

2018-2019

Mission de fin de cycle (Master2)

Recherche de sources de résistance à l'European stone fruit yellows (ESFY) chez les Prunus par différentes approches d'analyses de données

Présenté par **Ghislaine SAGNA**

Numéro d'étudiant : 0ELLAS00DJ1

Tuteur de stage de l'organisme d'accueil :

Nicolas SAUVION

Enseignant référent:

Romain PIERRON

Jury :

Mélanie GELLON, Enseignante chercheure

Romain PIERRON, Enseignant chercheur

Mémoire de Master Sciences et Technologies Agronomiques, Alimentaires et Environnementales

Parcours Sciences Agronomique et Environnementales

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
I.PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	2
II.ÉTAT DE L'ART SUR LA MALADIE	3
II.1. Le pathosystème phytoplasme / Prunus / psylles	3
<i>a. Une maladie, plusieurs noms</i>	3
<i>b. L'agent causal, 'Candidatus Phytoplasma prunorum'</i>	3
<i>c. Des symptômes typiques</i>	4
<i>d. La vexion de l'ESFY par insectes vecteurs</i>	4
II.2. Impact économique de l'ESFY	4
II.3. Gestion de la maladie ESFY	6
III.MATERIELS ET METHODES	7
III.1. Méthodologie de la recherche et de l'analyse des données bibliographiques	7
<i>a. Sites visités</i>	7
<i>b. Recherche par mots clés</i>	7
<i>c. Notation et critères</i>	8
III.2. Enquête auprès des acteurs de la filière fruits	9
<i>a. Elaboration de l'enquête</i>	9
<i>b. Nettoyage du tableau de données de l'enquête</i>	10
<i>c. Analyses statistiques des données issues de l'enquête</i>	10
III-3. Les données de prospections analysées	11
<i>d. Description de la base initiale de données de prospections</i>	11
<i>e. Analyses statistiques des données de prospections</i>	12
IV.ANALYSE DES RESULTATS.....	13
IV.1. Analyse de la bibliographie	13
IV.2. Analyse des résultats de l'enquête	13
<i>a. Profils des répondants et attitude pour gérer l'ECA</i>	14
<i>b. Importance de l'ECA dans les vergers</i>	16
<i>c. Comportements des variétés vis-à-vis de l'ECA</i>	16
IV.3. Analyse des données de prospections	19
V.DISCUSSION	21
V.1. L'ECA une maladie préoccupante	21

V.2. Comportement des variétés vis-à-vis de l'ESFY	21
V.3. Analyse critique des approches méthodologiques utilisées.....	23
<i>a. Données bibliographiques</i>	<i>23</i>
<i>b. Données d'enquête.....</i>	<i>24</i>
<i>c. Données de prospection</i>	<i>24</i>
CONCLUSION	24

