

# Améliorer la qualité des plants et leur taux de reprise

## CONTACT :

Nathalie Ollat

UMR EGFV, INRA-ISVV, Bordeaux

nathalie.ollat@inra.fr



## Le projet Origine

La pépinière viticole est un pilier de la filière viti-vinicole française. En 2017, elle a mis en œuvre 230 millions de greffés-soudés avec un taux de reprise moyen au greffage autour de 70 % (FAM, 2017). Cette moyenne cache d'importantes disparités entre cépages, porte-greffes et millésimes. Les professionnels greffent couramment le double des quantités nécessaires pour assurer leurs commandes. Les dépérissements, responsables d'arrachages anticipés et de nombreux besoins de remplacements, accentuent la pression sur l'approvisionnement en matériel végétal, et obligent à un renouvellement rapide des vignes-mères pour les variétés sensibles. Il en résulte aujourd'hui une pénurie de matériel, nécessitant des importations de bois et de plants en constante progression depuis 5 ans.

Pour réduire cette pénurie, il apparaît nécessaire d'améliorer globalement les process de fabrication des plants, les pratiques d'élevage en pépinière et d'implantation au vignoble, mais également de fournir des indicateurs précoces de l'état physiologique des plants. De plus si l'étape de plantation au vignoble est déterminante pour assurer la longévité des vignes, la qualité des plants est également considérée comme un facteur pouvant influencer sur les risques de dépérissement (Waite et al., 2015). La capacité de reprise au greffage et à la plantation dépend de l'état physiologique des plants, des combinaisons porte-greffe / greffon, des conditions environnementales, des techniques de production et des conditions de stockage. Les aspects sanitaires, notamment des contaminations fongiques pendant les étapes de fabrication (Gramaje et Armengol, 2011), pourraient aussi interagir avec l'état physiologique et peser sur le devenir des jeunes plants.

Initié en 2018 dans le cadre du Plan National de Lutte contre les Dépérissements de la Vigne, ce projet de recherche a pour objectif d'améliorer la qualité des plants et le taux de reprise au greffage, en pépinières et au vignoble. Ce projet implique trois équipes de recherche INRA (Bordeaux, Avignon, Nancy), l'IFV (Grau du Roi, Gaillac et Bordeaux), la Chambre d'Agriculture du Vaucluse, l'Institut de Formation de Richemont, les pépinières Mercier et Gentié. Les travaux seront effectués sur trois ans et demi en collaboration étroite avec la Fédération Française de la Pépinière Viticole.

Le projet vise à définir des indicateurs de qualité pertinents pour le matériel végétal, des pistes d'amélioration des process de fabrication des plants et des techniques de plantation, et à assurer le transfert de l'information pour augmenter niveau général d'expertise sur le sujet. Il se décline principalement en quatre actions de recherche portant sur les réserves des bois et plants, le développement racinaire, la constitution de la zone de greffe et les facteurs de dépérissement.

## Les facteurs contrôlant la qualité des plants de vigne

La fabrication des plants de vigne est un processus complexe comprenant une succession d'étapes, de la récolte des boutures jusqu'au tri des plants sortis de pépinière et à leur conservation en chambre froide. Elle est suivie de la plantation au vignoble et de la

formation des souches jusqu'à la première récolte. Pendant ce processus pluriannuel, le jeune plant est soumis à une succession de stress climatiques et nutritifs, et subit de nombreuses blessures ou ablation d'organes.

Ces stress augmentent sa fragilité face aux stress biotiques et sa dépendance vis-à-vis des réserves. Le devenir du plant (installation au vignoble, qualité des structures pérennes et initiation durable d'une production de raisins) dépend de la mise en place coordonnée de différents processus physiologiques et développementaux associés à la réaction de la plante face à ces stress.

