HAL
open science

# L'innovation technologique : quels enjeux pour l'avenir de la viticulture française ?

Laurent Torregrosa, Hernan Ojeda, Bruno Tisseyre, Alain Carbonneau

## To cite this version:

Laurent Torregrosa, Hernan Ojeda, Bruno Tisseyre, Alain Carbonneau. L'innovation technologique : quels enjeux pour l'avenir de la viticulture française ?. 6. Journées scientifiques de la vigne et du vin, May 2013, Montpellier, France. hal-01268005

**HAL Id: hal-01268005**

**https://hal.science/hal-01268005v1**

Submitted on 3 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# LES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES : QUELS ENJEUX POUR LA VITICULTURE FRANÇAISE ?

Laurent Torregrosa, Hernan Ojeda, Bruno Tisseyre, Alain Carbonneau

## I – INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES EN GESTION DE L'EAU

Le *changement climatique* peut se résumer en France à une tendance au réchauffement qui concerne l'ensemble des régions viticoles, et une accentuation du contraste hydrique, en particulier l'été avec :

- pour les régions méditerranéennes françaises davantage *sécheresse*, ce qui justifie souvent le recours à l'irrigation d'appoint dès lors que les autres moyens d'adaptation à la sécheresse sont épuisés, et aussi selon les sols, l'utilisation d'un enherbement adapté face au risque d'érosion ou d'impraticabilité au printemps ;
- pour la plupart des autres régions davantage de pluie, ce qui justifie généralement le développement d'un enherbement adapté, dans le double but de maîtriser la vigueur en réduisant le risque parasitaire et de faciliter les interventions phytosanitaires (ces aspects concernant aussi les régions méditerranéennes à certaines périodes).

Dans tous les cas, il est devenu important de connaître l'état hydrique réel du vignoble afin de piloter rationnellement, soit l'enherbement (surtout s'il est temporaire), soit l'irrigation d'appoint qui se conçoit afin de sécuriser la qualité et la production.
Les recherches développées à l'Unité de Pech Rouge par l'INRA et Montpellier SupAgro ont permis de définir des normes de contrainte hydrique au cours de la saison, mesurées par le potentiel hydrique foliaire (en particulier de base) qui sert soit directement d'outil, soit de référence d'étalonnage pour d'autres techniques (divers capteurs, modèles de bilan hydrique). La figure 1 illustre les diverses modalités de pilotage en fonction des types de produits recherchés par le vigneron (Ojeda, 2007).
Sur ces bases, il est possible d'optimiser l'utilisation de la réserve hydrique du sol à des fins qualitatives. Dans le cas du recours à un complément d'irrigation qui s'avère indispensable dans de nombreux vignobles de la zone méditerranéenne, et ceci en rapport avec la typicité des produits recherchés, il convient d'utiliser prioritairement les ressources en eau qui évitent la concurrence avec d'autres usages, et en particulier :

- l'établissement de retenues d'eau de pluie sous forme de lacs collinaires puisque les autres saisons que l'été, l'automne notamment, peuvent les alimenter sans problème ;
- l'utilisation des eaux usées après traitement, soit celles des effluents de cave, soit celles des villes.

Une telle maîtrise de l'eau, avec l'apport des technologies de pilotage, offre aux vignobles français, en particulier à ceux de la zone méditerranéenne, la possibilité de s'adapter à un élément majeur du changement climatique et à conforter leur typicité et leur rentabilité.

## II – INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES EN CONDUITE DU VIGNOBLE

Les nouveaux **systèmes de conduite** permettent d'améliorer production, qualité et critères de durabilité par rapport aux Espaliers ou aux Gobelets ; il s'agit de la **Taille Minimale** (on non taille) lorsque la priorité est la réduction des coûts de production, ou la **Lyre (Lyre pliable)** lorsque la priorité est la qualité du raisin et l'adaptation au changement climatique.