Liste des abréviations

ACM: Analyse en Composante multiple

ACP: Analyse en Composante Principale

ADE: Analyse des données Ecologiques

AP : Apple Prolifération

BSV: Bulletin de Santé du végétal

CABI : Centre for Agricultural Bioscience International

CE : Communauté Européen

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement

CTIFL : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes

DRAAF: Direction régional de l'Alimentation de l'Agroforesterie et de la forêt

ECA : Enroulement Chlorotique de l'Abricotier

ESFY : European stone fruit yellows

FAOSTAT : Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistical Database

INRA: Institut National de la Recherche Agronomique

ISTEX : Initiative d'Excellence en information Scientifique et Technique

OEPP: Organisation Européen et méditerranéen de la Protection des plantes

PD : Pear Decline

SEFRA: Station Expérimentale Fruits de Rhône Alpes

SRAL: Service Régional d'alimentation

WOS: Web of Science

INTRODUCTION

L'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier (ECA) ou European stone fruit yellows (ESFY) désigne une maladie responsable de plusieurs dépérissements incurables des *Prunus* (Carraro et al., 1998b; Seemüller & Schneider, 2004). Elle est endémique en Europe et intéresse aussi bien les *Prunus* sauvages (Carraro et al., 2002; Jarausch et al., 2001) que les *Prunus* cultivés (Lederer & Seemüller, 1992; Poggi Pollini et al., 1993). Généralement, les *Prunus* sauvages tels que les prunelliers (*Prunus spinosa* L.) ou les myrobolans (*Prunus cerasifera* Ehrh.) ne présentent pas de symptômes, contrairement aux *Prunus* cultivés (ex : prunier japonais, *Prunus salicina* Lindl. ; pêcher, *Prunus persica* (L.) Batsch ; abricotier, *Prunus armeniaca* L.) (Jarausch et al., 1999). Les arbres atteints de cette maladie finissent par dépérir (Carraro et al., 2002). C'est une des maladies à phytoplasme qui cause le plus de pertes économiques sur prunes, abricots et pêches au niveau européen (Cieslinska & Morgas, 2011 ; Lorenz et al., 1994 ; Marcone et al., 2011). La prévalence de l'ESFY est estimée en moyenne de 1 à 5% dans les vergers de *Prunus* (Gentit et al., 1997) (Sauvion & SEFRA, pers. comm.). Des cas de très fortes contaminations sont souvent rapportées. Cependant, il n'existe pas d'études évaluant l'impact réel de cette maladie en France, bien qu'elle soit un grand producteur de fruits à noyaux avec une superficie de 14000 ha d'abricot en 2009 (Lichou, 2012). Le phytoplasme responsable de cette maladie fait partie des organismes de quarantaine au niveau européen (CEE, 2000). Ce sont des organismes pour lesquelles des mesures ont été mises en place pour éviter leur passage d'un pays en un autre au sein de l'Europe mais aussi empêcher leur dispersion dans un territoire au sein des pays déjà concernés.

La lutte directe contre le phytoplasme est impossible. Les méthodes prophylactiques reposent essentiellement sur l'utilisation de plants certifiés et l'élimination des arbres symptomatiques dans les vergers. Le phytoplasme peut se propager par voie végétative au moment du bouturage, mais aussi par des insectes vecteurs, des psylles. Un moyen de limiter la dissémination de la maladie dans les vergers est de mettre en place des barrières physiques (ex. argiles) ou chimiques (insecticides) en période opportune c'est-à-dire au moment des vols retour dans les vergers de *Prunus* des psylles infectieux (Thébaud et al., 2009).

Les difficultés de lutte contre cette maladie, ajoutées au contexte actuel de la contrainte de réduction des pesticides et des insecticides en particulier, donnent tout son intérêt à l'identification de variétés résistantes ou tolérantes à l'ECA. Or aucune étude officielle n'a

jamais encore été entreprise pour trouver des variétés résistantes. D'où cette étude intitulée recherche de sources de résistance à l'European stone fruit yellows (ESFY) chez les *Prunus* par différentes approches d'analyses de données. Mon stage visait à répondre à trois objectifs : (i) Quantifier l'impact de la maladie en France ; (ii) Identifier les variétés résistantes parmi celles actuellement inscrites au catalogue des fruitiers ; et (iii) Identifier d'éventuelles sources de résistance à cette maladie chez divers *Prunus* qui pourraient ensuite être exploitées dans des programmes de sélection variétale. Pour y parvenir, nous avons mené une étude avec trois approches complémentaires (i) Une analyse bibliographique dans laquelle nous avons cherché les variétés ou les fonds génétiques cités dans la littérature comme résistants ou plutôt sensibles ; (ii) Une enquête auprès des acteurs de la filière fruit pour évaluer l'impact de la maladie et collecter des informations sur les variétés cultivées ; et (iii) Une analyse statistique des données issues de prospections dans différents départements de la France pour voir et confirmer les tendances qui sortent en réponse à nos trois questions.

La première partie de ce document fait un état des lieux de la connaissance de l'ECA, la deuxième décrit la méthodologie utilisée pour atteindre les objectifs fixés et enfin une troisième partie présente les résultats obtenus et les conclusions que nous en avons tirées.

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

L'Unité Mixte de Recherche (UMR) BGPI (Biologie et Génétique des Interactions Plante-Parasite, <http://umr-bgpi.cirad.fr>) de Montpellier regroupe des agents de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) (<http://www.inra.fr>), de Montpellier SupAgro (<https://www.montpellier-supagro.fr>) et du Cirad (<http://www.cirad.fr>). Ses objectifs scientifiques visent à comprendre les interactions entre les plantes et leurs parasites, en intégrant des approches allant du gène au paysage pour contribuer à l'élaboration de systèmes agronomiques innovants et durables. J'ai été accueilli au sein de l'équipe Epidémiologie Végétale et Vection (Epi2V). Elle s'occupe du domaine relatif aux processus de dissémination de maladies de plantes transmises par vecteurs aériens au travers de trois pathosystèmes modèles. La maladie ESFY est une des maladies modèles étudiées dans l'équipe depuis plus de 20 ans.

