



HAL
open science

Étude des pratiques viticoles des livreurs partenaires dans un contexte de protection environnementale : développement de stratégie de lutte anti-botrytis sans produit chimique de synthèse

Charles Bénard

► **To cite this version:**

Charles Bénard. Étude des pratiques viticoles des livreurs partenaires dans un contexte de protection environnementale : développement de stratégie de lutte anti-botrytis sans produit chimique de synthèse. *Agronomie*. 2019. dumas-02975368

HAL Id: dumas-02975368

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02975368>

Submitted on 22 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
option :
VITICULTURE-ŒNOLOGIE



Etude des pratiques viticoles des livreurs partenaires dans un
contexte de protection environnementale
Développement de stratégie de lutte anti-botrytis sans produit
chimique

par
Charles BÉNARD

Année de soutenance : **2019**

Organisme d'accueil : **Service technique viticole
Veuve Clicquot Ponsardin**



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES
présenté pour l'obtention du
DIPLÔME D'INGÉNIEUR AGRONOME
option :
VITICULTURE-ŒNOLOGIE

Etude des pratiques viticoles des livreurs partenaires dans un
contexte de protection environnementale
Développement de stratégie de lutte anti-botrytis sans produit
chimique

par
Charles BÉNARD

Mémoire préparé sous la direction de :
Didier OLLÉ

Organisme d'accueil :
**Service technique viticole
Veuve Clicquot Ponsardin**

Présenté le :
06 novembre 2019

Maître de stage :
Angélique BILLAT

Remerciements

Je remercie Angélique Billat pour son accompagnement durant toute la durée ce stage, son point de vue technique et transversal de la profession fut un riche enseignement.

Je remercie les viticulteurs Eugène Richardot et Charles-Albert Chevallier pour le prêt de leur parcelle ainsi que pour leur présence vitale dans le déroulé des expérimentations.

Je remercie Bruno Duron, ingénieur technique du CIVC, pour son expertise sur le terroir aubois.

Je remercie Yohann Brouillard, responsable des antennes Aube et Haute-Marne du Conservatoire d'espaces naturels de Champagne-Ardenne, pour son expertise sur la biodiversité des secteurs viticoles de l'Aube.

Je remercie Alexandre Manac'h, gérant de la Société Ker-Agro, pour le don de produits de sa société dans le cadre des expérimentations anti-botrytis.

Je remercie l'équipe Magister de l'Aube pour m'avoir intégré dans leurs activités qui auront fait partie intégrante de ce stage.

Je remercie enfin toute l'équipe du Service Technique et l'équipe Relation Vignoble pour leur accueil. Leur sympathie et compétences respectives ont permis de rendre mon immersion au sein de la Maison Veuve Clicquot la plus totale.

Table des matières

Contexte	1
I. L'AAC de Servigny	2
A. Définition d'une aire d'alimentation de captage	2
B. La problématique de l'AAC de Servigny	2
II. Etat de l'art sur la pourriture grise	3
A. Épidémiologie du champignon	3
B. Conséquences quantitatives et organoleptiques	4
C. Les facteurs favorisants	5
1. <i>Le climat</i>	5
2. <i>Les facteurs secondaires influencés par le climat</i>	6
D. Les moyens de lutte	7
1. <i>Positionnement des produits anti-botrytis</i>	8
2. <i>Les produits chimiques conventionnels</i>	9
3. <i>Les produits de biocontrôle</i>	9
a. Rhapsody®	10
b. Kera-Silice® et Mer-Cal 17®	11
4. <i>Les méthodes prophylactiques</i>	12
III. Evolutions des pratiques viticoles sur l'AAC de Servigny	14
A. Matériel et Méthodes	14
1. <i>Observations terrains</i>	14
2. <i>Evolution des pratiques des livreurs partenaires</i>	14
B. Résultats et Discussion	15
IV. Expérimentations anti-botrytis	16
A. Matériel et Méthodes	16
2. <i>Modalités</i>	16
3. <i>Mise en place de l'expérimentation</i>	16
a. Les parcelles d'essai	16
b. Positionnement des placettes	16
c. Disposition du banc d'expérimentation	17
d. Matériel de traitement	17
e. Matériel d'effeuillage	17
f. Gestion des bouillies	17
4. <i>Suivi météorologique</i>	17
5. <i>Déclenchement des traitements</i>	18
6. <i>Mesure du taux d'effeuillage</i>	18



7. Estimation de l'échaudage -----	18
8. Estimation des blessures de l'effeuillage -----	18
9. Estimation de l'attaque de Botrytis -----	18
10. Analyse sensorielle sur baie -----	18
11. Dosage de résidus de produit sur moût et vin -----	19
12. Suivi de fermentation-----	19
13. Analyse statistique	19
B. Résultats et Discussion -----	20
1. Bilan climatique de l'année et comportement du Botrytis -----	20
2. Qualité de l'effeuillage précoce -----	21
Conclusions et perspectives -----	22
Bibliographie	
Webographie	
Annexes	

Liste des abréviations

AAC : Aire d'alimentation de Captage
AB : Agriculture Biologique
AESN : Agence de l'Eau Seine-Normandie
BBCH : Biologische Bundesanstalt bundessortnamt and CHEmical industry
Botrytis : *Botrytis cinerea*
CIVC : Comité Interprofessionnelle des Vins de Champagne
CMR : Cancérigènes Mutagènes ou Reprotoxiques
DAR : Délai avant récolte
FA : Fréquence d'Attaque
HVE : Hautes Valeurs Environnementales
IA : Intensité d'Attaque
IRCT : indice Climatique de Risque Tardif
OAD : outils d'Aide à la Décision
PPC : Périmètre de ProteCtion
VCP : Veuve Clicquot Ponsardin
VDC : Viticulture Durable en Champagne

Liste des tableaux

Tableau 1 : Plan d'action proposée pour l'AAC de Servigny en 2016 sur 3 ans par la Chambre d'Agriculture	2
Tableau 2 : Résultats de l'enquête terrain sur les pratiques viticoles de l'AAC de Servigny réalisée fin avril 2019	15
Tableau 3 : Evolution de l'enherbement de Servigny	15
Tableau 4. : Modalités de traitement et les codes attribués	16
Tableau 5.: Caractéristiques des parcelles d'essai	16
Tableau 6 : Réglages de l'effeuilleuse EB490P HD	17
Tableau 7: Dates et conditions météorologiques des interventions	18
Tableau 8 : Températures et précipitations cumulées comparées aux données trentenaires régionales	20
Tableau 9 : Pourcentage (Fréquence) et surface (Intensité) de grappes botrytisées 9 jours avant récolte (BBCH 87)	20
Tableau 10 : Pourcentage (Fréquence) et surface (Intensité) de grappes botrytisées à la récolte (BBCH 89)	20
Tableau 11 : Pourcentage de grappe blessée (Fréquence), Surface de grappe blessée (Intensité) et taux d'effeuillage dans la zone des grappes de la modalité TNT1+E	21
Tableau 12 : Pourcentage de grappe échaudée (Fréquence) et surface de grappe échaudée (Intensité des modalités TNT1 et TNT1+E au 01/07/19	21
Tableau 13 : Pourcentage de grappe échaudée (Fréquence) et surface de grappe échaudée (Intensité des modalités TNT1 et TNT1+E au 29/07/19	21

Liste des figures

Figure 1 : Cartographie de l’AAC de Servigny et ses PPC	2
Figure 2 : Cycle biologique du pathogène Botrytis cinerea sur vigne	3
Figure 3 : Identification et hiérarchisation des indicateurs ou facteurs de risque, selon leur influence décroissante sur la Pourriture grise	5
Figure 5 : Estimation des surcoûts engendrés par une correction de vendange botrytisée.	7
Figure 6 : Dégâts de pourriture selon le stade d’application du fongicide anti-botrytis	8
Figure 7 : Les différentes motivations des vignerons champenois pour l’effeuillage précoce.	12
Figure 8 : Exemples de tournières respectivement insuffisantes (photo de gauche) ou inexistantes (photo de droite).	15
Figure 9 : Banc d’expérimentation de la parcelle Charmont	16
Figure 10 : Banc d’expérimentation de la parcelle HDC	16
Figure 11 : Visuel de l’effeuilleuse	17
Figure 12: Hauteur de l’effeuilleuse	17
Figure 13 : Emplacement des stations météo	18
Figure 14 : Evolution climatique et phénologie des parcelles expérimentales de l’année 2019	20
Figure 15 : Exemples de blessures sur grappe par l’effeuilleuse à rouleaux	21
Figure 16 : Appréciation visuelle de l’effeuillage	21

Contexte

La maison de Champagne Veuve Clicquot Ponsardin est située dans la région viticole de Champagne. Fondée en 1772 à Reims, elle fait partie depuis 1978 du groupe LVMH. La production annuelle de bouteille est de 22 millions, plaçant la maison Veuve Clicquot Ponsardin deuxième producteur de Champagne en tant que maison de négoce. Le vin est produit à partir de 1800 hectares de vignes dont 1400 hectares appartiennent à des vignerons indépendants à qui ils achètent les raisins en tant que négociant.

Un service technique a été créé en 1999 pour accompagner les vignerons partenaires dans leurs pratiques culturales tout au long de l'année. Il est abordé entre autres les programmes d'entretien des vignes, les suivis de maladies et la traçabilité. Le but de ce service est de pouvoir répondre aux problèmes qu'ils peuvent rencontrer tout au long d'un millésime, de les éduquer vers de meilleures pratiques dans le but final afin de garantir la qualité du raisin qui sera acheté à la vendange par la maison de négoce.

Depuis 2017 le service technique accompagne dorénavant ses livreurs partenaires dans leur démarche de certification environnementale et d'amélioration de leurs pratiques viticoles en partenariat avec le réseau de techniciens indépendants Magister. Cet accompagnement se veut en partie financier (aides et primes) mais surtout technique en mettant à disposition du personnel compétent qui assistent les livreurs partenaires dans la création de leur dossier, des animations pour former aux nouvelles pratiques et par ailleurs pour sensibiliser sur les conséquences environnementales qu'ils peuvent avoir. Ceci rentre encore une fois dans la recherche de la qualité chez les partenaires de la Maison mais aussi afin de répondre aux objectifs du plan EcoPhytoII (réduction de 50% des produits phytosanitaires d'ici 2025) et de l'inter-profession champenoise (fin des herbicides en et l'ensemble du vignoble engagé dans une certification environnementale en 2025).

Plus localement, dans la sous-région viticole de l'Aube, où je suis rattaché, une autre nécessité environnemental existe. Un groupe de viticulteurs partenaires est concerné par la pollution de l'Aire d'Alimentation de Captage (AAC) de la zone viticole de Servigny gérée par l'Agence de l'Eau de Seine-Normandie (AESN). Un plan de progrès a alors été réalisé en 2016 sur 3 ans par la Chambre d'Agriculture de l'Aube et la Ville de Troyes afin de sensibiliser les acteurs travaillant dans cette zone. Ce plan de progrès arrive à son terme en 2019.

Concernant la maison Veuve Clicquot, il est alors pris l'initiative d'établir un état des lieux des pratiques de ses livreurs concernés.

Dans ce contexte de réduction des intrants phytosanitaires mais aussi par une volonté des livreurs partenaires de réduire voire de s'affranchir des traitements chimiques contre la pourriture grise, nous avons mis en place lors de cette étude, en partenariat avec ces livreurs, des bancs d'expérimentation de produits dits de biocontrôle nouveaux sur le marché, ainsi que de l'effeuillage précoce en tant que méthode prophylactique.

Les deux problématiques seront traitées séparément. Tout d'abord il sera présenté les enjeux de l'AAC de Servigny puis l'état de l'art sur la pourriture grise, afin de comprendre les tenants de cette étude et les liens qui subsistent entre les deux problématiques. Puis les résultats seront discutés pour chaque problématique pour enfin tirer une conclusion sur l'ensemble de ce rapport.

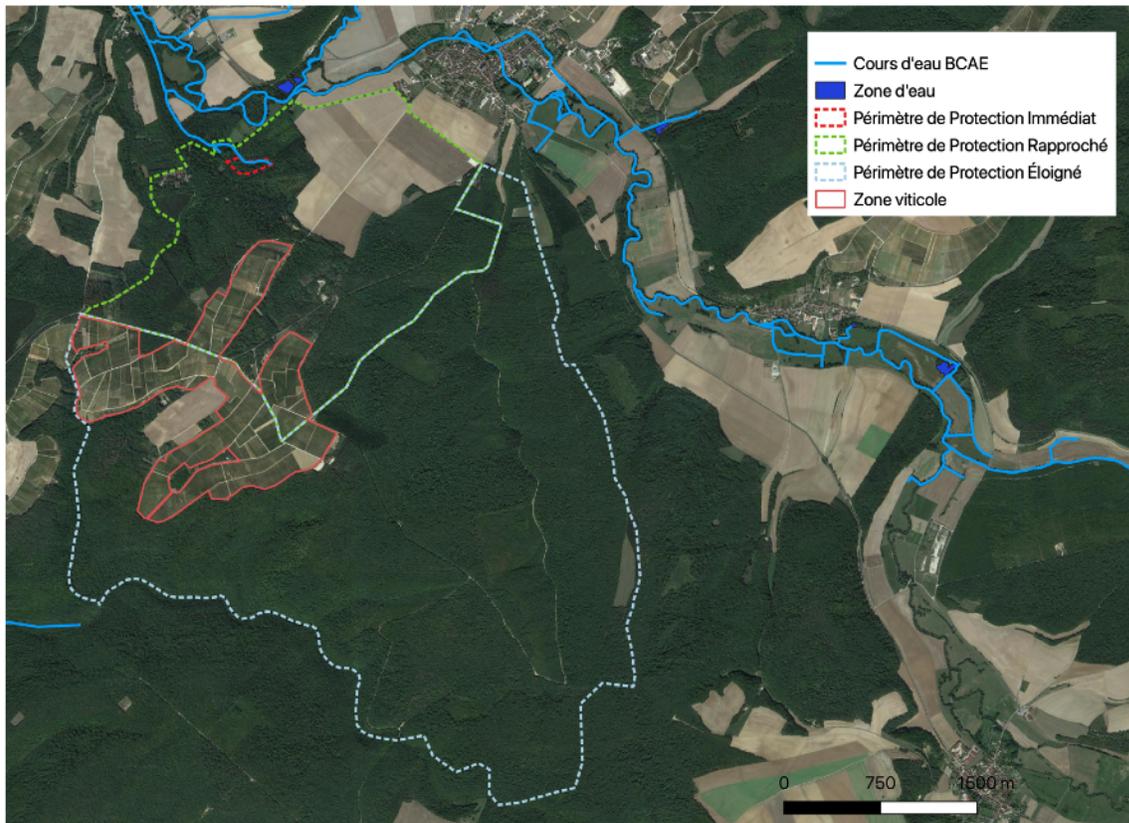


Figure 1 : Cartographie de l'AAC de Servigny et ses PPC

Tableau 1 : Plan d'action proposée pour l'AAC de Servigny en 2016 sur 3 ans par la Chambre d'Agriculture

Source : CA 10, 2017.

Enjeux	Eléments mesurés	Fiche action	Priorité	Type d'action
PRODUITS PHYTOSANITAIRES	Limiter la pression et optimiser les traitements	Action 1.1.1 : Accompagner les viticulteurs et prestataires de service pour optimiser les programmes de traitement	Priorité 1	Conseil collectif (réunions, formations, animations terrain...) aux viticulteurs et prestataires
		Action 1.1.2 : Développer le désherbage mécanique et favoriser l'enherbement	Priorité 1	Conseil collectif (réunions, démonstrations...) et aides aux investissements (PCEA)
		Action 1.1.3 : Accompagner les agriculteurs et viticulteurs dans l'obtention de certifications environnementales	Priorité 2	Conseil collectif (réunions, visites...)
	Réduire le risque de pollutions	Action 1.2.1 : Améliorer le réglage du matériel de traitement et de limitation des intrants	Priorité 1	Conseil collectif (formations, démonstrations...) et diagnostic individuel de pulvérisation
		Action 1.2.2 : Améliorer les conditions de remplissage et de lavage	Priorité 3	Conseil collectif (réunions, visites...) et projet d'aire collective
NITRATES	Baisse de la pression azotée sur la ressource en eau	Action 2.1.1 : Accompagner les exploitants agricoles dans la mise en place de CIPAN	Priorité 3	Conseil collectif (réunions, formations...) et individuel
RUISSELEMENT ET TURBIDITE	Limiter le ruissellement et l'érosion à l'échelle de l'AAC	Action 3.1.1 : Réaménager le secteur du "Val Sevrier"	Priorité 1	Etude hydraulique simple et travaux de réaménagements
		Action 3.1.2 : Accompagner les viticulteurs dans la mise en œuvre de mesures de lutte contre l'érosion	Priorité 2	Conseil collectif (réunions, visites...)
		Action 3.1.3 : Mettre en place des aménagements d'hydraulique douce	Priorité 2	Création d'aménagements d'hydraulique douce (fascines, haies...)
ANIMATION SENSIBILISATION COMMUNICATION	Evolution des pratiques sur l'AAC	Action 4.1.1 : Lancer, suivre et évaluer le plan d'actions	Priorité 1	Animation collective (comités de pilotage, envoi de lettres d'informations...)
		Action 4.1.2 : Renforcer le suivi de la liste des substances recherchées au captage	Priorité 2	Réalisation régulière de campagnes d'analyse et augmentation du nombre de substances actives recherchées

I. L'AAC de Servigny

A. Définition d'une aire d'alimentation de captage

Les captages sont des ouvrages de prélèvement exploitant une ressource en eau, que ce soit en surface ou dans le sous-sol. Ils sont destinés à l'alimentation en eau potable, à l'irrigation ou aux usages domestiques et industriels. Ils doivent donc être dépourvus de contamination de divers types (pesticides, nitrates, bactéries, métaux lourds, hydrocarbures, ...).

