

Des connaissances pour maîtriser la qualité des vins

Élaborer des vins qui répondent aux attentes des consommateurs en prenant en compte les nouvelles exigences de qualité sanitaire, de réduction d'impact environnemental ainsi que les effets du changement climatique est un enjeu des travaux de recherche des équipes de la communauté vigne et vin d'Agropolis. Elles abordent ces questions en articulant la construction de connaissances fondamentales sur l'ensemble de la chaîne, de la vigne au verre, avec des travaux plus finalisés, focalisés sur des leviers d'action susceptibles de conduire à des innovations technologiques.

L'objectif de ces travaux est de générer des connaissances mobilisables pour améliorer la maîtrise de la qualité des produits, des procédés de vinification et de conservation des vins. Agir sur la qualité des vins suppose de bien cerner les modalités de la construction de celle-ci. Derrière les caractéristiques des vins, telles que la couleur, la saveur, l'astringence, etc., se cachent des molécules, des assemblages ou des interactions complexes entre molécules que les chercheurs s'attachent à décrypter. Dans ce cadre, les équipes développent des programmes pour comprendre les mécanismes impliqués dans la genèse de constituants clés de la qualité tels que les composés phénoliques, les arômes ou les polysaccharides. Les connaissances sur l'organisation de ces systèmes et de leurs réponses aux interventions technologiques (aux modalités de vinification par exemple) sont précieuses pour ajuster les itinéraires de production et de vinification. Elles sont aussi à la base d'une œnologie de précision qui s'appuie sur ces connaissances et les mathématiques pour proposer des outils de prédiction (cf. p. 47). Les programmes prennent également en compte les développements de technologies innovantes qui permettent d'élargir la palette d'outils proposés aux œnologues pour la vinification ou la conservation des vins. Les nouvelles contraintes liées à la réduction des intrants ainsi que les effets du changement climatique sur les caractéristiques des vins sont aussi intégrés dans ces démarches afin de mettre au point des outils et des démarches permettant d'en atténuer les effets (cf. p. 57).

Les microorganismes fermentaires sont aussi l'objet de toutes les attentions. Vu leur rôle-clé dans le déroulement des vinifications ainsi que leur impact sur la qualité des vins, les levures fermentaires sont au cœur de nombreux programmes des équipes. Comme dans d'autres domaines, les travaux sur l'exploration des génomes des levures sont depuis une dizaine d'années très intenses. Ils ont ici permis de révéler de manière remarquable combien les levures des caves s'étaient construites en relation avec les contraintes des milieux œnologiques pour nous donner aujourd'hui des germes particulièrement adaptés et performants en vinification. Ces démarches ont aussi apporté de nouveaux éclairages sur les bases génétiques des propriétés des levures œnologiques (aptitude à fermenter ou à former certains arômes) qui permettent d'envisager de nouvelles stratégies pour exploiter la biodiversité ou améliorer les souches. Le rôle des levures dans la formation des arômes des vins fait également l'objet de travaux, depuis les aspects les plus fins de leur biogenèse jusqu'à leur prise compte dans les stratégies de pilotage des fermentations.

L'ensemble des projets conduits sur ces thématiques bénéficie du soutien d'un ensemble de plateformes et de plateaux techniques (analyse des polyphénols, des arômes, analyse sensorielle, halle de fermentation) qui jouent un rôle essentiel dans le dispositif. Ces outils sont par ailleurs largement ouverts aux acteurs économiques et contribuent à consolider les liens avec les partenaires. De fait, de nombreux programmes de recherche sur ces thématiques sont réalisés dans le cadre de partenariats avec des entreprises ou des acteurs de la filière, créant ainsi des conditions particulièrement favorables au transfert des innovations issues des laboratoires.

**Bruno Blondin (UMR SPO)
Jean-Michel Salmon (UE Pech Rouge)
& Rémi Guérin-Schneider (UMT Qualinnov)**

Des connaissances pour maîtriser la qualité des vins

Comprendre les mécanismes impliqués dans l'élaboration de la qualité du vin

L'UMR *Sciences Pour l'Œnologie* (SPO – Inra, Montpellier SupAgro, UM) développe des recherches qui visent principalement à produire des connaissances pour mieux comprendre les mécanismes impliqués dans l'élaboration de la qualité du vin.

Une première thématique concerne la physiologie intégrative des levures œnologiques et la maîtrise de la fermentation. Les levures œnologiques présentent des particularités uniques au sein de l'espèce *Saccharomyces cerevisiae*, qui résultent d'une sélection par l'environnement œnologique et par l'homme. Les recherches menées par l'UMR visent à comprendre les mécanismes qui participent à ces processus évolutifs et à identifier les bases moléculaires des propriétés des souches. D'autre part, le fonctionnement intégré du métabolisme et les bases de la diversité métabolique sont étudiés. Les connaissances produites sont mobilisées pour élaborer des stratégies d'amélioration des souches.

Le déroulement de la fermentation alcoolique est le résultat d'interactions entre les levures, la composition du moût et le mode de contrôle de la fermentation (actions possibles sur la température, l'addition de nutriments, etc.). L'objectif général est de décrire finement le déroulement de la fermentation alcoolique, à l'aide de systèmes de suivi en ligne, de le modéliser et d'élaborer de nouveaux modes de contrôle, afin d'optimiser les cinétiques fermentaires et les caractéristiques organoleptiques des vins. Les écosystèmes levuriens complexes, incluant des non-*Saccharomyces*, sont aussi appréhendés.