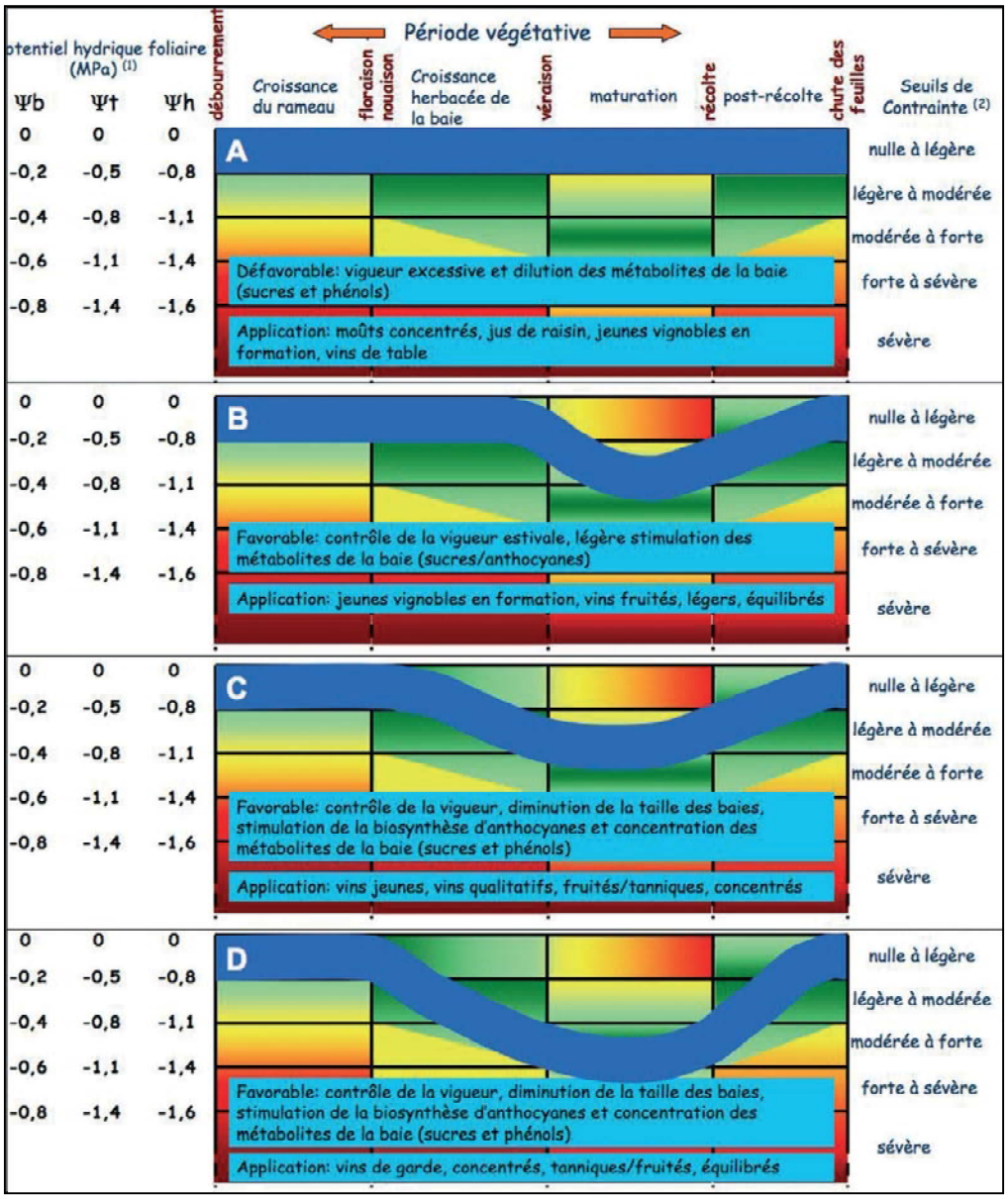



Figure 1. Pilotage des parcours et des contraintes hydriques par le potentiel hydrique foliaire selon le type de produit (Ojeda, 2007).