Pour chaque captage sont déterminés des périmètres de protection (PPC) dans lesquels sont mises en place des actions pour prévenir tout type de pollution ponctuelle ou accidentelle, en assurant par exemple un contrôle des activités dans le secteur.

En complément des PPC, il est attribué à chaque captage une aire d'alimentation de captage (AAC) qui correspond à l'ensemble des surfaces contribuant à l'alimentation du captage, autrement dit à toute la surface captant de l'eau qui est susceptible de parvenir jusqu'au captage. Cet AAC a pour but de mettre en place des actions de lutte contre les pollutions diffuses de type phytosanitaire ou nitrate par exemple. Il est à noter que les applications liées aux AAC sont à l'initiative du préfet qui a la possibilité de rendre les mesures de protection obligatoires.

B. La problématique de l'AAC de Servigny

Le captage est situé sur le domaine de Servigny à Essoyes . L'AAC correspondante s'étend sur une surface de 1543 hectares et est recouverte principalement de forêt. Le restant de la surface est occupé par 12% de vignes et 8% par des cultures (Figure 1.) Il n'y a ni zone industrielle, ni de zone urbanisée dans cette aire. Les risques de pollution exercées sur la zone viennent essentiellement de l'activité agricole. Ce sont donc une centaine d'exploitants sur les 170 hectares de vigne qui sont concernés. Le captage alimente en eau à 50% la ville de Troyes, et devrait l'alimenter à 80% dans les prochaines années.

L'eau captée à Servigny est sujet à des pollutions par les produits phytosanitaires. Depuis 1993, il a été recensé treize dépassements du seuil réglementaire sur eau potable par molécule ($>0.1 \mu\text{g/L}$) et un dépassement du seuil pour le total des molécules ($> 0.5 \mu\text{g/L}$) . La dernière détection en date est de 2015, sur le glyphosate, substance active largement utilisée dans la gestion de l'enherbement des sols viticoles. L'AAC de Servigny est aussi concernée par des problèmes de turbidité. Il est supposé que cela peut être lié à l'érosion des sols viticoles dû à un manque d'enherbement dans et autour des vignes en forte pente.

Ainsi un plan d'action a été mis en place en 2016 par la Chambre d'Agriculture (CA) afin de prévenir ces risques (Tableau 1.). Il arrive à sa fin en cette année 2019. Il a notamment été mis en place des séances de formation sur de meilleures pratiques viticoles et de sensibilisation sur la qualité des eaux. Une étude hydrogéologique est en cours afin de limiter les dégâts d'érosion en aménageant les parcelles et les éléments paysagers.

Quelle a alors été l'évolution de nos livreurs partenaires concernés par l'AAC et quelle pourrait-être la prochaine ?

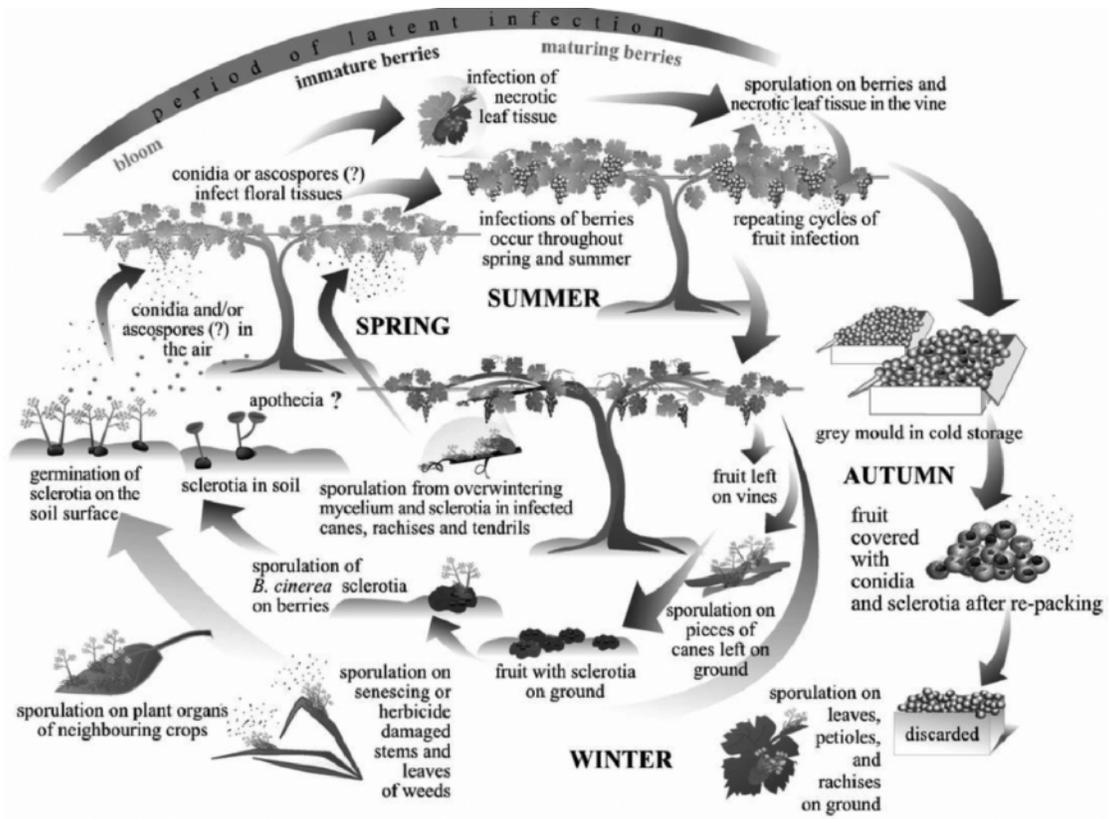


Figure 2 : Cycle biologique du pathogène *Botrytis cinerea* sur vigne
 Source : (Elmer and Michailides, 2007)

II. Etat de l'art sur la pourriture grise

A. Épidémiologie du champignon

Le champignon *Botrytis cinerea* est un pathogène omniprésent dans notre environnement, se développant sur énormément d'éléments nutritifs différents. 200 espèces pouvant servir d'hôte ont été identifiées dans l'étude de Sutton et al. (1991). Il est beaucoup étudié à cause de son impact sur nos cultures et nos aliments du quotidien, d'après Elad et al. (2007) on compterait aujourd'hui 350 publications par année portant sur ce sujet. Étant donné l'ampleur du sujet et du nombre de références, celle-ci aura alors pour but d'expliquer les éléments clés de la biologie du pathogène qui permettent de concevoir des stratégies de lutte cohérentes et de déterminer les mesures explicatives pertinentes à effectuer durant les expérimentations.

La pourriture grise de la vigne est causée par le champignon *Botrytis cinerea* (simplifié par *Botrytis* dans la suite de ce document). C'est un pathogène polyphage et ubiquiste, ayant un mode de vie nécrotrophe : après infection d'un hôte, les cellules touchées meurent et le *Botrytis* s'y développe de façon saprophyte (Holz et al., 2007).

La Figure 2 (Elmer and Michailides, 2007) présente une proposition du cycle biologique du *Botrytis* ainsi que ses différentes voies de contamination.

- La conservation hivernale du *Botrytis* a principalement lieu sous forme de sclérotés dans les rameaux ou sous forme de mycélium sous les écorces et dans les bourgeons. Il peut aussi se conserver dans le sol sur n'importe quelle source de matière organique en tant que saprophyte et polyphage.
- Au printemps, les conidiophores formés vont libérer les conidies qui peuvent être véhiculées par différents intermédiaires tels que les insectes, la pluie, le vent, jusqu'au site d'infection. Dans le cas où les sclérotés sont la principale voie de conservation, les conidies sont alors la principale source d'inoculum (Holz et al., 2007), ceux-ci pouvant provenir de sources extérieures à la vigne.
- Lorsqu'une conidie atteint un site d'infection, un tube germinatif est alors initié. La pénétration peut avoir lieu de diverses manières : soit par pénétration directe au travers de la cuticule de l'épiderme, soit dans des microfissures, soit dans des plaies occasionnées par des animaux dont notamment des insectes, par d'autres champignons ou par des blessures mécaniques. Les sites de chutes des capuchons floraux en fin de floraison sont des sites préférentiels de développement du *Botrytis* en raison de leur faible épiderme et de leur nombre. Les conditions favorables à la prolifération du champignon dans les tissus sont des températures entre 15 et 20°C avec présence d'humidité pendant une quinzaine d'heures (Elad et al., 2007). En conditions défavorables à l'infection, les conidies peuvent se maintenir sur le site d'infection pendant plusieurs jours en gardant un potentiel infectieux (Holz et al., 2007). Les besoins du champignon ont beaucoup été étudiés, présentant néanmoins des divergences. D'une part, la disponibilité des nutriments n'est pas indispensable à ce stade (Holz et al., 2007; Solomon et al., 2003). D'une autre part, les nutriments disponibles dont notamment les sucres comme source de carbone sont considérés comme des éléments clés dans le développement du tube germinatif, corrélés positivement à l'ampleur des lésions sur l'épiderme. Il est précisé qu'une humidité relative élevée (>90%) est primordiale à l'infection par *Botrytis*.
- Une fois l'hôte infecté, plusieurs types de contaminations peuvent se mettre en place :
 - L'hôte est réceptif au pathogène, il s'agit alors de parasitisme. Il s'agit notamment des grappes arrivées à maturité connaissant un flétrissement des baies, les jeunes pousses et les inflorescences.

Du mycélium et des conidiophores vont se développer, entraînant la production de nouvelles contaminations, respectivement par contact direct et par dissémination, entraînant généralement un développement explosif.

- L'hôte n'est pas réceptive en raison de forte présence de composés de défense (phytoalexines, stilbènes, resvératrol). Ce phénomène intervient principalement à la floraison au niveau des inflorescences. La contamination sera latente jusqu'à une évolution physiologique provoquant une diminution de la synthèse des molécules de défense, notamment lorsque la véraison est atteinte selon les cépages. En effet, la phenylalanine ammonium lyase (PAL), enzyme permettant parmi d'autres de produire des stilbènes et induite en cas d'agression sur l'épiderme, serait moins induite dans les dernières semaines de maturité chez le cépage Pinot Noir, à l'inverse du Riesling (Kretschmer et al., 2007).
 - Le pathogène se développe sur des tissus nécrosés ou sénescents, il s'agit alors de saprophytisme. Cela concerne tout le matériel végétal mort : capuchons floraux après chute, baies dégradées, bout de feuilles. Ces éléments peuvent restés enfermés dans la grappe lors de sa fermeture et ainsi constituer une source d'inoculum importante pour les attaques ultérieures si les conditions deviennent favorables.
- Après l'installation de la contamination, le développement du Botrytis continue grâce au mycélium par contact direct entre les tissus qu'il dégrade par hydrolyse des substances peptiques, et/ou par la production de nouveaux conidiophores qui libèrent à leur tour des conidies qui sont disséminées par le vent ou la pluie vers de nouveaux sites potentiels d'infection. On parle alors de cycle, qui sont relativement courts (4 jours) et qui peuvent débuter dès le troisième jour suivant la contamination primaire, induisant une énorme propagation de la pourriture grise (Elmer and Michailides, 2007).

B. Conséquences quantitatives et organoleptiques

La rapide propagation du Botrytis peut entraîner des pertes de récolte annuelles importantes. On estime qu'elles seraient de deux milliards d'euros tout vignoble confondu (Elmer and Michailides, 2007). L'ensemble des vignobles du monde est concerné par ce pathogène, cependant l'intensité est extrêmement variable selon les facteurs propres à un millésime et/ou une région. Ces facteurs seront expliqués dans la partie I.B.3. En France les régions viticoles sont caractérisées par des fréquences moyennes à fortes et une intensité moyenne (Delbac and Savary, 2017). Cela se traduit par une perte de 15 à 40% des récoltes en France et 15 à 25% en Champagne (Cilindre et al., 2007).

La perte quantitative s'explique par la perte du jus induite par la dégradation des pellicules par le Botrytis. Selon Fermaud et al (2012), le poids de vendange nécessaire pour produire 1 hL de vin serait de 130 kg pour une vendange saine alors qu'il serait de 190 kg par hL de vin pour une vendange botrytisée à 70%. À cela s'ajoute la perte directe lors du tri à la vigne ou en cave.

L'impact qualitatif sur tout type de vin est perceptible dès 5% d'intensité, se traduisant par une structure défaillante à cause de la dégradation des composés phénoliques de la pellicule, une perte d'arômes variétaux au profit de notes lourdes moisissées et terreuses et une déficience de la couleur (Ky et al., 2012). Le Botrytis dégrade aussi les protéines du raisin, ce qui affecterait ainsi la tenue de la mousse dans les vins effervescents (Cilindre et al., 2007).

Le millésime 2017 a été en Champagne une année marquée par les attaques de Botrytis à cause d'une climatologie très pluvieuse et humide. Les vins ont été fortement marqués par les déviations de goûts moisissés-terreux (GMT) et d'arômes de champignon frais (ACF). Ces arômes sont peu perceptibles sur

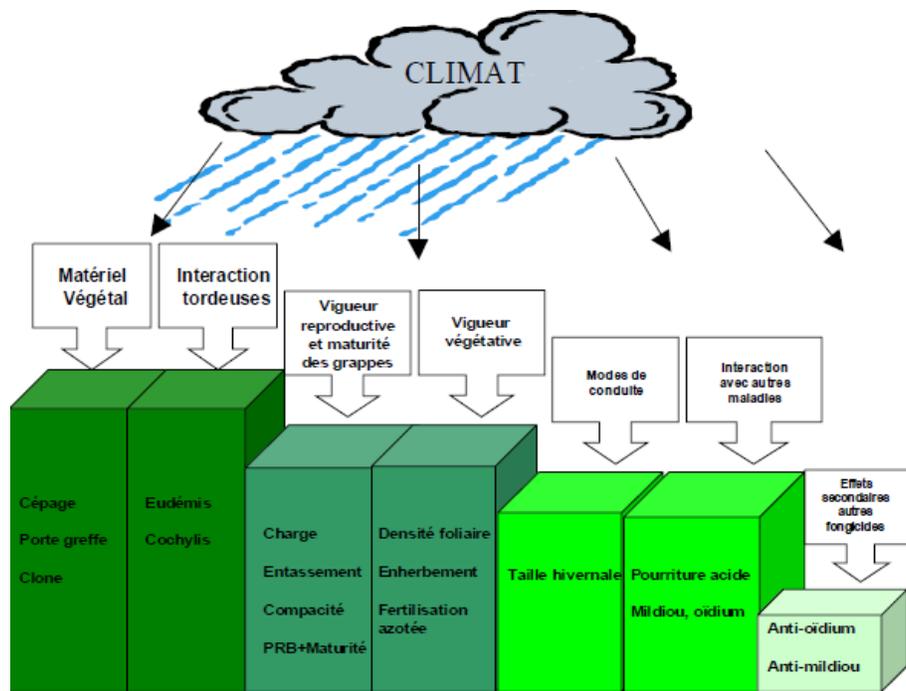


Figure 3 : Identification et hiérarchisation des indicateurs ou facteurs de risque, selon leur influence décroissante sur la Pourriture grise

Source : Fermaud et al., 2011)

moût mais se révèlent sur les vins. Le traitement de ces déviations est très difficile et conduisent généralement à des vins dépourvus d'arôme (Communication personnelle).

C. Les facteurs favorisants

L'épidémiologie du Botrytis peut être fortement influencé par des facteurs d'origines ou dépendantes de la plante qu'il infecte dans les premiers stades d'infection, dans le développement de la maladie et dans sa sporulation. Fermaud et al. (2011) ont synthétisé et hiérarchisé les différents facteurs influençant le développement de la pourriture grise en Figure 3.

1. Le climat

Le climat est le principal facteur. D'une part il influence directement le développement du champignon : la production et la germination des conidies ainsi que la croissance du mycélium sont fonction de la température et de l'humidité relative, avec un optimum entre 15 et 20°C et une humidité relative supérieure à 90% (Blancard et al., 2013). Le vent a un effet mécanique sur la dissémination des conidies mais défavorisera leur développement en abaissant l'humidité relative présente autour des zones d'infection (Thomas et al., 1988).

L'épidémie du Botrytis serait donc variable selon l'évolution des conditions climatiques au cours d'une année dont les dégâts peuvent être par conséquent très variables. Fermaud et al. (2009) propose lors d'une étude sur la conception d'un indicateur climatique de risque tardif (ICRT) trois profils d'épidémie principalement rencontrés :

- **Profil d'attaque sévère : Dynamique précoce et rapide.** Il est caractérisé par une évolution épidémique sévère avec une progression régulière de la pourriture grise. L'intensité de la maladie peut presque atteindre 50%.

