

AMELIORATION DE LA PREVENTION CONTRE *BOTRYTIS*, INDICATEURS DE RISQUE AU VIGNOBLE ET PERSPECTIVES DES AGENTS DE LUTTE BIOLOGIQUE

Marc FERMAUD & Jean ROUDET (INRA UMR-Save, ISVV, Villenave d'Ornon)

1. Contexte et objectifs de l'étude

Ce projet, dont certains résultats importants sont présentés ici, a été financé par le CIVB de 2011 à 2013 en impliquant fortement l'UMR-Save de l'INRA de Bordeaux (ISVV). Ce projet visait notamment à l'élaboration d'indicateurs de risque et de pilotage pour la protection de la grappe contre les tordeuses et *Botrytis*. Dans ce document, seuls sont présentés les résultats en lien avec la thématique *Botrytis* pour l'identification d'indicateurs écophysologiques de pilotage pour le contrôle de ce pathogène majeur de la Vigne. Il faut rappeler que les épidémies de Pourriture grise de la vigne, due au champignon *Botrytis cinerea*, sont extrêmement redoutées. Sur raisins de cuve, la Pourriture grise peut en effet occasionner des dégâts quantitatifs majeurs comme de graves altérations qualitatives. Les conséquences œnologiques sont irréversibles et peuvent s'avérer très dommageables dès un faible niveau d'attaque d'environ 5 % de baies pourries à la vendange (Lorrain *et al.*, Union Girondine, Mars 2013). **L'évaluation et la prévision du risque de Pourriture grise constituent donc des enjeux majeurs de recherche à l'UMR SAVE « Santé et Agroécologie du Vignoble » de l'INRA de Bordeaux (ISVV).** Grâce au soutien financier du CIVB, différents indicateurs de risque, à l'image du « Potentiel de Réceptivité des Baies » (PRB), ont ainsi pu être développés et approfondis durant ces quatre derniers millésimes de 2011 à 2014.

2. Caractéristiques des pressions épidémiques *Botrytis* des millésimes 2011 à 2014

Le millésime 2011 s'est avéré à plutôt faible pression *Botrytis*, contrairement aux deux millésimes suivants. En 2011, la pluie a été marquée fin juillet et fin août-début septembre, ce qui a permis au champignon de proliférer quand même avant les vendanges. De plus, il n'y a pas eu une forte pression de tordeuses, excluant ce facteur favorisant du *Botrytis*.

Le millésime 2012 a été, au final, plutôt favorable au développement de la Pourriture grise. La floraison, stade sensible à l'infection par *Botrytis*, s'est déroulée durant la première quinzaine de Juin, mois très pluvieux. Comme conséquence, il y eut aussi d'importants phénomènes de coulure et de millerandage. Dans ces grappes relativement lâches, l'inoculum de *B. cinerea* pouvait donc être abondant. En juillet, Le climat pluvieux a potentiellement accentué la bonne survie de cet inoculum. En revanche, août a été très chaud et sec, et la sécheresse, défavorable au *Botrytis*, s'est poursuivie jusqu'à la troisième semaine de septembre. Ensuite, **fin Septembre, de fortes pluies se sont produites : un cumul de 55 mm a été relevé à la Grande Ferrade du 21 au 26 Sept. Dès le 1^{er} Octobre, l'expression de la Pourriture grise a été particulièrement explosive sur les baies de Merlot noir, encore en maturation.**

Le millésime 2013 a été un millésime exceptionnel, car extrêmement favorable à la Pourriture grise dans le Bordelais. Dès la mi-saison, l'analyse du risque faite dans le cadre de la note PRB, diffusée via le site WEB du CIVB, était déjà alarmiste. En effet, les conditions climatiques du premier semestre 2013 ont été très favorables à l'expression précoce de la Pourriture grise. Des symptômes sur feuilles et sur inflorescences, ont été souvent rapportés. Le taux de contamination des capuchons floraux était élevé dans nos parcelles INRA de référence. Cependant, suite aux mauvaises conditions climatiques à la floraison, la coulure des grappes, induisant des grappes plus lâches notamment sur Merlot, pouvait alors être considérée comme un facteur de limitation partielle du risque épidémique en fin de saison. En Septembre, les pluies et températures douces ont accéléré le développement épidémique qui est devenu explosif, d'autant plus que les conditions du mois d'octobre sont restées très favorables au *Botrytis*. Ainsi, le BSV-Aquitaine (bulletin n° 22) mentionne que "avant vendanges, 84% des parcelles présentaient des symptômes de Pourriture grise sur grappes avec une fréquence moyenne de 20% de grappes touchées et une intensité moyenne de 6% de grains attaqués." **Ainsi, une expression**

particulièrement explosive de la Pourriture grise a été généralement constatée sur les baies, notamment de Merlot noir, qui accusaient aussi un fort retard de maturation.

