de vigne contaminé, puis *S. titanus* l'a propagé dans les vignobles.

Pour les autres cas isolés de Flavescence dorée, différents variants de phytoplasmes ont été détectés.

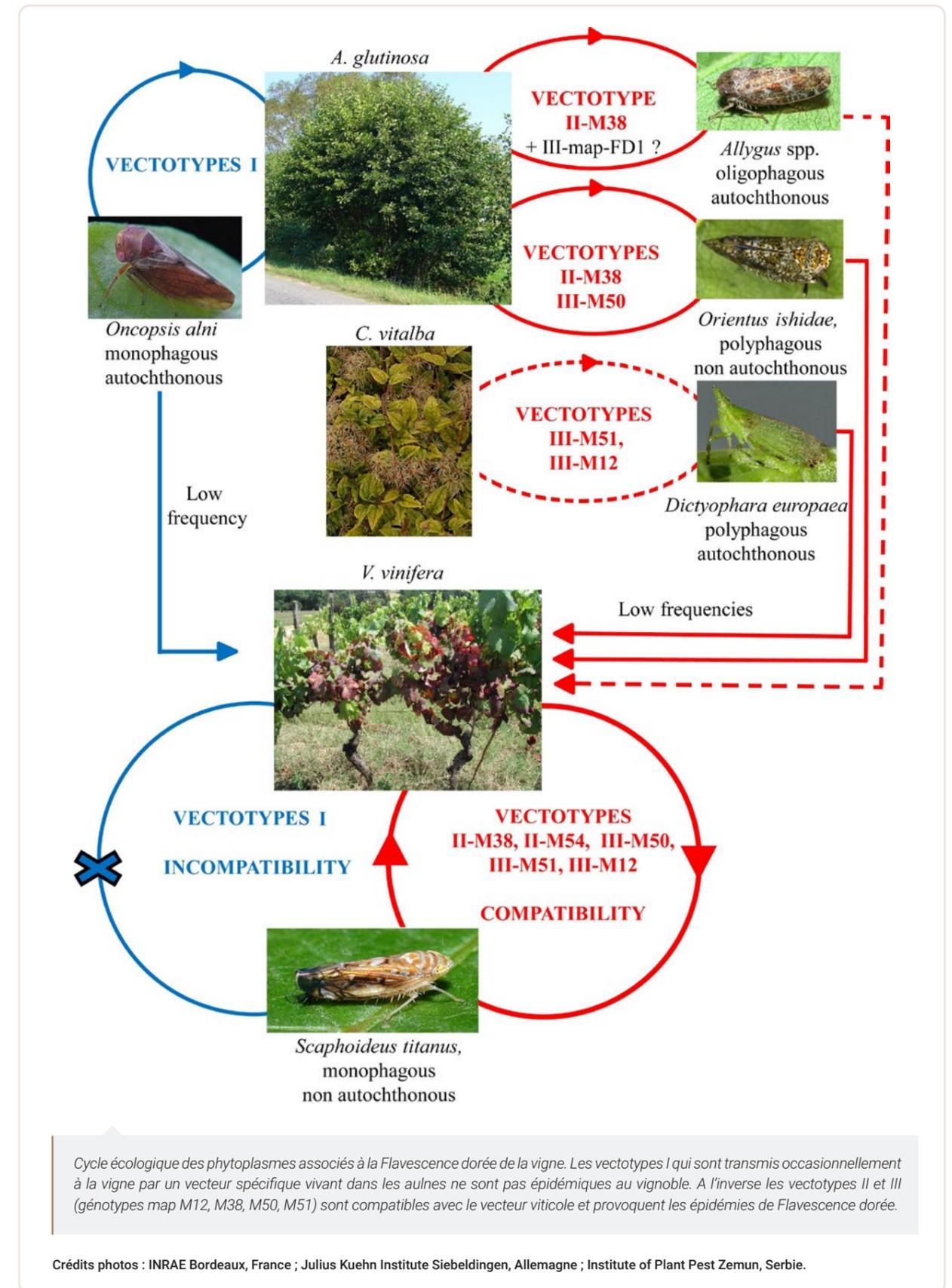
Pour 6 d'entre eux, dont 2 sur les communes de St-Aubin et Auxey-Duresses, c'est le variant M12 qui a été identifié. Ce variant M12 a également été retrouvé dans plus de 30 % des clématites, à l'échelle communale et régionale. Cette plante est très fréquente sur les murets construits autour des parcelles. Les collectes ont identifié le fulgore *Dyctyophara europaea*, capable de réaliser le transfert du variant M12 de la clématite vers la vigne. Enfin, la capacité de *S. titanus* à propager ce variant de vectotype III a été confirmée.