- **Profil d'attaque limitée : Dynamique tardive.** On retrouve ce profil lors d'une saison végétative plutôt sèche. On associera alors les conditions climatiques comme facteur principal. Toutefois, ce cas de figure peut aussi se retrouver lors d'un millésime favorable lorsqu'une vendange a été réalisée précocement en prévention du risque, ou bien des parcelles ayant une sensibilité limitée de par sa variabilité génétique ou son mode de conduite.

- **Profil d'attaque explosif en fin de saison : Dynamique exponentielle.** Ce profil épidémique se manifeste lors d'une fin de saison extrêmement pluvieuse dans les dernières semaines avant les vendanges créant une forte humidité relative constante. À ce stade-là, les baies arrivées à maturité sont flétries, présentant une cuticule plus fragile, et avec un taux sucre/acide intéressant pour le champignon. L'intensité de la pourriture grise peut passer de 10% à 60% en moins de 15 jours. Il est alors important de noter l'importance du choix de la date de vendange en adéquation avec l'évolution climatique. On peut ainsi réduire ce profil explosif à un profil d'attaque limitée en avançant la date de vendange. Le millésime 2017 en Champagne préalablement cité dans la partie II.B. illustre parfaitement ce cas de figure.

Il existe une double influence climatique dans la région de Champagne, on dit que le climat est à majorité océanique et à tendance continentale. La majorité océanique permet des précipitations régulières avec des contrastes thermiques peu marqués d'une saison à l'autre. L'influence continentale est responsable de gelées noires en hiver ou plus souvent de gelées blanches au

Cépages	Mildiou	Oïdium	Pourriture grise
Cabernet franc noir	++	++	+/-
Cabernet sauvignon	++	+++	+/-
Carignan noir			
Chardonnay blanc	++	+++	++
Chenin blanc			
Cinsaut noir			
Gamay noir			
Gewurztraminer	++	++	+++
Grenache noir	+++	+	+++
Meunier noir			
Merlot noir	++	+	++
Pinot gris	++	++	+++
Pinot noir	++	+	++
Riesling blanc	++	+++	++
Sauvignon blanc	++	++	+++
Sémillon blanc	++	+/-	++
Syrah noir			
Ugni blanc	++	+	+/-

+/- : peu sensible + : moyennement sensible ++ : sensible +++ : très sensible

Figure 4 : Sensibilité des principaux cépages aux maladies cryptogamiques dont *Botrytis cinerea*

Source : Blancard et al., 2017.

printemps et ainsi qu'un ensoleillement favorable en été. Une trop forte influence océanique peut conduire le vignoble de Champagne à être sensible au développement du Botrytis.

Le climat, bien que facteur direct dans le développement du Botrytis, influence d'autres facteurs secondaires qui vont à leur tour influencer son développement. Cela crée des interactions complexes entre différents éléments tels que l'expression végétative, la composition de la baie, le microclimat. De même, il y a une interaction entre le climat et les caractéristiques agronomiques comme la charge, l'entassement, la compacité mais cette fois sur une échelle pluriannuelle. Cependant ces éléments ont aussi des caractéristiques propres qui déterminent leurs impacts sur le botrytis. Ces principaux facteurs, précédemment décrit dans la Figure 2 sont détaillés dans la partie suivante par ordre d'importance.

2. Les facteurs secondaires influencés par le climat

- Le **matériel végétal** est un facteur déterminant dans la sensibilité au Botrytis. Celle-ci est corrélée à des caractéristiques physiologiques telles que l'épaisseur du cuticule et de la pruine et l'expression des mécanismes de défense (Elad et al., 2007; Kretschmer et al., 2007). L'architecture d'un cep est par ailleurs différente d'une variété à une autre, comprenant la compacité des grappes, leur disposition sur les rameaux, l'expression végétative. Cela crée des microclimats plus ou moins favorables au développement de la pourriture grise. On peut supposer qu'un cep avec une architecture dense avec beaucoup de feuillage, laissant peu d'air circuler induit un microclimat très humide. Blancard et al. (2017) propose ainsi un classement de la sensibilité des cépages à la pourriture grise en Figure 4. La vigueur et la capacité de production de grappe d'un cépage sont néanmoins fonction du porte-greffe associé et du clone choisi (Fermaud et al., 2011). La profondeur d'enracinement du porte-greffe est décisif dans la sensibilité des baies lors de la phase de maturation (Elad et al., 2007). En conditions pluvieuses, les plants enracinés superficiellement accumulent rapidement de l'eau pouvant provoquer un éclatement des baies. La sensibilité au Botrytis est donc un facteur à prendre en compte dès la plantation en adaptant son couple génétique cépage/clone/porte-greffe. Par la suite, la sensibilité au Botrytis sera modulée par le mode de conduite adopté et les pratiques culturales.

- Les attaques de **tordeuses de la grappe**, Eudémis et Cochylis sont un facteur majeur dans le risque de pourriture grise. Les deuxième (G2) et troisième (G3) sont concernées. Le stade larvaire associé à ces générations est généralement observé respectivement début juillet (fermeture de la grappe) et début septembre (maturation ou maturité). Ces deux stades sont propices au développement du Botrytis (partie II.D.1) Les chenilles se nourrissent des baies, ce qui crée des portes d'entrée au pathogène vers son substrat. De plus les conidies peuvent être transportées par les chenilles et infecter les baies dont elles se nourrissent (Elad et al., 2007).

- La **vigueur** est communément admis pour être lié au développement du Botrytis (Valdés-Gómez et al., 2008). La notion de vigueur se traduit par la capacité de croissance du cep et est influencée par les caractéristiques intrinsèques d'un vignoble : cépage, porte-greffe, type de sol, enherbement. Durant un millésime, la vigueur est modulée par le climat, l'alimentation hydrique et minérale, la fertilisation et les corrections mécaniques telles que l'écimage, l'effeuillage et l'éclaircissage et l'ébourgeonnage. Ces derniers, qui ne sont pas mentionnés dans la Figure 2, peuvent être mis en

	Raisin blanc (source ITV Nantes)	Raisin rouge (étude réalisée sur vins rouges de Bourgogne)
Surcoût de vinification	3,35 €/hl pour 30 % de <i>Botrytis</i> ▼ 167,50 €/ha (base 50 hl/ha)	1,80 €/hl pour 30 % de <i>Botrytis</i> ▼ 90 €/ha (base 50 hl/ha)
Surcoût de tri de vendange	12 €/hl pour 30 % de <i>Botrytis</i> ▼ 600 €/ha (base 50 hl/ha)	
Soit un total de près de 15 €/hl ou d'environ 750 €/ha. Un surcoût de vinification et de tri à la vendange bien supérieur à une protection <i>Botrytis</i> complète.		

Figure 5 : Estimation des surcoûts engendrés par une correction de vendange botrytisée.

Source : BASF. Disponible à l'adresse : https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/vigne/protection_fongicide_de_la_vigne/anti_botrytis/rentabilite_des_traitements_anti_botrytis.html

place pour limiter les microclimats conférés par une vigne trop vigoureuse (Blancard et al. 2017). L'effeuillage sera expliqué de façon plus ample dans la partie II.D.4.

Il est admis qu'une vigne trop vigoureuse présente un statut d'azote élevé, généralement apporté par une fertilisation inadaptée ou un relargage d'azote du sol après un travail mécanique de ce dernier, qui peut être consommé par le pathogène (R'Houma et al., 1998).

- Préalablement cité, le **mode de conduite** et principalement la **taille d'hiver** déterminent l'architecture du feuillage et de la zone fructifère. A cette étape est décidé la répartition des bourgeons sur le rameau et doit être raisonné selon la vigueur du cep. Le type de taille adopté a donc un effet direct sur l'entassement des grappes, leur aération et leur exposition à la lumière. D'après Elad et al. (2007), la lumière induit une augmentation de l'épaisseur de la cuticule et de la pruine, ce qui procurerait une plus grande résistance au Botrytis.

Dans la Côte des Bar, la taille Guyot Simple est généralisée dans les parcelles de Pinot Noir. Cette taille longue et productif provoque des entassements végétatifs importants dans des vignobles à haute densité de plantation.

- Le **Mildiou**, l'**Oïdium**, **Black Rot** et autres **maladies cryptogamiques** peuvent créer des supports de contaminations latentes. Le Mildiou sous forme de rot-Gris et rot-Brun et le Black Rot provoquent dès la nouaison la mort et le dessèchement de baies et de rafles. Ces éléments morts deviennent des sites d'infection pour les conidies du Botrytis et se retrouveront enfermés dans la grappe après sa fermeture. Une fois arrivé à véraison, les inoculum enfermés initieront des contaminations. L'Oïdium et le Black Rot dégradent les cuticules et provoquent des lésions favorisant la pénétration des conidies.

- Des **effets secondaires d'autres pesticides anticryptogamiques** peuvent exister contre le Botrytis. En Agriculture Biologique (AB), le cuivre n'a pas d'effet direct sur le Botrytis bien qu'étant fongicide multi-site mais peut induire un épaississement des pellicules grâce à son implication dans la formation des parois cellulaires (Cohu and Pilon, 2010).

Le Botrytis est donc une maladie de contexte, dont le développement dépend d'un bon nombre de facteurs variant suivant les millésimes et les parcelles. Les conditions météorologiques constituent le principal facteur en affectant directement la biologie du champignon et indirectement en influençant le développement physiologique de la plante. Les caractéristiques pérennes d'une parcelle et l'itinéraire technique appliqué ont aussi un énorme poids dans la détermination de l'épidémie.

L'étude prendra alors en compte l'ensemble de ces facteurs explicatifs afin de présenter le contexte des résultats obtenus.

D. Les moyens de lutte

La pourriture grise est alors une maladie aggravant énormément la quantité et qualité de la récolte, lutter contre ce pathogène s'avère nécessaire dans la culture de la vigne. La Figure 5 présente une comparaison de coût expliquant que les interventions en préventif (chimiques seulement) seraient moins onéreux que des solutions de correction en cave. Tandis qu'un anti-botrytis coûte entre 150 et 200€/ha main d'œuvre et mécanisation comprise, des surcoûts de vinification et de tri à la vendange coûterait 750€/ha pour des rendements de 50 hL/ha pour un vin blanc. De manière proportionnelle et

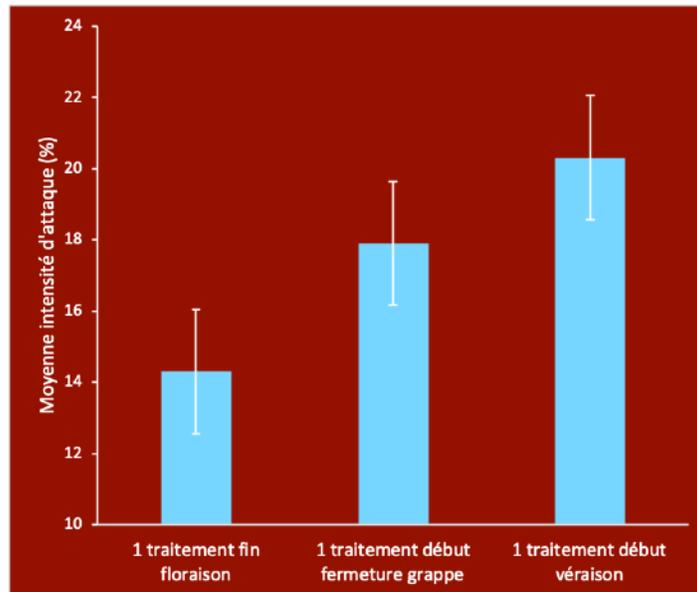


Figure 6 : Dégâts de pourriture selon le stade d'application du fongicide anti-botrytis

Moyenne de 9 essais du Comité Champagne. Source : Guide du vigneron champenois 2019

toutes choses égales par ailleurs, les coûts de correction s'élèveraient donc à 1500€/ha en Champagne avec des rendements avoisinant les 100hL/ha. Rappelons que le prix de vente du raisin de Champagne s'élève à au moins 6€ au kilo. Une perte de 20% de la récolte dû à une attaque de Botrytis avec un rendement de 10 000kg/ha représenterait une perte de 12 000€/hectare pour le vigneron.

Après avoir expliqué les positionnements de traitement anti-botrytis couramment utilisé, nous survolerons dans cette partie les produits conventionnels chimiques, produits de biocontrôle et les mesures prophylactiques utilisés. Des focus seront faits sur les produits de biocontrôle choisis pour les essais ainsi que sur la pratique de l'effeuillage.

1. Positionnement des produits anti-botrytis

Il a été admis des stades clés d'intervention en préventif calqués sur l'épidémiologie du champignon.

- **Stade A : Fin Floraison**, stade 69 sur l'échelle Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt and Chemical Industry (BBCH). Ce stade correspond à la chute des capuchons floraux à la fin de la floraison. Le matériel végétal mort deviennent des sites d'infection propices aux contaminations qui peuvent être de trois types comme précédemment évoqués : latentes, saprophytes et parasitaires.
- **Stade B : Début fermeture de la grappe**, stade 77 sur l'échelle BBCH. Les éventuelles contaminations existantes se retrouvent enfermées au sein de la grappe ce qui fournira un inoculum lorsque les baies deviendront sensibles à la véraison. Le traitement doit donc être bien appliqué avant la fermeture complète de la grappe.
- **Stade C : Véraison**, stade 85 sur l'échelle BBCH. Les pellicules se flétrissent tandis que la concentration des composés de défense contenus dans la grappe diminuent. Les grappes deviennent alors très sensibles au développement de la contamination.
- **Stade D : Maturité**. Un dernier traitement pourrait être appliqué dans les dernières semaines voire juste avant la date de vendange. Cependant, une intervention à ce stade est très dépendante du délai avant récolte du produit (DAR) utilisé. Ceux-ci sont généralement de 21 jours pour les produits conventionnels chimiques, et sont très courts pour les produits de biocontrôle (Voir respectivement partie III.D.2.b et III.D.3.)

Il est généralement conseillé de faire un traitement en préventif au stade A, quel que soient les conditions climatiques, puisqu'il est considéré comme la période la plus propice à l'infection primaire du Botrytis. Son efficacité a été démontrée en Figure 6 par le CIVC (2019). Blancard et al. (2017) confirme cette efficacité à hauteur de 30% de réduction de l'intensité d'attaque du champignon.

Viret et al. (2010), étudiant des stratégies de lutte sur 10 années d'étude, confirment la pertinence d'une stratégie d'application à deux traitements. Cependant il est observé plus d'efficacité lorsque le premier traitement est appliqué à la fermeture de la grappe plutôt qu'à la floraison. (52% contre 30%).

Traiter au stade D est considéré comme inefficace par Fermaud et al. (2003). Des foyers de Botrytis sont généralement présents à ce stade alors que les produits doivent être utilisés de manière préventive. De plus, le risque de résidus chimiques dans la vendange est accru, quel que soit le DAR.

Des Outils d'aide à la Décision (OAD) sont actuellement mis à l'essai afin de déterminer de la pertinence d'une intervention, phytosanitaire ou prophylactique, aux différents stades comme le DeciTrait® développé par le programme CASDAR regroupant plusieurs organismes de recherche du Sud-Ouest et du Languedoc (Davy et al., 2018). Pour les stades A, il est pris en compte les caractéristiques de la parcelle ainsi que le taux de capuchons contaminés. Pour le stade B, il est pris en compte l'entassement des grappes. À ce stade il peut être conseillé un effeuillage. Pour les stades C et D, le programme s'appuie sur la formule expérimentée par Ciliberti et al. (2015), appelée Indice de Ciliberti. L'indice prend en compte la température et l'humidité relative annoncées dans les prochains jours ainsi que la durée d'incubation du champignon. Si l'indice dépasse un seuil de référence préalablement établi par des essais antérieurs, alors une intervention phytosanitaire est préconisée, sous réserve que le DAR du produit utilisé peut être respecté. Ce type d'outil permettrait au vigneron d'adapter ses pratiques anti-botrytis à la climatologie de l'année, de la physiologie de sa vigne et à ses pratiques culturales, stade par stade, en vue d'une réduction d'utilisation des produits phytosanitaires.

A la fin d'une saison d'essai, l'outil a eu tendance à ne pas préconiser de traitement en début de saison (Stade A), à proposer des effeuillages au stade B et à déclencher un traitement à l'approche de la récolte (stade C et D) lorsque la sensibilité de la parcelle et les conditions climatiques supposaient un risque de développement du Botrytis, qui s'est par ailleurs avéré. Les dégâts sur les parcelles d'essai sont dans la majorité acceptables. Les résultats ainsi obtenus s'opposent à la stratégie étayée au paragraphe précédent.

2. Les produits chimiques conventionnels

D'après les références citées à la partie précédente, la lutte chimique conventionnelle présente des efficacités intéressantes contre la pourriture grise. Lorsque les DAR sont respectés, peu de résidu de produit anti-botrytis sont retrouvés dans le vin et ils ne gênent pas la fermentation (Cabras et al., 2001, 1997).