Le millésime 2014 dans le vignoble Bordelais s'est avéré propice à un développement précoce de la Pourriture grise sur grappes en particulier au mois d'août. Cependant, grâce à des conditions de grand beau temps courant septembre, le développement de la Pourriture grise a été fortement limité, voire même totalement stoppé.

3. Réseau et dispositif expérimental

Un suivi a été effectué de différents sites pilotes constituant un réseau de 14 parcelles comprenant 9 parcelles en mode conventionnel et 5 en cahier des charges Agriculture Biologique (Fig. ci - après)

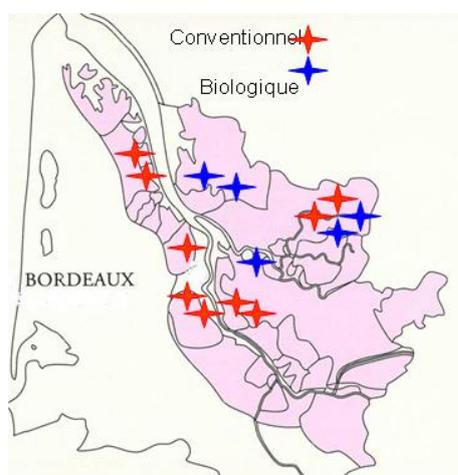


Fig. Répartition de l'ensemble des sites expérimentaux suivis

Le principe de l'étude a consisté à étudier au sein de chaque parcelle entre 5 et 13 "placettes", constituées chacune de plusieurs ceps adjacents (généralement une dizaine). La figure ci -après montre un exemple de deux parcelles voisines suivies avec, pour chacune, l'ensemble des placettes.

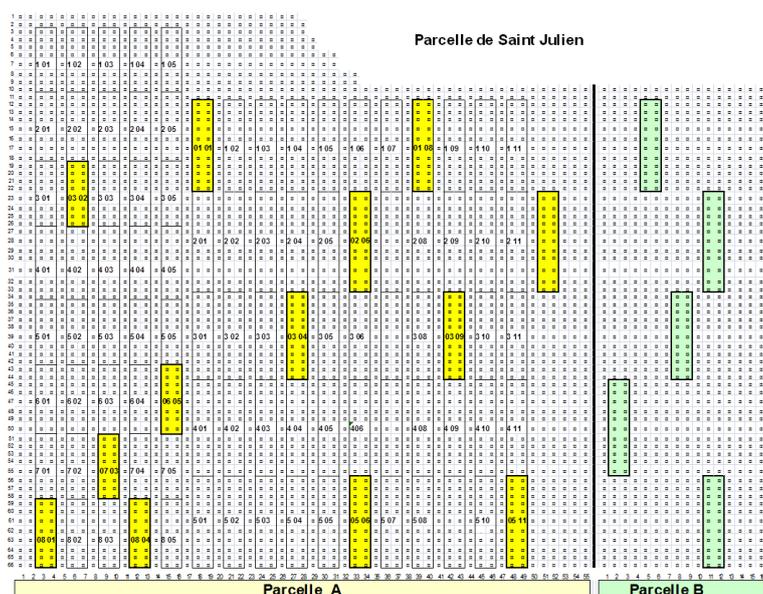


Fig. Exemple de 2 parcelles adjacentes du réseau avec répartition de leurs placettes

4. Rappel de la structuration génétique des populations de *Botrytis cinerea* au vignoble

Nos travaux antérieurs financés par le CIVB sur la structure génétique des populations de *Botrytis* avaient permis d'aboutir à des conclusions qui n'ont pas été, pour l'essentiel, remises en question depuis. Ainsi, la thèse et le post-doctorat de Fabian Martinez (Martinez et al, 2003, 2005 & 2008) concluaient déjà à l'existence, au vignoble, d'un complexe de trois sous-populations majeures, actuellement appelées *Botrytis pseudocinerea*, *Botrytis cinerea-vacuma* et *Botrytis cinerea-transposa*. Rappelons que toutes les espèces du genre *Botrytis* sont nécrotrophes, du fait de leur aptitude à tuer les cellules-hôtes pendant l'infection, puis à se développer sur ces tissus morts (Kars et al., 2007).

L'espèce nouvellement nommée *B. pseudocinerea* regroupe des souches présentant une insensibilité naturelle à la matière active anti-*Botrytis* "fenhexamid". Cependant, cette espèce est très minoritaire au vignoble et son réel impact épidémiologique sur baies, bien qu'encore mal connu, semble être toujours très limité.