Une seconde thématique concerne les composés phénoliques qui constituent une large famille de métabolites jouant un rôle-clé dans la qualité des vins. Les recherches visent à mieux comprendre leurs caractéristiques structurales ainsi que les mécanismes qui génèrent ces molécules (voies de biosynthèse, réactions intervenant lors des procédés technologiques), les mécanismes d'interactions physicochimiques impliquant ces composés avec d'autres

macromolécules (polysaccharides, protéines) et leur incidence sur la qualité des produits ou sur l'efficacité/la sélectivité des procédés technologiques mis en œuvre. Ces connaissances sont ensuite utilisées pour élaborer de nouvelles stratégies de maîtrise des procédés technologiques (extraction, stabilisation, etc.) et développer de nouvelles applications d'intérêt œnologique. Des applications sont aussi recherchées dans d'autres domaines, plus particulièrement pour l'élaboration de biomatériaux.

Les équipements d'intérêt collectif sont regroupés dans une plateforme analytique (plateforme et grand plateau technique régional) dédiée à l'analyse structurale et aux interactions des polyphénols ainsi que des plateaux techniques (salle d'analyse sensorielle, plateau d'analyse des composés volatils, halle de biotechnologie).

Des approches intégrées avec l'UE de Pech Rouge et l'UMT Qualinnov ainsi qu'un fort partenariat industriel permettent la réalisation de projets de recherche jusqu'à l'échelle pilote et préindustrielle.

► *Contrôle automatique de la cinétique de fermentation alcoolique*
© C.Verriès/Inra



Les équipes principales

UMR SPO
Sciences pour l'œnologie
(Inra/Montpellier SupAgro/UM)
45 scientifiques

UMT Qualinnov
(IFV/Inra)
6 scientifiques

Unité expérimentale de Pech Rouge
(Inra)
6 scientifiques, 30 ingénieurs et techniciens

Autre équipe concernée par ce thème

**UMR Physiologie et Médecine
Expérimentale du cœur et des muscles**
(UM/Inserm/CNRS)
51 scientifiques dont 5 impliqués sur la thématique

Comprendre la biosynthèse des arômes au cours de la fermentation

Les arômes fermentaires, qui jouent un rôle important sur les caractéristiques aromatiques des vins jeunes, sont synthétisés par les levures. Ces arômes appartiennent à différentes familles chimiques, en premier lieu les alcools supérieurs et les esters. Si les voies métaboliques conduisant à leur synthèse sont, pour la plupart, bien identifiées, il restait de nombreuses interrogations sur leurs régulations et les moyens d'action pour influencer sur la synthèse de ces composés. Pour répondre à ces questions, l'UMR SPO a effectué un travail de recherche pluridisciplinaire mené à la fois :

- au niveau de la levure, avec la mise en œuvre de différentes approches : étude des flux métaboliques à l'aide de marquage isotopique, analyse de l'expression des gènes (transcriptomique) ;

- au niveau de la fermentation, avec le suivi fin de la dynamique de synthèse (un point par heure) des principales molécules aromatiques grâce à l'utilisation de chromatographie en phase gazeuse en ligne et la réalisation de bilan gaz – liquide permettant de calculer la production totale des composés.

Ces travaux ont permis des avancées essentielles sur la compréhension du métabolisme avec, en particulier, (1) la démonstration de la part prépondérante du métabolisme carboné central par rapport à la voie d'Ehrlich* pour la synthèse des alcools supérieurs et des esters d'acétate et (2) le rôle-clé de l'acétyl-coenzyme A.

L'étude des effets combinés des principaux paramètres de fermentation (température, composition azotée et lipidique des moûts) a par ailleurs conduit à des résultats d'intérêt pratique, avec la préconisation de conditions de mise en œuvre des fermentations favorables à la production d'arômes fermentaires. Ce travail a été réalisé en collaboration avec la société Lallemard qui peut dorénavant conseiller les vinificateurs non seulement sur le choix de souches mais aussi sur les conditions optimales de mise en œuvre.

* Une des voies de dégradation des acides aminés, source d'arôme importante dans les produits fermentés

Contacts :

Jean-Marie Sablayrolles, sablayro@supagro.inra.fr
Sylvie Dequin, dequin@supagro.inra.fr

Pour plus d'informations : www6.montpellier.inra.fr/spo



▲ Chromatographie en phase gazeuse en ligne © Inra

Les levures de vinification : génomes, histoire, évolution

La levure de vin par excellence appartient à l'espèce *Saccharomyces cerevisiae*. Cette espèce est associée à l'activité humaine depuis des millénaires et peut être isolée à partir d'environnements naturels. Au fil du temps, l'utilisation de levures pour la fermentation a conduit à la sélection de souches spécialisées présentant des caractéristiques phénotypiques uniques. Le développement rapide des approches de séquençage haut-débit a permis récemment de mieux comprendre l'histoire évolutive de ces souches et d'étudier les mécanismes ayant façonné le génome de cette espèce et son adaptation à une niche écologique.

