

Innovation à la vigne & en cave

#2 | JUIN 2020

LES CAHIERS

DU PÔLE TECHNIQUE & QUALITÉ



BOURGOGNE
Bureau Interprofessionnel
des Vins de Bourgogne



EDITO

Nous nous confrontons aujourd'hui à de grands enjeux, qui vont redéfinir nos façons de travailler : faire face au changement climatique, réduction de notre empreinte environnementale, transition écologique, durabilité de nos systèmes de culture, etc.

L'innovation est à portée de main. Les nouvelles technologies de l'information, du numérique, ou même de la biologie moléculaire se déploient pour répondre à ces enjeux. De nouveaux outils nous aident déjà dans l'accomplissement de nombreuses tâches : échanges à distance avec des capteurs ou des personnes, modélisation, automatisation. Ils vont se multiplier pour nous permettre, demain, de connaître en temps réel l'état de nos parcelles, l'impact de nos pratiques, de maîtriser finement les qualités de nos vins et d'améliorer les conditions de travail.

Ces objectifs ne pourront être atteints sans l'implication et la concertation de tous les acteurs concernés et sans plusieurs cycles d'essais-améliorations afin que les solutions mises à disposition répondent parfaitement à leurs utilisateurs.

Vous découvrirez dans ce numéro des Cahiers du Pôle Technique & Qualité quelques-uns des outils et méthodes innovants qui voient le jour actuellement, à la vigne ou à la cave. Testez, échangez et innovez !

Jean-Yves BIZOT & Frédéric BARNIER

Sommaire

- 4 **La viticulture de précision**
- 6 **Des robots dans les parcelles**
- 8 **Quels sont les impacts environnementaux des modes de gestion du sol ?**
- 9 **Les réseaux d'interactions microbiens dans les sols**
- 10 **Flavescence dorée : où en est-on ?**
- 13 **Plantation de haies dans le vignoble**
- 14 **Agrivoltaïsme**
- 16 **De nouveaux outils de détermination de la maturité des raisins**
- 18 **Vers des chais neutres en énergie**
- 19 **Le Mas numérique : l'exploitation viticole 3.0**
- 20 **Nouveaux procédés de stabilisation des vins**
- 22 **Détection des *Brettanomyces***



Crédit photo - Le Mas Numérique

LA VITICULTURE DE PRÉCISION

Pour quoi faire ?

Avec les enjeux, nombreux, qui mobilisent le vignoble : changement climatique, maladies émergentes, transition écologique, les entreprises du numérique et de nombreuses start-up proposent leurs services aux viticulteurs.

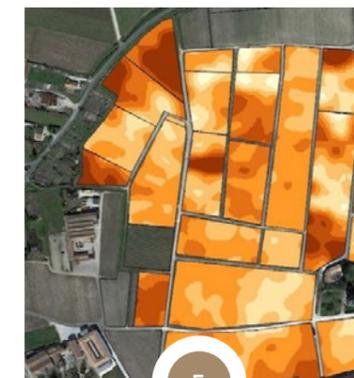
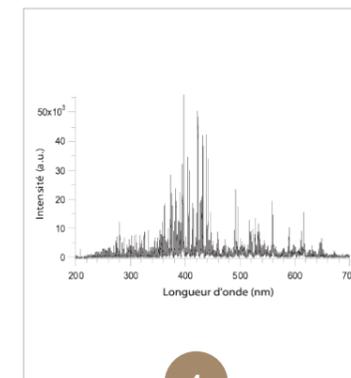
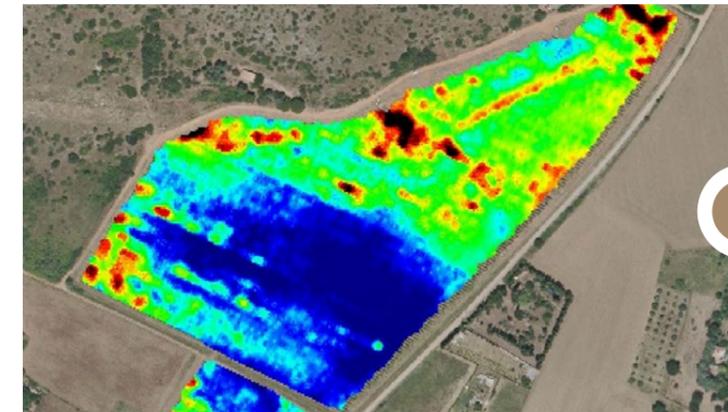
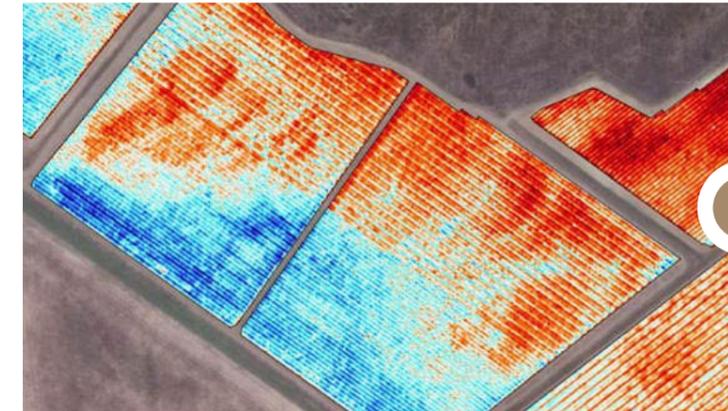
En effet, la technologie disponible aujourd'hui a entraîné un changement d'échelle dans la collecte d'informations et l'observation sur le terrain. Les observations se font maintenant à haute résolution spatiale et temporelle et elles sont objectives, car comparées et stockées d'une date à une autre. Les capteurs se multiplient : sol, indices de végétation ou de biomasse, état sanitaire, qualité des raisins. Mais la viticulture de précision, pour quoi faire ?

A l'échelle de vos exploitations et de vos parcelles, elle permet de mettre en place des expérimentations. Les mesures de vigueur montrent ainsi une variabilité intra-parcellaire très importante et sous-estimée en vigne. La connaissance fine des parcelles est nécessaire afin de revoir les procédures d'échantillonnage par exemple ou le choix des sites d'implantation de différents capteurs.

Ces outils sont aussi une aide à la gestion de la qualité, de l'équilibre entre rendement et vigueur et peuvent permettre d'optimiser la gestion sanitaire. Ils font appel à l'imagerie visible, infra-rouge ou rayons X, aux propriétés électriques, lasers, thermiques etc. Les outils génétiques se développent aussi. Une thèse est en cours afin de

développer un outil capable de suivre la sporée aérienne des pathogènes de la vigne.