Concernant l'espèce *Botrytis cinerea* (au sens strict), il s'agit d'une espèce ubiquiste et polyphage avec 235 plantes hôtes potentielles. Sur Vigne, les souches les plus abondantes et redoutables appartiennent donc à cette espèce qui présente une extrême variabilité génétique et biologique avec différentes populations caractérisées par la présence ou non de transposons (Martinez et al, 2008). Deux populations sont clairement majoritaires : *vacuma* (aucun transposons) et *transposa* (présence de deux types de transposons *Boty* et *Flipper*). Parmi les nombreuses différences entre ces 2 populations (résistance aux fongicides, vitesse de croissance mycélienne sur milieu nutritif...) un fait majeur est que les souches *transposa* sont plus virulentes sur baies de raisin que les souches *vacuma* (Martinez et al, 2005). Ce fait nous a permis d'expliquer pourquoi, au vignoble, ces deux sous-populations évoluent très différemment au cours de la saison. Ainsi, à partir de la floraison, un envahissement progressif par les souches *transposa* est constaté dans les vignobles atteints par la Pourriture grise, et s'y produit alors, en parallèle, une disparition progressive des souches *vacuma* jusqu'à la vendange. Les souches *transposa* sont ainsi extrêmement majoritaires en fin de saison, lorsque le développement des épidémies est maximal. Les souches *vacuma* sont détectées, surtout en début de saison, sur inflorescences et sur feuilles (Martinez et al., 2003 & 2008). Enfin, ce n'est que récemment que 2 articles scientifiques de biologie moléculaire, publiés dans la prestigieuse revue "Science", ont élucidé le mécanisme par lequel les transposons induisent cette augmentation du pouvoir pathogène chez les souches de *Botrytis cinerea* qui en sont porteuses (Weiberg et al, *Science* Oct. 2013). Ces transposons sont à l'origine de "petits ARNs" qui sont transférés dans les cellules de la plante hôte et qui inhibent alors des mécanismes de défense de la plante hôte (Baulcombe, *Science* Oct. 2013).

5. Synthèse des résultats avec l'indicateur PRB pour les millésimes 2011 à 2014

*** Principe de mesure du PRB**

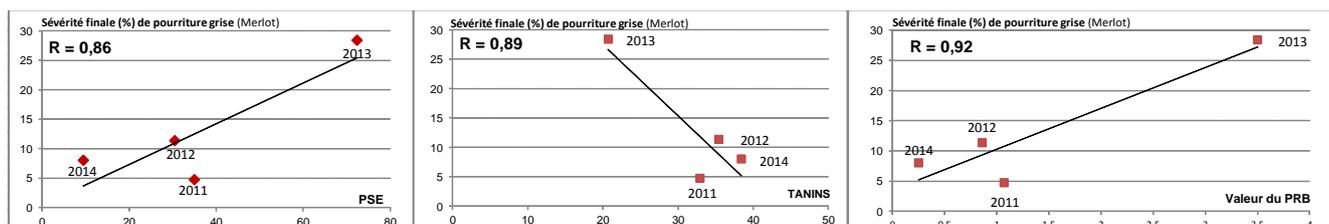
Le « Potentiel de Réceptivité des Baies » (PRB) a été développé pour évaluer la sensibilité des baies au *Botrytis* dès le stade fermeture de la grappe, voire même un peu avant. Cet indicateur est évalué sur des baies de Sauvignon blanc et Merlot noir (cépages modèles sensibles) provenant toujours d'une même parcelle INRA de référence. Le PRB résulte de deux dosages biochimiques réalisés dans la pellicule du raisin. D'une part, la teneur en pectines hydrosolubles (PSE) correspondant à un substrat facilement dégradé par *Botrytis*, ce qui permet d'évaluer une certaine « appétence » des baies pour le pathogène. D'autre part, la concentration en composés phénoliques (1994-2010) et, depuis 2010, la teneur en tanins pelliculaires. Ces tanins constituent, en effet, des molécules de défense de la baie vis-à-vis du

Botrytis (défenses préformées). Une plus grande sensibilité potentielle au *Botrytis* est ainsi associée à un PRB élevé.

*** Résultats PRB en relation à la pression de Pourriture grise (2011 à 2014)**

Pour rappel, pour les saisons 2004 à 2009, nous avons déjà montré une corrélation significative entre l'intensité finale de Pourriture grise et le PRB dosé sur Sauvignon (Fermaud *et al.*, Union Girondine, janv. 2010).

Nos résultats plus récents pour les millésimes 2011 à 2014, confirment cette corrélation significative entre l'intensité finale de Pourriture grise et le PRB (Figures ci-après). Ces résultats en termes de PRB comme de sévérité finale de maladie à la vendange (% global de grains pourris), proviennent de nos sites de référence, non traités contre *Botrytis* et plantés avec le cépage Merlot.