1) La **Taille Minimale** a été étudiée par de nombreuses équipes de recherche dans le monde avec une approche scientifique en 'biologie de la plante entière' qui a révélé de façon extrêmement concordante les mécanismes du phénomène de l'*autorégulation*. La vigne n'a pas en fait le potentiel physiologique d'assumer le développement de tous les bourgeons qu'elle a produit au cycle précédent. De ce fait il est constaté un ajustement continu des organes en développement en fonction de son potentiel ou puissance :

- au débourrement : réduction considérable du % de débourrement ;
- en période de croissance : forte baisse de la vigueur du rameau avec limitation de la différenciation des inflorescences visible au cycle suivant ;

- à la floraison : réduction du taux de nouaison mais avec une répartition assez homogène des baies sur les grappes ;
- au cours du développement du raisin : limitation du grossissement des raisins à partir de la nouaison et du rendement en jus final ;
- à maturité : pour la plupart des cépages, la maturité 'sucres' est retardée de plusieurs jours, ce qui est souvent acceptable voire permet la possibilité de récolter un raisin suffisamment mûr et moins riche en sucres.

Les essais de Montpellier SupAgro et de l'INRA Pech Rouge, montrent que, moyennant la maîtrise en amont de la puissance des ceps à un niveau moyen (le recours à un enherbement adapté est utile dans des sols riches), et à la fin de la date de récolte, la Taille Minimale permet de produire des vins de qualité commercialisable dans les créneaux d'entrée et de cœur de gamme avec en général un rendement/ha plus élevé que les vignes classiques.
Elle permet souvent de dégager plus facilement une rentabilité dans la mesure où les temps de travaux se situent autour de 50h/ha/an dans un contexte de mécanisation intégrale.
La durée de vie de ces vignes semble bonne ou même supérieure à la normale car le risque de maladies de la souche est diminué.
La Taille Minimale (figure 2) impose l'établissement d'un tronc relativement haut de l'ordre de 1,5m et d'un palissage solide au niveau du fil porteur et des ancrages. Si cette contrainte pose problème dans certains vignobles, il est possible de pratiquer une non-taille dans une vigne à palissage classique sans modification en pratiquant seulement des rognages sur les côtés et sur le sommet de la végétation : il s'agit du 'box pruning' ou 'taille en boîte'.

Figure 2. Taille Minimale réalisée depuis 3 ans sur Merlot en grande parcelle dans le vignoble Calmet en Languedoc.

2) La conduite en Lyre et **Lyre pliable**. Des études fondamentales sur les architectures de vigne ont permis d'établir des lois écophysiologiques au niveau de la plante entière qui relient 'architecture de la vigne – microclimat des feuilles et des raisins – métabolismes primaires et secondaires avec les relations d'échange entre organes '. La forme en Lyre a été montrée comme optimale vis-à-vis de la maturité du raisin grâce notamment à un potentiel maximum

de Surface Foliaire Exposée, une exposition optimale des raisins, un volume important de réserves et un enracinement puissant, comme cela est illustré en figure 3.

