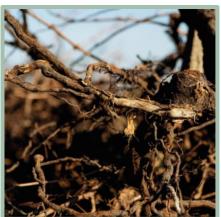


# La Flavescence Dorée

# **Avril 2021**







Source : Extranet.bivb.com, Angelidis.be, Agrilor.fr

#### Résumé

La flavescence dorée (FD), une phytoplasmose de quarantaine, est découverte en 1949 dans les vignobles français. Dès lors, la maladie a progressé jusqu'à connaître une hausse inquiétante au cours de ces dix dernières années. Les résultats de la lutte mise en place montrent la complexité de cette maladie et la nécessité de mieux comprendre la sensibilité variétale, le rôle possible de vecteurs alternatifs et d'autres plantes hôtes de la FD que la vigne, les relations écologiques et l'influence de l'environnement sur les éléments du système. Cette étude montre également qu'il faudra apprendre à cohabiter avec cette maladie durant les décennies à venir.

**Auteur** 

Camille DRAPIER

Tuteur de stage

Adrien Billotte

**GDON du Sauternais et des Graves** 

61 cours du Maréchal Foch 33720 PODENSAC

gdonsg@gmail.com





# Sommaire

| Resume   |    |
|--|----|
| Sommaire   | 2  |
| Introduction   | 4  |
| A. Historique de la maladie  | 5  |
| A.1. Apparition de la maladie en Europe  | 5  |
| A.2. Découverte de la cicadelle de la flavescence dorée, vecteur de la flavescence dorée | 95 |
| A.3. Origine de la cicadelle de la flavescence dorée                                     | 6  |
| A.4. Découverte de l'agent pathogène, le phytoplasme                                     | 6  |
| A.5. Origine du phytoplasme de la flavescence dorée                                      | 6  |
| A.6. Développement de la cicadelle en Europe   | 7  |
| A.7. Colonisation européenne – répartition actuelle                                      | 8  |
| A.8. Lutte contre la maladie   | 8  |
| B. La situation actuelle de la maladie   | 9  |
| B.1. La situation à l'étranger   | 9  |
| B.2. La situation en France  | 9  |
| B.3. La situation dans le Sauternais et les Graves                                       | 10 |
| C. Biologie de la maladie  | 12 |
| C.1. Biologie du phytoplasme Candidatus Phytoplasma vitis                                | 12 |
| C.1.1. Le phytoplasme : parasite obligatoire   | 12 |
| C.1.2. Les différentes souches du phytoplasme et leur incidence au vignoble              | 12 |
| C.1.3. Cycle du phytoplasme dans l'insecte vecteur S. titanus                            | 13 |
| C.1.4. L'effet du phytoplasme sur la cicadelle   | 14 |
| C.1.5. L'interaction entre le phytoplasme et la vigne                                    | 14 |
| C.1.6. Les effets de la température sur le phytoplasme de la FD                          | 14 |
| C.2. Biologie de l'insecte vecteur Scaphoideus titanus                                   | 14 |
| C.2.1. Le cycle biologique de Scaphoideus titanus  | 14 |
| C.2.2. Les stades de développement de Scaphoideus titanus                                | 15 |
| C.2.3. Comportement de cours : rôle des signaux vibratoires                              | 16 |
| D. Les symptômes de la flavescence dorée   | 16 |
| D.1. Les symptômes principaux des jaunisses à phytoplasmes                               | 16 |
| D.2. Les symptômes sur feuilles  | 17 |
| D.3. Les symptômes sur rameaux   | 18 |
| D.4. Les symptômes sur grappes   | 19 |
| D.5. Les symptômes à différentes échelles  | 19 |
| D.6. Les symptômes par cépages   | 20 |
| D.7. Les confusions possible avec d'autres maladies ou accidents                         |    |
| D.8. Les symptômes précoces  | 30 |
| D.9. Les variabilités dans l'expression des symptômes                                    | 30 |
| D.10. Les différences de sensibilités variétales   | 30 |





| D.11. Le phénomène de rémission des ceps contaminés   | 31     |
|---|--------|
| D.12. Synthèse sur les symptômes  | 31     |
| E. Les voies de contamination   | 32     |
| E.1. Cycle de contamination de Scaphoideus titanus  | 32     |
| E.2. Introduction de la flavescence dorée et de son vecteur dans un environnement                                     | 32     |
| E.3. Diffusion rapide de la FD en présence de Scaphoideus titanus   | 32     |
| F. Incidences économiques   | 33     |
| F.1. Perte du matériel végétal et du capital « vignes »   | 33     |
| F.2. Différents aspects financiers engendrés par la maladie   | 34     |
| F.3. Une simulation de pertes de revenus causées par la FD  | 34     |
| F.4. Synthèse sur les incidences économiques de la maladie  | 36     |
| G. La réglementation autour de la maladie   | 36     |
| G.1. La réglementation nationale sur les organismes nuisibles   | 36     |
| G.2. La réglementation nationale sur la flavescence dorée et son vecteur  | 36     |
| G.3. Les principales dispositions générales   | 36     |
| G.4. Définition d'un périmètre de lutte (PLO)   | 37     |
| G.5. Surveillance dans le périmètre de lutte  | 38     |
| G.6. Arrachage ou destruction des ceps  | 38     |
| G.7. Les autres mesures contre la maladie et son vecteur dans le PLO  | 39     |
| G.8. Dispositions supplémentaires relatives aux pépinières viticoles et aux vignes mères de porte-greffes et de greff | ons 39 |
| G.9. Le projet de nouvel arrêté contre la maladie   | 40     |
| G.10. Synthèse sur la réglementation  | 41     |
| H. Les moyens de lutte contre la FD   | 42     |
| H.1. Planter un vignoble sain   | 42     |
| H.2. Maîtriser les populations de <i>Scaphoideus titanus</i>  | 43     |
| H.2.1. Les mesures prophylactiques contre la Flavescence dorée  | 43     |
| H.2.2. Les prédateurs et parasites naturels de Scaphoideus titanus  | 43     |
| H.2.3. La lutte conventionnelle contre la Flavescence dorée   | 43     |
| H.2.4. La lutte biologique contre la Flavescence dorée  | 44     |
| H.3. Assainir le vignoble via la création d'un GDON   | 47     |
| H.3.1. Organiser les prospections des vignobles   | 47     |
| H.3.2. Aménager la lutte insecticide  | 48     |
| H.3.3. Mettre en place l'arrachage des souches contaminées  | 49     |
| H.3.3. La prise en compte des vignes ensauvagées  | 49     |
| Conclusion  | 51     |
| Remerciements   | 51     |
| Abréviations  | 52     |
| Définitions   | 53     |
| Ribliographia   | 5.4    |





#### Introduction

Depuis le début de l'agriculture, l'Homme n'a cessé de lutter contre de multiples bioagresseurs s'en prenant aux productions végétales. Cette lutte mise en place permet de réduire significativement les pertes dues aux organismes nuisibles. (Oerke 2006)La généralisation de l'utilisation des pesticides fut avérée par le passé, bien qu'elle soulève de nombreux enjeux environnementaux. Ces impacts néfastes sont fortement critiqués par les populations et sont à l'origine de politiques agricoles dites durables. De nos jours, les agriculteurs sont donc encouragés à avoir un recours parcimonieux des méthodes de contrôle classiques, à faire davantage de prophylaxie et à utiliser des solutions alternatives. (Chuche 2010)

Les phytoplasmes sont des bactéries sans paroi, appartenant à la classe des Mollicutes, infectant de nombreuses espèces végétales. (Bertaccini 2007) La flavescence dorée (FD) est une des plus graves maladies à phytoplasmes qui affecte la vigne cultivée. En effet, cette pathologie récente est actuellement incurable et représente un danger élevé pour l'ensemble des vignobles européens. Elle est transmise de cep à cep par un insecte vecteur unique, la Cicadelle de la Flavescence Dorée Scaphoideus titanus (CFD). (IRPCM 2004; Schvester, Carle, Moutous 1961)

La maladie connaît une recrudescence ces dernières années dans le vignoble bordelais. Afin d'optimiser la lutte obligatoire mise en place sur le plan national, cette veille scientifique a pour mission de rassembler les connaissances autour de la flavescence dorée et de son vecteur. Cette étude vise également à montrer dans quelle mesure les données récoltées sont valorisables par les Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles (GDON) et les viticulteurs pour limiter la croissance et l'apparition de la maladie.

Dans un premier temps, l'historique de la flavescence dorée et de son vecteur sera présenté. Puis, nous verrons les différents aspects de l'épidémiologie de cette maladie. Enfin, nous étudierons les conséquences économiques de cette pathologie de la vigne ainsi que la réglementation française en vigueur. Pour finir, les moyens de lutte contre la flavescence dorée et sa cicadelle seront présentés en détail.





# A. Historique de la maladie

# A.1. Apparition de la maladie en Europe

La Flavescence dorée est une maladie apparue en Europe dans la première moitié du XXème siècle. (Malembic-Maher, Foissac 2020) Elle fut catégorisée pour la première fois en 1949 en Armagnac. Elle a été localisée plus précisément dans le Gers et en Chalosse. (Figure 1) (Chuche 2010)



Figure 1. Localisation de la Chalosse en France

Cependant, des symptômes similaires à ceux causés par la flavescence dorée avaient déjà été signalés dans les années 1920 sur les cépages Folle blanche et Jurançon dans le Gers. (Chuche 2010)

En 1949, la Flavescence Dorée ne concernait que peu de cépages et une zone géographique restreinte. (Chuche 2010)

#### A.2. Découverte de la cicadelle de la flavescence dorée, vecteur de la flavescence dorée

La nature de la maladie n'a pas été immédiatement élucidée. Les hypothèses furent en premier lieu une asphyxie des racines, puis une jaunisse à virus. Cette dernière catégorie de maladie étant transmise par un vecteur animal, des recherches actives réalisées par Antoine Caudwell et son équipe ont pu mener à l'identification du vecteur de la flavescence dorée en 1958 dans un vignoble du Bordelais. (Caudwell et al. 2012) (Figure 2)

Figure 2. La cicadelle de la Flavescence Dorée











Au moment de sa découverte en France, l'insecte était déjà présent du Nord de la Gironde (St André de Cubzac) au Sud des Pyrénées Atlantiques et jusque dans les Hautes Pyrénées, le Gers et les Landes. Les populations étaient peu abondantes. Le précédent recensement des cicadelles de la famille des Jassidae en France, réalisé en 1927 par Ribaut, ne faisait pas mention de cette espèce ce qui permet de penser qu'elle ait été introduite en Europe entre 1927 et 1958. S'il était présent auparavant, sa densité de population était assez faible pour passer inaperçu. (Chuche 2010)

#### A.3. Origine de la cicadelle de la flavescence dorée

Il est fort probable que ce vecteur ait été introduit en Europe depuis l'Amérique du Nord lors de l'import massif de porte-greffes qui a permis de replanter le vignoble français suite à la crise phylloxérique. Ces immenses importations ont eu lieu en majorité avant 1930. La cicadelle aurait donc pris quelques années à se développer avant d'être découverte dans le vignoble Bordelais. (Chuche 2010)

# A.4. Découverte de l'agent pathogène, le phytoplasme

La découverte de l'agent pathogène à l'origine de la maladie a eu lieu quelques années après la découverte de son vecteur car les techniques d'observations de l'époque ne permettaient pas de voir de tels organismes. La première identification a eu lieu pour la première fois en 1969 après extraction chez la vigne, et la première observation in situ dans la vigne et dans le vecteur a été réalisée 2 ans plus tard. (**Figure 3**) (Chuche 2010)

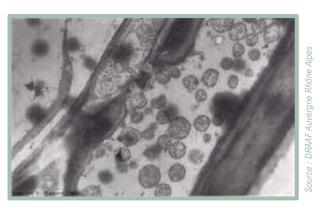


Figure 3. Le phytoplasme de la Flavescence Dorée (Observation microscopique)

#### A.5. Origine du phytoplasme de la flavescence dorée

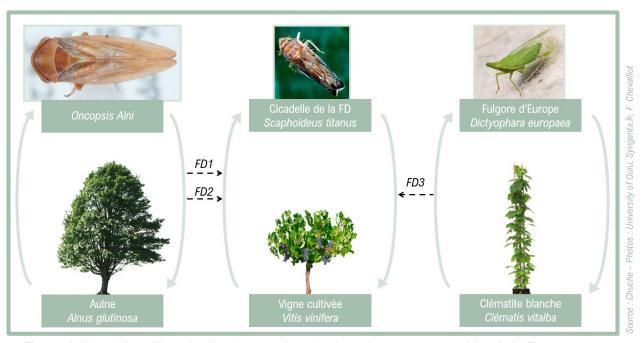
L'origine nord-américaine du vecteur est évidente mais il n'en est pas de même pour le phytoplasme de la flavescence dorée.

Par le passé, deux hypothèses concernant l'origine du phytoplasme se sont affrontées. Certains arguments étaient effectivement en faveur d'une origine américaine de la maladie. Dans cette théorie il existerait un cycle écologique vigne américaine (V. labrusca) / FD / Cicadelle (S. titanus), avec une coévolution ancienne entre le phytoplasme et la vigne américaine, hypothèse appuyée par le fait que cette vigne ne présente pas de symptômes de la FD. (Chuche 2010)





L'hypothèse d'une origine européenne est aujourd'hui communément admise. Elle repose sur le fait qu'un vecteur occasionnel aurait transféré un phytoplasme du compartiment sauvage à la vigne et qu'ensuite la cicadelle aurait entretenu le cycle du phytoplasme sur la vigne en le propageant. Les souches FD 1 et FD 2 connues seraient ainsi issues de souches présentes dans l'aulne, et la souche FD 3 (présente en Italie) aurait un phytoplasme originaire des clématites blanches. (**Figure 4**) Ces hypothèses sont soutenues par des travaux ayant démontré que les trois groupes de phytoplasmes responsables de la FD sont de la même sous-clade et phylogénétiquement proches de ceux responsables du Palatinate Grapevine Yellow de la vigne et des jaunisses de l'aulne. Or ces maladies ne sont pas présentes en Amérique du Nord. (Chuche 2010)



**Figure 4.** Hypothèse d'introduction des souches de phytoplasmes responsables de la Flavescence dorée du compartiment sauvage à la vigne

Par la suite, des chercheurs, de l'université de Bordeaux notamment, ont confirmé, grâce à une étude sur la génétique des phytoplasmes et sur leur cycle écologique, que ces phytoplasmes sont bien originaires et endémiques des aulnes européens. Il s'agit de la rencontre entre une bactérie originaire du paléarctique Nord, le phytoplasme et l'insecte vecteur. (Malembic-Maher, Foissac 2020)

L'élucidation des facteurs écologiques et des caractéristiques génériques des phytoplasmes FD permet de distinguer des variants à fort potentiel épidémique au vignoble.