L'UMR SPO a mené différents travaux dans ce contexte :

- en séquençant et en analysant le génome complet d'une première levure œnologique commerciale (Lalvin EC1118®) ;
- en réalisant des études de génomique des populations basées sur l'analyse comparative du génome de 74 souches de levure de diverses niches associées à l'activité humaine (vin, élevage en voile, rhum, pain, produits laitiers) et de huit isolats naturels de chène ;
- en étudiant la diversité phénotypique de ces souches lors de la fermentation œnologique.

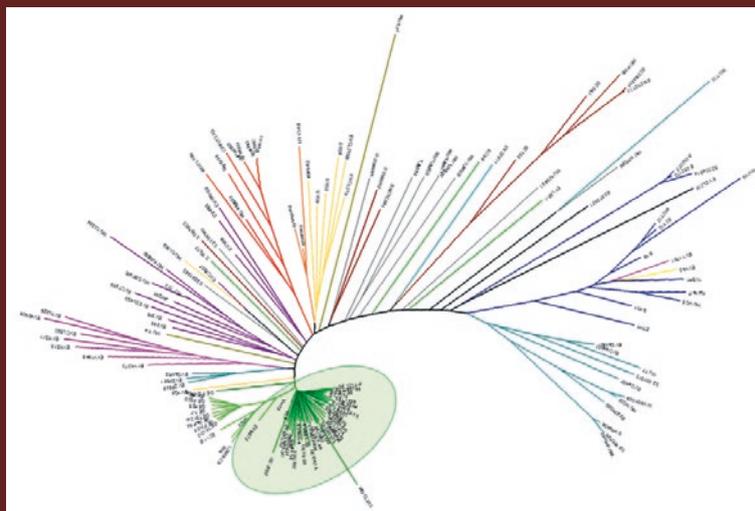
Ces travaux ont permis des avancées essentielles dans la compréhension de la structure de la population de *S. cerevisiae*, des modes de vie et des mécanismes adaptatifs grâce à la mise en évidence (1) de différents groupes génétiques correspondant aux différentes niches écologiques, (2) de transferts horizontaux de gènes spécifiques des levures œnologiques, provenant d'espèces éloignées de levures et jouant un rôle-clé dans l'adaptation à leur environnement, (3) d'une diversité de mécanismes (introgressions, transfert de gènes, amplifications, variations alléliques) contribuant à l'adaptation « niche-spécifique » et contribuant à la diversité génétique et phénotypique des souches.

Ces données génomiques représentent une ressource unique pour élucider les bases de l'adaptation à des niches écologiques et des propriétés technologiques des souches, offrant de nouvelles opportunités d'amélioration.

Contacts :

Sylvie Dequin, dequin@supagro.inra.fr
Jean-Luc Legras, legrasjl@supagro.inra.fr

Pour plus d'informations : www6.montpellier.inra.fr/spo



▲ Arbre phylogénétique de *Saccharomyces cerevisiae*

Le groupe des souches de vin est entouré. © J.-L. Legras



◀ *Saccharomyces cerevisiae*

© S. Marsit

Comprendre les interactions physico-chimiques des tanins et leur impact sur les caractéristiques des vins

De même que les transformations biologiques, biochimiques et chimiques, les interactions physico-chimiques interviennent tout au long de l'élaboration des vins et influencent la composition et les caractéristiques organoleptiques des produits finis.

Pour les vins rouges, les interactions des tanins ont un impact important sur la qualité des vins (astringence, limpidité, stabilité de la couleur, etc.) et sur l'efficacité de certaines opérations technologiques (extraction, collage, filtration, stabilisation, etc.).

Ces interactions peuvent intervenir en solution ou aux interfaces (parois de cellules végétales et de micro-organismes, matériaux), et impliquer d'autres (macro)molécules du vin ou des composés exogènes (adjuvants de collage, additifs, protéines salivaires dans le cas de l'astringence).