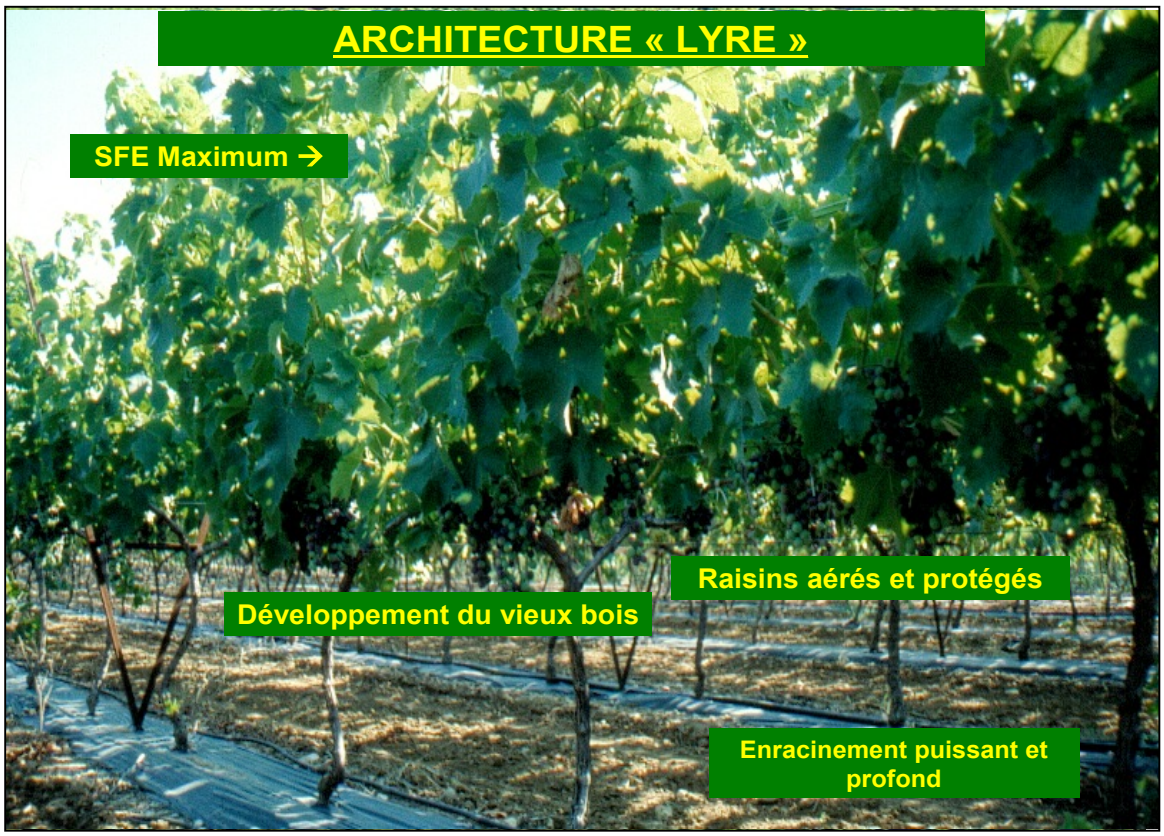



Figure 3. Présentation des principales fonctions liées à l'architecture en Lyre. Ici vignoble de Muscat de Hambourg en AOP 'Muscat du Ventoux'.

Montpellier SupAgro et l'INRA sont à l'origine de ces recherches qui connaissent une application grâce au transfert technologique dans les filières du raisin de table et du raisin de cuve. La Lyre peut être considérée comme la forme optimale pour les productions de haut de gamme ; elle est aussi la plus rentable dans le cas de vendanges manuelles de raisins de grande qualité grâce à un excellent accès aux grappes. Cependant, la possibilité de vendanger avec des machines à secouage latéral qui a été démontrée, doit encore être éprouvée à grande échelle. C'est dans ce but que la *Lyre pliable* est expérimentée en grandes parcelles et qu'un palissage métallique articulé a été mis au point et désormais industrialisé.

La figure 4 présente une jeune parcelle de Syrah installée avec le nouveau palissage en Lyre pliable dans un vignoble du Languedoc qui poursuit un double objectif :

- remplir au mieux les conditions d'une viticulture durable, en particulier en réduisant les risques parasitaires et les interventions phytosanitaires selon les règles européennes de l'agriculture biologique ;
- exprimer au mieux les caractéristiques du terroir dans les vins, tout en permettant une bonne adaptation au changement climatique notamment par le contrôle du microclimat des raisins.

Figure 4. Vignoble commercial de Syrah en Languedoc installé en Lyre pliable, palissage confectionné par la société SASVP dans le Gard.

## III – INNOVATIONS EN CÉPAGES RÉSISTANTS

Une des grandes priorités de la vitiviniculture durable est la mise à disposition de cépages résistants aux pathogènes majeurs que sont : mildiou, oïdium, *Botrytis cinerea*. Des hybrides présentant des niveaux de tolérance élevés à un ou plusieurs de ces maladies sont déjà disponibles. Mais des progrès en matière d'adaptation aux divers terroirs de base et au changement climatique, de durabilité des résistances et de qualité des vins doivent être accomplis. Le réservoir génétique existe, en particulier les dernières générations de rétro-croisements entre *Muscadinia rotundifolia* et *Vitis vinifera* qui représentent l'aboutissement du programme d'amélioration génétique d'Alain Bouquet à l'INRA Montpellier. La figure 5 rappelle les principales étapes de ce programme.