On constate bien que la saison 2013 a été particulièrement propice au *Botrytis*, et que le PRB a permis, de façon anticipée, de donner une indication de cette importante sensibilité des baies au champignon pathogène. Ainsi, un élément important à souligner, pour ce millésime 2013, est la faiblesse de la concentration en tanins dans les pellicules des jeunes baies vertes, indiquant leur faible niveau de résistance naturelle. **Le PRB est donc bien confirmé ces dernières saisons comme un indicateur précoce de sensibilité potentielle des baies au *Botrytis*. Cependant, il est fondamental de rappeler que le PRB est un indicateur de tendance dont l'interprétation doit toujours être relativisée par rapport aux conditions climatiques de fin de saison qui demeurent essentielles pour expliquer le taux final de maladie.** Il en va de même de tous les indicateurs précoces du risque potentiel *Botrytis* qui, quels qu'ils soient, resteront toujours inféodés aux conditions climatiques de post-véraison qui conditionnent fondamentalement le développement épidémique du champignon au cours de la maturation des baies.

6. Point sur l'indicateur IPP (AW) dans les millésimes récents

Grâce aux travaux initiés au sein de l'Unité de Recherche œnologie à l'ISVV (Dr. Laurence Geny-Denis) et avec le soutien financier du CIVB, d'importantes avancées ont été réalisées depuis plusieurs années pour une meilleure compréhension des mécanismes de dégradation pelliculaire des baies. Ainsi, un nouveau test, **IPP ou « Indice de Perméabilité Pelliculaire »**, a été développé sur raisins en cours de maturation (mesure aussi appelée AW). Cet indice traduit l'évolution de la structure la pellicule de la baie de raisin au cours de la maturation du fruit en donnant des indications à la fois sur la sensibilité au *Botrytis* et sur la capacité de cette pellicule à libérer des composés d'intérêt œnologique.

*** Principe de mesure de l'IPP (AW)**

Parmi les facteurs physico-chimiques impliqués dans le développement des microorganismes, l'eau est un facteur indispensable nécessaire pour la croissance des micro-organismes ainsi que pour les réactions chimiques dans la cellule. Mais l'eau, pour être utilisable par les micro-organismes, doit obligatoirement être présente sous forme libre qui est quantifiable par une valeur appelée « activité de l'eau » (AW du nom anglais « water activity »). A la surface de la baie de raisin, cette eau libre peut être mesurée grâce à un AW-mètre sur une échelle entre 0 et 1 (1 correspond au maximum d'eau libre). Au cours de la maturation pelliculaire, de profonds changements dans la cohésion des parois de la pellicule se

produisent et peuvent induire un certain transfert de composés entre l'intérieur du raisin et l'extérieur. Ainsi, la mesure de l'AW peut être utilisée pour juger de la perméabilité de la pellicule, en considérant cette dernière comme une membrane. Cette mesure est ensuite utilisée comme marqueur d'état de maturité pelliculaire traduisant le degré de dégradation pariétale et permet de mieux cerner l'augmentation de la sensibilité aux pathogènes au cours de la maturation. Plus de détails sur cet indicateur sont disponibles, notamment, auprès du Dr. Laurence Geny-Denis (ISVV) et dans l'Union Girondine (n°1062).

*** Résultats IPP en relation à la pression de Pourriture grise (2012 à 2014)**

Rappelons tout d'abord, qu'en règle générale, l'AW diminue au cours de la maturation. Et, en dessous du seuil de 0,92 la pellicule devient très sensible au développement du pathogène. Quand l'AW remonte, cela traduit l'installation du pathogène de façon sous-pelliculaire. Ce dernier phénomène correspond en termes pathologiques, strictement, à une infection effective des baies par le Botrytis, et l'expression de symptômes à la surface des baies peut alors se produire rapidement, dans les heures et/ou jours qui suivent.