D'autres cas isolés, détectés sur plusieurs communes, dont celle de Davayé, étaient porteurs des variants M38 ou M50. On les retrouve aussi dans certains foyers européens, mais également régulièrement dans les aulnes. La quasi-totalité des aulnes, très présents autour de ces vignobles, sont porteurs asymptomatiques des phytoplasmes apparentés à la Flavescence dorée. Les collectes et essais de transmission ont identifié deux cicadelles, *Allygus spp.* et *Orientalis ishidae*. Celles-ci sont des vecteurs de ces variants, à même de transférer le phytoplasme des

aulnes vers la vigne. Une fois sur la vigne, ces variants de vectotypes II et III peuvent être propagés de vigne à vigne par *S. titanus*.

Enfin, dans seulement 2 cas, les variants M39 et M45 ont été détectés dans les vignes. Ils sont responsables des maladies nommées Jaunisses de la Vigne du Palatinat ou PGY. C'est probablement la cicadelle *Oncopsis alni* qui les a transférés à la vigne, depuis les aulnes. Ces variants de vectotype I ne peuvent être pas être propagés de vigne à vigne par *S. titanus*.

Les cycles de contamination mis en évidence en Bourgogne semblent donc similaires à ceux qui ont été décrits au niveau européen. Les aulnes et les clématites sont porteurs de phytoplasmes apparentés à la Flavescence dorée qui peuvent être transmis à la vigne par des cicadelles spécifiques se nourrissant sur ces plantes sauvages. Toutefois, la fréquence de passage des aulnes à la vigne, comme des clématites à la vigne est très faible et une fois dans la vigne, certains variants ne sont pas transmissibles par la cicadelle viticole.



Rôle de la cicadelle *Orientus ishidae* dans les émergences de Flavescence dorée

Les résultats d'une expérimentation conduite à Davayé (71), ont montré que :

- *Orientus ishidae* se nourrit sur de nombreuses plantes ligneuses dont la vigne. Les aulnes sont la principale source de phytoplasmes pour la cicadelle. Elle est capable de propager d'aulne à aulne les phytoplasmes avec une bonne efficacité.

- Des phytoplasmes de la Flavescence dorée de mêmes variants que ceux transportés par les *Orientus ishidae* ont été détectés sur vigne sur ce site. Il est donc fort probable que la cicadelle ait réalisé le transfert des aulnes à la vigne. Mais ce transfert reste rare, avec seulement 2 cas probables en 6

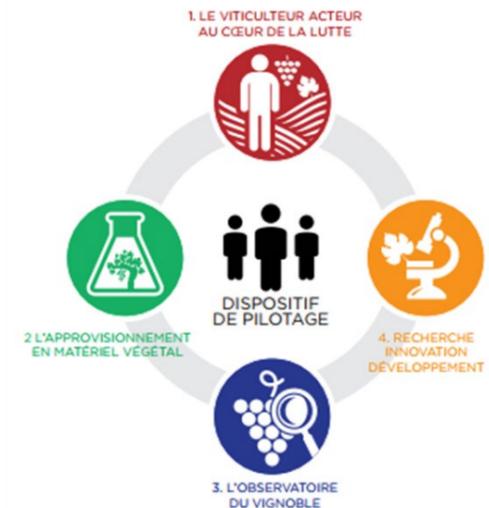
ans sur près de 250 ha de vignes surveillés à 100%. Nous avons essayé de réaliser un tel transfert en conditions contrôlées, sans succès jusqu'à présent.

La fréquence de transfert des phytoplasmes de la Flavescence dorée du compartiment sauvage vers la vigne est très faible à faible, dans les paysages viticoles actuels. Il n'y a pas de nécessité d'éliminer ces plantes environnantes, aulnes, clématites,... Par contre, il est conseillé de procéder à une élimination minutieuse de tous les *Vitis* non cultivés (vignes abandonnées, repousses de porte-greffes...) car ils peuvent héberger le vecteur viticole *S. titanus* et les phytoplasmes.

Il faut également rester vigilants car la cicadelle polyphage *O. ishidae* peut transmettre les phytoplasmes à d'autres plantes de l'environnement et ouvrir de nouveaux cycles de la maladie. Ainsi, la prospection reste indispensable pour identifier les cas isolés au vignoble et les arracher au plus tôt. Les études prenant en compte l'environnement des vignobles vont se poursuivre, afin d'identifier, s'il en est, d'autres sources de phytoplasmes, comme d'autres vecteurs.