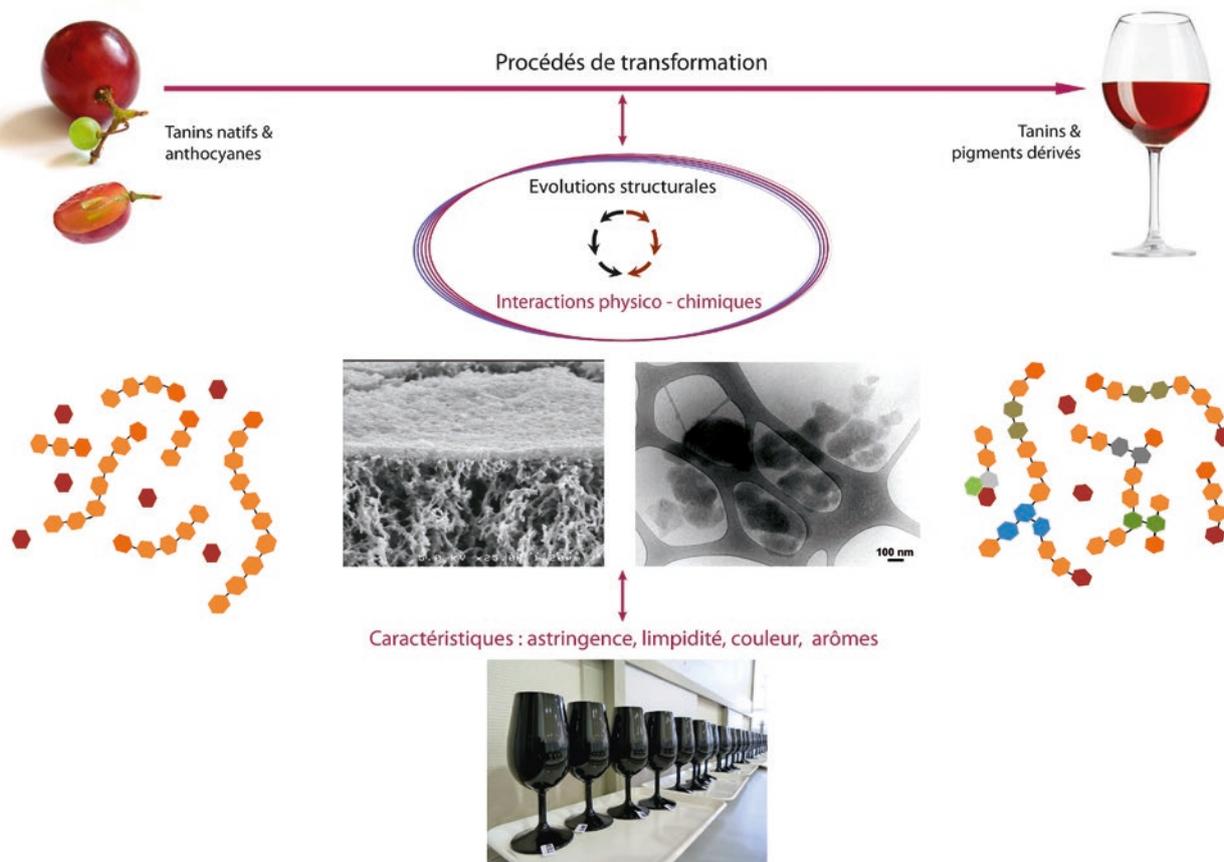
Elles sont très influencées par le degré de polymérisation, la conformation et la nature des unités constitutives des tanins. Or les caractéristiques structurales des tanins extraits du raisin évoluent fortement dans les vins du fait de leur réactivité chimique. Ceci conduit à la formation de tanins et pigments dérivés (réactions tanins/anthocyanes) présentant des structures et des propriétés

différentes de celles de leurs précurseurs et qui constituent la majeure partie des tanins dans les produits finis.

La sensation d'astringence par exemple, liée aux interactions des tanins, est souvent marquée dans les vins jeunes mais diminue lors de l'élevage et du vieillissement du fait de ces modifications structurales.

Les travaux de recherche développés à l'UMR SPO ont montré que ces évolutions sont très dépendantes de la composition initiale, du pH, de la gestion de l'oxygène dissous et, plus généralement, des procédés de transformation adoptés. Ces travaux ont également mis en évidence l'impact potentiel de ces évolutions sur la conformation des tanins et leurs propriétés physico-chimiques (interactions en solution ou aux interfaces). L'identification des structures et des mécanismes impliqués est utilisée pour développer des procédés et des produits innovants pour la maîtrise de la qualité.

**Contacts : Aude Vernhet, aude.vernhet@supagro.fr
Céline Poncet-Legrand, poncetc@supagro.inra.fr
ou celine.poncet@inra.fr**



▲ *Évolutions structurales des tanins et des anthocyanes lors de l'élaboration et du vieillissement des vins : impact sur leurs interactions physico-chimiques et les caractéristiques des vins*

© A.Vernhet/Montpellier SupAgro

Des marqueurs d'oxydation des tanins pour mesurer l'état d'oxydation des vins

La problématique de l'oxydation représente un enjeu de plus en plus important pour la filière œnologique. En effet, le réchauffement climatique (élévation du pH) et la réduction des intrants (réduction de la teneur en SO_2), favorisent les phénomènes d'oxydation qui modifient la qualité organoleptique des vins (couleur, astringence, arômes) de façon non maîtrisée. Une compréhension fine des phénomènes d'oxydation est alors nécessaire pour évaluer leur impact sur la qualité des vins et, à terme, pour maîtriser celle-ci.

Aujourd'hui, on ne sait pas caractériser l'état d'oxydation d'un vin d'un point de vue chimique ni le mesurer par des méthodes simples à cause, vraisemblablement, de la très grande complexité de la composition moléculaire des vins.

Dans ce contexte, les recherches menées par l'UMR SPO visent à identifier des marqueurs d'oxydation qui permettraient de mesurer l'état d'oxydation d'un vin. Parmi les constituants du vin, les polyphénols représentent potentiellement de bons marqueurs d'un point de vue quantitatif et qualitatif. Les tanins sont les polyphénols les plus abondants chez le raisin. Selon l'itinéraire technologique de vinification, ils sont plus ou moins présents dans les vins. Ces composés ont des structures complexes (polymères) et hétérogènes qui les rendent difficiles à analyser et, par conséquent, ont été peu étudiés vis-à-vis de l'oxydation.