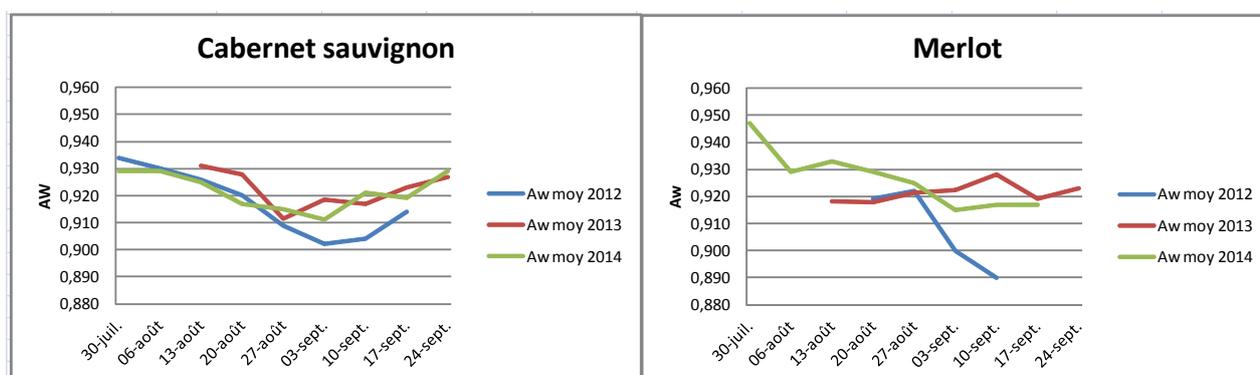


Fig. Résultats sur l'évolution de l'IPP (AW) pour les millésimes 2012 à 2014

Ces 2 figures présentent les évolutions comparées de l'AW (IPP) pour les deux cépages, Merlot et Cabernet sauvignon, sur les 3 millésimes 2012 à 2014.

En 2012, les valeurs ont atteint des niveaux très bas, indiquant une réelle fragilisation des structures cellulaires. En 2013, surtout pour le Merlot, la valeur de l'AW était faible, dès le départ, indiquant que les pellicules étaient peu épaisses en raison de conditions non favorables lors des premières phases de croissance cellulaire à la nouaison. Les pellicules sont restées fragiles tout au long du développement de la baie et ont peu évolué. Il a été constaté une faible croissance des baies suite à l'été sec et chaud. Enfin, en 2014, la croissance des baies a été importante (valeurs AW hautes surtout pour le merlot), mais en raison des conditions climatiques (humides et chaudes) le volume des baies a fortement augmenté, ce qui a induit des mécanismes classiques de dégradation pelliculaire jusqu'à des niveaux proches de la limite de sensibilité.

En conclusion, les indicateurs PRB et IPP sont très complémentaires puisque le PRB donne une première indication de sensibilité des baies encore herbacées aux environ de la fermeture de la grappe, voire un peu avant. L'IPP ou AW est, lui, un indicateur d'intérêt durant la maturation (post-véraison), qui, en plus de l'information associée à son évolution dans le temps (cf ci-dessus) peut également aider à détecter un état d'infection effectif, encore difficilement observable au vignoble, du fait d'une remontée de l'indicateur (notamment en fin de saison).

7. La mesure précise de la vigueur: un indicateur majeur du risque Botrytis

** Principe de mesure "NDVI" de la vigueur et de la porosité du feuillage*

Le Greenseeker permet de mesurer, grâce à l'indice NDVI, la porosité du feuillage et d'obtenir un indice de végétation permettant de quantifier la vigueur de la vigne. Ces résultats sont comparables avec ceux obtenus manuellement avec la méthode des "points quadrats" de Smart. Une utilisation possible du Greenseeker est d'être "embarqué", c'est-à-dire fixé sur un tracteur. Dans notre cas, nous l'avons utilisé en mode "piéton", c'est-à-dire porté par un opérateur se déplaçant à pied (voir schéma ci-après).

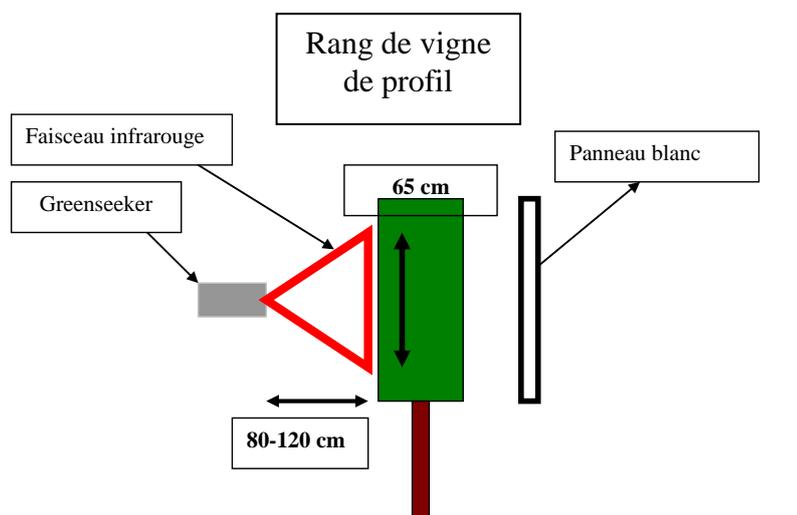
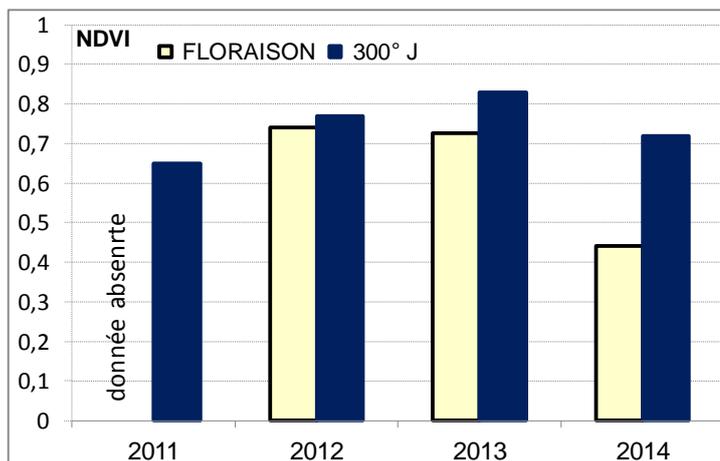