En plus du caractère Run1, on connaît 5 autres sources de tolérance à l'oïdium (Run2, Ren1, Ren2, Ren3 et Ren4) présents chez *M. rotundifolia*, *V. vinifera*, *V. Romanetii* ou des hybrides de *Vitis*. Ces caractères peuvent être combinés dans des programmes de pyramidation pour augmenter l'efficacité ou la durabilité de la tolérance.
L'obtention d'une variété résistante doit s'appuyer sur la démarche scientifique et les connaissances génétiques suivantes :

- Le marquage, voire l'identification et le clonage des gènes de résistance. A ce jour sont bien connus et utilisés en hybridation le gène Run1 de résistance à l'oïdium transmis par *Muscadinia rotundifolia*, et les gènes Rpv1 ? et Rpv2 ?de résistance au mildiou transmis par diverses *Vitis* américaines.
- La distinction des concepts de 'locus' et de 'gène', qui revêt une importance toute particulière notamment pour Run1 et Rpv1 ?. Des travaux en cours de publication montrent l'existence d'un oligogénisme au sein du même locus – pris au sens 'mendelien' – pour Run1 et Rpv1 ?. La circonspection s'impose donc lorsque l'on utilise le terme de 'monogénisme' à la place de monolocus, en rapport avec le risque de contournement d'une résistance par le parasite.

- La confrontation entre d'un côté la connaissance du génome et de l'héritabilité des caractères, et de l'autre l'observation de terrain notamment sur la stabilité des résistances. En particulier vis-à-vis de l'oïdium, le fait que le géniteur de résistance *Muscadinia rotundifolia*, dont on ne connaît à ce jour qu'un seul gène responsable Run1, ait une résistance éminemment durable, et le fait que cette fonction ait été maintenue au travers du programme de rétro-croisement d'Alain Bouquet, comme l'attestent les observations illustrées en figure 6, concourent à valider sur le terrain la durabilité de cette résistance dans les génotypes sélectionnés.
- La nécessité d'une expérimentation à moyen terme de quelques modèles de génotypes résistants, a priori durablement, afin de confirmer cette fonction, ceci conjointement avec l'étude de leur valeur viticole et œnologique, tout simplement parce que les gènes impliqués ne sont pas tous connus, en particulier ceux qui peuvent interagir depuis d'autres loci avec les gènes mentionnés, et aussi parce que les mécanismes biochimiques de la résistance ne le sont pas davantage.