Les technologies sont en évolution constante, tout comme l'utilisation que peuvent en faire les scientifiques et les agronomes. La diversité des dispositifs est en partie liée à celle des systèmes de conduite et leurs échelles de mesure sont tout aussi variées. Il sera indispensable aux experts de ces technologies d'accompagner progressivement l'intégration de leurs outils dans l'expertise et le diagnostic au vignoble.



1. Le NDVI, pour Normalized Difference Vegetative Index ou Indice de végétation par différence normalisée permet d'identifier les différentes zones de vigueur de la parcelle, qui peuvent ensuite être interprétées : matériel végétal, état du sol, système de conduite... Le capteur mesure la réflectance chlorophyllienne (rapport entre l'énergie réfléchie et l'énergie incidente).

– **Crédit :** Fruition Sciences

2. Résistivité du sol. Cette technique permet de mettre en évidence et d'identifier l'hétérogénéité des sols et de placer au mieux les zones d'échantillonnage de sol ou de raisonner le choix des porte-greffes.

– **Crédit :** GeoCarta et Mas numérique

3. Le survol par drone permet le comptage automatisé du nombre de pieds improductifs par prise d'images dans le visible.

– **Crédit :** Chouette

4. Spectre LIBS d'un sol. Cette technique de spectroscopie est basée sur l'émission atomique à partir d'un plasma induit par laser. Elle est utilisée sur un échantillon de matière solide et donne un spectre qui doit être analysé, permettant de lister et quantifier les éléments chimiques présents dans le sol. Cette technologie équipe les robots martiens depuis 2003.

– **Crédit :** Research gate

5. Basé sur l'utilisation d'un faisceau laser, le Physicap permet de mesurer la biomasse des sarments de vigne. Embarqué et positionné de part et d'autre du rang, le capteur acquiert, lors de son passage, des données sur les bois de l'année avant la taille (nombre et diamètre) afin de cartographier la vigueur du vignoble et adapter ses pratiques d'une année à l'autre.

– **Crédit :** Fruition Sciences

Note : d'après Bruno Tisseyre, enseignant-chercheur à Montpellier SupAgro, présentation le 26 février 2020 à l'occasion des Journées techniques de l'UMT Seven à Bordeaux.



Zoom sur le robot Bakus développé par Vitibot

L'enjambeur monorang Bakus a été créé en 2018 par la start-up champenoise Vitibot. Concernant ses caractéristiques : le robot est 100 % autonome et 100% électrique avec une autonomie de 10 heures de travail. Il est adapté pour vignes étroites et peut supporter des pentes jusqu'à 45°. Il est actuellement utilisé pour l'entretien mécanique du sol (désherbage...), avec pour perspective, à court terme, d'intégrer la pulvérisation confinée avec récupération de bouillie. Les robots sont fabriqués en France à partir de composants à 85 % français. Des démonstrations ont d'ores et déjà été organisées en Bourgogne et dans le Bordelais l'été dernier.

DES ROBOTS DANS LES PARCELLES ?

Il reste des étapes à franchir

La robotique en agriculture est en plein essor. Actuellement, la quasi-totalité des robots agricoles sont utilisés en élevage.

10% des éleveurs sont équipés en robots de traite et 70% achètent un robot de traite lors du renouvellement de leur matériel. Quelques centaines de robots sont utilisées en maraîchage, principalement pour le désherbage. Dans une étude commanditée par le BIVB et conduite par le Vinipôle Sud Bourgogne en 2019, les usages potentiels et les facteurs clés du développement des robots en viticulture ont été explorés.

En viticulture, la robotique suscite beaucoup d'espoirs sur l'amélioration des conditions de travail. En permettant de limiter l'impact de tâches pénibles et répétitives, elle peut constituer une réponse à la pénurie de main d'œuvre que connaît la viticulture et elle peut apporter des solutions face à des impasses techniques liées à la diminution ou disparition des intrants. Les pistes d'usages sont nombreuses : désherbage, tonte ou travail du sol, mais aussi pulvérisation, taille et port de charges dans les parcelles. A la cave aussi, les robots pourraient faire leur entrée avec l'automatisation des itinéraires de vinifications en fonction de critères analytiques mesurés en temps réels.

Aujourd'hui, l'offre des constructeurs pour le vignoble bourguignon est

encore très limitée. De plus, les coûts d'utilisation, liés aux coûts d'investissements, sont élevés. Les coûts annoncés sont de l'ordre de 150 000 à 200 000 €. Par ailleurs, les spécialistes soulignent que le gain de temps est à nuancer avec le temps d'apprentissage, indispensable pour l'opérateur. Des questions essentielles restent posées : sécurité et législation (comment insérer le robot dans un environnement ouvert dans les parcelles et sur la voie publique), polyvalence et autonomie des robots (un investissement lourd pour quelle fréquence d'usage lors de l'itinéraire cultural ?, quelle autonomie peut-on espérer ?), adaptation à un parcellaire très morcelé en Bourgogne (temps d'intervention court dans chaque parcelle, déplacement d'une parcelle

à une autre), et enfin le modèle économique (les robots seront-ils des équipements individuels, collectifs, sollicités en prestation ?).

Dans la situation actuelle, il semble prématuré d'envisager à court terme une robotisation des opérations viticoles à grande échelle. Toutefois, les fonds importants levés par certaines start-ups pourraient apporter des réponses rapidement.

MODES DE GESTION DES SOLS

Quels sont les impacts environnementaux ?



Pour aider la filière vitivinicole dans la transition écologique, le BIVB a étudié les alternatives au désherbage chimique. En effet, elles limitent la pollution vers l'eau et les sols et contribuent ainsi à la transition écologique. Ces alternatives posent deux questions :

1/ Quel est leur coût ?

2/ Est-ce qu'il y a un transfert de pollution d'un compartiment à l'autre ? Les itinéraires techniques vertueux du point de vue de la transition écologique permettent-ils également de répondre à l'enjeu de l'atténuation du changement climatique ?

C'est pour acquérir des informations et un recul sur l'impact environnemental des modes de gestion du sol que le projet MOSGA (Make Our Soils Great Again), porté par l'IFV, la SICAREX Beaujolais et le BIVB a été retenu dans le cadre de l'appel à projets 2019.

Il permettra d'évaluer les itinéraires via la méthode de l'ACV (Analyse du Cycle de Vie). Internationalement reconnue selon la Norme ISO 14040, elle est multi-étapes (tout le cycle de vie), multi-critères et permet d'évaluer des impacts environnementaux de l'existant, mais également des scénarii prospectifs.

