



**HAL**  
open science

# Mise en oeuvre et évaluation d'outils appliqués à la réduction de l'utilisation de fongicides sur le vignoble d'approvisionnement de la Maison Louis Latour Ardèche

Étienne Delbos

## ► To cite this version:

Étienne Delbos. Mise en oeuvre et évaluation d'outils appliqués à la réduction de l'utilisation de fongicides sur le vignoble d'approvisionnement de la Maison Louis Latour Ardèche. *Agronomie*. 2019. dumas-02971040

**HAL Id: dumas-02971040**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02971040>**

Submitted on 26 Oct 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.

# Mémoire de fin d'études

Présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome  
Spécialité viticulture-œnologie

**Mise en œuvre et évaluation d'outils appliqués à la réduction de l'utilisation de fongicides sur le vignoble d'approvisionnement de la Maison Louis Latour Ardèche**



**Par Etienne DELBOS**

**Année de soutenance : 2019**

**Organisme d'accueil : Latour Ardèche**







# Mémoire de fin d'études

Présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome  
Spécialité viticulture-œnologie

**Mise en œuvre et évaluation d'outils appliqués à la réduction de  
l'utilisation de fongicides sur le vignoble d'approvisionnement de  
la Maison Louis Latour Ardèche**

**Par Etienne DELBOS**

**Année de soutenance : 2019**

**Mémoire préparé sous la direction de :**

**Elsa Ballini**

**Présenté le : 06/11/2019**

**devant le jury :**

**Elena Kazakou**

**Elsa Ballini**

**Organisme d'accueil :**

**Maison Latour Ardèche**

**RN 102 La Téoule**

**07400 Alba La Romaine**

**Maître de stage : Alain Berthon**



## **Remerciements**

Je tiens à remercier chaleureusement Alain Berthon pour la confiance qu'il m'a accordée au cours de ce stage ainsi que pour le partage de sa grande expérience en viticulture-œnologie.

Je tiens également à remercier toute l'équipe de Latour Ardèche que j'ai côtoyée durant ce stage et avec laquelle j'ai passé de bons moments.

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui ont rendu ce stage possible, l'IFV pour la mise à disposition d'outils informatiques, la chambre d'agriculture d'Ardèche pour le partage des modèles, les viticulteurs que j'ai accompagnés et qui m'ont fait confiance, Elsa Ballini pour ses conseils avisés, Syngenta et Bayer pour la mise à disposition de produits, et tous ceux que j'oublie.



## Table des matières

<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>5</b>
<b>SIGLES ET ACRONYMES.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>1. CONTEXTE DE L'ETUDE .....</b>	<b>8</b>
1.1. PESTICIDES : ENTRE ATTENTES SOCIETALES, RISQUE SANITAIRE ET RISQUE ENVIRONNEMENTAL.....	8
1.2. EVOLUTION DU CADRE REGLEMENTAIRE.....	9
1.3. DEVELOPPER UNE VITICULTURE DURABLE ET DE QUALITE, UNE VOLONTE DE LA STRUCTURE LATOUR ARDECHE .....	10
1.3.1. <i>Caractéristiques du vignoble d'approvisionnement de Latour Ardèche.....</i>	<i>10</i>
1.3.2. <i>Travaux précédents.....</i>	<i>11</i>
1.3.3. <i>Charte de qualité .....</i>	<i>11</i>
1.3.4. <i>Objectif de l'étude.....</i>	<i>11</i>
1.4. MALADIES A RISQUE SUR LE VIGNOBLE ARDECHOIS : ELEMENTS DE BIOLOGIE, NUISIBILITE ET STRATEGIES DE LUTTE .....	12
1.4.1. <i>Mildiou.....</i>	<i>12</i>
1.4.2. <i>Oïdium .....</i>	<i>13</i>
1.4.3. <i>Black rot.....</i>	<i>14</i>
1.5. PANORAMA DE LA SAISON 2019 .....	14
1.5.1. <i>Climat .....</i>	<i>14</i>
1.5.2. <i>Phénologie.....</i>	<i>15</i>
1.5.3. <i>Pression maladies.....</i>	<i>15</i>
<b>2. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>16</b>
2.1. REGLAGE PULVERISATEURS .....	16
2.2. OPTIDOSE .....	17
2.3. DECITRAIT.....	19
2.4. EXPERIMENTATION BIOCONTROLE .....	19
<b>3. RESULTATS .....</b>	<b>22</b>
3.1. REGLAGE PULVERISATEURS .....	22
3.2. OPTIDOSE .....	23
3.3. DECITRAIT.....	26
3.4. EXPERIMENTATION BIOCONTROLE .....	27
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>32</b>



## Table des illustrations

Figure 1. Cycle épidémiologique du mildiou de la vigne

Figure 2. Cycle épidémiologique de l'oïdium

Figure 3. Cycle épidémiologique du black rot

Figure 4. Températures moyennes mensuelles et pluviométrie enregistrées sur la station météo de Lussas sur plusieurs années

Figure 5. Phénologie constatée sur Chardonnay B sur plusieurs années sur le vignoble d'approvisionnement de Latour Ardèche

Figure 6. Dynamique de la contamination de quatre TNT sur les communes d'Alba et de Lussas

Figure 7. L'efficacité de la protection fongicide décryptée (Heinzlé et al., 2010)

Figure 8. Abaque Optidose simplifié pour l'oïdium dans les vignobles du sud est de la France

Figure 9. Aperçu de l'interface Décitrait

Figure 10. Photo aérienne de la parcelle d'essai et de la disposition des différentes modalités

Figure 11. Qualité de pulvérisation obtenue avec un aéroconvecteur selon le nombre de rangs traités et le développement de la végétation (Guide pratique de réglage et d'utilisation des pulvérisateurs viticoles, IFV-IRSTEA, 2017)

Figure 12. Qualité de pulvérisation obtenue avec une voute pneumatique selon le nombre de rangs traités et le développement de la végétation (Guide pratique de réglage et d'utilisation des pulvérisateurs viticoles, IFV-IRSTEA, 2017)

Figure 13. IFT fongicide 2019 des viticulteurs suivis et comparaison avec la référence régionale 2016

Figure 14. Fréquence d'atteinte par l'oïdium de différents organes dans deux parcelles du viticulteur VI

Figure 15. Cahier de traitement de l'essai biocontrôle

Tableau 1. Détail des viticulteurs suivis dans la mise en place de la méthode Optidose

Tableau 2. Comparaisons sur plusieurs années des IFT et de la réduction de dose opérée par trois viticulteurs

Tableau 3. Pourcentage d'organes atteints par l'oïdium dans 4 parcelles de 2 viticulteurs

Tableau 4. Synthèse des données collectées en 2019 pour 21 parcelles

Tableau 5. Résultats des différents comptages réalisés sur la parcelle

## Sigles et acronymes

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché  
BSV : Bulletin de Santé du Végétal  
CEPP : Certificat d'Economie de Produit Phytosanitaire  
CMR : Cancérigène Mutagène et Reprotoxique  
DEPHY : Démonstration, Expérimentation et Production de références sur les systèmes économes en produits phytosanitaires  
DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes  
ICV : Institut Coopératif Viticole  
IFT : Indice Fréquence Traitement  
IFV : Institut Français de la Vigne et du Vin  
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique  
LMR : Limite Maximale de Résidu  
MAE : Mesure Agro-Environnementale  
MSA : Mutualité Sociale Agricole  
OAD : Outil d'Aide à la Décision  
ORP : Observatoire des Résidus de Pesticide  
PAC : Politique Agricole Commune  
PPP : Produit PhytoPharmaceutique  
RDD : Règle De Décision  
SAU : Surface Agricole Utile  
SFT : Surface Foliaire Totale  
TAV : Titre Alcoométrique Volumique  
TNT : Témoin Non Traité  
TRV : Tree Row Volume  
UMT : Unité Mixte Technologique  
UVICA : Union des Vignerons des Coteaux de l'Ardèche  
WWF : World Wildlife Fondation  
ZNT : Zone Non Traitée

## Introduction

Dans les années 70 la Maison Louis Latour, originaire de Bourgogne, prospecte dans les régions viticoles françaises afin de trouver un terroir qui permette de produire, selon les méthodes bourguignonnes, un vin blanc de qualité et financièrement abordable pour le consommateur.

C'est finalement l'Ardèche qui est choisie. Zone historiquement viticole elle bénéficie d'un climat méditerranéen favorable à la viticulture et les sols argilo-calcaires de la région promettent d'obtenir des vins avec une bonne acidité, pré requis indispensable à l'élaboration de vins blancs « à la bourguignonne ». En effet l'élaboration de ces vins implique de réaliser systématiquement la fermentation malolactique qui réduit naturellement l'acidité des vins.

La direction de la Maison Louis Latour conclut un accord avec l'union des coopératives ardéchoise afin de bénéficier de l'exclusivité de la production de vin de cépage Chardonnay B dans les environs de la future cuverie. En contrepartie Latour Ardèche s'engage à acheter aux vignerons coopérateurs le raisin des futures plantations.

Alors en pleine reconversion le vignoble ardéchois voit en 1980 les premières vignes de Chardonnay B remplacer les traditionnels hybrides. S'ensuit la construction du site de vinification et les premières vendanges les années suivantes. Aujourd'hui ce sont près de 330 hectares qui sont cultivés et livrés à la cuverie chaque année.

Soucieux d'accompagner ses vignerons partenaires dans l'amélioration continue de leurs pratiques culturales, Latour Ardèche s'est engagé, depuis plusieurs années, sur le thème de la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires au niveau de son vignoble d'approvisionnement.



# 1. Contexte de l'étude

## 1.1. Pesticides : entre attentes sociétales, risque sanitaire et risque environnemental

L'union européenne reconnaît en préambule du règlement (CE) 1107/2009 comme produits phytopharmaceutiques (PPP) les « substances actives ou préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action ;
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives ;
- assurer la conservation des produits végétaux ;
- détruire les végétaux indésirables ;
- détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux ».

Cette définition inclut les produits issus de synthèse chimique, les produits d'origine naturelle (extrait végétaux, animaux ou minéraux) et les micro-organismes (champignons, bactéries, virus et leurs extraits).

Dès l'antiquité certains produits étaient mentionnés pour leurs vertus curatives vis-à-vis de diverses maladies. Pline, naturaliste romain, préconisait par exemple l'emploi d'arsenic comme insecticide. Mais ce sont surtout les progrès de la chimie organique militaire pendant la seconde guerre mondiale qui vont permettre l'avènement des produits phytosanitaires chimiques. De nouvelles molécules insecticides telles que le DDT (organochloré) mais aussi herbicides avec le 2,4-D apparaissent et vont vite révolutionner l'agriculture (Robin, 2018). Les exploitations agricoles familiales orientées vers des productions mixtes disparaissent au profit d'exploitations plus grandes et spécialisées. En parallèle les rendements explosent tandis que la mécanisation et l'usage des PPP s'intensifient permettant de réduire au maximum l'usage de la main d'œuvre. L'agriculture productiviste est née, elle est hautement intensive en intrants et capitaux et cherche à réduire au maximum les coûts de production tout en maximisant la production.

En 2010 paraissait un rapport commandé par l'ORP intitulé « Exposition de la population générale aux pesticides ». Ce rapport a permis d'établir la présence de pesticides dans l'ensemble des compartiments de l'environnement (eau, air et sol) ainsi que dans l'alimentation. A titre d'exemple, en 2007, 91% des points de mesures de la qualité des eaux superficielles révélaient la présence d'au moins un PPP. Entre 2000 et 2006 ce sont 143 PPP qui ont été recherchés dans l'atmosphère. Les 100000 mesures réalisées ont permis de détecter près de 67% des substances analysées. Enfin en 2008 la DGCCRF a recherché 251 matières actives dans 5063 échantillons de fruits et légumes frais ou transformés commercialisés en France. Seulement 56% des échantillons ne présentaient pas de résidus de PPP (ANSES, 2010).

La contamination de l'environnement par les PPP se révèle être nocive pour les écosystèmes. Leur impact sur l'environnement dépend de nombreux facteurs : la toxicité propre des molécules qui les composent (molécules actives ou adjuvants), la fréquence et la dose d'utilisation, des systèmes de culture dans lesquels ils interviennent... Leur usage généralisé est à l'origine de divers impacts sur les populations naturelles : intoxication, effet sur la reproduction ou le comportement, diminution de l'offre de nourriture, destruction des habitats, disparition d'espèces... Les effets néfastes des PPP sur les écosystèmes, bien que difficiles à quantifier, ont largement été étudiés et ne font plus débat aujourd'hui (WWF, 2014).

La contamination de l'Homme par les PPP se produit lors de l'ingestion des produits, de leur inhalation ou bien encore suite à un contact cutané. On classe les expositions aux PPP en deux catégories : les expositions primaires qui concernent principalement les manipulateurs de PPP et qui sont caractérisées par des expositions ponctuelles mais à forte dose, et les expositions secondaires qui concernent n'importe quel individu susceptible de se retrouver au contact de PPP ou de leurs résidus présents dans l'alimentation et l'environnement. Les différentes expositions donnent lieu à des contaminations plus ou moins graves (OMS, 1991).

Les contaminations dites aiguës résultent le plus souvent d'accidents et sont de fait assez rares. Entre 1997 et 2007 le réseau de toxicovigilance Phyt'attitude mis en place par la MSA en a recensé 1909 (Batsch, 2011a). Les intoxications chroniques sont quant à elles caractérisées par des expositions répétées à des faibles doses de PPP. Du fait de leur caractère multifactoriel et de la latence d'apparition des symptômes, l'impact de ces



expositions est plus difficile à quantifier. Plusieurs méthodologies d'enquête ont été développées afin d'évaluer leur incidence sur la santé publique. Certaines études ont montré un lien direct entre l'exposition des individus aux PPP et le risque de développer la maladie de Parkinson ou encore l'implication de certaines molécules dans des cas d'infertilité. Cependant pour beaucoup d'autres maladies fortement médiatisées comme les cancers, peu d'études parviennent à démontrer clairement un lien entre occurrence de la maladie et expositions des individus aux PPP (Batsch, 2011b).

La présence avérée de résidus de PPP dans l'alimentation humaine a conduit les autorités sanitaires à encadrer leur présence. En Europe c'est le règlement européen (CE) 396/2005 qui fixe les limites maximales de résidus (LMR) de PPP que peuvent présenter les produits d'origine végétale ou animale destinés à l'alimentation humaine. Mais ces LMR ne s'appliquent pas aux matières premières. Pour le vin, produit de transformation du raisin, ce sont par défaut les LMR du raisin de cuve qui s'appliquent (Dubernet et al., 2015).

La présence de résidus de PPP dans l'environnement et leurs effets potentiels ou avérés sur les écosystèmes et la santé humaine conduisent à une défiance grandissante du grand public à leur égard. Une enquête récente commanditée par WWF France et conduite auprès d'un échantillon de 1002 personnes représentatif de la population française confirme cette tendance. 93% des personnes interrogées estiment leur santé impactée par la présence de résidus dans les aliments qu'ils consomment et 89% des répondants souhaiteraient être informés de la présence de résidus dans les aliments par un étiquetage (IFOP, 2017).

Ces quelques exemples montrent la nécessité de réduire la consommation de PPP en agriculture aussi bien pour la santé humaine et celle de notre planète que pour l'image de l'agriculture et la pérennité des activités agricoles.

## 1.2. Evolution du cadre réglementaire

Le recours à l'usage massif de produits phytosanitaires en agriculture a des conséquences sanitaires et environnementales préoccupantes qui ont amenées les autorités à encadrer leur usage. L'évaluation des substances phytopharmaceutiques, jusqu'alors régie par la directive européenne 91/414/CEE de 1993, a évolué en 2011 suite à l'entrée en vigueur du règlement (CE) 1107/2009.

Ce règlement fait partie d'un ensemble de textes législatifs adoptés par l'Union Européenne et plus connus sous le nom de « Paquet pesticide ». En préambule les législateurs y reconnaissent l'intérêt des produits phytopharmaceutiques dans la protection des cultures et le maintien du niveau de production de l'agriculture européenne. Ceci tout en avertissant des risques qu'ils peuvent présenter pour la santé humaine et celle de l'environnement s'ils ne sont pas soumis à des tests d'approbation ou s'ils sont utilisés incorrectement.

Ces textes poursuivent plusieurs objectifs dont :

- Le renforcement de la protection de la santé humaine ainsi que de la faune et la flore tout en préservant la compétitivité de l'agriculture européenne
- L'harmonisation des procédures au sein de l'Union Européenne
- La facilitation de la libre circulation des produits et l'augmentation de leur disponibilité dans les différents Etats membres

Cela s'est traduit par un durcissement des conditions d'approbation des différentes substances, une extension de la procédure d'approbation des substances aux adjuvants et autres molécules synergistes, une évaluation géographique des différents produits ainsi que la reconnaissance mutuelle des autorisations.

En outre le « Paquet Pesticide » est accompagné de la directive (CE) 128/2009 qui instaure un cadre d'action communautaire pour une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable. Cette directive enjoint les Etats membres de réduire le risque et l'utilisation des pesticides. Elle est appuyée par l'évolution de la PAC qui conditionne de plus en plus d'aides à l'application de mesures agro-environnementales (MAE) respectueuses de l'environnement. Elle est par ailleurs accompagnée du règlement d'exécution (CE) 540/2011 qui met à jour la liste des molécules autorisées dans la formulation des produits phytosanitaires. En France ces directives sont d'abord traduites par un plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides (PIRPP, 2006-2009).

En 2007, le Grenelle de l'environnement organisé en France donne lieu à de nombreuses rencontres politiques qui visent à prendre des décisions de long terme sur l'environnement et le développement durable. Emerge, entre autre, l'objectif de diminuer de 50% l'utilisation de pesticides d'ici à 2018. Par ailleurs près de 53 molécules jugées dangereuses doivent être retirées du marché français. Dans la foulée le gouvernement



commande à l'INRA une étude qui vise à étudier les possibilités de réduction d'utilisation de produits phytopharmaceutiques dans les différentes filières. Les résultats de cette étude donnent lieu à l'adoption en septembre 2008 du plan « Ecophyto 2018 » (ou Ecophyto I) qui prévoit les différents points à mettre en œuvre afin de se conformer aux engagements pris au Grenelle et notamment la réduction de l'utilisation de 50% des produits phytosanitaires « si possible » (France Nature Environnement, 2012).

En 2018 le bilan du plan Ecophyto I est mitigé. En effet la consommation française de pesticide n'a pas reculé (elle a même certaines années augmenté). En revanche plusieurs réseaux et outils qui permettent la promotion et la diffusion des pratiques économes en produits phytosanitaires ont été mis en place avec succès sur le territoire. Les 71 millions d'euros alloués chaque année à ce projet auront permis entre autre le déploiement de réseaux d'épidémiosurveillance (BSV) sur tout le territoire, l'obligation de formation pour les personnes amenées à manipuler des produits phytopharmaceutiques (Certiphyto) et le financement de projets de recherche s'inscrivant dans la démarche de réduction des intrants et de développement de pratiques plus durables (Guichard et al., 2017; MAAF, 2012).

La viticulture française est fortement concernée par la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires. En effet avec plus de 790 000 hectares cultivés elle pèse pour seulement 2,7% de la SAU française en 2018 (Toulon & Bouhaddi, 2019). Cependant elle consomme en tonnage 20% des pesticides du territoire dont environ 80% de fongicides. Des enquêtes Agreste réalisées en 2010, 2013 et 2016 auprès des viticulteurs montrent un IFT moyen sur le territoire de 14,4 pour 18,6 passages. On note cependant d'importantes variations interannuelles mais aussi régionales. En 2016 les produits de biocontrôle pesaient pour 12% dans l'IFT total (Simonovici, 2019).

Le réseau DEPHY viticulture, composé de 560 viticulteurs issus de tous les bassins de production français, a réalisé en moyenne entre 2010 et 2017 une réduction de 17% de sa consommation de PPP. Ce résultat montre à la fois la possibilité de réduire de manière importante les intrants en viticulture mais aussi la marge de progrès de la filière (Deliere et al., 2019).

En Octobre 2015 le gouvernement actualise le plan Ecophyto 2018 avec la publication du plan « Ecophyto II ». Ce dernier prévoit une réduction de 25% de l'utilisation des pesticides à l'horizon 2020 et de 50% à l'horizon 2025. Les 3 piliers principaux soutenus par cette nouvelle version du plan Ecophyto sont le développement du réseau DEPHY, l'utilisation plus importante des produits de biocontrôle et la mise en place d'un certificat d'économie de produits phytosanitaires (CEPP) qui oblige les distributeurs à réaliser certaines actions qui permettent des économies d'intrants (MAAF, 2015).

Ce panorama de l'évolution de la réglementation vis-à-vis de l'utilisation de PPP en agriculture et en viticulture montre que les législateurs se sont bien saisis de la nécessité de réduire leur utilisation pour préserver l'environnement et la santé humaine. Ces différentes réglementations ont permis la production de nombreux outils et supports destinés aux agriculteurs qui doivent les accompagner dans cette démarche de réduction de l'utilisation des PPP.

### 1.3. Développer une viticulture durable et de qualité, une volonté de la structure Latour Ardèche

#### 1.3.1. *Caractéristiques du vignoble d'approvisionnement de Latour Ardèche*

En 2019 la récolte livrée pour vinification à Latour Ardèche porte sur 330 hectares de Chardonnay B cultivés par une centaine de vigneron sous contrat et bénéficiant de l'IGP Ardèche. Les parcelles de Chardonnay B sont situées dans un rayon de 20 kilomètres autour de la cuverie, majoritairement sur les communes d'Alba la Romaine, de Lussas et de Villeneuve de Berg. Les vigneron partenaires de Latour Ardèche sont par ailleurs coopérateurs au sein de caves rattachées à l'UVICA. Un partenariat scellé entre la maison Louis Latour et UVICA lors de la création de Latour Ardèche assure à la structure le monopole sur la production de Chardonnay B sur ces secteurs.

Le terroir ardéchois est caractérisé par des sols argilo-calcaire. Historiquement plantée sur les coteaux la vigne s'est peu à peu déplacée dans la plaine où les sols plus profonds et plus fertiles permettent d'obtenir des rendements plus élevés et plus constants.

Le climat est méditerranéen avec des étés chauds et secs. L'hiver et l'automne sont caractérisés par des épisodes pluvieux abondants pour une pluviométrie annuelle moyenne proche de 900mm. Le mistral souffle



régulièrement et parfois de manière violente. Il provoque des abaissements des températures rapides et brutaux qui tempèrent le climat et ce même en été.

En définitive l'Ardèche est un territoire qui se prête bien à la viticulture. Les conditions pédoclimatiques permettent d'y produire des vins avec un bon équilibre alcool-acidité tout en limitant la virulence des principales maladies cryptogamiques qui affectent la vigne.

### 1.3.2. *Travaux précédents*

Très impliqué dans l'agriculture ardéchoise et avant-gardiste dans ses réflexions, Alain Berthon, le responsable et créateur de Latour Ardèche, a très vite identifié la réduction de l'usage des PPP en viticulture comme une priorité pour l'avenir et la pérennité de la filière viticole. Depuis une dizaine d'année il accueille régulièrement des stagiaires de niveau bac +5 au sein Latour Ardèche afin de travailler sur des problématiques liées à l'usage des PPP sur le vignoble d'approvisionnement de la structure. Par ailleurs il a également développé un réseau de stations météo sur l'aire d'approvisionnement de la structure qui sont directement accessibles aux viticulteurs. En outre, il s'investit auprès des instances locales telles que la Chambre d'Agriculture en engageant Latour Ardèche dans les observations BSV par exemple.

### 1.3.3. *Charte de qualité*

Les vigneron partenaires de Latour Ardèche s'engagent à produire du raisin selon un cahier des charges propre à la structure. Cette charte encadre les pratiques culturales afin de garantir une production de raisin en accord avec les exigences qualitatives de Latour Ardèche. Parmi les différents points de cette charte plusieurs sont à souligner car en lien avec le thème de ce rapport.

Des décotes peuvent être appliquées si la vendange présente plus de 5% d'oïdium en intensité. Les vigneron ont donc tendance à préférer les itinéraires techniques qui assurent un risque minimal. Les stratégies de réduction de dose peinent donc à rentrer dans les habitudes.

L'usage de produit CMR est interdit au vignoble ce qui réduit considérablement le nombre de molécules utilisables et peut parfois poser des problèmes de gestion des résistances, notamment sur l'oïdium.

Enfin le rendement maximal payé au viticulteur tourne autour de 50hL/ha. C'est un rendement que l'on peut considérer comme moyen, qui ne nécessite pas une viticulture très intensive et qui laisse donc de la place à des stratégies de réduction des intrants.

### 1.3.4. *Objectif de l'étude*

Dans la continuité des travaux réalisés par les précédents stagiaires et en accord avec la démarche qualité de la Maison Louis Latour ce stage avait comme thème principale l'étude des différents outils permettant d'optimiser l'usage des produits phytosanitaires sur le vignoble d'approvisionnement de Latour Ardèche. Cela s'est traduit par plusieurs missions autour de cette thématique qui ont été menées simultanément au cours de la période de stage.

La principale mission a été d'accompagner des viticulteurs partenaires de Latour Ardèche dans l'application de l'OAD Optidose développé par l'IFV afin de réduire les doses de PPP utilisées sur leurs parcelles.

Latour Ardèche participe chaque année à la réalisation du BSV viticulture Rhône-Alpes ainsi qu'aux notes techniques publiées par le département viticulture de la Chambre d'agriculture d'Ardèche. Le suivi hebdomadaire des parcelles témoins et la participation aux réunions techniques incombent au stagiaire de la structure. Cela permet d'avoir accès à de nombreuses données essentielles pour le raisonnement de la protection phytosanitaires des viticulteurs partenaires.

Pour la seconde année consécutive Latour Ardèche a eu accès à la version d'essai de Décitrait, un nouvel OAD développé par l'IFV et destiné au raisonnement de la lutte contre les maladies cryptogamiques en viticulture. Ce stage a permis d'évaluer cet outil et de le mettre en pratique sur des situations concrètes.