Fig. Principe de la mesure NDVI avec le GreenSeeker

Le Greenseeker est placé entre 80 et 120 cm de la végétation. Le faisceau de lumière est orienté vers le feuillage ; le Greenseeker étant placé à mi-hauteur du feuillage afin d'obtenir une vue globale de la porosité dans la partie médiane du rideau de végétation. Le porteur de l'appareil avance en marchant à une vitesse constante pour avoir une prise de données régulière. Une seconde personne située de l'autre côté du rang, porte un panneau blanc. Les différentes placettes de notre réseau expérimental ont ainsi été mesurées notamment à deux stades phénologiques précis : "pleine floraison" et "300 degrés-jours après la floraison". Ces stades sur le site INRA de la Grande Ferrade (Merlot) correspondait pour la floraison aux dates : 5/06/2012, 12/06/2013, 31/05/2014, et pour le stade "300 degrés-jours après la floraison" : 20/06/2011, 2/07/2012, 11/07/2013, 27/06/2014. Enfin, notons que les valeurs de NDVI varient entre 0 et 1 (1 correspondant à un rideau de feuillage sain parfaitement "fermé" sans que l'on puisse voir au travers).

** Variations de la vigueur (NDVI) selon le millésime*

Sur notre site INRA de référence de la Grande Ferrade (Merlot), nos mesures NDVI, tous les ans à stade phénologique identique, nous permettent d'analyser les variations entre millésimes de la porosité/vigueur des vignes. Nous pouvons parler ainsi de l'effet millésime sur ce paramètre de porosité foliaire (figure ci-après).

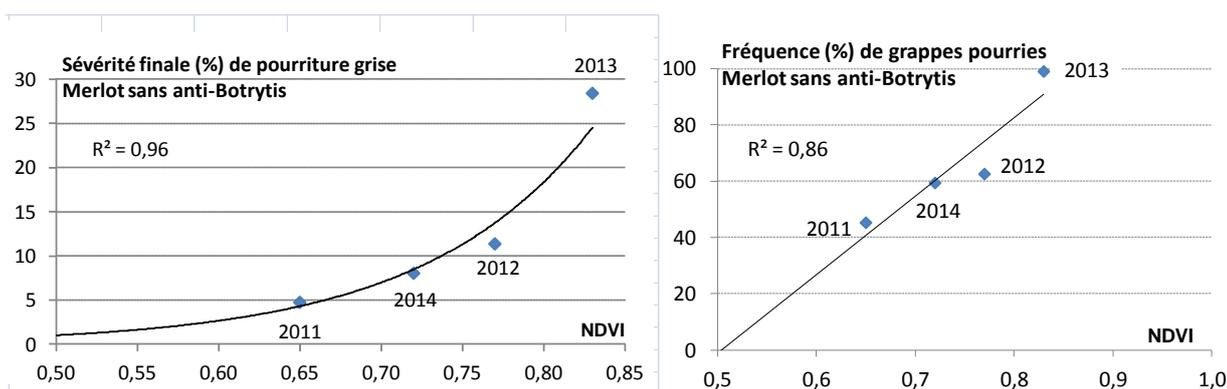


Nous constatons que pendant les années 2012 et 2013, les vignes ont été les plus vigoureuses avec un développement végétatif important à la floraison et environ 1 mois après (300°xJ). Les années 2011 et 2014 se sont avérées moins propice au développement végétatif mesuré par le NDVI à ces mêmes stades phénologiques.

*** Résultats de l'indicateur de vigueur/porosité végétative NDVI en relation à la pression de Pourriture grise (2011 à 2014)**

Il faut d'abord rappeler de manière importante que le lien entre le développement végétatif important de la vigne et l'aggravation des épidémies de Botrytis repose sur le fait que, dans les vignes vigoureuses, le microclimat y est beaucoup plus humide. Le Botrytis est extrêmement sensible à cette modification du microclimat, puisque, notamment lors de la phase de germination de ces spores ou conidies, de l'eau à l'état liquide est impérativement nécessaire. Cette présence d'eau, qui doit rester plusieurs heures (cela peut même se compter en dizaines d'heures) est évidemment très dépendante de l'humidité relative générale dans la végétation du cep de vigne.

