

2020-2021

Master 1<sup>ère</sup> année

Mention Biologie Végétale

# Suivi phytosanitaire du vignoble du Domaine de Villargeau

Mise en place d'un essai en biodynamie

**BOSC Antonin** |

Sous la direction de M. **MONGET Christophe** |

Membres du jury

MONTRICHARD Françoise/ Maître de Conférence | Présidente du jury

COURTIAL Julia/ Enseignante - Chercheuse | Tutrice

BOUREAU Tristan/ Enseignant - Chercheur | Auditeur

MONGET Christophe/ Vigneron | Maître de stage

Soutenu publiquement le :  
06 juillet 2021





2020-2021

Master 1<sup>ère</sup> année

Mention Biologie Végétale

# Suivi phytosanitaire du vignoble du Domaine de Villargeau

Mise en place d'un essai en biodynamie

**BOSC Antonin** |

Sous la direction de M. **MONGET Christophe** |

Membres du jury

MONTRICHARD Françoise/ Maître de Conférence | Présidente du jury

COURTIAL Julia/ Enseignante - Chercheuse | Tutrice

BOUREAU Tristan/ Enseignant - Chercheur | Auditeur

MONGET Christophe/ Vigneron | Maître de stage

Soutenu publiquement le :  
06 juillet 2021





# REMERCIEMENTS

Je tiens sincèrement à remercier toutes les personnes qui ont participé à la réussite de mon stage au sein du domaine de Villargeau.

Je remercie tout particulièrement Monsieur MONGET Christophe, associé gérant du GAEC THIBAUT, qui a été mon maître de stage. Je tiens à lui adresser tous mes remerciements pour le partage de ses connaissances sur la gestion des pathologies de la vigne. Je le remercie également pour sa présence et le temps qu'il m'a consacré lors du suivi phytosanitaire du vignoble ainsi que pour son soutien dans la rédaction de ce dossier.

Je remercie Monsieur THIBAUT Marc, associé gérant du GAEC THIBAUT, pour son accueil chaleureux ainsi que sa sympathie qui m'ont permis de bien m'intégrer au sein de l'entreprise. Je le remercie également pour toutes les précieuses informations qu'il a pu m'apporter sur la valorisation et la commercialisation des vins.

Je remercie Mademoiselle ANGUENOT Lucie, conseillère à la SICAVAC, pour toutes les connaissances qu'elle m'a apportées concernant la biologie ainsi que la reconnaissance des maladies de la vigne.

A ces personnes, j'adresse mes remerciements pour avoir contribué à rendre mon stage agréable et très enrichissant au sein du domaine de Villargeau.



# ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) BOSC Antonin  
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une  
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,  
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.  
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées  
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **24 / 06 / 2021**



**L'auteur du présent document vous autorise à le partager, reproduire, distribuer et communiquer selon les conditions suivantes :**



- Vous devez le citer en l'attribuant de la manière indiquée par l'auteur (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'il approuve votre utilisation de l'œuvre).
- Vous n'avez pas le droit d'utiliser ce document à des fins commerciales.
- Vous n'avez pas le droit de le modifier, de le transformer ou de l'adapter.

**Consulter la licence creative commons complète en français :**  
**<http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/2.0/fr/>**

Ces conditions d'utilisation (attribution, pas d'utilisation commerciale, pas de modification) sont symbolisées par les icônes positionnées en pied de page.





# Glossaire

**Appressorium** : structure ramifiée à l'extrémité d'un hyphes permettant la pénétration dans la cellule hôte.

**Baguette** : rameau de vigne de plus de 3 bourgeons attaché à un fil porteur.

**Biodynamie** : La biodynamie reconnaît l'exploitation agricole comme un organisme vivant à part entière qui doit être le plus autonome possible. Elle est basée sur la prise en considération de l'influence des cycles lunaires et planétaires, ainsi que sur l'utilisation de préparations spécifiques pour le sol, les plantes et le compost.

**Black Dead Arm (BDA)** : maladie du bois causée par des champignons parasites qui pénètrent dans la plante par le biais des plaies de taille de la vigne.

**Esca** : maladie cryptogamique causée par des champignons parasites qui se logent dans les plaies de taille de la vigne.

**Haustorium** : organe d'un champignon parasite qui s'insère dans les tissus de la plante hôte pour absorber l'eau et les nutriments contenus dans les cellules.

**Hyphe** : filament à structure cellulaire dépourvu de chlorophylle, qui constitue le mycélium des champignons supérieurs.

**Organe puit** : c'est un organe qui puise des sucres et autres nutriments du phloème pour la croissance, la reproduction ou la fructification de la plante.

**Rémanence** : durée pendant laquelle un produit de traitement épandu continue à exercer son action.



# Table des matières

Table des figures

Table des tableaux

Table des annexes

<b>1.</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
1.1.	Présentation du domaine de Villargeau.....	1
1.2.	Contexte.....	2
1.2.1.	Physiologie de la vigne.....	2
1.2.2.	Les maladies de la vigne.....	3
	a) Le mildiou.....	3
	b) L'oïdium.....	4
1.2.3.	Les méthodes de lutte.....	4
1.3.	Les objectifs et les missions du stage.....	5
<b>2.</b>	<b>Matériel et Méthodes</b> .....	<b>5</b>
2.1.	Mise en place des placettes sur le vignoble.....	5
2.2.	Protocole d'observation.....	6
2.3.	Evaluation de la fréquence et de l'intensité d'attaque.....	6
2.4.	Données physiologiques.....	7
2.5.	Données météorologiques.....	7
2.6.	Essai en biodynamie.....	7
2.6.1.	Bouse de corne préparée (500P) et silice de corne (501).....	7
2.6.2.	Préparation et application des décoctions et des tisanes.....	8
2.7.	Jeu de données de la SICAVAC.....	8
2.7.1.	Pourquoi faire appel à un jeu de données extérieur ?.....	8
2.7.2.	Description du jeu de données.....	8
<b>3.</b>	<b>Résultats</b> .....	<b>9</b>
3.1.	Stades phénologiques et croissance de la vigne.....	9
3.2.	Symptômes de mildiou et d'oïdium sur feuilles.....	10
3.2.1.	Résultats d'observation des témoins non traités.....	10
3.2.2.	Résultats d'observation de la modalité traitement du domaine.....	10
3.2.3.	Résultats d'observation de la modalité biodynamie.....	10
3.3.	Jeu de données de la SICAVAC.....	10
3.3.1.	Analyses statistiques.....	10
3.3.2.	Essai de différents traitements contre le mildiou.....	11
	a) Observations sur feuilles du 13/06/2018.....	11
	b) Observations sur grappes du 19/06/2018.....	11
	c) Observations sur grappes du 27/06/2018.....	12
	d) Evolution des symptômes de mildiou sur grappes.....	12
<b>4.</b>	<b>Discussion</b> .....	<b>12</b>
4.1.	Stades phénologiques et croissance de la vigne.....	12
4.2.	Comparaison des modalités TNT et traitement du domaine.....	13
4.3.	Comparaison des modalités TNT et traitement alternatif.....	13
4.4.	Comparaison de la sensibilité des différentes parcelles.....	13
4.5.	Jeu de données de la SICAVAC.....	14
4.5.1.	Efficacité de la bouillie bordelaise contre le mildiou.....	14
4.5.2.	Efficacité de traitements alternatifs au cuivre contre le mildiou.....	14
4.5.3.	Efficacité du LBG contre le mildiou.....	14
4.5.4.	Efficacité des engrais Newcop et Arvor contre le mildiou.....	15
<b>5.</b>	<b>Conclusions et perspectives</b> .....	<b>16</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliographie</b> .....	<b>17</b>
<b>7.</b>	<b>Sitographie</b> .....	<b>18</b>

ANNEXES



# Table des figures

**Figure 1** - Localisation des différentes parcelles de vigne appartenant au domaine de Villargeau

**Figure 2** - Cycles de développement de la vigne

**Figure 3** - Stades phénologiques repères de la vigne selon Eichhorn et Lorentz

**Figure 4** - Symptômes de mildiou sur feuilles de vigne

**Figure 5** - Cycle de reproduction du mildiou

**Figure 6** - Symptômes d'oïdium sur feuilles de vigne

**Figure 7** - Cycle de reproduction de l'oïdium

**Figure 8** - Schéma de la placette d'observation délimitée à Parigny

**Figure 9** - Schéma de la placette d'observation placée dans le TNT à Montour

**Figure 10** - Localisation des stations météo

**Figure 11** - Calendrier de traitements

**Figure 12** - Plan de la parcelle d'essai avec les 8 modalités de traitement répétées 3 fois

**Figure 13** - Stades phénologiques du Pinot noir et du Sauvignon

**Figure 14** - Croissance des rameaux des différents cépages

**Figure 15** - Longueur des rameaux des différents cépages

**Figure 16** - Proportion du feuillage attaqué par le mildiou (le 13/06/18)

**Figure 17** - Proportion de grappes attaquées par le mildiou (le 19/06/18)

**Figure 18** - Proportion de grappes attaquées par le mildiou (le 27/06/18)

**Figure 19** - Fréquence d'attaque moyenne du mildiou sur grappes aux 19 et 27/06/18

**Figure 20** - Intensité d'attaque moyenne du mildiou sur grappes aux 19 et 27/06/18



# Table des tableaux

**Tableau I** - Cépage et type de roche de chaque parcelle

**Tableau II** - Pourcentage de ceps en production par rapport aux jeunes plants et aux ceps morts de chaque placette

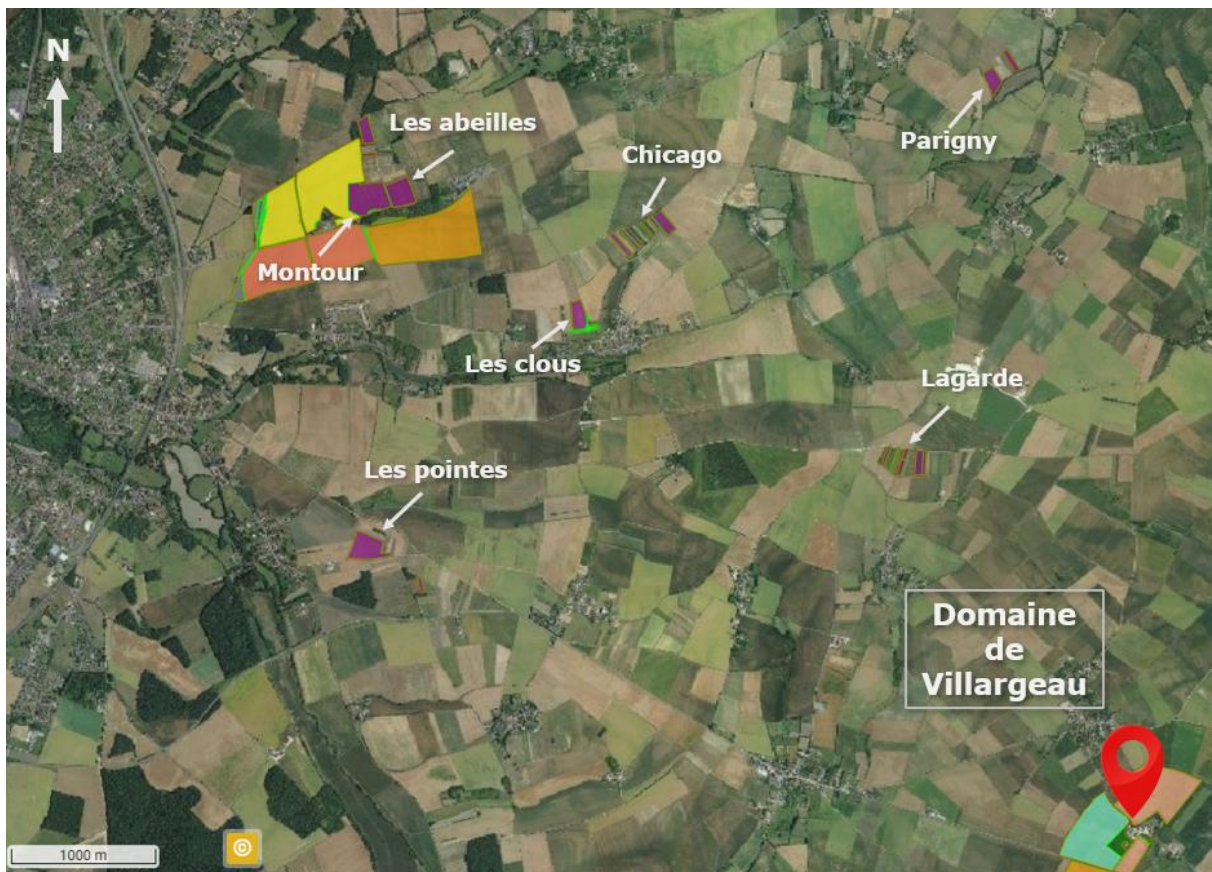
**Tableau III** - Résultats d'observation des symptômes de mildiou et d'oïdium sur feuilles

**Tableau IV** - Résultats des tests statistiques effectués pour contrôler la normalité et l'homogénéité des variances



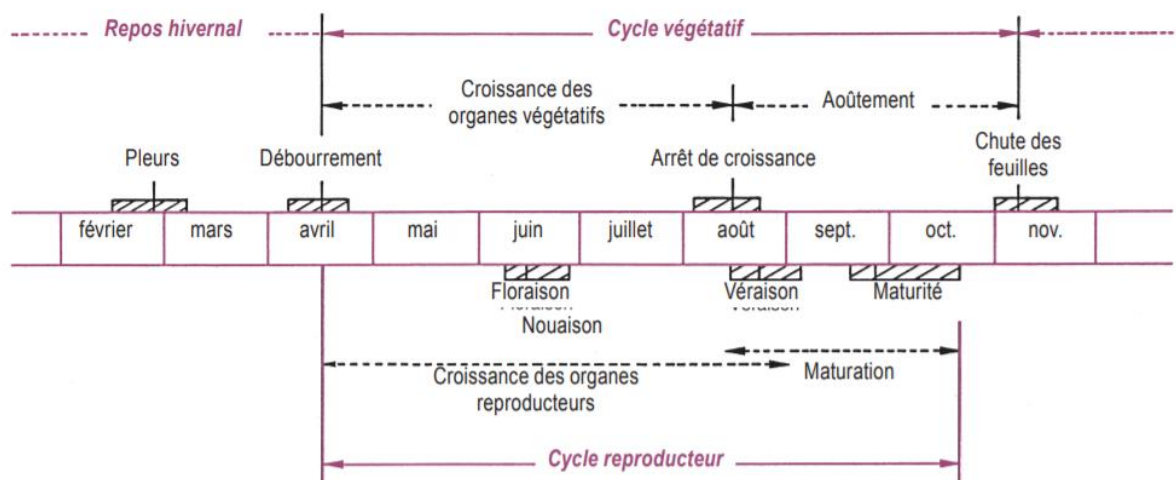
## Table des annexes

<b>Annexe I</b> - Lettre de la SICAVAC n°10 du 17/05/2021 .....	I
<b>Annexe II</b> - Lettre de la SICAVAC n°8 du 03/05/2021 .....	II
<b>Annexe III</b> - Lettre de la SICAVAC n°14 du 14/06/2021 .....	III



**Figure 1 - Localisation des différentes parcelles de vigne appartenant au domaine de Villargeau**

Les parcelles sont assez éloignées du domaine. La plus loin (Les abeilles) est située à environ 17 km de l'exploitation (source : [1]).



**Figure 2 - Cycles de développement de la vigne**

On distingue le cycle végétatif avec le débourrement, la croissance des organes végétatifs, l'aoûtement et la chute des feuilles ; du cycle reproducteur avec la floraison, la nouaison, la croissance des organes reproducteurs, la véraison et enfin la maturation (source : Reynier, 2016).