Latour Ardèche s'intéresse également depuis plusieurs années à l'optimisation de la pulvérisation qui est un levier primordial dans une stratégie de réduction de dose. Une veille technique sur cette thématique, incluant plusieurs formations et colloques a été conduite durant la période de stage.

Enfin l'un des aspects du stage visait à mettre en place une expérimentation en plein champ afin d'évaluer l'efficacité de produits de biocontrôle dans la lutte contre les maladies cryptogamiques de la vigne.

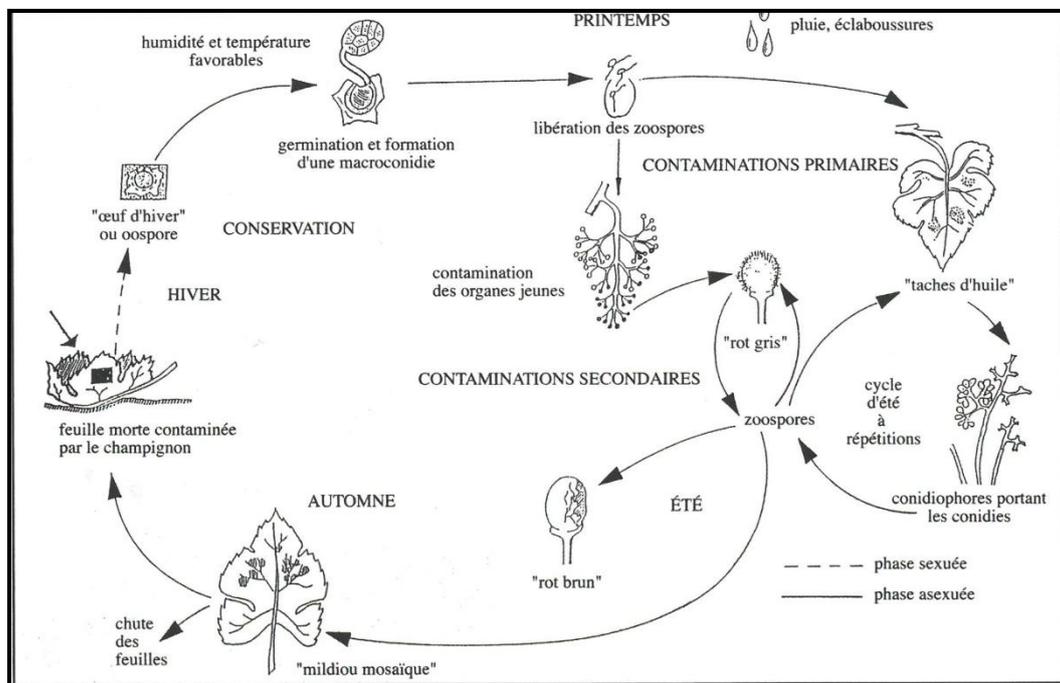


Figure 1. Cycle épidémiologique du mildiou de la vigne

## 1.4. Maladies à risque sur le vignoble ardéchois : éléments de biologie, nuisibilité et stratégies de lutte

### 1.4.1. *Mildiou*

Biologie du champignon : *Plasmopara viticola* est l'agent responsable du mildiou de la vigne. C'est un champignon d'origine américaine qui aurait été introduit en France en 1878. C'est aujourd'hui l'une des principales maladies de la vigne, notamment dans les régions les plus arrosées, pouvant engendrer d'importantes pertes de récolte et nécessitant chaque année l'application de plusieurs fongicides.

Le mildiou se conserve l'hiver sous forme d'oospores (figure 1) formées en fin de saison et présentes sur les feuilles mortes tombées au sol. Au printemps la hausse des températures permet l'acquisition de la maturité des oospores. Une fois mures ces oospores peuvent germer et former une macroconidie qui va donner naissance à plusieurs dizaines de zoospores pourvus de deux flagelles qui leur permettent de se déplacer dans l'eau. Ce sont ces zoospores qui vont être à l'origine des contaminations primaires du printemps. A l'occasion d'une pluie intense les zoospores sont dispersées et peuvent atteindre les organes de la vigne. Ils perdent alors leurs flagelles et émettent un promycélium qui va pénétrer le limbe des feuilles via les stomates. Puis des hyphes mycéliens se développent entre les cellules et forment des suçoirs qui permettent au champignon de s'alimenter au dépend de la vigne. Après une période d'incubation d'une dizaine de jours les premiers symptômes apparaissent. Les contaminations secondaires sont ensuite assurées par des zoospores issues de la reproduction sexuée du champignon. Elles sont portées par des sporanges à la forme d'arbuscules caractéristique qui en présence d'eau libre, vont libérer les zoospores. Ces derniers sont à l'origine d'autres cycles de contamination qui peuvent être accélérés lorsque les conditions climatiques sont favorables.

Sensibilité de la vigne et conditions de développement : le feuillage est sensible tout au long de la saison végétative tandis que les grappes ne sont plus réceptives après le stade fermeture de la grappe. Les contaminations de mildiou ne sont possibles qu'en présence d'eau liquide avec des températures supérieures à 12°C. Les durées d'incubation dépendent quant à elles de la température, elles varient de 5 jours entre 20 et 25°C jusqu'à 15 jours pour des conditions plus fraîches.

Nuisibilité : Les feuilles contaminées finissent par se nécroser et tomber. Cela peut entraîner une défoliation de la vigne qui porte préjudice à la maturation de la vigne et au phénomène de mise en réserve en fin de saison. Les attaques sur grappe portent directement atteinte à la récolte. Jusqu'au stade grain de plomb le faciès rot gris conduit au dessèchement et à la chute des organes atteints. Après le stade grain de plomb les baies contaminées vont présenter un faciès rot brun qui conduit à leur dessèchement sur rafle.

Incidence organoleptique : si les attaques précoces de mildiou sur grappes conduisent à des pertes de rendements sèches, les attaques tardives, à l'origine du faciès rot brun, sont préjudiciables aussi bien sur le plus quantitatif que sur le plan qualitatif.

Des études menées par la chambre d'agriculture de Gironde sur des cépages rouges bordelais montrent que le faciès rot brun modifie aussi bien les arômes que le goût du vin. D'un point de vue aromatique ce sont des notes végétales qui apparaissent au détriment du fruité. En bouche les tanins sont jugés plus durs tandis que l'acidité totale augmente et que le pH diminue. Les dégustations de ces études montrent qu'à partir de 5% d'intensité d'attaque la qualité du vin est affectée et certains dégustateurs rejettent le produit.

Stratégie de lutte : la lutte contre le mildiou nécessite un raisonnement global qui intègre de nombreux éléments : sensibilité et historique parcellaire, climatologie (vent, pluie, température), organisation de l'exploitation (délai de rentrée, capacité de traitement...)...

La lutte commence lorsque la maturité des oospores est acquise (BSV, OAD, chambre d'agriculture...), que la vigne est réceptive (premières feuilles étalées) et que les conditions climatiques permettent les premières contaminations (pluviométrie suffisante avec une température supérieure à 11°C). Les renouvellements se raisonnent principalement en fonction des pluies à l'origine des repiquages du mildiou. Cependant les stades phénologiques, la pression de la maladie et la rémanence du dernier traitement sont aussi à prendre en compte pour raisonner la stratégie de lutte contre le mildiou. Enfin l'arrêt de lutte va dépendre du stade de sensibilité du végétal, de l'état sanitaire du vignoble en général et encore une fois des conditions climatiques.

Sur le vignoble d'approvisionnement de Louis Latour Ardèche le mildiou reste une maladie très dépendante du climat du millésime. En principe le climat chaud, sec et venté de la région limite l'impact de la maladie

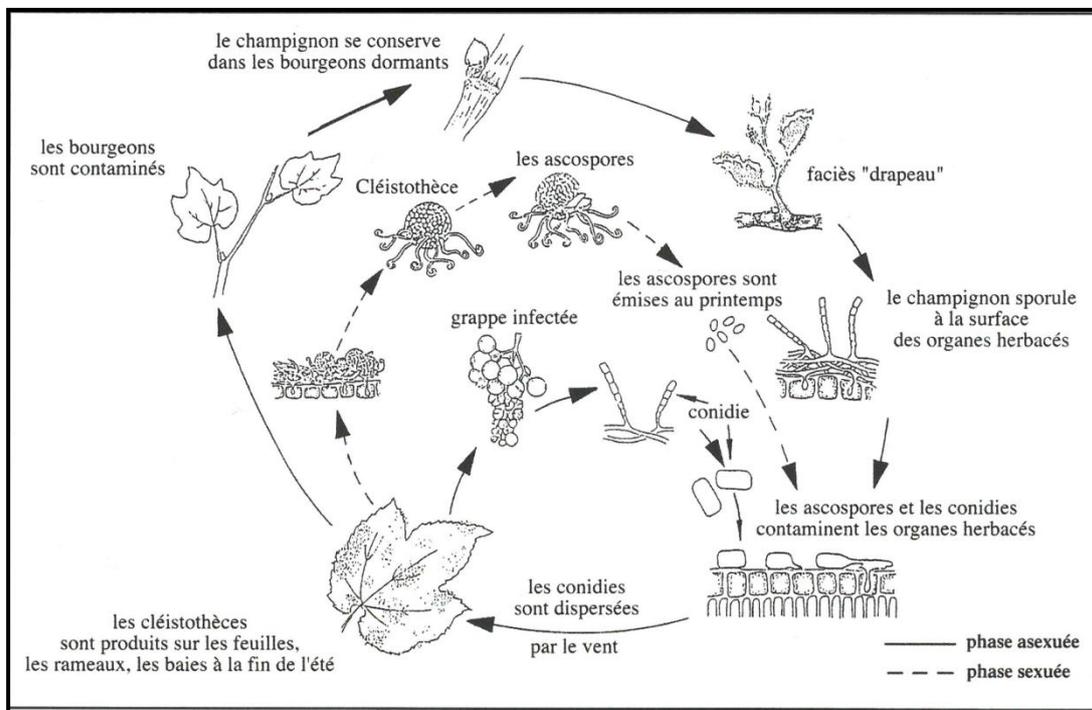


Figure 2. Cycle épidémiologique de l'oidium

mais il n'est pas rare d'observer une très forte pression mildiou lorsque les printemps sont pluvieux comme ce fut le cas en 2018

### 1.4.2. *Oïdium*

Biologie du champignon : *Erysiphe necator* est un champignon parasite obligatoire inféodé au genre *Vitis*. Ce pathogène a été introduit il y a près de deux siècles en Europe depuis l'Amérique du Nord. Il est identifié en France pour la première fois en 1845 en Gironde. Depuis cela reste une maladie majeure dans le vignoble qui peut être à l'origine d'importantes pertes de récolte.

L'oïdium se conserve durant l'hiver sous forme de mycélium (figure 2) dormant dans les bourgeons ou bien sous forme de cléistothèces issus de la reproduction sexuée du champignon et qui vont se trouver sur les débris de végétaux ou bien dans l'écorce des cepes.

Les deux formes de conservation de l'oïdium donnent lieu à des symptômes différents. Le mycélium dormant se réactive au printemps lorsque les températures le permettent pour donner une forme d'oïdium appelée « drapeau ». Il se propage alors à la surface des jeunes organes et émet des suçoirs (haustoria) qui vont lui permettre de prélever dans les cellules les éléments nécessaires à sa croissance. Les cléistothèces de leur côté, une fois leur maturité atteinte, vont libérer des ascospores. Ces derniers vont germer et donner les contaminations primaires. Le champignon colonise ensuite superficiellement les organes via un tissu de filaments mycéliens et des suçoirs qui lui permettent de s'alimenter.

Les deux types de contamination vont ensuite produire des conidies qui vont être disséminées par le vent. Ces dernières vont au contact d'organes de la vigne et en présence d'humidité se fixer via un appressorium et donner lieu à des contaminations secondaires. En fin de saison c'est la rencontre de deux mycéliums de signe sexuel opposé qui va permettre la production de cléistothèces.

Sensibilité de la vigne et conditions de développement : tous les organes verts sont sensibles à l'oïdium en particulier les organes jeunes en croissance. Les grappes sont sensibles dès leur apparition avec une réceptivité maximale au stade floraison-nouaison. Leur sensibilité décroît ensuite pour devenir nulle au stade véraison. Les conditions optimales pour le développement de l'oïdium sont une température comprise entre 20 et 25°C, une hygrométrie élevée et l'absence d'UVs qui nuisent au développement du champignon. La période entre la contamination et l'apparition des symptômes varie entre 10 et 20 jours selon les conditions climatiques. Il faut noter qu'à la différence du mildiou l'eau libre provoque l'éclatement des spores et perturbe le développement de l'oïdium.

Nuisibilité : les feuilles touchées par l'oïdium présentent un aspect chlorotique avec une déformation du limbe. En cas d'attaque sévère elles peuvent se dessécher. La principale conséquence d'une attaque d'oïdium sur feuille est une baisse de l'activité photosynthétique. Une attaque d'oïdium sur inflorescence peut conduire à d'importants phénomènes de coulure. Sur baie on remarque un ralentissement de la croissance et des éclatements de la pellicule qui peuvent être des portes d'entrée pour la pourriture grise et la pourriture acide.

Impact organoleptique sur le vin : l'ICV a mené des travaux en 2008 afin d'établir l'impact de l'oïdium sur les vins issus de vendanges contaminées.

D'un point de vue œnologique on observe un ralentissement des fermentations quand l'intensité d'attaque d'oïdium augmente tandis que la nanification des baies conduit à une légère hausse du TAV. En revanche on observe une chute nette de la quantité d'acide tartrique dans les moûts qui se traduit par une augmentation du pH.

D'un point de vue aromatique certains défauts apparaissent systématiquement quand l'intensité d'attaque dépasse les 10%. Les arômes fruités sont remplacés au profit d'arômes soufrés et de champignon. Les dégustateurs notent en bouche une baisse du volume associée à une augmentation de la sécheresse.

Stratégie de lutte : comme pour le mildiou le raisonnement de la lutte contre l'oïdium est multicritère.

La protection commence lorsque la vigne atteint un stade phénologique qui la rend sensible au champignon. En Chardonnay B, cépage très sensible à l'oïdium les premiers traitements commencent au stade 4 feuilles étalées ou plus tôt s'il s'agit d'une parcelle à historique oïdium. Contrairement au mildiou les conditions de repiquage de la maladie sont moins faciles à identifier. Ce sont surtout des stades de sensibilité clés de la vigne qui vont dicter les renouvellements des traitements. Cependant la stratégie globale tient compte d'autres facteurs tels que la rémanence du dernier traitement, l'état sanitaire global et la pression épidémique.

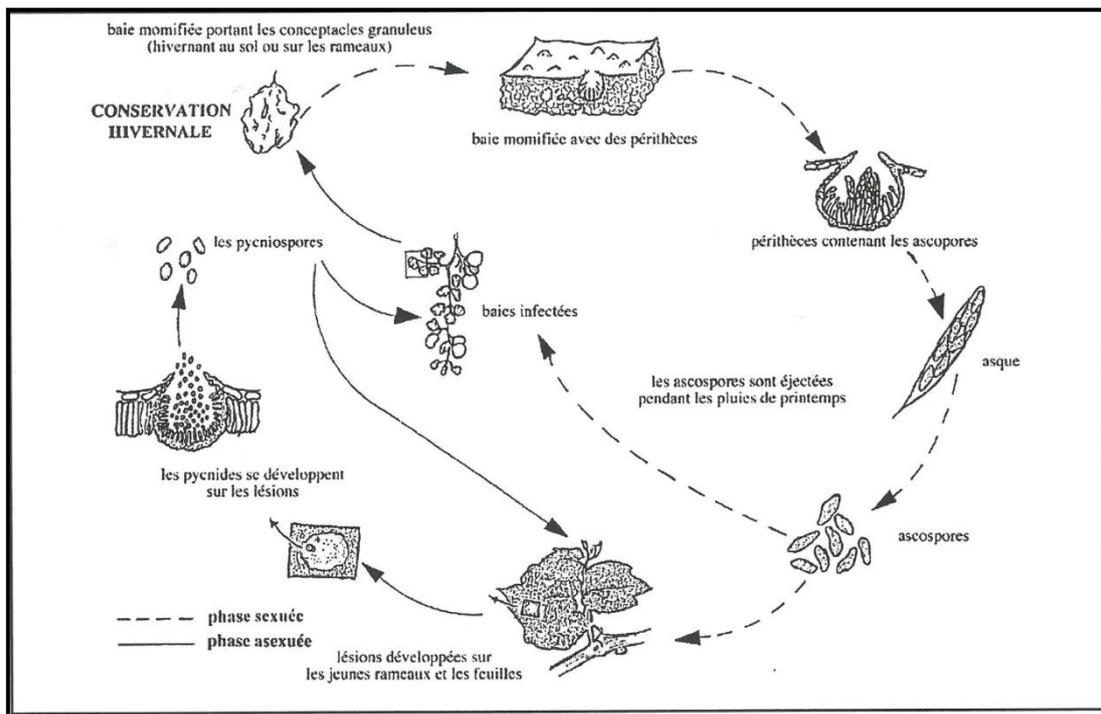


Figure 3. Cycle épidémiologique du black rot

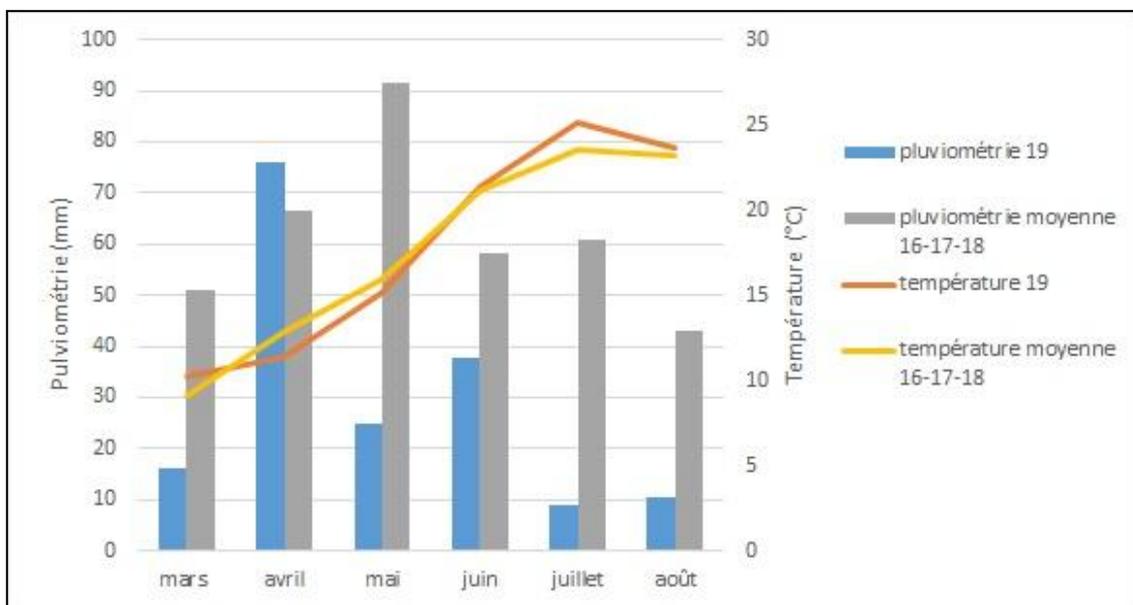


Figure 4. Températures moyennes mensuelles et pluviométrie enregistrées sur la station météo de Lussas sur plusieurs années

L'arrêt de la protection intervient lorsque les grappes ont atteint un stade de moindre sensibilité et si l'état sanitaire général est jugé bon.

C'est une maladie fréquente sur le vignoble d'approvisionnement de Latour Ardèche et qui nécessite chaque année une protection spécifique. Cela est dû aux conditions climatiques régionales favorables au développement du champignon mais aussi au Chardonnay B qui est un cépage très sensible à l'oïdium.

### 1.4.3. *Black rot*

Biologie du champignon : l'agent pathogène responsable du Black rot est *Guignardia bidwellii*. Cette maladie spécifique de la vigne a été importée d'Amérique du Nord et observée pour la première fois en France vers la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.

Le champignon se conserve l'hiver sous forme de périthèces (figure 3) formés en fin de saison et présents à la surface de débris d'organes (feuilles, baies, vrilles...). Les conditions climatiques printanières associant chaleur et humidité permettent les contaminations primaires. Les précipitations vont engendrer l'éjection d'ascospores des périthèces matures qui portés par le vent vont être disséminés. En présence d'eau libre et de températures élevées les spores germent pour donner un mycélium qui va directement percer la cuticule et envahir les tissus foliaires. La vitesse des contaminations varie selon la température avec une durée de 6h pour une température optimale de 27°C. Les premiers symptômes surviennent ensuite sous 25 jours au printemps et après seulement 10 jours en été. Puis apparaissent des pycnides sur les tissus infectés. Ces derniers contiennent les conidies qui seront à l'origine des contaminations secondaires qui touchent les autres organes herbacés mais aussi les jeunes baies. C'est seulement en fin de saison que le champignon produit les périthèces qui seront à l'origine des foyers primaires de la saison suivante.

Sensibilité de la vigne : Le développement du black rot est fortement dépendant des conditions climatiques. Il est particulièrement actif lorsque que le climat est tempéré et humide. La vigne est réceptive dès la sortie des premières feuilles. La sensibilité du feuillage diminue avec l'âge des feuilles. Les inflorescences ne sont pas réceptives avant floraison. En revanche les grappes sont très vulnérables du stade nouaison à la fermeture de la grappe. La sensibilité diminue ensuite progressivement jusqu'à la fermeture de la grappe.

Nuisibilité : la nuisibilité du black rot n'est pas due aux symptômes foliaires qui restent limités et n'affectent pas la capacité photosynthétique des feuilles. C'est sur grappe que la maladie devient problématique puisque les baies altérées finissent par sécher complètement ce qui peut aboutir à des pertes de récolte importantes.

Impact organoleptique sur le vin : l'incidence d'une contamination de la vendange par le black rot sur le profil des vins est moins bien documentée mais elle est souvent décrite comme similaire à celle engendrée par la pourriture grise.

Stratégie de lutte : contrairement aux deux autres maladies le black rot ne nécessite que très rarement une protection spécifique. En effet plusieurs molécules chimiques utilisées comme anti mildiou ou comme anti oïdium sont également efficaces contre le black rot. En viticulture biologique c'est l'association de soufre et de cuivre qui permet de lutter contre cette maladie.

Cela reste une maladie secondaire sur le vignoble ardéchois même si elle y est couramment observée.

## 1.5. Panorama de la saison 2019

### 1.5.1. *Climat*

2019 sera retenue comme une année de sécheresse généralisée à l'échelle de la France mais en ce qui concerne l'Ardèche plusieurs aspects distinguent ce millésime.

Le début d'année a été accompagné de températures clémentes au dessus des normales de saison (figure 4). La période comprise entre le début du mois d'avril et le 15 mai a été marqué par des températures fraîches renforcées par d'importants épisodes de mistral. Les précipitations ont été fréquentes avec un cumul qui dépasse les normales de saison sur cette période.

Du 15 mai à fin juin les températures ont été dans les normales ardéchoises accompagnées d'un léger déficit hydrique.