Cependant leur utilisation est dorénavant confrontée à la réticence de l'opinion publique et aux opérations gouvernementales comme le retrait de molécules et la réduction d'intrant du plan Ecophyto. Deux familles chimiques sur les huit homologués sont classées Cancérigènes Mutagènes ou Reprotoxiques (CMR), et toutes sont considérées comme dangereuses pour l'environnement. Elles sont toutes confrontées à des phénomènes de résistance (OIV, 2018). La sous-population *pseudo-cinerea* se distingue par sa résistance à la molécule fenhexamid, composant le fongicide Teldor® de Bayer (Blancard, 2017). Les produits chimiques anti-botrytis ont des DAR assez importants, obligeant une utilisation précoce. (Stade A ou B). Cette DAR s'explique par la forte présence de résidus qu'ils laissent sur les baies.

Le coût d'un anti-botrytis chimique varie entre 150 et 200 €/ha main d'œuvre et mécanisation comprises.

3. Les produits de biocontrôle

Le statut du biocontrôle est défini depuis le 13 octobre 2014 dans la Loi n° 2014-1170 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt. Les produits de biocontrôle sont décrits comme « des agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures ». Ces produits sont classés en quatre types : macro-organismes, micro-organismes (cas du

Rhapsody®), médiateurs chimiques et substances d'origine naturelle (cas du Mer-Cal 17® et Kera-Silice®). Les produits référencés en tant que biocontrôle présentent l'avantage de pas être comptabilisés dans le calcul des IFT mais en tant que Nombre de Doses Unités Vert (NODU Vert). Il faut noter qu'un biocontrôle n'est pas obligatoirement un produit autorisé en Agriculture Biologique.

Les recherches sur les produits sélectionnés doivent nous permettre de mieux comprendre leur fonctionnement, de déceler les indicateurs intéressants à mesurer et de s'assurer qu'aucune pollution ou contre-indication à leur utilisation n'existent.

a. **Rhapsody®**

Le Rhapsody® est une formulation développée et commercialisée par Bayer, homologué en 2018. Le produit est composé de spores de la souche *Bacillus subtilis* QST 713 à la teneur de 1 milliard d'UFC/g. Cette souche est utilisable en France depuis 2005. Elle avait déjà été commercialisée sous le nom Serenade Max de Bayer avec une formulation différente. L'ancienne formulation était peu concluante, apportant peu d'efficacité notamment en période de forte pression. La nouvelle formulation du Rhapsody® est en cours d'essai dans divers organismes. Nous chercherons alors à évaluer son efficacité. Nous nous intéresserons aussi à son efficacité en cas de traitement tardif puisque son DAR est de trois jours.

Bacillus subtilis est une bactérie aérobie Gram positive, formant des spores. Elle est couramment trouvée dans le sol et sur les plantes. Cette bactérie est connue pour créer des biofilms dans les racines des plantes (Beauregard et al., 2013). Les cellules des bactéries créent des liaisons entre elles à l'aide des polysaccharides des racines de la plante afin de créer une matrix très résistante. Cette propriété peut inquiéter sur un éventuel développement sur les grappes et contamine les moûts.

La souche *B. subtilis* QST 713 est largement utilisée dans la lutte anti-fongique dans la culture de nombreux fruits et légumes grâce à son large spectre d'action (Edgecomb and Manker, 2006). *B. subtilis* a dans un premier temps un effet antagoniste, elle colonise la surface, ainsi que les nutriments disponibles, susceptible d'être infectée par le pathogène. D'autre part, la souche produit lors sa multiplication en batch un groupe de lipopeptides qui vont empêcher le champignon de se développer en détruisant ses hyphes: l'iturin A, l'agrastatin et le surfactin. Ce sont donc ces lipopeptides qui ont un effet direct sur le champignon et non pas *B. subtilis* elle-même. L'iturin A et l'agrastatin A sont considérés comme des antibiotiques, ils créent une augmentation de la perméabilité des membranes des microorganismes dont les levures et bactéries, ce qui induit une forte pression osmotique et qui amène les cellules cibles à éclater (Thimon et al., 1995). Le surfactin possède une propriété tensio-active qui en modifiant l'hydrophobicité des microorganismes en contact avec elle, crée une couche autour de ceux-ci (Ahimou et al., 2000). Cette action se combine avec celle de l'iturin A, cette dernière pénètre dans la couche de surfactin pour atteindre les cellules du microorganisme ciblé (Maget-Dana et al., 1992). Le surfactin a un effet éliciteur sur la vigne, le lipopeptide génère à son contact un stress de type biotique chez la plante, activant des mécanismes de défense de la plante tels que des biosynthèses d'enzymes anti-microbiens ou la création de parois cellulaires qui seront des moyens de défense dans le cas d'une attaque ultérieure d'un champignon (Ongena et al., 2007). L'agrastatin A présente une efficacité comparable à un fongicide chimique de

la famille des metalaxyl sur *Plasmopara viticolor*, responsable de la maladie du mildiou (Heins et al., 2000). Cette souche peut aider à lutter contre les autres maladies cryptogamiques de la vigne.

Rotolo et al. (2018) ont réalisé des essais d'application de fongicides usuellement utilisés dans la lutte anti-botrytis sur la souche *B. subtilis* QST 713, sa croissance n'est inhibée avec aucun d'entre eux. Le Rhapsody® peut donc être utilisé avec un fongicide chimique afin d'en limiter la dose. Par ailleurs, Bayer suggère d'utiliser le Rhapsody® avec son fongicide chimique Teldor®.

Le produit se présente sous forme de solution, à appliquer à la dose de 4 L/ha sur la zone des grappes dans au moins 200l d'eau/ha. La température et l'hygrométrie influent peu mais il convient d'éviter par précaution des trop fortes chaleurs. En cas de pluie lessivante (>20mm), il est nécessaire de renouveler le traitement. Le produit représente un coût de 170€/ha. Le Rhapsody possède un DAR de 3 jours.

b. Kera-Silice® et Mer-Cal 17®

Les produits Kera-Silice® et Mer-Cal 17® sont faits à base d'algues micronisées par la société Ker-Agro. Récemment arrivé sur le marché, aucune étude d'essai en plein champ n'existe. Le gérant de la société a en effet accepté de nous fournir ses produits en échange de résultats.

Kera-Silice® est un mélange d'argile feuilletée et d'algues rouges dont du lithothamnium calcareum finement micronisés. Il est présenté sous forme pulvérulent de taille de 50 microns.

Il est composé essentiellement de Silice (SiO₂), de Calcium à l'état de carbonate (CaO) de Magnésium à l'état de carbonate (MgO) et d'oligo-éléments. Il constitue donc un apport nutritif pour la plante permettant de stimuler sa physiologie. Il permet d'assécher les organes et donc éviter tout excès d'humidité. Ceci permet de limiter les conditions optimales d'infection par le Botrytis.

Il s'emploie à l'aide d'une poudreuse à une dose de 40 kg/ha. Son coût est de 40€/ha. Le produit n'a pas de DAR.

Mer-Cal 17® est une poudre composée entièrement de lithothamnium calcareum micronisés. Il est présenté sous forme pulvérulent de taille de 17 microns pouvant être solubilisé dans l'eau. Il est composé de Calcium (CaO), de Magnésium (MgO) et d'oligo-éléments. Il présente les mêmes fonctions que le précédent produit mais à des doses plus faibles. Il s'emploie à l'aide d'un pulvérisateur à une dose de 5kg/ha. Son coût est de 20€/ha. Le produit n'a pas de DAR.

Aucune étude ne fait de lien entre l'utilisation d'algue en viticulture et la lutte-anti-botrytis.

Il en est de même pour la silice. Seulement il est intéressant de noter que le dioxyde de silice utilisé sous forme de gel pour encapsuler les levures sèches actives ne serait pas toxique pour la levure *Saccharomyces cerevisiae* (García-Saucedo et al., 2011). On peut donc supposer qu'en cas de traitement tardif, ce produit ne serait pas nuisible à la fermentation s'il devait rester des résidus sur les grappes.

Chardonnet et al. (1997) a démontré que nourrir la vigne en calcium par voie foliaire ne permet pas de réduire le taux d'infection mais permettrait de limiter la dégradation des parois cellulaires en les renforçant avant le flétrissement de la baie à véraison. Il est admis que les ions Ca²⁺ jouent un rôle essentiel dans la formation de ponts calciques dans les parois cellulaires ce qui permet de réduire

Motivations pour l'effeuillage précoce
nb réponses exprimées dans l'enquête

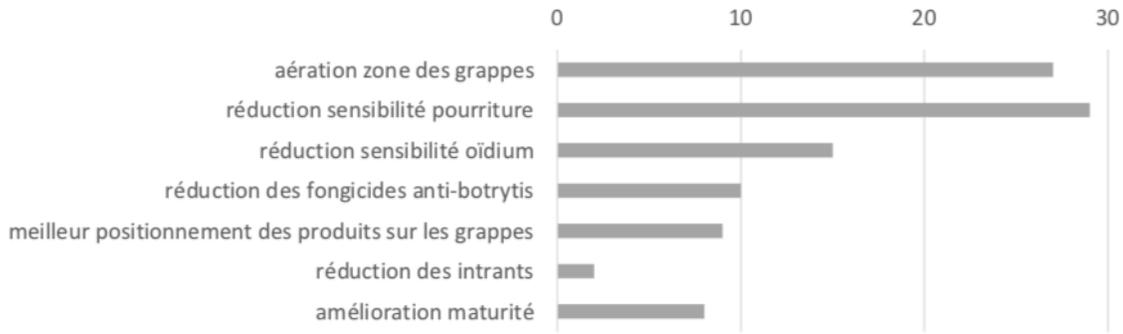


Figure 7 : Les différentes motivations des vignerons champenois pour l'effeuillage précoce.

Source : CIVC, 2015. Enquête réalisée sur 224 questionnaires. Valeurs exprimées en %/

l'activité de l'enzyme polygalacturonase, responsable du ramollissement de la peau durant la maturité (Balic et al., 2014).

Le Magnésium et autres oligo-éléments n'ont pas d'effet sur le développement du Botrytis, seulement ils aident à la physiologie de la plante.

Il ressort de cette étude bibliographique que ces trois produits méritent qu'on évalue leur efficacité dans lutte anti-botrytis afin de savoir s'ils peuvent permettre une protection sans produit chimique de synthèse conventionnel tout en permettant une récolte saine et suffisante. L'utilisation de ces produits avec de très faibles DAR pourrait permettre un traitement placé au stade D avant récolte si les conditions climatiques le permettent. Cependant, des analyses seront à effectuer sur les moûts pour quantifier les potentiels résidus et leur impact sur la fermentation ainsi qu'une analyse sensorielle sur grappe pour identifier des déviations organoleptiques. D'un point de vue économique, le coût reste équivalent qu'un produit de synthèse anti-botrytis classique (Rhapsody®) ou bien moins élevé (Kera-Silice®, Mer-Cal17®) à nombre de traitement équivalent.

4. Les méthodes prophylactiques

L'importance des mesures prophylactiques contre le développement de la pourriture grise est reconnue par le milieu viticole. (Valdés-Gómez et al., 2008; Viret et al., 2010). Ces mesures ont pour objectif de maîtriser la vigueur et une amélioration du microclimat de la zone fructifère.

La maîtrise de la vigueur commence par une fertilisation raisonnée, une disponibilité excessive de cet élément nutritif entraîne une forte vigueur, et donc un entassement végétatif, des grappes plus compactes, avec plus de baies et la cuticule plus fine (Elmer and Michailides, 2007). Les apports doivent être apportés afin la croissance végétative en début de printemps et doivent être limités (40-50 U/ha/ans). La mise en place d'un enherbement, naturel ou semé, permet une maîtrise la vigueur en appliquant une concurrence hydro-azotée.

L'éclaircissage ou aussi appelé vendanges en vert permet d'améliorer la maturation des grappes conservées en supprimant des grappes avant véraison. Cette pratique limite l'impact du Botrytis de 10 à 15% (Elmer and Michailides, 2007) en évitant un entassement des grappes.

Les travaux en vert permettant de structurer la végétation (épamprage, rognages, ils améliorent l'aération et l'exposition des grappes.

Enfin l'effeuillage est une méthode reconnue comme lutte alternative aux maladies fongiques dont notamment le Botrytis. Cette méthode est encore peu généralisée en Champagne, le CIVC estimait lors d'une enquête en 2015 que 18% des professionnels viticoles procédaient à l'effeuillage précoce. Parmi ceux qui l'emploient, la première motivation se porte sur la réduction de la sensibilité à la pourriture grise (Figure 7). Les travaux de l'IFV (2009) montrent sur une moyenne de 15 essais une réduction de 15% de l'intensité d'attaque de pourriture grise. L'effeuillage est plus efficace lorsqu'il est réalisé à la nouaison sur la face exposée au soleil levant (Nord ou Est suivant l'orientation de la vigne). La végétation ainsi perdue permet une aération des grappes et une baisse de l'hygrométrie des microclimats. On regrette toutefois un risque accru d'échaudage sur les grappes plus exposées.

L'effeuillage est une technique qui a fait ses preuves dans d'autres régions. Lors de cet essai, il n'y aura pas de comparaison de type d'effeuilleuse ou de timing d'effeuillage. Le but est seulement de



montrer une différence vis à vis de la pourriture grise et des autres maladies cryptogamiques et de quantifier l'échaudage.

L'état de l'art a permis d'établir des essais d'itinéraire de lutte contre le Botrytis qui devront permettre de répondre à la problématique suivante :

**Peut-on prétendre à un programme anti-botrytis 0 IFT en Champagne
et avec quelles conséquences ?**

III. Evolutions des pratiques viticoles sur l'AAC de Servigny

L'étude fera l'objet d'une enquête des pratiques viticoles actuelles vis à vis de l'environnement dans l'ensemble du secteur de Servigny. Ensuite sera réalisée une étude des évolutions des pratiques des livreurs partenaires présents dans cette zone.

A. Matériel et Méthodes

1. Observations terrains

L'enquête des pratiques viticoles vis à vis du Plan Eau est réalisée sur le terrain. Les observations sont retranscrites dans le logiciel SIG QGIS® version 3.4. Les surfaces sont déterminées à l'aide du calculateur de surface intégrée afin de pouvoir établir des pourcentages.

L'enherbement réel est calculé selon un coefficient rapporté à la disposition de l'enherbement :

- Enherbement tous les rangs et sous le rang : coefficient 1
- Enherbement tous les rangs : coefficient 0.4
- Enherbement 1 rang sur deux : coefficient 0.20
- Enherbement dans les rangs de tracteurs (on suppose une largeur de traitement de 9rangs) : coefficient 0.089
- Enherbement sous le rang ; coefficient 0.4

La gestion de l'enherbement concerne la première intervention de destruction de l'herbe appliquée au printemps.

Une tournière est considérée comme non-respectée lorsque le désherbage, qu'il soit d'origine chimique ou mécanique, dépasse de l'arcure. Une tournière non-respectée est passible d'une amende déposée par l'EDHAC.

Le nombre de certifié est déterminé à l'aide des annuaires Hautes Valeurs Environnementales (HVE), Viticulture Durable en Champagne (VDC), Terra Vitis et Agriculture Biologique (AB).

2. Evolution des pratiques des livreurs partenaires

Une enquête plus poussée a été rédigée, reprenant les quatre grands chapitres de la certification environnementale HVE : fertilisation, entretien des sols (dont l'érosion), stratégie phytosanitaire et biodiversité. Un cinquième chapitre portait sur l'impact économique que pouvait engendrer une transition vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Enfin un dernier chapitre évoquait la communication que pourrait adopter un Récoltant-Manipulant vis à vis de l'Aire d'Alimentation de Captage. Enfin un plan de progrès aurait été donné au partenaire.

Cependant, cette enquête n'a pas reçu assez de réponse pour pouvoir être représentative et était trop complexe pour être analysée correctement. L'ensemble de l'enquête vierge a été ajoutée en Annexe 1.

Tableau 2 : Résultats de l'enquête terrain sur les pratiques viticoles de l'AAC de Servigny réalisée fin avril 2019

	Viticulteurs de Servigny	Livreurs VCP (% / Servigny)	Livreurs VCP (% / VCP)
Hectares	159.69	27.13 (17% de la surface de Servigny)	
Enherbement du sol			
% de la surface ayant un enherbement	47.3	6.59	38.8
<i>dont % enherbement 1 rang sur deux</i>	36.46	6.02	35.46
<i>dont % enherbement les rangs de tracteur (9 rangs)</i>	2.19	0.56	3.32
<i>dont % enherbement tous les rangs</i>	7.36	0	0
<i>dont % enherbement sous le rang</i>	1.28	0	0
% sans enherbement	49.48	10.4	61.22
<i>dont % plantation</i>	3.78	0	0
% d'enherbement réel	17.07	0.34	2
Gestion de l'enherbement			
% de surface travaillée mécaniquement	36.11	3.94	23.18
% de surface travaillée en mixte	7.60	0.26	1.55
% de surface travaillée chimiquement	47.01	12.79	75.27
% de surface non-travaillée	6.06	0.00	0.00
% Sarments restitués	59.15	9.22	54.26
% Sarments + écorces	25.27	6.52	38.37
Respect des tournières			
% Tournière respectée	66.10	10.07	59.27
% Tournière non-respectée	31.99	6.41	37.74
% Absence de tournière	1.91	0.51	2.99
Certification			
% Certification environnementale	51.07	13.04	76.74

Tableau 3 : Evolution de l'enherbement de Servigny

Source : CA 10

	Enherbement 2003	Enherbement 2015	Enherbement 2016
AAC Servigny	20 %	23 %	47 %

**Figure 8 :** Exemples de tournières respectivement insuffisantes (photo de gauche) ou inexistantes (photo de droite).

B. Résultats et Discussion

Le Tableau 2. représente les données d'observations terrains recueillies sur l'AAC de Servigny. Celui-ci fait écho aux relevés de la Chambre d'agriculture pris il y a 3 ans.