Ces travaux ont permis de montrer, au sein des tanins, la présence de motifs structuraux marqueurs de l'oxydation et ainsi d'identifier plus de 60 marqueurs. L'automatisation de cette méthode est envisagée pour faciliter la recherche et la mesure systématique de ces marqueurs dans un grand nombre de vins. Cette analyse « haut débit » a pour objectifs, à terme, d'évaluer la part de l'oxydation des tanins dans l'état d'oxydation des vins et d'établir l'impact de celle-ci sur la qualité organoleptique des vins.



▲ Séparation des composés phénoliques de vin avec l'apparition d'une coloration jaune due à l'oxydation des tanins

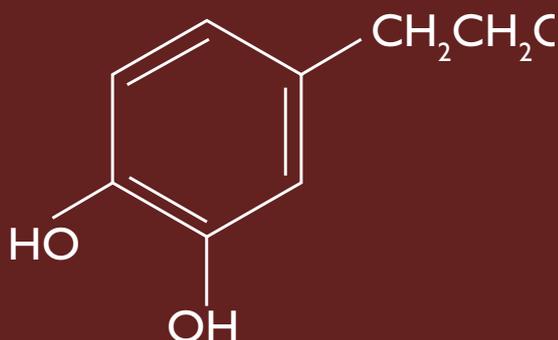
© F. Veran/UMR SPO

Contacts :

Laetitia Mouls, laetitia.mouls@supagro.inra.fr
Hélène Fulcrand, helene.fulcrand@supagro.inra.fr

Les bienfaits des polyphénols du raisin

Les travaux conduits au sein de l'équipe *Nutrition-Diabète* (CHU Lapeyronie, Montpellier) en collaboration avec le *Laboratoire Physiologie et Médecine Expérimentale du Cœur et des Muscles* (PHYMEDEXP, Inserm-CNRS-CHU Arnaud de Villeneuve, Montpellier) visent à mieux comprendre les mécanismes impliqués dans le développement des maladies chroniques et, en particulier, du diabète de type 2. À ce titre, l'équipe s'intéresse au potentiel antioxydant et anti-inflammatoire des polyphénols de raisins rouges pour moduler l'insulinorésistance, complication de l'obésité et mécanisme clé dans la survenue d'un diabète de type 2. En effet, les polyphénols présentent la propriété de moduler l'insulinorésistance dans des modèles animaux et en culture cellulaire.



Des résultats encourageants ont été obtenus chez l'animal et chez l'homme dans certaines conditions. Il semblerait que les résultats obtenus chez l'homme, plus controversés, pourraient s'expliquer par des variations interindividuelles dans la transformation des polyphénols par le microbiote intestinal (flore bactérienne du tube digestif). En effet, ce dernier permet l'assimilation des polyphénols à 80 % et module l'inflammation via les lipopolysaccharides. Réciproquement, la composition du microbiote dépend de l'apport nutritionnel en polyphénols.

Les travaux menés par l'équipe visent ainsi à démontrer qu'un traitement avec une supplémentation en polyphénols à dose nutritionnelle peut améliorer la sensibilité à l'insuline de patients obèses, par rapport à une prise en charge standardisée de l'obésité. En effet, en l'absence de traitement « anti-obésité » ayant démontré un rapport bénéfice/risque satisfaisant, il est pertinent de rechercher d'autres moyens de lutte contre l'insulinorésistance, voire d'aide à la perte pondérale.

Ce projet est réalisé dans le cadre d'un partenariat avec l'Union GRAP'SUD, spécialisée dans la fabrication et la commercialisation de produits dérivés du raisin. La validation médicale de l'intérêt de la supplémentation en polyphénols permettrait une valorisation des produits dérivés de la viticulture régionale.

Contacts :

Ariane Sultan, a-sultan@chu-montpellier.fr
Catherine Bisbal, catherine.bisbal@inserm.fr

Pour plus d'informations sur le laboratoire PHYMEDEXP : <http://u1046.edu.umontpellier.fr>



▲ **Zonage intra-parcellaire d'une parcelle Syrah de l'UE de Pech Rouge** située dans le massif de la Clape en fonction de l'évolution de l'état hydrique des ceps entre floraison et maturité © Inra/UEPR

◀ **Vue aérienne partielle de l'UE de Pech Rouge**

Elle montre les parcelles de vigne situées de la zone littorale (sols sableux et sables limoneux) ainsi que l'ensemble du bâti disponible (halles technologiques d'expérimentation, caves de vinification, atelier de conditionnement). © Inra/UEPR

Expérimentation, innovation, diversification et durabilité en viticulture et œnologie

L'unité expérimentale de Pech Rouge (UEPR) est la seule structure d'expérimentation et de transfert de l'Inra à vocation de recherche intégrée en viticulture-œnologie. Cette plateforme permet une approche transversale, de la parcelle de vigne au produit conditionné. Elle a pour missions de :

- concevoir et organiser les expérimentations émanant de la filière vitivinicole en synergie avec la recherche en amont ;
- structurer et mener des expérimentations ou des recherches en liaison avec la profession ;
- assurer le transfert et la valorisation des expérimentations les plus innovantes et pertinentes en favorisant l'échange d'informations avec les acteurs du développement et en participant à la formation des étudiants (caviste et œnologue).