II. ÉTAT DE L'ART SUR LA MALADIE

II.1. Le pathosystème phytoplasme / *Prunus* / psylles

a. Une maladie, plusieurs noms

L'European stone fruit yellows (ESFY) est une maladie qui affecte le genre *Prunus*. Elle est causée par un phytoplasme nommé '*Candidatus Phytoplasma prunorum*' (Carraro et al., 1998b; Seemüller & Schneider, 2004). Elle est présente dans le milieu naturel en Europe centrale et méridionale depuis de nombreuses décennies mais désignée par des noms différents. Elle a été appelée « Dépérissement de l'abricotier par apoplexie » par Chabrolin en 1924, « leptonécrose » (nécrose des tissus phloémiens) par Goidanich en 1934, ECA (Enroulement Chlorotique de l'abricotier) par Morvan en 1964 et par plusieurs autres noms au fil du temps (Chabrolin, 1924; Goidanich, 1934; Morvan & Castelain, 1965). C'est à la suite de la découverte de l'existence d'une forte proximité génétique entre les différents agents causaux de ces dépérissements que Lorenzo et al. (1994) la nommèrent ESYF. Le phytoplasme peut être transmis par voie végétative (ex. contaminations par bouturage) ou par des insectes vecteurs, des psylles (*Hemiptera : Psylloidea*) (Thébaud, 2005) (Figure 1).

b. L'agent causal, '*Candidatus Phytoplasma prunorum*'

Les phytoplasmes sont des pathogènes bactériens des plantes dépourvus de paroi et incultivables. Ils appartiennent à la classe des mollicutes, ce sont des symbiotes obligatoires des plantes et des insectes. Ces derniers ont en général besoin des deux hôtes pour leur dispersion dans la nature (Bertaccini, 2007). Les phytoplasmes ne se transmettent pas à la nouvelle génération (Garnier et al., 2001). Ces bactéries colonisent les tubes criblés, perturbent le passage de la sève élaborée et provoquent un dérèglement physiologique de l'arbre (Cousin, 1995; Lemaire et al., 1998).

En Europe, différentes maladies sur les arbres fruitiers sont causées par des phytoplasmes. Les Rosacées en particulier sont attaquées par des espèces de phytoplasmes appartenant au groupe apple proliferation (16SrX group), responsables de trois maladies : la prolifération du pommier (AP, '*Candidatus Phytoplasma mali*'), le déclin du poirier (PD, '*Candidatus Phytoplasma pyri*') et pour les *Prunus*, l'European stone fruit yellows (ESFY) induite par '*Candidatus Phytoplasma prunorum*' (Seemüller & Schneider, 2004). Morvan a démontré en 1957 que l'ESFY est transmissible par greffage (Morvan, 1957). Il faudra attendre 1998 pour avoir la preuve formelle que le phytoplasme est aussi transmis par un insecte (Carraro et al., 1998b, voir paragraphe plus bas) (Figure1).

c. Des symptômes typiques

Le débourrement précoce par feuillaison anticipée est un symptôme typique de cette maladie. Les feuilles apparaissent bien avant les fleurs et la dormance est raccourcie (Lemaire et al., 1998 ; Morvan, 1977) (Figure 2). Un enroulement des feuilles autour de la nervure principale en été et un raccourcissement des entre-nœuds peuvent être observés (Morvan, 1977). Comme l'a évoqué Chabrolin en 1924, on peut avoir une nécrose du phloème suivie d'une mort subite par apoplexie. Après une première apparition, les symptômes se répartissent sur tout l'arbre au bout de deux ans (Morvan, 1977).