Les données ont été recueillies pour tous les viticulteurs de la zone de Servigny (colonne 2), pour les livreurs partenaires du Champagne Veuve Clicquot Ponsardin rapporté à l'ensemble des viticulteurs de la zone (colonne 3) et rapporté seulement aux livreurs VCP (colonne 4).

Les livreurs représentent ainsi 17% de la surface viticole de Servigny. L'influence de leurs pratiques sur la qualité de l'eau n'est pas négligeable.

Tout d'abord, d'après les données fournies par la CA de l'Aube (Tableau 3.), la surface enherbée de cette année 2019 devrait être la même que celle de 2015, soit 47%. Cette donnée est à remettre en cause car toutes les parcelles considérées comme enherbées ne sont pas dans l'état enherbées sur toute la surface de la parcelle. Alors, d'après les coefficients de surface évoqués en III.A.1., la surface réellement enherbée sur la zone de Servigny serait de 17.07%. Ce résultat est bien plus faible que le précédent. Ce résultat résume bien la plus importante des raisons de la problématique de l'AAC : les sols sont nus, donc il n'y a aucune absorption de l'eau en cas de forts orages, ce qui entraîne des ruissellements. Ces ruissellements vont créer de l'érosion, vont diffuser des résidus de produits phytosanitaires, dont notamment les herbicides car ils sont directement appliqués sur le sol, et des nitrates.

Ce résultat se couple avec le respect de l'enherbement des tournières. 68% d'entre elles sont insuffisantes ou inexistantes (exemple en Figure 8.). Pourtant l'enherbement des tournières autour de la parcelle ne crée pas autant de concurrence hydro-azotée que l'enherbement dans la parcelle. Une tournière bien en place de 4 mètres permet de retenir à elle seule 84% des produits phytosanitaires qui ruissellent sur le sol ().

La première intervention du travail du sol en plein à l'aide d'herbicide est beaucoup utilisée sur la zone (47.01%) mais elle est surtout très élevée au sein de des livreurs VCP (72.27%).

La moitié du parcellaire restitue leurs sarments à la vigne, permettant d'apporter de la matière azotée, un mulchage et une faible tenue du sol. Cette pratique est encore trop peu généralisée.

Enfin notons que 51% l'AAC de Servigny sont des entreprises viticoles ayant une certification environnementale, reconnaissant donc des bonnes pratiques d'usage vis à vis de l'environnement. Parmi ce pourcentage, 13% sont du panel de viticulteurs partenaires. Il serait tenté d'estimer que c'est un bon point. En effet, cela signifierait que la moitié de l'AAC se sent concernée par les problématiques environnementales et serait prêt à changer ses pratiques notamment dans cette zone à risque. Néanmoins, cette certification ne suffit pas à limiter les risques de pollution que créent l'usage d'herbicide, l'absence d'enherbement et l'absence de tournières.

Nous constatons alors que beaucoup d'effort sont encore à réaliser de la part des viticulteurs et des partenaires VCP pour limiter les risques de pollutions.

Tableau 4. : Modalités de traitement et les codes attribués

Produits	Stade effeuillage	Parcelle d'essai	Code
Témoin non traité	Pas d'effeuillage	Charmont	TNT1
		HDC	TNT2
	Nouaison	Charmont	TNT1+E
		HDC	TNT2+E
Référence chimique (Teldor)	Pas d'effeuillage	HDC	Ref
	Nouaison	HDC	Ref+E
Kera-Silice	Pas d'effeuillage	HDC	T1
	Nouaison	HDC	T1+E
Mer-Cal17	Pas d'effeuillage	Charmont	T2
	Nouaison	Charmont	T2+E
Rhapsody	Pas d'effeuillage	Charmont	T3
	Nouaison	Charmont	T3+E
Rhapsody + Mer-Cal17	Pas d'effeuillage	Charmont	T23
	Nouaison	Charmont	T23+E

Tableau 5.: Caractéristiques des parcelles d'essai

Parcelle	Cépage	Clone	Porte-greffe	Mode de conduite	Densité de plantation (pieds/ha)	Année de plantation	Texture du sol	Gestion du sol	Devenir des sarments	Vigueur jugée	Tendance à la pourriture jugée
Charmont	Pinot Noir	Massale	41 B	Guyot simple	8600	1967-1973	Argilo-limoneux	Sol nu	Laisés au sol	Bonne	Moyenne
HDC	Pinot Noir	Massale	SO4	Guyot simple	8000	1976	Argileux	Enherbement un rang sur deux	Laisés au sol	Bonne	Forte

OUEST Haut de la parcelle EST

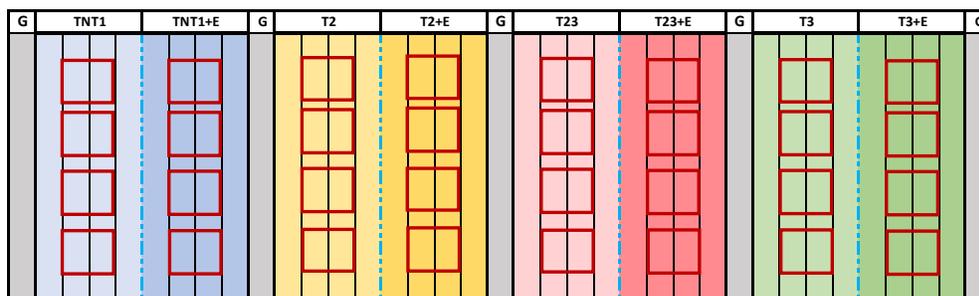


Figure 9 : Banc d'expérimentation de la parcelle Charmont

Les blocs rouges représentent les placettes de 10 cepes consécutifs.

OUEST Bas de la parcelle EST

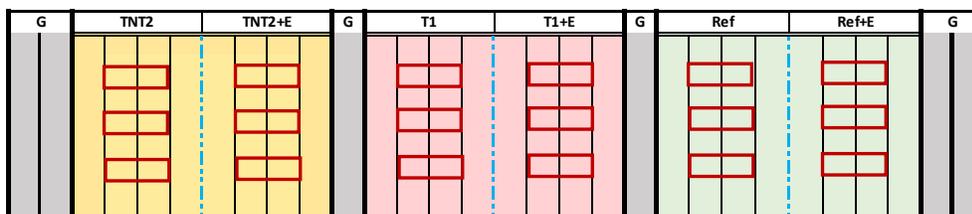


Figure 10 : Banc d'expérimentation de la parcelle HDC

Les blocs rouges représentent les placettes de 10 cepes consécutifs.

IV. Expérimentations anti-botrytis

A. Matériel et Méthodes

2. **Modalités**

Quatre modalités de traitements de biocontrôle sont mis en place : Rhapsody® seul, Mer-Cal17® seul, Kera-Silice® seul et le mélange Rhapsody® / Mer-Cal17®. Pour des questions techniques, les deux produits sont pulvérisés séparément. Néanmoins un test d'homogénéité a été réalisé afin de s'assurer de la miscibilité des deux produits.

Un produit phytosanitaire conventionnel (Teldor® de Bayer) constitue la modalité de référence chimique.

Une modalité témoin est mis en place pour estimer la pression de l'année.

Chaque modalité de traitement est appliquée au stade A puis au stade D si les conditions climatiques et l'état sanitaire de la parcelle d'essai sont favorables à un traitement.

Chaque modalité de traitement est doublée avec une modalité d'effeuillage précoce à la nouaison (Stade BBCH 73).

En tout, 12 modalités d'essai sont étudiées et leurs codes attribuées sont présentés dans le Tableau 4.

3. **Mise en place de l'expérimentation**

a. **Les parcelles d'essai**

Les parcelles proposées par les vignerons partenaires de l'essai sont tout d'abord placées dans la zone de protection de l'AAC de Servigny.

Les parcelles choisies devaient présenter des caractéristiques de sensibilité indépendamment des conditions météorologiques au développement de la pourriture grise afin d'étudier pleinement l'efficacité des produits. Il a été décidé d'effectuer les essais sur deux parcelles différentes de niveau de sensibilité différente. Elles se nomment Charmont et Haut de Champagne (HDC) et leurs caractéristiques sont présentées dans le Tableau 5. Un témoin a été mis en place sur chacune d'entre elle afin de comparer la pression sanitaire sur chaque et pouvoir relativiser l'efficacité des produits utilisés correspondants à la parcelle.

Les deux parcelles sont plantées en Pinot Noir et conduits en taille Guyot simple, cépages et mode de conduite le plus représentatif de la Côte des Bar.

Les autres traitements phytosanitaires communes aux deux parcelles sont référencés en Annexe 2.

b. **Positionnement des placettes**

Pour chaque modalité, plusieurs placettes ont été placées pour servir de support pour les différents comptages. Afin que les mesures soient représentatives de la parcelle, chaque placette contient dix



Figure 11 : Visuel de l'effeuilleuse

La turbine situé à l'intérieur crée une dépression qui aspire les rameaux vers les rouleaux. Les deux rouleaux détachent ensuite les feuilles qui sont expulsés à l'avant par l'air dégagée par la rotation de la turbine.

Tableau 6 : Réglages de l'effeuilleuse EB490P HD

Diamètre rouleau	350mm
Vitesse d'avancement	4.5 km/h
Longueur du rouleau (invariable)	49 cm
Hauteur de coupe (du sol au début du rouleau)	30 cm
Ecartement entre le rouleau et végétation	Collé
Angle tête	180°C
Potentiomètre	Position 2

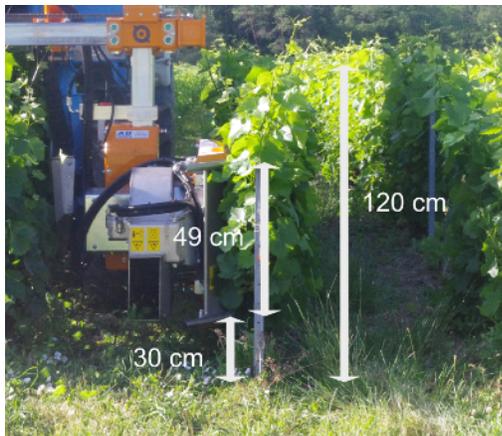


Figure 12: Hauteur de l'effeuilleuse

ceps consécutifs. Le nombre de placettes a été décidé selon la longueur de chaque parcelle. Ainsi la parcelle Charmont en contient quatre, soit quarante ceps par modalité et la parcelle HDC en contient trois, soit trente ceps par modalité.

Les placettes sont placées dans le sens de l'orientation des parcelles, ce qui correspond à leur topographie.

c. Disposition du banc d'expérimentation

Entre chaque modalité et aux extrémités est laissé un rang de garde non-traité afin de ne pas avoir de déviation d'un produit d'une modalité sur une autre. Le témoin a été placé du côté du vent dominant, à savoir celui de l'ouest, afin de toujours éviter une potentielle contamination des autres produits. Les schémas expérimentaux sont présentés en Figure 9. et 10. (page 16).

d. Matériel de traitement

Les produits solubles ou liquides (Mer-Cal17[®] et Rhapsody[®]) sont appliqués avec un Pulvérisateur 9 rangs pneumatique « Bobard Jet 6000 » en face par face équipé avec un Débit proportionnel à l'avancement électronique (DPAE). Le volume de bouillie est de 200 L/ha. Le débit est de 165L/ha.

Les produits en poudre (Kera-Silice[®]) sont appliqués à l'aide d'une poudreuse 8 rangs (8.4 m de largeur de traitement) « Calvet Poudreuse Champagne 300L ». La vitesse de traitement est de 5.5 km/h. Le débit est de 30kg/ha. La position d'ouverture est en 1.25.

e. Matériel d'effeuillage

L'effeuillage précoce est réalisé à l'aide d'une effeuilleuse à rouleaux EB490P HD à deux têtes de Binger Seilzug (Figure 11.). Les têtes effeuillent 1 rang sur deux la face du côté du soleil levant, en l'occurrence la face Est.. Les réglages de l'effeuilleuse sont présentés dans le Tableau 6. et la Figure. 12. Ceux-ci ont été décidés à la suite d'essais réalisés trois jours avant l'intervention pour le banc d'expérimentation.

f. Gestion des bouillies

Pour chaque modalité, 60L de bouillie sont préparés pour 40L à épandre. À la fin de chaque traitement, les bouillies résiduelles sont pulvérisées sur des parcelles viticoles voisines. La rotation de produit est effectuée à la parcelle. Le fond de cuve est dilué au 100ème, pulvérisé dans des parcelles voisines puis le dernier volume mort est épandu dans les mêmes parcelles.

4. Suivi météorologique

Les prévisions météorologiques sont réalisées au plus 3 jours avant l'intervention à l'aide du portail météo développé par le CIVC. Les conditions recherchées sont une force du vent inférieure à 17 km/h, une vigne non mouillée et des températures inférieures à 25°C.

Au moment prévu de l'intervention sont vérifiées ces conditions visuellement et à l'aide d'une station portative VisioGreen[®] et de la station CIVC placées dans le secteur des parcelles expérimentales (Figure 13.)

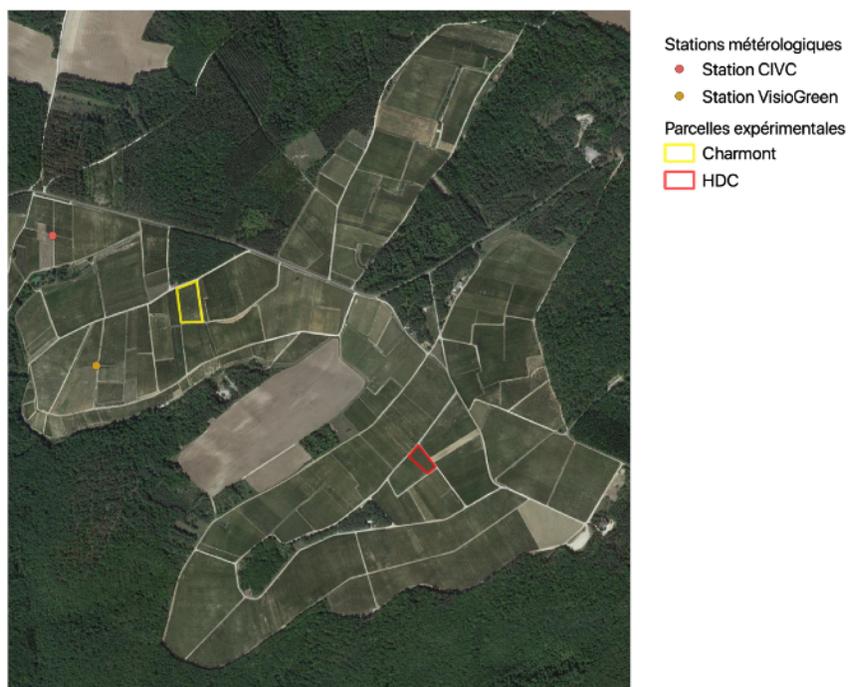


Figure 13 : Emplacement des stations météo

Tableau 7: Dates et conditions météorologiques des interventions

Modalité	T1	T2	T3	Ref	E
Type d'application	Poudrage	Pulvérisation	Pulvérisation	Pulvérisation	Effeillage
Dates d'intervention	24/06/2019	24/06/2019	24/06/2019	24/06/2019	28/06/2019
Horaire d'application	10h10	10h00	9h30h	7h05	11h30
Stade phénologique BBCH	70	70	70	70	71
Degrés (°C)	25.2	25.2	24.9	16.7	31.4
Indice UV	1	1	1	0	8
Hygrométrie (%)	66.7	66.7	66.7	92.4	42
Vent (km/h)	10	7	7	8	6
Direction	Est	Est	Est	Est	Ouest
Nébulosité (%)	0	0	0	0	0
Pluie sur 24h (mm)	0	0	0	0	0
Etat hydrique du sol	Sec	Sec	Sec	Sec	Sec
Etat hydrique de la végétation	Sec	Sec	Sec	Humecté	Sec

5. Déclenchement des traitements

Les dates et conditions des traitements sont présentées dans le Tableau 7.

Les traitements au stade D n'ont pas été déclenchés, le seuil de 5% d'attaque n'était pas atteint 9 jours avant la récolte et les conditions climatiques à venir ne justifiaient pas une intervention.

6. Mesure du taux d'effeuillage

10 ceps répartis de manière équitable dans chacun des deux rangs effeuillés sont marqués. Une photo de la végétation est prise avant et après l'effeuillage. La superposition des deux photos permet une rapide estimation du taux d'effeuillage.