# Suivi phytosanitaire du vignoble du Domaine de Villargeau

## 1. Introduction

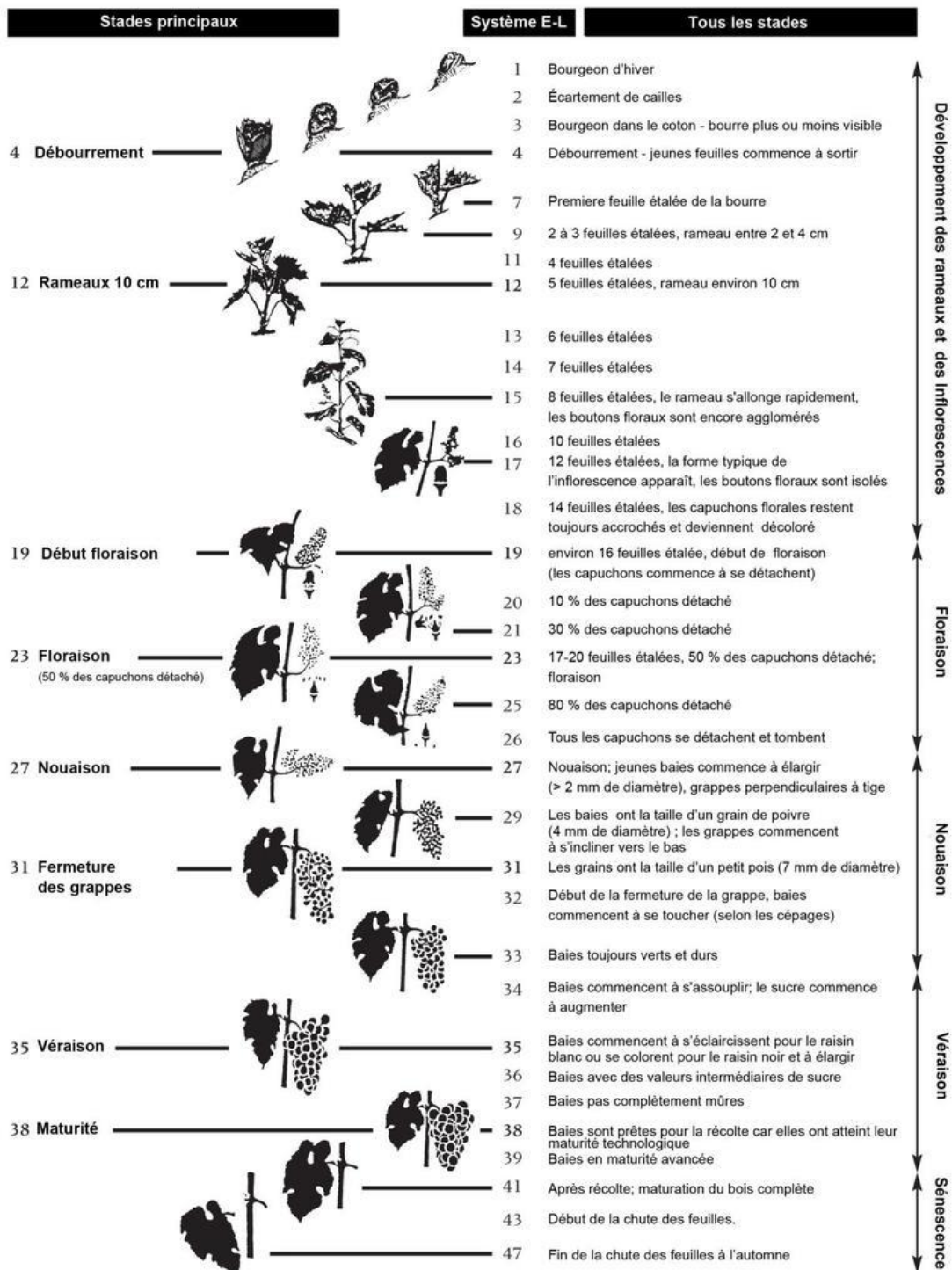
### 1.1. Présentation du domaine de Villargeau

Le domaine de Villargeau est une exploitation agricole familiale qui a commencé à se tourner vers la viticulture en 1991. Deux frères, François et Jean-Fernand Thibault, ont commencé par planter quelques hectares de Sauvignon Blanc. L'exploitation s'est ensuite diversifiée en cultivant des cépages rouges de Pinot Noir et de Gamay.

En 2002, Marc Thibault rejoint le domaine, suivi de Yves en 2016. Ils ont la volonté de mettre en place des méthodes de production plus respectueuses de l'environnement, c'est pourquoi ils se sont engagés dans la démarche certifiée Terra Vitis en 2012 et que l'exploitation est actuellement en conversion en agriculture biologique depuis 2019.

En 2020, Christophe Monget intègre le GAEC Thibault. Les 3 associés ont la volonté de se démarquer de la concurrence en essayant des méthodes de cultures plus respectueuses de l'environnement et plus attrayantes pour les consommateurs.

Aujourd'hui, le domaine de Villargeau exploite 23 ha de vigne et environ 420 ha de grandes cultures (Figure 1). Il produit environ 140 000 bouteilles de vin par an en AOP Coteaux du Giennois. Cette appellation qui s'étend sur 200 ha de vigne, fait partie des vins du Centre Loire, composante de la région viticole du Val de Loire et est considérée comme une appellation satellite de Sancerre et de Pouilly-fumé. Ces deux vignobles sont plus importants que le Coteau du Giennois. Le vignoble sancerrois représentait 3 007 ha et celui de Pouilly 1 379 ha en 2020 [2]. Elle n'est pas encore très reconnue au niveau national mais Marc Thibault travaille quotidiennement pour conquérir de nouveaux marchés. Environ 50% de la production est vendue en France et l'autre moitié est exporté dans de nombreux pays (Angleterre, Allemagne, Belgique, Irlande, Etats-Unis, Canada, Singapour...).



**Figure 3 - Stades phénologiques repères de la vigne selon Eichhorn et Lorentz**

Cette échelle de notation est la plus utilisée car elle est la plus complète. On considère que la croissance des rameaux a lieu jusqu'au stade 18 et que les stades suivants concernent le développement des fleurs puis des fruits (source : Coombe, 1995).

## 1.2. Contexte

### 1.2.1. Physiologie de la vigne

L'espèce cultivée est *Vitis vinifera*. La vigne est une plante pérenne ligneuse, c'est-à-dire qu'elle conserve et développe son système racinaire et qu'elle continue chaque année l'expansion de ses organes aériens à partir de bourgeons latents portés par les organes aériens vivaces. Le développement de la vigne est une succession de cycles annuels interdépendants les uns des autres. Cela signifie que les conditions de croissance au cours d'un cycle influencent le cycle suivant (Carbonneau, 2020).

On distingue deux cycles biologiques simultanés : le cycle végétatif et le cycle reproducteur (Figure 2). Le cycle végétatif assure la croissance et le développement des organes végétatifs (racines, rameaux, feuilles, vrilles), le stockage de réserves dans le bois et les racines ainsi que l'entrée en dormance des bourgeons. Le cycle reproducteur correspond à la croissance, au développement et à la maturation des organes reproducteurs (inflorescences, fleurs, baies, pépins). Comme ces deux cycles se déroulent en même temps, cela crée une concurrence pour l'utilisation de sève brute et élaborée : durant la période de croissance, les organes puits sont principalement les organes végétatifs en formation, puis lors de la période de stockage des sucres, ce sont les grains de raisin qui deviennent les principaux organes puits (Reynier, 2016).

#### - Reprise de l'activité physiologique

En fin d'hiver il est possible d'apercevoir un écoulement au niveau des plaies de taille : les pleurs, signe que la sève circule à nouveau dans les vaisseaux conducteurs et que l'activité physiologique du système racinaire a repris. La vigne va ensuite passer par différents stades de développement. Différentes échelles de notations de ces stades repères existent : l'échelle de Baggiolini, qui utilise des lettres et fait référence à 16 stades phénologiques précis, ainsi que l'échelle d'Eichhorn et Lorentz qui détaille certains stades intermédiaires. Ici nous utiliserons l'échelle d'Eichhorn et Lorentz qui est la plus précise (Figure 3) (Lorenz *et al.*, 1995).

#### - Débourrement des bourgeons et croissance de l'appareil végétatif

Au printemps, suite à la levée de dormance, les bourgeons latents débourent en faisant éclater la pellicule ligneuse qui les protégeait du froid. Les feuilles vont apparaître en premier, puis des grappes. Le débourrement correspond au stade B de Baggiolini. Chez la vigne ce sont généralement les bourgeons localisés à l'extrémité des baguettes\* qui débourent en premier : c'est l'acrotonie.

Les rameaux ainsi formés vont croître puis se lignifier. Cette période de croissance correspond aux stades pointe verte (stade 4), sortie des feuilles (stade 7), 2-3 feuilles étalées (stade 9), jusqu'au stade 14 feuilles étalées (stade 18) (Figure 3). Les stades suivants caractérisent plutôt le développement de l'appareil reproducteur (Lorenz *et al.*, 1995).

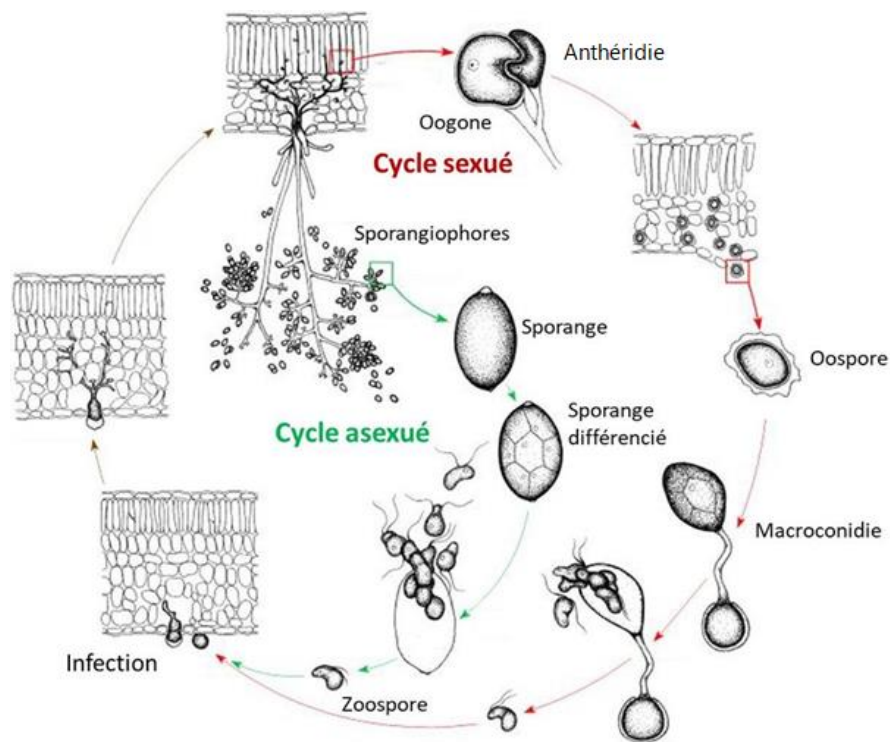
#### - Floraison et fécondation des ovules

La floraison a lieu au mois de juin. C'est une étape rapide (moins de dix jours) qui aboutit à la fécondation puis à la nouaison. Si le temps est humide et froid, il y a un risque de coulure, c'est-à-dire de chute des fleurs et d'avortement des ovules.



**Figure 4 - Symptômes de mildiou sur feuilles de vigne**

Sur la face supérieure de la feuille on observe la tache d'huile caractéristique du mildiou qui commence à se nécroser. Sur la face inférieure on observe une poussière blanche : ce sont les conidiophores (11/06/2021, Saint-Satur, AB).



**Figure 5 - Cycle de reproduction du mildiou**

Tout d'abord il y a fusion d'une anthéridie et d'une oogone qui donne une oospore très résistante pour passer l'hiver. L'oospore germe pour donner une macroconidie contenant des zoospores : c'est le cycle sexué. Ils sont dispersés par la pluie, pénètrent par les stomates, puis forment un filament mycélien équipé de suçoirs. Cette dernière forme des sporangiophores portant les sporanges contenant aussi des zoospores : c'est le cycle asexué. Il va se dérouler plusieurs fois dans l'année si les conditions météorologiques le permettent (bonne pluviométrie et températures aux alentours de 24°C) (source : Gobbin 2004).

Suite à la fécondation, les ovules vont devenir des graines (pépins) et le reste de l'ovaire va donner le fruit (baie) qui va grossir. On dit d'une fleur qu'elle noue lorsqu'elle se transforme en fruit après fécondation. Les étamines flétrissent mais sont toujours fixées à l'ovaire. Elles ne se détachent qu'à la véraison.

La véraison est l'étape de maturation des fruits. Ces derniers se chargent en sucres et en acides organiques. Les grains de raisin fécondés changent de couleur : ils passent du vert au translucide puis doré ou rouge violacé selon les cépages.

#### - Maturité du fruit

La maturité des baies est atteinte lorsque que l'on a un équilibre entre la maturité technologique (déterminée par la concentration en sucre et l'acidité) et la maturité aromatique. C'est à ce moment-là que le raisin est vendangé, au mois de septembre ou octobre selon les années, les cépages et les régions [3].

Une fois les vendanges terminées, la vigne perd ses feuilles et entre en dormance. Vient enfin l'aoûtement qui est la lignification des rameaux. Depuis la véraison, la plante a stocké de l'amidon qui lui permettra, au fil des années, de gagner en qualité et d'améliorer son rendement. Enfin, la taille peut commencer dès novembre afin de nettoyer la vigne pour l'hiver [4].

### 1.2.2. Les maladies de la vigne

La vigne est soumise à l'attaque de nombreux pathogènes, notamment de pathogènes fongiques tels que le mildiou (oomycète *Plasmopara viticola*) et l'oïdium (ascomycète *Uncinula necator*) qui sont les plus problématiques.

#### a) Le mildiou

La maladie du mildiou est provoquée par l'oomycète *Plasmopara viticola*. Ce champignon pénètre dans les tissus au printemps en formant une « tache d'huile » caractéristique de la maladie (Figure 4). La face inférieure des feuilles infectées va se dessécher puis se couvrir d'une poussière blanche (constituée des conidiophores et des conidies) si les conditions climatiques sont favorables (pluie ou rosée importante).