d. La vection de l'ESFY par insectes vecteurs

La vection est un transfert biologique d'un agent pathogène d'un hôte infecté à un autre par l'intermédiaire d'un autre organisme vivant. Dans notre cas, le transfert se fait lors de l'acte alimentaire d'un insecte piqueur suceur de sève. Lorsque l'insecte se nourrit il peut soit acquérir le pathogène (il devient infectieux) soit l'inoculer s'il est déjà porteur du pathogène (Sauvion et al., 2013). L'espèce *Cacopsylla pruni* Scopoli a été décrite comme vectrice en 1998 (Carraro et al., 1998b; Jarausch et al., 2007; Jarausch et al., 2001). Depuis, une deuxième espèce très apparentée a été découverte (Peccoud et al., 2013), et il est très vraisemblable qu'elle soit aussi vectrice (étude en cours). Ces deux espèces sont univoltines (une génération par an) et alternent entre deux hôtes : des *Prunus* et des conifères (pins, sapins ou épicéas). Les insectes se reproduisent au printemps sur les *Prunus*. En début d'été, les jeunes adultes migrent vers les conifères (dites plantes refuges). Les insectes qui ont contracté le phytoplasme avant de quitter leurs plantes de reproduction le conservent jusqu'à leur retour en fin d'hiver. C'est à ce moment-là que les insectes sont infectieux et capables de transmettre l'ESFY dans les vergers (Thébaud, 2005) (Figure 3).

II.2. Impact économique de l'ESFY

La production d'abricots occupe la 7^{ème} place dans le classement mondial des fruits de régions tempérées. La moitié de la production en abricot est récoltée en Europe et sur le pourtour méditerranéen. En 2009, la France a été classée 3^{ème} producteur européen d'abricots derrière l'Italie et l'Espagne (Lichou, 2012). En 2018, elle est devenue 2^{ème} producteur européen d'abricots derrière l'Italie avec 134448 tonnes (Guyon, 2018). La culture du prunier japonais

est moindre car cette espèce est moins bien adaptée aux zones tempérées. Néanmoins, en 1998, la surface cultivée en prunier japonais en France atteignait les 1475 ha (Duval et al., 1999). L'abricotier et le prunier japonais sont les deux espèces du genre *Prunus* les plus touchées par l'ESFY en Europe causant ainsi des pertes économiques importantes (Hadidi et al., 2011; Thébaud, 2005). Cette maladie est retrouvée dans 15 des 27 pays de l'Union Européenne (Steffek et al., 2012). Le nombre d'arbres infectés dans un verger d'abricotier varie, selon les études, entre 2 et 50%. Dans certains cas au bout de 8 à 10 ans après plantation, les vergers deviennent improductifs si aucune mesure de protection n'est entreprise (Carraro et al., 1998a ; Jarausch et al., 1998 ; Machado et al., 2001 ; Marcone et al., 1995 ; Serçe et al., 2006; Torres et al., 2004).

II.3. Gestion de la maladie ESYF

L'ESFY est endémique en France dans le milieu sauvage ce qui rend la lutte difficile. En effet, elle est répandue sur tout le territoire français, partout où on peut trouver des *Prunus* sauvages tels que les haies ou massifs de prunelliers (*P. spinosa*) (Carraro et al., 2002 ; Jarausch et al., 2001). Puisqu'il n'est pas envisageable de supprimer toutes ces sources naturelles d'inoculum, la lutte contre l'ESFY en verger ne vise pas l'éradication, mais plutôt une réduction des pertes engendrées par cette maladie pour les maintenir à un niveau acceptable. Cette lutte est basée sur des mesures prophylactiques, et une lutte directe contre les vecteurs.

Le phytoplasme responsable de l'ESFY figure dans la liste des organismes régulés comme organismes de quarantaine au niveau de l'Europe selon la directive 2000/29/CE concernant les mesures de protection de la santé des végétaux dans l'Union Européenne (CEE, 2000). Dans cette liste sont cités les organismes pour lesquels des mesures ont été prises dans le but de protéger les végétaux des organismes nuisibles, empêcher leur introduction dans un pays, et s'ils sont quand même introduits, éviter leur propagation. Dans le cas particulier de la France, ces mesures ont été renforcées par des arrêtés préfectoraux dits de « lutte obligatoire » dans les départements de la Haute Corse, de l'Ardèche, de la Drôme, de l'Isère, du Gard Lot, des Pyrénées-Orientales et du Tarn et Garonne (Annexe 1). Cette lutte obligatoire se traduit par des surveillances et arrachages des arbres malades. En dehors de ces obligations, la détection précoce et l'élimination des arbres malades en verger, la suppression des *Prunus* sauvages à proximité des vergers ainsi que la suppression des rejets et drageons du porte greffe, restent de mesures prophylactiques préconisées.

La lutte directe consiste à combattre le psylle vecteur lors des vols retour au début du printemps. Celle-ci se fait en général avec des insecticides. Compte tenu des effets néfastes des insecticides de synthèses, d'autres alternatives comme l'utilisation d'argile (ex. : kaolin) et de filets protecteurs ont été testées. En effet il n'existe pas de traitement curatif autorisé contre les phytoplasmes. Les produits à base de tétracycline sembleraient efficaces dans cette indication, mais l'utilisation d'antibiotiques dans le traitement des plantes est interdite (Thébaud, 2005).