C'est pendant les mois de juillet et d'août que le déficit hydrique s'est fortement aggravé avec très peu de précipitations. Les températures ont par ailleurs dépassé les normales de saisons avec deux vagues de chaleur

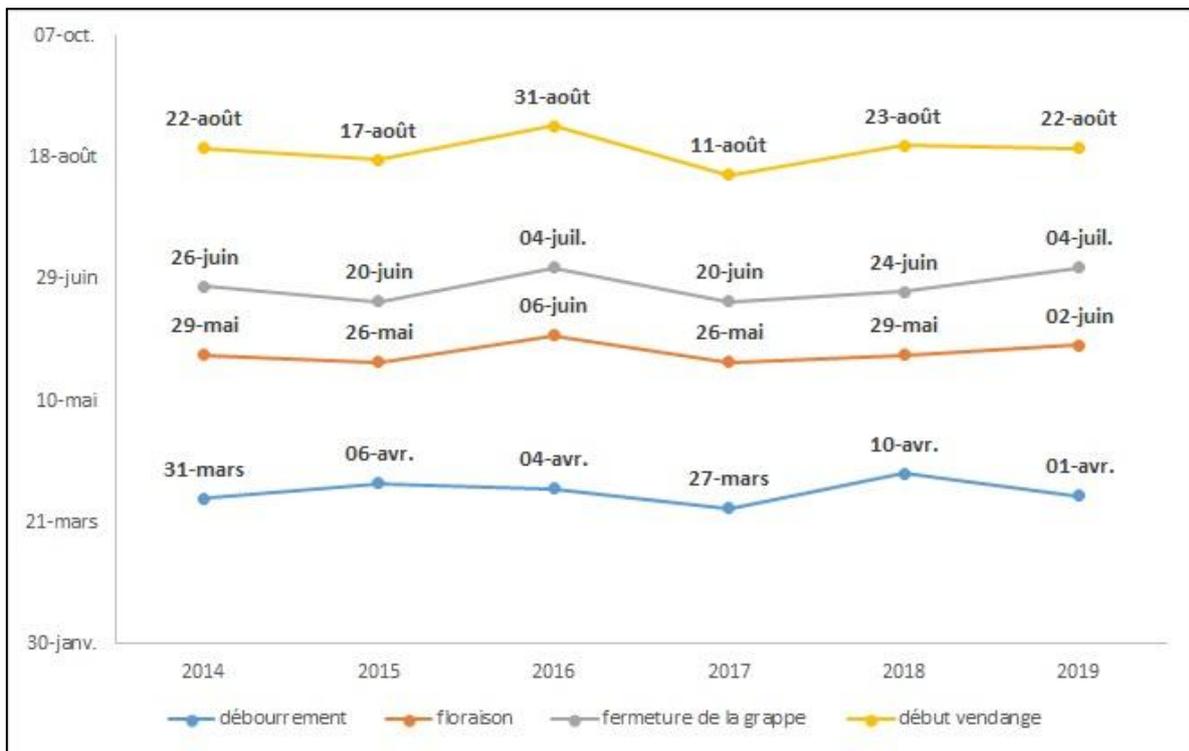


Figure 5. Phénologie constatée sur Chardonnay B sur plusieurs années sur le vignoble d’approvisionnement de Latour Ardèche

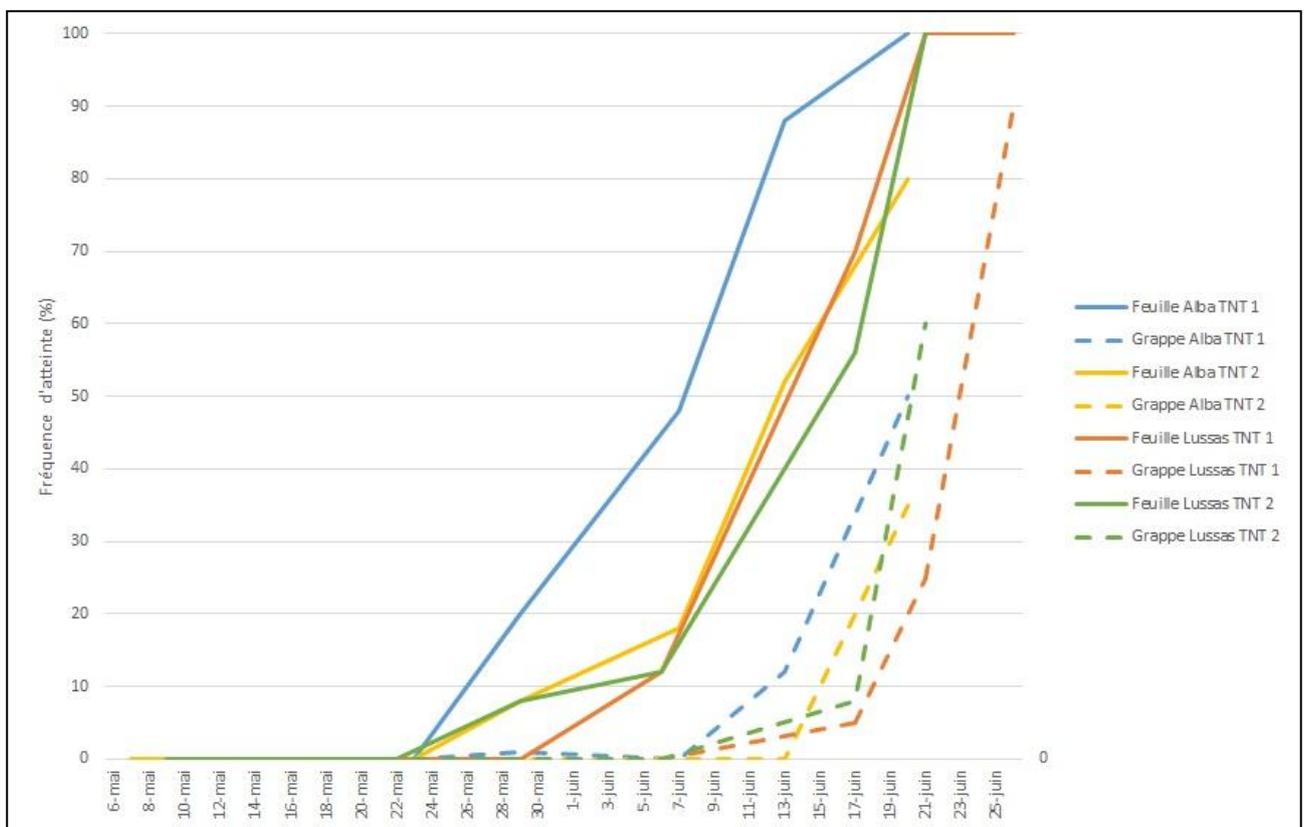


Figure 6. Dynamique de la contamination de quatre TNT sur les communes d’Alba et de Lussas

très importantes. La première s'est produite entre le 26 juin et le premier juillet. Sur cette période la température moyenne journalière n'est pas passée sous la barre des 28°C avec des pics de température au-delà des 40°C. La seconde s'est déroulée entre le 22 et le 25 juillet avec des températures moyennes journalières qui ont dépassé les 28°C.

C'est un réseau de stations météo connectées, installé par Latour Ardèche sur son aire d'approvisionnement, qui permet le suivi de la climatologie. Ces données sont accessibles en ligne pour les viticulteurs qui le souhaitent. Elles donnent par ailleurs un bon aperçu des évolutions du climat ardéchois sur le long terme.

### 1.5.2. *Phénologie*

Du fait des températures élevées du début d'année le débourrement a été précoce, dans la moyenne des dernières années. Le rafraîchissement du mois d'avril a ralenti la végétation qui a alors concédé quelques jours de retard. L'intervalle floraison-fermeture de la grappe a été un peu allongé dû notamment à la forte hétérogénéité de développement des Chardonnay B dans le vignoble et cela au sein même des parcelles. Enfin l'importante sécheresse qui a sévi sur la région a occasionné de nombreux blocages de maturité qui ont précipité la date de début vendanges (figure 5).

### 1.5.3. *Pression maladies*

L'année 2019 s'est caractérisée par une pression mildiou et black rot faible et une pression oïdium importante.

Mildiou et black rot :

Le climat du début de saison, jusqu'au 20 mai environ, dominé par le mistral, s'est révélé relativement frais et sec donc peu propice au développement du mildiou et du black rot. Les rares précipitations de cette période ont été accompagnées de températures basses (proches des 12°C) qui ont compliqué la germination des spores de ces deux pathogènes. Ces conditions climatiques n'ont donc pas engendré de contaminations primaires significatives pour ces deux maladies. Le climat s'est ensuite réchauffé mais les précipitations sont restées peu fréquentes et de faibles intensités. L'absence d'inoculum primaire et un climat globalement sec n'ont pas permis au mildiou et au black rot de se développer. Les attaques de mildiou sont restées quasiment inexistantes sur les secteurs d'Alba et de Lussas. Du black rot sur feuille a pu être observé plus fréquemment sans pour autant atteindre les grappes. Les conditions climatiques sèches n'ont pas toujours permis l'apparition de pycnides et la maladie est restée marginale dans le vignoble.

Oïdium :

Les conditions climatiques du mois d'avril n'ont pas été plus favorables à l'oïdium. Cependant les 3 et 8 mai des pluies froides touchent le vignoble. Ces intempéries sont suivies de journées chaudes et humides favorables au développement de la maladie. La première tâche d'oïdium sur feuille est observée le 20 mai dans une parcelle de Chardonnay B située sur le secteur d'Alba la Romaine. Dans la semaine d'autres tâches sont observées sur Chardonnay B dans des parcelles de suivi et sur des TNT (figure 6). La pression oïdium restera élevée jusqu'à véraison, les épisodes caniculaires n'ayant peu ou pas ralenti la maladie. En fin de saison toutes les parcelles du réseau présentent des symptômes sur grappe. Les intensités d'attaque resteront dans la plupart des cas faibles, conformes au cahier des charges Latour Ardèche et ne posant pas de problème qualitatif pour la vinification.

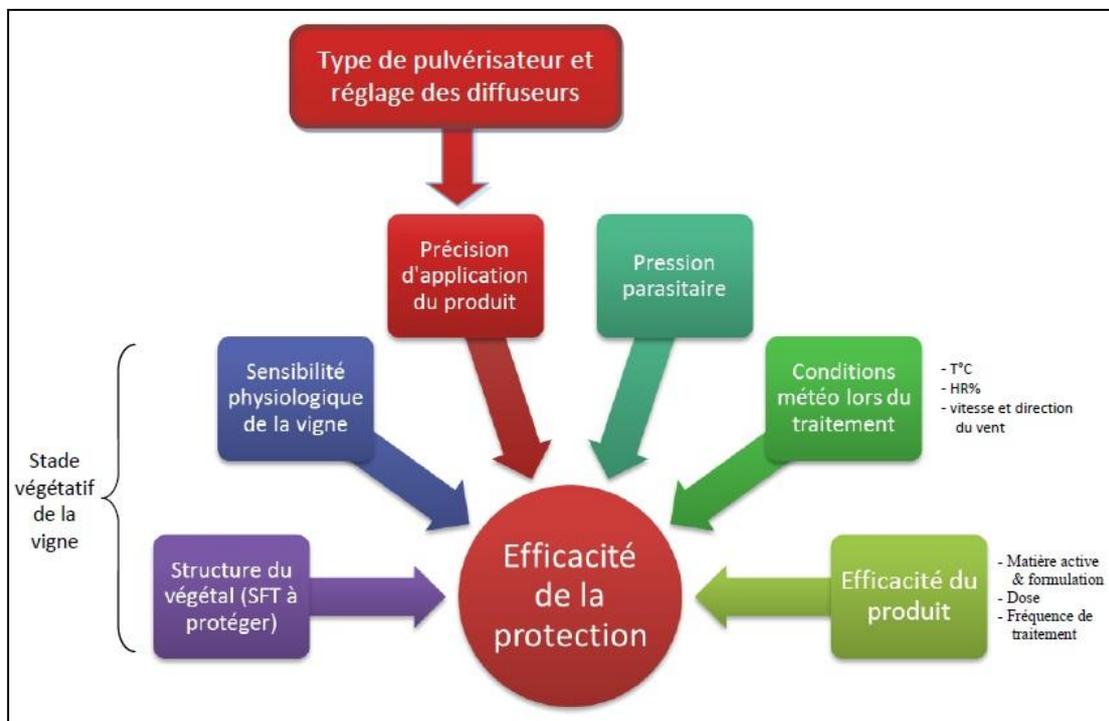


Figure 7. L'efficacité de la protection fongicide décryptée (Heinzlé et al., 2010)

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Réglage pulvérisateurs

La qualité de la pulvérisation tient pour beaucoup dans la réussite d'une stratégie de protection phytosanitaire (figure 7) et ce particulièrement lorsque l'on est dans une logique de réduction des doses de PPP. La précision de la pulvérisation tient autant au type de pulvérisation qu'aux réglages du pulvérisateur. L'UMT EcoTechViti a développé un outil afin de proposer une classification des performances agronomiques et environnementales des pulvérisateurs présents sur le marché. Cet outil, baptisé EvaVitiSpray, est une vigne artificielle modulable qui permet une mesure objective et répétable des performances des pulvérisateurs en conditions contrôlées (Codis et al., 2018). Depuis 2014 ce sont une quarantaine de pulvérisateurs qui ont été testés dans plusieurs configurations de pulvérisation donnant lieu à environ 500 essais. La synthèse de cette étude paraîtra en 2019 sous le nom de LabelPulvé et donnera une classification des performances des différentes machines selon les configurations et le développement foliaire de la vigne. Les résultats préliminaires de cette étude montrent l'hétérogénéité des performances des pulvérisateurs. En début de végétation l'application d'une même dose à l'hectare donne des dépôts par unité de surface foliaire qui varient de 1 à 5 selon le type de pulvérisateurs et leur réglage (Codis et al., 2018; Verges, 2016). En revanche, en pleine végétation, le facteur de variation de dépôts selon les cas n'est plus que de deux. Le LabelPulvé pourra, dans les prochaines années, devenir un support pour guider les aides publiques mais aussi contribuer au dispositif CEPP.

Les pertes de bouillie se font selon trois modalités : une part minime de la bouillie est directement évaporée, une partie plus importante est projetée au sol et enfin le reste des pertes est à l'origine de la dérive. La norme ISO 22866 définit la dérive comme « la quantité de produit phytopharmaceutique emportée hors de la zone soumise à la pulvérisation sous l'action des courants d'air lors du processus d'application » (Codis, 2017). Cette dérive est un point de vigilance primordial pour les agriculteurs car elle intervient directement dans la définition des ZNT. Si des ZNT protègent déjà les cours d'eau il est possible qu'une ZNT visant à protéger les infrastructures proches des parcelles agricoles et accueillant du public soit mise en place dans les prochaines années.

Implicitement on devine que les pulvérisateurs les moins efficaces en pulvérisation risquent d'être à l'origine de plus de dérive. L'évaluation de la dérive générée par chaque type de pulvérisateur est aussi un sujet d'étude de l'UMT EcoTechViti. En effet un rapport du projet TOPPS PROWADIS qui vise à identifier les bonnes pratiques permettant de limiter les pollutions diffuses dues à la pulvérisation place la typologie de pulvérisateur en haut de la liste des moyens à mettre en œuvre pour réduire les phénomènes de dérive (TOPPS Prowadis, 2012). Au sein de l'UMT EcoTechViti, la dérive engendrée par chaque type de pulvérisateur est mesurée en conditions contrôlées grâce à l'utilisation d'un mur de ventilateurs qui permet de simuler un vent constant tandis qu'un système de récupération de dérive est positionné sous le vent (Verges, 2018).

La maîtrise de la qualité de pulvérisation est donc primordiale afin de limiter l'impact des PPP sur l'environnement mais aussi dans la réussite d'une stratégie de lutte phytosanitaire. Par ailleurs le succès de la mise en pratique de la méthode Optidose impose en pré-requis l'utilisation d'un pulvérisateur réglé et assurant une protection sur chaque face (par exemple passage tous les deux rangs avec un pulvérisateur type deux mains-deux canons, ou tous les trois rangs si il y a une main retour).

D'un point de vue réglementaire la directive européenne 2009/128/CE, qui encadre l'usage durable des pesticides, a conduit à l'instauration d'un contrôle obligatoire des pulvérisateurs agricoles tous les 5 ans. Ce contrôle porte sur plus de cent points qui vont du bon fonctionnement de la machine au respect des règles de sécurité. Cependant il n'a pas pour but d'évaluer la qualité de la pulvérisation. Le contrôle des appareils de pulvérisation doit être réalisé par un organisme d'inspection agréé. Il donne lieu à la rédaction d'un rapport de conformité et l'apposition d'une pastille sur l'appareil attestant du contrôle (Larguier, Pinçonnet, & Fontaine, 2017; MAAF, 2013).

C'est pour ces différentes raisons (conformation à la réglementation, amélioration de la qualité de pulvérisation et incitation à la réduction des doses) qu'Alain Berthon a décidé, il y a trois ans, de faire intervenir chaque année une entreprise agréée pour le contrôle des pulvérisateurs et réalisant également une prestation de réglage des appareils (annexe 1). Ce service, pris en charge par Latour Ardèche, est offert aux viticulteurs partenaires volontaires. Cette année ce sont 14 pulvérisateurs qui sont passés entre les mains des techniciens de Pulvécenter afin de réaliser le contrôle technique des machines et leur réglage.

# OÏDIUM



TABLEAU 1 Oïdium

SENSIBILITÉ PARCELLAIRE	PRESSION OÏDIUM*	VÉGÉTATION*	DOSE
Parcelles sensibles (Carignan, Chardonnay, Muscat petits grains...) ou historique oïdium	Quelles que soient la pression et la végétation		OPTIDOSE +
Cas général parcelles peu ou modérément sensibles	Pression oïdium moyenne	Tous les cas sauf végétation +	OPTIDOSE
		Végétation +	OPTIDOSE +
	Pression oïdium forte		

\* Voir en page finale pour une aide à la détermination de la pression parasitaire et de la végétation.

TABLEAU 2 Oïdium

	st 12 - 14	st 15 - 16	st 17	st 18	st 19 - 28	st 29 - 32	st 33 - 34	st 34 - 35+
Stade phéno. BBCH	5 - 7 feuilles étalées	8 - 9 feuilles étalées (boutons floraux agglomérés)	10 feuilles (boutons floraux séparés)	11 - 12 feuilles (pré-floraison)	Floraison nouaison	Baies à taille de grains de plomb à taille de gros pois	Fermeture de la grappe	Grappes fermées à Véraison
OPTIDOSE	30%	40%	60%	70%	80%	70%	Si poursuite des traitements, pas de réduction de dose	
OPTIDOSE +	50%	60%	80%	90%	100%	90%		

Figure 8. Abaque Optidose simplifié pour l'oïdium dans les vignobles du sud est de la France

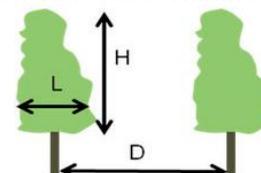
## 2.2. Optidose

En France la dose d'emploi des PPP est exprimée par une dose fixe maximale par hectare de culture pulvérisée. Cette dose est indépendante d'autres considérations telles que le développement végétatif, la densité de plantation, la pression de maladie ou encore la qualité d'application du produit. En deçà de cette dose maximale, en cas de recours juridique contre une firme ou un distributeur, c'est la responsabilité du viticulteur qui est mise en cause. Cependant, dans bien des situations, il est possible d'obtenir une protection sanitaire satisfaisante sans employer la pleine dose d'homologation du produit (Naud & Carra, 2018).

La Suisse s'est révélée pionnière dans la modulation des doses de PPP et leur adaptation au développement végétatif de la vigne (Siegfried, Viret, & Wohlhauser, 2005). A la fin des années 80, des études ont permis d'adapter le volume d'eau support de pulvérisation au stade phénologique. Ces préconisations visaient un travail à concentration de produit constante mais avec des volumes d'eau par hectare variables selon le stade phénologique et le type de pulvérisation.

Puis en s'inspirant de l'arboriculture des abaques ont été mises au point afin d'adapter les quantités de PPP à la surface foliaire à pulvériser (O Viret, Siegfried, Bloesch, Taillens, & Mittaz, 2007). Ces préconisations permettent d'obtenir un dépôt régulier et constant de matière active sur le feuillage tout au long de la saison végétative. En effet des travaux réalisés par l'IFV de Bordeaux ont permis de montrer que la SFT (Surface Foliaire Totale) varie d'un rapport de 1 à 15 dans une vigne au cours de la saison et que dans des vignes au même stade on peut observer un facteur 3 (Davy & Chapuis, 2012). La seule prise en compte des stades phénologiques ne se révèle donc pas assez précise pour optimiser les quantités de produit appliquées. Des études préalables ont montré une très bonne corrélation entre la SFT d'une vigne et son TRV (*Tree Row Volume*) plus facilement accessible et qui se calcule de la manière suivante (Olivier Viret Dubuis Bloesch, Fabre, & Dupuis, 2010):

$$\text{Volume foliaire} \left( \frac{m^3}{ha} \right) = \frac{L(\text{largeur}) \times H(\text{hauteur}) \times 10000}{D(\text{distance interligne})}$$



Un module de calcul en ligne a été mis à disposition sur le site [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) qui donne la dose à appliquer en fonction du TRV mesuré sur la vigne. Plusieurs études menées par l'Agroscope de Changins ont confirmé les bons résultats de cette méthode pour obtenir une protection phytosanitaire satisfaisante avec une diminution de près de 20% des quantités de PPP appliqués.

L'IFV a décidé de s'inspirer des travaux suisses et d'aller encore plus loin dans la baisse des doses de PPP. Via son module Optidose la modulation de dose ne se fait pas seulement en considérant la SFT de la vigne mais également la pression parasitaire et le stade phénologique qui conditionne en grande partie la sensibilité de la vigne (Davy et al., 2013). Comme pour le module suisse la SFT est approchée via la mesure du TRV de la vigne. La pression parasitaire est quant à elle évaluée à l'aide des modèles de prévision des risques épidémiques Potentiels Systèmes développés par S. Strizyk. Ce modèle s'appuie sur une représentation schématique du fonctionnement du système « climat – parasite – sol – plante » afin de quantifier des risques parasitaires régionaux (Commission du vignoble Charentes-Cognac, 2014).

Développé depuis 1996 par l'IFV ce projet s'est concrétisé par le lancement en 2010 d'une plateforme Optidose accessible gratuitement en ligne. Cette plateforme permet aux viticulteurs de calculer la dose adaptée de produit à pulvériser afin de contrôler le mildiou et l'oïdium sur leurs exploitations. En parallèle il est possible d'enregistrer ses traitements par îlot dans un souci de traçabilité. Par ailleurs des abaques régionaux synthétiques papiers sont disponibles pour les utilisateurs peu habitués à utiliser internet (Claverie, 2014) (annexe 2) (figure 8).

Après avoir créé un compte et renseigné la position géographique de son vignoble, étape nécessaire à la partie modélisation, l'utilisateur peut accéder au module de calcul. Dans un premier encart on peut voir les risques sanitaires calculés par le modèle et établis sur une échelle de 1 à 4. L'utilisateur peut alors choisir quel niveau de risque il retient pour sa parcelle et passer à l'étape suivante. Il lui est alors demandé de renseigner les informations nécessaires au calcul du TRV, le stade phénologique de la parcelle qui va en partie conditionner sa réceptivité ainsi que sa sensibilité qui peut varier selon sa situation géographique ou son historique épidémique. Le module préconise alors un pourcentage de la pleine dose à appliquer pour le mildiou et l'oïdium (IFV, 2015).

Tableau 1. Détail des viticulteurs suivis dans la mise en place de la méthode Optidose

Viticulteur	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Commune	Aubignas	Lussas	Lussas	Lavilledieu	Alba	Lussas	Alba	Lussas
Surface exploitée (CH, ha)	11,2	4,4	5,5	1,8	4	6,8	4,5	5,6
Expérience Optidose	Oui	1 an	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non
Type de pulvérisation	A	B	C	C	C	C	C	C

A : voûte pneumatique avec main retour, passage tous les 3 rangs

B : voûte pneumatique sans main retour, passage tous les 3 rangs

C : aéroconvecteur, passage tous les 2 rangs

Des essais en plein champ menés pendant 8 années consécutives ont permis d'évaluer l'efficacité d'une protection Optidose. Les parcelles d'expérimentation confrontaient trois modalités : un TNT permettant de mesurer la pression parasitaire réelle, une modalité référence (pleine dose ou dose pratiquées par les viticulteurs) et une modalité pulvérisée selon Optidose. La modalité Optidose a permis en moyenne une réduction de 40% des doses pour le mildiou et de 45% pour l'oïdium par rapport à la référence. Les dégâts occasionnés pour les deux maladies ont été en général un peu plus élevés sur les modalités Optidose tout en demeurant acceptables (Davy et al., 2013; M Raynal, 2009; Marc Raynal, Davy, Heinzlé, & Guittard, 2013).

Ces expérimentations démontrent l'intérêt que représente la méthode Optidose pour réduire l'utilisation de PPP dans les vignes tout en gardant un état sanitaire satisfaisant. La réussite de l'utilisation de cet OAD est indissociable d'une bonne qualité de pulvérisation ainsi que d'une surveillance régulière des parcelles. Cependant cet outil ne donne aucune indication aux viticulteurs sur les cadences de renouvellement des traitements ni sur les durées de rémanence des produits appliqués.

Un des aspects du stage a été d'accompagner des viticulteurs dans la mise en application de la méthode Optidose. Parmi les 8 viticulteurs qui ont été suivis, la moitié d'entre eux expérimentait Optidose pour la première fois, les autres ayant déjà une certaine expérience dans l'application de la méthode. Dans la suite du rapport les viticulteurs seront notés Vi, i allant de 1 à 8 (tableau 1).

La réussite d'une réduction de dose réside dans le bon positionnement des traitements. Pour le raisonner au mieux il est indispensable de prendre un maximum d'informations sur la pression parasitaire, l'état sanitaire des vignes et le développement de la végétation. C'est pour cela qu'il est demandé à chaque viticulteur suivi de laisser un TNT de quelques rangs sur au moins une des parcelles de Chardonnay B qu'il exploite. Ces TNT, sur lesquels des comptages de maladie sont réalisés chaque semaine, permettent d'évaluer localement la pression parasitaire et de raisonner au mieux le positionnement et le dosage des traitements. Par ailleurs plusieurs parcelles de l'exploitation sont surveillées de manière hebdomadaire. Cela permet de suivre le développement végétatif de la vigne et des maladies et, en cas de contamination, de pouvoir réagir à temps. Cette année ce sont 27 parcelles qui ont été surveillées dans le cadre de ce stage. Enfin ces observations permettent de rassurer les viticulteurs car ces derniers ont souvent une certaine appréhension lorsqu'il s'agit de changer leurs pratiques et leur confiance dans la réduction de dose reste relative.

Au cours de la saison ce sont ces différentes observations associées aux préconisations données par le module Optidose et aux informations fournies par le BSV local ainsi que qu'un autre OAD appelé Décitrait qui ont permis de raisonner la réduction de dose dans ces 9 exploitations (E1 à E9).

L'évaluation de la réussite des stratégies de traitement sur chaque exploitation se base sur les comptages hebdomadaires de maladies dans les parcelles, l'absence de perte de récolte ainsi que le respect du cahier des charges Latour Ardèche.

D'un point de vue réduction des doses les deux indicateurs retenus dans cette étude ont été l'IFT (Indice Fréquence Traitement) ainsi que le nombre de traitements. Le nombre de traitement correspond au nombre de produits appliqués sur une parcelle indépendamment de leur dose d'emploi. L'IFT quant à lui est un indicateur qui permet de mesurer le nombre de doses de références (dose d'homologation) qui ont été appliquées sur une parcelle au cours d'une campagne. L'IFT dépend donc de la dose d'homologation du produit, de la dose appliquée mais aussi du pourcentage de la surface traitée.

Pour un traitement sur une parcelle il se calcule de la manière suivante (MAAF, 2018) :

$$IFT_{\text{traitement}} = \frac{DA}{DH} \times PST$$

Avec : -PST : pourcentage de surface traitée  
 -DA : dose appliquée  
 -DH : dose homologuée

A l'échelle d'une parcelle de vigne l'IFT total d'une saison se calcule en sommant les IFT de chaque traitement qui aura été appliqué sur la parcelle. Il est aussi possible de le calculer à l'échelle régionale en calculant la moyenne des IFT pour la culture sur la zone considérée.