#### A.6. Développement de la cicadelle en Europe

Au début des années 1960, l'insecte est décrit en Charente-Maritime, en Haute Garonne, dans l'Hérault, les Alpes Maritimes, le Var, le Vaucluse ainsi que dans le nord de l'Italie. Il s'est ensuite répandu vers les autres vignobles français et européens. Il reste cependant limité au Nord par la brièveté de la saison chaude. (Chuche 2010)

La maladie s'est propagée de manière épidémique à une vitesse de 5 à 10km par an.





Des études génétiques menées sur cet organisme ont montré une diversité génétique beaucoup plus faible en Europe par rapport aux populations américaines ce qui permet de penser que les populations européennes actuelles proviennent d'une seule introduction.

La propagation du vecteur en Europe est donc principalement due à la dispersion des populations de la cicadelle plutôt que par des introductions multiples.

Cette propagation du vecteur à grande distance est probablement due aux activités humaines, notamment le commerce du bois de vigne destiné aux plantations, car le vecteur a une faculté de dispersion propre assez faible. Une dissémination passive par le vent est possible et aurait créé des foyers secondaires. (Chuche 2010)

## A.7. Colonisation européenne – répartition actuelle

De nos jours, l'insecte vecteur de la FD est largement présent en France et dans plusieurs pays d'Europe. (**Figure 5**) (Chuche, Thiéry 2014)

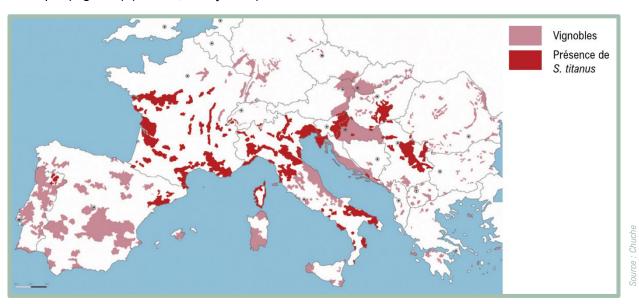


Figure 5. Carte de répartition de la Flavescence dorée en Europe en 2014 (Chuche 2010)

La cicadelle de la flavescence dorée n'a pas encore colonisé tous les vignobles présentant les conditions climatiques satisfaisantes pour son développement. (Chuche 2010)

#### A.8. Lutte contre la maladie

En 1994, suite à un arrêté ministériel, l'arrachage des pieds de vigne atteins de flavescence dorée devient obligatoire. (Chuche 2010)





#### B. La situation actuelle de la maladie

#### B.1. La situation à l'étranger

La flavescence dorée s'étend depuis plusieurs années dans différents pays européens. Elle représente ainsi des enjeux économiques importants dans le secteur viti-vinicole car les conséquences de cette maladies sont très onéreuses.

Actuellement, Candidatus phytoplasma vitis, le phytoplasme de la Flavescence Dorée est présent dans les principaux pays viticoles d'Europe, à savoir l'Autriche, la Croatie, la France, la Hongrie, l'Italie, le Portugal, la Slovénie, l'Espagne, la Suisse et la Serbie. Dans plusieurs pays, la présence du phytoplasme est limitée à certaines zones géographiques. La propagation de la maladie est fortement liée à la répartition de Scaphoideus titanus, son vecteur, qui est basée sur la dispersion des populations introduites et des activités humaines. La propagation de cette cicadelle pourrait s'établir en Europe du Nord ou en Chine en raison de conditions climatiques favorables dans ces zones. (Prezman 2017)

A l'échelle européenne, le contrôle de cette maladie s'est toujours basé sur la lutte contre les insectes vecteurs et la destruction des foyers de la maladie. Ces pratiques ont été mises en place dans différentes régions de manière homogène. (Gily 2017)

#### **B.2.** La situation en France

Longtemps circonscrite par des stratégies de lutte insecticide collective et réglementée dans des Périmètres de Lutte Obligatoire (PLO), la Flavescence Dorée est aujourd'hui en recrudescence dans de nombreux vignobles français. (Abidon, Bernard, Petit 2019)

En 2015, 69 % du vignoble français était en PLO contre la Flavescence Dorée. Ce chiffre a augmenté à 73 % en 2016. Entre 2013 et 2016, les surface viticoles en périmètre de lutte ont augmenté de 25,5 %. (Jacob 2016)

A ce jour, l'Alsace sont la seule région n'ayant pas été atteinte par la flavescence dorée. La pérennité de l'ensemble de la production viticole (pépinières et vignobles) est mise en péril par cette maladie. (Abidon, Bernard, Petit 2019)

La Bourgogne marque l'exception car au cours de ces dernières années, le nombre de pieds contaminés a diminué. Dans cette région, la Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) a mis en place une gestion aménagée de la Flavescence Dorée grâce à une analyse de risque précise et une mobilisation de la profession exemplaire. (Jacob 2016)

En région PACA, des reprises de la maladie sont observées depuis 6 ans. Les foyers les plus touchés sont situés en périphérie des foyers ou la maladie fut découverte dans la région. De nouveaux foyers sont également repérés au cours des prospections dans différents secteurs. (DRAAF PACA, SRAL, FranceAgriMer 2018) Le bilan en PACA dénombre 276 parcelles contaminées sur 25 communes dans le Vaucluse (7 486 ceps) et 211 parcelles contaminées sur 13 communes des Bouches-du-Rhône (9 106 ceps). Dans le Var, la Flavescence Dorée a été détectée pour la première fois en 2015. (Jacob 2016)





En Savoie, les premiers foyers de Flavescence Dorée ont été découverts sur 5 communes en 2000. Les années suivantes, ils se sont étendus pour atteindre 59 communes en 2012 sur une surface de près de 1 800 ha soit la guasi-totalité du vignoble. (Jacob 2016)

En Charente, les prospections ont détecté 7 communes nouvellement contaminées. Celles-ci ont été classées en « risque modéré » et devront appliquer des mesures particulières en 2021. (Comité technique régional Poitou-Charentes 2021)

Dans le Bordelais, si une diminution du ratio pieds contaminés par hectare prospecté était observée depuis 2012, le taux est de nouveau en légère hausse en 2015. Le GDON du Libournais a montré que le nombre de pieds contaminés a été multiplié approximativement par 6 les 10 dernières années. En 2020, 984 pieds ont dû être arrachés dans ce secteur, pour 5 774 hectares prospectés. Le rapport de 2020 souligne la présence de plusieurs foyers importants dont l'évolution est préoccupante, de la dispersion de la flavescence dorée sur certaines communes et de l'augmentation des manquements dans les consignes de lutte. [7] A l'échelle du département, l'évolution est globalement défavorable mais présente de forts contrastes en fonction des territoires. (Jacob 2016)

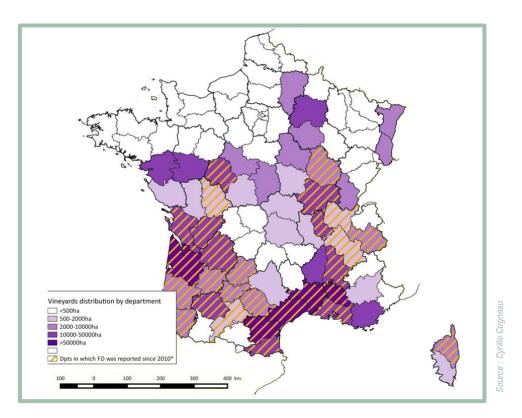


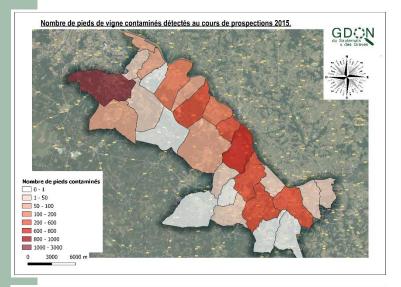
Figure 6. La répartition de la flavescence dorée dans les vignobles français en 2013

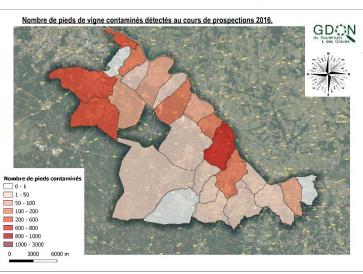
# **B.3.** La situation dans le Sauternais et les Graves

Concernant le territoire du Sauternais et des Graves, les résultats des prospections de ces 5 dernières années peuvent être analysés pour caractériser la situation actuelle de la dispersion et de la contamination de la maladie. (**Figure 7**)

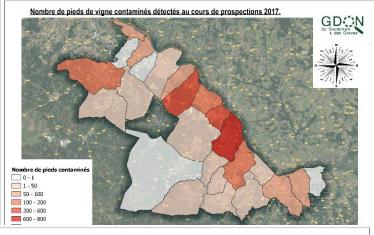


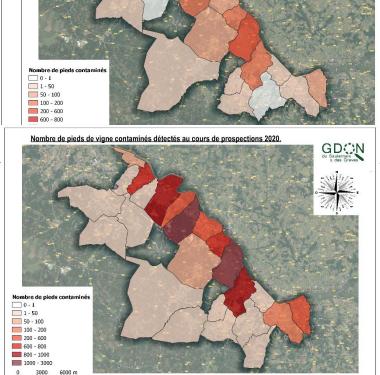


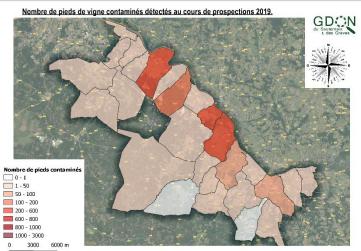




Nombre de pieds de vigne contaminés détectés au cours de prospections 2018.







**Figure 7.** L'évolution du nombre de pieds de vigne contaminés détectés au cours des prospections dans le Sauternais et les graves de 2015 à 2020

D'après ces données, il est possible d'observer que la maladie semble s'aggraver et se répandre le long du fleuve La situation semble néanmoins s'arranger au Nord-Ouest ou le nombre de pieds contaminés détecté a diminué. Ces résultats sont cependant à nuancer car la carte rend compte du nombre de pieds comptabilisés pour chaque commune alors que la prospection n'a pas eu lieu dans toutes les parcelles. (faire carto nombre de pieds/superficie prospectée)





La situation actuelle dans le territoire du Sauternais et des Graves présente des foyers de Flavescence Dorée préoccupants, avec chaque année des communes ou doivent être arrachés plus de 600 pieds de vigne. La situation actuelle est retombée au niveau de 2013, ou beaucoup de pieds contaminés avaient été repérés et arrachés.

# C. Biologie de la maladie

# C.1. Biologie du phytoplasme Candidatus Phytoplasma vitis

# C.1.1. Le phytoplasme : parasite obligatoire

L'agent pathogène de la flavescence dorée est le phytoplasme *Candidatus Phytoplasma vitis*. (**Figure 8**) Ce dernier ne peut survivre que dans le corps de son vecteur ou dans le phloème des plantes, il s'agit d'un parasite obligatoire. (Chuche, Thiéry 2014) La maladie est provoquée par une trop forte concentration de ces phytoplasmes dans la sève élaborée des plants, causant des perturbations de la circulation et de la composition de la sève. (Malembic-Maher et al. 2013)

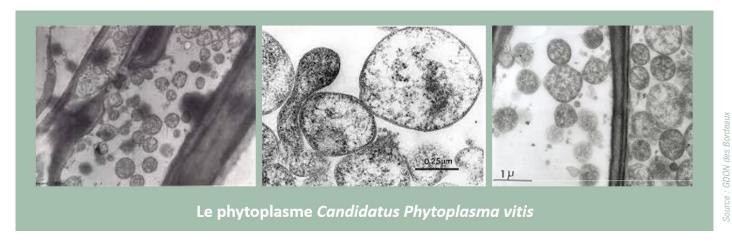


Figure 8. Différentes illustrations du phytoplasme de la FD, Candidatus Phytoplasma vitis

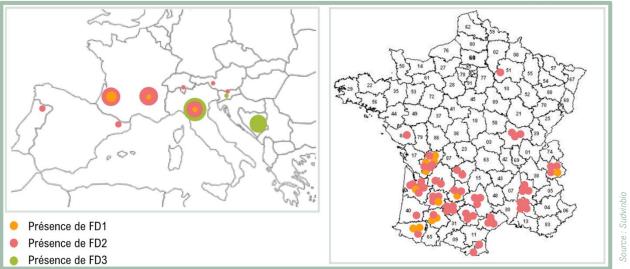
# C.1.2. Les différentes souches du phytoplasme et leur incidence au vignoble

Il existe différentes souches du phytoplasme responsable de la FD. (**Figure 9**) Les génotypes sont classés en 4 groupes :

- FD 1 : minoritaire en Europe avec moins de 15 % des cas, surtout rencontré dans le Sud-Ouest de la France.
- FD 2 : largement dominant en France et en Europe où il représente 85 % des cas de contamination.
- FD 3 : ce groupe n'avait été identifié qu'en Italie et en Europe de l'Est. Plus récemment il fut identifié en Bourgogne.
- PGY : groupe qui induit des jaunisses proches de la flavescence dorée (jaunisses du Palatinat) identifié en Alsace et en Allemagne. Ces souches ne sont pas épidémiques car *Scaphoideus titanus* ne peut pas les propager. (Arnaud et al. 2007) (Malembic-Maher 2015)