## Le rôle des réserves

Les étapes clés de la fabrication du jeune plant puis de son implantation au vignoble se font en l'absence de feuilles et de racines, donc de possibilité d'acquisition de ressources exogènes en carbone (C) et en azote (N). Les processus développementaux associés (callogenèse, différenciation vasculaire, débourrement, émission de racines, croissances aériennes et racinaires initiales ...), ainsi que la synthèse des molécules « signal » qui les régulent, dépendent donc pour la fourniture de l'énergie et des molécules nécessaires à ces processus, des réserves stockées dans le bois de greffage, puis dans le jeune plant issu de pépinières. Or, ces réserves sont fonction des conditions de production: initialement fixées en pépinière elles diminuent ensuite en raison de pertes respiratoires (stockage, stratification) et d'ablation de « réservoirs » (des racines avant plantation).

Chez la vigne, la capacité de reprise de reprise et d'enracinement ne semble pas liée à la teneur en amidon des bois (Phillips et al., 2015). La capacité à mobiliser ces réserves, et la présence d'autres composés (eau, minéraux, hormones ou composés réactifs à l'oxygène) pourraient être déterminants.

Chez d'autres espèces ligneuses forestières et fruitières, le succès de la transplantation a été lié aux interactions entre les réserves C et N (Jordan et al., 2014, Uscola et al., 2015). Du fait du décalage des

dynamiques annuelles de ces deux éléments, c'est leur importance relative qui détermine le devenir des jeunes plants, ainsi que leur sensibilité aux facteurs abiotiques et biotiques (Galvez et al., 2013, Jordan et al., 2015). Les pratiques culturales à la plantation sont essentielles (Maillard et al., 2004) pour la reconstitution des réserves et la survie. Origine se propose d'évaluer l'impact de ces pratiques sur la dynamique des réserves C et N pendant les deux ans qui suivent la plantation. Une parcelle a été implantée à cette fin, et les réserves seront quantifiées précisément, en début et en fin de saison, sur des plantes soumises à différents régimes de fertilisation et d'irrigation (figure 1).



Figure 1 : Parcelle implantée pour suivre l'état des réserves carbonées et azotées sur jeunes plants (photos INRA).

## AUTEURS :

Nathalie Ollat<sup>1</sup>, Sarah Cookson<sup>1</sup>, Anne-Sophie Spilmont<sup>2</sup>, Marie-Catherine Dufour<sup>2</sup>, Marie-Odile Jordan<sup>3</sup>, Pascale Maillard<sup>4</sup>, Pascal Bloy<sup>2</sup>, Sébastien Julliard<sup>5</sup>, Olivier Jacquet<sup>6</sup>, Olivier Zekri<sup>7</sup>, Patrice Gentié<sup>8</sup>, Philippe Vivin<sup>1</sup>, Olivier Yobregat<sup>2</sup>

1 : UMR EGFV, INRA-ISVV, 210 chemin de Leysotte, 33883 Villenave d'Ornon nathalie.ollat@inra.fr 2 : Institut Français de la Vigne et du vin (IFV),

Domaine de l'Espiguette, 30240 Le Grau du Roi. 3 : INRA UR PSH, Centre INRA-PACA, 228 route de l'Aérodrome- Site Agroparc, 84914 Avignon.

4 : INRA UMR EEF, Centre INRA Grand Est, Allée de l'Arboretum, 54280 Champenoux. 5 : Institut de Formation de Richemont, 16370 Cherves-Ri-

chemont. 6 : Chambre d'Agriculture du Vaucluse, 2260 route du Grès, 84100 Orange. 7 : Pépinières Mercier Frères, 16 rue de la Chaignée, 85770

Vix. 8 : Pépinières Gentié : BP54, 47110 Sainte Livrade sur Lot



## Les racines

Lors du bouturage, la formation de nouvelles racines est un processus complexe, régulé à la fois par des facteurs génétiques, physiologiques et environnementaux (Smith et al. 2012). L'état des réserves, mais aussi le statut hormonal ou oxydo-réducteur pourraient être déterminants pour expliquer l'effet de la période de prélèvement et de débitage des boutures, des conditions de conservation, voire même de la position des mérithalles sur le rameau. La teneur en eau des bois semble également être un facteur clef (Darné et al., 1980). Chez la vigne, la variabilité génétique de la capacité d'enracinement est assez bien décrite, mais ses déterminants ne sont pas connus. Parmi les hormones, l'auxine agit comme un signal primaire pour déclencher la formation de primordia racinaires à partir des cellules cambiales de la bouture (de Klerk et al. 1999). Par ailleurs, le développement du système racinaire au cours des premiers cycles après la plantation affecte la longévité d'une plante pérenne ligneuse. Cependant son étude souffre de grandes difficultés méthodologiques qui peuvent être levées en combinant