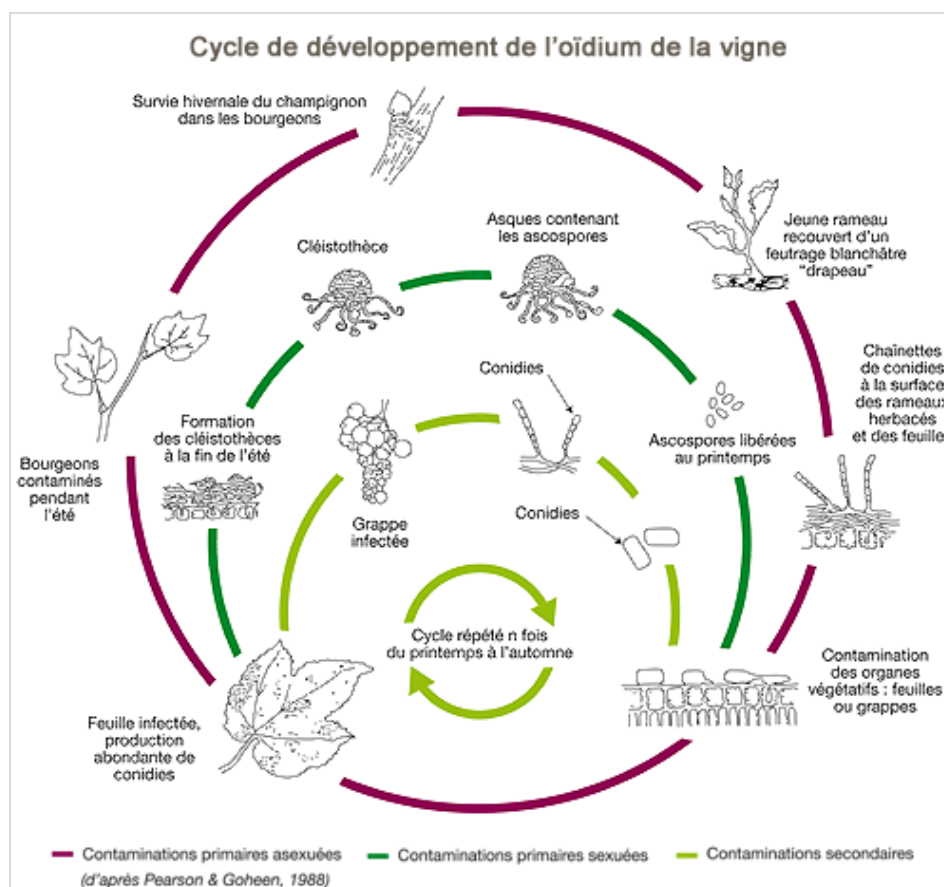
A l'automne, les feuilles touchées par le mildiou renferment des oospores (fusion d'une anthéridie ou et d'une oogone) au niveau du mésophylle, qui sont très résistantes pour passer l'hiver (Figure 5). Ces œufs vont germer au printemps lorsque la température dépasse les 11°C et former des macroconidies contenant les zoospores qui vont constituer l'inoculum primaire. Ces derniers sont mobiles et sont dispersés par la pluie (phénomène de « Rain splash »). Ils pénètrent dans les feuilles par les stomates, puis se développent entre les cellules en formant un hyphe\* doté de suçoirs qui lui permettent de se nourrir : c'est la phase de contamination ou d'infection (Burruano, 2000).

Vient ensuite la phase d'incubation, durant laquelle le mildiou s'étend dans la feuille ce qui aboutit à la formation des taches d'huile environ 4 jours après infection. Une poussière blanche apparaît sur la face inférieure de la feuille, formée par les conidiophores (ou sporangiophores), porteurs de conidies (ou sporanges) contenant également des zoospores. Chaque pluie ultérieure, d'un volume minimal de 20 mm, peut permettre une contamination secondaire : c'est la phase de dispersion. On aura alors un nouveau cycle



**Figure 6 - Symptômes d'oidium sur feuilles de vigne**

Sur la face supérieure de la vigne on observe une tache marron, qui deviendra grisâtre au cours du développement de l'oidium. Sur la face inférieure on observe un feutrage grisâtre formé par les filaments mycéliens (11/06/2021, Saint-Satur, AB).



**Figure 7 - Cycle de reproduction de l'oidium**

Il existe deux types de contaminations primaires chez l'oidium selon le mode de reproduction. Dans le cas de la reproduction asexuée, les filaments mycéliens passent l'hiver dans les bourgeons infectés puis se développent au printemps en contaminant les jeunes pousses. Il y a ensuite production de conidies par les conidiophores qui vont contaminer les feuilles et les grappes. Concernant la reproduction sexuée, des cleistothèces sont formés à la fin de l'été et vont se conserver pendant l'hiver dans les tissus infectés ou dans le sol. Au printemps, les cleistothèces libèrent des ascospores responsables de la contamination primaire. Des contaminations secondaires peuvent avoir lieu si les conditions sont favorables. Elles se font par les conidies (reproduction asexuée) (source : Pearson et Goheen, 1988).

asexué qui peut varier de 4 à 14 jours selon la pluie et la température, avec un optimum aux alentours de 24°C (Galet, 1999).

## b) L'oïdium

La maladie de l'oïdium est causée par l'ascomycète *Uncinula necator*. Cet agent pathogène vit à la surface des organes verts de la vigne sans pénétrer à l'intérieur des tissus. Il forme des filaments mycéliens qui s'enchevêtrent pour constituer un feutrage de filaments blancs devenant grisâtres en vieillissant (Figure 6).

Il parasite la vigne grâce à des suçoirs qui assurent sa fixation et sa nutrition. Ces suçoirs comportent un appressorium\* et un haustorium\* qui pénètre dans les cellules végétales pour y puiser des sucres (Schulze-Lefert et Vogel, 2000).

L'hiver, le champignon se conserve dans les bourgeons dormants des plantes sous forme de mycélium ou de conidies (Pearson et Gärtel, 1985) ou sous forme de périthèces (cléistothèces) dans les tissus infectés et dans le sol (Pearson et Gadoury, 1987). La reproduction de ce champignon est sexuée et asexuée (Figure 7). La reproduction sexuée a lieu suite à la fécondation d'une anthéridie et d'une oogone qui forme le périthèce. Ce dernier renferme des ascques contenant les ascospores qui vont germer et ainsi permettre la propagation du champignon lorsque les conditions climatiques sont optimales (température entre 20 et 25°C et humidité relative supérieure à 50%). La reproduction asexuée se fait par l'intermédiaire de conidiophores contenant les conidies. Elles sont transportées par le vent, puis vont germer si les conditions météorologiques le permettent (températures optimales entre 25 et 28°C) (Khiavi *et al.*, 2012). Plusieurs cycles de reproduction asexuée peuvent avoir lieu dans l'année.

### 1.2.3. Les méthodes de lutte

La vigne dispose de mécanismes de défense naturels pour lutter contre ces pathogènes. Les défenses des plantes peuvent être de nature chimique (production de composés phénoliques), ou physique (épaisseur de la cuticule). Cependant, l'espèce *Vitis vinifera* qui est la plus cultivée dans le monde est sensible aux bio-agresseurs. La lutte chimique reste donc indispensable (Carbonneau *et al.*, 2007).

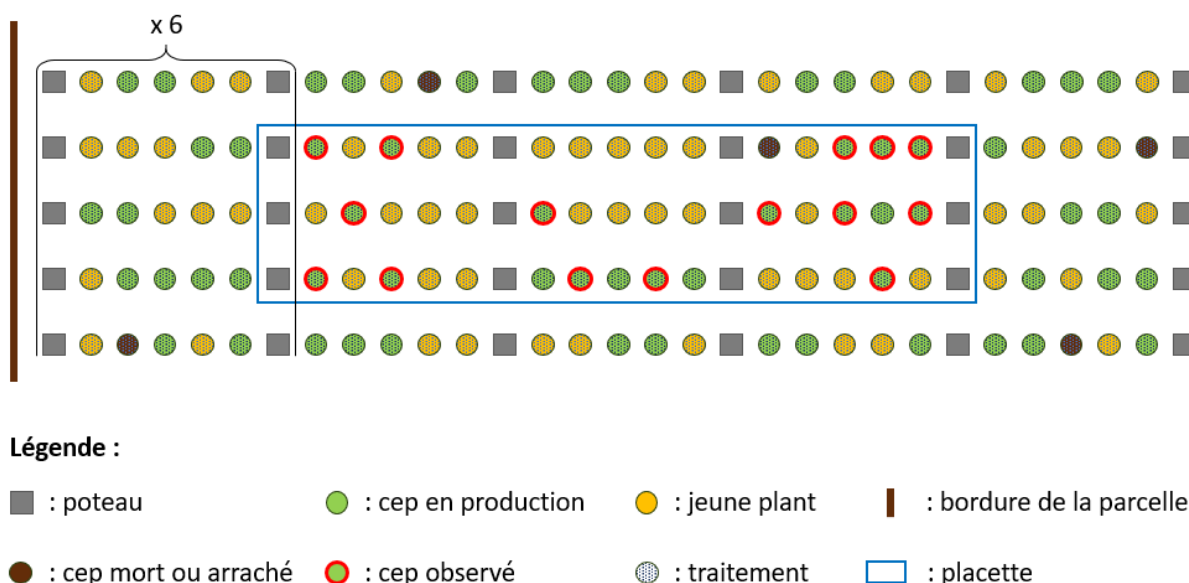
En agriculture biologique les traitements les plus efficaces sont les composés soufrés (contre l'oïdium) et cupriques (contre le mildiou) tels que la bouillie bordelaise (Dagostin *et al.*, 2011). Or, il a été démontré que le cuivre est rémanent\* et qu'il a un impact négatif sur la biodiversité, notamment sur les organismes du sol (Andrивon et Savini, 2019). Ce sont pour ces raisons que la législation française autorise actuellement l'application d'une dose maximale de 28 kg de cuivre par hectare sur 7 ans. En cas de besoin (pression de maladie élevée), cette modalité permet une fluctuation interannuelle (« lissage ») autour d'une dose moyenne théorique de 4 kg/ha/an [5].

Le domaine de Villargeau cherche constamment à réduire la quantité de cuivre apporté lors des traitements, en réduisant la dose de produit cuprique plutôt que la cadence de traitement. En complément du cuivre, des tisanes à base de prêle et de saule blanc sont pulvérisées sur l'essai de culture en biodynamie\*. C'est dans ce cadre que s'inscrit le stage.

### Tableau I - Cépage et type de roche de chaque parcelle

La majorité des vignes sont implantées sur des sols calcaires mais dans certaines parcelles on retrouve des silex comme aux pointes par exemple (d'où le nom de la parcelle) (source : personnelle).

Parcelle	Cépage	Type de roche
<i>Lagarde</i>	Pinot noir	Marne kimméridgienne
<i>Parigny</i>	Sauvignon	Argilo-calcaire/sous-sol calcaire
<i>Chicago</i>	Pinot noir	Marne kimméridgienne
<i>Les clous</i>	Sauvignon	Marne kimméridgienne
<i>Montour</i>	Sauvignon	Silex+argiles/sous-sol calcaire
<i>Les abeilles</i>	Sauvignon	Silex+argiles/sous-sol calcaire
<i>Les pointes</i>	Sauvignon	Silex/sous-sol silex



**Figure 8 - Schéma de la placette d'observation délimitée à Parigny**

La parcelle de Parigny est la plus endommagée du vignoble. Peu de ceps produisent du raisin sur cette parcelle. La majorité sont des jeunes plants qui n'ont pas encore assez de feuilles pour pouvoir être observé. Comme vous pouvez le constater sur le premier rang de la placette, c'est pour avoir au moins 5 ceps à observer par rang que nous avons délimité des placettes d'une longueur de 3 inter-poteaux (source : personnelle).

### 1.3. Les objectifs et les missions du stage

Ce stage porte essentiellement sur le suivi phytosanitaire du vignoble. Ce sont les symptômes causés par le mildiou et l'oïdium que l'on cherche à identifier et à quantifier. Le but de ce suivi phytosanitaire est d'abord d'évaluer l'efficacité du mode de traitement du domaine afin de déterminer si les traitements effectués peuvent être réduits ou non, en cadence ou en dosage. Les données obtenues pour chaque parcelle seront comparées entre elles pour voir si certaines placettes sont plus sensibles aux maladies que d'autres, en fonction du type de sol ou du cépage implanté (Tableau I).

Le second objectif est de mettre en place un essai de culture en protection alternative sur 1 ha. Les traitements spécifiques à la biodynamie seront effectués et des décoctions de Prêle des champs (*Equisetum arvense*) ainsi que des tisanes de Saule blanc (*Salix alba*) seront appliquées en complément afin de protéger au mieux la vigne. L'état sanitaire de l'essai sera suivi pour comparer ce mode de culture au mode de traitement effectué par le domaine.

Afin de compléter le comptage des maladies, la mesure de différents indicateurs physiologiques (longueur et diamètre des rameaux) est effectuée. La pression de maladie est liée aux conditions climatiques mais elle peut l'être aussi à la vigueur de la plante.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Mise en place des placettes sur le vignoble

Au total, 10 placettes ont été délimitées sur l'ensemble du domaine viticole selon trois modalités : modalité 1 « témoin non traité », modalité 2 « traitement de référence du domaine » et modalité 3 « traitement de référence du domaine + traitement alternatif ». Une placette modalité 2 a été placée dans chaque îlot de vigne : Lagarde, Parigny, Chicago, Les clous, Montour, Les abeilles et Les pointes.

Deux placettes modalité 1 « témoins non traités » (TNT) ont été positionnées à Montour et à Chicago. La parcelle de Montour est la plus représentative du vignoble avec ses 5 ha de Sauvignon et l'îlot Chicago est implanté en Pinot noir. C'est pour cela que ces 2 îlots ont été choisis pour placer deux TNT.

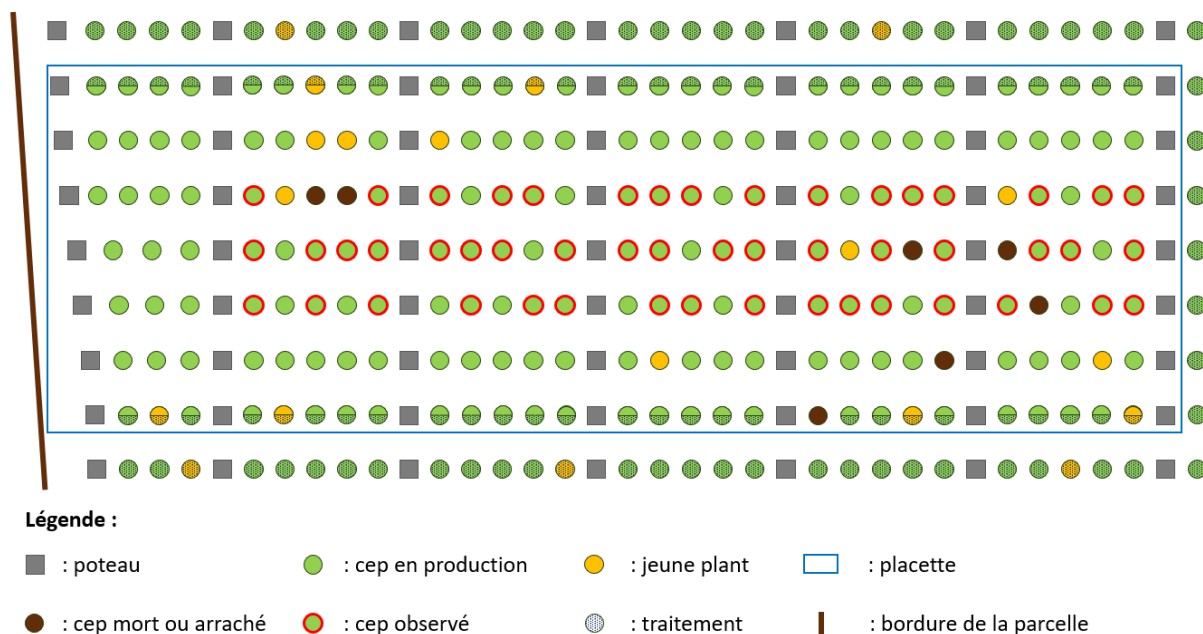
Enfin, une placette modalité 3 a été délimitée sur la partie « essai de conduite du vignoble en biodynamie » qui est de 1 ha sur la parcelle de Montour, afin de comparer ce mode de traitement à la conduite du vignoble actuellement menée sur l'ensemble du domaine.

Toutes les placettes, excepté les placettes témoins, ont été positionnées à 6 inter-poteaux de la bordure de la parcelle afin d'éviter les effets de bordure. L'objectif est que les placettes soient les plus représentatives possibles de la parcelle où elles se situent. Elles ont également été positionnées au niveau d'un passage d'enjambeur équipé de la cellule de traitement pour s'assurer de l'homogénéité des traitements apportés. Chaque placette mesure une longueur de 3 inter-poteaux (soit environ 17,25 m) sur 3 rangs (Figure 8).