La méthode ACV peut fournir de 7 à 15 indicateurs d'impacts environnementaux (écotoxicité aquatique, eutrophisation, réchauffement climatique, impacts sur les ressources naturelles...).

Cette étude a pour ambitions :

- d'objectiver les impacts environnementaux potentiels des solutions techniques alternatives au désherbage chimique,
- d'identifier des pistes de travail,
- de replacer les impacts de la gestion du sol et plus globalement des pratiques viticoles dans un contexte plus global.

Nous attendons les livrables de ce projet d'ici deux ans.

UN NOUVEL INDICATEUR DE L'ÉTAT DES SOLS



les réseaux d'interaction microbiens

Les analyses de terre deviennent monnaie courante dans le vignoble. Elles permettent de déterminer les propriétés physico-chimiques des sols. Les mesures de qualité biologique se multiplient aussi : biomasse microbienne, état de la matière organique, azote biologiquement minéralisable, aptitudes métaboliques du microbiote etc. La diversité microbienne est couramment utilisée comme bioindicateur du fonctionnement des écosystèmes. Cependant, ces indicateurs souffrent d'un manque de sensibilité en cas de perturbation modérée et chronique, par exemple sous l'influence des pratiques agricoles ou du changement climatique.

Une nouvelle approche a été développée, notamment à l'Inrae de Dijon, basée

sur des réseaux d'interactions. L'ensemble des microorganismes du sol interagissent ensemble, de façon positive ou négative ou coexistent simplement dans des caractéristiques précises du milieu. On parle de réseaux trophiques, mutualistes et de cooccurrence. Ces réseaux, leur connectivité, le nombre de liens, peuvent être étudiés grâce

à des modèles mathématiques pour détecter les changements dans les communautés microbiennes. Leurs structures diffèrent profondément selon les catégories d'usage des sols (voir ci-contre). De même, la structure de ces réseaux peut varier de 10 à 50 % en réponse à des perturbations mineures, alors même que les paramètres de diversité microbienne restent stables. L'étude de ces réseaux pourra constituer des indicateurs simples et opérationnels afin d'identifier l'impact, jusque-là imperceptible, de pratiques viticoles. La technique sera utilisée en 2020 sur les parcelles bourguignonnes du réseau EcoVitiSol. L'interprétation des résultats sera enrichie par les échanges entre les exploitants des parcelles et les retours d'expériences, indispensables aux progrès de la recherche.

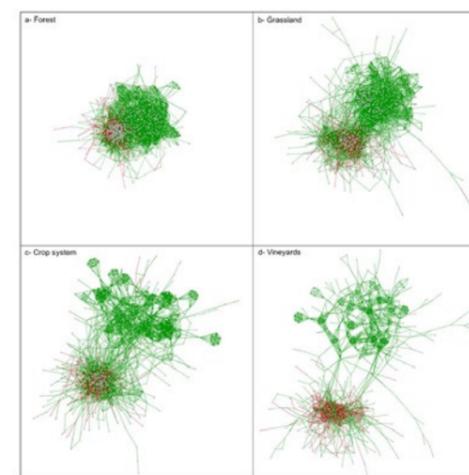


Figure 2. Visualization of the most complex network among the 100 replicates for the 4 types of land use. The red edges represent the negative links and the green edges represent the positive links. The most complex network was the one with the most links, the highest connectance and the highest average degree.

Source : Karimi et al. 2019

FLAVESCENCE DORÉE

Où en est-on ?

Le bilan de la campagne 2019 de lutte contre la Flavescence dorée montre une situation préoccupante en Bourgogne. Les surfaces de traitements contre le vecteur ont augmenté de 7,5% par rapport à 2018.

Les prospections ont montré une forte expression de jaunisse qui s'est révélée être une majorité de Bois noir. Les résultats des prélèvements montrent toutefois une progression de la Flavescence : 25 communes en Bourgogne sont positives, dont six nouvelles. Deux de ces communes se trouvent en Côte-d'Or.

Cette nouvelle augmentation de cas positifs FD a plusieurs origines : nouvelles communes concernées par la FD sous forme de foyers ou de ceps isolés, extension de la FD au sein de communes déjà touchées et secteurs positifs par le passé en Mâconnais Nord qui le redeviennent.

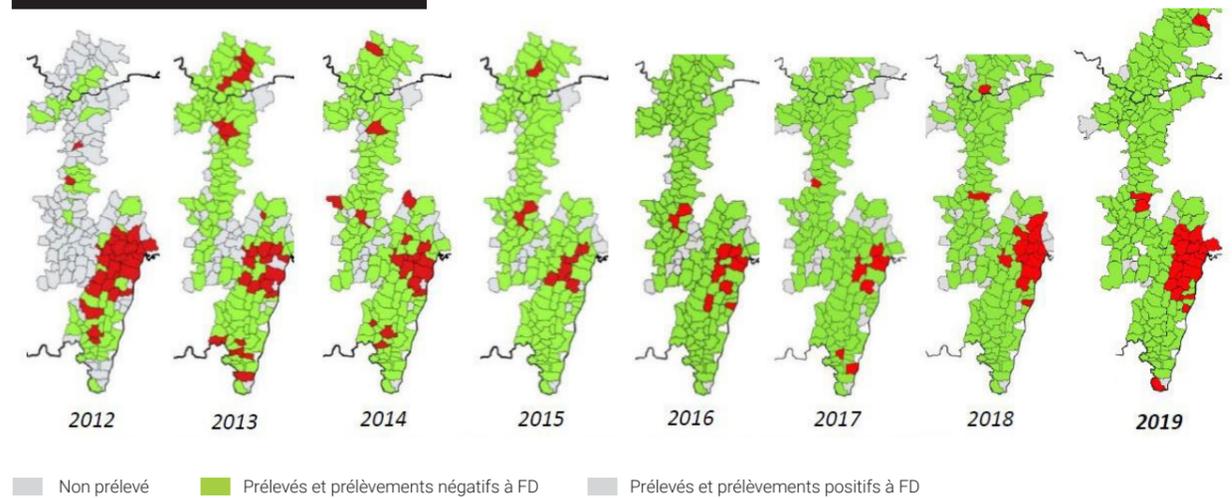
À la vue de ces résultats préoccupants faisant état d'une progression importante de la Flavescence dorée dans notre vignoble, professionnels et organismes techniques ont mis en place des groupes de travail pour construire de manière effective le dispositif de lutte 2020.