L'IFT total se décline en 4 grandes catégories : IFT herbicide correspondant à tous traitements ayant pour but la destruction de parties végétales (épamprage et désherbage), IFT insecticide-acaricide, IFT fongicide et IFT autre. Par ailleurs même si cela ne fait pas partie des pratiques officielles on utilisera ici une sous catégorie de l'IFT fongicide qui concernera les produits de biocontrôle. En effet le faible impact de ces produits sur l'environnement et la santé humaine rend leur utilisation particulièrement intéressante dans des stratégies de protection phytosanitaire plus respectueuses de l'environnement.

durée lancer Adco Facebook Horde MSN vitijob Decitreat X Decitreat® Decitreat® Mapp (16) V Plan d stade

https://decitreat.vignevin-epicure.com/calcul/viewParcelle?id=48561 90%

Météo						Mildiou Quantité de Cu métal consommé : 744 g/ha						Oidium						Black-rot	Botrytis		
Date	Pluie Météo France (mm)	Pluie mesurée (mm)	Temp. (°C)	Hygro. (%)	Stade phéno réel	Stade phéno calculé	Etat sanitaire Feuillage (Mildiou)	Etat sanitaire Grappes (Mildiou)	Risque Mildiou	FTA Mildiou (%)	Pluie nécessitant une protection mildiou ?	Protection Mildiou	Etat sanitaire Feuillage (Oidium)	Etat sanitaire Grappes (Oidium)	Risque Oidium	FTA Oidium (%)	Faut-il être protégé contre l'oïdium ?	Protection oïdium	Protection Black-rot	Faut-il être protégé contre le botrytis ?	Protection Botrytis
Sa 15/06/2019	15.5	23.8	15.55	80.17		27			1	0.0018	oui				3	1.45	oui	26.6 mm			
Di 16/06/2019	0		20.51	54.63		27			1	0.0018					4	1.45	oui	26.6 mm			
Lu 17/06/2019	0		23.58	48.38		27			1	0.0018					4	1.45	oui	26.6 mm			
Ma 18/06/2019	0		22.85	50.83		28			1	0.0018		0 mm			4	1.45	oui	26.6 mm			
Me 19/06/2019	3.2	0	20.88	52.17		28			1	0.0023		0 mm			4	11.66	oui	0 mm			
Je 20/06/2019	5.9	5.2	19.59	75.46		29			1	0.0038		5.2 mm			4	15.05	oui	5.2 mm			
Ve 21/06/2019	0.2	1.2	20.86	68.79		29			1	0.0038		6.4 mm			4	15.05	oui	6.4 mm			
Sa 22/06/2019	0		21.77	63.13		30			1	0.0038		6.4 mm			3	15.05	oui	6.4 mm			
Di 23/06/2019	0		22.4	60		30			1	0.0038		6.4 mm			3	15.05	oui	6.4 mm			
Lu 24/06/2019	0		24.09	56.46		31			1	0.0038		6.4 mm			3	15.05	oui	6.4 mm			
Ma 25/06/2019	0		25.3	52.54		31			1	0.0038		6.4 mm			3	15.05	oui	6.4 mm			
Me 26/06/2019	0		27.56	52.63		31			1	0.0038		6.4 mm			3	15.05	oui	6.4 mm			
Je 27/06/2019	0		28.6	49.54		31			2	0.0038		6.4 mm			3	15.05	oui	6.4 mm			
Ve 28/06/2019	0		31.57	40.67		32			2	0.0038		6.4 mm			3	15.05		6.4 mm			
Sa 29/06/2019	0		31.91	37.21		32			2	0.0038		6.4 mm			3	15.05		6.4 mm			

Taper ici pour rechercher 01:33 10/10/2019

Figure 9. Aperçu de l'interface Décitreat

## 2.3. Décitrait

En 2014, dans la continuité d'Optidose, naît le projet Décitrait piloté lui aussi par l'IFV. Ce projet a pour objectif d'aboutir à un système opérationnel qui collecte l'ensemble des informations nécessaires au raisonnement de la lutte contre les principales maladies cryptogamiques (d'abord mildiou et oïdium puis le botrytis) et élabore des stratégies de traitement adaptées à chaque exploitation et économiques en intrants phytosanitaires. Il s'appuie sur des RDD de plusieurs natures dont la typologie est la suivante : facultatives ou obligatoire, à acquisition automatique ou manuelle (Davy et al., 2019).

Ce nouvel OAD, qui se présente sous forme d'une interface web, s'appuie sur les données météo radars correspondant à la géolocalisation des parcelles pour d'établir des stratégies de traitement optimisées. Ces données météo permettent à la fois d'alimenter des modélisations prédictives sur les dynamiques des différentes maladies mais sont aussi utilisées dans des schémas de prise de décision nécessaire à l'établissement des stratégies de protection phytosanitaire (Davy, 2019).

Cet outil présenté sous forme de calendrier permet de répondre aux questions quand il faut traiter et à quelle dose via l'intégration à l'interface du module Optidose (figure 9).

La partie modélisation de la croissance de la vigne permet d'avoir accès à la cinétique de développement du végétal qui va conditionner en grande partie sa sensibilité. La modélisation des maladies renseigne sur les risques épidémiques : maturité des œufs, épisodes climatiques contaminants, risque sanitaire et fréquence théorique d'attaque sur TNT. La confrontation de ces informations indique à l'utilisateur la nécessité d'être protégé ou non pour chaque maladie (Davy et al., 2019).

L'utilisateur peut en parallèle renseigner un certain nombre d'informations : corriger des données climatiques et phénologiques, indiquer un état sanitaire d'une parcelle... Ces corrections sont prises en compte par le module qui les intègre alors aux modélisations.

Par ailleurs l'interface offre aussi une autre fonctionnalité. Le viticulteur peut saisir son calendrier de traitement (dose, date et produit utilisé) par îlot. L'OAD lui indique alors si la couverture des différents événements climatiques est bonne ou non pour les différentes maladies et calcule également la rémanence des produits utilisés sur le calendrier.

Décitrait n'est pas encore mis à disposition des viticulteurs aujourd'hui mais une convention a été passée entre Latour Ardèche et l'IFV afin de bénéficier de l'outil à titre expérimental. Aucune mise en œuvre au champ n'a été prévue pour cette saison 2019 car cela impose de grosses contraintes aux viticulteurs partenaires de l'expérimentation. En effet traiter selon les préconisations de Décitrait suppose parfois de décaler les traitements de quelques jours par rapport à ce que le viticulteur met en œuvre sur le reste de ses parcelles. Cela implique pour eux de traiter leurs parcelles de Chardonnay B en plusieurs fois ce qui dissuade les viticulteurs de s'engager dans cette démarche expérimentale. De plus dans certaines situations l'OAD préconise de dissocier les traitements anti mildiou et anti oïdium ce qui n'est en pratique pas envisageable pour des raisons de coûts et de temps de chantier.

Décitrait a donc principalement été utilisé comme un outil de raisonnement de la protection phytosanitaire des viticulteurs engagés dans une démarche de réduction de dose. Seuls les modules concernant le mildiou et l'oïdium ont été utilisés, le botrytis étant une maladie secondaire dans le vignoble ardéchois. Les informations délivrées par le module permettent aussi, à posteriori, des analyses de stratégies de protection afin de comprendre d'éventuels échecs ou à l'inverse détecter des protections non nécessaires.

## 2.4. Expérimentation biocontrôle

La Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt de 2014 décrit les solutions de biocontrôle comme les « produits et agents utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures ». Ces produits sont classés en quatre catégories :

- Macro organismes : organismes vivants de taille macroscopique (nématodes, insectes, vertébrés, invertébrés...)
- Micro organismes : organismes vivants microscopiques (bactéries, levures, champignons...)
- Médiateurs chimiques : ce sont soit des molécules de communication (kairomones) ou des molécules impliquées dans les comportements sexuels (phéromones)
- Substances d'origine naturelle (animale, végétale, minérale) : elles sont soit extraites d'un matériau source naturel soit obtenue par synthèse chimique et strictement identique à la substance naturelle



Le biocontrôle regroupe des produits aux modes d'action très différents : prédation des ravageurs, organismes antagonistes d'agents pathogènes, stimulation des défenses naturelles (SDN), actions directes sur les maladies ou encore confusion sexuelle (Aveline, 2019; Corio-Costet & Bellée, 2018)...

Mis à part les macro-organismes, les produits de biocontrôle sont tous des PPP soumis à AMM. Leur succès réside surtout l'absence de danger pour la santé et l'environnement lors de leur utilisation. Par ailleurs ils bénéficient d'un certain nombre d'avantages réglementaires comme une taxe sur les PPP réduites. Il est également question de les intégrer au dispositif des CEPP (Aveline, 2019). Cependant aujourd'hui ils ne bénéficient pas d'un calcul IFT à part et restent compris dans l'IFT total. Une enquête sur les pratiques phytosanitaires en viticulture a révélé que le biocontrôle pesait pour 12% de l'IFT total moyen en 2016 (Simonovici, 2019).

L'intérêt des produits de biocontrôle est principalement dû à leur capacité à remplacer intégralement ou partiellement les PPP tout en ne présentant aucun risque pour l'environnement et la santé humaine. Certaines solutions de biocontrôle sont connues et utilisées depuis longtemps dans les vignobles à l'image du soufre qui permet de lutter efficacement contre l'oïdium. La récente prise en compte des problématiques sociétales et environnementales liées à l'emploi de PPP en viticulture a conduit la recherche à développer de nouvelles substances de biocontrôle notamment pour la lutte contre les maladies cryptogamiques (Dutartre, Chomienne, Larguier, Pinçonnet, & Tessier, 2017).

Cependant les solutions de biocontrôle présentent des résultats mitigés. L'intérêt du soufre pour lutter contre l'oïdium est indéniable. La confusion sexuelle contre les tordeuses montre de très bons résultats et gagne de plus en plus de vignobles. Mais beaucoup d'autres substances de biocontrôle, notamment celles utilisées contre le mildiou et l'oïdium, présentent des efficacités partielles qui contrastent avec les résultats obtenus avec des PPP classiques. De plus nombre de ces produits sont encore très récents et l'on manque de référentiels pour les positionner au mieux. Beaucoup de viticulteurs émettent aussi des doutes sur leur efficacité, faute d'expérimentations au champ montrant des résultats satisfaisants. Enfin l'utilisation de ces produits reste souvent coûteuse par rapport aux résultats obtenus ce qui dissuade les viticulteurs de les utiliser (Aveline, 2009).

Mais l'intérêt de ces produits reste indéniable dans le contexte actuel et Latour Ardèche et son directeur Alain Berthon souhaiterait voir leur usage se développer au sein du vignoble d'approvisionnement. Plusieurs expérimentations visant à évaluer l'efficacité de produits de biocontrôle à l'échelle de la parcelle ont déjà été menées au cours de ces dernières années. Mais ces expérimentations grandeur nature sont difficiles à mettre en place. Elles se révèlent contraignantes en terme de logistique pour les viticulteurs et la prise de risque doit être modérée puisque c'est directement le revenu du viticulteur partenaire qui est engagé.

Cette année il a été décidé de conduire une expérimentation à l'échelle de la micro parcelle avec une stratégie de protection phytosanitaire audacieuse qui visait à évaluer deux produits de biocontrôle : un stimulateur de défense des plantes nommés Blason et commercialisé par Syngenta et un fongicide anti oïdium appelé Sonata qui est commercialisé par Bayer. Les objectifs de l'expérimentation étaient multiples : évaluer l'efficacité des deux produits, établir des stratégies de positionnement de ces produits et étudier la viabilité économique des différentes stratégies de protection.

Blason est un SDN composé d'une association de COS-OGA homologué pour la lutte contre le mildiou et l'oïdium de la vigne. Ce produit n'a pas d'action directe sur le pathogène mais il va induire les défenses naturelles du végétal. Le COS (chitooligosaccharide) est un fragment de sucre que l'on retrouve dans la carapace des crustacés ainsi que dans la paroi cellulaire de certains champignons. Son rôle est de mimer une attaque par un champignon pathogène. L'OGA (oligogalacturonide) est un sucre que l'on retrouve dans les pectines de la paroi des cellules végétales et qui va simuler une dégradation de la paroi végétale par un pathogène. La reconnaissance de ces deux molécules par des récepteurs membranaires spécifiques entraîne une modification du taux d'acide salicylique dans les cellules. Cette modification va être à l'origine d'une réponse biochimique caractérisée par la production de phytoalexines qui vont détruire le pathogène mais aussi d'une réponse physique qui va se traduire par la synthèse de lignine dont le rôle va être le renforcement de la paroi des cellules afin de mieux résister aux enzymes microbiennes (Dusserre, Goudenove, Jodar, & Petit, 2018; van Aubel, Buonatesta, & Van Cutsem, 2014). Plusieurs essais en plein champ sur vigne ont montré de bons résultats pour ce produit. Cependant son coût d'usage de 48 euros à l'hectare à pleine dose (2l/ha) reste élevé et représente un véritable frein au développement de ce produit.

Sonata est un produit qui sera commercialisé à partir de la saison prochaine et qui est homologué en tant que fongicide anti oïdium. Il est composé d'une bactérie du sol *Bacillus pumilis* souche QST2808 qui a la



Figure 10. Photo aérienne de la parcelle d'essai et de la disposition des différentes modalités

particularité de sécréter des sucres aminés. Ces composés ont une action fongicide sur l'oïdium en bloquant le processus de synthèse de sa paroi cellulaire. Son action est essentiellement préventive et certains essais ont montré une efficacité similaire au soufre lorsqu'il est positionné au moment des contaminations primaires par l'oïdium. En revanche son action est insuffisante une fois la maladie déclarée. Le prix de commercialisation de ce produit homologué à la dose de 5l/ha n'est pas encore connu aujourd'hui.

L'expérimentation visait donc à caractériser le potentiel de ces deux produits dans une optique de réduction de dose. Elle a été menée sur une parcelle de Chardonnay B de 5 ans, propriété de Latour Ardèche, d'une surface d'environ 25 ares composée de 17 rangs d'une longueur de 55 mètres. Elle a été découpée en 5 modalités de 3 rangs (figure 10) (modalités Opti, Bla 1L, Bla2L, Son Red, Son Seul) et une de 2 rangs (TNT). Chaque modalité est conduite de la même manière, les inter-rangs extérieurs sont enherbés tandis que les deux inter-rangs intérieurs sont travaillés (en orange sur la photo). La parcelle a été plantée avec plusieurs clones mais sur un seul porte greffe (SO4). Elle peut être considérée comme homogène même si des disparités de nature de sol sont perceptibles. La stratégie de traitement à été basée sur une association soufre et cuivre avec ou sans biocontrôle en ajustant les doses selon les modalités. Les pulvérisations ont été faites avec un atomiseur à dos en respectant les cadences de traitement et en prenant compte de la météo.

Détail du protocole pour chaque modalité :

- TNT : modalité sans traitement qui permet de suivre la pression parasitaire
- Opti : modalité traitée en soufre et cuivre selon les recommandations Optidose
- Bla 1L : modalité traitée en Optidose réduit de 30% et complémentée par du Blason à demie dose (1L/ha)
- Bla 2L : modalité traitée en Optidose réduit de 30% et complémentée par du Blason à pleine dose (2L/ha)
- Son Red : modalité traitée en Optidose réduit de 50% pour le soufre seulement et complémentée par du Sonata à pleine dose (5L/ha)
- Son Seul : modalité traitée en Optidose pour le cuivre et sans soufre complémentée par du Sonata à pleine dose (5L/ha)

Afin de suivre l'évolution des maladies des comptages ont été effectués régulièrement sur les deux faces du rang central de chaque modalité.

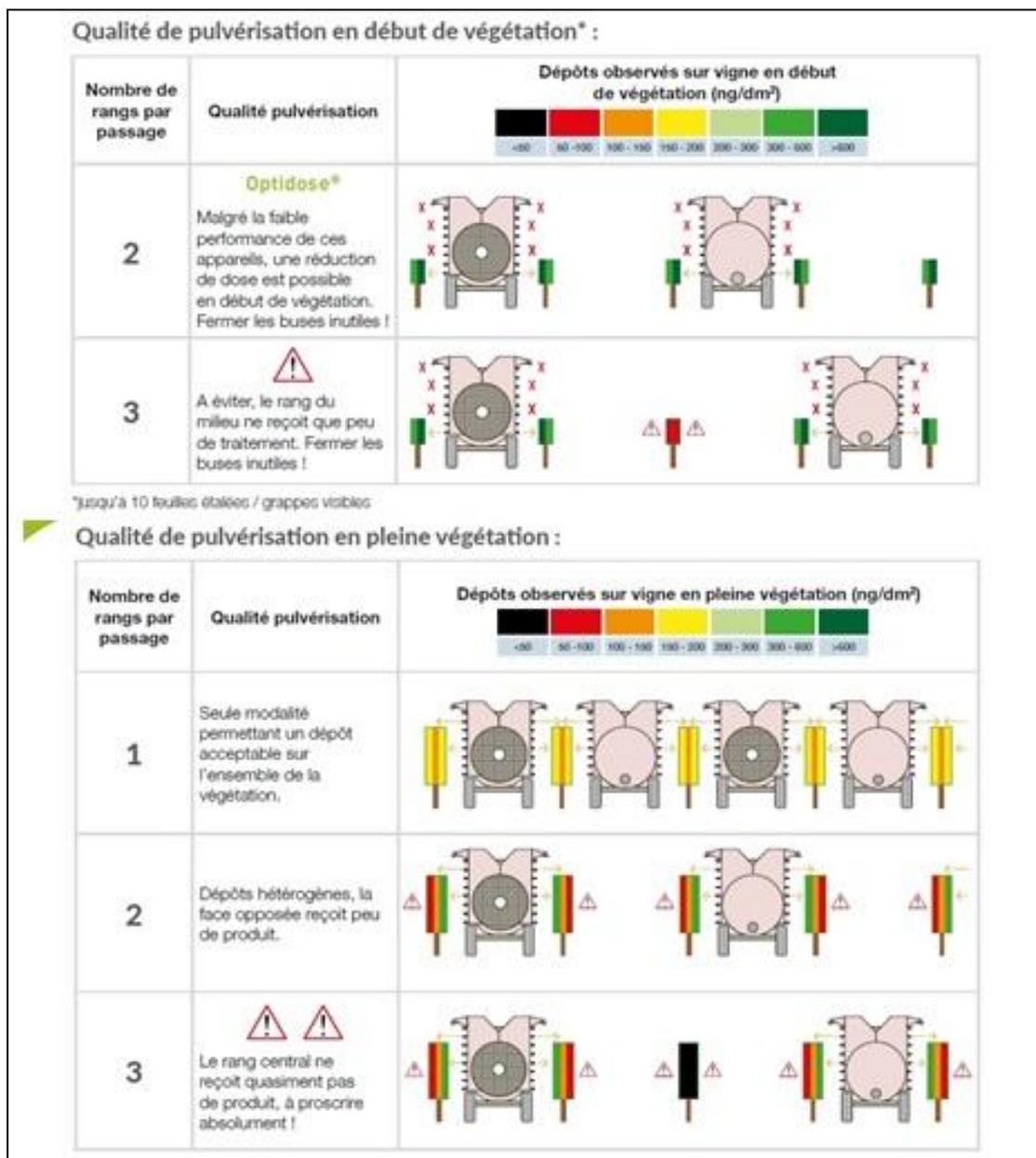


Figure 11. Qualité de pulvérisation obtenue avec un aéroconvecteur selon le nombre de rangs traités et le développement de la végétation (Guide pratique de réglage et d'utilisation des pulvérisateurs viticoles, IFV-IRSTEA, 2017)

## 3. Résultats

### 3.1. Réglage pulvérisateurs

Le parc de pulvérisateurs des vigneron partenaires de Latour Ardèche est principalement composé d'appareils pneumatiques. Du fait de la plantation du vignoble en vignes larges (2,3m entre rangs) les pulvérisateurs sont uniquement des appareils trainés par des tracteurs vigneron interlignes. On retrouve quelques voutes mais les appareils les plus répandus sont des aéroconvecteurs à flux tangentiel.

Les aéroconvecteurs sont reconnus comme moyennement performants par le LabelPulvé (figure 11) mais leur prédominance s'explique de plusieurs manières. Tout d'abord ce sont des appareils robustes, simples d'utilisations et relativement peu onéreux. Leur conformation est particulièrement adaptée au vignoble ardéchois planté en vignes larges. Dans la plupart des cas les viticulteurs traitent tous les deux rangs sans croiser les passages car le rang de circulation est le plus souvent enherbé et l'autre travaillé.

Pour les pulvérisateurs à voute pneumatiques, plus rares dans les vignoble ardéchois, les configurations et usages sont très variables.

La plupart des machines sont dépourvues de mains retour. Les vigneron qui les utilisent tous les deux rangs bénéficient d'une pulvérisation acceptable. En revanche tous les trois rangs elle devient insuffisante selon la classification LabelPulvé (figure 12).

Lorsque les machines possèdent une main retour l'usage commun est de passer tous les trois rangs. La qualité de pulvérisation est alors acceptable.

L'absence de matériels plus performants dans le vignoble ardéchois s'explique de plusieurs manières. Les appareils face par face rendent la conduite difficile notamment dans un contexte de parcellaire morcelé et souvent en situation de coteaux. Les pulvérisateurs à panneaux récupérateurs cumulent quant à eux les inconvénients des derniers tout en ajoutant un surcoût difficilement justifiable économiquement.

Lors de la journée de contrôle/réglage de pulvérisateur organisée par Latour Ardèche 14 machines ont été présentées. Dix étaient des aéroconvecteurs et 4 des voutes pneumatiques dont 2 avec des mains retours.

Sur la partie contrôles techniques seules quelques machines ont présenté des non conformités mineures nécessitant une contre visite. Ces non conformités portaient principalement sur un mauvais fonctionnement des manomètres ou des systèmes de signalisation (feux, clignotants...)

La partie réglage comprenait quant à elle deux aspects : vérification du bon fonctionnement de l'appareil et établissement d'une stratégie de pulvérisation.

Le bon fonctionnement de l'appareil repose sur un principe simple : la pression du liquide pulvérisé doit être celle indiquée par le manomètre en tout point de l'appareil et dans toutes les situations. En effet le débit de pulvérisation est fonction de la pression générée par la pompe du pulvérisateur. Cette vérification est faite en mesurant la pression en différents points du circuit lorsque l'appareil marche et en s'assurant de l'absence de colmatage des buses et pastilles.

La seconde partie du réglage d'un pulvérisateur consiste à ajuster le débit de pulvérisation en fonction de la vitesse de roulage, du volume de bouillie appliqué à l'hectare et du nombre de rangs traités par passage. Cela conduit ensuite à choisir des buses qui assurent à une pression donnée un certain débit de pulvérisation correspondant aux objectifs de pulvérisation du viticulteur. Le débit en litre par minute s'obtient via le calcul suivant :

$$\text{Débit (L/min)} = \frac{\text{Vol ha (L/ha)} \times \text{Vitesse(km/h)} \times \text{Nbre de rangs traités} \times \text{Inter rang (m)}}{600}$$

Il convient ensuite de diviser ce débit par le nombre de buses afin de pulvériser la bouillie de manière homogène sur le végétal.

Par ailleurs il est possible sur certains pulvérisateurs dont les aéroconvecteurs de fermer certaines buses afin d'ajuster le nombre de buses utilisées en fonction du développement végétatif de la vigne. En pratique cela se fait surtout pour les premiers traitements appliqués sur la vigne. Cela permet de

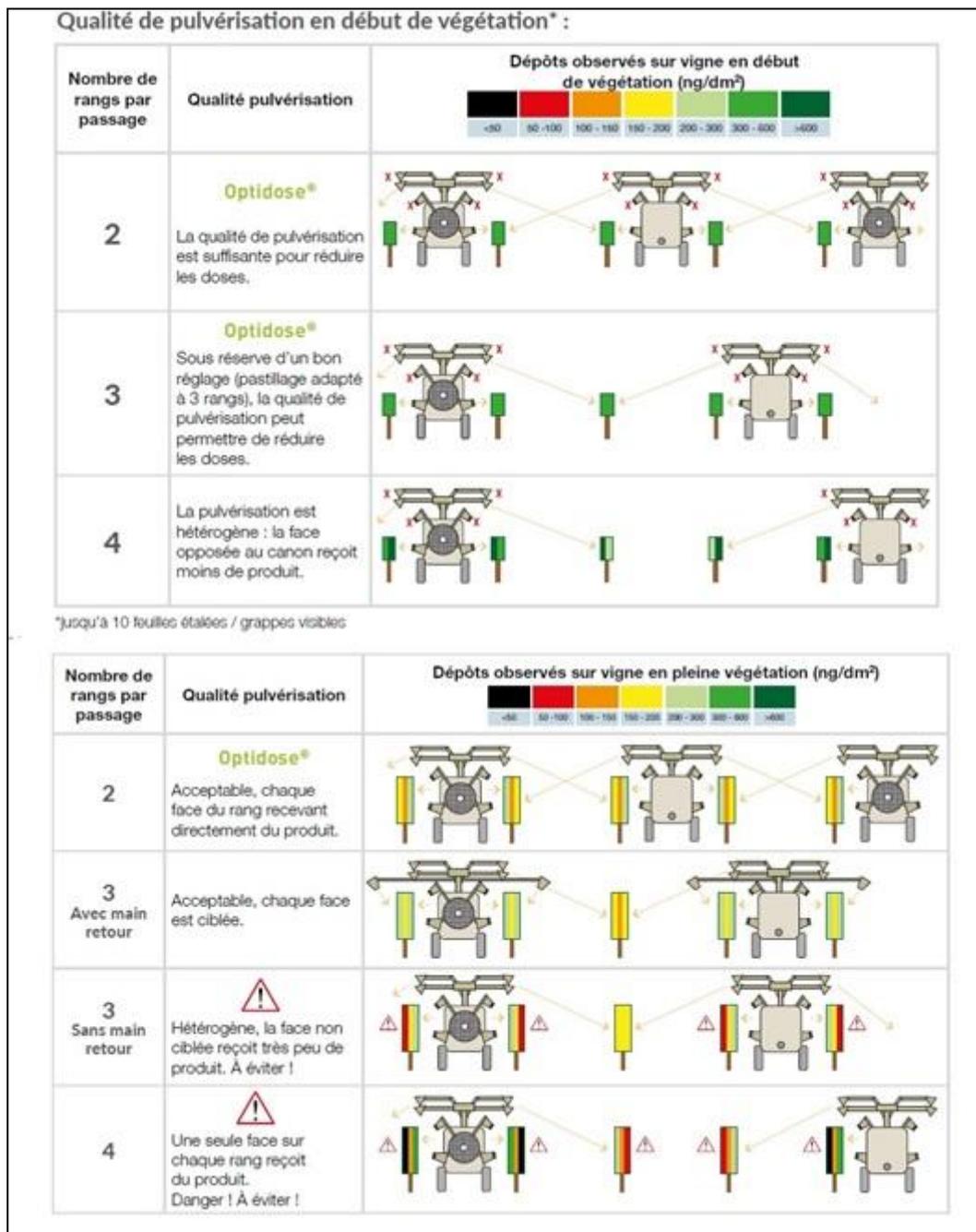


Figure 12. Qualité de pulvérisation obtenue avec une voute pneumatique selon le nombre de rangs traités et le développement de la végétation (Guide pratique de réglage et d'utilisation des pulvérisateurs viticoles, IFV-IRSTEA, 2017)

réduire la dose de bouillie appliquée à l'hectare, de mieux cibler l'application des matières actives et in fine de réduire les doses de matières actives utilisées.