Nous avons mis en évidence ces dernières années, grâce à l'indicateur "NDVI", qu'il existe une excellente relation entre le taux final de Pourriture grise et cette mesure de porosité du feuillage, mesurée environ 1 mois après la floraison à "300 degrés-jours" (voir figures ci-après).



Ces 2 figures montrent très clairement l'excellente relation, démontrée sur les quatre derniers millésimes, entre NDVI et taux de maladie. Ce dernier peut être exprimé soit en pourcentage de grappes atteintes par Botrytis (fig. de droite) soit en termes de sévérité globale, c'est-à-dire le pourcentage global de baies Botrytisées sur la parcelle (fig. de gauche).

8. Conclusions sur les principaux indicateurs développés d'aide à la décision pour le contrôle du Botrytis au vignoble

La première conclusion majeure est la **validation forte de l'indicateur précoce PRB (Potentiel de Réceptivité des baies au *Botrytis*)**. En effet en 2013, année à risque majeur et exceptionnel de Pourriture grise, un niveau très élevé a été atteint **d'environ 3.5 sur Merlot noir. Soit, en moyenne, 3 fois supérieur à celui des années précédentes** confondues : 2010, 2011, 2012.

Le deuxième point important, issu de ce projet triennal 2011-2013 avec le soutien du CIVB, est de disposer dorénavant d'**indicateurs performants de sensibilité du matériel végétal (cépages et porte-greffes) vis-à-vis du *Botrytis***. Ces résultats n'ont pas pu être présentés dans ce document, mais nous avons établi de nouveaux tableaux montrant des classements revisités des principaux cépages et porte-greffes Français selon leur sensibilité au *Botrytis*. Le risque parcellaire peut ainsi être mieux apprécié, *a priori*, et ceci quel que soit le millésime et les conditions climatiques de celui-ci.

Comme troisième grande conclusion, citons nos avancées majeures, détaillées dans ce document, concernant le risque parcellaire de Pourriture grise, considéré de façon conjoncturelle en lien aux conditions du millésime. **Une avancée cruciale est la démonstration que la vigueur végétative, et la porosité foliaire associée, mesurée au vignoble par le NDVI (Greenseeker®) constitue un excellent indicateur précoce du risque de Pourriture grise.** Ce résultat est d'autant plus intéressant qu'il a été obtenu pendant des années à risques épidémiques diversifiés en fin de saison : plutôt faible en 2011, variable-médian en 2012 ou 2014, et, très intense en 2013. Ainsi, cette étude épidémiologique confirme parfaitement l'influence majeure et significative de la vigueur végétative (porosité foliaire) et l'utilisation de cette variable comme indicateur précoce très pertinent du risque *Botrytis*. **Cet indicateur est destiné à devenir un indicateur de pilotage majeur dans les stratégies et OADs anti-*Botrytis* que nous serons amenés à développer dans les années à venir** (voir perspectives ci-après).

De plus, parmi les facteurs de risque, déjà bien connus auparavant, mais qui sont clairement à considérer **comme indicateurs majeurs pour optimiser la gestion du *Botrytis*, il ne faut pas oublier les attaques par les générations estivales des tordeuses de la grappe** (notamment le nombre larves d'Eudémis de 3^{ème} génération / 100 grappes).

Enfin, ce programme, comme prévu dans le projet initial, a donné lieu à une **valorisation scientifique et technique** significative des résultats. Un des supports techniques de vulgarisation privilégié a été la revue viti-vinicole : "l'Union Girondine". Tous les documents cités ci-dessous (références bibliographiques) sont disponibles auprès des auteurs.

9. Perspectives sur le développement de nouveaux agents de lutte biologique (ALBs)

Les perspectives afin de contribuer à développer le biocontrôle vis-à-vis de la Pourriture grise, notamment dans le vignoble bordelais, sont abordées dans le cadre d'un projet de recherche-développement de 3 ans (2015-2017) co-financé par le CIVB. Ce projet regroupe l'INRA (UMR-SAVE), l'IFV Pôle Bordeaux-Aquitaine, Blanquefort (Nicolas AVELINE), et la Chambre d'Agriculture de la Gironde (Ludivine DAVIDOU). Il s'agit de développer en parallèle de nouveaux agents de lutte biologique (ALBs) et des stratégies de biocontrôle du *Botrytis* au vignoble basées sur l'utilisation des indicateurs de risque épidémique et de pilotage (tels ceux présentés dans ce document).