L'année 2019 est une bataille perdue dans la lutte contre la Flavescence dorée. Mais la guerre contre le phytoplasme est loin d'être terminée.



Evolution de la FD depuis 2012

Source : FREDON BFC



Le numérique entre dans l'arène pour aider les viticulteurs à détecter au plus tôt tous les ceps symptomatiques.

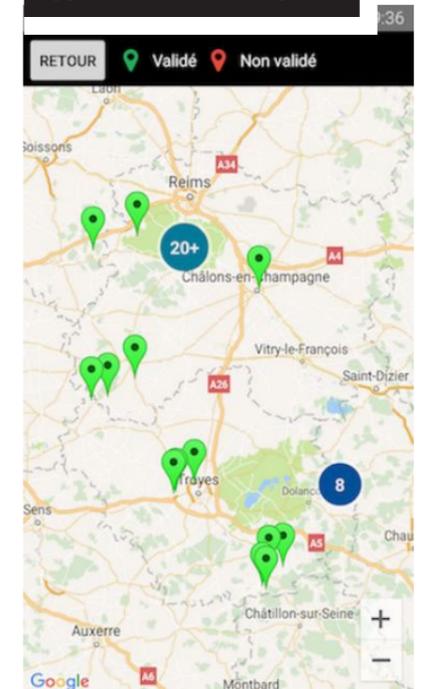
La période de prospection de la Flavescence dorée intervient en fin d'été, au moment de la forte expression des symptômes, souvent en pleine période de vendanges et mobilise fortement les viticulteurs. Pour être efficace, la prospection des parcelles doit être exhaustive et reconduite tous les ans. Aujourd'hui, des applications mobiles peuvent être mises à disposition pour seconder le signalement des ceps suspects. En quelques secondes sur un smartphone, il est possible de géolocaliser un cep, d'associer à ce point GPS les photographies des symptômes observés et de transférer ces informations dans une base de données partagée. Dans les cas où les symptômes sont confirmés visuellement, les services chargés de la défense contre les organismes nuisibles procèdent, comme lors des prospections collectives à pied, à des prélèvements sur place pour analyse en laboratoire. Ce type d'application

est aujourd'hui disponible en Champagne et en Alsace, où il totalise plus de 600 utilisateurs, un nombre en forte progression depuis 2015.

La prospection à pied se dote aussi d'alliés dans les airs. De nombreuses entreprises finalisent actuellement des techniques de prospection par drones. Les prises de photographies précises et de qualité, accompagnées d'algorithmes de reconnaissance d'images de plus en plus performants permettent de cibler les ceps suspects. En fonction de la technologie utilisée, la vitesse de prospection peut atteindre 3 à 5 ha/h. Avec l'aide de la carte de la parcelle ainsi élaborée, l'état des ceps repérés est vérifié et un prélèvement effectué pour confirmer la présence du phytoplasme.

De plus, la lutte insecticide s'affine grâce au comptage des cicadelles vectrices présentes dans les parcelles. Le vignoble des Charentes s'est doté d'un piège chromatique connecté, afin de faciliter et d'accélérer ces comptages. Installé dans les parcelles, ce type de piège

Application mobile VigiCA



Cicadelle Scaphoideus titanus



Crédit photo : Tom Murray

Piège à Cicadelles



est composé d'une feuille gluante attractive, d'un appareil photo et d'une puce GSM qui permet de transmettre par courriel ou SMS des notifications sur l'état du piège et le type d'insectes capturés. En Charentes, près de 1800 ha pourraient ainsi bénéficier d'une lutte aménagée « connectée ». Après 3 campagnes d'expérimentation, le système est en cours de validation par les services de l'Etat.

Les scientifiques déploient de nouvelles armes pour orienter la prospection.

Le programme de recherche Co-Act, accompagné par le Plan National Dépérissement du Vignoble, développe un modèle prédictif de la présence de Flavescence dorée

en fonction d'un ensemble de variables. Ce travail est mené sur les territoires pilotes du Bordelais et de la Bourgogne. Les paramètres pris en compte dans ce modèle de statistiques spatiales vont de l'année de plantation à la composition du paysage en passant par le cépage et la présence de Bois noir. Ce travail inédit, le premier à combiner dans un système d'information géographique (SIG) les cas de Flavescence dorée et les facteurs explicatifs à l'échelle d'un territoire, ouvre des perspectives pour prédire l'apparition de la Flavescence dans des communes non prospectées au travers de cartes de risque et pour la conception d'un outil d'aide à la prospection.



Notiphy – Communiquez sur vos traitements, en toute confiance

Protéger, en toute simplicité, les ouvriers agricoles et toutes les personnes (riverains, consultants agricoles, commerciaux, etc.) d'une exposition aux pesticides en informant sur les dates de traitement et les délais de réentrée.

Notiphy Box est constitué d'un boîtier électronique étanche, équipé :

- d'une connexion bluetooth LE
- d'un capteur de luminosité
- d'un capteur IR
- d'une lampe à haute visibilité
- d'un afficheur LCD

Le professionnel, au cours de l'épandage de produit phytosanitaire, active le boîtier à l'aide d'une télécommande bluetooth. Le boîtier activé émet alors un signal lumineux pour une durée correspondant au délai de réentrée sélectionné.

Solution logicielle : Notiphy permet de contrôler la diffusion de l'information concernant des zones géographiques en cours de traitement, ou traitées, pour éviter de s'y rendre inutilement et/ou de prendre les mesures nécessaires en conséquence : économie de temps, sécurité au travail, protection des riverains .

Logiciel en ligne et application pour smartphone mis à disposition gratuitement en version « basic » pour envoyer rapidement un message à une liste d'abonnés, permettant de connaître le jour du traitement, le lieu et le délai de réentrée associé. Il existe deux autres versions de Notiphy en abonnement avec plus d'options comme par exemple la possibilité d'informer sur les traitements à la parcelle (ou groupe de parcelles) à l'heure près ou encore la gestion des stocks.

Plantation de haies dans le vignoble : Une plaquette technique est disponible.

De nombreux travaux sont déjà réalisés sur la mise en place de haies et leurs intérêts en termes de paysage et de biodiversité, mais la question des haies adaptées au vignoble bourguignon et leur rôle reste posée. Quel type de haies planter ? Dans quels objectifs ? Quelles essences utiliser dans notre vignoble ? Comment les entretenir ?

C'est pour vous apporter des éléments de réponse que le BIVB conduit un projet expérimental, porté par les Chambres d'Agriculture de l'Yonne et de la Côte-d'Or, le Vinipôle Sud Bourgogne. Il vise à évaluer l'impact des haies sur les dérives des produits phytosanitaires. L'objectif de la plaquette est de vous donner des éléments pragmatiques sur la plantation de haies.