7. Estimation de l'échaudage

L'échaudage est estimé à partir des calculs de fréquence d'attaque (FA) et d'intensité d'attaque (IA) sur grappe ci-dessous. Ils seront effectués séparément sur le côté effeuillé (Face Est) et le côté non-effeuillé (Face Ouest) sur chaque cep de chaque placette des modalités TNT1 et TNT1+E.

$$FA = \frac{\text{Nombre de grappes présentant des symptômes}}{\text{Nombre de grappes total}} \times 100$$

$$IA = \frac{\text{Somme des surfaces de grappes présentant ds symptômes}}{\text{Nombre de grappes total}}$$

Les comptages sont effectués plusieurs jours après l'effeuillage et une fois après l'épisode caniculaire de fin juillet.

8. Estimation des blessures de l'effeuillage

Le taux de blessure dû à l'effeuillage est estimé à partir des mêmes indicateurs FA et IA que pour l'échaudage.

9. Estimation de l'attaque de Botrytis

Le comptage s'effectue sur grappes 8 jours avant la vendange (Stade BBCH 87) et le jour de la vendange (Stade BBCH 89)

Les attaques sont estimées à partir des mêmes indicateurs FA et IA que pour l'échaudage.

10. Analyse sensorielle sur baie

Une analyse sensorielle est mis en place afin de déceler des différences organoleptiques dues à la pulvérisation tardive de ces produits. Il s'agit d'une analyse de type descriptive (voir Annexe 3) avec cases à cocher.

Un panel de 7 experts est réuni pour effectuer les dégustations deux semaines avant la vendange.

Un prélèvement de 4 grappes représentatives de la vendange est effectué pour chaque modalité. La dégustation est réalisée à l'aveugle.

L'analyse est répétée un autre jour afin de pouvoir juger la répétabilité des experts.

Cette mesure n'a pas pu être mise en place. La précocité des vendanges a empêché de réunir le panel d'expert. De plus les traitements au stade D n'ayant pas été déclenchés et donc ayant peu de chances de retrouver des résidus importants sur grappe, une telle analyse s'avérait peu pertinente

11. Dosage de résidus de produit sur moût et vin

Un prélèvement de grappes des modalités T1, T2 et T3 est effectué afin de doser les résidus de produit. dans le moût produit. Le dosage sera répété sur le vin.

Les analyses sont effectuées par un laboratoire partenaire de la Maison Veuve Clicquot Ponsardin.

Cette mesure n'a pas pu être mise en place. Le laboratoire d'analyse n'a pas pu être disponible à temps. De plus les traitements au stade D n'ayant pas été déclenchés et donc ayant peu de chances de retrouver des résidus importants sur grappe, une telle analyse s'avérait peu pertinente.

12. Suivi de fermentation

Le moût prélevé précédemment est mise en fermentation des cuves de suivi.

Cette mesure n'a pas pu être mise en place. Les suivis devaient être effectués par le Service Qualité de la Maison Veuve Clicquot Ponsardin qui n'a pas pu être disponible à temps.

De plus les traitements au stade D n'ayant pas été déclenchés et donc ayant peu de chances de retrouver des résidus importants sur grappe, une telle analyse s'avère peu pertinente.

13. Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été effectuées à partir du logiciel Xlstat.

Les résultats obtenus sont exploités en comparant les séries de valeurs deux à deux par modalité. L'analyse de variance « Anova » à un facteur couplé au test de comparaison de Tukey au seuil de risque $\alpha=5\%$ est utilisée. Ce test n'est possible que si l'échantillon est suffisamment grand et rempli les conditions de normalité et d'homoscédasticité.

Si non, le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis est appliqué.

Les différences entre modalités sont jugées significatives lorsque la p-value du test est inférieure au seuil de risque $\alpha=5\%$.

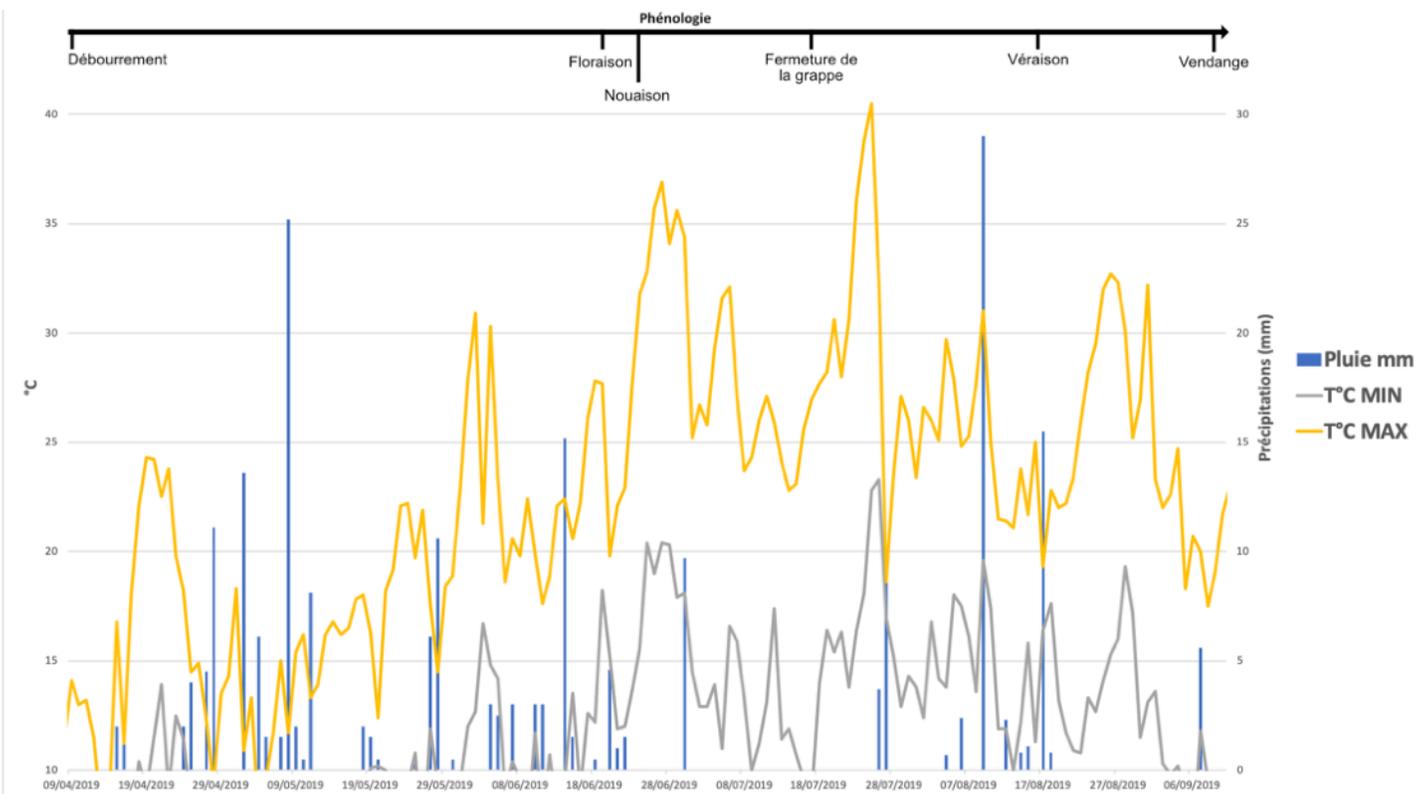


Figure 14 : Evolution climatique et phénologie des parcelles expérimentales de l'année 2019

Tableau 8 : Températures et précipitations cumulées comparées aux données trentenaires régionales

Mois	T° moyenne régionale sur 30 ans (°C)	T° moyenne à Essoyes en 2019 (°C)	Ecart en %	Précipitations cumulées régionales sur 30 ans (mm)	Précipitations cumulées à Essoyes en 2019 (mm)	Ecart en %
Juin	15.9	19.7	+23.6	58.8	48.5	-17.5
Juillet	18	21.0	+32.2	52.3	13.1	-77.7
Août	17.9	20.2	+27.1	49.4	52.6	+10.5
Septembre	14.9	16.4	+2.98	49.5	5.6	-90.5

Tableau 9 : Pourcentage (Fréquence) et surface (Intensité) de grappes botrytisées 9 jours avant récolte (BBCH 87)

Modalités	TNT1	TNT1+E	T2	T2+E	T3	T3+E	T23	T23+E	TNT2	TNT2+E	T1	T1+E	Ref	Ref+E
Fréquence (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Eff / témoin	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Intensité (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Eff / témoin	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 10 : Pourcentage (Fréquence) et surface (Intensité) de grappes botrytisées à la récolte (BBCH 89)

Modalités	TNT1	TNT1+E	T2	T2+E	T3	T3+E	T23	T23+E	TNT2	TNT2+E	T1	T1+E	Ref	Ref+E
Fréquence (%)	0,12	0,12	0	0	0	0	0	0,08	0,25	0,12	0,58	0,16	0,42	0
% Eff / témoin	/	<0	100	100	<0	<0	100	66,67	/	<0	<0	64	<0	100
Intensité (%)	0,031	0,016	0	0	0	0,04	0	0,012	0,052	0,045	0,076	0,032	0,065	0
% Eff / témoin	/	48,39	100	100	100	<0	100	61,29	/	13,46	<0	38,46	<0	100

B. Résultats et Discussion

1. **Bilan climatique de l'année et comportement du Botrytis**

Les résultats climatiques de l'année sont présentés en Figure 14.

La saison végétative 2019 en Champagne a été marquée par un climat chaud et sec. La floraison a débuté avec de faibles chaleurs créant un peu de coulure mais les températures ont rapidement remonté. Celle-ci s'est déroulée mi-juin pour une vendange début septembre, ce qui correspond à la phénologie type de ces dernières années en Champagne. La fin du mois de juin et tout le mois de juillet ont quasiment été dépourvus de pluie et ont subi des vents chauds venant du Nord, avant de retrouver un mois d'août proche des normales (Tableau 8.). Enfin, le mois de septembre présente de nouveau une absence quasi-totale de pluie.

Les conditions climatiques n'ont pas du tout été favorables au développement du Botrytis. Les organes morts de la floraison ont pu aisément sécher et ne pas être infectés par les conidies. Les quelques pluies d'août (29 mm le 9 août et 15.5 mm le 17 août) n'ont pas suffi à humidifier les vignes. Par ailleurs la véraison avait à peine commencé, les baies étaient encore donc solides. Par la suite il n'y a pas eu de pluie dans ce secteur notamment. La rosée du matin de septembre a pu aider au développement de quelques foyers localisés.

Lors du comptage à 8 jours de la récolte (Tableau 9.) , aucun foyer de Botrytis n'était à déclarer dans chacune des parcelles toutes modalités confondues. C'est pour cela qu'aucun traitement au stade D n'était à prévoir. A la vendange (Tableau 10.), des foyers se sont déclarés détruisant des baies à hauteur de 0,031% dans la parcelle Charmont (TNT1) et 0,052% dans la parcelle HDC (TNT2). Réaliser un traitement supplémentaire aurait représenté une perte économique et de temps.

Cette pression n'est pas acceptable pour comparer les différentes modalités testées, une intensité de minimum 5% aurait été nécessaire, bien que des différences soient significatives du point de vue mathématique. Ces différences peuvent être autant expliquées par des facteurs hasardeux que par les produits utilisés, bien qu'il y aurait une tendance à une meilleure efficacité dans les modalités avec l'effeuillage précoce.

Néanmoins, ces résultats obtenus grâce une climatologie favorable permette de remettre en cause les traitements systématiques et chimiques aux stades préventifs (A et B) encore beaucoup réalisés dans le secteur. La climatologie de cette année fait écho à celle de l'année dernière où le botrytis ne s'est pas développé non plus. Il est donc possible de se passer d'anti-botrytis chimiques ou de n'importe quel traitement par ailleurs . Il reste bien sûr admis qu'on ne peut pas prévoir l'évolution climatique sur toute une saison. Cependant, une observation plus régulière de cette dernière, une connaissance de son parcellaire et une adaptation de ses pratiques tels que mettre en place un effeuillage précoce ou un enherbement permanent permettrait une première réduction du risque Botrytis. Les anti-botrytis de biocontrôle peuvent quant à eux constituer une manoeuvre de réserve. Cependant, l'absence d'IFT pour un biocontrôle ne doit pas justifier leur emploi systématique et/ou massive.

Tableau 11 : Pourcentage de grappe blessée (Fréquence), Surface de grappe blessée (Intensité) et taux d'effeuillage dans la zone des grappes de la modalité TNT1+E

Fréquence blessure sur grappe (%)	Intensité blessure sur grappe (%)	Taux d'effeuillage (%)
1,7	0,1	63,3 %

Figure 15 : Exemples de blessures sur grappe par l'effeuilleuse à rouleaux



Figure 16 : Appréciation visuelle de l'effeuillage



Tableau 12 : Pourcentage de grappe échaudée (Fréquence) et surface de grappe échaudée (Intensité des modalités TNT1 et TNT1+E au 01/07/19

Les lettres en minuscule indiquent une différence statistiquement significative.

	TNT1	TNT1+E
Face effeuillée (Est)		
Fréquence (%)	0	0
Intensité (%)	0	0
Face non-effeuillée (Ouest)		
Fréquence (%)	0	0
Intensité (%)	0	0
Moyenne des deux faces		
Fréquence (%)	0	0
Intensité (%)	0	0

Tableau 13 : Pourcentage de grappe échaudée (Fréquence) et surface de grappe échaudée (Intensité des modalités TNT1 et TNT1+E au 29/07/19

Les lettres minuscules indiquent une différence statistiquement significative.

	TNT1	TNT1+E
Face effeuillée (Est)		
Fréquence (%)	31.5 (a)	33.5 (a)
Intensité (%)	2.31 (a)	2.44 (a)
Face non-effeuillée (Ouest)		
Fréquence (%)	30.5 (a)	27.5 (b)
Intensité (%)	8.36 (a)	4.58 (b)
Moyenne des deux faces		
Fréquence (%)	31 (a)	30.5 (a)
Intensité (%)	5.34 (a)	3.51 (a)

2. Qualité de l'effeuillage précoce

L'effeuillage précoce au stade nouaison avec l'effeuilleuse à rouleaux de Binger a blessé 1,7% des grappes de la modalité TNT1+E, pour une surface de grappe touchée de 0,1% (Tableau 11.). Cela confirme les résultats d'essai de l'IFV (2009). Les baies blessées à ce stade se dessèchent rapidement et meurent (Figure 15.). Ces éléments morts auraient pu constituer une porte d'entrée au Botrytis mais cela n'a pu être observé cette année.

Ces pertes sont acceptables, notamment dans la mesure où elles permettraient une réduction du risque de développement du Botrytis.

L'effeuillage a permis un taux de réduction de 63% de la surface foliaire dans la zone des grappes (Tableau 11.). Cette réduction permet une importante aération de la zone des grappes et évite un entassement végétatif (Figure 16.).

Aucune trace d'échaudage n'a été observé dans les jours suivants l'effeuillage précoce, malgré des températures élevées atteignant plus de 35°C. Cependant, suite à un pic de température à 42°C le 24/07 qui s'est maintenu pendant deux jours, de l'échaudage a été observé.

Tout d'abord, il faut d'abord observé de plus grands dégâts sur la face Ouest que sur la face Est quel que soit la modalité. C'est en effet le côté le plus exposé à de fortes chaleurs.

Sur la face Est de la vigne, la modalité TNT présente moins de fréquence (31.5%) et d'intensité d'échaudage (2.31%) que la modalité TNT+E (respectivement 33.5% et 2.44%), bien que les résultats ne soient pas significativement différents. Cependant, l'inverse est observée sur la face Ouest. Significativement différents, la modalité TNT+E permet une réduction de 3,78% de l'impact de l'échaudage. On peut expliquer ce phénomène par l'aération que l'effeuillage confère aux grappes. L'air chaud que reçoivent les grappes de la face Ouest s'accumule moins dans la zone des grappes en circulant plus facilement du côté de la face Est effeuillée.

L'effeuillage précoce permet donc une réduction du risque d'échaudage qui a beaucoup touché le vignoble champenois cette année, soit directement, soit indirectement avec des traitements phytosanitaires placés lors des épisodes caniculaires. Cette pratique serait alors un premier levier pour lutter contre les conséquences de la hausse de température que connaît le vignoble depuis quelques années. Par ailleurs cette pratique constitue une méthode alternative aux produits chimiques dans la lutte anti-botrytis, ce qui n'a néanmoins pas pu être démontré lors de cette étude. L'effeuillage précoce permet aussi de dégager la zone des grappes pour les cueilleurs. Enfin, tous les résultats obtenus se rapportent à un seul type d'effeuilleuse, ils ne sont pas à généraliser aux autres modèles qui peuvent présenter des efficacités différentes.

Conclusions et perspectives

L'aire d'alimentation de captage de Servigny constitue un cas d'étude représentatif des enjeux environnementaux auxquels se retrouvent confrontés aujourd'hui les acteurs de la viticulture. La gestion actuelle de nos vignobles deviennent incompatibles avec la demande de réduction des pollutions diffuses. Il existe alors une pression des organismes de protection des ressources afin de les amener à améliorer leurs pratiques.