**Tableau II - Pourcentage de ceps en production par rapport aux jeunes plants et aux ceps morts de chaque placette**

Cela nous donne une idée de l'état de vitalité des parcelles (source : personnelle).

Placette	Cep en production	Jeune plant	Cep mort
<i>Parigny</i>	42%	56%	2%
<i>Lagarde</i>	69%	31%	0%
<i>Les pointes</i>	69%	24%	7%
<i>Les clous</i>	75%	16%	9%
<i>TNT Chicago</i>	77%	16%	7%
<i>Les abeilles</i>	78%	18%	4%
<i>TNT Montour</i>	82%	7%	11%
<i>Chicago</i>	89%	2%	9%
<i>Biodynamie Montour</i>	96%	2%	2%
<i>Montour</i>	100%	0%	0%



**Figure 9 - Schéma de la placette d'observation placée dans le TNT à Montour**

La parcelle est assez productive. Peu de ceps sont morts ou jeunes. Nous avons plus de 50 ceps potentiellement observables sur les 3 rangs d'observation (source : personnelle).

Ces distances ont été déterminées afin de pouvoir observer un nombre minimum de 5 ceps par rang et d'effectuer 3 répétitions par placette (soit une par rang). Généralement, 5 ceps sont implantés entre 2 poteaux mais il peut y avoir des pieds manquants suite à la mortalité liée aux maladies du bois (esca\*, BDA\*) ou à leur arrachage accidentel lors du désherbage mécanique (Figure 8) (Tableau II).

Concernant les deux placettes témoins, elles ont été positionnées depuis la bordure de la parcelle (pour des raisons pratiques) jusqu'à une distance de 6 inter-poteaux afin d'avoir suffisamment de ceps à observer (au moins 50 ceps). Ces placettes mesurent la largeur d'un passage de pulvérisateur enjambeur, soit 5 rangs complets ainsi qu'un demi rang de chaque côté : 3 rangs de garde (1,5 de chaque côté de la placette) et 3 rangs d'observations (Figure 9). Ces rangs de garde sont essentiels pour garantir l'absence de traitement sur les rangs observés du TNT.

## 2.2. Protocole d'observation

Les observations ont été effectuées selon le protocole indiqué dans le Guide de l'observateur conçu dans le cadre du dispositif du Bulletin de Santé du Végétal vigne [6], en l'adaptant aux conditions du vignoble. Par exemple, les TNT sont constitués de 6 rangs au lieu de 4 préconisés au minimum par le guide. De plus, les observations ont été menées une fois par semaine le mercredi matin et non le lundi.

Comme indiqué dans le Guide de l'observateur, 50 ceps ont été observés pour les TNT sur les 3 rangs d'observation. Les mêmes ceps ont été observés à chaque comptage. Aucun comptage n'est réalisé sur les ceps situés entre les deux premiers poteaux afin d'éviter les effets de bordure (Figure 9).

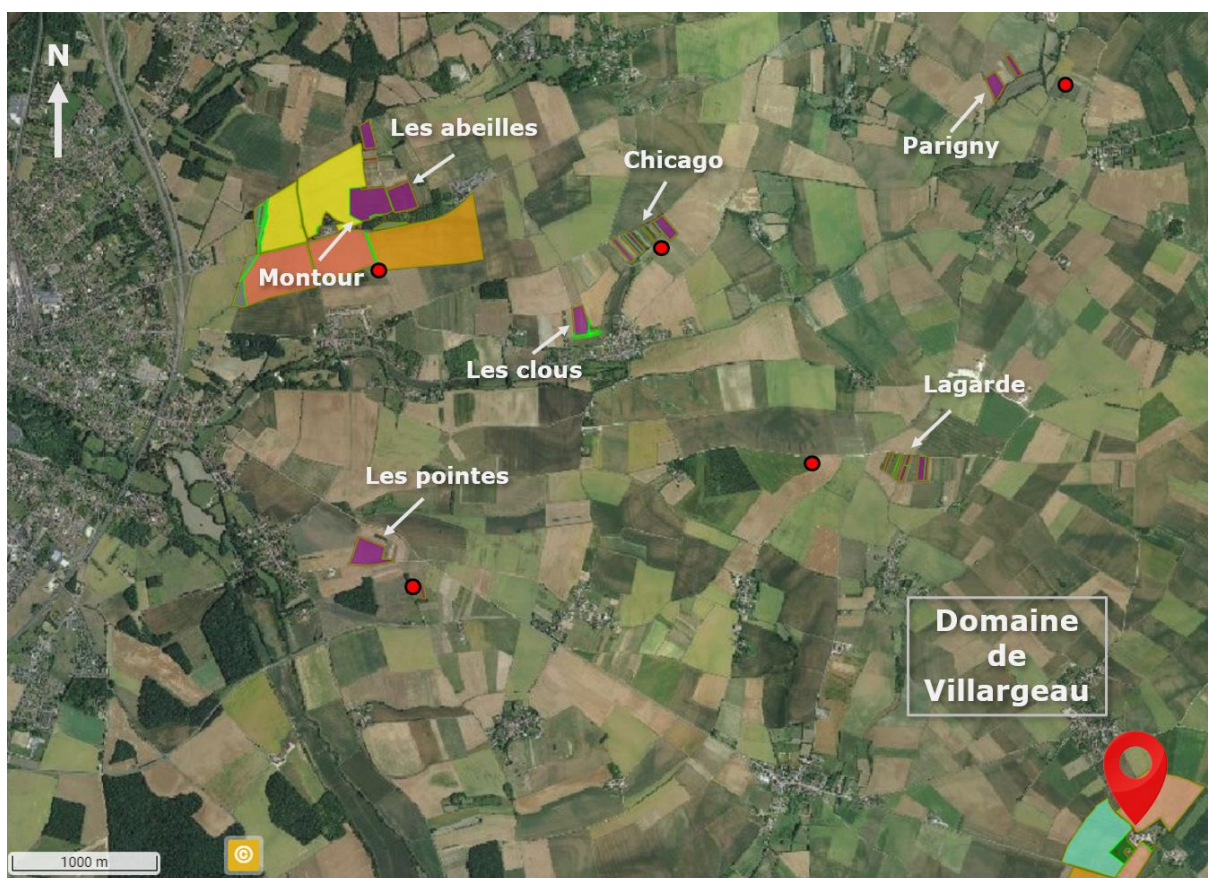
Concernant les placettes traitées selon les modalités 2 et 3, 10 feuilles ont été observées par cep, avec 5 ceps par rang et ce sur 3 rangs afin d'avoir 3 répétitions. 50 feuilles sont donc observées par comptage, comme indiqué dans le Guide de l'observateur. Les mêmes pieds de vigne ont été observés lors de chaque comptage (Figure 8).

## 2.3. Evaluation de la fréquence et de l'intensité d'attaque

Pour estimer les dégâts causés par un bio-agresseur, il faut mesurer la fréquence et l'intensité de l'attaque [6].

La Fréquence d'Attaque Moyenne (FAM) est le rapport entre le nombre d'organes atteints (feuilles ou grappes) et le nombre d'organes observés. Elle est calculée sur les parcelles atteintes par la maladie ou le ravageur.

L'Intensité d'Attaque Moyenne (IAM) est le rapport entre la surface occupée par la maladie (les symptômes) et la surface de tous les organes observés (le feuillage ou les grappes). Elle est calculée sur les parcelles atteintes par la maladie ou le ravageur. Ici, l'intensité des dégâts est estimée grâce à l'échelle d'intensité donnée par le Guide de l'observateur [6]. La valeur de l'intensité d'attaque moyenne est toujours inférieure à celle de la fréquence d'attaque moyenne.



**Figure 10 - Localisation des stations météo**

Chaque parcelle est située à proximité d'une station météo ce qui permet d'avoir les données météorologiques en temps réel pour chaque îlot et ainsi de gérer au mieux les traitements à réaliser sur chaque parcelle en fonction des températures et de la pluviométrie (source : [\[1\]](#)).

Le produit de la fréquence et de l'intensité d'attaque nous donne une estimation des dégâts réels causés par le bio-agresseur.

L'objectif de ces mesures est de comparer les valeurs obtenues entre les différentes placettes afin de voir s'il y a un effet traitement et/ou un effet milieu significatif.

## 2.4. Données physiologiques

Des mesures physiologiques sont réalisées afin de compléter le comptage des maladies et de voir s'il existe bien une relation entre la vigueur de la vigne et l'apparition de symptômes. La longueur d'un rameau par placette est suivie chaque semaine pour avoir un ordre d'idée de la vigueur de la vigne et déterminer une courbe de croissance de la plante pour chaque cépage. En effet, la plante est généralement plus sensible aux maladies lorsque sa vigueur est importante. Le nombre de grappes de raisin est comptabilisé sur ces rameaux car ce sont des organes puits\* et que leur présence joue un rôle dans la vigueur du rameau.

## 2.5. Données météorologiques

Plusieurs stations météo issues du réseau Sencrop sont positionnées dans différents îlots afin de connaître en temps réel les températures ainsi que la pluviométrie sur ces parcelles (Figure 10). Ces deux facteurs sont déterminants dans l'apparition des maladies. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, le mildiou et l'oïdium nécessitent des conditions climatiques bien précises pour leur développement. C'est pourquoi il est pertinent de contrôler les températures et la pluviométrie localement afin de vérifier la corrélation entre la météo et l'apparition de symptômes pour pouvoir expliquer l'émergence de la maladie.

## 2.6. Essai en biodynamie

Différents traitements en biodynamie sont appliqués sur l'essai : les préparations de base, qui sont la bouse de corne préparée (500P) et la silice de corne (501), ainsi que des décoctions et des tisanes.

### 2.6.1. Bouse de corne préparée (500P) et silice de corne (501)

La préparation 500P est riche en molécules labiles en partie décomposées (dérivés de lignine, acides gras, dérivés de cires végétale...), ce qui pourrait potentiellement expliquer son effet bénéfique sur la qualité et la structure du sol ainsi que sur la croissance des plantes (Spaccini *et al.*, 2012).

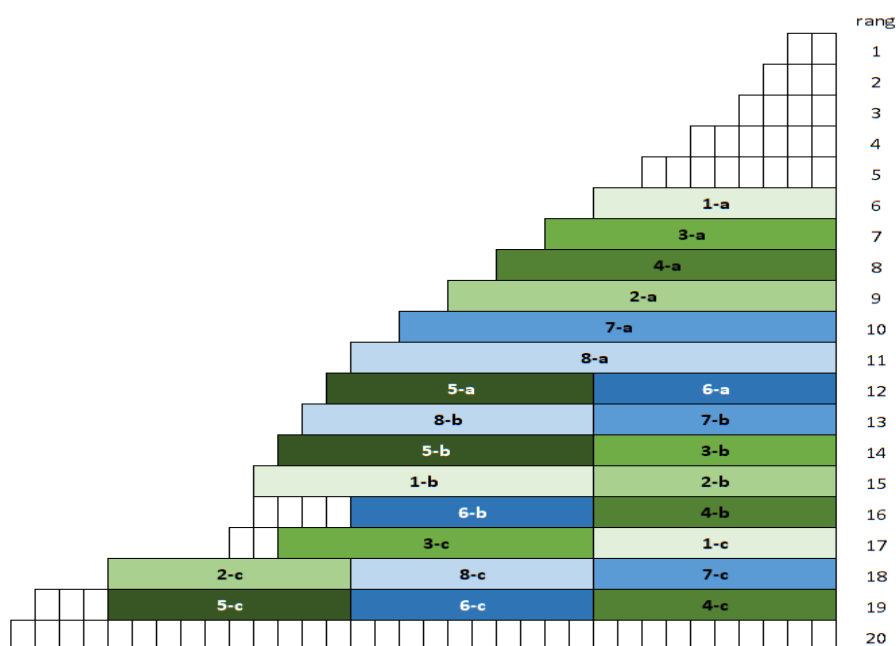
La préparation 501 contient du silicium qui est un activateur des chitinases, des peroxydases et permet l'accumulation de composés phénoliques (Chérif *et al.*, 1994). De plus, les plantes traitées avec du silicium produisent davantage de phytoalexines (Fawe *et al.*, 1998). Toutes ces molécules ont un rôle dans la mise en place des mécanismes de défense des plantes, ce qui pourrait justifier l'efficacité de la préparation 501 contre certaines maladies.

Ces deux préparations ont été dynamisées dans 30 l d'eau de pluie, chauffée à 37°C pour la 500P et à température ambiante pour la 501, durant 1h avant d'être appliquée en fin d'après-midi pour la 500P et tôt le matin pour la 501, sur les 1 ha d'essai de culture en protection alternative.

Mai 2021							Juin 2021						
Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
3	4	5	6	7 Bouse de corne préparée (500P) Essai biodynamie	8	9	31	1	2 Bouillie bordelaise à 20% (150g de cuivre/ha) + 5kg de soufre /ha Toutes les parcelles	3 Tisane de saule (100g d'écorce de saule /ha) Essai biodynamie	4	5	6
10	11	12	13	14	15	16	7	8	9	10 Décoction de prêle (100g de prêle séchée /ha) Essai biodynamie	11	12	13
17	18 Bouillie bordelaise à 20% (150g de cuivre/ha) Lagarde, Les pointes	19	20	21 Bouillie bordelaise à 20% (150g de cuivre/ha) Montour, Les abeilles, Les clous, Chicago, Parigny	22	23	14	15	16 Bouillie bordelaise à 20% (150g de cuivre/ha) + 5kg de soufre /ha Toutes les parcelles	17 Tisane de saule (100g d'écorce de saule /ha) Essai biodynamie	18 Silice de corne (501) Essai biodynamie	19 Bouillie bordelaise à 20% (150g de cuivre/ha) + 5kg de soufre /ha Toutes les parcelles	20
24	25	26	27	28 Bouillie bordelaise à 20% (150g de cuivre/ha) + 5kg de soufre/ha Toutes les parcelles	29	30	21	22 300g de cuivre métal micros-cop /ha +5kg de soufre /ha Les abeilles, Montour, Les pointes	23	24 Décoction de prêle (100g de prêle séchée /ha) Essai biodynamie	25 300g de cuivre métal micros-cop /ha +5kg de soufre /ha Lagarde, Chicago, Les clous, Parigny	26	27

**Figure 11 - Calendrier de traitements**

Les traitements antifongiques (cuivre et soufre) sont effectués après chaque pluie de 20mm car on considère que c'est à partir de cette quantité que les traitements sont lessivés. Le mois de mai a été très pluvieux, c'est pour cela que plusieurs passages de traitements ont été nécessaires. Les premiers traitements ont été effectués la semaine du 17 mai comme conseillé par la SICAVAC (Annexe I). Au total 6 passages de traitements à la bouillie bordelaise ont été effectués entre les mois de mai et juin. Les traitements « tisane de saule » et « décoction de prêle » sont réalisés chacun à leur tour, une semaine sur deux (source : personnelle).



**Figure 12 - Plan de la parcelle d'essai avec les 8 modalités de traitement répétées 3 fois**

Une cellule correspond à 1 cep. Chaque répétition est effectuée sur un minimum de 10 ceps (source : SICAVAC).

## 2.6.2. Préparation et application des décoctions et des tisanes

En supplément des traitements requis en biodynamie (préparation de « bouse de corne » et de « silice de corne ») des décoctions de Prêle des champs et des tisanes de Saule blanc sont apportées à la vigne.