Vous retrouverez cette plaquette sur l'Extranet du BIVB.





AGRIVOLTAÏSME

Une voie d'avenir ?

Les aléas climatiques (gel, grêle, sécheresse...) influent sur la production agricole (viticulture, arboriculture, grandes cultures ou maraîchage). L'agrivoltaïsme s'inspire du principe des cultures étagées et de l'agroforesterie, où plusieurs espèces sont cultivées sur différents niveaux, créant ainsi une synergie entre elles. Cette technologie propose de couvrir les cultures avec des panneaux photovoltaïques afin de modifier les conditions climatiques au-dessus des plantes, pour leur garantir une croissance optimale, et produire de l'électricité.

Suite à des premiers essais avec des systèmes fixes, les projets se développent avec des panneaux mobiles, permettant de moduler l'ombre portée au niveau des plantes. Plusieurs avantages peuvent être mis en avant :

- protection face à un soleil trop intense : limitation de l'échaudage
- limitation de la montée en température des sols lors de fortes chaleurs
- diminution de la consommation d'eau par les plantes
- limitation des effets du gel

Les premiers essais avec des panneaux solaires ont permis de montrer que cette technologie permettait d'économiser environ 20 % d'eau, du fait de la limitation de l'échauffement du sol. En période de froid, la température est supérieure d'environ 3 °C et permettrait d'éviter certaines nuits de gel.

Plusieurs projets sont en cours, sur différents types de cultures, afin d'acquérir des connaissances détaillées sur les modifications entraînées par l'ombrage et optimiser le pilotage des panneaux en fonction des scénarii climatiques et des objectifs de production.

En viticulture, deux essais sont actuellement en cours :

Dans le Var

En 2019, les premières vendanges ont eu lieu au domaine Hugues Gautier dans le Var. 1 000 m² d'une parcelle de Caladoc en IGP Var ont bénéficié de la protection Ombrea, un système de régulation climatique piloté par intelligence artificielle. Ce projet est doublé d'une étude agronomique et d'un suivi scientifique menés en partenariat avec l'Institut Français de la Vigne et du Vin (IFV) et la Société du Canal de Provence (SCP).

Dans le Vaucluse

Une collaboration entre la Chambre d'Agriculture du Vaucluse, l'Inrae, l'IFV et l'entreprise Sun'R (dont la branche Sun'Agri a fourni les panneaux photovoltaïques) a débuté en 2019 et permis la mise en place et l'étude des effets de panneaux photovoltaïques dans le vignoble.

Ce projet est mené sur 1 000 m² du domaine expérimental de Piolenc (Grenache noir) : 600 m² ont été couverts de panneaux photovoltaïques, les 400 m² restant servent de témoins. Les panneaux ont été placés à 4,20 m au-dessus du sol, ce qui laisse l'espace suffisant pour le passage des engins viticoles dont les machines à vendanger.

Pour ajuster le pilotage en temps réel des panneaux, l'équipe projet étudie les besoins des plantes tout au long de leur cycle de croissance et les mutualise avec des informations météorologiques et les objectifs de production.

La Chambre d'Agriculture du Vaucluse a récemment dévoilé (mars 2020) les premiers résultats de cette expérimentation, qui sont très encourageants !

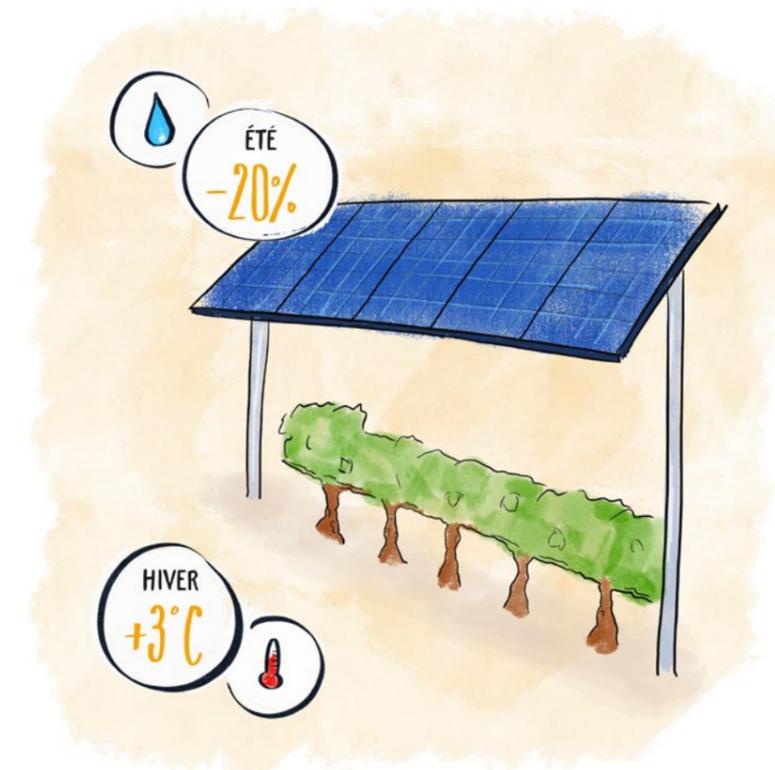
La résistance des vignes aux fortes chaleurs a été meilleure lorsqu'elles étaient ombragées par les panneaux. Le stress hydrique (mesuré à l'aide de capteurs installés dans les vignes) a été moins marqué pour les

vignes sous ces panneaux (le besoin en eau est réduit de 12 à 34 % en fonction des modalités). De plus, le poids des baies est plus important de 17 % pour les vignes protégées.

Enfin, le potentiel oenologique des raisins est amélioré : l'acidité totale est augmentée, ainsi que la teneur en anthocyanes. Par contre, le titre alcoométrique est similaire pour les deux modalités.

Autre bénéfique, ces panneaux produisent de l'électricité : un tarif d'achat préférentiel d'électricité est proposé pendant 20 ans aux personnes s'équipant de ce système, de quoi compenser un coût d'installation conséquent (4 M€ pour 4 ha).

Cette expérimentation est conduite jusqu'en 2021, les résultats des prochaines campagnes sont attendus avec impatience.



L'agrivoltaïsme semble être un levier efficace dans l'adaptation du vignoble au changement climatique. Néanmoins, les expérimentations sur cet appareillage n'en sont qu'à leurs prémices et les panneaux solaires et photovoltaïques n'ont pas encore dévoilé tous leurs secrets.