Le dernier aspect du réglage des pulvérisateurs porte sur des points techniques qui sont le choix du type de buses, des vitesses de roulage et des vitesses de ventilation des souffleries.

Pour le premier point on distingue deux grandes familles de buses qui se distinguent par la forme du profil de pulvérisation généré. Les buses à fente génèrent un jet plat tandis que les buses à turbulence génèrent un jet conique. Au sein de chacune de ces familles on retrouve deux types de buses. Les buses classiques et les buses à injection d'air qui via un effet venturi génèrent des gouttes plus grosses et donc moins sensibles à la dérive. Aujourd'hui ce sont les buses à injection d'air qui sont recommandées mais ces dernières sont plus sensibles au colmatage et les viticulteurs rechignent à les utiliser.

Le thème de la vitesse de roulage est également un point sensible de la pulvérisation. Si des vitesses élevées permettent des gains de temps considérables pour les viticulteurs, ces dernières sont avant tout très dépendantes des tracteurs utilisés (les transmissions continues permettent de rouler à n'importe quelle vitesse tandis que les tracteurs classiques doivent s'adapter aux développements permis par leurs boîtes de vitesse) et du profil topologique des parcelles cultivées. Comme peu de données relatives à l'impact de la vitesse de roulage sur la qualité de pulvérisation sont disponibles dans la bibliographie, on s'appuie souvent sur les travaux de l'IFV et de l'IRSTEA qui préconisent une vitesse d'avancement de 6-7 km/h.

Enfin pour les appareils pneumatiques la ventilation doit toujours être la plus importante possible car c'est elle qui permet l'éclatement des gouttelettes et l'homogénéité de la pulvérisation. En revanche sur des appareils à jet porté, il est possible de s'en passer en début de végétation et de transformer son appareil en appareil à jet projeté. Dès que le développement de la vigne est conséquent la ventilation doit là aussi être maximale afin de bien pénétrer au sein du feuillage.

L'entreprise qui animait cette journée réalisait ces différents points de réglage des pulvérisateurs et fournissait des diagnostics des appareils aux viticulteurs (annexe 1). La vérification des machines a révélé de nombreux dysfonctionnements. Parmi eux on peut citer les vitesses affichées par les compteurs des tracteurs qui se révèlent le plus souvent fausses et qu'il faut donc impérativement mesurer de manière empirique. Beaucoup d'appareils bien que correctement entretenus ont présenté des problèmes de colmatages des circuits. De nombreux facteurs ont été pointés du doigt dont les systèmes de filtration de bouillie montés avec des filtres inadaptés. Bien souvent c'est la conception même des appareils qui est mise en cause.

La qualité de la pulvérisation est vraiment un point clé lorsqu'on parle de réduction de l'utilisation des PPP en viticulture et c'est une thématique qui est trop souvent négligée. Cela doit être un point d'attention permanent et ce d'autant plus que les pulvérisateurs viticoles sont des machines fragiles et d'une fiabilité relative. La vérification basique qui consiste à s'assurer de l'homogénéité des débits sur la machine doit être menée régulièrement afin de garantir une pulvérisation correcte. Il faut par ailleurs souligner la qualité et la pertinence des travaux menés sur cette thématique par l'IFV et l'IRSTEA qui ont permis clarifier et rendre accessible à tous la problématique de la pulvérisation en viticulture.

### 3.2. Optidose

Trois aspects vont nous intéresser dans l'application de la méthode Optidose au sein du vignoble ardéchois : d'une part nous allons nous intéresser aux réductions des doses de fongicides permises par la méthode Optidose, puis nous nous intéresserons à l'impact que peut avoir la mise en place de la réduction de dose sur l'état sanitaire de parcelles (annexe 3) et enfin une analyse statistique des différentes données recueillies sera conduite afin d'identifier les principaux leviers pour conduire une réduction de dose avec succès.

Réduction de l'IFT : Dans une première partie c'est surtout l'IFT fongicide qui va nous intéresser car c'est le principal indicateur qui permet de quantifier l'usage de PPP par les viticulteurs. Cependant l'IFT montre également des limites car sa valeur va être fortement liée aux conditions climatiques de l'année étudiée. Ainsi il est difficilement utilisable pour évaluer des évolutions temporelles d'autant qu'il n'y a pas de référentiel régional publié annuellement qui permette de normer les valeurs mesurées. Cependant au sein de panel de viticulteurs suivis durant ce stage, le viticulteur V1 se distingue de ses collègues car il est très en avance dans la réduction de dose et cela depuis plusieurs

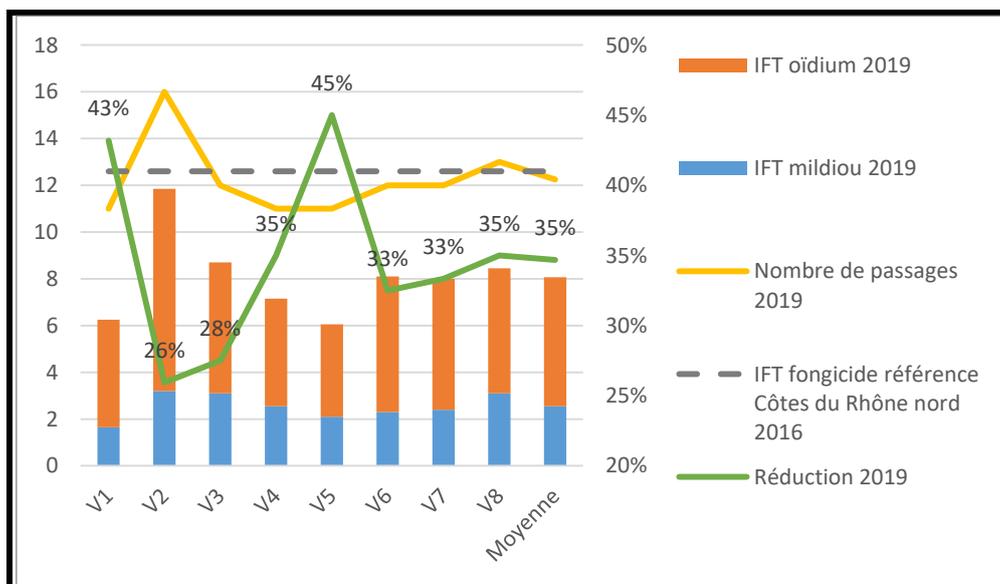


Figure 13. IFT fongicide 2019 des viticulteurs suivis et comparaison avec la référence régionale 2016

Tableau 2. Comparaisons sur plusieurs années des IFT et de la réduction de dose opérée par trois viticulteurs

		2014	2015	2016	2017	2018	2019
V1	IFT total	5,3	6,7	9,8	6,4	7,8	6,25
	Réduction %	47	39	35	54	40	43
V2	IFT total	13,4	11,7	20,3	12,2	19,5	11,85
	Réduction %	16	31	22	32	19	26
V5	IFT total	11,9	9,8	12,4	6,8	12,8	6,1
	Réduction %	21	18	17	38	20	45

Tableau 3. Pourcentage d'organes atteints par l'oïdium dans 4 parcelles de 2 viticulteurs

	V5 parcelle 1		V5 parcelle 2		V2 parcelle 1		V2 parcelle 2	
	Fréq. oïdium	Intensité oïdium						
17 juin	0	0	0	0	0	0	0	0
23 juin	0	0	0	0	0	0	0	0
28 juin	0	0	0	0	8	<1	0	0
7 juillet	0	0	20	<1	0	0	0	0
13 juillet	8	<1	36	3	12	<1	0	0
20 juillet	16	2	52	2	24	1	24	2

années. Chaque année il est l'un des viticulteurs partenaires de Latour Ardèche qui obtient un IFT fongicide parmi les plus bas. Ce viticulteur réduit de 40 à 50% les doses de fongicides appliquées chaque année tout en gardant un état sanitaire satisfaisant sur ses parcelles. Il va donc nous servir de référence au cours de cette étude afin d'évaluer les pratiques des autres viticulteurs qui ont été suivis.

La figure 13 nous permet de souligner quelques points importants. Tout d'abord on remarque que l'usage de fongicides parmi les 8 viticulteurs de l'étude reste bien en dessous du référentiel régional. Cependant il faut tout de même nuancer cette observation car on ne compare ici pas les mêmes années. De plus l'absence de référentiel ardéchois nous oblige à utiliser un référentiel géographiquement proche mais avec une structure de vignoble très différentes (viticulture en coteaux abruptes, vigne conduite en échelas dans certaines zones, densités de plantation qui diffèrent...). Ensuite on remarque que si 5 des viticulteurs suivis ont des IFT similaires, il existe quand même un écart très important entre les IFT extrêmes. Enfin la particularité de cette année 2019 qui a présenté une pression mildiou quasi inexistante est bien retranscrite dans cette figure avec des IFT mildiou très faibles.

Nous allons nous intéresser à présent à deux cas particuliers : les viticulteurs V2 et V5 qui se sont essayés pour la seconde année consécutive à la réduction de dose mais qui ont obtenu des résultats très contrastés en terme de réduction de dose.

Le tableau 2 récapitule les IFT fongicides sur 6 ans de trois viticulteurs V1, V2 et V5. Il faut noter que l'année 2017 a été une année particulièrement sèche avec une pression parasites très faible et des rendements médiocres. Les viticulteurs ont donc des réductions de dose importante mais qui ne sont pas représentatives de leurs pratiques habituelles. Parmi ces trois viticulteurs on distingue V1, qui chaque année arrive à obtenir un IFT très bas en réduisant les doses d'environ 40% et qui est pris comme référence, et V2 et V5 qui ont débuté la réduction de dose en 2018.

On remarque que l'IFT de V2 (tableau 2) est presque systématiquement le double de celui de V1 avec des réductions de dose faibles de l'ordre de 25%. Même sur cette campagne où il s'est investi dans la démarche il garde un IFT élevé et une réduction de dose moyenne. Cela peut s'expliquer de diverses manières.

Premièrement ce viticulteur a toujours tendance à associer des produits à base de soufre liquide à ses traitements de début de saison et il réalise chaque année plusieurs poudrages pour lutter contre l'oïdium. Bien que ces produits soient dans la liste des produits de biocontrôle, ils participent pour beaucoup à l'augmentation de l'IFT de ce viticulteur. En 2019 les produits soufrés pesaient pour 4,7 dans son IFT contre 2 pour V1.

De plus des cas avérés de souches d'oïdium résistantes aux fongicides ont déjà été observés sur les parcelles de V2. Cela explique en partie ses difficultés à réduire son IFT car ces souches demandent plus de traitements pour être maîtrisées.

Il faut également souligner que les parcelles de V2 sont globalement très vigoureuses et donc plus sensibles aux maladies cryptogamiques. A titre d'exemple malgré un programme de traitement assez lourd aucune parcelle de V2 n'était indemne de symptômes d'oïdium sur grappe même si ces derniers étaient à des intensités faibles (tableau 3).

Enfin V2 est un viticulteur qui n'accepte pas d'avoir de symptômes de maladie dans ses parcelles mêmes si ceux là n'engendrent pas de pertes de rendement ni de dépréciation de la qualité. Ainsi il préfère toujours traiter plus que d'exposer son revenu. C'est un frein à la réduction de dose dont on reparlera plus tard.

En définitive il paraît difficile d'imaginer comment V2 pourrait réussir à maîtriser son IFT et pousser la réduction de dose dans le futur.

V5 à quant à lui un IFT qui s'est toujours trouvé intermédiaire entre V1 et V2 sur les années antérieures à 2019 avec une réduction de dose qui avoisinait les 20%. A l'inverse de V2 on voit tout de suite que V5 réussit à garder un état sanitaire satisfaisant sur ses parcelles tout en poussant plus loin la réduction de dose (tableau 3).

Ces deux exemples illustrent bien à la fois le potentiel mais aussi les limites de la réduction de dose. Dans certains contextes, elle permet de réduire significativement l'IFT tout en gardant la même efficacité en termes de protection phytosanitaire tandis que dans d'autres systèmes, on remarque qu'il est très difficile d'appliquer la méthode Optidose si l'on souhaite garder un état sanitaire correct. De même l'état d'esprit du viticulteur tient pour beaucoup dans la réussite d'une stratégie de réduction de dose.

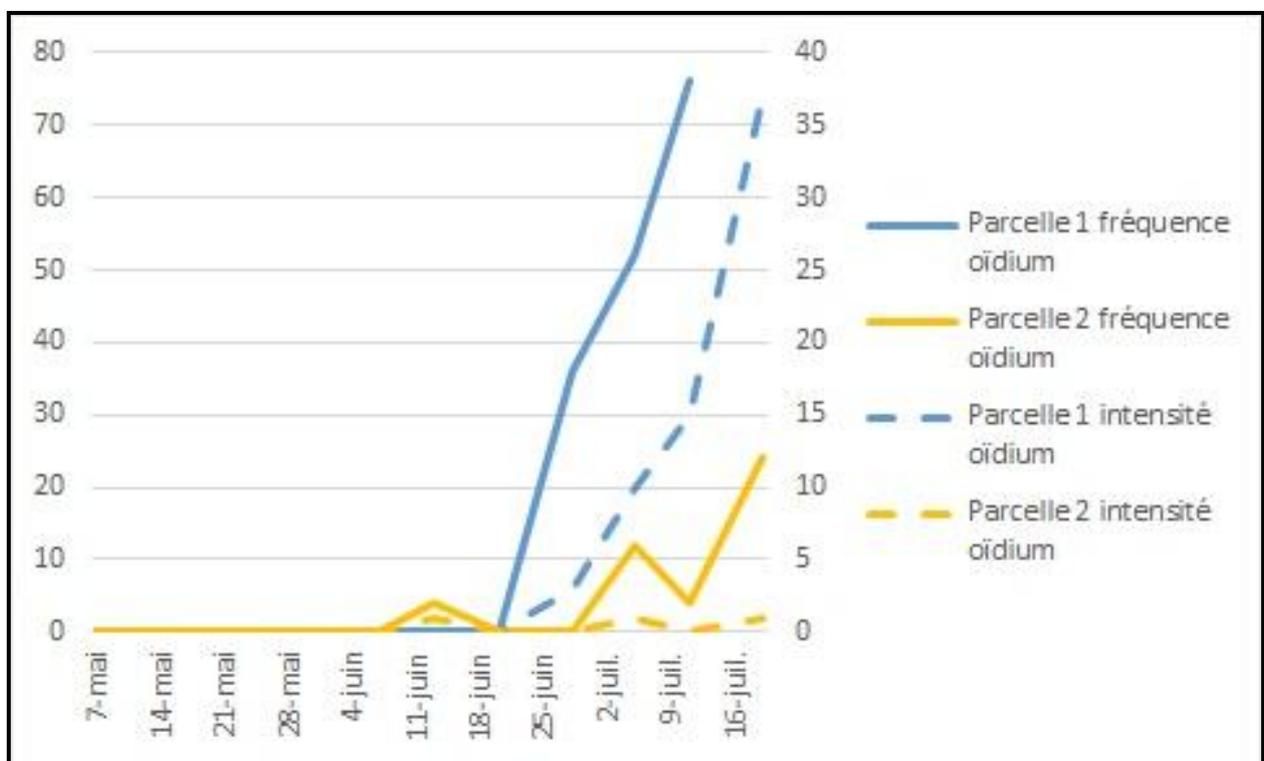


Figure 14. Fréquence d'atteinte par l'oïdium de différents organes dans deux parcelles du viticulteur V1

Qualité de la protection phytosanitaire : On va maintenant s'intéresser à l'efficacité du module Optidose en termes de protection sanitaire. Aucune des 27 parcelles suivies durant ce stage ne s'est vu appliquer de décote suite à des intensités d'oïdium sur grappe trop élevées. En revanche certaines parcelles ont montré des symptômes au-delà de la moyenne mais d'autres pistes sont privilégiées pour expliquer ces dysfonctionnements de protection phytosanitaire.

Sur cet aspect il est intéressant de se pencher sur un cas qui a pu être observé au cours de ce stage sur deux parcelles du viticulteur V1. Ces dernières sont distantes d'une centaine de mètres seulement, elles bénéficient de conditions pédoclimatiques proches. De plus ces parcelles sont conduites exactement de la même manière, elles ont reçu le même programme de traitement, pulvérisées avec le même appareil mais l'une d'entre elles a exprimé d'importants symptômes d'oïdium sur grappe qui n'ont pas pu être contenus en fin de saison (figure 14). Il faut noter que V1 n'a jamais noté de différence significative sur le comportement de ces parcelles vis-à-vis des maladies cryptogamiques.

Seules quelques caractéristiques sont susceptibles d'expliquer cette différence notable : une vigueur légèrement supérieure pour la parcelle 1 qui est plantée sur un sol de plaine tandis que la parcelle 2 est plantée en début de coteau avec un peu moins de sol dans sa partie haute. De plus la parcelle 1 est bordée par un fossé dans lequel il peut y avoir de l'eau quand les conditions sont très humides et qui peut favoriser l'accumulation d'humidité en début de journée.

Cet exemple illustre bien le caractère très local des épidémies de maladie. Cela permet de nuancer certains points. Si l'on souhaite traiter la vigne au plus juste il faut alors adopter un raisonnement individualisé afin de s'assurer d'une protection qui soit à la fois sans faille et économe en intrants. Or dans la pratique cela est impossible d'un point de vue logistique. On voit donc que l'adoption de la méthode Optidose à l'échelle d'une exploitation va conduire à de très bons résultats mais peut aussi occasionner des failles de protection. Il est donc important de raisonner Optidose sur une échelle globale et à long terme pour bien voir tout l'intérêt de la méthode.

Analyse statistique des données : Les deux points précédents ont permis de mettre en évidence quelques conséquences de la réduction de dose sur l'IFT et l'état sanitaire des parcelles. On va maintenant exploiter les données collectées au cours de la saison (tableau 4) afin d'identifier d'éventuelles corrélations.

On utilise en premier lieu l'intensité d'oïdium sur grappe lors de la dernière observation comme indicateur de l'état sanitaire de la vendange. On cherche à identifier si certains facteurs tels que la pulvérisation utilisée, l'identité du viticulteur ou encore la localisation influent sur l'état sanitaire final des différentes parcelles. On utilise pour cela une Anova à un facteur, la variable à expliquer étant l'intensité d'oïdium sur grappe en fin de saison. Si cette dernière se révèle concluante on pourra appliquer le test de comparaison multiple de Tukey afin de mettre en évidence des différences entre les modalités de chacune des variables explicatives mises en œuvre.

Seul le type de pulvérisation donne une p-value significative (annexe 4). A priori la pulvérisation est un élément qui permet d'expliquer l'état sanitaire des parcelles en fin de saison. Le diagramme en bâtons des coefficients standardisés montre que c'est principalement la pulvérisation A qui impacte l'état sanitaire du raisin. Cependant lorsqu'on s'intéresse aux résidus, on identifie deux valeurs suspectes : P1V1 et P2V1 qui sont les seules valeurs liées à l'utilisation d'une pulvérisation de type A. En effet si l'on regarde les données on remarque que V1 est d'une part le seul à utiliser la pulvérisation A mais en plus ses deux parcelles se sont comportées très différemment : l'une a gardé un état sanitaire correct tandis que l'autre a subi une forte attaque d'oïdium. On ne peut donc pas conclure à un effet significatif de la pulvérisation sur l'état sanitaire final des parcelles avec ce jeu de données. Il y aurait fallu disposer de plus de données de viticulteurs utilisant différents types de pulvérisation si l'on avait souhaité mettre en évidence un éventuel effet de la pulvérisation sur l'état sanitaire des parcelles

La deuxième approche consiste à analyser les données quantitatives dont on dispose (tableau 4) avec une ACP (annexe 5).

On obtient 77% de variabilité sur les deux premières valeurs propres ce qui confirme la pertinence d'une ACP pour analyser ces données.

La matrice de corrélation de Pearson confirme un lien entre certaines variables dont on pouvait intuitivement se douter. On observe bien une corrélation entre les variables relatives aux traitements (IFT total, IFT oïdium, IFT biocontrôle et nombre de passages). De même les variables fréquence

Tableau 4. Synthèse des données collectées en 2019 pour 21 parcelles

Code parcelle	Viticulteur	Commune	Type de pulvérisation	IFT total	IFT oïdium	IFT biocontrôle	Nbre de passages oïdium	Réduction oïdium	Fréquence oïdium feuille*	Fréquence oïdium grappe*	Intensité oïdium grappe*
P1V1	1	Alba	A	6,25	4,6	2	8	43	28	88	25
P2V1	1	Alba	A	6,25	4,6	2	8	43	4	24	2
P1V7	7	Alba	B	8	5,6	2,8	7	20	4	24	2
P1V5	5	Alba	B	6,1	3,95	2,2	6	34	16	16	2
P2V7	7	Alba	B	8	5,6	2,8	7	20	8	4	0
P3V7	7	Alba	B	8	5,6	2,8	7	20	4	8	0
P2V5	5	Alba	B	6,1	3,95	2,2	6	34	16	52	2
P3V5	5	Alba	B	6,1	3,95	2,2	6	34	16	8	0
P1V4	4	Lussas	B	7,15	4,6	1,5	5	8	12	0	0
P1V2	2	Lussas	C	11,85	8,65	4,7	11	21	24	32	3
P1V6	6	Lussas	B	8,1	5,8	2,5	8	28	0	0	0
P2V2	2	Lussas	C	11,85	8,65	4,7	11	21	12	24	1
P1V8	8	Lussas	B	8,45	5,35	2,4	9	41	4	0	0
P2V6	6	Lussas	B	8,1	5,8	2,5	8	28	4	4	0
P2V8	8	Lussas	B	8,45	5,35	2,4	9	41	4	12	0
P3V6	6	Lussas	B	8,1	5,8	2,5	8	28	8	28	4
P1V3	3	Lussas	B	8,7	5,6	1,5	8	30	48	72	8
P2V3	3	Lussas	B	8,7	5,6	1,5	8	30	0	0	0
P3V3	3	Lussas	B	8,7	5,6	1,5	8	30	32	48	4
P3V8	8	Lussas	B	8,45	5,35	2,4	9	41	36	20	3
P3V2	2	Lussas	C	11,85	8,65	4,7	11	21	28	24	2

\* : dernier comptage de la campagne effectué le 18/07

Type de pulvérisation :

A : voûte pneumatique avec main retour, passage tous les trois rangs

B : aéroconvecteur, passage tous les deux rangs

C : voûte pneumatique simple, passage tous les 3 rangs

d'attaque sur grappe et intensité d'attaque sont bien corrélées. En revanche il n'y a pas de lien clair entre ces deux variables et la fréquence d'attaque sur feuille.

Le cercle des corrélations confirme ce qui avait pu être mis en évidence par la matrice de corrélation de Pearson en ajoutant une information supplémentaire intéressante. On remarque en effet que la réduction de dose est négativement corrélée au premier groupe de variables qui concerne les traitements et positivement corrélée aux variables qui décrivent des attaques d'oïdium. En d'autres mots les viticulteurs qui conduisent des réductions importantes sont ceux qui par ailleurs traitent le moins. En revanche la réduction de dose expose les viticulteurs à plus d'oïdium dans leurs parcelles. Ce graphique montre également une absence totale de corrélation entre les variables traitement et les variables maladies ce qui permet de dire que ceux qui traitent le plus ne sont pas mieux protégés que les autres.

Enfin le graphique biplot ne montre pas d'effet clair de la pulvérisation sur la répartition des données. Ici aussi c'est le manque de données sur les pulvérisations A et C qui empêche une analyse plus fine des données.

Freins et attrait pour Optidose : De plus en plus de viticulteurs ont conscience de la nécessité de réduire l'usage de PPP en viticulture pour toutes les raisons que l'on a déjà cité avant dans ce mémoire et se dirigent d'eux même vers de tels itinéraires techniques. Un autre argument qui revient souvent concerne l'aspect économique : la réduction de dose permet de réduire considérablement la facture de fongicides et cela est non négligeable notamment dans un vignoble traditionnellement tourné vers la coopération où les marges sont faibles. A titre d'exemple pour V5 les 40% de réduction de dose se sont traduits par une économie sur l'année 2019 de 227,9 euros pour un coût global de protection à pleine dose de 484,2 euros.

Les principaux freins rencontrés résultent surtout des habitudes des viticulteurs et en particuliers des plus âgés. Ils rechignent souvent à modifier leurs pratiques. D'autres ont des doutes sur l'efficacité de la méthode Optidose. Enfin le plus souvent ils ne veulent prendre aucun risque sur la récolte et préfèrent traiter de manière intensive malgré les coûts que cela représente afin d'assurer une récolte complètement saine et sans perte de rendement. Pour finir, les vendeurs de fongicides, qui établissent les programmes de traitement des viticulteurs et qui ont beaucoup d'influence sur ces derniers, les incite souvent à traiter à des doses élevées.

Il faut également souligner que cette partie analyse repose principalement sur l'analyse de l'IFT. Or on peut se demander si l'IFT est vraiment un bon indicateur de performance d'un programme de traitement. En effet l'utilisation de produits de biocontrôles, dont le plus courant est le soufre, peuvent augmenter considérablement l'IFT alors que leur usage en substitution de molécules de synthèse permettent de réduire l'impact environnemental des traitements. De la même manière vaut-il mieux traiter une fois avec un produit CMR très efficace que plusieurs fois avec un produit non CMR mais qui peut avoir des failles ?

L'IFT est un outil fiable et robuste pour comparer des pratiques agricoles mais cependant il n'est pas un indicateur qui permette de juger de la qualité et la pertinence d'un programme de protection des cultures.