Figure 2 : Évaluation de la capacité d'enracinement de différents porte-greffes (photos INRA).

outils de phénotypage (Dumont et al., 2016) et approches de modélisation (Pagès, 2016). Une analyse de la capacité d'enracinement et du développement racinaire est mise en œuvre dans le cadre du projet Origine pour une gamme de porte-greffes (figure 2). Ces informations serviront également à établir un modèle de développement racinaire pour la vigne.

## Le point de greffe passé à la loupe

Le succès du greffage est conditionné par quatre événements essentiels au niveau du point de greffe : (1) la formation d'une ligne de nécrose, (2) la différenciation cellulaire suivie d'une prolifération de cellules du cal, (3) la fragmentation de la ligne de nécrose et la mise en contact des deux génotypes, (4) la différenciation et le développement des tissus vasculaires.

Ces processus doivent être parfaitement coordonnés entre porte-greffe et greffon pour un fonctionnement optimal de la nouvelle entité ainsi créée. Chez la vigne les phénomènes d'incompatibilité totale sont beaucoup plus limités que chez les arbres fruitiers. Mais différents niveaux de compatibilité ont été observés et pourraient expliquer la réussite au greffage, la qualité de la soudure, la puissance et la production de la souche et la longévité de l'assemblage (Cordeau, 1998). Ces incompatibilités partielles pourraient expliquer l'hétérogénéité de développement (Todici et al., 2005) et le dépérissement des cépages (Renault-Spilmont et al., 2005) et des porte-greffes (Torregrossa et al., 2014). Cette difficulté pourrait être associée à un stress oxydatif (Nocito et al., 2010 ; Zarrouk et al., 2010) ou à l'accumulation de composés phénoliques solubles au niveau de la zone de greffage (Pina et Errea, 2008 ; Assunção et al., 2016). Les conséquences de l'état physiologique des bois et des pratiques de greffage (mode de greffage et de stratification) ne sont également pas connues.

Des approches innovantes d'imagerie (figure 4) et de génomique sont mobilisées dans le cadre du projet Origine pour mieux comprendre comment s'établissent les connexions entre les 2 partenaires des greffes et quels en sont les facteurs déterminants (Millien et al., 2012 ; Cookson et al., 2014).

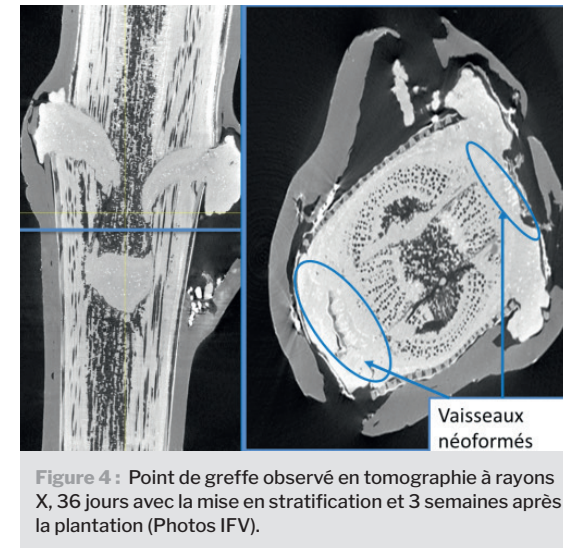


Figure 4 : Point de greffe observé en tomographie à rayons X, 36 jours avec la mise en stratification et 3 semaines après la plantation (Photos IFV).