Par ailleurs, plusieurs questions se posent sur cette technologie : comment les intégrer dans notre vignoble, classé au patrimoine de l'UNESCO ? Peuvent-ils s'adapter à la structure morcelée du vignoble et aux coteaux ?

DÉTERMINATION DE LA MATURITÉ DES RAISINS

...de nouveaux outils

Déterminer la maturité des raisins est essentiel à l'établissement de la date optimale de récolte. La dégustation de baies est un très bon indicateur pour le viticulteur, si elle est pratiquée avec rigueur. De nouveaux outils, se basant sur l'imagerie ou sur la fluorescence, sont apparus sur le marché pour aider au mieux le vigneron dans cette décision.

Parmi les nombreux capteurs et outils présents sur le marché (Multiplex – Force A, Dyostem – Vivelys, Qualiris reception – Sodimel, Winescann – FOSS...), le Pôle Technique & Qualité a testé le Bacchimeter, commercialisé par la société Force A.



BACCHIMETER - FORCE A

Ce capteur, portable et non destructif, permet une mesure, à la vigne, de la concentration en anthocyanes de la pellicule des baies de raisin et ainsi un calcul du Potentiel Anthocyanes (PA), indicateur pour le suivi de la maturité phénolique. La connaissance de ce paramètre aide à l'identification des zones optimales pour la dégustation des baies. Ces informations sont aussi utiles pour affiner la date de récolte et le planning parcellaires des vendanges.

Comment ça marche ? Les mesures réalisées par le capteur sont directement transférées et analysées sur une plateforme web. Une application mobile permet de

transférer et consulter ces données. La plateforme, quant à elle, permet la visualisation et le stockage des données.

Le Bacchimeter a été testé sur des parcelles de Pinot noir du réseau de référence du BIVB lors de la campagne 2019. Les résultats obtenus pour ce millésime n'ont pas permis d'obtenir des conclusions définitives quant à cet outil.

L'acquisition du matériel et l'abonnement à la plateforme web représentent un budget d'environ 4 000 €, somme conséquente au regard des informations fournies par ce capteur.



DYOSTEM - VIVELYS

D'autres systèmes d'analyse, notamment en laboratoire, existent. C'est le cas du Dyostem, commercialisé par la société Vivelys. Cet outil permet d'évaluer la maturité des baies en fonction du suivi de la quantité de sucres par baies ainsi que la teinte des baies.

Comment ça marche ? Cet outil mesure au laboratoire la quantité de sucres par baie ainsi que la couleur sur un prélèvement de 200 baies. Le suivi de ces paramètres est réalisé au cours de la maturation des baies et permet d'établir des courbes de chargement en sucres et de les comparer à un modèle spécifique au cépage et à la région viticole.

Le chargement en sucres des baies montre une première phase de croissance, puis une phase de stagnation, correspondant à l'arrêt de chargement en sucres. C'est également la phase de maturité de la baie.

En fonction du profil de vin souhaité, il est préconisé de vendanger en début de phase plateau (vins blancs riches en thiols, vins rouges avec une aromatique de fruits rouges frais) ou en fin de phase plateau (vins blancs riches en terpènes, vins rouges avec une aromatique de fruits rouges mûrs).

Le suivi du chargement en sucres permet aussi d'observer les blocages de maturité (chargement lent et peu de sucres dans les baies) et les baies en sous maturité (chargement rapide sans phase plateau)

Les applications au terrain sont multiples : détermination de la date optimale de maturité d'une parcelle en fonction du type de produit souhaité et estimation du potentiel qualitatif. L'identification des parcelles présentant un déséquilibre physiologique est facilitée. Il est aussi possible d'établir la traçabilité des données de maturation d'un

millésime à un autre. Enfin, l'impact des pratiques viticoles peut facilement être étudié grâce à cet outil.

Le Dyostem est utilisé par le Centre Œnologique de Bourgogne depuis 2008. Ce laboratoire a établi le modèle Pinot noir pour l'outil. Cet outil apparaît comme fiable et utile, c'est le seul qui donne une interprétation des analyses : les dates de vendanges proposées s'avèrent souvent optimales.



VERS DES CHAIS NEUTRES EN ÉNERGIE

La filière viti-vinicole bourguignonne est en réflexion permanente pour améliorer la qualité de ses vins. Les chais équipés (régulation thermique, systèmes d'économie d'eau, logistiquement performants...) sont garants d'une maîtrise poussée des processus de vinification et d'élevage, permettant l'élaboration de vins de grande qualité.

Pourtant, dans un contexte de changement climatique et de préservation des ressources énergétiques, des questions sur la maîtrise et l'économie d'énergies à la vigne et en cave se posent : quelle est la consommation réelle d'un chai ? Quelle est l'influence des itinéraires de vinification ? Comment peut-on diminuer notre consommation d'énergie tout en conservant la qualité de ses vins ?

C'est pour acquérir des éléments de réponse et des modèles de chais à basse consommation énergétique que le projet *Bénéfice* a été sélectionné lors de l'appel à projets 2018 du BIVB. Ce projet est porté par le Vinipôle Sud Bourgogne, les Chambres d'Agriculture de l'Yonne et de Côte-d'Or.

Ce programme est constitué de trois axes :

1. Acquisition et production de références pour optimiser la construction de nouveaux chais,
2. Intégration de la diminution de la consommation d'énergie dans le processus de production sans travail supplémentaire pour le producteur,
3. Production de l'énergie à partir de la biomasse de l'exploitation ou à partir de l'énergie solaire pouvant être captée par le chai.

Pour répondre à ces objectifs, l'équipe du projet *Bénéfice* a mis en place un réseau de 5 chais pilotes.

Dans un premier temps, des données et mesures sur les comportements thermiques en relation avec les itinéraires techniques et les paramètres des bâtiments ont été récoltées, via le réseau d'observation des chais. Par la suite, le Vinipôle mettra en œuvre des calculateurs d'échanges énergétiques. La pertinence et la robustesse de ces calculateurs seront confrontées à une multitude de situations pour ainsi valider le modèle à l'échelle de la Bourgogne.

Dans un troisième temps, une méthode d'accompagnement des professionnels sera développée, que ce soit par une adaptation des itinéraires techniques ou bien une adaptation des bâtiments. La feuille de route proposée est la suivante :

- Analyse préalable de la consommation énergétique,
- Audit sommaire avec une identification des principales sources de consommation. C'est à l'issue de ce premier audit que les premières propositions d'améliorations seront faites,
- Audit approfondi : les mesures seront plus précises et permettront de réaliser les calculs énergétiques. A l'issue de ce deuxième audit, une analyse de l'impact des premières propositions sera réalisée et un ajustement de ces préconisations sera fait,
- Suivi énergétique mensuel.