Les principales thématiques de recherche de l'unité sont les suivantes :

- l'écophysiologie de la vigne et la viticulture, notamment une

meilleure connaissance et maîtrise de la qualité du raisin. En tant que plateforme d'essais viticoles à caractère régional, national et international, l'unité a, depuis 2010, orienté ses recherches en fonction du contexte agro-climatique et social du Sud de la France — températures élevées, sécheresses, élévation du pH et des contenus en potassium, diminution de l'acidité des raisins et des vins, irrigation, etc. — comparable à celui d'autres régions viticoles en Méditerranée et ailleurs — Portugal, Australie, Amérique du Sud, Californie. Les 38 hectares de vignes du dispositif parcellaire de l'unité sont distribués sur trois zones aux sols différents permettant d'obtenir des niveaux de contraintes hydriques variés — de modéré jusqu'aux sécheresses extrêmes ;

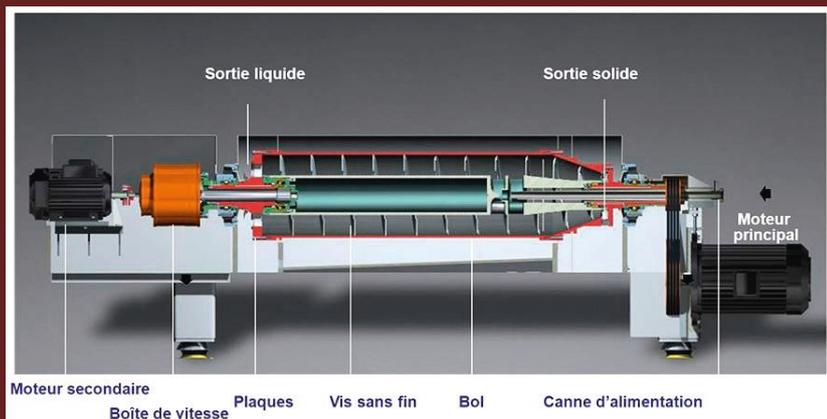
- l'œnologie et les procédés, avec pour objectifs de proposer et d'étudier des technologies innovantes applicables aux différentes phases de l'élaboration du vin. Les axes de recherche sont l'expression du potentiel qualitatif dans les baies de raisin ou les vins ainsi que le suivi en ligne et la maîtrise du déroulement de la fermentation alcoolique.

Ces recherches sont menées sur 5 000 m² de bâtiments (halles technologiques d'expérimentation, caves de vinification, atelier de conditionnement, chais d'élevage et de conservation) et abordées au travers d'études du couple « produit-procédé ». La connaissance du produit s'appuie sur les compétences analytiques de l'UEPR, de l'UMR SPO et des plateaux techniques associés dont celui d'analyse sensorielle. La connaissance des procédés et de leurs impacts sur la qualité des jus et du vin est au cœur de l'activité de l'équipe Technologies innovantes-Œnologie avec l'appui de réseaux et de partenariats (GMPA*, SPO, LBE**). L'équipe Viticulture-Qualité Raisin s'intéresse à la qualité du raisin. La connaissance fine des composés du vin, comme marqueurs de qualité, est abordée au travers de projets en partenariat avec l'UMR SPO et l'UMT Qualinnov (arômes et précurseurs, composés polyphénoliques et polysaccharidiques).

*UMR Génie et Microbiologie des Procédés Alimentaires (Inra/AgroParisTech)

**UR Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (Inra)

Le décanteur centrifuge : une alternative attrayante au pressurage direct en vinification en blanc et rosé



▲ Coupe transversale du décanteur centrifuge © Alfa Laval

être intégré en ligne sur une vendange éraflée, pour une vinification en blanc ou en rosé. Les rendements d'extraction, du même ordre de grandeur que ceux du pressoir pneumatique, permettent une extraction qualitative. Les caractéristiques de l'extraction peuvent donc être modifiées grâce aux paramètres de fonctionnement du décanteur centrifuge, mais également par l'installation d'équipements complémentaires en amont, comme un dispositif d'homogénéisation de la vendange ou une pompe doseuse. Cette dernière, en injectant des antioxydants avant l'ouverture des baies, limite, de façon rationnelle et efficace, l'oxydation des moûts. En effet, contrairement aux pressoirs pneumatiques traditionnels, où la protection contre l'oxydation du moût en cours de pressurage demande une construction/adaptation spécifique du pressoir (inertage total de la cage ou pulvérisation de sulfites à l'intérieur du pressoir), l'avantage majeur du décanteur centrifuge est qu'il est possible d'injecter en cours d'extraction en amont de l'appareil, divers additifs pour limiter l'oxydation du moût. Ces substances antioxydantes ont alors la possibilité d'agir dès la rupture de la compartimentation cellulaire. Cette faculté est primordiale car c'est lors de cette déstructuration cellulaire que les trois éléments nécessaires à la réaction initiale d'oxydation sont mis en contact — les composés phénoliques originaires du raisin, l'oxygène de l'air et les enzymes polyphénol-oxydases du raisin.