### 3.3. Décitrait

Les conditions de la saison 2019 n'ont pas été optimales pour évaluer la pertinence de l'outil Décitrait du fait de la faible pression mildiou de cette année. En effet Décitrait a des raisonnements de protection phytosanitaire qui diffèrent selon si l'on s'intéresse au mildiou ou à l'oïdium.

Comme on l'a vu plus haut l'épidémiologie du mildiou est très bien connue et les données climatiques à elles seules permettent de prévoir les épisodes contaminants. C'est ce que réalise le module Décitrait en confrontant diverses informations (données météo, modèles épidémiologiques...). Or sur cette saison 2019, seuls de rares épisodes pluvieux ont été identifiés comme contaminants et ces contaminations sont restées marginales au champ. Il n'a donc pas été possible de vérifier la pertinence de la dynamique des préconisations du module en cas de forte épidémie de mildiou.

Pour l'oïdium en revanche le raisonnement est différent. En effet il est plus difficile d'identifier les situations susceptibles d'être contaminantes car elles ne dépendent pas d'un événement climatique unique. Partant de ce constat, le module identifie une période de sensibilité de la vigne qui nécessite une couverture à 80% par des produits phytosanitaires. Cette période est d'autant plus importante que

Essai biocontrôle, chaque modalité fait 0,05ha													
Traitement 1: le 08/04													
Modalité		TNT		Opti		Bla 1L		Bla 2L		Son red		Son seul	
Produit	Dose homologuée	Dose appliquée	% de dose										
Manica	7,5	0,075	20	0,075	20	0,075	20	0,075	20	0,075	20	0,075	20
Thiovit	12,5	0,095	16	0,095	16	0,095	16	0,095	16	0,095	16	0,095	16
Traitement 2: le 01/05													
Modalité		TNT		Opti		Bla 1L		Bla 2L		Son red		Son seul	
Produit	Dose homologuée	Dose appliquée	% de dose										
Polyram	2	0,025	25	0,025	25	0,025	25	0,025	25	0,025	25	0,025	25
Flosul	4	0,1	50	0,1	50	0,1	50	0,1	50	0,1	50	0,1	50
Traitement 3: le 17/05													
Modalité		TNT		Opti		Bla 1L		Bla 2L		Son red		Son seul	
Produit	Dose homologuée	Dose appliquée	% de dose										
Héliosoufre	7,5	/	/	0,26	70	0,185	50	0,185	50	0,13	35	/	/
Héliocuire	2	/	/	0,02	20	0,015	15	0,015	15	0,02	20	0,02	20
Sonata	5	/	/	/	/	/	/	/	/	0,25	100	0,25	100
Blason	2	/	/	/	/	/	50	/	100	/	/	/	/
Traitement 4: le 24/05													
Modalité		TNT		Opti		Bla 1L		Bla 2L		Son red		Son seul	
Produit	Dose homologuée	Dose appliquée	% de dose										
Héliosoufre	7,5	/	/	0,26	70	0,185	50	0,185	50	0,13	35	/	/
Héliocuire	2	/	/	0,04	40	0,028	30	0,028	30	0,04	40	0,04	40
Sonata	5	/	/	/	/	/	/	/	/	0,25	100	0,25	100
Blason	2	/	/	/	/	0,05	50	0,1	100	/	/	/	/
Traitement 5: le 04/06													
Modalité		TNT		Opti		Bla 1L		Bla 2L		Son red		Son seul	
Produit	Dose homologuée	Dose appliquée	% de dose										
Héliosoufre	7,5	/	/	0,3	80	0,21	55	0,21	55	0,15	40	/	/
Héliocuire	2	/	/	0,05	50	0,035	35	0,035	35	0,05	50	0,05	50
Sonata	5	/	/	/	/	/	/	/	/	0,25	100	0,25	100
Blason	2	/	/	/	/	0,05	50	0,1	100	/	/	/	/
Traitement 6: le 13/06													
Modalité		TNT		Opti		Bla 1L		Bla 2L		Son red		Son seul	
Produit	Dose homologuée	Dose appliquée	% de dose										
Héliosoufre	7,5	/	/	0,375	100	0,26	70	0,26	70	0,185	50	/	/
Héliocuire	2	/	/	0,05	50	0,035	35	0,035	35	0,05	50	0,05	50
Sonata	5	/	/	/	/	/	/	/	/	0,25	100	0,25	100
Blason	2	/	/	/	/	0,05	100	0,05	100	/	/	/	/
Traitement 7: le 19/06													
Modalité		TNT		Opti		Bla 1L		Bla 2L		Son red		Son seul	
Produit	Dose homologuée	Dose appliquée	% de dose										
Vivando	0,2	/	/	0,008	80	0,008	80	0,008	80	0,008	80	0,008	80
Héliocuire	2	/	/	0,05	50	0,05	50	0,05	50	0,05	50	0,05	50

Figure 15. Cahier de traitement de l'essai biocontrôle

l'on travaille avec un cépage sensible comme c'est le cas avec le Chardonnay B. Pour le Chardonnay B cette période va du stade phénologique 15 (boutons floraux agglomérés) à la fin du stade phénologique 31 (petit pois).

Le point fort de ce nouvel outil réside dans le fait qu'il condense toutes les informations dont on peut disposer et les agrège afin de faire des préconisations de protection phytosanitaire. D'une certaine manière il permet de raisonner les traitements à la place des viticulteurs tout en disposant d'un plus grand nombre d'informations. Dans la pratique, on remarque que les épisodes climatiques qui nécessitent une protection phytosanitaire selon Décitrait sont aussi ceux qui sont identifiés à risque par les viticulteurs. A titre d'exemple si l'on saisit à posteriori le cahier de traitement du viticulteur V6, qui a gardé un très bon état sanitaire sur ses parcelles tout au long de la saison, on remarque que chacun des événements identifiés comme à risque par Décitrait, ont été couverts avec un produit par le viticulteur. Cet outil n'est donc pas indispensable à la réussite d'une protection phytosanitaire mais il permet d'en simplifier le raisonnement. Cependant il faut rester vigilant car les données météo qui permettent de réaliser les prédictions, bien qu'assez réalistes sur la saison 2019, peuvent être erronées, notamment en ce qui concerne les événements climatiques localisés tels que les orages.

D'autres aspects du logiciel s'avèrent intéressants notamment en ce qui concerne la traçabilité et le suivi de la protection phytosanitaire. En effet l'utilisateur peut enregistrer son parcellaire et saisir ses traitements. Sur l'interface web, il a alors accès à diverses informations telles que la rémanence des produits et les historiques de traitement parcelle par parcelle. Cette fonctionnalité peut avoir tout son sens pour les grandes exploitations ou quand les traitements sont raisonnés par cépage ou ilot. Une évolution intéressante de cet outil pourrait être de générer en fin de saison des cahiers de traitements ou le calcul des IFT hors herbicides.

Il faut noter que le suivi régulier du logiciel et la correction des données, notamment celles relatives à la pluviométrie et à la phénologie, est indispensable afin de disposer d'informations fiables et à jour. Cet outil ne dispense en rien des habituelles visites sur le terrain qui sont les seules à offrir une vision réelle de l'évolution du vignoble.

D'un point de vue pratique la prise en main est assez intuitive. Elle requiert néanmoins un temps d'adaptation afin de bien comprendre son fonctionnement. Son utilisation sérieuse et intégrale à l'échelle d'une exploitation peut vite devenir chronophage. La diffusion de ce nouvel outil risque d'être limitée du fait que de nombreux viticulteurs sont peu familiarisés à l'utilisation d'outils informatiques et assez méfiants envers les nouveaux outils mis à leur disposition.

En définitive Décitrait se révèle être un outil très abouti et réellement performant dans l'établissement de stratégies de protection phytosanitaire. Ce module va sans doute séduire les grandes exploitations qui cherchent à gagner en traçabilité tout en disposant d'informations fiables et complètes afin de raisonner la protection du vignoble.

### 3.4. Expérimentation biocontrôle

Du fait de délais nécessaires à l'acquisition des produits de biocontrôle deux premiers traitements préventifs ont été positionnés sur l'intégralité de la parcelle en début de saison, un premier le 8 avril et le second le premier mai. Les premières pulvérisations réalisées suivant le protocole établi ont été au nombre de 4 et ont commencé le 17 mai. Le cahier de traitement complet se trouve dans la figure 15.

Le premier comptage a été effectué le 24/05 suite à l'apparition en début de semaine de la première tâche d'oïdium dans le vignoble. Les comptages suivants ont été réalisés à intervalles réguliers selon l'évolution de la pression maladie constatée. Ils ont porté uniquement sur l'oïdium qui a été la seule maladie qui s'est exprimée cette année. Le détail se trouve dans le tableau 4.

L'essai a très vite été compromis car une forte attaque d'oïdium a touché la parcelle. La maladie s'est fortement développée sur feuille puis sur inflorescences et grappes sans jamais être contenue.

De plus la parcelle d'essai a souffert de la sécheresse de cet été. En effet le sol où elle est implantée a été remanié avant plantation avec apport de beaucoup de pierres et de sol exogènes. Cela en fait une parcelle sensible au stress hydrique et de manière non homogène sur la parcelle. Des modalités entières ont été lourdement affectées avec perte d'une grosse partie du feuillage qui a conduit à des blocages de maturité précoces pour les baies. L'addition de ses différents facteurs a rendu les

Tableau 5. Résultats des différents comptages réalisés sur la parcelle

Modalité	TNT	Opti	Bla 1L	Bla 2L	Son red	Son seul
Symptômes sur feuille (%)	18	20	22	20	19	8
Symptômes sur inflorescence (%)	2	0	0	0	0	0

*Comptage 24/05*

Modalité	TNT	Opti	Bla 1L	Bla 2L	Son red	Son seul
Symptômes sur feuille (%)	16	16	12	4	12	40
Symptômes sur fleur (%)	0	4	0	0	0	0

*Comptage 03/06*

Modalité	TNT	Opti	Bla 1L	Bla 2L	Son red	Son seul
Symptômes sur feuilles (%)	44	68	60	56	92	96
Symptômes sur grappes (%)	4	16	4	0	4	0

*Comptage 11/06*

Modalité	TNT	Opti	Bla 1L	Bla 2L	Son red	Son seul
Fréquence d'attaque (%)	52	56	56	40	60	coulure
Intensité d'attaque moyenne (%)	38	18	16	17	19	coulure
Intensité globale d'attaque (%)	20	10	9	7	11	coulure

*Comptage 28/06*

Modalité	Opti	Bla 1L	Bla 2L	Son red	Son seul
Fréquence (%)	60	40	46	26	/
Intensité moyenne (%)	58	80	50	38	/
Intensité globale (%)	35	32	23	10	/

*Comptage 27/08*

observations difficiles à réaliser. De plus une comparaison des résultats aurait mis en évidence des facteurs liés à la situation de la parcelle plus qu'au protocole de pulvérisation.

On peut néanmoins formuler quelques critiques et remarques sur l'essai.

L'importante attaque d'oïdium sur feuille constatée le 11 juin est consécutive à l'impasse de traitement qui a été faite en début de saison. Etant donné l'aspect préventif des solutions de biocontrôle sur les maladies cryptogamiques, il est indispensable de les positionner au plus tôt en respectant scrupuleusement les cadences de traitement. Or, pour des raisons logistiques, cela n'a pas été le cas dans cet essai. Ce qui a conduit à une contamination rapide et irrévocable de l'essai.

On peut aussi mettre en cause la qualité de la pulvérisation. Le soufre et le cuivre étant des produits de contact leur action est plus efficace s'ils sont positionnés sur la face inférieure des feuilles. Or l'atomiseur à main utilisé génère un volume d'air assez faible et insuffisant pour bien brasser le feuillage, permettre la pénétration du produit et son dépôt sur tous les organes de la vigne.

Les rangs de la parcelle d'essai étaient positionnés est-ouest. Or dans la région le vent dominant qui est le mistral vient du nord. Ainsi les premières modalités, dont le TNT, ont été particulièrement exposées à ce vent froid qui a soufflé beaucoup en 2019. Il est possible que ce vent ait limité la progression de l'oïdium sur le TNT en chassant l'humidité présente et en refroidissant localement le climat. En revanche le TNT a également joué un rôle de coupe vent et les autres modalités n'ont pas profité de cet effet ventilateur.

En définitive les résultats de cet essai se sont révélés inexploitable. Le protocole a montré des failles à posteriori et les conditions climatiques exceptionnelles de cette année ont rendu les observations très compliquées et non représentatives.

Le biocontrôle préserve tout son intérêt pour Latour Ardèche. De nouvelles expériences devront être conduites dans les prochaines années afin de mesurer leur efficacité et leur viabilité économique.



## Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer quelques outils qui peuvent facilement être mis en œuvre sur une exploitation et qui permettent d'optimiser et in fine, de réduire l'usage de fongicides en viticulture.

Optidose est un outil maintenant bien éprouvé et qui a très bien répondu lors de cette étude. Il permet d'associer de fortes réductions de dose tout en gardant un état sanitaire correct sur les parcelles, sans perte de récolte et sans dépréciation de la qualité de la vendange. Optidose permet en outre aux viticulteurs de faire des économies sur les factures de fongicides.

Décitrait est un outil très prometteur. Il permet d'aller plus loin qu'Optidose en offrant une stratégie de traitement clé en main aux viticulteurs. Sur cette étude le module a très bien réagi aux changements climatiques ou biologiques qui ont pu avoir lieu dans le vignoble en ajustant systématiquement les préconisations. Il faudra attendre le lancement de cet outil à grande échelle pour confirmer sa robustesse.

L'essai conduit cette année sur les solutions de biocontrôle n'a pas pu ni valider ni discréditer l'intérêt des produits Sonata et Blason dans une stratégie de réduction de dose. D'autres expérimentations seront nécessaires pour se forger un avis sur le potentiel de ces produits.

Enfin une fois de plus la pulvérisation a été montrée comme le premier levier de réduction des fongicides en viticulture. C'est un aspect très pragmatique de la problématique accessible à tous. Il ne doit en aucun cas être négligé si l'on souhaite pouvoir aller plus loin dans l'économie d'intrants.

Cette étude a aussi mis en évidence l'importance de l'accompagnement et de la formation des viticulteurs. Beaucoup souhaitent améliorer leurs pratiques mais ne disposent pas toujours des compétences ou des informations nécessaires à ce changement.

Enfin l'été très sec de 2019 nous a rappelé que de nombreuses autres problématiques telles que la gestion de l'irrigation et de l'enherbement restent à étudier afin que la viticulture puisse se réaffirmer comme l'un des piliers de l'agriculture ardéchoise.



## Références bibliographiques

- ANSES. (2010, octobre). *Synthèse des données d'utilisation, de contamination des milieux et d'imprégnation de la population.*
- Aveline, N. (2009). *Réduction des intrants : Quelles alternatives ?* 6.
- Aveline, N. (2019). *Liste des produits de biocontrôle homologués en viticulture.* IFV.
- Batsch, D. (2011a). *L'impact des pesticides sur la santé humaine.* 185.
- Batsch, D. (2011b). *L'impact des pesticides sur la santé humaine.* 185.
- Claverie, M. (2014). *Méthode Optidose pour le Sud-Est, abaques vigne simplifiées.* IFV.
- Codis, S. (2017). *PROBLÉMATIQUE DE LA DÉRIVE DE PULVÉRISATION.* 40.
- Codis, S., Davy, A., Delpuech, X., Carra, M., Naud, O., & Verges, A. (2018). *Labellisation des pulvérisateurs selon leur aptitude à la réduction des doses.* UMT EcoTechViti.
- Commission du vignoble Charentes-Cognac. (2014). *DOSSIER SPECIAL : OAD au service de la viticulture.*
- Corio-Costet, M.-F., & Bellée, A. (2018, avril). Le biocontrôle en vigne... ? *UGVB*, (1153), 38-43.
- Davy, A. (2019). *DeciTrait® : Un nouvel Outil d'Aide à la Décision dédié à la protection de la vigne.* 2.
- Davy, A., Bernard, F.-M., Claverie, M., Codis, S., Michez, A., Raynal, M., ... Vergnes, D. (2013). *Optidose® en ligne sur le Web : Un outil pour ajuster les doses de fongicides.* 3.
- Davy, A., & Chapuis, G. (2012). *Comparaison des systèmes d'expression des doses de produits de protection de la vigne dans 5 pays européens et les besoins d'une harmonisation.* 9.
- Davy, A., Raynal, M., Debord, C., Vergnes, D., Codis, S., Naud, O., ... Perot, S. (2019). *DeciTrait® : Un OAD pour la protection de la vigne. 4èmes assises des vins du sud-ouest*, 11-19. Toulouse: IFV.
- Deliere, L., Rougier, M., Emonet, E., Pillet, E., Burgun, X., Lafond, D., ... Thiollet-Scholtus, M. (2019). *Réseau DEPHY EXPE: Synthèse des résultats à mi-parcours à l'échelle nationale— Filière Viticulture.* 71.
- Dubernet, M., Bouazza, V., Duprat, P., Toussaint, M., Dubernet, L., & Debez, É. (2015). *Résidus phytosanitaires dans les vins : Un état des lieux.* 11.
- Dusserre, C., Goudenove, J., Jodar, C., & Petit, C. (2018). *Un stimulateur de défense des plantes : Le COS-OGA. Analyses et améliorations.* 8.
- Dutartre, S., Chomienne, J.-P., Larguier, M., Pinçonnet, D., & Tessier, R. (2017). *Rapport biocontrôle.* 87.
- France Nature Environnement. (2012). *La directive « pesticides » et le plan Ecophyto.* France Nature Environnement.
- Guichard, L., Dedieu, F., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J.-M., Reau, R., & Savini, I. (2017). Le plan Ecophyto de réduction d'usage des pesticides en France : Décryptage d'un échec et raisons d'espérer. *Cahiers Agricultures*, 26(1), 14002. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017004>
- IFOP. (2017). *Les Français, la consommation écoresponsable et la transition écologique.*
- IFV. (2015). *Notice d'utilisation d'Optidose.* IFV.
- Larguier, M., Pinçonnet, D., & Fontaine, F. (2017). *Évolution du dispositif de contrôle périodique obligatoire des pulvérisateurs de produits phytopharmaceutiques.* 66.
- MAAF. (2012). *Bilan du plan Écophyto.* MAAF.
- MAAF. (2013). *Le contrôle périodique des pulvérisateurs.* 4.



- MAAF. (2015). *Plan Ecophyto II, agroécologie, produisons autrement*. MAAF.
- MAAF. (2018). *Indicateur de fréquence de traitements phytopharmaceutiques (IFT)—Guide méthodologique*.
- Naud, O., & Carra, M. (2018). *Modélisation des dépôts de traitements phytosanitaires en fonction de l'architecture du végétal en viticulture*.
- OMS (Éd.). (1991). *L' utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences pour la santé publique*. Genève.
- Raynal, M. (2009). La réduction maîtrisée des doses de produits phytosanitaires. *Pulvérisation et entretien du sol en viticulture durable*, 18-20. Toulouse: IFV.
- Raynal, Marc, Davy, A., Heinzlé, Y., & Guittard, S. (2013). *La réduction maîtrisée des doses de produits phytosanitaires*. 6.
- Robin, D. (2018). *Évolution des substances de biocontrôle approuvées depuis l'entrée en vigueur du règlement (CE) n° 1107/2009* (p. 89).
- Siegfried, W., Viret, O., & Wohlhauser, R. (2005). Dosage des fongicides en fonction du volume foliaire de la vigne. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture*, (37), 59-64.
- Simonovici, M. (2019). Enquête Pratiques phytosanitaires en viticulture en 2016. *Enquête Agreste*, 50.
- TOPPS Prowadis. (2012). *Guide des bonnes pratiques pour la limitation de la dérive de pulvérisation*.
- Toulon, A., & Bouhaddi, F. (2019). *Statistique agricole annuelle 2017-2018. Données provisoires*.
- van Aubel, G., Buonatesta, R., & Van Cutsem, P. (2014). COS-OGA : A novel oligosaccharidic elicitor that protects grapes and cucumbers against powdery mildew. *Crop Protection*, 65, 129-137. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.07.015>
- Verges, A. (2016). Diversité des techniques de pulvérisation vs performances : Identification de voies d'optimisation sur la vigne artificielle EvaSprayViti. *Colloque Euroviti: pulvérisation en viticulture*, 12-16. Angers: IFV.
- Verges, A. (2018). *Evaluation de la dérive de pulvérisation en viticulture et acquisition de références pour la mise en place de mesures de gestion du risque adaptées aux situations (contamination de l'eau, de l'air, des zones sensibles abritant de la biodiversité ou des personnes)*.
- Viret, O, Siegfried, W., Bloesch, B., Taillens, J., & Mittaz, C. (2007). Dosage des fongicides adaptés à la surface foliaire : Résultats en 2006. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture*, (39), 65-70.
- Viret, Olivier, Dubuis, P.-H., Bloesch, B., Fabre, A.-L., & Dupuis, D. (2010). *Dosage des fongicides adapté à la surface foliaire en viticulture : Efficacité de la lutte*. 42, 226-233.
- WWF. (2014). *Rapport Planète Vivante 2014*.

## **Annexes**

Annexe 1 : Diagnostic de réglage de pulvérisateur (source : Pulvécenter)

Annexe 2 : Abaques Optidose sud-est

Annexe 3 : Evolution de l'état sanitaire des parcelles suivies ( $P_iV_j$ , parcelles i du viticulteur j)

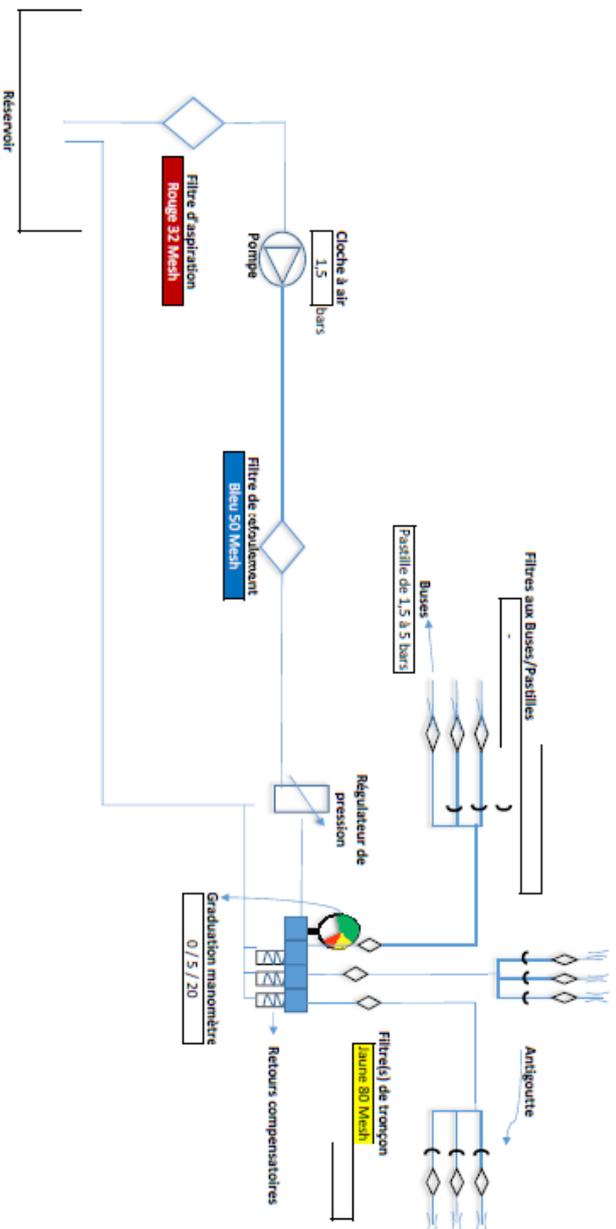
Annexe 4 : Résultats de l'Anova

Annexe 5 : Résultats de l'ACP





**FICHE DIAGNOSTIC PULVERISATEUR**



## Annexe 2 : Abaques Optidose sud-est

### Méthode Optidose® pour le Sud-Est Abaques VIGNE simplifiées

La méthode Optidose® fournit un **outil d'adaptation de la dose** de produit phytosanitaire à la situation à traiter prenant en compte le stade phénologique, le développement de la végétation, la pression parasitaire et la sensibilité parcelaire. Elle concerne le mildiou et l'oïdium.

#### Quand utiliser la méthode Optidose ?

Cet outil s'utilise une fois que vous avez pris la décision de traiter, pour déterminer une dose adaptée à la situation. Il ne se substitue pas au raisonnement du positionnement du traitement mais vient ensuite. « Je traite ? OUI/NON. Si oui, à quelle dose ? » est la bonne démarche.



Le présent abaque est une **adaptation simplifiée de la méthode**. Pour plus de précision dans la détermination de la dose, se référer à l'outil en ligne sur :

- [http://www.vignevin-epicure.com/index.php/tre/module\\_optidose/optidose](http://www.vignevin-epicure.com/index.php/tre/module_optidose/optidose)
- ou contacter votre conseiller de proximité appartenant à un des organismes partenaires dont les logos sont indiqués au bas de cette fiche. Des formations et/ou des dispositifs d'accompagnement peuvent être organisés.

La méthode Optidose® a été testée expérimentalement en région méditerranéenne sur plusieurs millésimes et plusieurs cépages, allant de sensibles à moyennement sensibles. Au total, environ 50 essais ont été conduits en

oïdium et 30 en mildiou par 16 organismes techniques, comparant pleine dose à l'hexaca, Optidose® et témoin non traité. Ils ont permis de valider le présent outil.

Les résultats expérimentaux montrent que, lorsque la protection induite par l'utilisation de la référence « dose homologuée » est bonne, celle générée par les doses adaptées (Optidose®) l'est aussi, avec parfois une présence de maladie un peu plus importante (surtout visible en fréquence et plus rarement en intensité). Il faut donc être prêt à accepter « un peu plus de symptômes ». La « satisfaction » d'un traitement étant fixée par l'obtention d'une protection en deçà d'un **seuil de nuisibilité** et non par l'absence de symptôme.

**Préalables à l'utilisation de la méthode :**

- Mettre en œuvre une stratégie de protection sans faille (début, fin et respect des cadences de la couverture phytosanitaire) et conforme aux bonnes pratiques.
- Utiliser un pulvérisateur réglé pour les parcelles visées et assurant une **couverture face par face** ; ceci signifie de passer tous les 2 rangs avec des appareils type « 2mains-2canons ».