**Figure 9.** Diversité et incidence des phytoplasmes FD au vignoble européen (gauche) et français (droite)

# C.1.3. Cycle du phytoplasme dans l'insecte vecteur S. titanus

# Phase d'acquisition

La cicadelle de la flavescence dorée utilise son stylet pour effectuer des piqûres de nutrition dans les canaux du phloème de pieds de vigne. Lorsqu'un cep est contaminé, l'insecte vecteur prélève des phytoplasmes de la flavescence dorée. Ces derniers traversent alors les cellules de l'épithélium intestinal. (Huet et al. 2020)

#### Phase de latence

Par la suite, les phytoplasmes entrent en phase de colonisation puis de multiplication dans l'organisme de l'insecte. Le développement s'effectue à partir de l'hémolymphe jusque dans plusieurs organes (intestin, corps gras, glandes salivaires) et dure environ 1 mois au cours duquel l'insecte vecteur ne peut pas contaminer d'autres vignes. (Huet et al. 2020)

#### Phase d'inoculation

Les phytoplasmes atteignent ensuite les cellules des glandes salivaires de l'insecte vecteur. Ce dernier devient alors capable d'inoculer le phytoplasme à la plante en les sécrétant avec la salive dans le phloème d'un cep lors d'une piqûre de nutrition. L'insecte vecteur restera infecté et vecteur de la maladie durant toute sa vie et à chaque piqûre de nutrition. (Huet et al. 2020)

Les œufs de la cicadelle de la flavescence dorée ne sont pas contaminés et les larves naissent toujours saines. En effet, les phytoplasmes n'atteignent pas les glandes sexuelles donc ils ne se transmettent pas à la descendance. (Hogenhout et al. 2008)





# C.1.4. L'effet du phytoplasme sur la cicadelle

La présence de phytoplasmes dans le vecteur a des effets négatifs sur son succès reproducteur. En effet, le phytoplasme réduit la longévité, la fécondité et la fertilité des femelles de CFD. (Bressan, Clair, et al. 2005) L'acquisition du phytoplasme peut se faire dès le premier stade larvaire. L'efficacité de l'acquisition est cependant meilleure chez les larves plus âgées car ces dernières sont confrontées à des niveaux de contamination plus importants dans les ceps et ont un comportement alimentaire différent. Ce dernier point est la principale raison avancée pour expliquer la plus grande efficacité des mâles par rapport aux femelles à transmettre la FD. (Chuche, Thiéry 2014)

# C.1.5. L'interaction entre le phytoplasme et la vigne

Les phytoplasmes de la flavescence dorée circulent dans les vaisseaux criblés du phloème où transite la sève élaborée du cep. La répartition des phytoplasmes dans la vigne dépend donc des flux de sève. Par ailleurs, cette invasion des vaisseaux conducteurs par les phytoplasmes est responsable de perturbations de la circulation de la sève ce qui entraine des anomalies et l'affaiblissement du cep atteint, jusqu'à son dépérissement. Il s'agit alors de l'apparition des symptômes de la maladie.

En hiver, une partie des phytoplasmes s'accumule au niveau des racines où ils se multiplient tandis qu'une autre réside dans les rameaux. Au printemps suivant, les phytoplasmes circulent jusqu'aux feuilles. Les symptômes de la flavescence dorée apparaissent ainsi un an après la contamination. Sur les jeunes plants et sur les cépages les plus sensibles, les symptômes peuvent apparaître dès l'année de contamination. (Huet et al. 2020)

Plus le phytoplasme se multiplie, plus le cépage exprime de symptômes et plus la propagation par le vecteur est importante. Il existe donc une corrélation entre expression des symptômes, diffusion et multiplication du micro-organisme. La survie du phytoplasme est possible uniquement dans la vigne ou dans le corps de la CFD. (Galetto et al. 2014) (Eveillard et al. 2016)

# C.1.6. Les effets de la température sur le phytoplasme de la FD

La multiplication des phytoplasmes responsables de la FD et l'expression des symptômes qu'ils induisent semblent modulées par la température. En effet, des expériences scientifiques ont montré que les phytoplasmes se multiplieraient davantage dans la cicadelle vectrice lorsque les températures sont «fraîches», soit comprises entre 18 et 22 °C, tandis que, au sein du cep, cette prolifération est plus rapide avec des températures plus «chaudes» comprises entre 22 et 26 °C. (Galetto et al. 2011)

#### C.2. Biologie de l'insecte vecteur Scaphoideus titanus

#### C.2.1. Le cycle biologique de Scaphoideus titanus

En Europe, la CFD est inféodée à la vigne (Vitis vinifera et Vitis riparia), c'est-à-dire qu'elle n'effectue son cycle que sur cet hôte. Elle peut cependant se nourrir ponctuellement sur deux hôtes nutritionnels alternatifs qui sont d'autres espèces herbacées telles que le trèfle blanc Trifolium repens et le bouton d'Or Ranunculus repens. (Trivellone et al. 2013)





Cet insecte réalise une seule génération par an, c'est une espèce monovolitine. (Chuche, Thiéry 2014) (**Figure 10**) Elle se développe et se reproduit uniquement dans les régions ou les étés sont longs et chauds et les hivers froids.

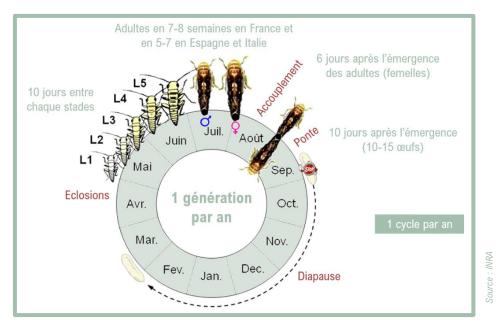


Figure 10. Le cycle biologique de Scaphoideus titanus

# C.2.2. Les stades de développement de Scaphoideus titanus

Le cycle de développement larvaire de cette cicadelle comporte 5 stades non ailés. Ceux-ci se succèdent en moyenne tous les 10 jours de mai à juillet soit sur une durée de 35 à 55 jours. (**Figure 11**)

|  | Œufs  | Stades larvaires                                       |                          |                                 |  | Adultes  |                                     |            |
|--|---|--|--------------------------|---------------------------------|--|--|-------------------------------------|------------|
|  | SI Po   | L1   | L2                       | L3                              | L4   | L5   | Femelles                            | Mâles      |
| Photo  |   |  |                          |                                 |  |  |                                     | ) A street |
| Couleur  | Blanc à brun  | Blanc<br>translucides                                  | Blanc laiteux à ivoirien | Jaune ivoirien                  | Jaune clair Jaune                                    |  | Ocre avec des nervures<br>brun-noir |            |
| Taille   | 1,3 mm  | 1 à 1,5 mm   | 2 à 2,5 mm               | 3 à 3,5 mm                      | 4 à 4,5 mm   | 4,5 à 5 mm   | 5,5 à 5,8 mm                        | 4,8 à 5 mm |
|  | • *************************************             |  |                          | Apparition des ébauches alaires |  | Nombre de bandes transversales brunes au dessus de la tête : |                                     |            |
| Description<br>Reconnaissance<br>Différentiation | Lisses,<br>allongées,<br>isolées ou en<br>chainette |  |                          |                                 | Début de<br>pigmentation<br>blanche sur<br>l'abdomen | Pigmentation<br>brune<br>irrégulière                         | 3                                   | 1          |
|  |   | Présence de 2 tâches noires à l'extrémité de l'abdomen |                          |                                 |  |  |                                     |            |

Figure 11. Les différents stades de la cicadelle de la FD, Scaphoideus titanus





Aux mois d'août et septembre, la cicadelle adulte pond entre 8 et 20 œufs dans l'écorce des bois âgés d'un ou de deux ans. Les œufs passent l'hiver (6 à 8 mois) en diapause, c'est-à-dire en vie ralentie, dans ces bois puis éclosent à partir du mois de mai. Les éclosions s'étalent ensuite sur 6 à 12 semaines. La période d'éclosion est effectivement très variable d'une année à l'autre, ainsi qu'en fonction du lieu. Ces dates sont fortement liées aux températures hivernales : plus l'hiver est froid plus les éclosions sont rapprochées. Les premiers adultes apparaissent en général fin juin-début juillet et leur durée de vie est d'environ un mois, les femelles étant capables de pondre environ dix jours après leur mue. (Schvester et al. 1962)

Les larves restent en général sur la plante où elles ont éclos, même si elles sont suffisamment mobiles pour se déplacer sur d'autres plantes. (Maixner et al. 1993) Les jeunes larves préfèrent s'alimenter sur les repousses si le cep n'a pas été épampré. (Schvester et al. 1962; Bernard, Du Fretay 1988; Posenato et al. 2001) (Groupe de Travail National Flavescence dorée [GNT- FD] 2006) (Chuche 2010) (Linder, Schaub, Klötzli-Estermann 2010)

#### C.2.3. Comportement de cours : rôle des signaux vibratoires

L'accouplement des cicadelles de la FD implique des signaux vibratoires transmis par l'intermédiaire du pied de vigne et pouvant se transmettre aux plantes voisines. (Cokl, Virant-Doberlet 2003) Chez S. titanus, c'est toujours le mâle qui, au début de la nuit, va spontanément produire le premier signal afin d'appeler une femelle disposée à s'accoupler. Il s'en suit un comportement de cour comprenant des signaux vibratoires spécifiques produits par le mâle ainsi qu'un accouplement. (Lucchi et al. 2004; Mazzoni et al. 2009)

#### D. Les symptômes de la flavescence dorée

# D.1. Les symptômes principaux des jaunisses à phytoplasmes

Une jaunisse à phytoplasmes (flavescence dorée ou bois noir) est identifiable grâce à trois symptômes caractéristiques qui doivent être présents simultanément et sur un même rameau. (Schaerer 2016) Le premier est un changement de la coloration du feuillage qui se traduit par un jaunissement pour les cépages blancs et par un rougissement pour les cépages noirs. (**Figure 12**) Le second est l'absence d'aoûtement, ou l'aoûtement partiel, du rameau. Enfin, le dernier symptôme est le dessèchement des inflorescences ainsi que des baies. (Huet et al. 2020)

**Figure 12.** Rougissement du feuillage sur cépage de cabernet sauvignon (gauche) et jaunissement foliaire sur sauvignon blanc (droite) causé par la FD en gironde





urce : www.flavescencedoree.jimdofree.cc



D'autres symptômes sont typiques dès la véraison, notamment l'enroulement des feuilles qui deviennent craquantes ainsi qu'un port pleureur des rameaux. Ces symptômes n'apparaissent pas forcément tous les ans et peuvent être présents sur la totalité du cep ou sur seulement quelques rameaux.

En cas de doute, il est primordial de faire appel à un professionnel qui pourra juger nécessaire d'analyser le cep malgré l'absence de certains symptômes.

# D.2. Les symptômes sur feuilles

En cas de flavescence dorée, des décolorations sectorielles au niveau du limbe et des nervures sur tout ou une partie de la feuille sont observées. Avec la disparition de la chlorophylle apparaissent les pigments jaunes chez les cépages blancs et les pigments rouges, oranges ou violacés chez les cépages noirs. (Schaerer 2016) De plus, un symptôme très caractéristique de la flavescence dorée et du bois noir est la décoloration des feuilles de façon nette et très délimitée par les nervures principales ou secondaires de la feuille. Ce symptôme n'est cependant pas toujours observé. (GDON des Bordeaux 2021) Les feuilles s'enroulent vers la face intérieure et peuvent avoir un aspect gaufré chez certains cépages. Les feuilles sont également craquantes si elles sont froissées dans la main. (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012) (Figures 13 à 16)





**Figure 13.** Coloration totale du limbe sur cabernet sauvignon (gauche) et sur sauvignon blanc (droite) causé par la FD en Dordogne







**Figure 14.** Coloration partielle du limbe sur cépage noir, délimité (gauche et milieu) ou non délimité (droite) par les nervures de la feuille, causé par la FD









**Figure 15.** Coloration partielle du limbe sur cépage blanc, à l'échelle de la feuille (gauche) et à l'échelle du cep de vigne (droite), causé par la FD





**Figure 16.** Coloration surtout visible sur les nervures rouges début juillet sur merlot noir (gauche) et sur les nervures jaunes mi-septembre sur baco blanc, causé par la FD en Gironde

#### D.3. Les symptômes sur rameaux

Concernant les rameaux, les symptômes sont identiques sur les cépages blancs et sur les noirs. Un retard d'aoûtement est notable, les rameaux restent verts, avec un aspect caoutchouteux, mou, et ils ne craquent pas comme les sarments aoûtés. (**Figure 17**) (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012)

Figure 17. Rameaux partiellement aouté (gauche) et non-aouté (droite) atteints par la FD





Source: www.agroscope.admin.ch





Dans la plupart des cas, les ceps contaminés présentent un non-aoûtement total des rameaux plutôt qu'un aoutement partiel. (FREDON Aquitaine 2019)

# D.4. Les symptômes sur grappes

De la floraison à la récolte, les grapilles présentent des symptômes de flétrissements puis de dessèchements complet ou partiel, quel que soit le cépage. (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012) Les symptômes peuvent aussi se traduire par une absence de grappe sur le cep contaminé, les fleurs pouvant en effet tomber ou se dessécher. Ces symptômes peuvent s'exprimer sur un ou plusieurs rameaux d'un cep contaminé. (GDON des Bordeaux 2021) (**Figure 18**)













Source: www.gdon-bordeaux.f

Figure 18. Différents exemples de grappes de raisin flétries et pourries causés par la FD

# D.5. Les symptômes à différentes échelles

Les symptômes de la flavescence dorée sont fortement visibles à l'échelle du pied de vigne. Néanmoins quand le nombre de ceps contaminés est élevé, il est également possible de les repérer à l'échelle de la parcelle. (**Figure 19, 20**) (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012)









**Figure 19.** Symptômes visibles de la FD à l'échelle d'une parcelle sur cépage blanc (gauche) et sur cépage noir (droite)





**Figure 20.** Symptômes visibles de la FD à l'échelle d'un pied de vigne sur cépage sauvignon blanc (gauche) et sur cépage cabernet sauvignon (droite)

# D.6. Les symptômes par cépages

Les symptômes de la maladie s'expriment différemment selon le cépage des ceps de vigne. (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012) Certains cépages, plus résistants à la FD que d'autres, présentent des symptômes moins marqués. (**Figure 21**)





# ALICANTE













Source: www.gdon-bordeaux.fr

# CABERNET FRANC













# **CABERNET SAUVIGNON**













ırce : www.gdon-bor

# MALBEC















# MERLOT











MUSCADELLE











ource : www.gdon-bordeaux.