## Améliorer le process de fabrication des plants

Les pratiques mises en œuvre lors de la fabrication des plants, puis de leur implantation au vignoble, vont affecter les processus clefs décrits ci-dessus. Les conséquences en termes de reprise au greffage et à la plantation doivent être systématiquement évaluées pour améliorer notre compréhension du fonctionnement global du jeune plant, déterminer les leviers d'action permettant d'optimiser ce fonctionnement et in fine proposer des solutions techniques qui améliorent les reprises. Dans le cadre du projet Origine, seront étudiés plus particulièrement l'effet de la date de débouturage, de l'état hydrique des bois, des modes de greffage, de stratification et de la nature des assemblages sur la reprise en pépinière. Les rôles de la fertilisation des pieds-mères et du plantier, et la longueur des racines à la plantation seront également étudiés.

## Le jeune plant face aux agressions extérieures

Au vignoble le potentiel des jeunes plants peut être rapidement affecté par de nombreux stress biotiques ou abiotiques. Les contaminations fongiques par les agents des maladies du bois, mais aussi des dysfonctionnements a priori d'ordre physiologique tels que la

thyllose pourraient contribuer à réduire la longévité des vignes. Fréquemment, les propagations des pathogènes en pépinière sont considérées comme jouant un rôle sur la survenue ultérieure de symptômes au champ (Fontaine et al., 2016). Cependant, des travaux récents menés au vignoble mettent en évidence des contaminations rapides par des champignons du genre *Botryosphaeria* (agents du black dead arm de l'Esca) de jeunes plants initialement sains (Yobregat et al., 2017, figure 5). L'effet des pratiques de production des plants (désinfection, mode de greffage, traitement à l'eau chaude) doit être analysé sur plusieurs agents pathogènes et des études à long terme sont nécessaires.

Par ailleurs des accidents de reprise post-plantation sont souvent interprétés comme résultant de problème d'alimentation hydrique des vignes en raison de l'observation de thylles dans les vaisseaux des troncs des jeunes plants. La présence importante de thylles dans les troncs et racines du 161-49C est aussi associée aux nombreux cas de dépérissement observés avec ce porte-greffe (Spilmont et al., 2016). La formation de ces thylles peut résulter de blessures (par exemple à la taille) et/ou d'attaques de pathogènes comme ceux impliqués dans les maladies du bois (Sun et al., 2008 ; Pouzoulet et al., 2014). Cependant les relations de causalité entre pratiques culturales, stress biotiques ou hydrique et présence de thylles sur jeunes plants et leurs conséquences à long terme ne sont pas connues, et seront étudiées dans le projet Origine.

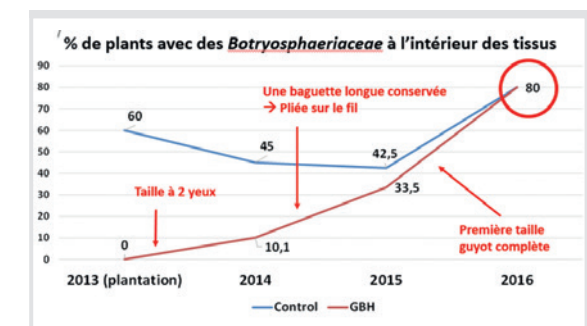


Figure 5 : Évolution du taux de plants contaminés par des champignons du genre *Botryosphaeria* au cours des 3 années après leur plantation au vignoble. En marron, plants sains issus de GBH et en bleu, plants issus de greffage ligneux (Yobregat et al., 2017).



# Création, déploiement et potentialités des variétés résistantes au mildiou et à l'oïdium

## Conclusions

La complexité des processus associés à la fabrication d'un plant de vigne du greffage à l'implantation au vignoble et la multitude des facteurs pouvant affecter ces processus et mettre en péril la longévité des vignes sont des faits établis. Améliorer la qualité et le taux de reprise des plants de vigne nécessite d'aborder cette complexité par une approche globale et systémique. En combinant compétences scientifiques et techniques, méthodologies parmi les plus novatrices et connaissances acquises sur d'autres modèles ligneux pérennes, le projet ORIGINE ambitionne de définir un cadre à cette approche et d'initier des recherches qui permettront de répondre à plus ou moins long terme aux attentes de la filière viti-vinicole française et de contribuer à limiter les problèmes de dépérissement de la vigne.