**Comment utiliser cet outil simplifié ?**

Avant chaque traitement :



- Dans le **tableau 1**, définissez si vous êtes en OPTIDOSE +, OPTIDOSE – ou OPTIDOSE en renseignant la sensibilité parcelaire, la pression mildiou/oïdium au moment du traitement et le niveau de végétation.
- Dans le **tableau 2**, positionnez-vous à la verticale du stade phénologique correspondant à votre situation.
- Lisez la dose correspondant à votre situation.

# OÏDIUM



**TABLEAU 1 Oïdium**

SENSIBILITE PARCELLAIRE	PRESSION OÏDIUM*	VEGETATION*	DOSE
Parcelles sensibles (Cargneau, Chardonnay, Muscat petits grains...) ou historique oïdium	Quelles que soient la pression et la végétation		OPTIDOSE +
Cas général parcelles peu ou moyennement sensibles	Pression oïdium moyenne	Tous les cas sauf végétation +	OPTIDOSE
		Végétation +	OPTIDOSE +
	Pression oïdium forte		OPTIDOSE +

\* Voir en page finale pour une aide à la détermination de la pression parasitaire et de la végétation.

**TABLEAU 2 Oïdium**

	st 12 - 14	st 15 - 16	st 17	st 18	st 19 - 28	st 29 - 32	st 33 - 34	st 34 - 35+
Stade phéno. BBCH	5 - 7 feuilles étalées	8 - 9 feuilles étalées (boutons fleurs agglomérés)	10 feuilles (boutons fleurs séparés)	11 - 12 feuilles (pré-floraison)	Floraison nouaison	Baies à taille de grains de plomb à taille de gros pois	Ferme- ture de la grappe	Grappes formées à Vérison
OPTIDOSE	30%	40%	60%	70%	80%	70%	Si pour- suite des traitements, pas de réduction de dose	
OPTIDOSE +	50%	60%	80%	90%	100%	90%		

## Comment déterminer les critères végétation et pression parasitaire ?



### Végétation

Végétation + = parcelle particulièrement vigoureuse ou non ébourgeonnée (> 18-20 rameaux par cep), sol profond, beaucoup de feuillage en fin de saison.

### Exemple de calcul de la dose de produit avec un produit anti-mildiou conventionnel homologué à 4 kg/ha

Votre parcelle est au stade floraison et dans le cas d'une sensibilité moyenne, d'une végétation moyenne et d'une pression mildiou moyenne, l'abaque indique 70%, vous allez donc poser 2.8 kg de produit commercial par hectare. Avec un produit cuprique, la base de la pleine dose a

### Pression parasitaire

La pression parasitaire est déterminée en fonction du Bulletin de Santé du Végétal, du bulletin des organismes techniques de conseil, des observations du vignoble à traiter et de ses alentours, des conditions météo passées et à venir... au moment du traitement. Un accompagnement technique est là encore conseillé.

été prise à 800g/ha de cuivre métal (voir tableau ci-dessous). Avec un produit homologué à 2kg/ha et 1600g/ha de Cu métal, pour une dose de 70%, vous allez appliquer 660g de Cu métal/ha et 740g de produit commercial. Attention à certaines substances homologuées à moins de 800 g/ha, la dose d'homologation reste la dose maximale d'emploi.

### Doses de produits cupriques :

Sur la base d'une pleine dose fixée à 800g de Cu métal/ha, le tableau ci-dessous récapitule les grammages correspondant aux différents pourcentages de dose :

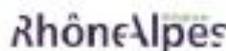
Pourcentages de dose	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Grammes Cu métal/ha	240	320	400	480	560	640	720	800

### Outil et expérimentations réalisés par :

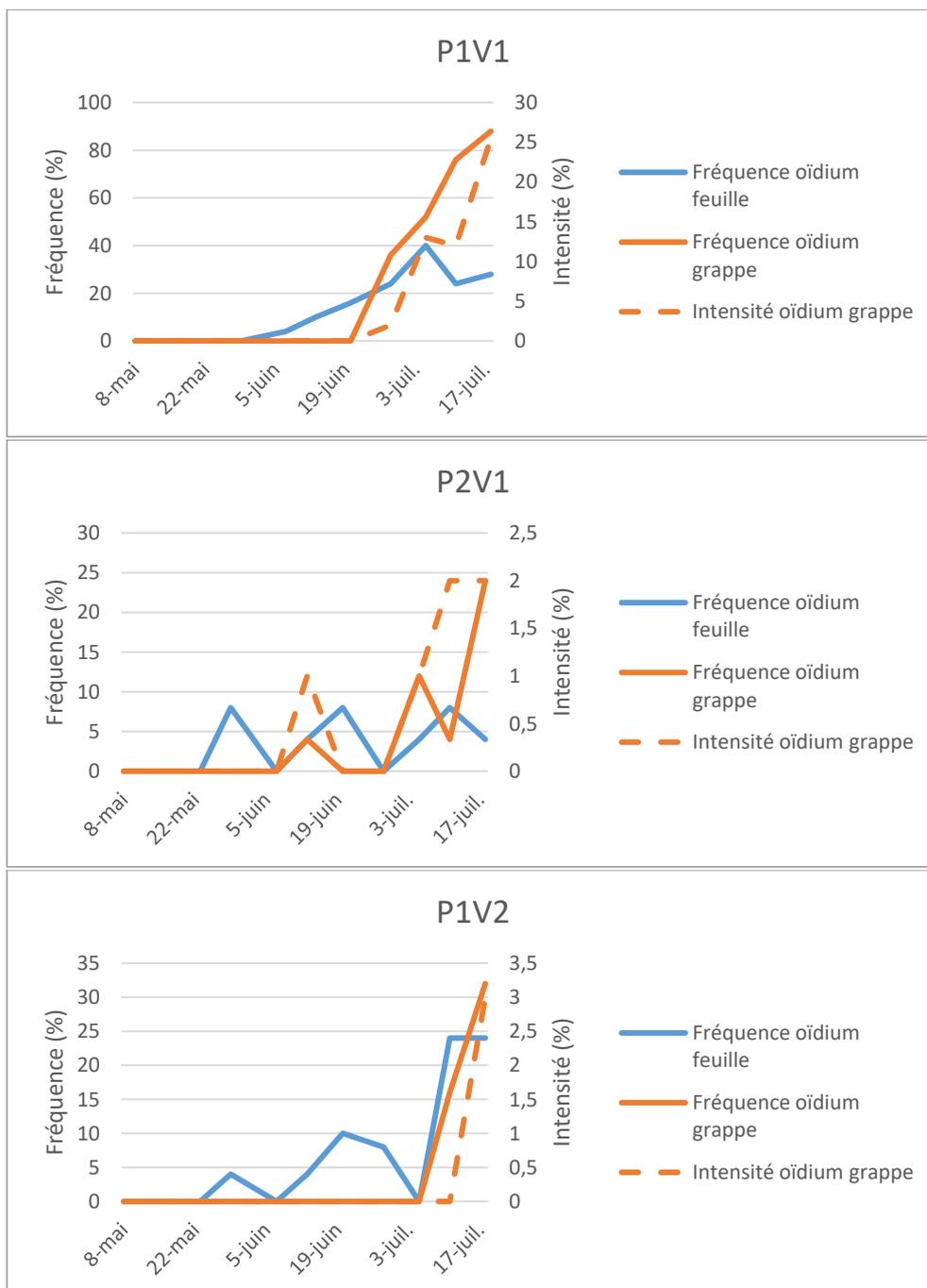


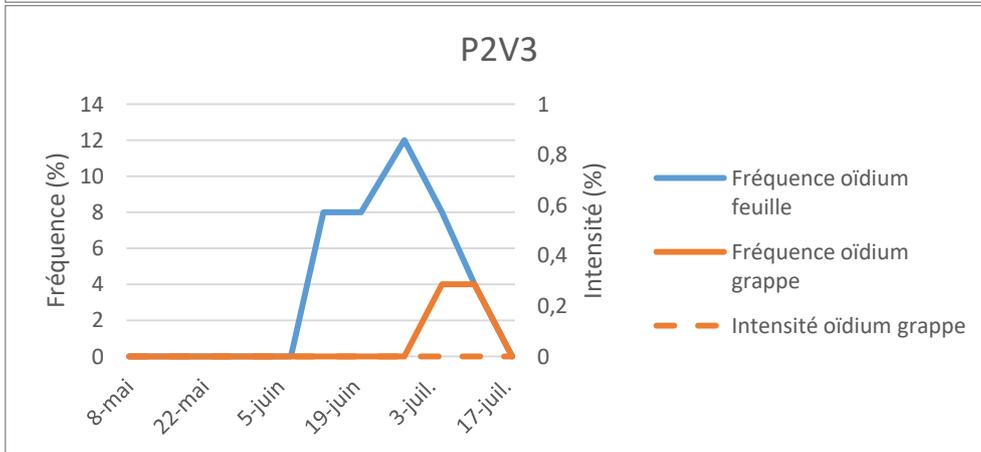
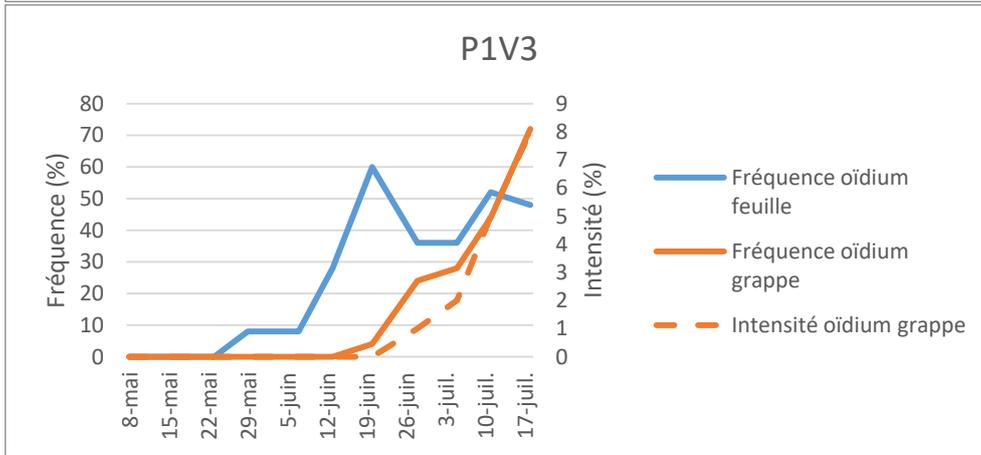
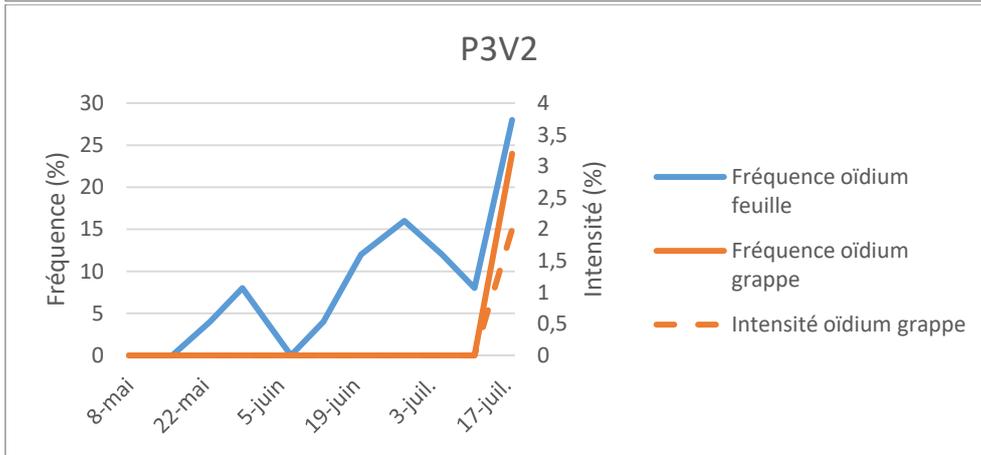
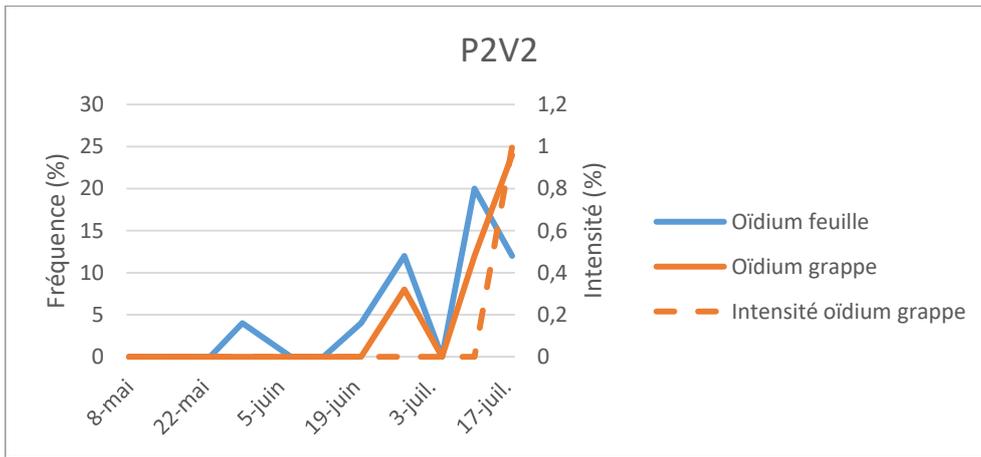
La technique est étudiée en production de raisins de table mais n'est pas validée à ce jour.

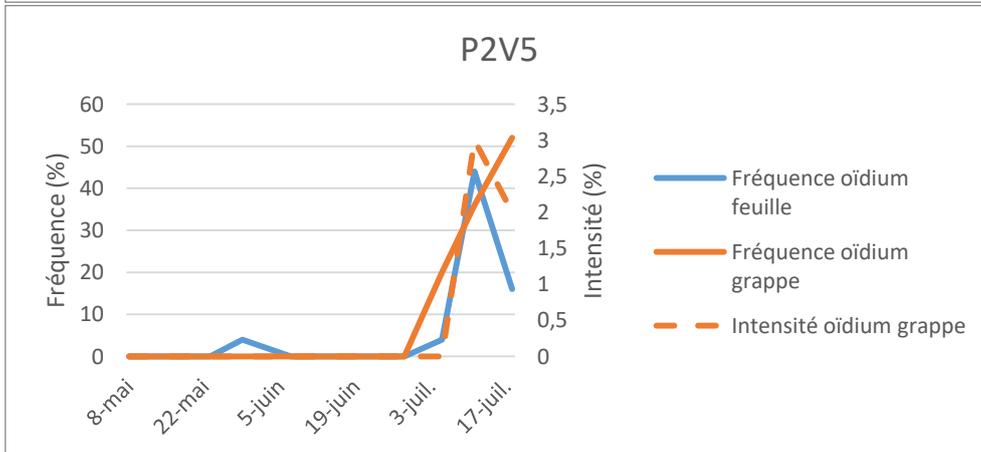
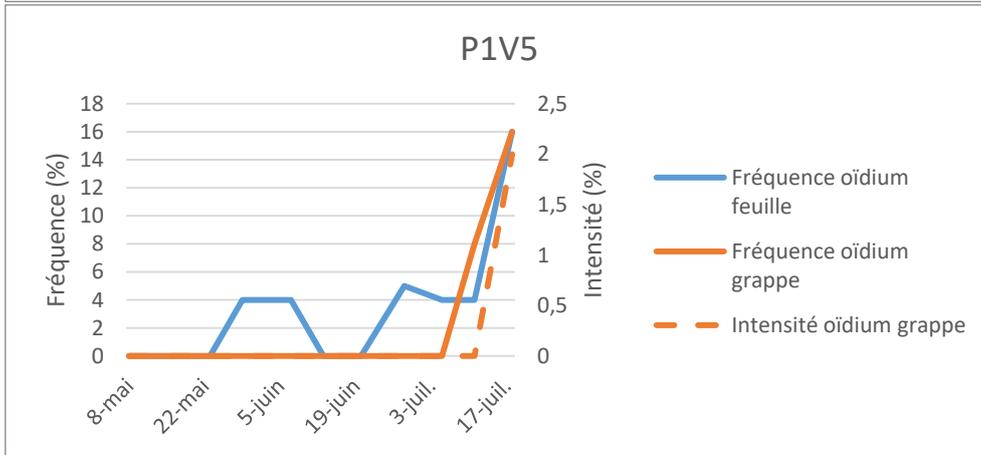
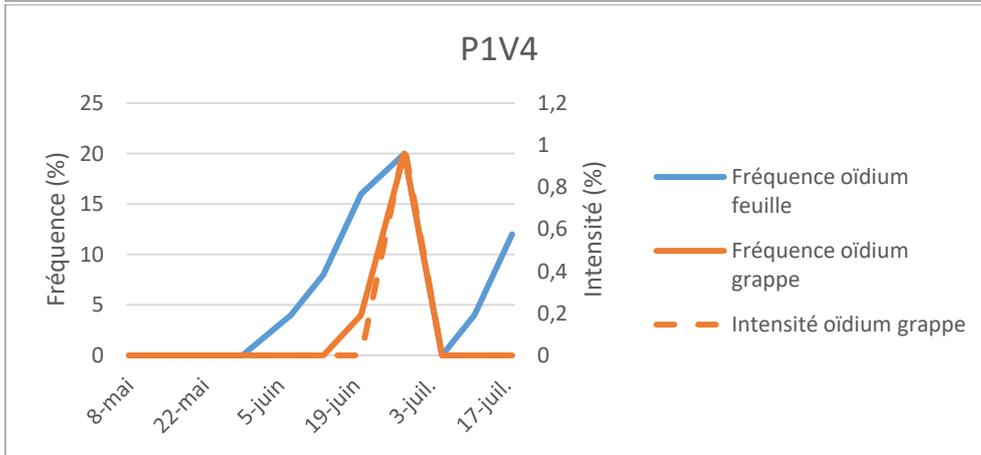
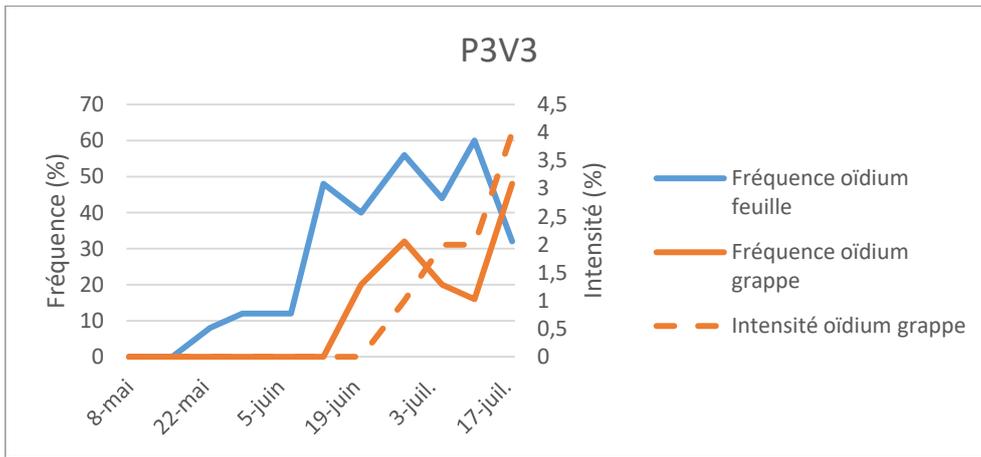
### Avec le soutien financier de :

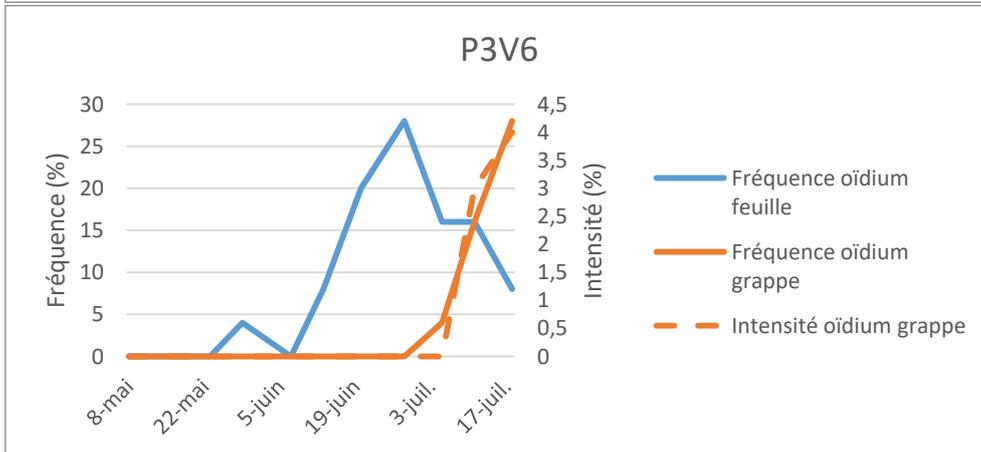
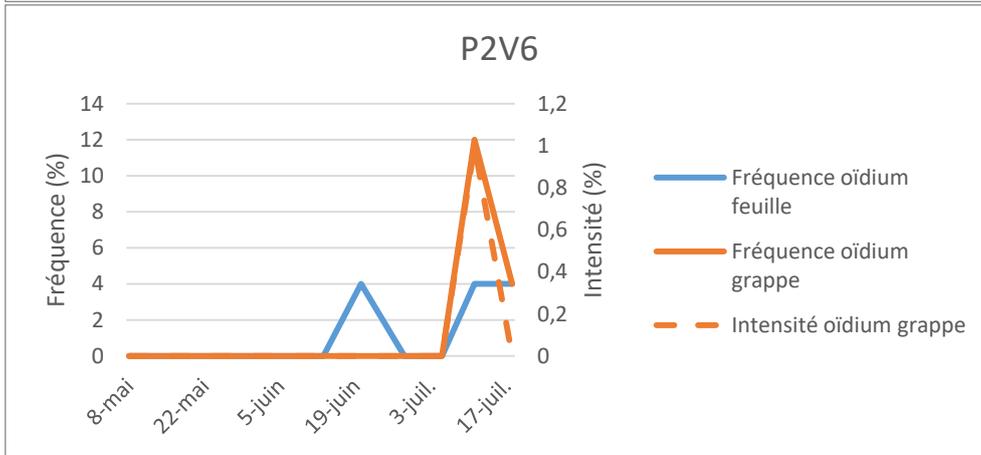
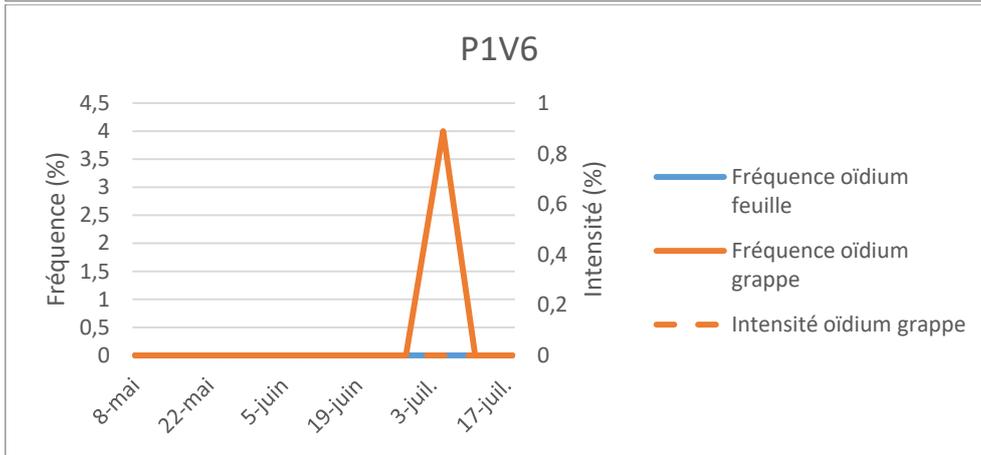
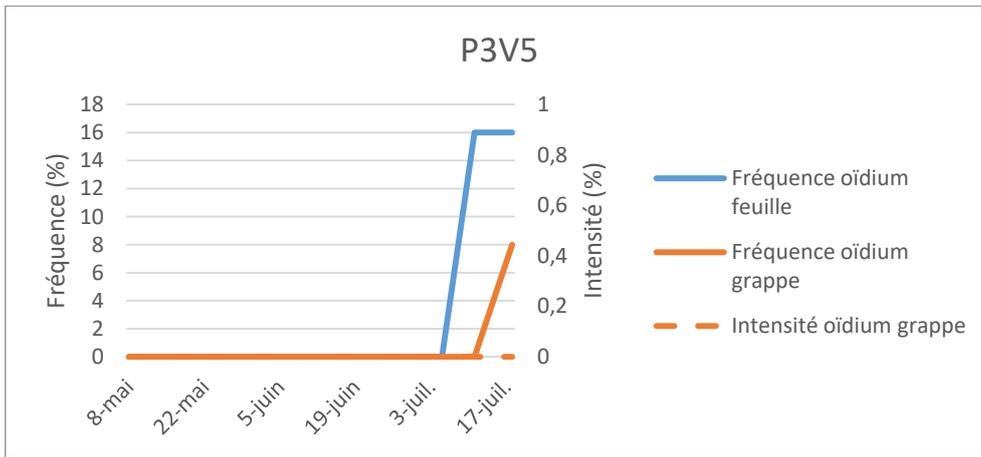