# PETIT VERDOT











urce : www.gdon-bordeau

# SAUVIGNON











II Ce . WWW.guon-bon deaux.II





# 



# D.7. Les confusions possible avec d'autres maladies ou accidents

La première confusion possible lors de la surveillance et des prospections pour la flavescence dorée est causée par le Bois Noir (BN). En effet, les symptômes de ces deux jaunisses à phytoplasmes sont identiques. De plus, ces deux maladies peuvent coexister au sein du même vignoble et même au sein d'un même pied de vigne, ce qui rend les erreurs d'autant plus fréquentes. (Jermini et al. 2014)

Par le passé, des chercheurs ont montré que, dans des vignobles où les deux maladies sont présentes, les ceps positifs à la FD apparaissent surtout pendant la première partie de la saison végétative, tandis que le BN ressort surtout dans la deuxième partie. (Angelini et al. 2006) Néanmoins, le seul moyen efficace pour les différencier consiste à prélever des échantillons et à les faire analyser spécifiquement en laboratoire (test de diagnostic génétique par PCR). Dans le bordelais, la lutte contre ces deux maladies est obligatoire. Que la souche soit diagnostiquée BN ou FD, elle doit impérativement être arrachée, après avoir été signalée à la FREDON locale. (Huet et al. 2020)

Par ailleurs, une étude présentant l'évolution comparative de la FD et du BN en Suisse a démontré que, dans les années à forte pression de l'une des maladies, l'autre manifeste une présence plus réduite. Ainsi, lorsque des ceps contaminés FD sont détectés, il est donc fortement probable que, une même année, des symptômes sur d'autres ceps voisins résultent de cette même maladie et non pas du BN. (Jermini et al. 2014)

D'autre part, il existe d'autres maladies ou accidents responsables des symptômes vus précédemment, dont des rougissements des feuilles sur les cépages noirs et des jaunissements sur les cépages blancs. Il est important de les connaître afin d'éviter les confusions lors des surveillances et des prospections contre la FD. (GDON des Bordeaux 2021) (**Figure 22 à 31**)

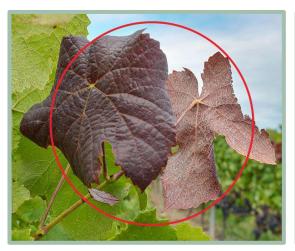




**Figure 22.** Vignes atteintes d'esca, maladie également appelée BDA (Black Dead Arm). Le rameau aoûte, les grappes sèchent, les feuilles se décolorent mais avec un dessin caractéristique : les nervures principales ne se décolorent pas. Les feuilles sont enroulées vers leur face supérieure. Photographies à l'échelle de la feuille (gauche) et du cep (droite).









**Figure 23.** Vignes touchées par la cicadelle bubale. Les feuilles se décolorent et rougissent seulement à partir d'une boursouflure causée la piqûre ou la ponte de l'insecte (sur le rameau ou le pétiole).





**Figure 24.** Vignes atteintes de carences. Les feuilles se décolorent mais les nervures principales des feuilles restent vertes. Le rameau aoûte. Les grappes sèchent rarement sauf si la carence est très forte.





**Figure 25.** Vignes atteintes de grillures. Les feuilles rougissent ou jaunissent plutôt sur les bordures et la décoloration est délimitée par les petites nervures.











**Figure 26.** Ceps présentant un rameau abîmé. Le dégât mécanique cause un non-aoûtement du rameau et les feuilles se décolorent. Cependant, ces symptômes ne sont visibles qu'à partir du point de détérioration du rameau (cassé, frotté par le fil de palissage, éclaté...). Les grappes ne sont pas touchées sauf si le point de détérioration est situé en dessous.





**Figure 27.** Vignes atteintes de mildiou sur rameau. La maladie peut s'exprimer par un noircissement du rameau sur toute sa circonférence sur quelques centimètres de longueur. Le rameau n'aoûte pas mais la décoloration des feuilles et le non-aoûtement du bois n'est visible qu'au-dessus de la trace du mildiou. Les grappes sont touchées si le noircissement est en dessous d'elles.

**Figure 28.** Vignes présentant un rougissement ou un jaunissement physiologique. Tout le pied présente alors des feuilles décolorées mais les bois aoûtent. Les grappes peuvent sécher mais semblent plutôt moisir.





rce: www.gdon-bordeaux.tr









**Figure 29.** Vignes contaminées par le virus de l'enroulement. Sur cépage noir, les feuilles rougissent mais les nervures restent vertes tandis que sur cépage blanc, les feuilles s'enroulent mais ne jaunissent pas. Le sarment est lignifié contrairement à la FD.





Figure 30. Ceps atteints de pourridié (Armillaria) sur pinot noir. Les grappes sont intactes et le bois est aoûté.





Figure 31. Symptômes de carence magnésienne observée sur feuille de cépage noir (gauche) et de cépage blanc (droite)





#### D.8. Les symptômes précoces

Les symptômes caractéristiques de la flavescence dorée apparaissent généralement au cours de l'été. Cependant, les premiers symptômes, moins visibles et caractéristiques, peuvent être observés dès fin mai. (**Figure 32**) Au printemps, un retard de débourrement et des inflorescences peuvent également être repérés. Ces symptômes ont parfois une origine autre que la flavescence dorée. Néanmoins, ils doivent attirer une attention particulière sur les parcelles connues pour être contaminées par le phytoplasme.

Il convient de marquer le pied de vigne pour suivre l'évolution des symptômes. Si la flavescence est confirmée, la souche devra être arrachée. (Huet et al. 2020)



Figure 32. Symptômes précoces observés en juin sur cépages noirs

#### D.9. Les variabilités dans l'expression des symptômes

Les symptômes apparaissent généralement l'année suivant l'inoculation par le vecteur. Néanmoins, un cep atteint par la flavescence dorée peut parfois ne présenter aucun symptôme durant plusieurs années consécutives malgré la contamination avérée. Ce cep est malgré tout un réservoir de phytoplasmes et engendre de nouvelles contaminations. Il existe une corrélation entre l'expression des symptômes et la diffusion et multiplication des phytoplasmes de la FD. En effet, plus la concentration en phytoplasmes augmente dans le cep, plus il exprime de symptômes et plus la propagation par le vecteur est importante. D'autre part, certains porte-greffes sont tolérants, c'est-à-dire qu'ils n'expriment pas de symptômes bien qu'ils contiennent des quantités élevées de phytoplasmes. L'expression des symptômes dépend également de plusieurs paramètres tels que la vigueur de la vigne, les cépages ainsi que les conditions climatiques. Les parties les plus jeunes de la plante expriment plus les symptômes que les parties âgées qui peuvent contenir le phytoplasme sans l'extérioriser. (Huet et al. 2020)

#### D.10. Les différences de sensibilités variétales

Tous les cépages ne possèdent pas la même sensibilité face à la flavescence dorée et par conséquent n'expriment pas les symptômes avec la même intensité. Les symptômes s'observent plus facilement sur des cépages sensibles que sur des cépages plus tolérants. Par exemple, les ceps de Chardonnay sont touchés sur l'ensemble de la haie foliaire alors que pour le Merlot la maladie n'affecte que quelques sarments et n'est pas toujours clairement reconnaissable. (Jermini et al. 2014) (**Figure 33**)





| Expression des symptômes de la FD | Forte  | Moyenne                                     | Faible                           |  |
|-----------------------------------|--|---|----------------------------------|--|
| Cépages                           | Alicante, Baco, Cabernet<br>Franc, Cabernet Sauvignon,<br>Chardonnay, Gamaret,<br>Marselan, Muscadelle,<br>Sauvignon Blanc | Grenache, Carignan,<br>Colombard, Mourvèdre | Malbec, Merlot,<br>Muscat, Syrah |  |

Figure 33. la répartition des principaux cépages de la région Occitanie selon leur expression des symptômes

Des symptômes de la FD ont déjà été identifiés sur tous les *Vitis vinifera*, ce qui signifie qu'aucun cépage n'est résistant à la maladie.

La sensibilité variétale est un phénomène connu bien que ses bases soient difficiles à expliquer. Les variétés les plus sensibles peuvent effectivement non seulement exprimer des symptômes plus marqués, mais aussi stimuler la capacité d'acquisition du phytoplasme et sa transmission. (Bressan et al. 2005) D'autres travaux attribuent la différence de sensibilité variétale à une variation des concentrations en phytoplasmes dans la plante. (Roggia et al. 2014)

#### D.11. Le phénomène de rémission des ceps contaminés

Il existe un phénomène de rémission, ou de rétablissement, de certains pieds de vigne qui ne présentent plus de symptômes de la maladie d'une année sur l'autre. Néanmoins, cette rémission est souvent transitoire, impossible à contrôler ou même à prévoir, et elle ne concerne qu'une proportion limitée de ceps au sein des parcelles. Il s'agit donc d'évènements ponctuels et la maladie reste présente si les pieds ne sont pas arrachés. (Huet et al. 2020)

# D.12. Synthèse sur les symptômes

Les principaux symptômes sont le changement de la coloration du feuillage, le non-aoûtement ou l'aoûtement partiel du rameau ainsi que le dessèchement des inflorescences ou des baies. L'expression de ces symptômes peut avoir lieu sur au minimum un seul rameau du cep. Dans la majorité des cas, ces symptômes apparaissent un an après la contamination. Tous les cépages et porte-greffes n'expriment pas les symptômes de la même manière.

Les cépages tels que le cabernet-sauvignon, le chardonnay et le pinot noir, expriment fortement les symptômes de la maladie. Au contraire, d'autres cépages expriment faiblement les symptômes ce qui entraine des risques de sous-évaluation de la maladie. C'est le cas notamment du merlot et du syrah. Les porte-greffes sont porteurs sains car ils ne présentent pas de symptômes lorsqu'ils sont contaminés par le phytoplasme. A ce jour, les chercheurs ne reconnaissent aucun cépage ou porte-greffe résistant à la maladie. (Huet et al. 2020)





#### E. Les voies de contamination

#### E.1. Cycle de contamination de Scaphoideus titanus

La cicadelle de la FD devient contaminatrice après avoir réalisé une première piqure de nutrition sur un cep infecté. Dès lors, tout au long de sa vie, cette cicadelle infectera les ceps ou elles effectuera des piqures de nutrition. (**Figure 34**)

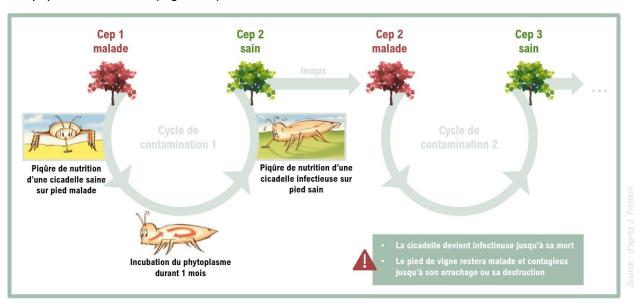


Figure 34. Le cycle de contamination de Scaphoideus Titanus à la maladie de la Flavescence dorée

La vitesse de propagation de la maladie est donc dépendante de la densité de population de cicadelles présentes dans le vignoble. En absence de l'insecte vecteur, le caractère épidémique de la maladie est nul.

#### E.2. Introduction de la flavescence dorée et de son vecteur dans un environnement

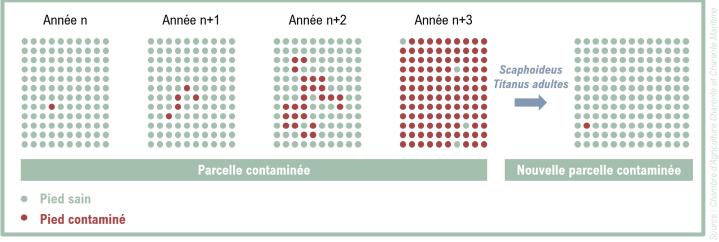
Il existe trois voies d'introduction de la maladie dans une parcelle. La première est l'implantation de plants contaminés provenant d'une pépinière. La deuxième est l'importation du vecteur de la FD sur une parcelle via l'utilisation des outils agricoles (effeuilleuse, rogneuse, ...). Enfin, le plus courant est l'invasion de *Scaphoideus titanus* adulte infecté depuis l'environnement (parcelles voisines de vignes cultivées ou non-cultivées, forêt, ...). (Huet et al. 2020)

# E.3. Diffusion rapide de la FD en présence de Scaphoideus titanus

Une fois un cep de vigne contaminé dans une parcelle, la propagation de la maladie s'effectue de proche en proche via le déplacement des larves porteuses du phytoplasme. Ce premier point d'infection est appelé foyer primaire, autour duquel se crée une expansion sous forme de tâches. Par la suite, la maladie se répend via les cicadelles adultes qui, grâce à leur capacité de vol, peuvent contaminer des ceps sains sur un secteur plus étendu (≈ 500 m). (**Figure 35**) (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012)







**Figure 35.** Diffusion de la Flavescence dorée en présence de Scaphoideus Titanus dans le cas d'une absence de prospection, de traitements et d'arrachages

#### F. Incidences économiques

# F.1. Perte du matériel végétal et du capital « vignes »

La flavescence dorée est responsable d'un important affaiblissement voire de la mortalité des souches de vigne cultivée. La maladie compromet ainsi la pérennité des vignobles. (**Figure**) L'affaiblissement de la vigne se traduit par des décolorations des feuilles responsables d'une baisse de la photosynthèse et donc de la mauvaise formation des réserves nutritives de la plante. De plus, le retard plus ou moins important d'aoutement des bois entraine l'absence de bourgeons pour la taille de l'hiver suivant. Ce dépérissement des souches peut entrainer la mort des ceps contaminés et l'arrachement de la parcelle. Lorsque la FD touche toutes les parcelles d'un cépage local, elle le menace immédiatement de disparition. C'est le cas par exemple en Savoie avec les cépages Mondeuse et Maroc de Savoie.