## REMERCIEMENTS :

Les auteurs remercient France AgriMer et le CNIV pour leur soutien financier dans le cadre du Plan National de lutte contre les dépérissements du vignoble. Ils remercient également toutes les personnes impliquées dans le projet.

Cet article fera également l'objet d'une publication dans la Revue des Œnologues.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Assuncão M., et al., 2016. *Scientia Horticulturae* 207: 140-145.  
Cookson S.J., et al., 2014. *J.Exp. Bot.* doi:10.1093/jxb/eru145.  
Cordeau J., 1998. Ed. Féret, Bordeaux.  
Darné G., 1980. Ed. Dunod. 138-146.  
Dumont C. et al., 2016. *Acta Horticulturae* 1136: 213-220.  
Fontaine F., et al., 2016. OIV Publications, 24 p.  
FranceAgriMer 2017 – Les chiffres de la pépinière viticole.  
Galvez D.A., et al., 2013. *New Phytol* 198:139-148.  
Gramaje D., et al., 2011. *Plant Disease* 95:1040-1055.  
Jordan M.O., 2015. *Annals of Forest Science*, 72: 529-537.  
de Klerk G.-J., et al., 1999. *Vitro Cell Dev Biol Plant* 35:189-199.  
Maillard P., et al., 2004. *Ann. For. Sci.*, 61: 795-805.  
Milien M., et al., 2012. *Scientia Horticulturae* 144:130-140.  
Nocito F.F., et al., 2010. *Tree Physiology*, 30 :450-458.  
Pagès L., 2016. *Ann Bot* 118 (7): 1337-1346.  
Phillips N., et al., 2015. *HortTechnology* 25: 536-550.

Pina A., Errea P., 2008. *Plant Science*, 174: 502-509.  
Pouzoulet J., et al., 2014. *Frontiers in plant science*, 5, 253.  
Renault-Spilmont A.-S., 2005. *Progrès agricole et viticole* 15/16 :337-348.  
Smith B.P., et al., 2012. *Wine Vitic J* 2:58-62.  
Spilmont A.-S., et al., 2016. *Acta Horticulturae* 1136, 251-263.  
Sun Q. et al., 2008. *Am. J.Bot.* 95 : 1498-1505.  
Todic S., et al. 2005. *Journal of Central European agriculture*. 6(2): 115-120.  
Torregrossa L., et al., 2014. *Progrès Agricole et Viticole*, 131: 17-25.  
Uscola M., et al., 2015. *Ann Bot* 115 (6):1001-1013.  
Waite H., et al., 2014. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 43:144-61.  
Zarrouk O., et al., 2010. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 135 (1):9-17.  
Yobrégat O., et al. (2017). Oral presentation, 10th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases, Reims, France.

Des nouvelles variétés de vignes résistantes au mildiou et à l'oïdium sont désormais disponibles pour les opérateurs. Véritable saut scientifique et technique pour concilier protection du vignoble et diminution des intrants phytosanitaires, l'utilisation de ces nouvelles variétés offre également une possibilité d'élargir la gamme des vins actuelle en proposant de nouveaux produits. Comme toute innovation, le succès de ces nouvelles variétés passera par la volonté et la capacité des opérateurs à les utiliser, et pour cela les organismes scientifiques et techniques doivent apporter les connaissances et les références pratiques qui accompagneront le déploiement de ces nouvelles variétés, sur le plan agronomique et œnologique.