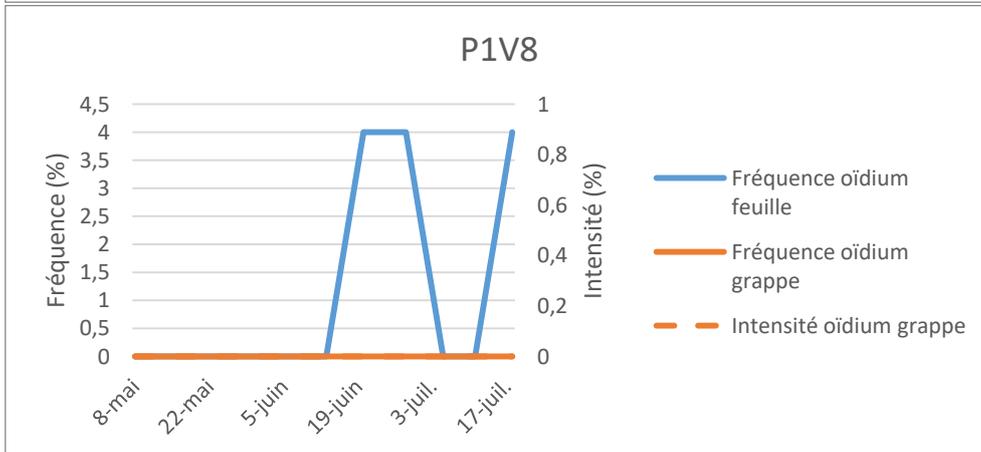
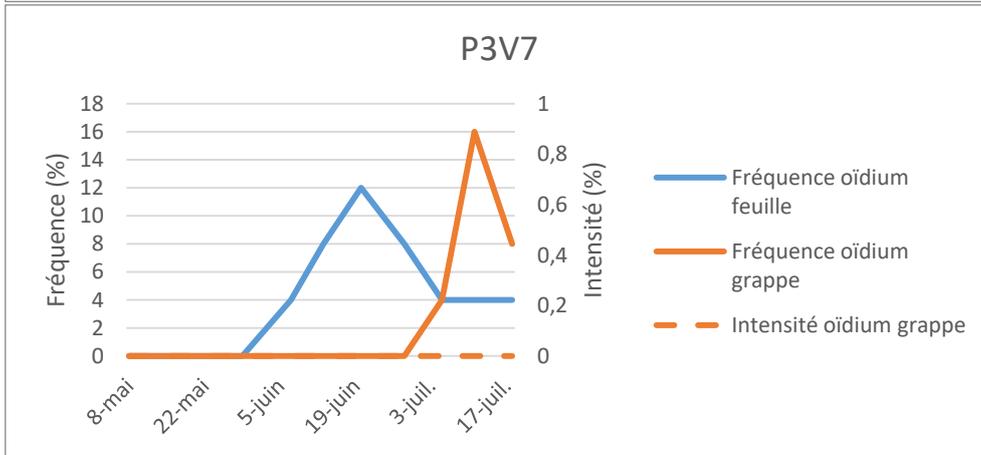
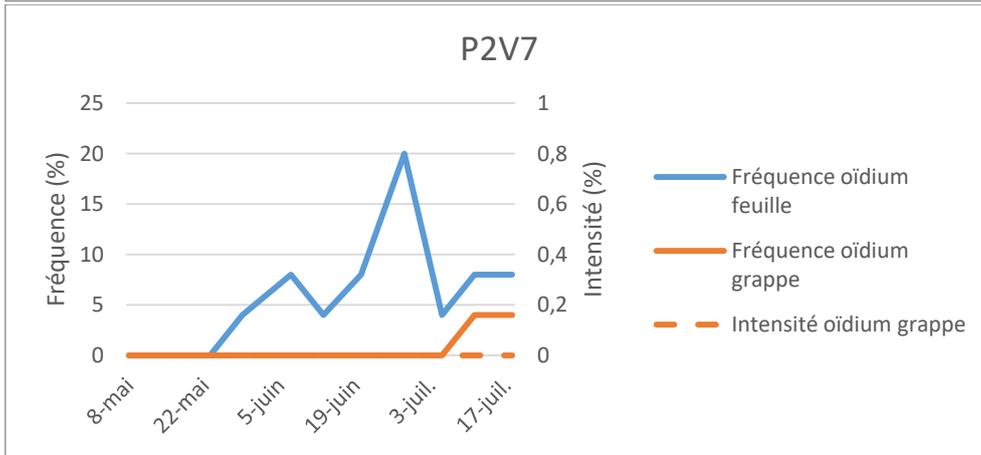
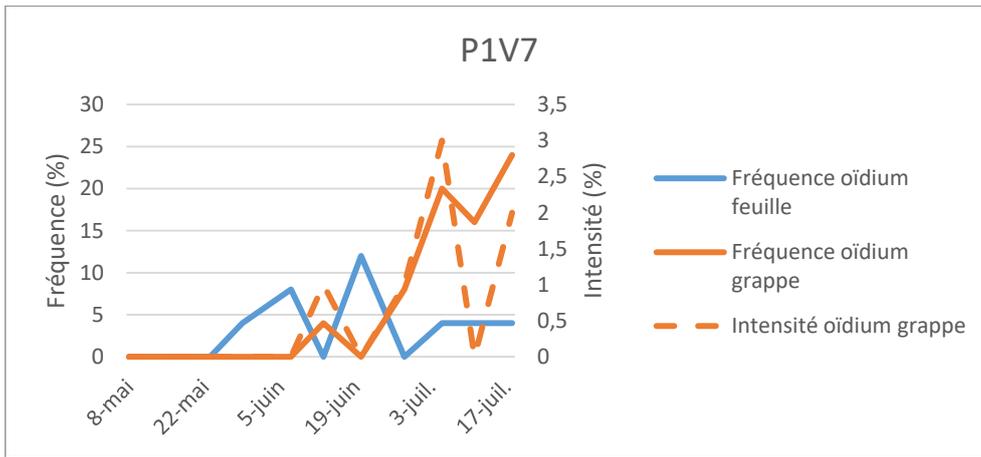
### Annexe 3 : Evolution de l'état sanitaire des parcelles suivies (P<sub>i</sub>V<sub>j</sub>, parcelles i du viticulteur j)

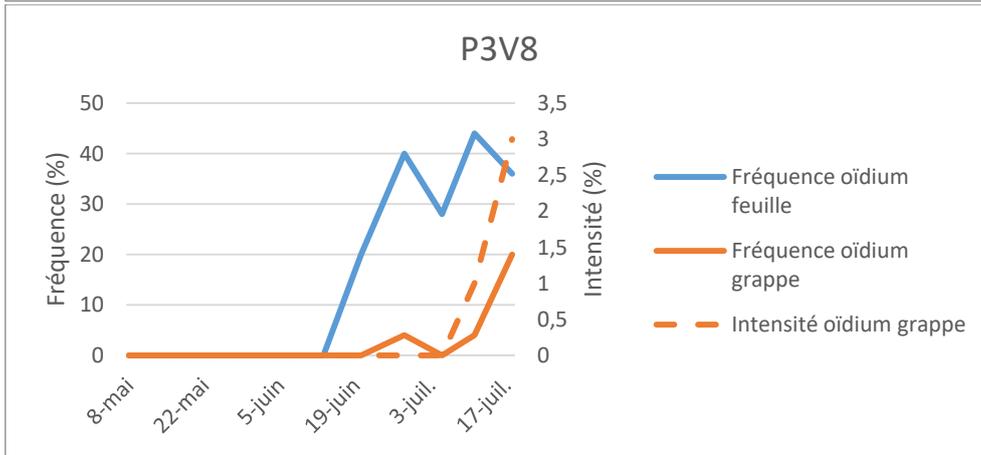
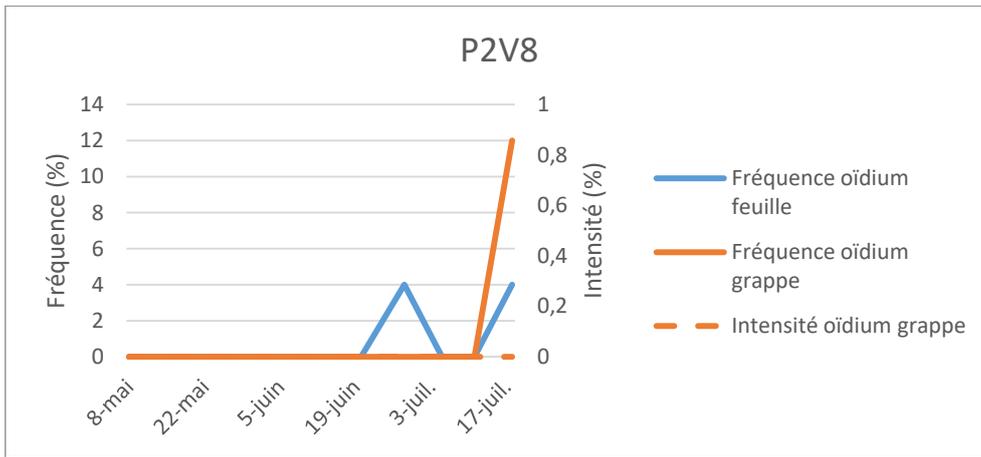












## Annexe 4 : Résultats de l'Anova

Analyse de la variance (Intensité oïdium grappe\*) :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	265,785	132,892	6,727	<b>0,007</b>
Erreur	18	355,593	19,755		
Total corrigé	20	621,378			

Calculé contre le modèle  $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Figure : Intensité oïdium grappe\* / Coefficients normalisés  
(Int. de conf. 95%)

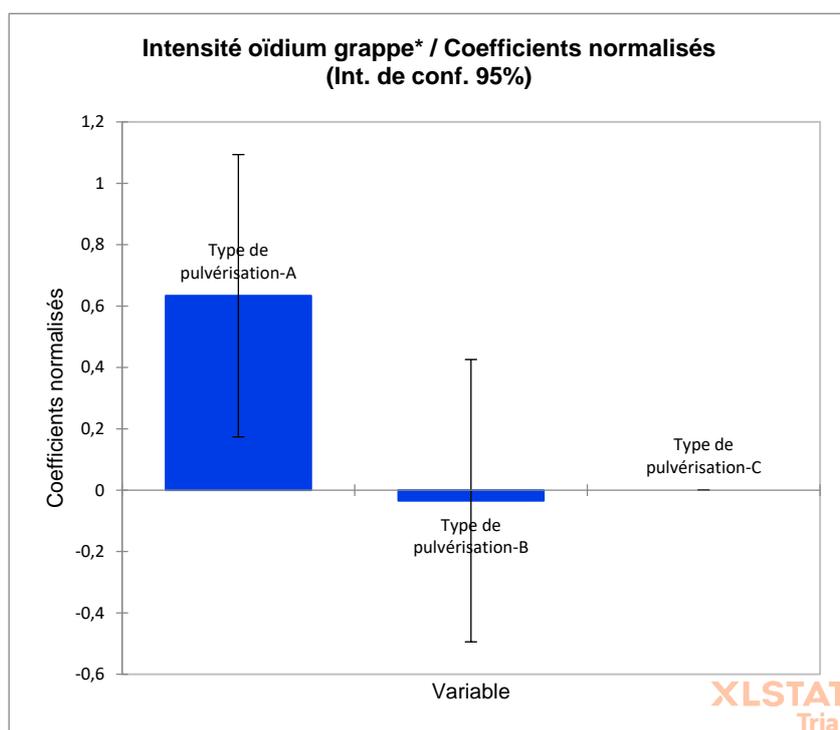


Figure : Préd(Intensité oïdium grappe\*) / Résidus normalisés

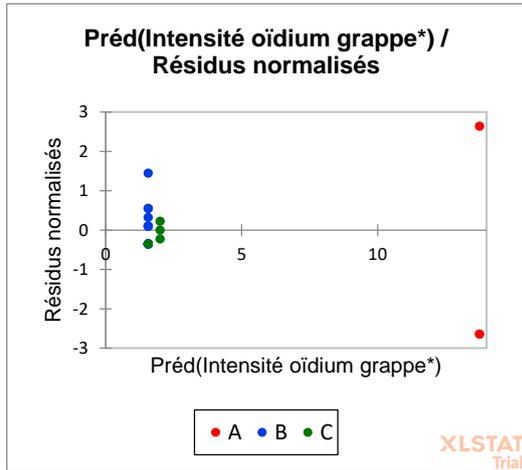


Figure : Intensité oïdium grappe\* / Résidus normalisés

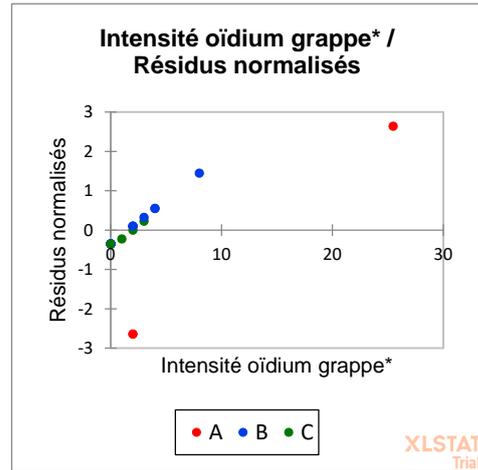


Figure : Résidus normalisés / Intensité oïdium grappe\*

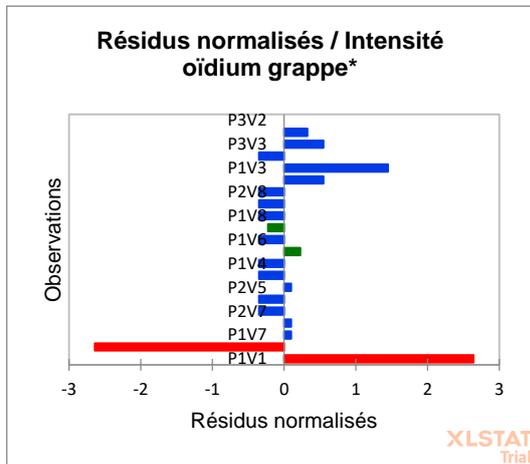
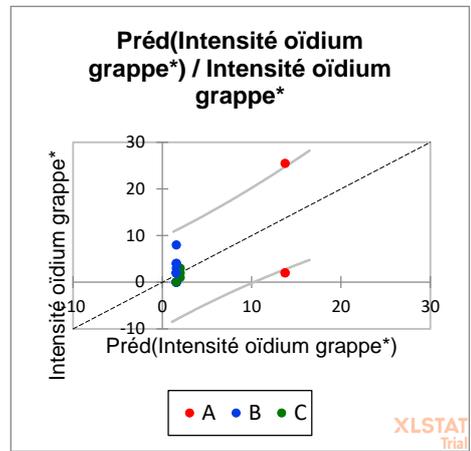


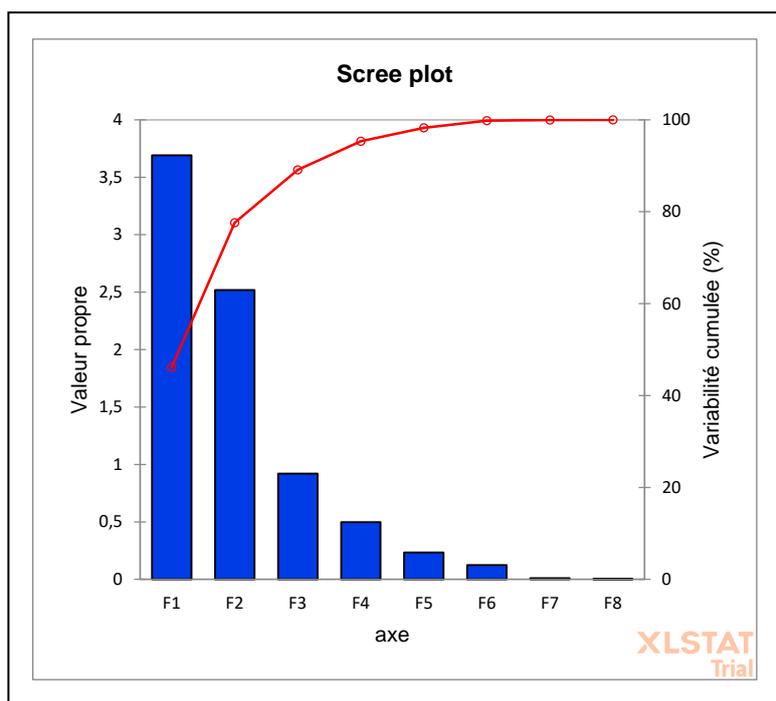
Figure : Préd(Intensité oïdium grappe\*) / Intensité oïdium grappe\*



## Annexe 5 : Résultats de l'ACP

Valeurs propres :

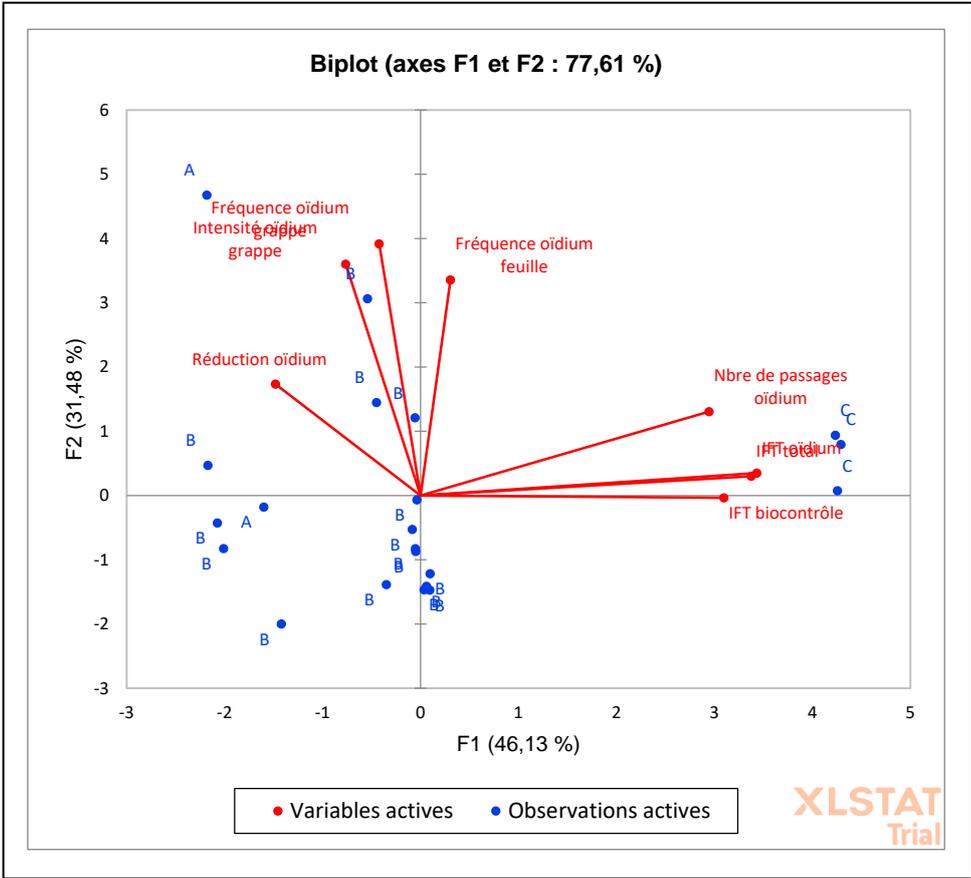
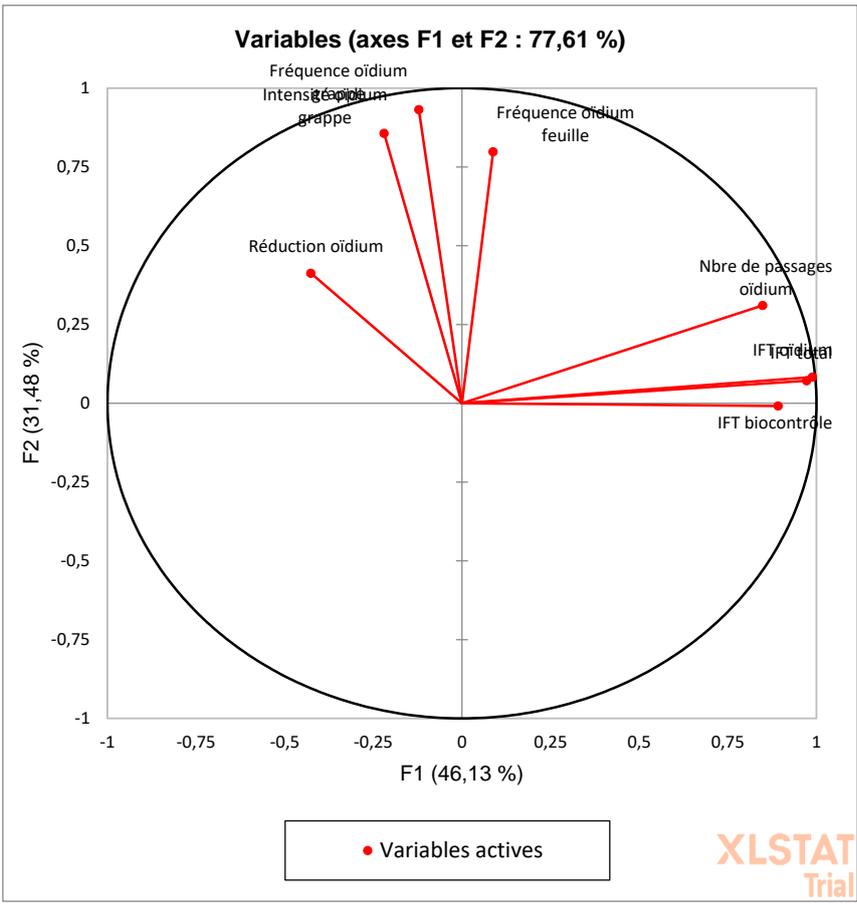
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Valeur propre	3,690	2,518	0,921	0,498	0,235	0,125	0,011	0,003
Variabilité (%)	46,131	31,476	11,508	6,221	2,933	1,557	0,137	0,037
% cumulé	46,131	77,607	89,115	95,336	98,268	99,825	99,963	100,000



Matrice de corrélation (Pearson (n)) :

Variables	IFT total	IFT oïdium	IFT biocontrôle	Nbre de passages oïdium	Réduction oïdium	Fréquence oïdium feuille	Fréquence oïdium grappe	Intensité oïdium grappe
IFT total	1	<b>0,974</b>	<b>0,775</b>	<b>0,857</b>	<b>-0,399</b>	<b>0,189</b>	<b>-0,062</b>	<b>-0,187</b>
IFT oïdium	<b>0,974</b>	1	<b>0,853</b>	<b>0,859</b>	<b>-0,429</b>	<b>0,129</b>	<b>-0,029</b>	<b>-0,119</b>
IFT biocontrôle	<b>0,775</b>	<b>0,853</b>	1	<b>0,721</b>	<b>-0,341</b>	-0,001	<b>-0,095</b>	<b>-0,155</b>
Nbre de passages oïdium	<b>0,857</b>	<b>0,859</b>	<b>0,721</b>	1	<b>0,082</b>	<b>0,202</b>	<b>0,106</b>	<b>0,060</b>
Réduction oïdium	<b>-0,399</b>	<b>-0,429</b>	<b>-0,341</b>	<b>0,082</b>	1	<b>0,120</b>	<b>0,291</b>	<b>0,344</b>
Fréquence oïdium feuille	<b>0,189</b>	<b>0,129</b>	-0,001	<b>0,202</b>	<b>0,120</b>	1	<b>0,702</b>	<b>0,491</b>
Fréquence oïdium grappe	<b>-0,062</b>	<b>-0,029</b>	<b>-0,095</b>	<b>0,106</b>	<b>0,291</b>	<b>0,702</b>	1	<b>0,826</b>
Intensité oïdium grappe	<b>-0,187</b>	<b>-0,119</b>	<b>-0,155</b>	<b>0,060</b>	<b>0,344</b>	<b>0,491</b>	<b>0,826</b>	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha=0,95$







# Mise en œuvre et évaluation d'outils appliqués à la réduction de l'utilisation de fongicides sur le vignoble d'approvisionnement de la Maison Louis Latour Ardèche

## Résumé

Le contexte actuel, qu'il soit d'ordre politique, sociétal ou bien environnemental, souhaite voir une réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques en agriculture. En effet ces derniers sont montrés du doigt pour leurs effets néfastes sur la biodiversité ainsi qu'au niveau de la santé publique. Cependant les *Vitis vinifera*, vigne européennes plébiscitées dans le monde entier pour la qualité des vins qu'elles produisent, sont sensibles à deux maladies majeures qui ont été importées en Europe au XIX<sup>ème</sup> siècle : le mildiou et l'oïdium. Ces deux maladies, si elles ne sont pas maîtrisées entraînent des pertes à la fois qualitatives et quantitatives sur la récolte. Ainsi chaque année les viticulteurs sont obligés de mettre en place une lutte fongicide importante contre ces deux pathogènes. Au cours des dernières années la filière viticole s'est saisie de la question afin d'optimiser les traitements fongicides. Des travaux ont été menés sur le vignoble d'approvisionnement de Louis Latour Ardèche afin d'évaluer la pertinence de certains des nouveaux outils développés. Optidose vise à moduler la dose de fongicide appliquée en fonction : du volume foliaire, de la pression parasitaire et de la sensibilité de la vigne. Cet outil a montré de très bons résultats en termes de réduction de dose et de protection sanitaire. Un deuxième outil Décitrait identifie quant à lui les périodes à risque vis-à-vis des maladies cryptogamiques et s'est révélé performant dans la pratique. Ainsi petit à petit des solutions opérationnelles deviennent accessibles afin d'aider les viticulteurs à réduire leur usage de pesticides.

Mots clés : Optidose - Décitrait

## Use and evaluation of tools in order to reduce pesticide uses on the Louis Latour's Ardèche vineyard.

### Abstract

Nowadays politics, people and environmentalists would like agriculture to reduce its uses of pesticides because they have doubts on their harmlessness for people and environment. *Vitis vinifera* are sensitive to two main diseases, powdery mildew and downy mildew, that have been imported from the US during the XIX century. To protect the quality of the grapes and to avoid yield losses winegrower must spray their vineyard several times a year. Recently several tools have been designed to help winegrower in reducing the use of pesticides and few of them have been challenged on Louis Latour's vineyard in different experiments. Optidose adjusts the quantity of pesticide considering the vine leaf volume, the epidemic of the diseases and the sensitivity of the plants. It gives good results in protecting the vineyard and also in reducing the use of pesticides. Decitrait is another tool that has been tested. Using the meteorological data it predicts when the contaminations can happen. The predictions made were good and the tool seems to be effective. More and more supports are available to help winegrower in enhancing the way they produce. Their evaluations are conclusive and show good results in terms of crop protection and to reduce the use of pesticides.

Key words : Optidose - Decitrait