**Figure 36.** Photographies d'une parcelle atteinte de FD, réalisées avant arrachage en automne 2016 (haut), et après arrachage au printemps 2017 (bas)

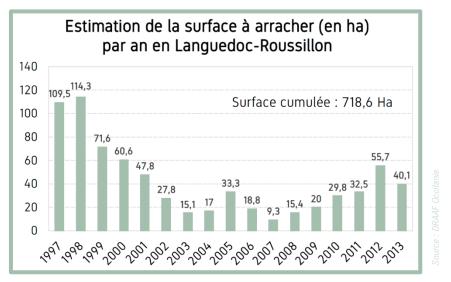


ge 33 sur 56



Aujourd'hui, la lutte contre la FD nécessite le recours à l'arrachage des pieds infestés ainsi que des parcelles fortement contaminées. Cet arrachage cause une forte perte du capital vignes dans certaines régions.

En Languedoc-Roussillon, 720 ha de vignes contaminées par la FD ont dû être arrachés entre 1997 et 2013. Ces surfaces ne prennent pas en compte les souches isolées qui s'élèvent à plusieurs dizaines de milliers par an. (**Figure 37**) (Huet et al. 2020)



**Figure 37.** Estimation de la surface de vignes contaminées par la FD à arracher en hectares par an en Languedoc-Roussillon

#### F.2. Différents aspects financiers engendrés par la maladie

La présence de FD sur un territoire engendre des coûts importants pour les viticulteurs. En effet, elle entraîne de fortes pertes de récolte, des traitements insecticides onéreux, l'arrachage des ceps malades ainsi qu'une faible productivité des complants.

La maladie a aussi un impact économique notable pour les institutions qui gèrent cette lutte. Par exemple, l'administration régionale du Piémont, en Italie, a dépensé de 1999 à 2003 environ 1,5 million d'euros par an dans son programme de lutte, alors qu'en 2005 le gouvernement italien et l'Union européenne ont indemnisé les viticulteurs à hauteur de 34 millions d'euros pour compenser les pertes de récoltes et les coûts de replantation. (Belli, Bianco, Conti 2010)

# F.3. Une simulation de pertes de revenus causées par la FD

Afin de rendre compte des conséquences directes de la FD pour les viticulteurs, une simulation a été réalisée par Margot HUET et Nicolas CONSTANT de chez SudVinBio en tenant compte des valeurs moyennes rencontrées dans la région Occitanie. (**Figure 38**)

|  | <ul> <li>Parcelle palissée.</li> <li>Densité de plantation : 4000 souches / ha.</li> <li>Rendement : 60 hl / ha.</li> <li>Prix de vente du vin : 120 € / hl.</li> <li>Chiffre d'affaire de la parcelle avant contamination : 60 x 120 = 7200 € / ha.</li> </ul> |
|--|---|
|--|---|







**Figure 38.** Simulation des pertes de revenu et de matériel végétal sur une parcelle de 4 000 ceps de vigne contaminée par la FD. Les mesures de lutte telles que la surveillance et les traitements ne sont pas mis en place. (Castagnet, Lachenal 2017)

A partir de ces hypothèses et des moyennes utilisées, un bilan des pertes engendrées par l'apparition de la maladie dans la parcelle peut être dressé. (**Figure 39**)

| Année           | Nombre de ceps<br>non productifs | Perte de chiffre<br>d'affaires | % de perte de<br>revenu | Equivalence en volume perdu (hl) |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1               | 40                               | 72 €                           | 1 %                     | 0,6 hl                           |
| 2               | 240                              | 432 €                          | 6 %                     | 3,6 hl                           |
| 3               | 640                              | 1 1152 €                       | 16 %                    | 9,6 hl                           |
| 4               | 4 000                            | 7 200 €                        | 100 %                   | 60 hl                            |
| 5               | 4 000                            | 7 200 €                        | 100 %                   | 60 hl                            |
| 6               | 4 000                            | 7 200 €                        | 100 %                   | 60 hl                            |
| TOTAL sur 6 ans |                                  | 23 256 €                       | 54 % en moyenne         | 194 hl                           |





Cette simulation montre que pour une parcelle d'un hectare comprenant 4 000 ceps, une contamination par la FD engendre des pertes et des coûts très importants. En effet, les couts de production s'élèveraient à 26 544 € sur 6 ans, soit une perte de revenus de 23 256 €. Le cout total de cette maladie serait ainsi de 49 800 € ce qui équivaut à 7 années de production. L'étude réalisée souligne donc l'importance socio-économique de la mise en place d'une lutte contre la FD et son vecteur pour les viticulteurs.

# F.4. Synthèse sur les incidences économiques de la maladie

Si les mesures de lutte ne sont pas appliquées, le nombre de pieds de vigne contaminés sur une parcelle peut se voir multiplié par 10 d'une année à l'autre. C'est ainsi qu'en seulement 3 ou 4 ans une parcelle peut se retrouver contaminée à plus de 20% ce qui la condamne à être arrachée entièrement d'après l'obligation réglementaire. C'est pourquoi il est primordial d'arracher au plus tôt tout cep présentant des symptômes avérés de la FD. Cette maladie compromet aujourd'hui fortement la pérennité des vignobles. (Huet et al. 2020)

# G. La réglementation autour de la maladie

#### G.1. La réglementation nationale sur les organismes nuisibles

L'Arrêté ministériel du 31 juillet 2000 établit la liste des organismes nuisibles aux végétaux, produits végétaux et autres objets soumis à des mesures de lutte obligatoire. (JORF n° 0201 2003)

Le phytoplasme de la flavescence dorée de la vigne est un organisme contre lequel la lutte est obligatoire, de façon permanente, sur tout le territoire métropolitain, dès son apparition.

Scaphoideus titanus est un organisme contre lequel la lutte n'est pas obligatoire sur tout le territoire et de façon permanente, mais dont la propagation peut présenter un danger et peut nécessiter des mesures spécifiques de lutte obligatoire, sur tout ou partie du territoire métropolitain. (Arrêté établissant la liste des organismes nuisibles aux végétaux, produits végétaux et autres objets soumis à des mesures de lutte obligatoire 2020)

# G.2. La réglementation nationale sur la flavescence dorée et son vecteur

L'Arrêté ministériel du 19 décembre 2013 relatif à la lutte contre la flavescence dorée de la vigne et contre son vecteur. (JORF n°0304 2021) fut complété par l'arrêté ministériel du 7 septembre 2015. (JORF n°0215 2015). En mai 2021 est publié un nouvel arrêté ministériel contre la FD. (JORF n°0103 2021)

#### G.3. Les principales dispositions générales

# Article 2

La lutte contre la maladie de la flavescence dorée de la vigne est obligatoire en tous lieux et de façon permanente sur tout le territoire national. Cette lutte est mise en œuvre par les propriétaires ou détenteurs de vignes.





#### Article 3

- -Tout propriétaire ou détenteur de vignes est tenu d'assurer une surveillance générale de celles-ci.
- -Déclaration obligatoire en cas de présence ou de symptômes de flavescence dorée auprès des services régionaux chargés de la protection des végétaux (DRAAF SRAL) ou auprès de la fédération de défense contre les organismes nuisibles (FREDON) qui transmettra au SRAL.

Comment faire la déclaration? La déclaration contient le nom et l'adresse du détenteur, la localisation du ou des lieux où la présence de l'organisme nuisible a été constatée ou suspectée si celle-ci est différente de l'adresse du détenteur.

#### Article 4

La lutte contre l'agent vecteur de la flavescence dorée, la cicadelle Scaphoideus titanus, est obligatoire dans les situations suivantes :

- en pépinières viticoles et en vignes mères de porte-greffe ou de greffons.
- dans toutes les parcelles de vigne situées dans les Périmètres de Lutte Obligatoire (PLO).

Cette lutte est mise en œuvre par les propriétaires ou détenteurs de vigne.

## G.4. Définition d'un périmètre de lutte (PLO)

#### **Article 5**

- Lorsqu'un cep de vigne est identifié comme contaminé par la flavescence dorée, une zone géographique dénommée zone contaminée est alors délimitée par le SRAL.
- Cette zone contaminée est située dans un rayon minimal de 500 mètres mesurés au-delà des limites de la parcelle contaminée.
- Lorsque plusieurs zones contaminées se chevauchent ou sont géographiquement proches les unes des autres, la zone contaminée est étendue afin d'inclure les zones contaminées concernées et les zones qui les séparent.
- Les communes situées pour tout ou partie dans la zone contaminée ont le statut de communes contaminées.
- Un arrêté préfectoral précise la liste des communes inscrites dans le périmètre de lutte.

#### En résumé de l'article 5 :

- Parcelle contaminée = dès qu'un cep est contaminé
- Zone contaminée = zone située dans un rayon minimal de 500 mètres de la parcelle contaminée
- Commune contaminée = commune située pour tout ou partie dans la zone contaminée
- Périmètre de lutte (PLO) = communes contaminées + communes considérées comme susceptibles d'être contaminées





#### Article 6

- En l'absence de ceps contaminés pendant au moins 2 campagnes de production consécutives, une sortie du PLO est possible pour la commune.
- La commune peut être maintenue dans le périmètre de lutte, en qualité de commune susceptible d'être contaminée. Ce statut peut être révisé annuellement.

#### G.5. Surveillance dans le périmètre de lutte

#### Article 7

- Tout propriétaire ou détenteur de vigne situé dans un périmètre de lutte est tenu, sans que cela ne le dispense de l'obligation de surveillance générale, de faire réaliser par ou sous le contrôle d'un organisme à vocation sanitaire (OVS) une surveillance visant à la détection de symptômes de flavescence dorée selon des modalités définies par arrêté préfectoral.
- Lorsque l'évaluation du risque sanitaire le justifie, l'arrêté préfectoral peut étendre cette obligation de surveillance à des zones situées hors du périmètre de lutte.
- Les pépinières viticoles et les vignes mères de porte-greffe ou de greffons sont soumises à la surveillance de FranceAgriMer

#### G.6. Arrachage ou destruction des ceps

#### Article 8

Tout cep de vigne identifié comme contaminé doit être arraché ou détruit.

#### Article 9

Les parcelles de vignes contaminées au-delà d'un seuil fixé par arrêté préfectoral doivent être arrachées ou détruites. Ce seuil ne peut excéder 20 % de ceps atteints.

#### Article 10

Les propriétaires ou détenteurs de vignes concernés par des modalités d'arrachage ou de destruction doivent terminer cette opération au plus tard le 31 mars suivant la découverte de la contamination.

#### Article 11

Les repousses de vignes de ceps arrachés devront être éliminées.

#### Article 12

Lorsqu'un risque de dissémination de la maladie à partir d'une vigne non cultivée située à l'intérieur d'un PLO est mis en évidence par le SRAL, l'arrachage ou la destruction de celle-ci est rendue obligatoire.





#### G.7. Les autres mesures contre la maladie et son vecteur dans le PLO

#### Article 13

- Dans le PLO, la lutte contre l'agent vecteur de la maladie Scaphoideus titanus est obligatoire.
- Elle est réalisée au moyen de produits phytopharmaceutiques autorisés à la mise sur le marché contre cet insecte.
- Le nombre et la date des traitements obligatoires sont déterminés sur la base d'une évaluation du risque sanitaire et sont diffusés par la direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF).

#### Article 14

- Un traitement à l'eau chaude (TEC) de plants destinés à être plantés dans un PLO peut être ordonné par arrêté préfectoral lorsque l'évaluation du risque sanitaire le justifie.
- Exception faite pour ceux accompagnés d'un passeport phytosanitaire permettant la circulation dans les zones protégées.

# G.8. Dispositions supplémentaires relatives aux pépinières viticoles et aux vignes mères de porte-greffes et de greffons

#### Article 15

- Dans les pépinières viticoles et les vignes mères de porte-greffe ou de greffons, la lutte contre le vecteur de la flavescence dorée est obligatoire sur tout le territoire national.
- Elle est réalisée au moyen de produits phytopharmaceutiques autorisés à la mise sur le marché contre cet insecte bénéficiant d'une rémanence suffisante dont la liste est établie par la direction générale de l'alimentation.
- Pour les vignes mères de porte-greffe ou de greffons : 3 traitements durant la campagne de production.
- Pour les pépinières viticoles : traitements pendant toute la période de présence du vecteur au vu de la rémanence du produit. (Huet et al. 2020)

|                              | PL0  | Hors PLO   |
|------------------------------|--|--|
| Vignes mères de greffons     | 3 traitements conventionnels<br>ou<br>3 traitements bio + TEC* | 3 traitements<br>(conventionnels ou bio)<br>ou<br>TEC*   |
| Vignes mères de porte-greffe | 3 traitements conventionnels                                   | 3 traitements conventionnels ou 3 traitements bio + TEC* |

**Figure 40.** Réglementations relatives aux vignes mères de greffons et de porte-greffe. (\* Une demande de dérogation peut être formulée à la DRAAF avant le 31 mars de chaque année.