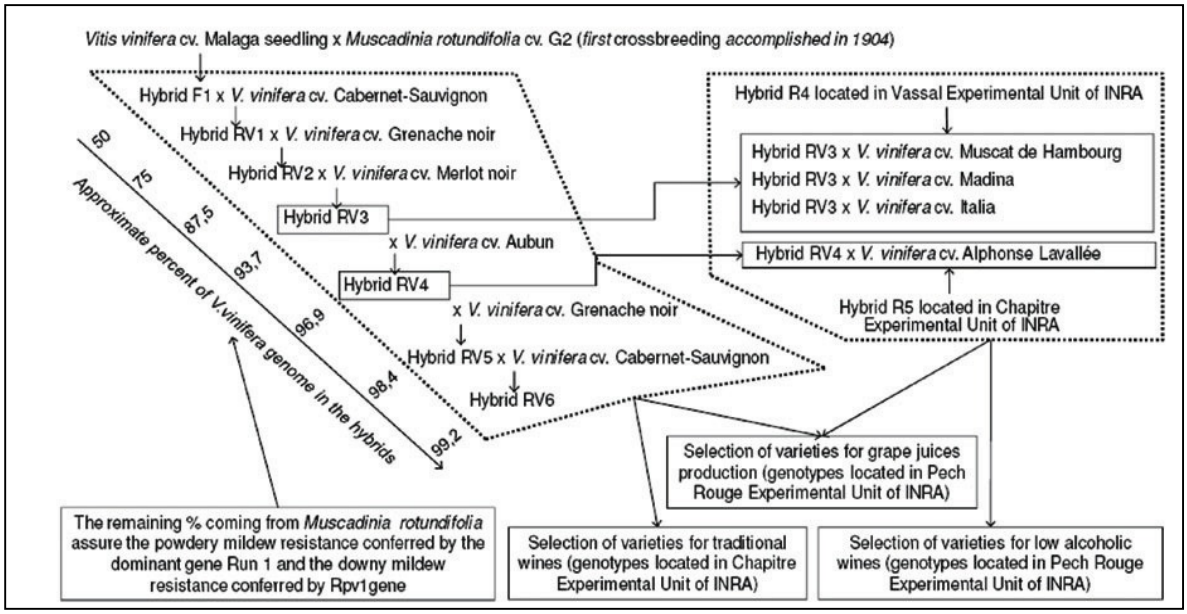
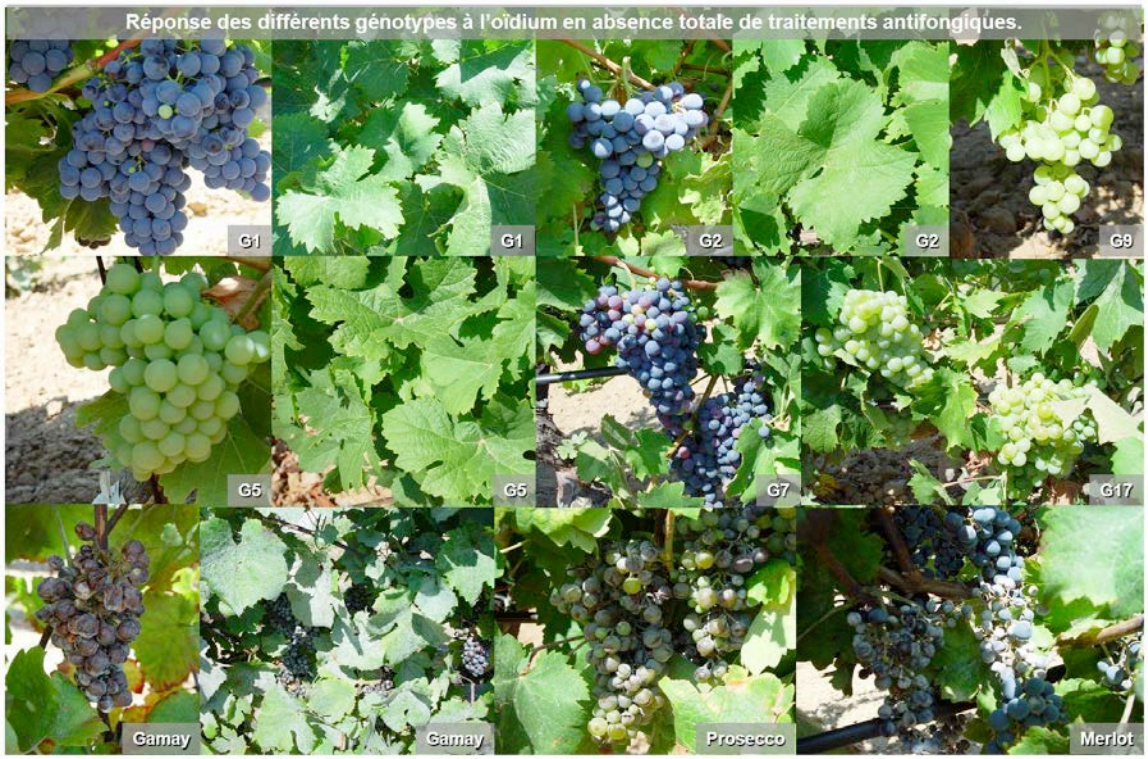



Figure 5. Schéma du programme d'amélioration génétique pour la résistance aux parasites par rétro-croisements sur divers *Vitis vinifera* à partir de *Muscadinia rotundifolia.*

Les innovations technologiques en matière de cépages tolérants aux maladies s'inscrivent en fait dans un schéma de transfert à trois niveaux :

- *Transfert d'opportunité* : utilisation de matériel végétal tolérant disponible en Europe (hybrides allemands, suisses, éventuellement français) .
- *Transfert à risque maîtrisé* : utilisation sous contrôle de génotypes monolocus *'Muscadinia x Vinifera'* ; en cours pour les variétés productrices de jus de raisin ; en étude pour les variétés mûrissant à faible degré d'alcool potentiel.
- *Transfert engagé en attente*: finale du programme *'Muscadinia RC Vinifera'* , de nouveaux hybrides issus des programmes 'Resdur' à l'INRA Colmar en relais du précédent, ou d'autres programmes comme celui de l'Université d'Udine.