Ce projet vise à une réduction des intrants, que sont les fongicides de synthèse spécifiques anti-*Botrytis*. Il contribuera aussi à la maîtrise de la qualité en adressant la question de la gestion intégrée de la Pourriture grise par des méthodes de biocontrôle qui comprennent des substances naturelles à faible impact sur l'environnement et la santé humaine. Le but principal est de proposer aux viticulteurs des moyens de biocontrôle pour protéger la vigne contre la pourriture grise, en optimisant et en créant des modes d'emploi pertinents pour les produits déjà disponibles fondés sur les indicateurs de pilotage

et de risque épidémique. De plus, en amont, de nouveaux agents de lutte biologique (souches de bactéries antagonistes) seront testés au vignoble. Par ailleurs, ce projet intégrera aussi la gestion des tordeuses de la grappe en positionnant les interventions à chaque génération de manière adaptée pour les produits de biocontrôle actuellement disponibles pour les viticulteurs.

La première partie du projet (2 ans de post-doctorant) consistera en des biotests au vignoble de nouveaux agents de lutte biologique (ALBs). Quelques souches bactériennes ALBs à fort potentiel antagoniste anti-*Botrytis* seront sélectionnées parmi celles actuellement en cours de screening à l'UMR-SAVE. Leur application au vignoble sera réalisée en 2015 dans des parcelles INRA pour progresser dans la production et la formulation de ces ALBs bactériens. En 2016 et 2017, deux plate-formes expérimentales, mises en place par les partenaires du projet CA33 et IFV, seront aussi mobilisées pour tester ces nouveaux ALBs (voir ci-après seconde partie du projet). En 2015, seront aussi approfondies les conditions thermiques et d'humidité (HR) de développement et de survie des ALBs candidats. En effet, ces données sont très importantes pour optimiser, en pratique, les applications des produits de biocontrôle (timing d'application...). Le positionnement en saison de ces produits sera également optimisé grâce à nos indicateurs de pilotage incluant, notamment, les indicateurs parcellaires de risque *Botrytis*, tels l'entassement et la compacité des grappes, des indicateurs précoces en début de saison (taux de capuchons floraux infectés) et les indicateurs climatiques de post-véraison issus de notre modélisation "ICRT".

La seconde partie du projet consistera en des essais au vignoble sur deux plateformes expérimentales des structures partenaires : IFV et chambre Agriculture de Gironde (CA33). Les meilleures conditions d'usage et d'efficacité des produits de biocontrôle au vignoble seront définies, afin de fournir aux viticulteurs un mode d'emploi au plus proche de leurs besoins. Dès 2015, des stratégies seront évaluées pour optimiser l'usage de différents produits de biocontrôle candidats : des produits déjà commercialisés, comme des produits potentiellement d'intérêt déjà listés « biocontrôle NODU-vert ». L'évaluation se fera en privilégiant un itinéraire intégré qui prendra en compte le développement de *B. cinerea*, mais aussi les facteurs qui influencent directement ou indirectement l'épidémie : agro-climatologie, prophylaxie, physiologie de la vigne, gestion des tordeuses... Cette dernière se fera de manière optimisée en fonction du risque à chaque génération, grâce à des produits inscrits dans le cahier des charges de l'AB (*Bacillus thuringiensis*, spinosad). Enfin, les essais réalisés sur les 2 plateformes expérimentales intégreront diverses stratégies d'emploi des produits testés parallèlement à la mesure de nombreux facteurs d'intérêt (météo à la parcelle, analyses biologiques, notations, modélisation...).

10. Quelques références bibliographiques en lien à ce projet CIVB 2011 - 2013

- DAVIDOU L., FERMAUD M., ROUDET J., 2012. Les méthodes de lutte : actualisation des connaissances sur la Pourriture grise de la Vigne. *Union Girondine* **1087** (Avril 2012) p.32-36.
- DELBAC L., CONSTANT N., LAVEAU E., THIERY D., SMITS N., ROUDET J., MEROT A., WERY J., FERMAUD M., 2013. Un nouvel indicateur intégré d'évaluation des dégâts occasionnés aux grappes par des bioagresseurs majeurs au vignoble. DinABio 2013, **Colloque INRA-ITAB**, Tours, 13-14 novembre 2013, 41-43.
- DELBAC L., CONSTANT N., LAVEAU E., THIERY D., SMITS N., ROUDET J., MEROT A., WERY J., FERMAUD M., 2013. Un nouvel indicateur intégré d'évaluation des dégâts occasionnés aux grappes par des bioagresseurs majeurs au vignoble. **Innovations Agronomiques**, Vol. 32, 61-71.
- FERMAUD M., ROUDET J., DAVIDOU L., 2012. Pourriture grise de la Vigne : actualisation des connaissances épidémiologiques. *Union Girondine* **1086** (Mars 2012) p.36-39.
- KY I., LORRAIN B., JOURDES M., PASQUIER G., FERMAUD M., GENY L., REY P., DONECHE B. & TEISSEDRE P-L., 2012. Assessment of grey mould impact (*Botrytis cinerea*) on phenolic and sensory quality of Bordeaux grapes, musts and wines for two consecutive vintages. *Australian journal of grape and wine research* (18) 215-226.