La Prêle des champs est utilisée en biodynamie car elle aurait pour effet de limiter le développement de maladies cryptogamiques (Steiner, 2003). Des études scientifiques ont montré que l'huile essentielle de prêle contenait du thymol, un monoterpène phénolique (Radulović *et al.*, 2006) avec des propriétés antimicrobiennes et antifongiques (Tepe *et al.*, 2004). Nous pouvons ainsi penser que ce sont les monoterpènes phénoliques présents dans la prêle qui permettraient de renforcer les défenses de la vigne face aux attaques des pathogènes fongiques.

Le Saule blanc contient une quantité importante d'acide salicylique principalement dans l'écorce des pousses d'un an. Or, il a été démontré que l'acide salicylique est un activateur de la Résistance Systémique Acquise (SAR) des plantes (Gaffney *et al.*, 1993). L'apport exogène d'acide salicylique par la tisane de saule permettrait ainsi d'améliorer la résistance de la plante face à diverses maladies comme le mildiou ou l'oïdium.

Pour préparer la décoction de Prêle des champs nous avons laissé macérer 100 g de plante sèche pendant une journée dans 3 l d'eau avant de la faire cuire à feu doux durant 1h. Cette préparation a été filtrée puis diluée dans 27 l d'eau de pluie (pH  $\approx$  6,8) avant d'être appliquée avec un pulvérisateur à dos (Masson, 2018).

Concernant la tisane de Saule blanc, elle a été préparée en laissant infuser 100 g d'écorce sèche dans 4 l d'eau chaude durant 20min. Cette tisane a ensuite été filtrée puis diluée dans 36 l d'eau de pluie (pH  $\approx$  6,8) avant d'être appliquée avec un pulvérisateur à dos en cuivre (Masson, 2018).

Chacune de ces décoctions et tisanes est appliquée tous les 14 jours sur les 1 ha de l'essai de culture en biodynamie (Figure 11). La vitesse d'épandage a été calculée en fonction de la quantité de traitement à apporter ainsi que du débit du pulvérisateur à dos.

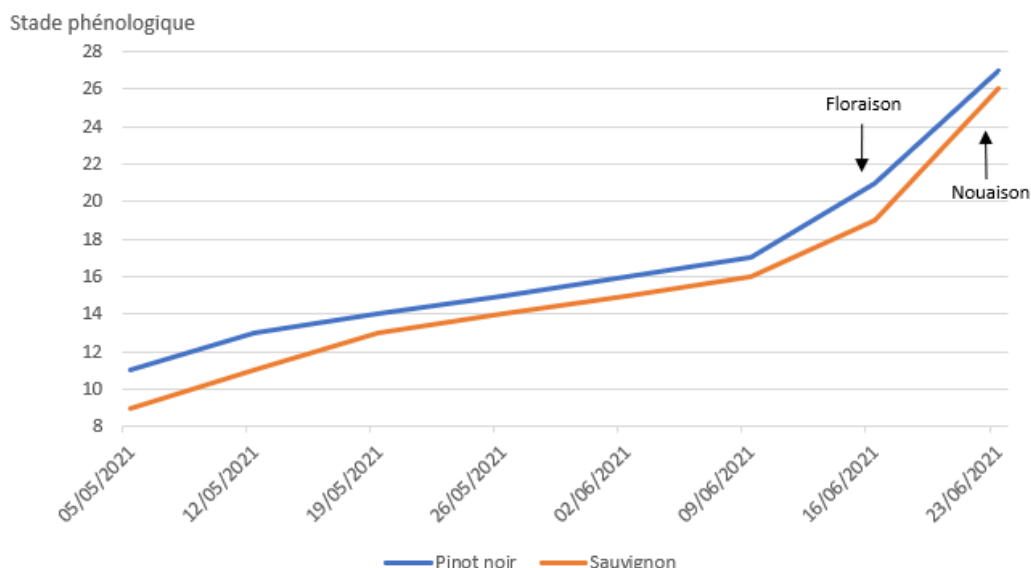
## 2.7. Jeu de données de la SICAVAC

### 2.7.1. Pourquoi faire appel à un jeu de données extérieur ?

Ayant observé seulement deux taches de mildiou dans les vignes du domaine de Villargeau malgré une année plutôt favorable au développement du mildiou et de l'oïdium (pluviométrie élevée en mai et températures aux alentours de 25°C début juin), la partie analyses statistiques sera essentiellement centrée sur un jeu de données fournies par la SICAVAC (Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinifications et d'Analyses du Centre). Cet organisme propose des prestations de suivi technique individuelles.

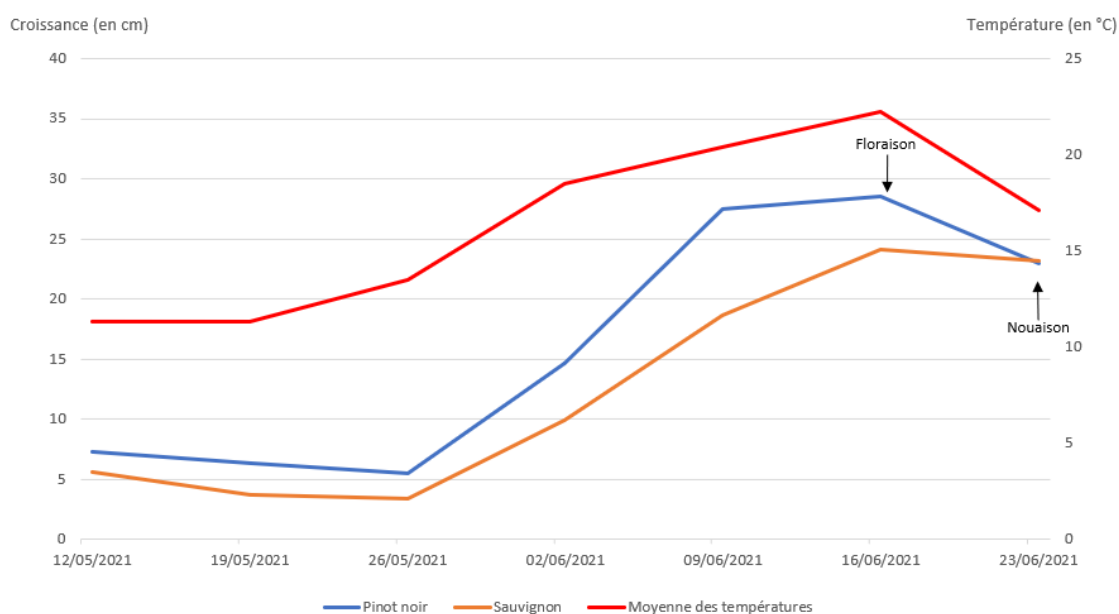
### 2.7.2. Description du jeu de données

Ce dernier est issu d'un comptage de symptômes de mildiou sur feuilles et sur grappes. Il est semblable aux données qui auraient pu être obtenues durant le stage. Ces observations ont été effectuées dans une parcelle du vignoble Sancerrois, sur du Sauvignon, le 13 juin sur feuilles et les 19 et 27 juin 2018 sur grappes par la même personne (Figure 12).



**Figure 13 - Stades phénologiques du Pinot noir et du Sauvignon**

Ce graphique a été obtenu en effectuant la moyenne des stades phénologiques observés pour chaque cépage toutes les semaines entre les dix placettes. On observe que le Sauvignon a un retard de développement d'environ une semaine sur le Pinot noir (source : personnelle).



**Figure 14 - Croissance des rameaux des différents cépages**

La croissance des rameaux a été suivie en mesurant la longueur d'un rameau par placette chaque semaine afin d'avoir un ordre d'idée de l'intensité de croissance de la vigne. On remarque que la croissance a été beaucoup plus rapide à partir de début juin (entre 10 et 15 cm de plus en une semaine), puis qu'elle a commencé à ralentir après la mi-juin, au début de la floraison (source : personnelle).

L'objectif de ces observations est de déterminer s'il y a un effet traitement significatif entre 8 modalités de traitement qui sont les suivantes :

- Modalité 1 : TNT
- Modalité 2 : bouillie bordelaise (150 à 600 g/ha)
- Modalité 3 : bouillie bordelaise (150 à 600 g/ha) + Cosoga (2 l/ha)
- Modalité 4 : bouillie bordelaise (150 à 600 g/ha) + huile essentielle de lavandin (1 l/ha)
- Modalité 5 : bouillie bordelaise (150 à 600 g/ha) + LBG (2 l/ha)
- Modalité 6 : bouillie bordelaise (150 à 600 g/ha) + tisane de prêle et d'ortie (100 g/ha de plante sèche)
- Modalité 7 : Newcop (1,1 l/ha)
- Modalité 8 : Arvor (208 g/ha)

Le Cosoga est un Stimulateur de Défense des Plantes (SDP) à visée anti-mildiou et anti-oïdium [7]. L'huile essentielle de lavandin aurait un effet antifongique notamment contre le mildiou (Er *et al.*, 2020). Le LBG est un fongicide de biocontrôle anti-mildiou à base de phosphonate de potassium [8]. La tisane d'ortie serait un stimulateur de la croissance végétale et aurait un léger effet préventif contre le mildiou (Masson, 2018). Newcop est un engrais foliaire à base de bore, de cuivre, de manganèse, de zinc et de glycine bêtaïne [9]. Enfin, Arvor est aussi un engrais foliaire à base d'algues marines brunes (*Ascophyllum nodosum*), enrichi en cuivre, manganèse et zinc [10]. Tous ces produits sont autorisés en agriculture biologique, sauf le LBG. Quatre passages de traitement ont été effectués pour chaque modalité entre le 9 mai et le 4 juin 2018.

## 3. Résultats

### 3.1. Stades phénologiques et croissance de la vigne

D'après la figure 13, nous remarquons qu'il y a un décalage de développement de la vigne d'environ une semaine entre les cépages de Pinot noir et de Sauvignon (Figure 13). Le Sauvignon présentait un retard de développement de deux semaines au début du mois de mai par rapport au Pinot noir à cause du gel, mais ce retard a été rattrapé dès la hausse des températures à partir de mi-mai.

La figure 14 nous indique que la croissance de la vigne a fortement augmenté à partir de début juin. Elle est passée d'environ 5 cm par semaine à plus de 10 cm pour arriver à plus de 20 cm par semaine aux alentours du 10 juin. La croissance de la vigne a commencé à ralentir à partir de mi-juin.

On observe également que la croissance du Pinot noir est plus rapide et plus précoce que celle du Sauvignon (croissance rapide observée pour les placettes situées à Lagarde et Chicago).

Concernant la longueur des rameaux sur les différentes placettes (Figure 15), on remarque que ce sont les rameaux des vignes situées à Lagarde et Chicago (Pinot noir) qui sont les plus longs jusqu'à la mi-juin. Après cette date-là, les rameaux des deux cépages (Pinot noir et Sauvignon) présentent des mesures similaires, aux alentours de 100 cm.



## 3.2. Symptômes de mildiou et d'oïdium sur feuilles

### 3.2.1. Résultats d'observation des témoins non traités

Une seule tache de mildiou a été observée sur la placette située dans le témoin non traité de l'îlot Montour le 16/06/2021 (Tableau III). Aucun symptôme d'oïdium n'a été observé sur les témoins non traités pour l'instant. La tache de mildiou recouvrait environ 7% de la surface d'une seule feuille touchée, d'où une fréquence d'attaque de 2% (1 feuille touchée sur 50 observées) et une intensité d'attaque moyenne de 0,1% sur les 50 feuilles observées.

### 3.2.2. Résultats d'observation de la modalité traitement du domaine

Une seule tache de mildiou a été observée sur la placette positionnée à Lagarde le 16/06/2021 (Tableau III). Aucun symptôme d'oïdium n'a été observé actuellement sur l'ensemble des placettes traitées selon le mode de traitement de référence du domaine. La tache de mildiou recouvrait environ 10% de la surface de la feuille touchée, d'où une intensité d'attaque moyenne de 0,2% sur les 50 feuilles observées.

### 3.2.3. Résultats d'observation de la modalité biodynamie

Aucun symptôme, ni de mildiou, ni d'oïdium, n'a été observé sur la placette positionnée dans l'essai de traitement alternatif au cuivre (biodynamie + tisanes) (Tableau III).

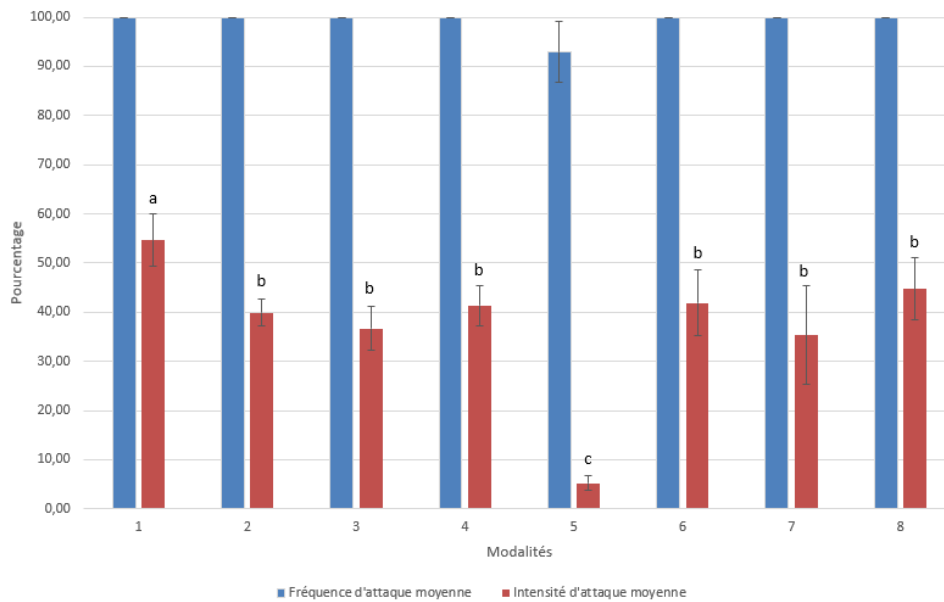
## 3.3. Jeu de données de la SICAVAC

### 3.3.1. Analyses statistiques

Chaque modalité (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) a été répétée 3 fois (a, b et c) sur la parcelle avec un minimum de 10 ceps observés par répétition pour le comptage des feuilles et 50 grappes pour le comptage sur grappes (Figure 12). Les moyennes de la fréquence et de l'intensité des symptômes observés ont été effectuées pour chaque répétition des 8 modalités. Les résultats ont été traités statistiquement à l'aide du logiciel R afin de contrôler l'homogénéité et la normalité des variables et éventuellement d'observer des différences significatives entre les différentes modalités.