Contacts :

Jean-Michel Salmon, jmsalmon@supagro.inra.fr

Rémi Guérin-Schneider, remi.schneider@vignevin.com

Introduit depuis quelques années dans la filière œnologique, le décanteur centrifuge horizontal à vis est une technologie qui a d'abord été expérimentée pour l'extraction des moûts de vendanges thermo-traitées, car il permet de séparer des solides en suspension dans un liquide. Après quelques modifications technologiques, il permet aujourd'hui d'extraire directement le moût des baies de raisin et peut ainsi remplacer avantageusement l'étape de pressurage. Pour évaluer son intérêt dans les étapes de vinification, l'UE de Pech Rouge, en partenariat avec la société Alfa Laval, expérimente, depuis 2007, le traitement de la vendange fraîche par cette technologie. L'atout principal du décanteur centrifuge est son utilisation en continu, et sa rapidité d'extraction des moûts (temps de séjour de la vendange dans le bol de l'ordre de la minute). Il peut donc

La conservation des vins blancs et rosés en Languedoc-Roussillon

En Languedoc-Roussillon, le marché des vins est tourné à 40 % vers l'export. Sur le marché intérieur (60 % des volumes), les produits sont fortement présents en grande distribution. Les contraintes de ces orientations pour la production sont doubles : obtenir des vins correspondant aux profils-types demandés par les consommateurs et assurer une régularité du niveau qualitatif tout au long de la campagne de commercialisation, aspect d'autant plus problématique que les profils recherchés apparaissent « fragiles » en termes qualitatifs. Proposer tout au long de l'année des produits adaptés constitue un challenge et diverses pratiques ont émergé allant du « rafraîchissement » des vins à la vinification en différé de moûts conservés au froid. Toutefois, le problème de base reste lié aux modifications aromatiques et polyphénoliques des vins par oxydation au cours de la conservation.

Ce programme, financé par le Comité Interprofessionnel des Vins du Languedoc et le Conseil régional du Languedoc-Roussillon, aborde la problématique de l'oxydation de façon intégrative, depuis la conduite de la vigne jusqu'aux conditions de conservation et de conditionnement. Il se propose :

- d'évaluer les capacités intrinsèques de résistance à l'oxydation des cépages régionaux et les leviers viticoles (nutrition azotée, irrigation) à mettre en œuvre pour les amplifier, en intégrant l'étude des variétés résistantes Inra (site de Pech Rouge) ;
- de développer et d'évaluer au niveau technico-économique des itinéraires de production adaptés à ces variétés ;
- de tester de nouvelles technologies d'extraction qualitative des moûts.

L'UMT Qualinnoy, au travers d'une approche multidisciplinaire alliant agronomie viticole, technologie, microbiologie et analyse, souhaite fournir des itinéraires vitivicoles intégrés permettant à la fois

d'élaborer les profils des vins adaptés aux marchés et de mieux les conserver au travers de la maîtrise des phénomènes d'oxydation. Cet état des lieux, jamais réalisé en Languedoc-Roussillon à cette échelle, permettra de mieux affiner et caractériser la composition de la matière première et ainsi d'adapter les itinéraires technologiques de vinification à appliquer en fonction de leur potentialité qualitative et de leur susceptibilité à l'oxydation.



▲ Bouteilles de vin rosé présentées sur des étagères rétro-éclairées © Inra

Contacts :

Jean-Michel Salmon, jmsalmon@supagro.inra.fr

Rémi Guérin-Schneider, remi.schneider@vignevin.com

Fournir aux professionnels des outils de caractérisation de la qualité pour le pilotage des itinéraires technologiques

L'UMT *Qualinnov* (IFV, Inra) développe des programmes de recherche et de développement afin de mettre au point de nouveaux outils de caractérisation de la qualité aromatique, polyphénolique et sanitaire des raisins et des vins.

Les objectifs visés par l'UMT sont de compléter les connaissances sur l'élaboration des caractéristiques qualitatives lors des processus de production et de transformation des raisins ainsi que de mettre à la disposition de la filière des outils et des méthodes permettant un pilotage de ces processus en fonction de la typologie du produit demandée.

L'UMT *Qualinnov* réunit pour cela des compétences en agronomie viticole, en

œnologie et en chimie analytique afin de contribuer à l'élaboration de vins et de boissons uvaies de qualité, adaptés aux demandes des consommateurs, tant sur le plan sensoriel (arômes, polyphénols) que sanitaire. Elle bénéficie également des installations expérimentales du site de l'UE de Pech Rouge — parcelles, plateformes expérimentales instrumentées, moyens analytiques — et d'un accès privilégié aux plateformes instrumentales de l'Inra de Montpellier.

Les travaux de l'UMT *Qualinnov* portent sur :

- **Les polyphénols** : contribution de la spectrophotométrie haut débit à la caractérisation et à la compréhension des déterminants de la qualité polyphénolique des vins :
 - adaptation de l'analyse couleur développée sur des vins rouges aux vins rosés ;
 - estimation globale des familles de

polyphénols à partir du spectre UV-visible d'un vin en milieu acide ;

- estimation de l'astringence par une méthodologie basée sur la précipitation de protéines ;
 - application de ces mesures sur les programmes communs engagés.
- **Les arômes** : compréhension des interactions entre composés précurseurs d'arômes et micro-organismes pour la valorisation du potentiel aromatique des raisins et des moûts :
- turbidité : lien entre bio-accessibilité des stérols des tourbes, viabilité des levures, et métabolisme secondaire lié à la fermentation alcoolique ;
 - composition en azote : impact sur révélation / dégradation des précurseurs d'arômes de type acides aminés par les levures et les bactéries lactiques.