## G.9. Le projet de nouvel arrêté contre la maladie

En avril 2021 a été publié un arrêté ministériel relatif à la lutte contre la flavescence dorée de la vigne et contre son agent vecteur remplaçant le précédent arrêté en vigueur. Ce dernier présente des différences notables avec le précédent ainsi que de fortes similitudes. (**Figure 41**) (JORF n°0103 2021)

| Comparaison entre l'arrêté préfectoral de Nouvelle Aquitaine signé en 2016<br>et le nouveau projet relatif à la lutte contre la flavescence dorée |   |  |
|---|---|--|
| Arrêté de 2016 organisant la lutte contre<br>la flavescence dorée de la vigne   | Projet d'arrêté relatif aux mesures phytosanitaires<br>de lutte contre la maladie                 |  |
| Surveill  | ance Générale   |  |
| Obligatoire pour tout propriétaire de vigne   | Obligatoire pour tout propriétaire de vigne   |  |
| Déclaration des symptômes immédiate et obligatoire auprès des DRAAF SRAL ou FREDON  | Déclaration des symptômes immédiate et obligatoire auprès des DRAAF SRAL                          |  |
|   | Réalisation de prospections dans toutes les vignes sous contrôle des DRAAF SARL                   |  |
| Zones de lutte renforcé   | ée contre la flavescence dorée  |  |
| Un périmètre de lutte obligatoire (PLO) comprenant plusieurs communes   | Une zone délimitée (ZD) qui comprend une zone infestée et une zone tampon                         |  |
|   | Cette zone est modifiable à l'issue des prospections  |  |
|   | La zone est exemptée si absence de pied contaminé pendant deux campagnes successives              |  |
| Surveill  | ance renforcée  |  |
| Obligation dans les PLO de faire réaliser une surveillance par les FREDONs  | Obligation dans la ZD de réaliser une prospection annuelle  |  |
|   | L'ensemble du vignoble de la ZD doit être prospecté en 5 ans                                      |  |
| Surveillance renforcée dans l'environnement des vignes-<br>mères (contrôlé par FranceAgriMer)   | Prospections annuelles exhaustives des pépinières et vignes mères et de leur environnement proche |  |
|   | Surveillance spécifique des hôtes secondaires du phytoplasme                                      |  |
| Modalités de l  | utte contre le vecteur  |  |
| Obligation de lutter contre la cicadelle avec des insecticides autorisés  | Obligation de lutter contre la cicadelle avec des produits phytopharmaceutiques autorisés         |  |
| Nombre et dates des traitements déterminés par une analyse de risque  | Nombre et dates des traitements déterminés par une analyse de risque                              |  |
| Modalités de traitement précisés en agriculture biologique  | Traitements appliqués même à proximité d'habitations et de points d'eau                           |  |
|   | Les plants doivent être traités à l'eau chaude ou provenir de zones exemptes                      |  |
| Lutte obligatoire renforcée dans les pépinières et vignes mères (3 traitements, contrôles,)   | Lutte obligatoire renforcée dans les pépinières et vignes mères (3 traitements, contrôles,)       |  |





|  | Traitement à l'eau chaude des boutures, greffons, portes greffes                              |  |
|--|---|--|
|  | Arrachages des lots en cas de découverte de la maladie  |  |
| Le GDON diffuse les informations de traitement et effectue les contrôles       | Enquêtes réalisées par FranceAgriMer pour chaque contamination autour des pépinières etc      |  |
|  | Pas de parcelle de vigne mer dans les 500m d'une parcelle arrachée dans les 2 ans qui suivent |  |
| Arrachage des ceps de vigne et des parcelles                                   |   |  |
| Arrachage de tout cep infesté sous notification du GDON                        | Arrachage de tout cep identifié officiellement comme infesté                                  |  |
|  | Dans la ZD, arrachage de tout cep symptomatique   |  |
| Arrachage des parcelles ou plus de 20% des ceps sont contaminés                | Arrachage des parcelles ou, en cumulé sur 3 ans, plus de 20% des ceps sont contaminés         |  |
| Arrachage ou remise en état de toute vigne non cultivée                        | Dans la ZD, arrachage des vignes non cultivés situées à moins de 250m d'une vigne mère        |  |
| Arrachage avant le 31 mars   | Arrachage le plus tôt possible et avant le 31 mars  |  |
| Elimination des repousses de vigne de ceps arrachés                            | Elimination des repousses de vigne de ceps arrachés   |  |
| Mesure   | es d'exécution  |  |
| Les FREDONs assurent l'exécution des mesures en cas de carence du propriétaire |   |  |
| Tous les frais restent à la charge des contrevenants                           |   |  |

**Figure 41.** Comparaison entre l'arrêté préfectoral de Nouvelle Aquitaine signé en 2016 et le nouveau projet relatif à la lutte contre la flavescence dorée. Vert : Points communs – Rouge : Différences

Cette étude comparative montre que les principales nouveautés de cet arrêté ministériel sont la généralisation des surveillances, la dénomination de ZD et non plus de PLO, le recours aux TEC, et l'arrachage des parcelles ou plus de 20% des pieds sont contaminés en cumulé sur 3 années.

## G.10. Synthèse sur la réglementation

La lutte contre la FD est régie par un arrêté ministériel relatif à la lutte contre la FD de la vigne et son agent vecteur. Les modalités pratiques de la lutte contre la FD et son agent vecteur sont précisées dans des arrêtés préfectoraux annuels. Sur tout le territoire national, toute souche contaminée doit être arrachée. La lutte contre la CFD est obligatoire dans les ZD. Les GDONs permettent néanmoins de déroger localement à l'arrêté ministériel afin de limiter les traitements, ce qui a de forts avantages économiques et environnementaux.





## H. Les moyens de lutte contre la FD

#### H.1. Planter un vignoble sain

Le premier moyen de lutte contre la FD est de s'assurer que les ceps plantés sont sains. En effet, une contamination des plants importés peut être responsable de l'apparition de la maladie sur un territoire ou la maladie n'est pas encore arrivée. Actuellement, le TEC représente la meilleure garantie d'avoir des plants indemnes de FD lors de la plantation. Cette méthode consiste à immerger le matériel végétal dans de l'eau chaude à 50°C pendant 45 minutes. (Figure 42) Les porte-greffes, greffons et alors garantis plants ressortent indemnes phytoplasmes de la flavescence dorée. Les TEC sont réalisés par les stations agréées par FranceAgriMer (22 stations agrées en 2017). (FranceAgriMer 2019)

Le TEC peut être rendu obligatoire par certains arrêtés préfectoraux dans les PLO ou dans le cahier des charges de certaines appellations, c'est par exemple le cas pour les Vins de Bourgogne. Cependant, le TEC du matériel végétal ne correspond pas à une vaccination, il n'empêche pas la contamination une fois le pied de vigne planté. (Huet et al. 2020)



Figure 42. Le traitement à l'eau chaude de plants de vigne

Ce traitement n'est pas sans conséquences sur la vigne car l'année suivant la plantation, les plants traités après greffage présentent un retard de débourrement d'environ 2 à 3 semaines par rapports aux plants non traités. Cependant, en fin de cycle, aucune différence n'est constatée et ce retard n'existe pas pour les plants traités avant greffage. (FREDON Bourgogne 2021)

De plus, le TEC n'affecte pas la viabilité des plants s'ils sont implantés en respectant les recommandations. Il est notamment important de proscrire les plantations tardives induisant un cycle végétatif décalé. Les ceps n'auraient alors pas produit suffisamment de réserve pour l'hiver en raison des conditions climatiques de l'automne. En pratique, il est donc déconseillé de réaliser des plantations avant le 15 mai et plus particulièrement avec des plants traités à l'eau chaude. Il est également recommandé de mettre en place tous les moyens possibles capables de favoriser le développement de la plante, tels que la préparation de la parcelle, l'entretien et l'aération du sol si les conditions sont humides. Préserver rigoureusement le feuillage jusqu'à l'aoûtement complet, soit jusqu'à mi-septembre, confère une protection contre le mildiou et s'avère donc judicieux. Enfin, il est conseillé de préserver les plants du gel. Pour ce faire, un buttage des plants est fortement conseillé en cas de conditions de mise en réserve médiocres par une détérioration précoce du feuillage (mildiou, ravageurs, conditions climatiques ...). (FREDON Bourgogne 2021)





## H.2. Maîtriser les populations de Scaphoideus titanus

### H.2.1. Les mesures prophylactiques contre la Flavescence dorée

La première action à mettre en place pour lutter contre la maladie consiste au retrait des bois de taille. Cette mesure entraine une baisse d'environ 25% des populations de CFD l'année suivante. Les bois retirés doivent être brûlés car s'ils ne sont que broyés la baisse de population observée est moindre. Il est ensuite utile d'épamprer les parcelles ce qui permet une baisse des populations de cicadelles variant entre 20 et 50 %. Par ailleurs, les piquets de palissage en bois peuvent être porteurs de cicadelles, surtout s'ils ne sont pas écorcés, et doivent être proscrits en zone à fortes populations. Enfin, enlever les débris végétaux des matériels viticoles (pulvérisateur, écimeuse...) lors du changement de parcelles est primordial pour éviter de transporter des cicadelles potentiellement infectieuses d'une parcelle à une autre. (Huet et al. 2020)

Ces mesures prophylactiques sont malheureusement largement insuffisantes pour maîtriser les populations de cicadelles mais peuvent contribuer à en réduire le niveau. Leurs mises en œuvre doivent être soignées et ne peuvent être envisagées qu'en complément de la lutte insecticide.

## H.2.2. Les prédateurs et parasites naturels de Scaphoideus titanus

Plusieurs projets menés par des chercheurs ont montré l'impact de la faune auxiliaire sur les populations de *Scaphoideus titanus*. (**Figure 43**) Si le parasitisme et la prédation contre cette cicadelle existent à l'état naturel, leur action est extrêmement faible et insuffisante pour avoir un impact significatif sur ces populations. (Huet et al. 2020)



Figure 43. Différents exemples d'impact de la faune auxiliaire sur Scaphoideus titanus

#### H.2.3. La lutte conventionnelle contre la Flavescence dorée

Le suivi rigoureux de l'évolution des populations de *Scaphoideus titanus* permet de positionner au mieux les traitements insecticides. Le choix des dates de traitements est un enjeux majeur car il permet d'optimiser la lutte contre la maladie et de réduire notablement les couts financiers et environnementaux que représentent les traitements insecticides. Pour suivre ces populations, un protocole de comptage des CFD a été établi. (**Figure 44**) (Huet et al. 2020)



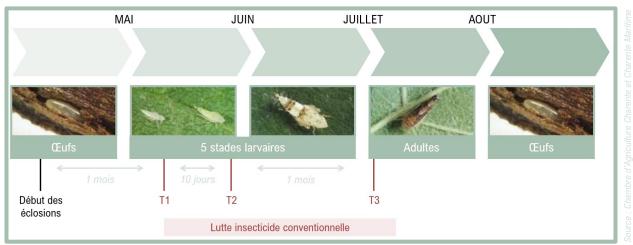


## PROTOCOLE DE COMPTAGE DES CICADELLES

- Identifiez quatre placettes à différents endroits de la parcelle.
   Chacune des placettes est constituée de 5 souches, en rouge, sur le schéma.
   Les comptages se font exclusivement sur la face inférieure des feuilles de vignes.
   Seules les feuilles de la partie basse du cœur de souche et les pampres sont regardés.
- Retournez cinq feuilles par souche et dénombrez les cicadelles de la flavescence dorée .
- Réalisez ce comptage sur les cinq souches de la placette pour obtenir un comptage sur 25 feuilles.
- Réalisez le comptage sur les 4 placettes afin d'obtenir un comptage total sur 100 feuilles.

Figure 44. Le protocole de comptage des cicadelles de la FD

Les traitements insecticides contre la FD en lutte conventionnelle respectent un schéma de déroulement précis. (**Figure 45**) La première application doit avoir lieu un mois après le début des éclosions de cicadelles. S'il doit y avoir plusieurs traitement, le second aura lieu 10 jours après le premier, et le troisième 1 mois après le second. (Huet et al. 2020)



**Figure 45.** Positionnement des traitements contre la FD en viticulture conventionnelle (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012)

#### H.2.4. La lutte biologique contre la Flavescence dorée

En viticulture biologique, le traitement insecticide ne peut se faire qu'au moyen de produits à base de pyrèthre naturel. Le Pyrévert®, distribué par la société Valagro, est une des spécialités commerciales homologuées en bio pour les traitements obligatoires. (**Figure 46**) Il s'agit d'un insecticide extrait de Chrysanthèmes séchées de la famille des Astéracées. Son effet est dû à six molécules : les pyréthrines I et II, les cinérines I et II ainsi que les jasmolines I et II. Ces dernières confèrent au Pyrévert® un mode d'action neurotoxique de contact. Le produit bloque la conduction nerveuse ce qui entraîne un effet d'abattement, c'est-à-dire une paralysie musculaire et une ataxie. L'insecte meurt par paralysie respiratoire, on parle d'un mode d'action « de choc ». (Lagadic et Lagneau 2009)







Figure 46. Le Pyrévert® de Valagro

Les conditions d'utilisation des traitements insecticides au pyrèthre naturel ne sont pas aussi contraignantes qu'annoncées. En effet, le produit ne serait pas sensible au pH (AIVB-2005, Vitinnov-2016) ni au volume de bouillie. Par ailleurs, l'heure d'application n'a pas d'incidence sur l'efficacité, bien qu'il soit primordial de privilégier les traitements aux heures les plus fraîches, en dehors de la période de vol des abeilles. Il est également recommandé de privilégier une application du produit seul. Si le produit est associé, par exemple au cuivre et au soufre, il faut ajouter le pyrèthre naturel en dernier dans la cuve. (Huet et al. 2020)

Certaines recommandations ont de plus été formulées afin de maximiser l'efficacité du traitement au pyrèthre naturel. Premièrement, la qualité de pulvérisation doit être irréprochable, c'est-à-dire que l'ensemble des paramètres du pulvérisateur doivent être optimisé. (**Figure 47**) Le volume de bouillie doit correspondre au volume de fonctionnement optimal du matériel utilisé. Le matériel de pulvérisation doit être bien réglé pour atteindre la face inférieure des feuilles et le cœur de la souche où se trouvent les CFD. On note que la qualité de pulvérisation peut être vérifiée à l'aide de papiers hydro sensibles. Il faut également réaliser l'épamprage avant les traitements. Ce dernier permet de supprimer les feuilles de pampres fortement colonisées par *Scaphoideus titanus* et faiblement atteintes par la pulvérisation.