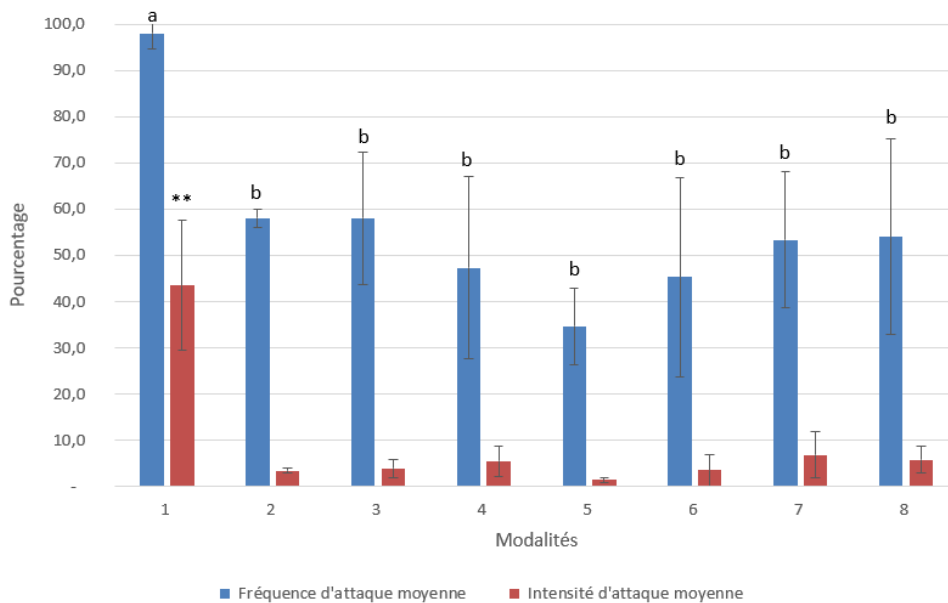
Tout d'abord, il est nécessaire de vérifier la normalité des variables obtenues grâce au test de Kolmogorov-Smirnov (Test KS), avec un risque  $\alpha$  fixé à 0,05. D'après ce test, les p-values de l'intensité d'attaque du mildiou sont supérieures à 0,05 pour le premier et le dernier comptage (13/06/18 et 27/06/18) (Tableau VI). Nous acceptons  $H_0$  : ces distributions suivent une loi normale. En revanche, la p-value de l'intensité d'attaque du mildiou est inférieure à 0,05 pour le deuxième comptage (19/06/18) (p-value = 0,03). Dans ce cas, nous rejetons  $H_0$  et acceptons  $H_1$  : cette distribution ne suit pas une loi normale.

Concernant les p-values de la fréquence d'attaque du mildiou, elles sont supérieures à 0,05 pour les deux derniers comptages (19/06/18 et 27/06/18) (Tableau VI). Nous acceptons  $H_0$  : ces distributions suivent une loi normale. En revanche, la p-value de la fréquence d'attaque du mildiou est inférieure à 0,05 pour le premier comptage (13/06/18) (p-value =  $1,15e-06$ ). Dans ce cas, nous rejetons  $H_0$  et acceptons  $H_1$  : cette distribution ne suit pas une loi normale.



**Figure 16 - Proportion du feuillage attaqué par le mildiou (le 13/06/18)**

Le test de Newman-Keuls nous a permis de définir trois groupes (a, b et c) selon l'intensité d'attaque du mildiou observée. Les traitements 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 ont un effet significatif sur la réduction de l'intensité d'attaque du mildiou. La modalité 5 présente l'intensité d'attaque du mildiou la plus faible. Le test de Kruskal-Wallis ne nous donne pas de résultats significatifs entre les 8 modalités concernant la fréquence d'attaque (source : SICAVAC).



**Figure 17 - Proportion de grappes attaquées par le mildiou (le 19/06/18)**

Le test de Newman-Keuls nous a permis de définir 2 groupes (a et b) selon la fréquence d'attaque du mildiou sur grappes. Tous les traitements (modalités 2 à 8) ont un effet significatif sur la réduction de la fréquence d'attaque du mildiou. Le test de Dunnett nous indique également qu'il y a un effet significatif des 7 traitements sur l'intensité d'attaque par rapport au TNT (\*\*=p-value<0,01) (source : SICAVAC).

Nous vérifions ensuite l'homogénéité des variances grâce au test du  $\text{Khi}^2$  de Bartlett mais seulement pour les variables qui suivent une distribution normale. Nous obtenons des p-values supérieures à 0,05. Nous pouvons ainsi considérer que les variances sont homogènes pour ces variables.

Les conditions d'application de tests statistiques paramétriques étant respectées pour les variables « intensité d'attaque » du 13/06/18 et du 27/06/18 ainsi que « fréquence d'attaque » du 19/06/18 et du 27/06/18, nous pouvons effectuer le test ANOVA au seuil  $\alpha$  fixé à 0,05, afin de contrôler la significativité d'éventuelles différences entre les modalités. Ce test a montré des différences significatives pour certaines modalités. Pour déterminer lesquelles, le test de Newman-Keuls a été effectué pour définir différents groupes caractérisés par une lettre.

Concernant les variables « intensité d'attaque » du 19/06/18 et « fréquence d'attaque » du 13/06/18, les conditions d'application de tests statistiques paramétriques n'étant pas respectées, le test ANOVA ne peut pas être effectué. Nous allons donc procéder à un test de Kruskal-Wallis avec un seuil  $\alpha$  fixé à 0,05, pour comparer la fréquence et l'intensité des symptômes observés entre les différentes modalités de traitement et ainsi contrôler la significativité des résultats. Si une différence significative est détectée, le test de Dunnett sera utilisé pour comparer les modalités entre elles et au témoin.

### **3.3.2. Essai de différents traitements contre le mildiou**

#### **a) Observations sur feuilles du 13/06/2018**

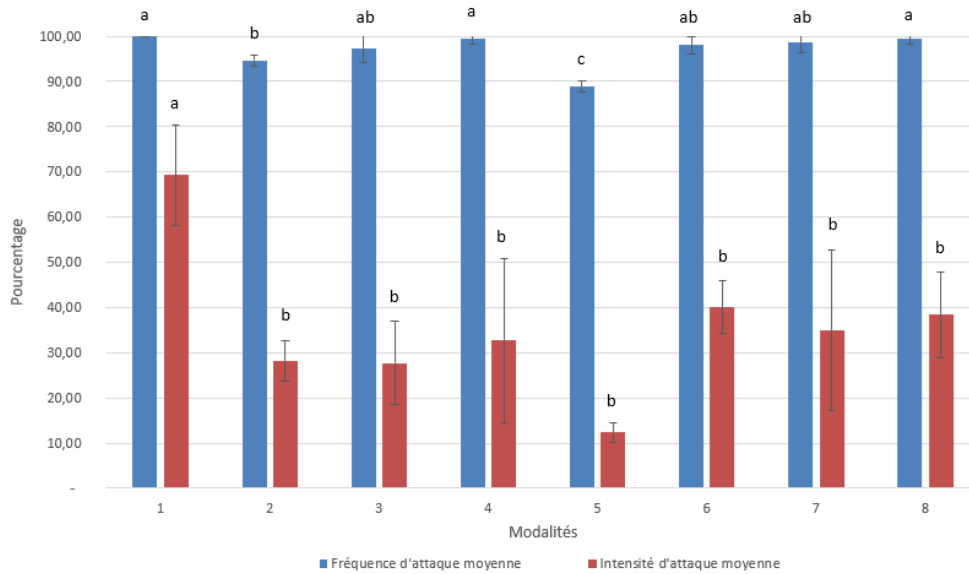
La figure 16 nous indique qu'aucune modalité de traitement ne présente un effet significatif sur la fréquence d'attaque du mildiou d'après le test de Kruskal-Wallis. Pour 7 des 8 modalités, 100% des feuilles observées présentent des symptômes de mildiou, ce qui est très élevé et peut avoir un impact très important sur le rendement lors des vendanges.

Concernant l'intensité d'attaque, le traitement au LBG (modalité 5) semble être plus efficace que les autres traitements. Seulement 5% de la surface des feuilles observées pour cette modalité est touchée par le mildiou, contre 40% pour les autres traitements. Les feuilles observées sur le TNT sont significativement plus touchées par le mildiou par rapport à celles observées dans les six autres modalités de traitement (environ 15% de plus).

#### **b) Observations sur grappes du 19/06/2018**

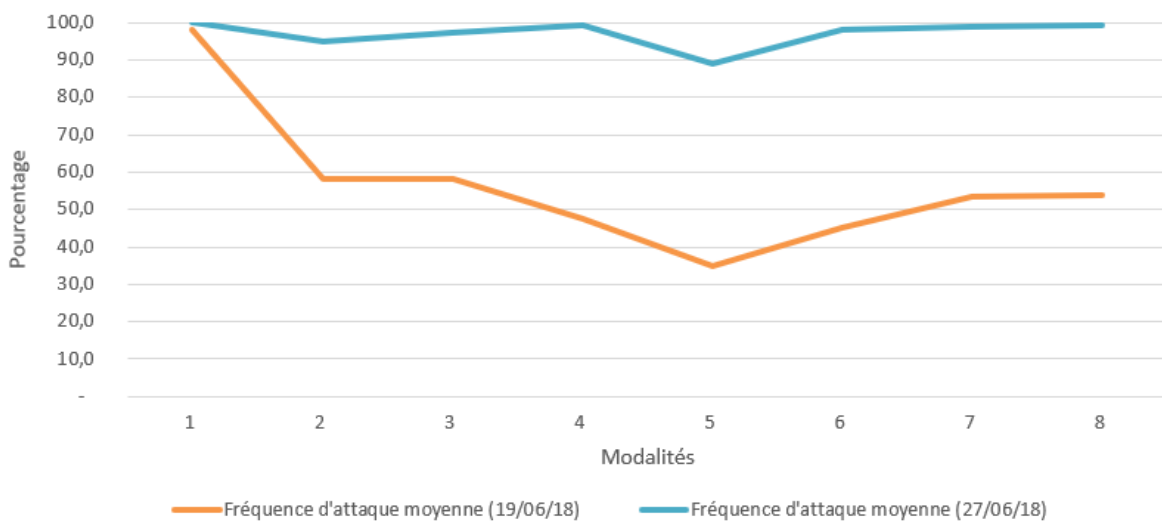
D'après la figure 17, nous remarquons que pour les modalités de 2 à 8 nous avons une fréquence d'attaque du mildiou sur grappes plus faible que pour la modalité 1. La fréquence d'attaque observée est en moyenne de 50% pour ces sept modalités, alors qu'elle est de plus de 90% pour le TNT.

En ce qui concerne l'intensité d'attaque, les tests statistiques de Kruskal-Wallis puis de Dunnett, nous informent que les grappes observées dans la modalité 1 sont significativement plus touchées par le mildiou que celles observées pour toutes les autres modalités. L'intensité d'attaque est réduite d'un facteur 8 entre les modalités traitées et le TNT.



**Figure 18 - Proportion de grappes attaquées par le mildiou (le 27/06/18)**

Le test de Newman-Keuls nous a permis de définir 3 groupes (a, b et c) selon la fréquence ou l'intensité d'attaque du mildiou sur grappes. Seules les modalités 2 et 5 semblent avoir un effet significatif sur la fréquence d'attaque par rapport à la modalité 1. Concernant l'intensité d'attaque, les 7 traitements présentent la même efficacité (source : SICAVAC).



**Figure 19 - Fréquence d'attaque moyenne du mildiou sur grappes aux 19 et 27/06/18**

On constate que la fréquence d'attaque du mildiou sur les grappes est deux fois plus importante le 27 que le 19 juin pour toutes les modalités, sauf pour la modalité 1 dont la fréquence d'attaque était déjà de 100% au 19 juin (source : SICAVAC).

### c) Observations sur grappes du 27/06/2018

La figure 18 nous indique que la fréquence d'attaque du mildiou sur grappes est légèrement plus faible pour les modalités 2 et 5 que pour les autres modalités. Les traitements 2 (bouillie bordelaise seule) et 5 (bouillie bordelaise + LBG) semblent être plus efficaces contre le mildiou que les autres traitements. Les traitements 3, 6 et 7 présentent un léger effet par rapport au témoin non traité.

Pour l'intensité d'attaque, la modalité 1 est classée dans le groupe « a » et les autres modalités sont toutes classées dans le groupe « b » suite au test de Newman-Keuls. Cela nous indique que tous les traitements auraient un effet similaire quant à leur réduction de l'intensité d'attaque du mildiou. Le comptage des symptômes de mildiou sur grappes du 27/06/18 nous informe que tous les traitements réduisent environ de moitié l'intensité d'attaque du champignon.

### d) Evolution des symptômes de mildiou sur grappes

D'après la figure 19, la fréquence d'attaque moyenne du mildiou sur grappes est environ deux fois plus importante le 27 que le 19 juin pour toutes les modalités, sauf pour la modalité 1 pour laquelle la fréquence d'attaque observée sur grappes était déjà de 100% le 19 juin.

La figure 20 nous indique que l'intensité d'attaque du mildiou est également plus élevée (environ 25% de plus) le 27 juin par rapport au 19 juin. Seule l'intensité d'attaque observée pour la modalité 5, qui a augmenté d'environ 10%.

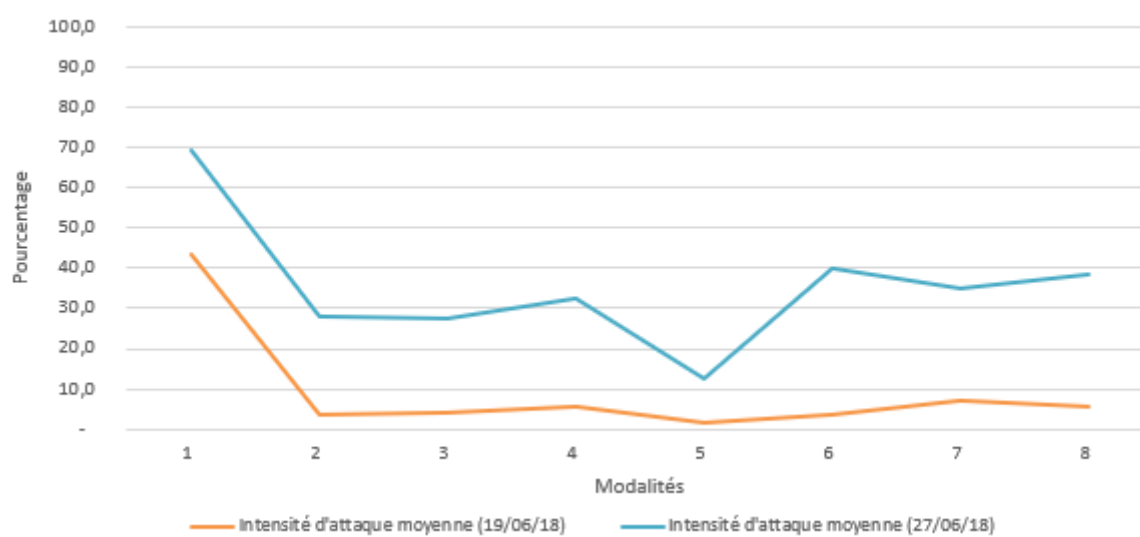
Ces données nous montrent que de plus en plus de grappes sont touchées par le mildiou au cours de la saison et que le champignon se développe sur une plus grande proportion des grappes malades. De telles valeurs de fréquence et d'intensité d'attaque du mildiou ont des répercussions très importantes sur la quantité et la qualité du rendement de la vigne.

## 4. Discussion

### 4.1. Stades phénologiques et croissance de la vigne

Le retard de développement observé du Sauvignon par rapport au Pinot noir est normal (Figure 13). Ce dernier cépage est plus précoce (Annexe I à III). Il est également vendangé plus tôt dans la saison que le Sauvignon. De plus, le débourrement de la vigne a été relativement précoce cette année, mais à cause des gelées tardives (entre fin avril et début mai) la vigne a pris du retard. Début mai, elle était au même stade que lors des millésimes 2008, 2009, 2010 et 2015 (Annexe II). Puis avec la hausse des températures entre fin mai et début juin, la vigne a rattrapé une partie du retard accumulé au mois de mai (Annexe III).

La croissance de la vigne a également fortement augmenté avec cette hausse des températures début juin, puis elle a ralenti après la mi-juin au début de la floraison (Figure 14). Cela nous indique bien qu'il y a un lien entre les stades de développements et le taux de croissance de la vigne. Au moment de la floraison ce sont les fleurs, puis les fruits à partir de la nouaison, qui deviennent les principaux organes puits au dépend des rameaux et des feuilles.



**Figure 20 - Intensité d'attaque moyenne du mildiou sur grappes aux 19 et 27/06/18**

On constate que l'intensité d'attaque du mildiou sur les grappes est plus importante (environ 25% de plus) le 27 que le 19 juin pour toutes les modalités, sauf pour la modalité 5 où elle est plus élevée de seulement 10% (source : SICAVAC).