## Variétés résistantes : d'où viennent-elles et qui sont-elles ?...

L'adoption de ces nouvelles variétés de vignes résistantes aux principales maladies cryptogamiques nécessite tout d'abord de bien comprendre leur genèse et leurs caractéristiques. Les variétés résistantes actuelles sont issues de plusieurs dizaines d'années de

## CONTACT :

Étienne Goulet  
IFV, Pôle Val de Loire-Centre  
etienne.goulet@vignevin.fr

recherche, elles sont disponibles depuis peu pour la filière viticole mais leur sélection résulte d'un long processus d'hybridation entre des variétés de *Vitis vinifera* utilisées actuellement, et des espèces asiatiques ou américaines naturellement résistantes au mildiou et à l'oïdium. Les programmes initiés par l'INRA sont le fruit de collaboration entre plusieurs instituts allemands et suisses depuis plus de 50 ans, ainsi qu'avec l'IFV au niveau national (figure 1).

La création variétale consiste à insérer par hybridation les caractères de résistance des vignes américaines et asiatiques dans le fond génétique des vignes européennes. En pratique, il est nécessaire de castrer la variété de *Vitis Vinifera*, c'est-à-dire enlever manuellement les étamines d'une grappe avant floraison pour ne laisser que les organes femelles, et d'apporter par la suite sur cette grappe du pollen récolté à partir d'une variété résistante. Une fois les raisins formés et arrivés à maturité, les pépins sont prélevés et semés afin d'obtenir une plantule de cette nouvelle variété.

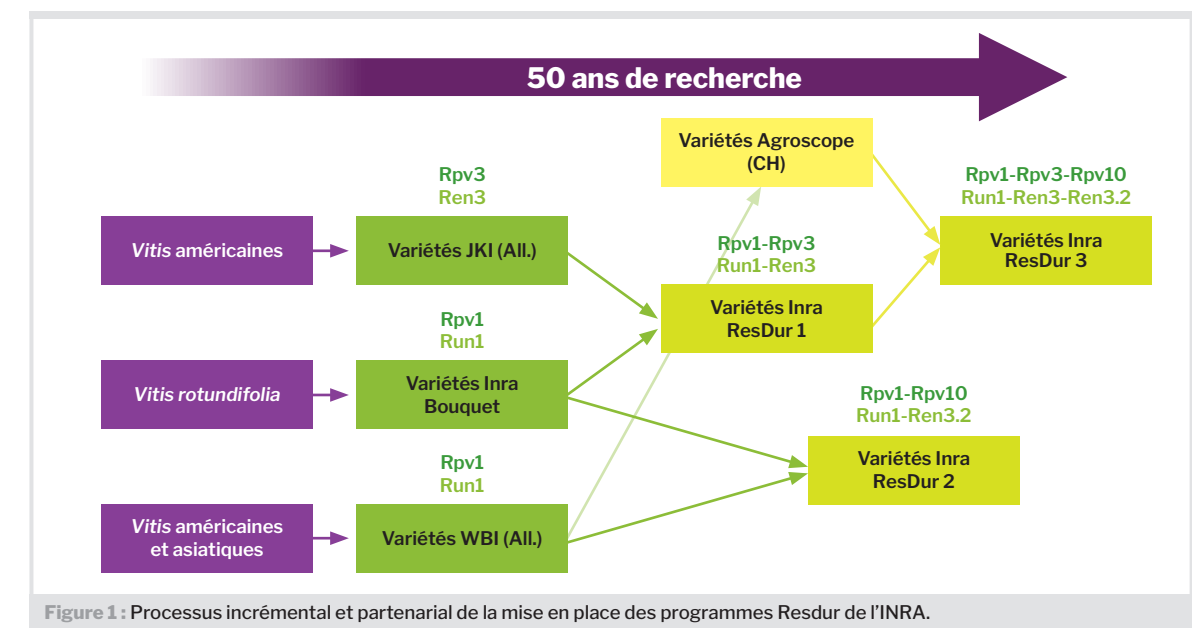


Figure 1 : Processus incrémental et partenarial de la mise en place des programmes Resdur de l'INRA.

## AUTEURS :

Étienne Goulet<sup>1</sup>, Frédéric Charrier<sup>1</sup>, Philippe Chrétien<sup>1</sup>, Pascal Poupault<sup>1</sup> et Méven Othéguy<sup>2</sup>

1 – IFV, Pôle Val de Loire-Centre 2 – IFV, Pôle Bourgogne Beaujolais Jura Savoie