G1 à G17 (génotypes issus de rétro-croisements inter-spécifiques): on observe l'absence totale de symptômes.
Gamay, Merlot et Prosecco (cépages témoins): des symptômes graves d'oïdium sur feuilles et grappes. *Photos : Marc Heywang*

Figure 6. Niveau effectif de résistance aux parasites, ici à l'oïdium, observé depuis plus de 10 ans à l'Unité INRA de Pech Rouge dans une parcelle non traitée aux fongicides. A noter tous les témoins *'Vinifera'* qui manifestent une sensibilité extrême, en mélange avec les génotypes résistants de façon stable issus du programme *'Muscadinia'* de l'INRA Montpellier.

A moyen terme l'innovation en cépages tolérants viendra apporter des solutions durables à la lutte contre les maladies majeures, ce qui n'exclut pas d'ailleurs la poursuite des travaux sur des molécules biodégradables voire des OGM, dans la mesure où existent de nombreux autres bio-agresseurs et des critères de qualité spécifiques à certains terroirs, qui justifient la culture des variétés existantes.

## IV – VITICULTURE DE PRÉCISION

Dans le domaine des TIC (technologies de l'information et de la communication), quatre grandes mutations vont prochainement impacter la filière viticole :

- la localisation et le géo-référencement systématique des observations et des interventions grâce au GNSS (Global Navigation Satellite System). A l'instar des grandes cultures où plus de 40% des exploitations céréalières sont équipées de système de guidage et de gestion de tronçon, la localisation par GNSS va se généraliser en viticulture. La coordonnée géographique va devenir le support de traçabilité de toute observation. Elle constituera un point de passage obligé pour l'adoption de nouveaux outils performants. Ainsi la coordonnée géographique permettra d'associer une observation i) à un pied de vigne particulier, à une parcelle et toutes les informations qui lui sont associées (données historiques, attribut,

propriétaire, unité pédo-climatique, etc.). L'enjeu est déterminant et nécessite dès à présent de se préparer à cette évolution.

- Le développement des systèmes communicants et des standards d'échange d'information associés tels que l'ISOBUS. Ces évolutions permettent d'envisager l'accès à des informations en temps réel grâce aux réseaux de capteurs, la création de référentiels d'observation collaboratifs à l'échelle d'une petite région, mais aussi d'associer, par exemple, de nouvelles fonctionnalités aux machines tout en assurant une interopérabilité entre les différents constructeurs. Les machines deviennent communicantes, ce qui ouvre de nouvelles perspectives en termes d'aide à l'optimisation des chantiers et de gestion des machines. Pour le moment, il n'existe pas d'application de ce type en viticulture. Toutefois, les développements observés en grande culture au cours des trois dernières années permettent de comprendre les potentialités que ces applications offrent dans le domaine de la viticulture.

- Le développement de machines autonomes. Aujourd'hui, un certain nombre de fonctions nécessaires à la réalisation de machines autonomes ne constituent plus un problème :

- les machines peuvent être localisées précisément, ce qui permet de définir une trajectoire d'intervention qui sera rigoureusement suivie,
- les machines deviennent communicantes, ce qui leur permet de rendre compte à tout moment, de leur localisation et de tout dysfonctionnement rencontré.

Grâce à ces possibilités, de nouveaux projets de recherche en robotique voient aujourd'hui le jour, cf. le robot de taille de la société Vision Robotics (San Diego, Californie). Parallèlement à la robotique « lourde », se développe un concept nouveau de robotique « légère ». Ce concept est basé sur des flottes de petites machines géo-localisées et communicantes, dédiées à la réalisation de tâches simples mais contraignantes comme l'entretien de l'enherbement ou l'épamprage mécanique. La viticulture pourrait être l'une des premières cultures à voir apparaître des robots légers de ce type puisque la société Vitirover (Bordeaux, France) teste actuellement un robot « tondeur » dans la région bordelaise.