Le Pinot noir est plus précoce que le Sauvignon, ce qui explique que les rameaux des parcelles implantées en Sauvignon soient plus courts que ceux des parcelles implantées en Pinot noir jusqu'au 16 juin. Après cette date-là, la floraison a débuté en priorité chez le Pinot noir donc la croissance des rameaux a ralenti pour ce cépage, alors qu'elle a continué d'augmenter pour le Sauvignon.

Un seul rameau a été mesuré sur chaque placette, donc ces résultats de croissance et de longueur des rameaux sont discutables et ne sont peut-être pas représentatifs de la vigueur moyenne de chaque parcelle. Nous avons choisi de ne mesurer la longueur que d'un seul rameau car la croissance de la vigne n'est pas le principal sujet d'étude.

Ces mesures physiologiques auraient pu servir à vérifier s'il existait une corrélation entre la vigueur de la vigne et le développement de maladies, mais nous n'avons pas observé de symptômes d'oïdium et seulement 2 taches de mildiou sur les placettes d'observation au 23/06/2021.

## **4.2. Comparaison des modalités TNT et traitement du domaine**

Une seule tache de mildiou a été observée pour chacune de ces modalités le 16/06/2021 sur les placettes de Montour et Lagarde et aucun symptôme d'oïdium n'a été détecté (Tableau III). Deux explications peuvent justifier ces résultats. Soit les deux placettes TNT ont reçu accidentellement du cuivre et du soufre lors du traitement des parcelles. Dans ce cas, ces doses de cuivre et de soufre auraient suffi à protéger la vigne contre le mildiou et l'oïdium. La deuxième explication possible est que la pression de maladies sur les parcelles du domaine de Villargeau soit relativement faible pour le moment. Dans ce deuxième cas, les six passages de traitement à la bouillie bordelaise et au soufre effectués sur l'ensemble des parcelles ne sont pas justifiés et peut-être même inutiles.

## **4.3. Comparaison des modalités TNT et traitement alternatif**

Aucun symptôme, ni de mildiou, ni d'oïdium, n'a été aperçu sur la placette positionnée sur l'essai en biodynamie et seulement un symptôme de mildiou a été observé sur un TNT pour le moment, ce qui n'est pas suffisant pour affirmer qu'il y a une différence entre ces deux modalités. Il serait intéressant de poursuivre l'essai de méthodes alternatives de traitement sur plusieurs années pour continuer à comparer ce mode de traitement à un témoin non traité et au mode de traitement de référence du domaine.

## **4.4. Comparaison de la sensibilité des différentes parcelles**

L'observation d'une tache de mildiou sur deux des sept parcelles du domaine de Villargeau n'est pas suffisante pour justifier que ces parcelles (Montour et Lagarde) sont plus sensibles que les autres îlots aux maladies cryptogamiques. Cependant, les parcelles de Lagarde, Chicago et Les clous sont situées sur des sols assez argileux qui retiennent davantage l'eau, ce qui favorise le développement de maladies et rend leur traitement plus délicat en cas de fortes précipitations. Ces parcelles doivent donc être suivies plus régulièrement, notamment lors des périodes pluvieuses.



## 4.5. Jeu de données de la SICAVAC

### 4.5.1. Efficacité de la bouillie bordelaise contre le mildiou

D'après les résultats d'observations de symptômes de mildiou sur feuilles et sur grappes, nous remarquons que pour les modalités 2 à 6 il y a un effet significatif des traitements sur la réduction de l'intensité d'attaque du mildiou. Sachant que dans toutes ces modalités de traitement de la bouillie bordelaise est apportée, nous pouvons penser que c'est cette dernière qui a un rôle anti-mildiou important. En effet, le cuivre présent dans la bouillie bordelaise (généralement sous forme de cuivre métal) est reconnu pour être un puissant fongicide, notamment contre le mildiou, et pratiquement le seul réellement efficace en agriculture biologique (Dagostin *et al.*, 2011).

En revanche, les données obtenues pour la fréquence d'attaque sur grappes nous indiquent que tous les traitements sont efficaces contre le mildiou le 19 juin mais pas le 27 juin. En effet, à cette date la fréquence d'attaque du mildiou est pratiquement de 100% pour toutes les modalités (Figure 19). Le dernier traitement a été effectué le 4 juin, ce qui peut expliquer la contamination importante et rapide des grappes après le comptage du 19 juin. Pour éviter, ou au moins réduire la propagation du champignon, l'expérimentateur aurait dû renouveler les traitements au moins une fois entre le 19 et le 27 juin.

### 4.5.2. Efficacité de traitements alternatifs au cuivre contre le mildiou

Les résultats obtenus nous indiquent qu'aucun de ces traitements (Cosoga, huile essentielle de lavandin, tisanes de prêle et d'ortie) apportés en complément de la bouillie bordelaise ne présente un effet antifongique significatif par rapport à la bouillie bordelaise appliquée seule. La pression de maladies et notamment de mildiou, était très élevée en 2018 (SICAVAC). Ces traitements proposés comme alternative au cuivre ne sont probablement pas efficaces en condition de si forte pression de maladies. Il serait alors intéressant d'étudier leur effet anti-mildiou dans des conditions plus saines, avec une pression plus faible du mildiou.

### 4.5.3. Efficacité du LBG contre le mildiou

D'après les données de la SICAVAC, le LBG apporté en complément de la bouillie bordelaise semble avoir un réel effet antifongique sur la réduction, principalement de l'intensité d'attaque du mildiou sur feuilles et sur grappes (Figures 16 à 18), mais également de la fréquence d'attaque du champignon sur les grappes (Figures 16 et 17).

La molécule active présente dans ce produit phytosanitaire est le phosphonate de potassium, concentré à 755 g/l [8]. Ce dernier est reconnu comme étant efficace contre le mildiou depuis un certain nombre d'années (Margarey *et al.*, 1990). Cependant, le phosphonate de potassium est un produit de synthèse, qui pénètre dans la plante et laisse des résidus dans le vin (Speiser *et al.*, 2000). De plus, les phosphonates produisent un métabolite, l'acide phosphoreux, proche d'un métabolite issu du Fosétyl-Al, produit interdit en bio par la législation française [11]. Ce sont pour ces raisons que le LBG est interdit en agriculture biologique en France.



#### 4.5.4. Efficacité des engrais Newcop et Arvor contre le mildiou

Les résultats obtenus par la SICAVAC nous indiquent que les engrais Newcop et Arvor ont un effet anti-mildiou assez important. Les figures 16, 17 et 18 nous montrent que ces produits ont un effet significatif, principalement sur l'intensité mais également sur la fréquence d'attaque du mildiou, aussi intéressant que les traitements à base de bouillie bordelaise.

Ces deux produits sont des engrais foliaires utilisables par le viticulteur pour stimuler la croissance de la vigne et ils sont également enrichis en cuivre. Newcop contient 135 g de cuivre par litre et Arvor 75 g/l. Sachant que les doses d'application recommandées par les fournisseurs sont respectivement de 0,75 à 2 l/ha et de 3 à 6 l/ha, la quantité de cuivre apportée lors d'un passage avec ces engrais foliaires est équivalente à celle apportée par un traitement à la bouillie bordelaise, soit entre 150 et 400 g/ha. De plus, Arvor contient des auxines et des oligosaccharides qui sont des molécules ayant un rôle dans la protection des plantes [10]. La présence de quantités si importantes de cuivre dans ces produits peut expliquer l'effet anti-mildiou observé de ces engrais.



## 5. Conclusions et perspectives

Sur l'ensemble des placettes délimitées sur toutes les parcelles du domaine de Villargeau, seulement deux taches de mildiou ont été observées au 23/06/2021 et aucun symptôme d'oïdium, même sur les TNT. Les parcelles du domaine présentent globalement un historique relativement sain, avec très peu de foyers de contaminations primaires dans les parcelles et aux alentours. De plus, nous pouvons supposer que la pression de maladies était assez faible sur les parcelles du domaine jusqu'au 20 juin, ce qui peut expliquer ces résultats. Dans ce cas, les six passages de traitement à la bouillie bordelaise et au soufre ont certainement été inutiles.

Cependant, la météo étant plutôt propice au développement de ces pathogènes (fin mai assez pluvieux et remontée des températures début juin), nous pouvons penser que les TNT auraient dû présenter des symptômes de maladies. Ainsi, nous pouvons supposer que les placettes témoins ont reçu accidentellement de faibles quantités de cuivre et de soufre, ce qui a pu légèrement les protéger contre le mildiou et l'oïdium. Pour éviter que cela ne se produise, nous aurions pu bâcher les TNT avant chaque passage de traitement.

Pour favoriser le développement de maladies cryptogamiques, il aurait été possible d'asperger régulièrement la vigne avec de l'eau. Cela nous aurait permis d'avoir des symptômes de maladies à observer et ainsi de pouvoir réellement comparer les différentes modalités de traitement mises en place.

Concernant l'essai de culture en protection alternative (biodynamie et tisanes), il aurait été plus intéressant de ne pas apporter les mêmes doses de cuivre et de soufre que sur les autres parcelles du domaine, mais de les réduire voire les supprimer, afin de pouvoir observer uniquement l'efficacité de ce traitement alternatif sur les maladies de la vigne.

Le domaine de Villargeau devrait vinifier à part le raisin vendangé sur l'essai biodynamie pour constater si les traitements apportés ont eu une influence ou non sur la qualité du vin. De plus, il serait pertinent de continuer à mener l'essai en biodynamie sur plusieurs années, pour évaluer les effets de ce mode de traitement alternatif sur le sol et la vigne à long terme.

Même si au 23/06/2021 très peu de symptômes de maladies ont été détectés sur l'ensemble des parcelles du vignoble, il est trop tôt pour conclure sur l'état sanitaire des vignes pour la saison 2021. En effet, des taches de mildiou peuvent apparaître fin juin suite aux précipitations importantes qui ont eu lieu après le 20 juin. Le suivi phytosanitaire du vignoble du domaine de Villargeau va donc être poursuivi tout au long du mois de juillet.



## 6. Bibliographie

- Andrивon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Fabre F., Gary C., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., Savini I.** (2018). Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ? Synthèse du rapport d'expertise scientifique collective, INRA, 66 p.
- Burruano S.** (2000). The life-cycle of *Plasmopara viticola*, cause of downy mildew of vine. *Mycologist*, **14**, 179–182.
- Carbonneau A., Deloire A., Jaillard B.** (2007). La Vigne : Physiologie, terroir, culture, 1 éd., Dunod, Paris, 442 p.
- Chérif M., Asselin A., Bélanger R.** (1994). Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium spp.* *Molecular Plant Pathology*, **181**, 187-196.
- Coombe BG.** (1995). Growth Stages of the Grapevine : Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **1**, 104–110.
- Dagostin S., Schärer H-J., Pertot I., Tamm L.** (2011). Are there alternatives to copper for controlling grapevine downy mildew in organic viticulture ? *Crop Protection*, **30**, 776–788.
- Er Y., Özer N., Katircioğlu YZ.** (2020). Determination of anti-mildew activity of essential oils against downy mildew of sunflower caused by *Plasmopara halstedii*. *Journal of Plant Diseases and Protection*, **127**, 709–713.
- Fawe A., Abou-Zaid MM., Menzie JG., Bélanger RR.** (1998). Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. *Phytopathology*, Vol. **88**, No. 5, 396-401.
- Gaffney T., Friedrich L., Vernooij B., Negrotto D., Nye G., Uknes S., Ward E., Kessmann H., Ryals J.** (1993). Requirement of Salicylic Acid for the Induction of Systemic Acquired Resistance. *Science*, **261**, 754–756.
- Galet P.** (1999). Précis de pathologie viticole, 3 éd., Montpellier, 264 p.
- Lorenz DH., Eichhorn KW., Bleiholder H., Klose R., Meier U., Weber E.** (1995). Growth Stages of the Grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*)—Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **1**, 100–103.
- Margarey P., Wicks T., Wachtel M.** (1990). Phosphonic (Phosphorous) Acid Controls *Plasmopara Viticola* the Cause of Downy Mildew of Grapevines. *Australasian Plant Pathology*, **19**, 126.
- Masson P.** (2018). Guide pratique pour l'agriculture biodynamique. BioDynamie Services, Les Crêts, 224.
- Pearson RC., Gadoury D.** (1987). Cleistothecia, the Source of Primary Inoculum for Grape Powdery Mildew in New York. *Phytopathology*, **77**, 1509.
- Pearson RC., Gärtel W.** (1985). Occurrence of Hyphae of *Uncinula necator* in Buds of Grapevine. *Plant Disease*, **69**, 149.
- Pearson RC., Goheen AC.** (1988). Plagas y enfermedades de la vid. Mundiprensa, Madrid, 119 p.
- Radulović N., Stojanović G, Palić R.** (2006). Composition and antimicrobial activity of *Equisetum arvense* L. essential oil. *Phytotherapy Research*, **20**, 85–88.
- Reynier A.** (2016). Manuel de viticulture : Guide technique du viticulteur. 12 éd., Lavoisier, Paris, 608 p.
- Schulze-Lefert P., Vogel J.** (2000). Closing the ranks to attack by powdery mildew. *Trends in Plant Science*, **5**, 343–348.



**Spaccini R., Mazzei P., Squartini A., Giannattasio M., Piccolo A.** (2012). Molecular properties of a fermented manure preparation used as field spray in biodynamic agriculture. *Environmental Science and Pollution Research*, **19**, 4214–4225.

**Speiser B., Berner A., Häseli A., Tamm L.** (2000). Control of Downy Mildew of Grapevine with Potassium Phosphonate : Effectivity and Phosphonate Residues in Wine. *Biological Agriculture & Horticulture*, **17**, 305–312.

**Steiner R.** (2003). Le cours aux agriculteurs. Novalis Eds, Paris, 256 p.

**Tepe B., Daferera D., Sökmen M., Polissiou M., Sökmen A.** (2004). In Vitro Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oils and Various Extracts of *Thymus eigi* M. Zohary et P.H. Davis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**, 1132–1137.