III. MATERIELS ET METHODES

III.1. Méthodologie de la recherche et de l'analyse des données bibliographiques

L'objectif de l'analyse bibliographique était double. Il s'agissait d'une part de rechercher dans la littérature les variétés cultivées d'abricotiers ou de pruniers japonais, décrites comme résistantes (ou tolérantes) à la maladie pour encourager leur culture ; et d'autre part rechercher chez d'autres espèces de *Prunus* (ex. prunier domestique) celles qui pourraient présenter un fond génétique intéressant à exploiter dans un programme de sélection de plantes résistantes. Pour y parvenir, nous avons mené une fouille bibliographique aussi exhaustive que possible par différentes approches complémentaires.

a. Sites visités

Une première base de données EndNote d'articles traitant des sujets divers en relation avec la maladie a été mise à ma disposition. Cette base a permis de s'ouvrir à d'autres ouvrages. J'ai croisé ces informations en visitant les bases de données et divers autres sites web (Annexe 2). Ces sites fournissent des informations parfois redondantes, mais pas toujours. ISTEEX par exemple fournit des articles vieux de plus de deux ans alors que Google Scholar en fournit de tout âge, en particulier les plus récents, toutefois il ne remonte pas aussi loin que ISTEEX. Pour être plus efficace dans la recherche bibliographique, j'ai assisté à des formations (Google scholar et WOS) offertes par l'INRA.

b. Recherche par mots clés

Comme vu précédemment, cette maladie a été désignée par des noms différents au fil des temps. A partir de ces noms et des combinaisons, j'ai fait une recherche poussée sur les sites précédemment présentés (Annexe 3).

c. Notation et critères

À la suite de cette fouille bibliographique, j'ai rassemblé toutes les informations dans mon propre fichier EndNote contenant au final 235 articles. J'ai ensuite extrait 146 références répondant à mes attentes. Après lecture de tous ces articles, j'ai constitué une matrice dans laquelle figurent les variétés ou lignées, aussi bien résistantes que sensibles, soulignées dans la littérature, dans le but d'harmoniser les informations. À chaque variété citée dans ces articles, j'ai attribué une note de 1 à 9 selon qu'elle est très sensible (1) ou au contraire résistante (9). Cette notation est appliquée seulement sur le nombre d'arbres contaminés par rapport au nombre total d'arbre suivi. Pour tenir compte des différentes conditions d'expérimentation, j'ai établi des critères pour lesquelles je mets une note plus ou moins grande en me basant sur la situation expérimentale indiquée dans l'étude. J'ai distingué trois types de données :

- Des données issues d'une prospection pouvant être l'état des lieux d'un verger, ou d'un ensemble de vergers ;
- Des données issues d'une expérimentation/ une expérience pour évaluer le comportement de certaines variétés par rapport à l'ESFY, / utilisant l'inoculation naturelle ou le greffage ;
- Des données issues d'une enquête faite auprès des agents de la filière fruit pour d'autres fins avec une partie dédiée à l'ESFY ;
- ✓ Lorsque l'inoculation est naturelle, les variétés testées perdent 2 points car il y a l'effet du hasard sur quel arbre tombera le psylle. Ainsi lorsque un arbre est sain, nous ignorons de quel type de résistance s'agit-il (à l'insecte ou au phytoplasme)
- ✓ Lorsque l'inoculation est faite par greffage, la note maximale est de 9 lorsque les arbres ne présentent ni symptômes ni phytoplasme après PCR
- ✓ La note maximale de 8 est attribuée à une variété pour laquelle les arbres sont sans symptômes mais avec présence du phytoplasme après PCR ; que l'inoculation soit naturelle ou par greffage.
- ✓ A un nombre égal de malades pour les variétés, un point de plus pour la variété qui présente moins de symptômes

Derrière cette notation, une autre notation allant de 1 à 3 est faite pour montrer le degré de confiance que j'attribue à mes notes. Celle-ci est essentiellement faite par rapport à la représentativité des données énumérées dans la littérature. Plus le nombre de répétitions est grande, plus la note de confiance est grande.