- le développement de nouveaux systèmes d'observation à haute résolution spatiale et temporelle. L'objectif étant d'apporter des observations au court du cycle de production de manière à fournir une aide à la décision sur le pilotage de la culture ou l'organisation d'un chantier. Techniquement, les observations actuellement proposées peuvent être distinguée par :

i) leur exhaustivité spatiale (haute résolution spatiale sur l'ensemble de l'aire d'intérêt) ; Oenoview® (ICV-Astrium), Greenseeker (N Tech), Mucep (Géocarta).

ii) leur exhaustivité temporelle (haute résolution temporelle sur les sites de mesures considérés) ;

iii) leur polyvalence en fonction des moyens disponibles pour améliorer la résolution spatiale et/ou temporelle des mesures ; multiplexe (Force-A), le N tester (Yara), le Spectron (Pellenc).

Figure 7. Exemple de carte à haute résolution générée à partir d'une image aérienne multi-spectrale acquise sur la station expérimentale INRA de Pech Rouge. L'indice calculé permet de mettre en évidence les zones intra-parcellaires de faible, moyenne et forte expression végétative.

Quels enjeux pour la filière ?

Pour les acteurs de la filière viticole, les enjeux relatifs à l'adoption de ces technologies peuvent se résumer à quelques questions :

- quelle valeur ajoutée sont-elles susceptibles d'apporter à mon produit, mon organisation ou mon processus de production ?
- quels choix techniques réaliser ? Comment intégrer des technologies en constante évolution dans un processus de production opérationnel ?

Pour répondre à ces questions, l'UMR ITAP (Montpellier SupAgro/IRSTEA) s'est positionnée à deux niveaux.

- En terme de recherche, notre action consiste en grande partie à développer de nouveaux systèmes d'observation et à en vérifier la pertinence dans le contexte de la viticulture française et plus particulièrement Languedocienne (Tisseyre, 2012). Il s'agit d'apporter des éléments de réponse aux principales questions soulevées par leur utilisation pratique. Nos recherches s'articulent, dans ce domaine autour de :

La caractérisation et la mesure de la variabilité intra-parcellaire, il s'agit d'élaborer des indices pour caractériser le fonctionnement zonal des parcelles mais aussi de développer des méthodes permettant de caractériser objectivement la variabilité spatiale,

- la stabilité temporelle de la variabilité spatiale, afin de voir s'il est pertinent d'utiliser les informations de l'année n-1 pour améliorer les pratiques de l'année n,
- L'expérimentation et la conception de nouveaux systèmes d'observations en partenariat avec des équipementiers (télédétection, spectrométrie, systèmes piétons),
- La définition de méthodes opérationnelles permettant, sur la base d'observations à haute résolution d'extrapoler une information agronomique utile. Nos travaux se sont focalisés sur l'extrapolation de l'état hydrique de la vigne.

- La définition de méthodes d'échantillonnage optimale pour étalonner une relation Observation/information agronomique.

- En terme d'accompagnement des entreprises et des professionnels, une unité d'appui AgroTIC a été mise en place afin d'aider les acteurs de la filière à travers des actions de veille, de 'benchmarking', d'analyse des besoins, etc. L'objectif de cette unité d'appui est de répondre à des problématiques d'utilisation des TIC dans le domaine de l'agriculture et plus spécifiquement de la viticulture.

## Références bibliographiques

CARBONNEAU A., DELOIRE A., JAILLARD B., 2007. La Vigne : Physiologie, Terroir, Culture. Dunod Paris Editeur, 442p + annexes.

OJEDA Hernan, 2007. Irrigation qualitative de précision de la vigne. *Progrès Agricole et Viticole*, 124(7), 133-141.

TISSEYRE B., 2012. Peut-on appliquer le concept d'agriculture de précision à la viticulture. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Téléchargeable à l'adresse suivante : http://www.agrotic.org/blog/?p=2320.