Le Mas numérique, l'exploitation viticole 3.0

Le Mas numérique est un site de démonstration d'outils numériques destinés à la viticulture, implanté au Domaine du Chapitre, propriété de Montpellier SupAgro. Dix-sept entreprises de l'agriculture numérique s'y retrouvent pour mettre en œuvre à chaque étape de la vie de l'exploitation et de la production des outils innovants. Deux axes structurant dans ce programme de recherche grandeur réelle : la protection des plantes et la gestion de la qualité et des rendements. L'ergonomie des utilisateurs est aussi primordiale.

Au vignoble, les technologies mises en œuvre vont de l'acquisition de données météo en passant par la modélisation des risques maladies, l'optimisation des doses apportées, la prévision des interventions et la traçabilité. A la cave, un pressoir connecté permet par exemple de mesurer en continu différents paramètres comme la pression ou la conductivité. Ce suivi permet d'opérer avec une grande précision lors du pressurage et de la séparation des jus.

Le Mas numérique permet d'évaluer les outils en cours d'élaboration en conditions réelles mais aussi d'imaginer leurs interactions et synergies. Cette exploitation est ouverte aux professionnels, qui peuvent ainsi se confronter aux outils et opportunités qui leur seront offertes dans les prochaines années pour travailler dans de meilleures conditions.



Voir la vidéo de présentation :
<https://youtu.be/4yZmZ5guASI>

STABILISATION DES VINS

De nouveaux procédés

La tendance actuelle en cave est à la baisse de l'utilisation du SO_2 , majoritairement pour répondre à la demande du consommateur. Mais, cet intrant œnologique, de par ses propriétés anti-oxydantes et antimicrobiennes, reste un outil très performant dans la stabilisation des vins : quelles sont ses alternatives dans la stabilisation microbiologique ?



Le traitement par Haute Pression Hydrostatique (HPH)

Cette technique consiste à appliquer une haute pression (100 à 1 000 MPa) au vin, qui induit une baisse de volume et la mort des microorganismes. Différentes études ont montré l'efficacité de ce procédé sur les bactéries et les levures du vin, a priori sans modifier les propriétés organoleptiques du vin. Cependant, si le traitement HPH est appliqué avec de très fortes pressions et pendant de longues plages de temps, il peut provoquer un vieillissement accéléré de ce vin, avec un impact sur ses propriétés organoleptiques.

Ultrasons (US)

Des ultrasons (freq. : 20 kHz à 100 kHz) sont appliqués au vin qui produisent une augmentation locale de température et de pression et induisent la mort des microorganismes. Cette méthode est d'ores et déjà utilisée dans la désinfection des fûts, avec association de traitements thermiques (réduction de 95% des cellules viables des levures *Brettanomyces* à 60°C, 10 min). L'efficacité de cette méthode est puissante aussi sur les vins, mais les expérimentations ont montré une modification de leur profil aromatique par apparition de notes oxydatives et fumées.

Ultraviolets (UV) (longueur d'ondes : 100 à 400 nm)

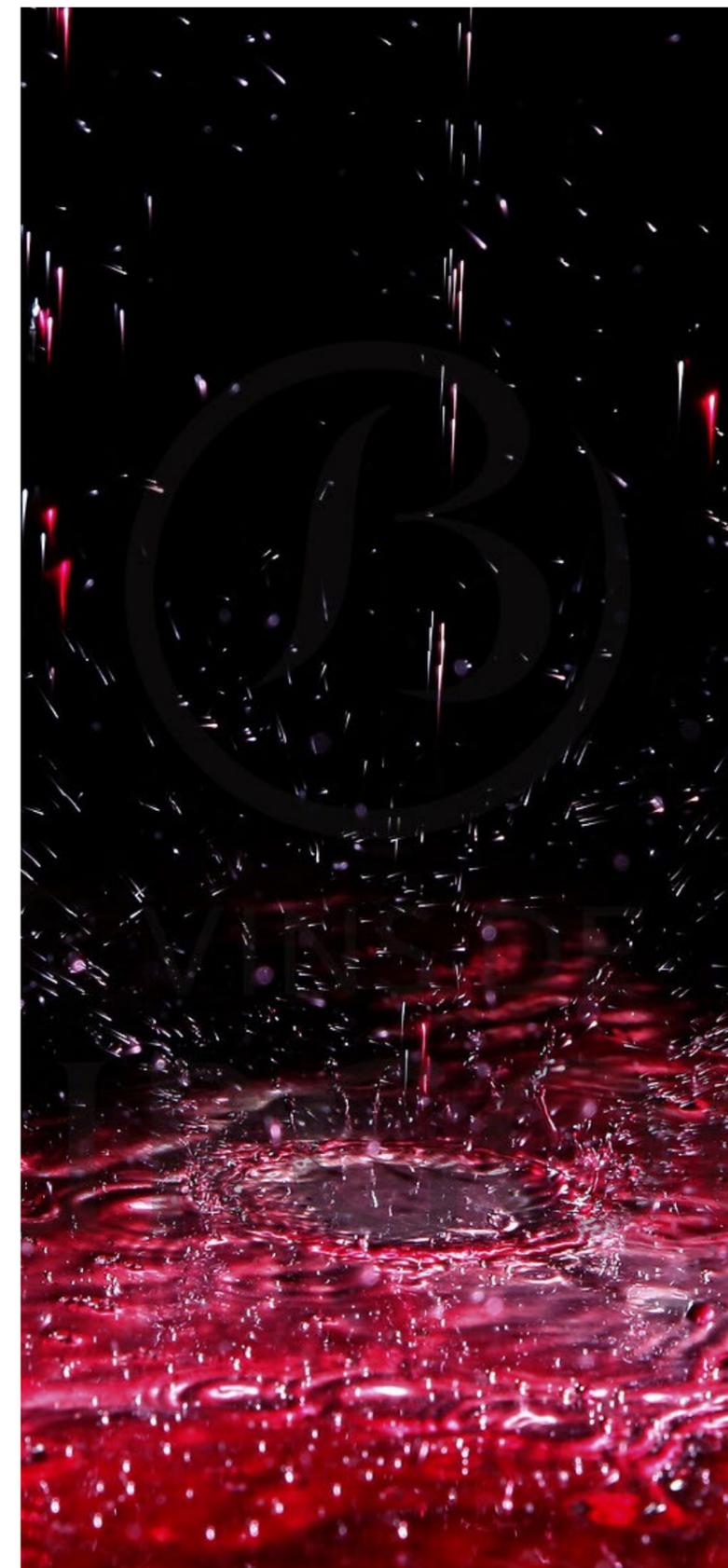
Le passage de vins aux ultraviolets a pour effet de détruire la grande majorité des microorganismes présents par altération de leur ADN. L'efficacité de cette méthode, dépendante de la turbidité des vins, est plus grande pour les vins blancs (les polyphénols des vins rouges absorbent les UV). Des essais concluants ont été réalisés avant mise en bouteilles de vins rouges, sans impact sur leurs propriétés organoleptiques.