Figure 47. Un traitement au pulvérisateur en viticulture

Concernant la toxicité et l'écotoxicité du traitement, elle est jugée faible pour les mammifères. Cependant, le pyrèthre naturel pourrait entrainer des troubles respiratoires, des maux de tête, des nausées et des convulsions s'il est respiré en trop grande quantité. Pour l'environnement, la toxicité du pyrèthre naturel est estimée faible également sur les oiseaux. Néanmoins elle est très forte pour les invertébrés aquatiques (daphnie ou truite arc-en-ciel) ainsi que pour les hyménoptères pollinisateurs comme les abeilles ou les bourdons. (Lagadic et Lagneauv 2009)

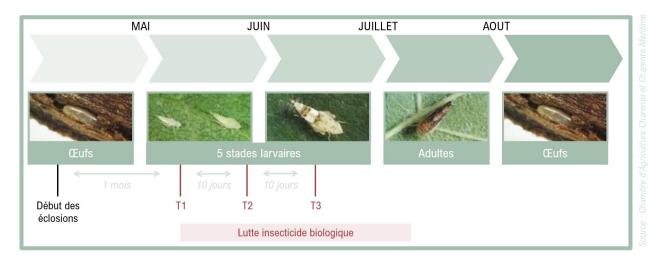




Une étude réalisée par SudVinBio en 2017 sur l'effet du pyrèthre naturel sur la faune auxiliaire du vignoble montre que le traitement n'a pas eu d'impact significatif sur les arthropodes que ce soit dans la canopée de la vigne ou du couvert herbacé. De plus, les populations des phytoseiidae (acariens) ont baissé significativement 24h après l'application du traitement. Une autre étude menée cette fois-ci par l'Université de Padoue montre que les populations de Kampimodromus aberrans (acariens) baisse 24h après le traitement au pyrèthre naturel mais qu'elles reviennent à leur niveau initial quelques jours après.

Conformément à son Autorisation de Mise sur le Marché (AMM), le pyrèthre naturel peut être appliqué au maximum 3 fois dans le cadre de la lutte contre *Scaphoideus titanus*. Ce traitement présente une efficacité supérieure sur les larves plutôt que sur les adultes. (Constant, 2009)

Les dates d'application des traitement sont communiquées tous les ans via des arrêtés préfectoraux. Ces informations sont relayées par les GDONs. En viticulture biologique, les 3 applications pyrèthre naturel sont à positionner lors des stades larvaires de la cicadelle. (**Figure 48**) Pour une efficacité optimale du programme de lutte insecticide, il est important de veiller au respect de ces dates. D'autre part, le traitement au pyrèthre naturel présenterait aussi un effet cumulatif : plusieurs applications seraient plus efficaces qu'une seule et cet effet se ressentirait également d'une année sur l'autre. (France AgriMer 2016)



**Figure 48.** Positionnement des traitements contre la FD en viticulture biologique (Chambres d'Agriculture des Charente et Charente Maritime 2012)

#### Bilan de la lutte contre Scaphoideus titanus

En viticulture biologique, le pyrèthre naturel est l'unique produit autorisé pour lutter contre Scaphoideus titanus. Il ne peut être remplacé par aucun autre produit. L'efficacité du pyrèthre naturel est meilleure s'il est appliqué sur stades larvaires pour les 3 traitements. En viticulture conventionnelle, la lutte insecticide est réalisée au moyen de produits phytopharmaceutiques homologués contre *Scaphoideus titanus*. (Huet et al. 2020)

La qualité de pulvérisation doit être irréprochable pour une bonne efficacité du traitement. Si possible, il est préférable de contrôler cette qualité avec des papiers hydrosensibles. Les pampres ainsi que toutes les repousses de porte-greffes constituent des zones refuges pour les larves de cicadelles. L'épamprage permet de supprimer cette zone qui est mal couverte par la pulvérisation. les traitements des œufs en hiver peuvent apporter un complément à la lutte mais avec une efficacité limitée à 50 -60% maximum.





## H.3. Assainir le vignoble via la création d'un GDON

Les GDON sont des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles ayant pour vocation d'assainir les vignobles français. Ils regroupent et informent les viticulteurs dans le but d'organiser une lutte collective contre la FD sur leur territoire. L'objectif est ainsi de contenir la maladie en réduisant au maximum le nombre de traitements. Les GDON disposent pour cela de 3 moyens : les prospections collectives, les traitements et l'arrachage des ceps contaminés. (**Figure 49**)

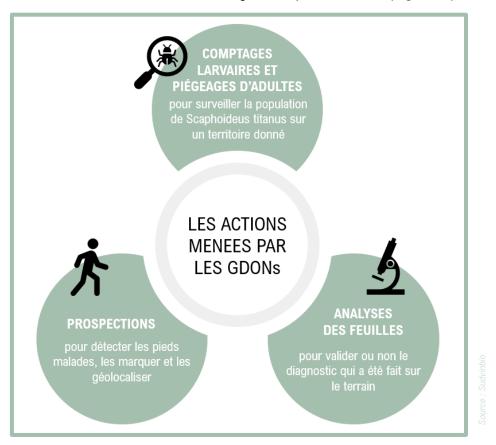


Figure 49. Les trois actions principales menées par les GDONs

Le GDON du Sauternais et des Graves couvre un territoire constitué de XX communes. (Figure)

## H.3.1. Organiser les prospections des vignobles

Les GDONs sont responsables de l'organisation des prospections collectives contre la FD sur leur territoire. Les protocoles de prospection sont définis au niveau régional ou départemental. Les prospections peuvent effectivement se faire à pied ou en quad. Des essais sont également menés pour les réaliser par drone ou à cheval. (**Figure 50**) Il est possible de prospecter tous les rangs de vigne ou seulement un rang sur deux par exemple. Les périodes de prospections varient aussi d'un territoire à l'autre entre juillet et mi-octobre. Selon l'objectif du GDON et l'étendue de la maladie, le nombre d'hectares à prospecter peut être plus ou moins important. (Huet et al. 2020)







**Figure 50.** Prospections contre la FD réalisées à quad (gauche), à pied (milieu) et essais réalisés avec drone (droite)

Les prospecteurs, qui sont généralement des viticulteurs et des employés saisonniers, ont pour mission de détecter les souches atteintes de symptômes flavescents, de les marquer à la bombe colorée et de les géolocaliser pour permettre aux viticulteurs de les arracher. (**Figure 51**) La prospection est très importante car elle permet de connaître l'étendue de la maladie sur un territoire donné. (Huet et al. 2020)

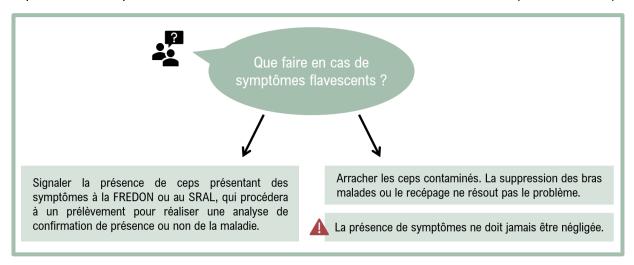


Figure 51.: Les actions à mettre en place en cas de détection de symptômes flavescents

## H.3.2. Aménager la lutte insecticide

Lorsqu'une commune est en cours d'assainissement contre la maladie de la FD, un aménagement de la lutte insecticide peut-être envisagé sous le contrôle du GDON. Une telle demande d'aménagement présentée par un GDON est validée par la commission départementale FD au vu du dispositif local de surveillance sur le territoire en question.

Dans les communes concernées, le GDON met en œuvre des opérations de surveillance du territoire pour estimer les populations de CFD. Si les résultats des comptages le permettent, le GDON peut rendre facultatif le 1er et/ou le 2ème traitement ce qui représente des avantages économiques et environnementaux majeurs. Dans le cas contraire, le traitement reste obligatoire sur toutes les parcelles.





L'aménagement de la lutte insecticide est l'unique moyen pour réduire le nombre de traitements insecticides, sous certaines conditions.

Lorsqu'un traitement est rendu facultatif, chaque viticulteur doit procéder à des observations dans ses propres parcelles. Si de dernier remarque l'absence du vecteur, il n'aura pas à appliquer le traitement. Si cependant la CFD est présente, il convient d'appliquer le traitement insecticide. La responsabilité du traitement appartient toujours au viticulteur qui est le seul responsable de ses observations et de l'application des traitements sur ses parcelles.

En cas de contrôle de traitement par les autorités compétentes, des poursuites pourront être engagées si des cicadelles vectrices de la flavescence dorée sont trouvées dans les parcelles et s'il est avéré que le traitement requis n'a pas été effectué. Pour plus d'informations sur ce sujet, des renseignements peuvent être obtenus de votre technicien habituel ainsi que sur le site internet de la DRAAF et de la FREDON de votre région. (Huet et al. 2020)

#### H.3.3. Mettre en place l'arrachage des souches contaminées

L'arrachage des souches contaminées par la FD est obligatoire depuis la publication de l'arrêté du 19 décembre 2013. (JORF n°0304 2021) Il doit être effectué au plus tard le 31 mars de l'année suivant l'apparition des symptômes. Pendant la période de présence des cicadelles au vignoble, il est fortement conseillé d'arracher les souches dès que les symptômes sont perceptibles afin de limiter la propagation de la maladie. Lorsque l'arrachage n'est pas envisageable, les souches doivent être marquées et la végétation coupée immédiatement ou la souche doit être tronçonnée. L'arrachage définitif comprend le porte greffe et pourra alors être décalé hors de la saison de pic de travail du vigneron, soit en automne ou en hiver.

L'arrachage définitif doit être très rigoureux pour éviter toutes repousses de greffon et de porte-greffe. En effet, la plupart des porte-greffes sont porteurs sains, ce qui signifie que lorsqu'ils sont contaminés par le phytoplasme ils n'extériorisent pas ou très peu les symptômes de la maladie. En cas de doute sur la présence avérée ou non de FD sur une souche, il est préférable de demander un avis extérieur. Si le doute persiste, il vaut toujours mieux arracher la souche car une souche contaminée non arrachée, peut donner une dizaine de souches contaminées l'année suivante.

Le rôle du GDON dans ce pilier de lutte contre la FD est d'informer les viticulteurs des pieds à arracher à travers l'envoi d'un « courrier d'arrachage » personnalisé. Un représentant du GDON se rend ensuite sur les parcelles concernées afin de contrôler la réalisation en bonne et due forme de l'arrachage des ceps. En cas de manquement à cet arrachage, l'animateur du GDON fera un courrier au viticulteur afin de lui rappeler son devoir de lutte contre la maladie. (Huet et al. 2020)

## H.3.3. La prise en compte des vignes ensauvagées

Le cas des vignes ensauvagées est à prendre très au sérieux car leur rôle notable dans la propagation de la maladie est démontré. Ces vignes non cultivées prolifèrent aux abords des vignobles et présentent deux risques majeurs vis-à-vis de la flavescence dorée. Tout d'abord, elles sont des zones refuges pour la cicadelle vectrice car elles ne subissent pas de traitements insecticides. De plus, elles sont des réservoirs potentiels du phytoplasme responsable de la maladie. Ces pieds de vigne peuvent donc être à l'origine de nouvelles contaminations et mettre en échec les programmes de lutte mis en place sur les vignobles du territoire. Les vignes non cultivées sont un frein majeur à la réduction des





insecticides, il est important de repérer et d'éliminer toute vignes sauvages ou abandonnée. (FREDON Bourgogne 2021; Bastiat, Augey 2017) (**Figure 52**)

Le GDON peut exercer son influence en informant les viticulteurs de l'importance d'arracher les vignes ensauvagées autour de leur parcelles, en signalant les parcelles de vignes non-cultivées et en veillant à la surveillance des zones à risques.







ource : IFV (haut), Sudvinbio (bas)

Figure 52. Différentes photographies de vignes ensauvagées

#### Bilan sur l'assainissement du vignoble

La création d'un GDON permet de formaliser un groupe d'échanges entre viticulteurs sur le sujet de la FD et de structurer la lutte conte la FD à l'échelle d'un territoire. Les prospections des ceps contaminés sont indispensables pour une meilleure connaissance de la répartition géographique de la maladie. Les souches contaminées doivent être arrachées au plus tard le 31 mars de l'année suivant la découverte des symptômes.

Cependant, il est fortement conseillé d'arracher les souches dès l'apparition des symptômes. Si l'arrachage précoce n'est pas envisageable, la partie végétative des souches doit être supprimée ou le tronc tronçonné. L'arrachage définitif, qui doit empêcher toute repousse de porte-greffe, pourra être décalé à l'hiver. Les vignes ensauvagées peuvent être des refuges pour les cicadelles et la FD et doivent être éliminées. (Huet et al. 2020)





#### Conclusion

La FD fait partie d'un système constitué de quatre éléments, eux-mêmes en interaction complexe : la plante, le vecteur, la maladie et l'agrosystème viticole. Cette étude a montré que la FD s'étend et s'intensifie depuis quelques années. Il est alors important de valoriser les nouvelles connaissances scientifiques au sujet du phytoplasme, de la cicadelle vectrice ainsi que des autres paramètres épidémiologiques de la maladie afin de rentre la lutte toujours plus efficace.

Chaque viticulteur est responsable de la gestion de la maladie sur les terres qu'il cultive. Il est donc important de s'approprier les connaissances disponibles ainsi que la réglementation en vigueur afin de conduire son exploitation viticole de la manière la plus respectueuses de l'environnement, des vignobles français et des autres viticulteurs.

Le GDON a, quant à lui, un rôle d'accompagnement et d'organisateur de cette lutte collective contre la maladie. Il permet, grâce aux piégeages des cicadelles et des observations faites sur le terrain, de rendre possible des dérogations aux traitement obligatoires. Ceci présente de nombreux avantages environnementaux et économiques pour les viticulteurs. Les GDONs permettent également d'optimiser la lutte, en conseillant et en informant les personnes concernées afin d'aider les viticulteurs touchés par la maladie et de préserver les vignobles qui en sont exempts.

Il est certain qu'il faudra apprendre à cohabiter dans la durée avec la FD. Pour cela, il semble important de se tourner vers un système de gestion adaptative contre la maladie. Une cohabitation avec la maladie dans ce système complexe, évolutif, pourrait être possible en respectant une production écologique. (Jermini et al. 2014)



## Remerciements

J'adresse mes remerciements à mon maître de Stage, Adrien Billotte, pour m'avoir accueilli au sein du GDON du Sauternais et des Graves et accompagné au cours de la rédaction de cette veille scientifique. Merci aussi à Sylvie Malembic-Maher, ingénieure de recherche à l'UMR Biologie du Fruit et Pathologie à l'INRAE, pour les connaissances scientifiques ainsi que les conseils apportés. Je remercie également Pierre Cante, vigneron et trésorier du GDON du Sauternais et des Graves, pour m'avoir renseigné au sujet de l'association et de la maladie.