## 7. Sitographie

[1] : Mesparcelles (2021). Bourgogne mes parcelles. [https://cas.mesparcelles.fr/cas/login?service=https%3A%2F%2Fbourgogne.mesparcelles.fr%2Fportail\\_base%2F](https://cas.mesparcelles.fr/cas/login?service=https%3A%2F%2Fbourgogne.mesparcelles.fr%2Fportail_base%2F) (consulté le 10/05/2021)

[2] : BIVC (2020). Vins centre loire : nos appellations. <https://www.vins-centre-loire.com/fr/1/85/nos-appellations.html> (consulté le 22/05/2021)

[3] : Agriculture nouvelle (2016). Vendanges : récolter ni trop tôt, ni trop tard. <https://www.agriculture-nouvelle.fr/vendanges-determiner-la-date-de-recolte/> (consulté le 04/06/2021)

[4] : Dico du vin (2021). Cycle végétatif de la vigne. <https://dico-du-vin.com/cycle-vegetatif-de-la-vigne/> (consulté le 04/06/2021)

[5] : Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (2020). Questions / réponses : utilisation du cuivre en agriculture. <https://agriculture.gouv.fr/questions-reponses-lutilisation-du-cuivre-en-agriculture> (consulté le 18/05/2021)

[6] : Vignevin charentes (2017). Bulletin de Santé du Végétal. <http://www.vignevin-charentes.com/infos-pratiques/bulletin-de-sante-du-vegetal/guide-de-lobservateur-bsv.html> (consulté le 03/05/2021)

[7] : Syngenta (2021). BLASON. <https://www.syngenta.fr/produits/biocontrole-utilisable-en-agriculture-biologique-uab/stimulateur-des-defenses-naturelles-0> (consulté le 11/06/2021)

[8] : De sangosse (2021). Fongicide biocontrôle LBG 01F34 vigne. <https://www.desangosse.fr/produit/lbg-01f34-i-1/> (consulté le 11/06/2021)

[9] : Cr distribution (2021). Newcop fiche produit. [https://cr-distribution.fr/documentation/Newcop\\_fiche\\_produit](https://cr-distribution.fr/documentation/Newcop_fiche_produit) (consulté le 11/06/2021)

[10] : Vivagro (2020). Arvor. [https://vivagro.fr/wp-content/uploads/2020/09/FT\\_ARVOR\\_LEGER\\_2020\\_WEB-1.pdf](https://vivagro.fr/wp-content/uploads/2020/09/FT_ARVOR_LEGER_2020_WEB-1.pdf) (consulté le 11/06/2021)

[11] : Wessling group (2019). Présence d'acide phosphonique dans les aliments issus de l'agriculture biologique. <https://fr.wessling-group.com/fr/news/acide-phosphonique-dans-les-aliments-bio> (consulté le 11/06/2021)



# ANNEXES



## La Lettre SICAVAC

Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinification et d'Analyses du Centre  
SICAVAC SAS agréé pour le conseil indépendant à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques sous le N°CE01658

N°10/ 17 mai 2021

### En bref :

#### Stade :

#### Sauvignon :

5-6 feuilles étalées

#### Pinot noir :

6-7 feuilles étalées

#### Mildiou :

1<sup>er</sup> traitement à positionner au plus tôt en fin de semaine

#### Oïdium :

Intervention à 7-8 feuilles étalées en secteurs sensibles

#### Point sur

l'ébourgeonnage

#### SICAVAC S.A.S.

Tél : 02 48 78 51 00

François DAL

06 81 20 12 82

Marie THIBAUT

06 81 20 12 80

Emeline PITON

06 85 97 94 88

Lucie Anguenot

06 08 28 86 67

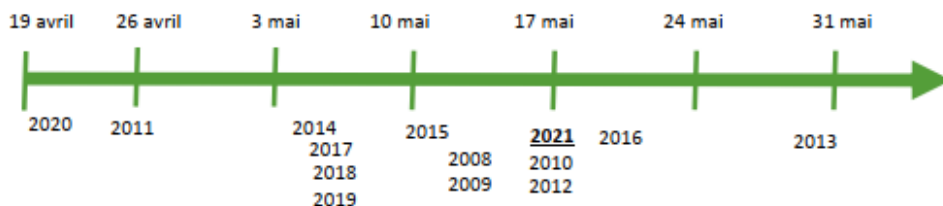
Florian Bussy

07 87 47 95 61

### STADE

Les températures basses de ces derniers jours ont peu fait progresser la vigne par rapport à la semaine dernière. Elle se situe actuellement dans la lignée de 2010 et 2012.

#### Stade 5-6 feuilles étalées sur sauvignon à Sancerre



### MILDIU

L'humidité constante de ces deux dernières semaines a permis aux œufs de mildiou d'acquiescer une germination en moins de 24h au laboratoire en conditions optimales (20°C, 100 % d'hygrométrie). Malgré tout, les températures froides actuelles et prévisionnelles induisent un temps long d'incubation du mildiou. Le risque reste donc faible.

**Pour ceux qui ne veulent absolument prendre aucun risque :** un traitement peut être positionné en fin de semaine.

**Pour ceux qui veulent aller plus loin :** si l'on se base sur le modèle habituel, le mildiou ne sera pas contaminant avant début juin. Le début de la protection peut donc attendre la fin de semaine prochaine avec les prévisions météorologiques qui s'annoncent plus favorables pour le passage du pulvérisateur. Plus de détails dans la prochaine lettre SICAVAC.

**En conventionnel :** un traitement avec 30 à 50 % de la dose sera suffisant. Si vous avez en stock des produits à base de mancozèbe (dernière année d'utilisation), c'est la bonne période pour les appliquer.

**En bio :** opter pour un traitement avec 150 à 200g de cuivre métal. La forme sulfate étant préférée à ce stade.

### OIDIUM

Malgré un potentiel important d'après les modèles, les températures et les précipitations actuelles ne sont pas favorables à l'oïdium. Le risque reste donc limité. Dans la majorité des cas, le début de la protection peut attendre la semaine prochaine. Uniquement pour les parcelles avec un fort historique oïdium, un traitement peut être envisagé cette semaine et doit débiter au stade 7-8 feuilles étalées. Ailleurs la protection peut attendre 9-10 feuilles étalées.

En conventionnel, 7-8 kg/ha de soufre mouillable sont nécessaires en secteurs sensibles, ailleurs et en bio 5-6 kg suffisent.

### BLACK-ROT

Pour le secteur de Châteaumeillant, veillez à utiliser des produits homologués pour le black-rot. En bio, 300 g de cuivre métal et 7 kg de soufre seront suffisants.

Cette Lettre est rédigée à partir d'observations ponctuelles et d'informations (BSV notamment) recueillies par SICAVAC. Elle donne une tendance générale non transposable telle quelle à la parcelle. SICAVAC SAS dégage donc toute responsabilité quant aux décisions prises par les viticulteurs pour la protection de leurs vignes. Vous référer à la « Liste des pratiques alternatives » pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires et à l'index phytosanitaire 2021 pour connaître les produits associés aux matières actives citées et leurs exigences réglementaires. Ces documents vous ont été envoyés et sont disponibles sur l'extranet du BIVC.



# ●●● La Lettre SICAVAC

Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinification et d'Analyses du Centre  
SICAVAC SAS agréé pour le conseil indépendant à l'utilisation de produits phytosanitaires sous le N°CE05658

●●● N°08/ 3 mai 2021

## En bref :

### Stade sur vignes

**non gelées :**

**Sauvignon :**

4 feuilles étalées

**Pinot noir :**

4 - 5 feuilles étalées

### Gel :

Nouvel épisode gélif le matin du 3 mai

### Oïdium :

Début de la protection la semaine prochaine en secteurs sensibles

### Mildiou/Black-rot :

Pas de traitements pour le moment

### SICAVAC S.A.S.

Tél : 02 48 78 51 00

François DAL

06 81 20 12 82

Marie THIBAUT

06 81 20 12 80

Emeline PITON

06 85 97 94 88

Lucie Anguenot

06 08 28 86 67

Florian Bussy

07 87 47 95 61

## STADE

Malgré un débourrement exceptionnellement précoce, la vigne accuse aujourd'hui un retard conséquent par rapport aux derniers millésimes (2017 à 2020) et se situe actuellement dans la lignée de 2015, 2008, 2009 et 2010.

### Stade 4 feuilles étalées sur sauvignon à Sancerre



## GEL / GRELE

Ce matin du 3 mai, des températures négatives pouvant aller jusqu'à -1,5°C ont une nouvelle fois été enregistrées sur quelques stations. Très localement de nouveaux dégâts de gel significatifs sont observés. Cela concerne principalement des bas de coteaux et des secteurs habituellement gélifs.

Le 1<sup>er</sup> mai, de la grêle s'est abattue sur quelques hectares sur le secteur des Treilles sur l'AOC Menetou-Salon avec des impacts importants sur feuilles et sur rameaux.



## MILDIU

Il faut encore 5 jours aux œufs d'hiver de mildiou pour germer en conditions optimales (100% d'hygrométrie et 20°C). L'épisode pluvieux annoncé cette semaine ne pourra donc pas entraîner de contaminations épidémiques sur vigne et permettra dans le meilleur des cas aux œufs de mildiou d'évoluer dans le sol.

Les prévisions météo étant très incertaines, nous ferons un nouveau point dans la prochaine lettre. Cependant, dans l'hypothèse où les conditions météo seraient favorables à la maturation des œufs de mildiou dans le sol et qu'ils germent en moins de 24h au laboratoire en conditions optimales en fin de semaine il faudra encore attendre une pluie et au moins 10 jours pour que des contaminations significatives puissent avoir lieu en conditions réelles dans les parcelles.

**Dans tous les cas, aucune intervention n'est justifiée cette semaine.**

Cette Lettre est rédigée à partir d'observations ponctuelles et d'informations (BSV notamment) recueillies par SICAVAC. Elle donne une tendance générale non transposable telle quelle à la parcelle. SICAVAC SAS dégage donc toute responsabilité quant aux décisions prises par les viticulteurs pour la protection de leurs vignes. Vous référer à la « Liste des pratiques alternatives » pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires et à l'index phytosanitaire 2021 pour connaître les produits associés aux matières actives citées et leurs exigences réglementaires. Ces documents vous ont été envoyés et sont disponibles sur l'extranet du BIVC.



## ●●● La Lettre SICAVAC

Service Interprofessionnel de Conseil Agronomique, de Vinification et d'Analyses du Centre  
SICAVAC SAS agréé pour le conseil indépendant à l'utilisation de produits phytosanitaires sous la N°C05658

●●● N°14/ 14 juin 2021

### En bref :

**Stade :**  
**Sauvignon :**  
1<sup>ère</sup> fleurs à début  
floraison  
**Pinot noir :**  
Mi-floraison

**Mildiou :**  
Quelques  
symptômes très  
localement

**Oidium :**  
Risque très fort

**Écimage**

**SICAVAC S.A.S.**  
Tél : 02 48 78 51 00  
François DAL  
06 81 20 12 82

Barthélemy  
SOULETIE  
07 89 74 47 67

Emeline PITON  
06 85 97 94 88

Lucie Anguenot  
06 08 28 86 67

Florian Bussy  
07 87 47 95 61

### STADE

Les conditions sont toujours très favorables à la pousse (eau disponible, fortes chaleurs) et la vigne en profite. L'évolution des stades végétatifs est très rapide rattrapant une partie du retard accumulé au mois de mai. Les pinots sont maintenant à mi-floraison pour la grande majorité tandis que les fleurs sont facilement observables en sauvignon. Nous observons les écarts « habituels » avec Quincy et Reuilly ce qui était moins le cas ces dernières années.

#### Stade début floraison sur sauvignon à Sancerre



### MILDIOU

Les contaminations issues des pluies des 4-5 juin sont sorties en toute fin de semaine dernière. Il n'y a plus d'incubation en cours. Le vignoble est globalement très sain mais quelques rares secteurs habituellement sensibles ou plus arrosés le week-end dernier présentent quelques taches sur feuilles. Le risque est donc actuellement moyen mais à ce stade, il convient d'être parfaitement protégé sur les orages annoncés en milieu-fin de semaine. Les plantations doivent maintenant elles aussi être protégées. Pour ceux qui font varier les hauteurs de traitements, l'ouverture du dernier jet est maintenant justifiée.

**En conventionnel :** les produits systémiques sont bien valorisés, 80 % de la dose suffit. Les traitements réalisés en fin de semaine dernière devraient permettre une couverture suffisante sur l'épisode de pluie annoncé. Attention toutefois aux traitements phosphonates+cuivre positionnés en fin de semaine dernière qui pourraient se montrer insuffisants en secteurs sensibles si les cumuls sont importants.

**En bio :** 200 à 300 g de cuivre métal suffiront. La forme sulfate reste préférée sur la fleur. Soyez vigilant quant au nombre d'applications maximum par spécialité commerciale.

### ÉCIMAGE, FLORAISON ET TRAITEMENTS

Avec la pousse rapide, vous êtes nombreux à vous poser la question d'un écimage sur certaines parcelles. Par rapport à la fleur, il faudrait dans l'idéal :

- Retarder un maximum l'écimage sur les vignes vigoureuses pour limiter la coulure c'est-à-dire, attendre la fin de la floraison ;
- Écimer tôt les vignes faibles pour favoriser l'afflux de sucres vers les grappes, mais ces vignes là ne sont pas encore bonnes à rogner...

Par rapport au traitement, écimer avant permet d'une part d'améliorer la qualité de traitement et d'autre part, si vous utilisez des produits à base de Fosétyl (Profler/Tébaïde...) ou de phosphonates (LBG/Pertinan/Etonan, Redeli ou encore Mildicut) il ne faut pas rogner entre 24h et 4-5 jours après le traitement car ces produits migrent temporairement dans l'apex avant d'être redistribués dans la plante. Ainsi, il convient d'écimer les vignes vigoureuses et déjà bien poussées juste avant le traitement de cette semaine.

Cette Lettre est rédigée à partir d'observations ponctuelles et d'informations (BSV notamment) recueillies par SICAVAC. Elle donne une tendance générale non transposable telle quelle à la parcelle. SICAVAC SAS dégage donc toute responsabilité quant aux décisions prises par les viticulteurs pour la protection de leurs vignes. Vous référer à la « Liste des pratiques alternatives » pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires et à l'index phytosanitaire 2021 pour connaître les produits associés aux matières actives citées et leurs exigences réglementaires. Ces documents vous ont été envoyés et sont disponibles sur l'extranet du BIVC.



## RÉSUMÉ

Le domaine de Villargeau a commencé à se tourner vers la viticulture en 1991. Actuellement, il est en conversion en agriculture biologique depuis 2019. Le problème majeur en agriculture biologique est la protection des cultures contre les maladies. Les deux principales maladies de la vigne sont le mildiou (*Plasmopara viticola*) et l'oïdium (*Uncinula necator*). Les moyens de luttés actuels les plus efficaces contre ces maladies sont le cuivre et le soufre. Cependant, le cuivre est nocif pour l'environnement. C'est pourquoi le GAEC Thibault cherche à développer des méthodes alternatives de luttés contre les maladies de la vigne, d'où l'intérêt de mener un essai de culture basé sur la biodynamie et l'application de tisanes.

Très peu de symptômes de mildiou et d'oïdium ont été observés tout au long du stage. Deux explications sont possibles : soit la pression de maladie était faible, dans ce cas les six traitements à la bouillie bordelaise et au soufre effectués par le domaine sont discutables ; soit les TNT ont été accidentellement traités, dans ce cas nous pouvons remettre en cause le protocole mis en place.

L'absence de résultats d'observations de symptômes nous a amené à traiter statistiquement un jeu de données fourni par la SICAVAC. Cet organisme est un institut technique qui suit le domaine.

Au 23/06/2021 nous ne pouvons pas encore conclure sur le bon état sanitaire du vignoble du domaine de Villargeau pour l'année 2021, des symptômes de maladies peuvent encore apparaître. Le suivi phytosanitaire du vignoble va ainsi être poursuivi au mois de juillet.

**Mots-clés :** agriculture biologique, mildiou, oïdium, cuivre, suivi phytosanitaire

## ABSTRACT

Vineyard of Villargeau started to turn to viticulture in 1991. Currently, it is in conversion to organic farming since 2019. The main problem in organic agriculture is the protection of the crop against diseases. The two most important vine diseases are downy mildew (*Plasmopara viticola*) and powdery mildew (*Uncinula necator*). The most efficient way to control these diseases is copper. However, this product is harmful for the environment. This is why the GAEC Thibault is looking to develop alternative methods of fighting vine diseases, hence the interest in conducting a cultivation trial based on biodynamics and herbal teas application.

Very few symptoms of downy mildew and powdery mildew were observed throughout the course. Two explanations are possible : either the disease pressure was low, in which case the six treatments with copper and sulfur carried out by the vineyard are questionable ; or the untreated control were accidentally treated, in which case we can question the protocol put in place.

The absence of results from symptom observations led us to statistically process a data set provided by SICAVAC. This organization is a technical institute that monitors the vineyard.

As of 06/23/2021 we cannot yet conclude on the good sanitary state of the vineyard of Villargeau for the year 2021, diseases symptoms may still appear. Phytosanitary monitoring of the vineyard will therefore be continued in July.

**Keywords :** organic farming, downy mildew, powdery mildew, copper, phytosanitary monitoring