Malgré les sensibilités et formations apportées aux viticulteurs lors de ces dernières années, trop peu d'évolution sont à déplorer dans les pratiques viticoles. Les risques de pollution diffuse sont toujours autant présents à cause des sols et tournières laissés nus.

Le faible taux de réponse à l'enquête réalisée au sein des livreurs partenaires a pu démontré une forme de lassitude ou d'ignorance de la problématique de l'eau. Cela ne signifie pas pour autant qu'ils soient irrespectueux vis à vis de l'environnement. Il est tout à fait juste de concevoir que ce type de problématique n'est pas la première qu'ils rencontrent dans leur profession. Cependant, ce comportement n'amènera pas à une évolution positive de la situation de l'AAC de Servigny.

Si la volonté d'évoluer ne vient pas du viticulteur, celle-ci peut s'effectuer à force d'accompagnement comme le réalise le Service Technique de la Maison Veuve Clicquot. C'est dans ce cadre que s'inscrit la mise en place d'essai d'anti-botrytis de biocontrôle et de mesures prophylactiques afin de limiter les produits phytosanitaires. Les résultats auraient permis de communiquer sur l'efficacité ou inefficacité. Malheureusement, la climatologie sèche et chaude de l'année , ainsi que la non réalisation d'analyse n'ont pas permis d'obtenir des résultats complets et interprétables. Les essais devront être renouvelés lors d'une autre année. Il aurait été aussi utile de pouvoir promulguer l'usage de l'effeuillage précoce. Sa généralisation en Champagne pourrait devenir nécessaire dans les années à venir qui seront plus chaudes.

L'étude présentée a été très raccourcie par rapport aux exigences attendues et ne rend pas compte de l'étendu de la problématique de l'AAC de Servigny. Celle-ci aurait pu aussi aller dans la mise en place d'amélioration des pratiques viticoles des livreurs partenaires dans l'AAC de Servigny, et non pas juste l'état des lieux de celles-ci. Plus de temps accordé à cette étude ainsi que de compétence auraient été nécessaires.

Aujourd'hui l'amélioration de la situation de l'AAC de Servigny est sur la base du volontariat. Il se pourrait que demain un cahier des charges spécifique à l'AAC ou un arrêté préfectoral soit mis en place. Les viticulteurs seront alors forcés de changer de méthodes qu'ils n'ont pas l'habitude d'utiliser. La Maison Veuve Clicquot continuera de son côté la sensibilisation de ses partenaires notamment grâce au Réseau Zéro Herbicide.

Bibliographie

- Ahimou, F., Jacques, P., Deleu, M., 2000. Surfactin and iturin A effects on *Bacillus subtilis* surface hydrophobicity. *Enzyme Microb. Technol.* 27, 749–754.
- Balic, I., Ejsmentewicz, T., Sanhueza, D., Silva, C., Peredo, T., Olmedo, P., Barros, M., Verdonk, J.C., Paredes, R., Meneses, C., 2014. Biochemical and physiological study of the firmness of table grape berries. *Postharvest Biol. Technol.* 93, 15–23.
- Beauregard, P.B., Chai, Y., Vlamakis, H., Losick, R., Kolter, R., 2013. *Bacillus subtilis* biofilm induction by plant polysaccharides. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110, E1621–E1630.
- Benoit, P., Souiller, C., Madrigal, I., Pot, V., Réal, B., Coquet, Y., Argoum, C., Laillet, B., Dutertre, A., Gril, J., 2003. Fonctions environnementales des dispositifs enherbés en vue de la gestion et de la maîtrise des impacts d'origine agricole: cas des pesticides. *Étude Gest. Sols* 2003 299–312.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Melis, M., Pirisi, F.M., Minelli, E.V., Cabitza, F., Cubeddu, M., 1997. Fate of some new fungicides (cyprodinil, fludioxonil, pyrimethanil, and tebuconazole) from vine to wine. *J. Agric. Food Chem.* 45, 2708–2710.
- Cabras, P., Angioni, A., Garau, V.L., Pirisi, F.M., Cabitza, F., Pala, M., Farris, G.A., 2001. Fenhexamid residues in grapes and wine. *Food Addit. Contam.* 18, 625–629.
- Chardonnet, C., L'Hyvernay, A., Doneche, B., 1997. Effect of calcium treatment prior to *Botrytis cinerea* infection on the changes in pectic composition of grape berry. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 50, 213–218.
- Ciliberti, N., Fermaud, M., Languasco, L., Rossi, V., 2015. Influence of fungal strain, temperature, and wetness duration on infection of grapevine inflorescences and young berry clusters by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 105, 325–333.
- Cilindre, C., Castro, A.J., Clément, C., Jeandet, P., Marchal, R., 2007. Influence of *Botrytis cinerea* infection on Champagne wine proteins (characterized by two-dimensional electrophoresis/immunodetection) and wine foaming properties. *Food Chem.* 103, 139–149.
- CIVC, 2019. Guide du vigneron champenois.
- CIVC, 2015. Enquête : L'effeuillage en Champagne. Focus sur l'effeuillage précoce.
- Cohu, C.M., Pilon, M., 2010. Cell biology of copper, in: *Cell Biology of Metals and Nutrients*. Springer, pp. 55–74.
- Davy, A., Raynal, M., Vergnes, M., Debord, C., Codis, S., Naud, O., Deliere, L., Fermaud, M., Roudet, J., Metral, R., Bouisson, Y., Davidou, L., Guilbaut, P., Dupin, S., Genevet, B., Mahieux, V.,

Baron, M., Perot, S., 2018. DECITRAIT : Un OAD pour la protection de la vigne. Presented at the Végéphyll - 12ème conférence internationale sur les maladies des plantes, Tours.

Edgecomb, D., Manker, D., 2006. *Bacillus subtilis* strain QST 713, bacterial disease control in fruit, vegetable and ornamental production. MITTEILUNGEN-Biol. Bundesanst. LAND Forstwirtschaft. 408, 167.

Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N., 2007. *Botrytis* spp. and diseases they cause in agricultural systems—an introduction, in: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Springer, pp. 1–8.
Elmer, P.A., Michailides, T.J., 2007. Epidemiology of *Botrytis cinerea* in orchard and vine crops, in: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Springer, pp. 243–272.

Fermaud, M., Roudet, J., Sauris, P., Druelle, L., Deliere, L., Armand, J., Blanc, G., Lagouarde, P., 2009. Optimization of a control strategy using Anti-*Botrytis* fungicides based on epidemiological modelling of grey mould in the vineyard. Presented at the Association Française de Protection des Plantes, 9ème conférence international sur les maladies des plantes, Tours, France, 8 et 9 Décembre 2009, Association Française de Protection des Plantes (AFPP), pp. 427–436.

García-Saucedo, C., Field, J.A., Otero-Gonzalez, L., Sierra-Álvarez, R., 2011. Low toxicity of HfO₂, SiO₂, Al₂O₃ and CeO₂ nanoparticles to the yeast, *Saccharomyces cerevisiae*. J. Hazard. Mater. 192, 1572–1579.

Heins, S.D., Manker, D.C., Jimenez, D.R., McCoy, R.J., Marrone, P.G., Orjala, J.E., 2000. Strain of bacillus for controlling plant diseases and corn rootworm.

Holz, G., Coertze, S., Williamson, B., 2007. The ecology of *Botrytis* on plant surfaces, in: *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Springer, pp. 9–27.

Kretschmer, M., Kassemeyer, H., Hahn, M., 2007. Age-dependent grey mould susceptibility and tissue-specific defence gene activation of grapevine berry skins after infection by *Botrytis cinerea*. J. Phytopathol. 155, 258–263.

Ky, I., Lorrain, B., Jourdes, M., Pasquier, G., Fermaud, M., Geny, L., Rey, P., Donèche, B., TEISSEDE, P., 2012. Assessment of grey mould (*Botrytis cinerea*) impact on phenolic and sensory quality of Bordeaux grapes, musts and wines for two consecutive vintages. Aust. J. Grape Wine Res. 18, 215–226.

Maget-Dana, R., Thimon, L., Peypoux, F., Ptak, M., 1992. Surfactin/iturin A interactions may explain the synergistic effect of surfactin on the biological properties of iturin A. Biochimie 74, 1047–1051.

OIV, 2018. Note technique commune Résistances 2019. Maladies de la vigne : Mildiou, Oïdium, Pourriture grise, Black-rot.

- Ongena, M., Jourdan, E., Adam, A., Paquot, M., Brans, A., Joris, B., Arpigny, J., Thonart, P., 2007. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. *Environ. Microbiol.* 9, 1084–1090.
- R’Houma, A., Cherif, M., Boubaker, A., 1998. Effect of nitrogen fertilization, green pruning and fungicide treatments on *Botrytis* bunch rot of grapes. *J. Plant Pathol.* 115–124.
- Rotolo, C., De Miccolis Angelini, R.M., Dongiovanni, C., Pollastro, S., Fumarola, G., Di Carolo, M., Perrelli, D., Natale, P., Faretra, F., 2018. Use of biocontrol agents and botanicals in integrated management of *Botrytis cinerea* in table grape vineyards. *Pest Manag. Sci.* 74, 715–725.
- Solomon, P.S., Tan, K., Oliver, R.P., 2003. The nutrient supply of pathogenic fungi; a fertile field for study. *Mol. Plant Pathol.* 4, 203–210.
- Sutton, J.C., Dale, A., Luby, J., 1991. Alternative methods for managing grey mold of strawberry. Presented at the The strawberry into the 21st century: Proceedings of the Third North American Strawberry Conference, Texas, pp. 183–190.
- Thimon, L., Peypoux, F., Wallach, J., Michel, G., 1995. Effect of the lipopeptide antibiotic, iturin A, on morphology and membrane ultrastructure of yeast cells. *FEMS Microbiol. Lett.* 128, 101–106.
- Thomas, C., Marois, J., English, J., 1988. The effects of wind speed, temperature, and relative humidity on development of aerial mycelium and conidia of *Botrytis cinerea* on grape. *Phytopathology* 78, 260–265.
- Valdés-Gómez, H., Fermaud, M., Roudet, J., Calon nec, A., Gary, C., 2008. Grey mould incidence is reduced on grapevines with lower vegetative and reproductive growth. *Crop Prot.* 27, 1174–1186.
- Viret, O., Bloesch, B., Dubuis, P.-H., Gindro, K., 2010. Epidémiologie de *Botrytis cinerea* et stratégies de lutte. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 42, 162–167.

Webographie

Blancard D, Sorel M, Fermaud M, 2017. Moisissure grise (Botrytis cinerea) : Biologie, épidémiologie. *E-phytia* [en ligne]. 21 septembre 2017. [Consulté le 18 avril 2019]. Disponible à l'adresse : ephytia.inra.fr/fr/C/6089/Vigne-Moisissure-grise-botrytis-cinerea

Delbac L, Savary S, 2017. Incidence et sévérité des bioagresseurs : Champignons pathogènes. *E-phytia* [en ligne]. 18 septembre 2017. [Consulté le 18 avril 2019]. Disponible à l'adresse : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/6998/Vigne-Champignons-pathogenes>

Fermaud M, Roudet J, Davidou L, 2011. Actualisation des connaissances sur la Pourriture grise de la vigne. Chambre d'Agriculture de la Gironde [en ligne]. 28 novembre 2011. [Consulté le 19 avril 2019]. Disponible à l'adresse : https://www.vinopole.com/uploads/tx_vinoexperimentation/Actualisation_des_connaissances_sur_la_Pourriture_grise_de_la_vigne.pdf

Annexes

Annexe 1 : Document support d'enquête sur les pratiques des partenaires



Veuve Clicquot

REIMS FRANCE

ENQUETE EVOLUTION DES PRATIQUES DES PARTENAIRES PRESENTS SUR UNE AIRE D'ALIMENTATION DE CAPTAGE (AAC) GRENELLE

AIRE D'ALIMENTATION DE CAPTAGE CONCERNEE :

NOM ET PRENOM DU REPRESENTANT :

SOCIETE :

N° CIVC :

SURFACE ENGAGEE CHEZ VCP :

SURFACE TOTALE : En AAC : Sur l'exploitation :

SURFACE ENGAGEE DANS LE ZERO HERBICIDE : En AAC : Sur l'exploitation : Non-engagé

CERTIFICATION(S) : Non-engagé



Avant-propos

Les captages sont des ouvrages de prélèvement exploitant une ressource en eau, que ce soit en surface ou dans le sous-sol. Ils sont destinés à l'alimentation en eau potable, à l'irrigation ou aux usages domestiques et industriels. Ils doivent donc être dépourvus de contamination de divers types (pesticides, nitrates, bactéries, métaux lourds, hydrocarbures, ...). Pour chaque captage a été définie une aire d'alimentation de captage (AAC) afin d'identifier et de prévenir les sources de pollution diffuse. La Champagne étant un grand bassin viticole, nombre de viticulteurs sont présents sur ces AAC et sont donc concernés par la qualité de l'eau.

Suite aux actions menées par l'Agence de l'Eau de Seine-Normandie, les Chambre d'Agriculture et les collectivités locales ; la maison Veuve Clicquot s'engage par son service technique dans l'accompagnement de ses livreurs dans leurs démarches viticoles, afin de répondre aux enjeux socio-environnementaux mais aussi de respecter notre exigence de qualité.

Cette enquête doit pouvoir mettre en lumière l'évolution de vos pratiques et de reconnaître l'effort qui a été apporté. Enfin, elle devrait définir le plan d'action à réaliser pour chacun lors des prochaines campagnes.

Les secteurs présents sur des AAC sont des zones que nous priorisons car l'impact de la viticulture y est la plus forte. Cependant, cela n'exclue pas d'étendre ces efforts sur l'ensemble de l'appellation.

Fonctionnement de l'enquête

Cette enquête a plusieurs objectifs :

- 1 Vous resituer par rapport aux normes**
- 2 Recenser l'évolution de vos pratiques sur plusieurs années**
- 3 Déceler des points d'améliorations propres à votre exploitation**
- 4 Récupérer vos retours d'expériences sur de nouvelles pratiques et nouveaux produits**

Elle se base sur plusieurs chapitres correspondant aux domaines évalués lors de l'obtention de certification environnementale :

Chapitre 1 : Fertilisation

La qualité de l'eau est dépendante de la pollution par les nitrates. Ce chapitre permet de vous resituer par rapport à la Directive Nitrates.

Chapitre 2 : Entretien du sol

Les produits herbicides étant pulvérisés directement au sol, ils sont plus facilement diffusés dans l'eau. Poussé par la pression sociale et étatique, il est devenu un enjeu urgent de limiter les herbicides puis d'en devenir indépendant. La conversion vers le travail mécanique et la gestion de l'enherbement demandent un investissement financier et technique.

Chapitre 3 : Erosion

Etroitement lié au chapitre précédent et concernant des secteurs en particulier, l'érosion est un problème demandant à être géré sous réserve d'en subir les conséquences à long terme et lors d'évènements météorologiques sévères.

Chapitre 4 : Gestion phytosanitaire

Enjeu majeur en viticulture, la gestion phytosanitaire se doit pourtant d'être bien réalisée et tendre vers une moindre dépendance de celle-ci. Elle se doit d'être de plus en plus cadrée et comprise afin de tendre vers une viticulture de précision et d'en limiter les conséquences sur la qualité de l'eau et de l'air.

Chapitre 5 : Biodiversité

La viticulture ne doit pas être un frein aux êtres vivants faisant partis de son écosystème. Des mesures peuvent être mises en place afin de conserver ou de restaurer la biodiversité, tout en nous rendant service. La Champagne étant une zone d'affluence touristique, dont une partie est classée au patrimoine mondial de l'UNESCO, il est dans notre intérêt à tous de proposer une beauté paysagère au sein de notre vignoble.

Détails du questionnaire



Les informations dans les encadrés rouges sont des rappels réglementaires.



Les informations dans les encadrés verts sont des informations techniques accompagnant la question.



Les questions précédées d'une de ces icônes ne sont pas à poser si l'exploitation est engagée respectivement dans le Zéro Herbicide (à minima dans l'AAC) et/ou dans une certification environnementale.



Veuve Clicquot

REIMS FRANCE

CHAPITRE 1 : Fertilisation

Sur l'ensemble de l'exploitation

1. Réalisez-vous une ou plusieurs analyses de sol chaque année ?

- Je n'en réalise pas
- Une
- Plusieurs
- Je ne sais pas

a. Si une seule analyse, comment planifiez-vous votre plan d'analyse de sol ?

- Toujours la même parcelle
- En faisant une rotation de parcelle
- Je ne sais pas

Dans le cas de la **Directive Nitrates**, tout exploitation supérieure à 3ha doit justifier d'une analyse de sol par an.

La réalisation d'une **analyse de sol** permet d'apprécier différents paramètres permettant d'établir son plan de fumure prévisionnel :

- La texture du sol (composition en argile, limons et sable)
- La teneur en matière organique (MO)
- Le rapport C/N (permettant d'évaluer la minéralisation de la MO)
- La teneur en Potasse et Magnésie

b. Si plusieurs analyses, comment planifiez-vous votre plan d'analyse de sol ?