LE PLAN NATIONAL DÉPÉRISSEMENT DU VIGNOBLE (PNDV), QU'EST-CE QUE C'EST ?

— Un plan d'envergure nationale coordonnant des actions à l'échelle locale.



La mobilisation de la filière viticole contre les dépérissements est née du constat partagé de la baisse pluriannuelle subie des rendements et de la longévité des ceps, généralisée à l'ensemble des bassins de production. Face à ce fléau déclaré « cause nationale », et pour la première fois depuis la crise du phylloxéra, une animation nationale sur une problématique technique a été mise en place au sein de la filière vitivinicole française : le Plan National Dépérissement du Vignoble. Il s'est déployé à compter de la fin 2016 pour répondre à quatre ambitions.

Les dépérissements résultant d'une pluralité de causes et de facteurs aggravants, il s'agissait pour la filière d'agir sur tous les fronts, conjointement, afin d'obtenir

un effet global de jugulation des dépérissements sans qu'il soit possible d'identifier « une solution » susceptible de répondre aux multiples enjeux en présence. La filière avait acté dans son plan d'action national d'appuyer la mobilisation des viticulteurs comme acteurs au cœur de la lutte (ambition 1), d'améliorer la situation côté matériel végétal en lien notamment avec la pépinière viticole (ambition 2), de mettre en place un observatoire du vignoble (ambition 3) et d'engager un plan de recherche ambitieux (ambition 4).

Le PNDV n'invente pas un échelon national technique, il est le fruit d'une démarche de bassins qui décident de se doter d'une coordination et d'une animation nationale pour avoir des effets leviers supérieurs à

ce qui pourrait être obtenu en local ; dès lors, le PNDV ne peut vivre et se traduire par des bénéfices dans les bassins que par la mobilisation des acteurs locaux et leur capacité à déployer ses outils et à s'approprier ses résultats ou sa dynamique. Il y a ainsi non seulement le Plan mais aussi « l'esprit PNDV ».

Avec un budget de 10 millions d'euros en 4 ans (2017-2020), l'Ambition n°4 « Recherche » a concentré 85 % de l'investissement financier collectif. Grâce à l'implication de l'écosystème recherche, c'est 23 millions d'euros qui ont été mobilisés, en tenant compte de l'engagement de moyens des organismes publics lauréats.

Et demain ?

Le PNDV a décuplé et fédéré les énergies sur le territoire viticole. Partout ? Pas forcément... et nous avons une véritable aventure humaine à conduire demain pour mobiliser d'avantage d'acteurs dans cette appropriation des questions techniques. A nous de croire dès maintenant en ce que nous savons de nos expériences croisées avec ce que nous dit la science.

Alors imaginons et créons ensemble à l'échelle locale un pilotage d'hommes et non de structures autour du dépérissement pour une meilleure appropriation de la démarche de Chablis à Mâcon et pour ancrer une stratégie d'adaptation de notre vignoble aux enjeux sanitaires, de production et de durabilité.

Un axe clé en sera le matériel végétal dans sa diversité qualitative à fin d'adaptation et la sécurisation de nos approvisionnements avec la pépinière mais sans en faire le graal de toutes nos attentes.

La continuité de l'effort de recherche engagé est indispensable sur la base d'une consultation bourguignonne pour identifier les points clés à traiter au-delà de questions déjà identifiées autour des porte-greffes à titre d'exemple et en y associant les forces et savoir-faire de start-up à même de faire sauter des verrous qui nous pénalisent au quotidien : prospection Flavescence dorée assistée par drones, marqueurs du traitement des bois à l'eau chaude...en sont quelques exemples parmi d'autres.

Poursuivre le PNDV demain, c'est imaginer notre vignoble comme une mosaïque d'expérimentations autour de nos exploitations pour tester et échanger autour des acteurs de la recherche et du développement et nous redonner des degrés de liberté à même d'endiguer ces dépérissements.

Construire le PNDV demain, c'est acter notre engagement individuel et parier que la vitesse du partage des informations techniques obtenues, via les réseaux sociaux et leur analyse grâce à des plateformes dédiées sera une clé numérique essentielle dans la compréhension de phénomènes complexes. C'est aussi croire en un environnement d'accompagnement technique et économique revisité et calé sur nos questionnements de vigneron.