## **Abréviations**

BN: Bois Noir

CFD : Cicadelle de la Flavescence Dorée

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

**FD** : Flavescence Dorée

**FDGDON** : Fédération Départementale des Groupements de Défense contre les Organismes Nuisibles

FREDON : Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles

**GDON** : Groupement de Défense contre les Organismes Nuisibles

JORF : Journal Officiel de la République Française

**PACA**: Provence-Alpes-Côte d'Azur

**PCR** : Polymerase Chain Reaction (Réaction de Polymérisation en Chaine)

PLO : Périmètre de Lutte Obligatoire

**SRAL** : Service Régional de l'Alimentation

TEC: Traitement à l'Eau Chaude





#### **Définitions**

Cep: Pied de vigne.

**Cépage** : Variété de la vigne cultivée caractérisée par un génome particulier ainsi que des caractéristiques phénotypiques et biologiques. (Boursiquot, This 1999)

**Cicadelle** : Insectes suceurs de l'ordre des hémiptères qui se nourrissent de la sève des végétaux grâce à leur rostre. Certaines espèces sont néfastes pour les végétaux dont elles se nourrissent comme la cicadelle de la flavescence dorée qui est vecteur de la flavescence dorée, maladie très contagieuse et mortelle pour la vigne. (Giustina 2002)

**Cicadelle de la flavescence dorée -** *Scaphoideus titanus* : Espèce d'insectes hémiptères de la famille des Cicadellidae, originaire d'Amérique du Nord. Cet insecte piqueur-suceur est inféodé à la vigne cultivée. Il est également surveillé et traité pour son aptitude à véhiculer le phytoplasme responsable de la flavescence dorée. (Chuche 2010)

**Epithélium** : Tissu mince formé d'une ou de plusieurs couches de cellules jointives, tapissant la face interne des organes.

Flavescence dorée: La flavescence dorée est une maladie cryptogamique de la vigne à l'origine de pertes de récolte importantes, aux conséquences parfois irrémédiables pour la pérennité du vignoble. L'agent responsable est un phytoplasme, il se multiplie dans la vigne et dans la cicadelle qui le transporte. Il circule dans la souche et reste présent tout au long de la vie du cep. (Papura, Chuche 2019)

**Périmètre de Lutte Obligatoire (PLO)** : Périmètre englobant les territoires des communes ou la lutte contre la flavescence dorée et son vecteur est obligatoire. (Annexe 1 de l'Arrêté de 2016)

**Phytoplasme**: Bactérie sans paroi et dépourvue de forme spécifique se multipliant exclusivement dans les tubes criblés du phloème. Ils sont à l'origine de nombreuses maladies bactériennes chez les végétaux. Ils sont transmis par des insectes vecteurs, le plus souvent des cicadelles. La croissance bactérienne se fait dans les glandes salivaires, le tractus intestinal, l'hémolymphe, intra-cellulairement. Le temps de latence avant la transmission varie de 10 à 45 jours suivant la température. (Ing-Ming, Davis, Gundersen-Rindal 2000)

**Vigne - Vitis vinifera**: Plante grimpante et à tige ligneuse des régions au climat tempéré ou de type méditerranéen. Elle est largement cultivée pour son fruit en grappes, le raisin, que l'on mange ou dont on tire un jus, appelé moût, qui devient du vin après fermentation. (Carbonneau, Deloire, Jaillard 2007)

**Vignoble** : Terrain agricole planté de vignes.





## **Bibliographie**

ARNAUD, MALEMBIC-MAHER, SALAR, BONNET, MAIXNER, MARCONE, BOUDON-PADIEU et FOISSAC, 2007. Multilocus sequence typing confirms the close genetic inter-relatedness between three distinct flavescence dorée phytoplasma strain clusters and group 16SrV phytoplasmas infecting grapevine and alder in Europe. *Applied and Environmental Microbiology*. 2007. N° 73, pp. 4001-4010.

ARRÊTÉ ÉTABLISSANT LA LISTE DES ORGANISMES NUISIBLES AUX VÉGÉTAUX, PRODUITS VÉGÉTAUX ET AUTRES OBJETS SOUMIS À DES MESURES DE LUTTE OBLIGATOIRE, 2020. Arrêté du 31 juillet 2000 établissant la liste des organismes nuisibles aux végétaux, produits végétaux et autres objets soumis à des mesures de lutte obligatoire. [en ligne]. 2020. Vol. NOR: AGRG0001599A.

[Consulté le 1 mai 2021]. Disponible à l'adresse :

https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000584174/

BASTIAT et AUGEY, 2017. Participez au repérage et à la gestion des vignes sauvages ou abandonnées. *Vitis-Obs* [en ligne]. 2017. [Consulté le 1 mai 2021]. Disponible à l'adresse : http://rions.fr/wp-content/uploads/2017/04/Livret-Vitis-Obs-consultable.pdf

BELLI, BIANCO et CONTI, 2010. Grapevine yellows in Italy: past, present and future. *Journal of Plant Pathology*. 2010. N° 92, pp. 303-326.

BERNARD et DU FRETAY, 1988. Dynamique de population de Scaphoideus titanus, vecteur de la Flavescence dorée dans l'Aude en 1987. *Bulletin Technique d'Information*. 1988. N° 433/434, pp. 457-464.

BERTACCINI, 2007. Phytoplasmas: diversity, taxonomy, and epidemiology. *Frontiers in Bioscience*. 2007. N° 12, pp. 673-689.

BOURSIQUOT et THIS, 1999. Essai de définition du cépage. *Progrès Agricole et Viticole*. 1999. Vol. 116, n° 17, pp. 359-361.

BRESSAN, SPIAZZI, GIROLAMI et BOUDON-PADIEU, 2005. Acquisition efficiency of Flavescence dorée phytoplasma by Scaphoideus titanus Ball from infected tolerant or susceptible grapevine cultivars or experimental host plants. *Vitis*. 2005. Vol. 3, n° 44, pp. 143-146.

CARBONNEAU, DELOIRE et JAILLARD, 2007. La vigne : physiologie, terroir, culture. In : [en ligne]. Dunod. Paris. pp. 441. [Consulté le 14 avril 2021]. ISBN 978-2-10-049998-4. Disponible à l'adresse : https://www.dunod.com/sciences-techniques/traite-vigne-physiologie-terroir-culture-0

CASTAGNET et LACHENAL, 2017. Cout de plantation d'une vigne palissée. *Chambre d'Agriculture de l'Hérault*. 2017. pp. 11.

CHAMBRES D'AGRICULTURE DES CHARENTE ET CHARENTE MARITIME, 2012. Flavescence dorée de la vigne : accompagner les prospections. *Fichier powerpoint*. 2012. pp. 92 p.

CHUCHE, 2010. Comportement de Scaphoideus titanus, conséquences spatiales et démographiques [en ligne]. Thèse. Villenave d'Ornon : Université de Bordeaux 2. [Consulté le 14 avril 2021]. Disponible à l'adresse : http://www.theses.fr/2010BOR217711771

CHUCHE et THIÉRY, 2014. Biologie et écologie de Scaphoideus titanus, cicadelle vectrice de la flavescence dorée. *Phytoma*. 2014. N° 679, pp. 25-29.





COKL et VIRANT-DOBERLET, 2003. Communication with substrate-borne signals in small plant-dwelling insects. *Annual Review of Entomology*. 2003. N° 48, pp. 29-50.

FRANCEAGRIMER, 2019. Liste des Stations de Traitement à l'Eau Chaude (STEC) au 25/03/2019. [en ligne]. 2019. [Consulté le 1 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/22119/181545/file/LISTE%20STATIONS%20TE C%20reconnues%20FRANCEAGRIMER%2021-11-2017.pdf

FREDON AQUITAINE, 2019. Symptômes des jaunisses à phytoplasmes de la vigne (Flavescence dorée et bois noir). [en ligne]. 2019. [Consulté le 25 avril 2021]. Disponible à l'adresse : https://flavescencedoree.jimdofree.com/sympt%C3%B4mes-d-identification/

FREDON BOURGOGNE, 2021. Traitement à l'eau chaude. *Suivi* [en ligne]. 2021. [Consulté le 1 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.stop-flavescence-bourgogne.fr/suivi.html

GALETTO, MARZACHI, MARQUES, GRAZIANO et BOSCO, 2011. Effects of temperature and CO2 on phytoplasma multiplication pattern in vector and plant. *Bulletin of Insectology*. 2011. N° 64, pp. 151-152.

GDON DES BORDEAUX, 2021. Symptômes. [en ligne]. 2021. [Consulté le 25 avril 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.gdon-bordeaux.fr/maladies/symptomes/

GIUSTINA, 2002. Les Cicadelles nuisibles à l'agriculture. Insectes. 2002. Vol. 126, pp. 3-5.

GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL FLAVESCENCE DORÉE [GNT- FD], 2006. Jaunisses et phytoplasmes de la vigne. [brochure] [en ligne]. 2006. Vol. France : 24 p. [Consulté le 14 avril 2021]. Disponible à l'adresse : http://www.winetwork-

data.eu/fr/revue\_de\_presse/les\_jaunisses\_a\_phytoplasme\_de\_la\_vigne\_flavescence\_doree\_et\_bois \_noir\_sc\_15644.htm

HOGENHOUT, AMMAR, WHITFIELD et REDINBAUGH, 2008. Insect vector interactions with persistensly transmitted viruses. *Annual Review of Phytopathology*. 2008. N° 46, pp. 327-359.

HUET, CONSTANT, CARROT et MALLIÉ, 2020. Tout savoir sur la Flavescence Dorée. [en ligne]. 2020. [Consulté le 10 mai 2020]. Disponible à l'adresse : https://occitanie.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\_upload/National/FAL\_commun/publications/Occitanie/Productions\_te chniques/ToutSavoirSurLaFD-CRAO2020.pdf

ING-MING, DAVIS et GUNDERSEN-RINDAL, 2000. Phytoplasma: Phytopathogenic Mollicutes. *Annual Review of Microbiology*. 2000. Vol. 54, pp. 221-255.

JERMINI, SCHAERER, JOHNSTON, COMBOLI et MARAZZI, 2014. Dix ans de flavescence dorée au Tessin. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. 2014. Vol. I, n° 46, pp. 222-229. Protection des végétaux

JORF N° 0201, 2003. JORF n° 0201 du 31 août 2003. [en ligne]. 2003. [Consulté le 1 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/jo/2003/08/31/0201/

JORF N°0103, 2021. Arrêté du 27 avril 2021 relatif à la lutte contre la flavescence dorée de la vigne et contre son agent vecteur. [en ligne]. 2021. N° NOR : AGRG2108908A. [Consulté le 5 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043467507





JORF N°0215, 2015. Arrêté du 7 septembre 2015 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2013 relatif à la lutte contre la flavescence dorée de la vigne et contre son agent vecteur. [en ligne]. 2015. N° NOR : AGRG1510930A. [Consulté le 1 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000031177670/

JORF N°0304, 2021. Arrêté du 19 décembre 2013 relatif à la lutte contre la flavescence dorée de la vigne et contre son agent vecteur. [en ligne]. 2021. N° NOR : AGRG1329211A. [Consulté le 1 mai 2021]. Disponible à l'adresse :

https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000028409891/

LINDER, SCHAUB et KLÖTZLI-ESTERMANN, 2010. Efficacité du traitement à l'eau chaude contre les oeufs de Scaphoideus titanus, vecteur de la flavescence dorée de la vigne. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. 2010. N° 42(2), pp. 132-135.

LUCCHI, MAZZONI, PRESERN et VIRANT-DOBERLET, 2004. Mating behaviour of Scaphoideus titanus Ball (Hemiptera: Cicadellidae). *3rd European Hemiptera Congress* [en ligne]. Saint Petersburg, Russia, 2004. [Consulté le 15 avril 2021]. Disponible à l'adresse: https://core.ac.uk/display/54894991

MAIXNER, PEARSON, BOUDON-PADIEU et CAUDWELL, 1993. Scaphoideus titanus, a Possible Vector of Grapevine Yellows in New York. *Plant Disease*. 1993. N° 77, pp. 408-413.

MALEMBIC-MAHER, 2015. Flavescence dorée de la vigne - Biologie de la maladie - Etat des recherches. *ECOPHYTO*. 2015. Vol. Réduire et améliorer l'utilisation des phytos, pp. 1-38.

MAZZONI, IORIATTI, TRONA, LUCCHI, DE CRISTOFARO et ANFORA, 2009. Study on the role of olfaction in host plant detection of Scoaphoideus titanus (Hemiptera: Cicadellidae) nymphs. *Journal of Economic Entomology*. 2009. N° 102, pp. 974-980.

OERKE, 2006. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science. 90. 2006. pp. 15-24.

PAPURA et CHUCHE, 2019. Flavescence dorée. *ENITAB, INRA* [en ligne]. 2019. [Consulté le 14 avril 2021]. Disponible à l'adresse : http://ephytia.inra.fr/ fr/C/6086/Vigne-Scaphoideus-titanus-flavescence-doree

POSENATO, MORI, BRESSAN, GIROLAMI et SANCASSANI, 2001. Scaphoideus titanus, vettore della flavescenza dorata: conoscerlo per combatterlo. *Informatore Agrario*. 2001. N° 57, pp. 91-93.

ROGGIA, CACIAGLI, GALETTO, PACIFICO, VERATTI et BOSCO, 2014. Flavescence dorée phytoplasma titre in field-infected Barbera and Nebbiolo grapevines. *Plant Pathology*. 2014. N° 63, pp. 31-41.

SCHVESTER, MOUTOUS, BONFILS et CARLE, 1962. Etude biologique des cicadelles de la vigne dans le Sud-Ouest de la France. *Annales des Epiphyties*. 1962. N° 13, pp. 205-237.