- A la parcelle
- En lot de parcelle
- Je ne sais pas

Dans le cas de la **Directive Nitrates**, la quantité d'azote épandu ne doit pas dépasser 60 Unités d'azote efficace.

Date :	Dose :
Date :	Dose :
Date :	Dose :

2. Quelles sont les fertilisants que vous utilisez ?

Fertilisant minéral utilisé :
Fertilisant organo-minéral utilisé :
Fertilisant organique utilisé :

3. Avez-vous des carences minérales ?

- Chlorose ferrique
- Magnésie
- Potasse
- Je ne sais pas
- Autre :

4. Comment gérez-vous vos sarments ?

- Brûlés
- Broyés
- Exportés
- Je ne sais pas
- Autre :

5. Utilisez-vous des engrais verts ?

- OUI
- NON

Si oui, quelle espèce (ou nom du mélange) ?

Quel est votre retour d'expérience ?

Un **engrais vert** est une semi dans le rang réalisé avant vendange qui sera détruit en début de campagne végétative. Il permet de :

- Structurer et stabiliser le sol
- Favoriser la vie biologique
- Stocker de la matière organique et du carbone dans le sol
- Limiter l'évaporation du sol
- Limiter le développement d'adventices
- Favoriser la biodiversité
- Relarguer de l'azote à un moment clé du cycle



Veuve Clicquot

REIMS FRANCE

CHAPITRE 2 : Entretien du sol

Sur l'AAC

A l'horizon 2030, il est souhaité que l'ensemble de l'appellation Champagne n'utilise plus aucun herbicide, au vu des enjeux socio-environnementaux. Cette volonté pourrait vite se transformer en obligation. Les herbicides pourraient ne pas être réhomologués, à l'instar du glyphosate (Round Up) et de l'oryzalin (Surflan).

Ce chapitre est **à remplir pour chaque parcelle** présente sur l'AAC. Les parcelles peuvent être rassemblées si elles présentent les mêmes programmes d'entretien.

Parcelles concernées :	<input type="text"/>	Surface :	<input type="text"/>	Cartographie vérifiée (O/N)	<input type="checkbox"/>
	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="checkbox"/>
	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="checkbox"/>

Caractéristiques :
(texture, pente, type de sol, etc)

Evolution des pratiques d'entretien du sol

	2016	2017	2018	2019 (prévisionnel)
Travail de l'inter-rang				
Chimique (notez date)				
Dose (l/ha)				
Le désherbage d'hiver en plein et sur le rang est interdit du 15/07 au 31/01 pour les prélevées ; du 1/09 au 31/01 pour les post-levées A partir de la campagne 2020, le désherbage en plein sera interdit				
Mécanique				
Mulch (notez date de mise en place et type)				
Travail du rang				
Chimique (notez date)				
Dose (l/ha)				
Mécanique				
Mulch (notez date de mise en place et type)				
Disposition de l'enherbement permanent				
Tous les rangs				
1 rang sur deux				
Rangs du tracteur (précisez disposition)				
Autre : précisez				
Type d'enherbement				
Naturel				
Semé				
Espèce ou modèle				
Famille(s)				
Raisons de ce choix				
Retour d'expérience et difficultés rencontrées				

Possédez-vous des vignes en-dehors de l'AAC qui recevraient des herbicides ?

CHAPITRE 3 : Erosion

Sur l'AAC

1. Possédez-vous des vignes en pente (>10%) ?

- OUI
 NON

Si oui, quelle longueur font-elles ?

Longueur :

Dans des vignes en pente et d'une longueur d'environ 200m, on estime judicieux d'entretenir une ou des coupées enherbées afin de prévenir les risques d'érosion et limiter les dérives de produit phytosanitaire.

Il y a-t-il une ou plusieurs coupées dans la vigne ?

- OUI
 NON

2. Avez-vous des problèmes d'érosion ?

- OUI
 NON

3. Possédez-vous certains de ces aménagements utiles contre l'érosion de votre parcelle ?

X	Aménagements	Date de mise en place	En prévision
	Coupée <u>enherbée</u> Largeur : <input type="text"/>		
	Talus <u>enherbé</u>		
	Mulch		
	Drainage		
	Caniveau Type : <input type="text"/>		
	Fossé <u>enherbé</u>		

5. Quelles sont les largeurs de vos tournières enherbées et les-respectez-vous ?

- Largeur tournière haute : Respectée OUI NON
 Largeur tournière basse : Respectée OUI NON

Regarder [Fiche Respect des tournières](#)

4. Possédez-vous des installations inesthétiques ? (Exemple : taule)

- OUI (*précisez et notez sur cartographie*) :
 NON

Si oui, seraient-elles remplaçables ?

6. Auriez-vous besoin d'un accompagnement dans la lutte contre l'érosion ? Dans quelles mesures ?

CHAPITRE 4 : Gestion phytosanitaire

Sur l'ensemble de l'exploitation

La gestion phytosanitaire est un enjeu majeur en viticulture, pourtant elle se doit d'être bien réalisée et tendre vers une moindre dépendance de celle-ci.

Le plan Ecophyto II+ mis en place le 25 avril 2018 vise une réduction des intrants phytosanitaires de - 50% d'ici 2025 par rapport à un IFT de référence. En Champagne, il est de **23.8** (herbicide compris).

Calendriers de traitement récupérés (O/N) : 2016 2017 2018 2019

IFT avec herbicide : 2016 2017 2018 2019 (en cours)

IFT sans herbicide : 2016 2017 2018 2019 (en cours)

Procédés de lutte – Produits phytosanitaires

1. Réalisez-vous par vous-même tous les traitements ?

Vous-même.

Surface :

Un (des) prestataire(s)

Nom :

Certifié (O/N) :

Surface :

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2. Comment structurez-vous votre calendrier de traitement ?

Sur conseils du vendeur

Sur conseils du prestataire

Grâce à l'accompagnement d'un technicien d'une structure indépendante

Vous-même

Comment réfléchissez-vous votre calendrier ?

3. Votre calendrier implique-t-il des produits CMR (Cancérogène-mutagène-reprotoxique) ?

OUI

NON

Raison :

4. Respectez-vous les notes nationales concernant les alternances de famille de traitement et les phénomènes de résistance ?

OUI

NON

5. Comment gérez-vous les DRE ?

Acquis

Non acquis (*précisez*) :

6. Comment gérez-vous les DAR ?

Acquis

Non acquis (*précisez*) :

7. Avez-vous des problèmes récurrents de maladie ?

- OUI Si oui, la ou lesquelles ? :
 NON

9. Pratiquez-vous le sous-dosage ?

- OUI
 NON
Si oui, comment ? Si non, pourquoi ?

8. Quel(s) herbicide(s) utilisez-vous ?

- Pré-levée (*précisez produit*) :
 Post-levée (*précisez produit*) :

10. Êtes-vous vigilant aux mélanges interdits ainsi qu'aux des incompatibilités physico-chimiques des produits ?

- OUI
 NON

11. a. Savez-vous ce que signifie le terme de « biocontrôle »

- OUI
 NON

b. En utilisez-vous ?

- OUI
 NON

Pourquoi ?

Lesquels ?

Les recommanderiez-vous ?

Le **biocontrôle** est un ensemble de méthodes de protection des végétaux basé sur l'utilisation de mécanismes naturels. Seules ou associées à d'autres moyens de protection des plantes, ces techniques sont fondées sur les mécanismes et interactions qui régissent les relations entre espèces dans le milieu naturel.

Ce n'est pas forcément :

- un produit agréé en Agriculture Biologique
- un Stimulateur de Défense des Plantes (SDP)
- un produit d'origine naturelle

Un produit de biocontrôle n'est pas comptabilisé dans les IFT.

12. Utilisez-vous des méthodes de prophylaxie ?

Maitrise de la vigueur

- Par le choix du porte-greffe
 Par une fertilisation raisonnée
 Par la taille

Réduction des maladies

- Travail du sol après vendange
 Maitrise de l'enherbement
 Effeillage précoce
 Elimination des vignes abandonnées
 Elimination des gourmands
 Evacuation des bois morts de plus de deux ans

Autre :

13. Êtes-vous doté d'un pluviomètre ?

- Manuel
 Station météo (*précisez laquelle*) :
 NON

Matériel de traitement

■ 14. Rampe de désherbage

a) Quelle est votre largeur de traitement ?

b) Avez-vous des électrovannes ?

- OUI
 NON

c) Avez-vous un système anti-goutte ?

- OUI
 NON

15. Pulvérisateur

a) Quel type ?

b) Quel âge ?

● c) Contrôle technique effectué ?

- OUI
 NON

d) Pouvez-vous régler la pulvérisation selon la hauteur du feuillage ?

- OUI
 NON

e) Utilisez-vous des panneaux récupérateurs ?

- OUI
 NON

● f) Comment gérez-vous le fond de cuve ?

- Acquis
 Non-acquis (*précisez*) :

● g) Comment gérez-vous le lavage du pulvérisateur ?

- Acquis
 Non-acquis (*précisez*) :

16. Avez-vous un mix-box ?

- OUI
 NON

17. Le local phyto est-il aux normes ?

- OUI
 NON

18. Récupérez-vous les eaux de pluie ?

- OUI
 NON

19. Suivez-vous les dernières avancées de la filière ?

- OUI
 NON



Veuve Clicquot

■ REIMS FRANCE ■

CHAPITRE 5 : Biodiversité

Sur l'ensemble de l'exploitation

1. Si vous en avez la possession, comment gérez-vous l'entretien de ces éléments suivants ? (Notez date d'entretien)

Regarder [Fiche Entretien des aménagements herbacés](#)

- Jachères
- Bois
- Fossé
- Talus
- Arbres
- Haies

2. Possédez-vous des endroits autour de vos parcelles susceptibles de recevoir des éléments de biodiversité ?
(Noter sur cartographie)

Regarder [Fiche Photos Biodiversité](#)

3. Aménagez-vous des abris pour la faune ?

- OUI
- NON

Regarder [Fiche Photos Biodiversité](#)

4. Êtes-vous sensible à la protection de la faune et la flore ?

- OUI
- NON

Pourquoi :



Veuve Clicquot

■ REIMS FRANCE ■

CHAPITRE 6 : Communication

(Récoltant Manipulant seulement)

Avez-vous auprès de votre clientèle un discours sur vos pratiques culturelles et environnementales ? Pourriez-vous y mentionner l'AAC ?

CHAPITRE 7 : Economie

Impact des pratiques sur le rendement

1. Quelle a été l'évolution de votre rendement par hectare ? Rappelez-les évènements qui ont pu expliquer des différences (maladies, contrainte hydrique, enherbement).

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Rendement (kg/ha)						
Explication						

2. Dans les vignes où vous avez gardé un enherbement permanent, avez-vous observé une baisse de rendement ?

- Une baisse
 Aucun changement

3. Dans les vignes dont l'entretien du sol est géré entièrement mécaniquement, avez-vous observé une baisse ou au contraire une augmentation du rendement ?

- Une baisse
 Une augmentation
 Aucun changement

4. Dans les vignes où vous avez semé des engrais verts et en adaptant la fertilisation, avez-vous observé une baisse ou au contraire une augmentation du rendement ?

- Une baisse
 Une augmentation
 Aucun changement

Investissement dans la transition

5. Combien avez-vous investi dans des outils de travail du sol ?
6. Combien avez-vous investi dans du matériel de pulvérisation ou préparation de bouillie de pointe ?
7. Combien avez-vous investi dans des produits de biocontrôle ou d'autres produits alternatifs aux produits de synthèse ?
8. Combien avez-vous investi dans des semences pour la mise en place d'enherbement permanent et d'engrais vert ?



Veuve Clicquot

■ REIMS FRANCE ■

PLAN DE PROGRES ET INVESTISSEMENT DE L'EXPLOITATION

Chapitre 1 : Fertilisation

Durant la campagne suivante	A moyen et long terme

Chapitre 2 : Entretien des sols

--	--

Chapitre 3 : Erosion

--	--

Chapitre 4 : Gestion phytosanitaire

--	--

Chapitre 5 : Biodiversité

--	--

06/05/2019	Stimulateur des defenses naturelles	MESSAGER	2.0 L
16/05/2019	Fongicides	SCORE	0.12 L
	Adjuvants	DJEEN	0.15 L
	Fongicides	MILDICUT	4.5 L
28/05/2019	Fongicides	VIVANDO	0.2 L
	Fongicides	PREVASION	3.0 Kg
06/06/2019	Fongicides	ZORVEC ZELAVIN	0.2 L
	Fongicides	VENTARO	2.4 L
	Fongicides	CYFLODIUM	0.5 L
18/06/2019	Fongicides	LUNA SENSATION	0.15 L
	Fongicides	AMPEXIO	0.5 Kg
02/07/2019	Fongicides	VIVANDO	0.2 L
	Fongicides	SPEEDY DG	2.187 Kg

Annexe 2 : Traitements contre les autres maladies réalisés sur les parcelles expérimentales

Annexe 3 : Protocole de dégustation des baies

Analyse visuelle et tactile de la baie

Procédure 1 : avant de détacher la baie du pédicelle, presser légèrement les baies en exerçant la même pression à chaque fois pour un même opérateur.

Descripteur 1 : Aptitude à l'écrasement de la baie

- 1 baie dure éclatant sous une forte pression
- 2 baie se déformant légèrement sous le doigt, très élastique, reprenant sa forme initiale
- 3 baie de déformant facilement, légèrement plastique, tardant à reprendre sa forme initiale
- 4 baie molle, s'écrasant complètement avec une légère pression

Dégustation de la chair

Procédure :

- mettre le raisin en bouche
- extraire la pulpe de chacune des baies en pressant successivement chaque baie entre la langue et le palais
- cracher les pellicules et les pépins dans la main et les conserver dans l'assiette à disposition

- extraire le jus en écrasant complètement la chair entre la langue et le palais
- reproduire la même procédure avec les autres baies de l'échantillon.

Descripteur 2 : Sucré de la chair

- 1 chair peu sucrée
- 2 chair moyennement sucrée
- 3 chair sucrée
- 4 chair très sucrée

Descripteur 3 : Acidité de la chair

- 1 chair très acide
- 2 chair acide
- 3 chair moyennement acide
- 4 chair peu acide

Descripteur 4 : Dominante aromatique de la chair

- 1 végétal
- 2 neutre
- 3 fruité
- 4 épicé / confituré

Descripteur 5 : Intensité de la dominante aromatique de la baie

- 1 faible (*végétal très intense*)
- 2 moyenne (*végétal intense*)
- 3 élevée (*végétal moyennement intense*)
- 4 très élevée (*végétal faiblement intense*)

Dégustation de la pellicule

Procédure :

- mettre en bouche les pellicules
- mastiquer 10 à 15 fois (chaque dégustateur doit veiller à pratiquer toujours le même nombre de mouvements de mâchoires)
- recracher le broyat

Descripteur 6 : Aptitude à la dilacération de la pellicule, épaisseur de la pellicule

- 1 pellicule très épaisse
- 2 pellicule épaisse
- 3 pellicule fine
- 4 pellicule très fine

Descripteur 7 : Dominante aromatique de la pellicule

- 1 végétal
- 2 neutre
- 3 fruité
- 4 confiturés

Descripteur 8 : Intensité de la dominante aromatique de la pellicule

- 1 faible (*végétal très intense*)
- 2 moyenne (*végétal intense*)
- 3 élevée (*végétal moyennement intense*)
- 4 très élevée (*végétal faiblement intense*)

Observation des pépins

Descripteur 9 : Couleurs des pépins

- 1 blanc ou jaune vert
- 2 marron - vert
- 3 brun gris
- 4 marron

**Etude des pratiques viticoles des livreurs partenaires dans un contexte de protection
environnementale**

Développement de stratégie de lutte anti-botrytis sans produit chimique de synthèse

Résumé : Des viticulteurs présents sur une aire d'alimentation de captage d'eau pollués par des pesticides et par l'érosion des sols sont confrontés à des demandes d'amélioration de leurs pratiques viticoles. Un plan d'action a été mis en place en 2016. Trois ans après, les pratiques des viticulteurs ont été évaluées. Peu d'amélioration ont été réalisées. En parallèle, dans un cadre de réduction des indicateurs phytosanitaires, des essais de stratégie de lutte anti-botrytis à partir de produit de biocontrôle et d'effeuillage précoce ont été mis en place.. La climatologie de l'année, chaude et sèche, n'était pas favorable au développement du champignon. Les résultats n'ont pas pu démontré l'efficacité de ces stratégies.

Mots-clés : Biocontrôle - Botrytis - Érosion - Phytosanitaire - Qualité de l'eau

**Study of wine growing skills from partner winegrowers in a environmental protection
context**

Development of control strategy against grey mold without synthetic chemical product

Abstract : Winegrowers situated on a water catchment area polluted by pesticides and by soil erosion are confronting to improvement requests about their wine growing skills. An action plan was made in 2016. Three years after the winegrowers' skills were evaluated. A few improvement was achieved. Simultaneously, wanting to reduce phytosanitaire indicators , biological control and early leaf removal trials were set up. The year climatology, warm and dry, was not favorable towards fungus development. Results couldn't demonstrate the efficacy of this product.

Keywords : Biological control - Botrytis - Erosion - Phytosanitaire - Water quality