III.2. Enquête auprès des acteurs de la filière fruits

L'enquête en ligne avait pour but de récolter des informations sur l'ECA auprès des acteurs de la filière fruit à noyaux de manière à obtenir des informations sur cette maladie autres que celles décrites dans la littérature. Nous espérions aussi pouvoir dresser ainsi un état des lieux de l'étendu de la maladie à l'échelle nationale en France à partir des données recueillies.

a. Elaboration de l'enquête

Un questionnaire qui renseigne nos interrogations et qui vérifie derrière le poids des affirmations posées a été élaboré. Je l'ai établi en sorte de pouvoir faire des analyses statistiques avec les réponses obtenues. Ceci suite à notre souhait de savoir ce que les arboriculteurs ainsi que les techniciens pensent de la maladie. Le questionnaire détaillé dans l'Annexe 4 était composé de cinq grandes parties :

- Une première partie « Identité » renseignant sur le statut du répondant (arboriculteur ou autre) et éventuellement le lieu d'implantation du verger (région, département, commune) afin de cartographier l'échantillon pour voir sa représentativité au niveau nationale ;
- Dans la partie « Votre profil », j'ai cherché à déterminer le niveau d'utilisation des pesticides, la taille du verger et sa conduite (Conventionnelle ou AB, etc), comment la décision de traiter était prise, etc ;
- Dans la partie dédiée à la maladie « A propos de l'ECA », j'ai cherché à déterminer l'ampleur (si elle est en recrudescence ou non) de la maladie et l'importance qui lui est accordée par les arboriculteurs par rapport aux autres maladies du verger ;
- La quatrième partie « Vos variétés » visait à déterminer les principales variétés (abricotiers et pruniers) actuellement cultivées et leurs porte-greffes associés. Dans un second temps, nous avons cherché à savoir celles qui posaient le plus de problèmes face à l'ECA ;
- La dernière partie « Gestion de la lutte » visait à voir quelle perception les répondants avaient de la manière de gérer l'ECA (niveau d'information, moyens/recherche à la hauteur des enjeux, etc).

J'ai estimé qu'il fallait environ 15 min pour répondre à ce questionnaire.

J'ai choisi une enquête en ligne afin de toucher un nombre maximal de personnes réparties sur tout le territoire français. Le choix a été fait d'utiliser le réseau RENATER (<https://www.renater.fr>) afin d'assurer la confidentialité des données, et en particulier d'utiliser

le logiciel LimeSurvey (<https://www.limesurvey.org/fr/>). Celui-ci présente un grand nombre de fonctionnalités pour l'élaboration de questionnaire en ligne.

Afin de m'assurer de la clarté des questions posées dans l'enquête, j'ai soumis, préalablement à la mise en ligne, une version papier du questionnaire à des arboriculteurs et à des chercheurs lors d'une session de travail organisée par l'INRA de Gothéron (Valence). Après intégration des idées, remarques et commentaires, le questionnaire a été mis en ligne et l'information a été diffusée à travers plusieurs réseaux de professionnels (Chambres d'Agricultures, groupements de producteurs, de pépiniéristes, stations expérimentales, etc). Les personnes intéressées étaient alors invitées à s'identifier (en envoyant un mail à M. Sauvion) pour recevoir en retour un code personnel pour répondre en ligne. Le questionnaire est resté ouvert du 04 avril 2019 au 20 juin 2019.

b. Nettoyage du tableau de données de l'enquête

A la suite de l'enquête, les résultats sont présentés sous LimeSurvey dans différents fichiers : un fichier PDF de 1600 pages qui montrent toutes les questions et les toutes les possibilités de réponse ; un fichier Excel qui résume toutes les réponses offrant les premières analyses du questionnaire. La limite de ces deux fichiers est que le premier est trop long et noie l'information, et le deuxième résume l'information de sorte que certains éléments ne ressortent pas. Un premier travail de regroupement des informations a été fait à partir des deux fichiers. Ensuite une vérification a été nécessaire avant l'analyse des données obtenues pour corriger les erreurs de réponses figurant dans le résumé des données : corrections de réponses incohérentes (exemple : âge de votre verger : réponse : 1960, remplacé par 59 ans), remplissage des cases non informées (avec un code spécifique par exemple), etc.