Jean-Yves Bizot et Frédéric Barnier

Pour en savoir plus :

Le site internet du PNDV :

<https://www.plan-deperissement-vigne.fr/>



Carnets du plan : reprends les 31 fiches actions du plan et comporte les coordonnées de l'ensemble des professionnels impliqués dans le projet



Responsables de publication

L'équipe du Pôle Technique et Qualité sous la responsabilité de Christian Vanier

Pôle Technique et Qualité du BIVB

6, rue du 16ème chasseur – 21200 Beaune

Tel : +33 (0)3 80 26 23 74

www.vins-bourgogne.fr

Sources bibliographiques

- a. La prémunition contre le court-noué : vers la labellisation de vignes prémunies - Julie KUBINA, Jean-Michel HILY, Shahinez GARCIA, Olivier LEMAIRE et Emmanuelle VIGNE - Université de Strasbourg, INRAE, SVQV UMR-A 1131, F-68000 Colmar, France
- b. HOLOVITI – Identification de bio-indicateurs le long du continuum sol-racines-parties aériennes dans un contexte de dépérissement - Pierre-Emmanuel COURTY & Sophie TROUVELOT - Inra UMR Agroécologie et Université de Bourgogne
- c. GEENVI – Mise en place d'une gestion collective et intégrative de lutte contre l'enroulement viral de la vigne - Étienne HERRBACH - INRAE Colmar
- d. Projet HyMaVi - Etude des causes de syndromes d'origine inconnue, manifestés par certaines vignes en Bourgogne. Hypothèse de maladies à virus. CA21-ATVB, IFV, BVS, Bourgogne du Sud
- e. APTituDE (Alimentation PorTe-greffe DEpérissement) - Pierre-Emmanuel COURTY & Sophie TROUVELOT - Inra UMR Agroécologie et Université de Bourgogne – Laurent Anginot et Hortense Minchin ATVB – Thomas Gouroux CA21 – Christine Dubus CA71 – Claire Grosjean CRA Bourgogne-Franche-Comté – laboratoire Semse – Pépinières Guillaume.
- f. Origine – Qualité du point de greffe : les apports de l'imagerie - Anne Sophie SPILMONT et Camille CARRERE - Institut Français de la Vigne et du Vin, Domaine de l'Espiguette 30240 Le Grau du Roi
- g. Physiopath – Mieux comprendre les mécanismes sous-jacents au dépérissements de la vigne – Chloé Delmas - Inra UMR SAVE
- h. Vitimage – Imagerie médicale et Maladies du bois - Romain FERNANDEZ, Julie PERRY, Samuel MÉRIGEAUD, Jean-Luc VERDEIL, Maïda CARDOSO, Christophe GOZE-BAC, Philippe LARIGNON, Jean-Pierre PÉROS, Marc LARTAUD, Anne-Sophie SPILMONT, Loïc Le CUNFF et Cédric MOISY
- i. Projet Co-Act, Action 2 - Comprendre et exploiter les différences de sensibilité variétale pour réduire l'impact de la Flavescence dorée. Un protocole pour caractériser la sensibilité à la Flavescence dorée de cépages, porte-greffes et Vitis sauvages. Eveillard, T. Lusseau, F. Razan, D. Desque et S. Malembic-Maher, UMR BFP (INRA Bordeaux) M. Perrin et J. Masson, UMR SVQV (INRA Colmar)
- j. Projet Co-Act, Action 1 - Evaluer et prévenir les risques biologiques afin d'optimiser les stratégies de gestion de la Flavescence dorée Expérimentations collectives en Bordelais pour la gestion des vignes non cultivées, réservoirs potentiels de Flavescence dorée. Les participants au groupe de travail Fladorisk-CoAct Bordelais: S. Bentejac, M. Legoff, C. Bastiat, D. Vergnes, A. Kerebel, T. Aumonier, T. Lusseau, A. Rusch, M. Barbier et S. Malembic-Maher Avec le concours des municipalités de Barsacet Rions, B. Barthelet du SRAL RA, P. Salar et J.P. Douliez de l'UMR BFP, L. Marciniak, M. Augey, C. Borau et T. Martin-Girard, étudiants stagiaires INRA et/ou GDON

Crédits

Crédits photos : © BIVB / Aurélien IBANEZ, Jessica VUILLAUME, Sébastien BOULARD

Mise en page & création graphique : Intuitive - Studio de création / intuitive.fr



@vinsdebourgogne



BOURGOGNE

Bureau Interprofessionnel
des Vins de Bourgogne