▼ *Mesure haut débit et automatisée des composantes de la couleur des vins rouges et rosés par spectrophotométrie UV-visible*

© M.A. Ducasse/IFV



Un plateau technique d'analyse sensorielle pour les vins et les jus de raisin

Le plateau technique d'analyse sensorielle a pour mission de mesurer et de contrôler les caractéristiques organoleptiques des vins et des jus de raisin. Il est impliqué prioritairement dans les programmes de recherche de ses deux unités de rattachement — l'UMR SPO et l'UE de Pech Rouge. Un jury expert constitué de 23 personnes sélectionnées et entraînées — non professionnels de la filière vitivinicole — lui sert d'outil de mesure. Cette originalité garantit l'objectivité de leurs analyses car les juges ne connaissent rien des objectifs des programmes de recherche. Les moyens matériels sont constitués de deux salles d'analyse sensorielle : une salle destinée au travail de groupe et une salle d'analyse de 16 cabines individuelles avec saisie en ligne des données. L'ensemble est géré par le logiciel FIZZ (Biosystèmes, Couternon, France).

Les méthodologies utilisées sont issues des normes d'analyse sensorielle et sont adaptées aux objectifs des programmes ;



© G. Bouteillier

elles comprennent le profil conventionnel (analyse descriptive quantitative), les tests de différence, le *Napping* ainsi que la détermination de seuils de perception.

Le plateau a aussi une expertise dans le croisement des données sensorielles et physico-chimiques par corrélation ou analyse multivariée (analyse factorielle multiple, etc.).

Le plateau a été impliqué sur différentes thématiques et a réalisé l'évaluation sensorielle de l'impact des procédés de vinification, (stabilisation, clarification, souches de levures, etc.), de l'effet de l'oxydation des vins en lien avec les matériaux de conditionnement, de l'impact de composés intrinsèques au vin (amertume des vins blancs, polyphénols, etc.), l'effet des pratiques viticoles (modes de conduite, contraintes hydriques, etc.) ainsi que des liens entre la typicité et les terroirs viticoles, de nouvelles variétés de vignes

résistantes aux maladies cryptogamiques ou destinées à la production de vin à teneur réduite en alcool ou de jus à faible concentration en sucre.

L'équipe dispense également des formations auprès d'étudiants universitaires ou d'écoles d'ingénieurs.

Contact : Alain Samson,
alain.samson@supagro.inra.fr
 Pour plus d'informations : www6.montpellier.inra.fr/spo/Structures-collectives/Analyse-sensorielle



▲ Évaluation de vins par le jury expert dans les cabines individuelles © A. Kerr

La plateforme d'analyse des polyphénols

Les composés phénoliques (souvent appelés polyphénols) constituent une large famille de métabolites secondaires des végétaux. Ils participent aux mécanismes de dissémination et de défense des plantes et sont essentiels pour la qualité des produits végétaux. Ces molécules, particulièrement abondantes dans le raisin et le vin, comprennent les anthocyanes, pigments rouges du raisin, les acides hydroxycinnamiques, impliqués dans les phénomènes de brunissement enzymatique, les tanins et les stilbènes (comme le resvératrol).

La plateforme « Polyphénols » (PFP) offre un ensemble d'approches (spectrométrie de masse, résonance magnétique nucléaire, spectrophotométrie, chimométrie) spécifiquement dédiées à l'analyse des composés phénoliques. Elle remplit une mission d'appui auprès de l'ensemble de la communauté scientifique et des industriels et apporte, à ses partenaires et clients, une aide technique et consultative, principalement en réponse à deux types de demande :

- 1 identification et analyse structurale des composés phénoliques ;
- 2 analyse rapide de la composition phénolique d'un grand nombre d'échantillons (métabolomique, phénotypage, notamment en lien avec des programmes de sélection génétique ou relatifs à l'étude de l'impact de l'environnement et des pratiques culturales sur la qualité des végétaux) ou de leurs produits de transformation (authentification, suivi de procédés, prédiction de propriétés).

La PFP est impliquée dans le projet européen Innovine (« Associer techniques innovantes et génétique pour une filière viticole européenne durable »). Elle contribue également à de nombreux projets industriels visant à établir les liens entre composition phénolique et qualité ou à prédire l'impact d'opérations technologiques sur ces caractéristiques. Parmi les travaux récents en appui à la filière, on peut citer l'analyse de la couleur des vins rosés (collaboration Centre du Rosé, IFV, UMT Qualinnov), la prédiction de la couleur des rosés d'assemblage (Société Nyseos), la prédiction de l'astringence des vins rouges (projet Pilotype) ou l'étude de l'impact du transfert d'oxygène au travers du bouchon (Société Nomacorc) ou de la bouteille (projet Novinpak, cf. p. 42) sur l'évolution des vins.

Contact : Véronique Cheyner, cheyner@supagro.inra.fr
 Pour plus d'informations : <https://www6.montpellier.inra.fr/spo/Structures-collectives/Plate-forme-Polyphenols>



▲ Vue de la plateforme d'analyse des polyphénols © N. Sommerer