Il est à souligner que les molécules responsables du « goût de lumière » sont produites à une longueur d'onde d'environ 370 nm.

Champs électriques pulsés (CEP)

De courtes impulsions électriques sont appliquées au vin et induisent la mort des microorganismes présents dans le vin. L'efficacité de ce traitement est conditionnée par l'intensité et le temps d'application, le type de microorganismes et les conditions physicochimiques du milieu. L'intérêt de cette méthode a été prouvé pour des vins rouges avant mise en bouteilles.

Ces nouvelles technologies permettant la stabilisation microbiologique des vins présentent des résultats encourageants. Il reste tout de même, d'une part, à définir d'une manière plus précise leurs potentiels impacts sur la matrice organoleptique des vins et d'autre part, les itinéraires techniques et les matériels et équipements nécessaires à ces traitements.



DÉTECTION DES BRETTANOMYCES

Quand ?
Comment ?
Quelles sont les nouveautés ?

La présence de levures *Brettanomyces bruxellensis* dans les vins rouges est un sujet qui préoccupe les viticulteurs de Bourgogne et du monde, depuis quelques années déjà. L'analyse des phénols volatils, produits par ces levures dans les vins, montrent des teneurs moyennes souvent importantes voire très élevées qui altèrent leurs caractères organoleptiques.

Une meilleure connaissance de la physiologie de ces levures et des périodes critiques de leur développement dans le vin, l'accès à des méthodes d'analyses microbiologiques et physico-chimiques validées permettent aujourd'hui de prévenir l'apparition de ces molécules indésirables au-delà de leur seuil de perception.

Détecter les Brettanomyces

Parfois utilisé, l'examen microscopique n'est pas suffisant pour une détection pertinente de ces levures. La classique boîte de Pétri avec un milieu gélosé sélectif permet toujours une détection

efficace, mais elle ne donne pas de résultats avant 9 jours et ne donne que les levures cultivables.

La cytométrie de flux donne des résultats plus rapidement, compte toutes les cellules incluant les cellules viables non cultivables (VNC) et est aussi un peu plus chère. Elle devient de plus en plus spécifique par différents traitements de l'échantillon avant analyse (hybridation in situ FISH).

La RT-qPCR, technique de biologie moléculaire, cible parfaitement les *Brettanomyces*, mais peut donner des résultats variables selon les sondes utilisées. Son inconvénient d'inclure des levures mortes, est maintenant contourné par une préparation particulière de l'échantillon (EXCELL GenBrett®). Différentes techniques d'extraction de l'ADN peuvent aussi améliorer cette technique, à condition que le laboratoire soit équipé à ces fins.

Des kits de détection rapides, facilement utilisables, se sont beaucoup développés. Certains utilisent l'immunofluorescence (Brettatest), d'autres l'ATPmétrie,



l'immunologie (Université de Neustadt – All.) ou même la PCR (VINEO® Brettanomytest). Il convient avant de les utiliser de connaître la répétabilité, leur spécificité pour *Brettanomyces*, et le seuil minimal de détection de ces méthodes. Des nanobio-capteurs sont aujourd'hui à l'étude pour la détection de ces levures d'altération.

Le dispositif VinoBrett, combine une amplification PCR et l'immuno-enzymatique afin d'accélérer le diagnostic et le rendre disponible au chai. Certains laboratoires peuvent coupler la qPCR avec de la cytométrie de flux pour plus de précision.

Dernièrement, une méthode propose de déterminer génétiquement les souches de *Brettanomyces* résistantes au SO₂.

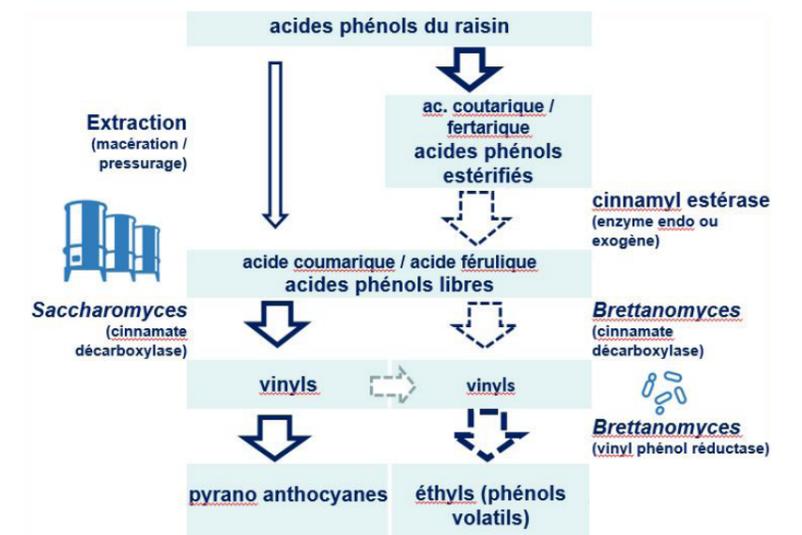
Détection et suivi des phénols volatils et acides phénols

Le suivi des éthyls phénols produits par les *Brettanomyces* peut aussi être une mesure intéressante pour suivre le développement de ces

levures, d'autant que les laboratoires proposent maintenant cette analyse à des prix plus abordables.

Le dosage des acides phénols, molécules précurseurs des éthyl-phénols, pourrait être une voie de diagnostic du potentiel d'apparition de ces derniers. Malheureusement ce dosage n'est pas accessible en dehors des laboratoires de recherche. Par contre, l'IFV de

Beaune utilise, à titre expérimental, une méthode indirecte qui évalue le potentiel de production d'éthyl-phénols d'un moût ou d'un vin par ensemencement en *Brettanomyces* de l'échantillon à tester.



Source : IFV

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

Crédits

Crédits photos : © BIVB / Aurélien Ibanez, Sébastien BOULARD, ApoteOz, Michel JOLY, www.armellephotographe.com, Jean-Louis BERNUY

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



@vinsdebourgogne