c. Analyses statistiques des données issues de l'enquête

J'ai utilisé une méthode d'analyse multivariée pour analyser les données de l'enquête. Les méthodes d'analyses multivariées sont des méthodes multidimensionnelles. Elles permettent d'étudier à la fois plusieurs variables et donc de confronter un grand nombre d'informations. C'est un puissant outil de synthèse. Elles permettent d'extraire les tendances remarquables, les hiérarchisent et éliminent les effets marginaux qui perturbent la perception globale des faits (Escofier & Pagès, 2008). L'analyse par correspondances multiples (ACM) est la méthode adaptée pour analyser des données issues de questionnaires. Pour la mettre en œuvre, il m'a fallu tout d'abord transformer les réponses obtenues en données analysables par l'algorithme, c'est-à-dire créer des tableaux disjonctifs complets. Le tableau disjonctif complet

est un tableau qui regroupe n individus en ligne et j variables qualitatives en colonne. Ces variables qualitatives sont la plupart des modalités de réponses à des questions. Le tableau est codé de sorte qu'à chaque réponse sur une modalité, est attribué le chiffre 1 sur la colonne correspondante.

L'ACM montre les ressemblances entre individus : des individus sont d'autant plus proches que leurs profils obtenus dans chacune des colonnes sont proches. Dans l'enquête, des questions sont posées (Q1, Q2,...) avec des propositions de réponses (par exemple, a, b, c). Un individu qui répond c à la question 1, se voit attribué 1 dans la colonne correspondant à la modalité Q1.c du tableau disjonctif, et 0 dans les colonnes des modalités Q1.a et Q1.b, etc. Le logiciel R version 3.4.0 (R Core Team, 2017) et le package *ade4* (Dray & Dufour, 2007) ont été utilisés pour toutes les ACP. Les autres types de représentations ont été obtenus avec Excel.

III-3. Les données de prospections analysées

d. Description de la base initiale de données de prospections

Dans le cadre de la lutte contre l'ESFY, des arrêtés préfectoraux ont été mis en place dans certains départements des régions d'Occitanie, de la Corse, et d'Auvergne Rhône-Alpes. Ces arrêtés rendent la lutte obligatoire ainsi que la surveillance (Annexe 1). La surveillance se fait par des prospections par des inspecteurs de la DRAAF-SRAL (Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt, Service Régional de l'Alimentation). Les arbres qui présentent des symptômes sont soit dévitalisés soit arrachés (Annexe 5).

Les données recueillies pour chaque parcelle au cours des prospections sont rassemblées dans des tableaux. Ceux-ci contiennent un très grand nombre d'informations allant de l'identité aux itinéraires techniques passant par les nombres d'arbres contaminés ainsi que les variétés cultivées (Goral, 2018). Nous avons voulu exploiter une part de ces informations dans le cadre de notre étude, pour rechercher si certaines variétés prospectées présentaient un comportement intéressant vis-à-vis de l'ESFY (ex : parcelles d'une variété donnée globalement moins souvent atteintes par la maladie). Nous disposons d'une base de données mise à notre disposition par la FREDON Rhône-Alpes (<https://www.fredon-auvergne.fr>, Tony Couanon) et la SEFRA (<http://www.pep.chambagri.fr/sefra>, Baptiste Labeyrie). Cette base était constituée de données issues de prospections dans les départements de la Drôme (entre 2014 et 2017) et de l'Ardèche (entre 2015 et 2017).

Chaque année, différentes communes ont été prospectées dans chaque département en ciblant les zones de productions en particulier les communes où la présence d'ESFY n'était pas

signalée. La surface à prospecter chaque année était définie par le Service Régional de l'Alimentation (SRAL) et choix des communes et des arboriculteurs par la FREDON. La matrice initiale contenait 4958 observations (ici, une observation = une parcelle d'abricotier) pour lesquelles 567 variables ont été renseignées. Ces données ont fait l'objet l'année dernière d'une analyse approfondie par une étudiante en stage ingénieur (Goral, 2018). Notre objectif n'était pas de refaire ces analyses, mais d'utiliser ce jeu de données pour répondre à nos propres questions. Dans un premier temps, j'ai retenu uniquement les 7 variables qui me semblaient pertinentes : 1- nom de la variété d'abricotier, 2- nom du porte greffe, 3-âge de la parcelle, 4- surface de la parcelle, 5-densité (nombre d'arbres plantés/surface totale), 6-nombre d'arbres contaminés et 7-taux de contamination (nombre arbres contaminés / nombre arbre initial dans le verger, en %). Les données manquantes pour les variables quantitatives (3 à 7) ont été complétées par la moyenne des valeurs de cette variable.

e. Analyses statistiques des données de prospections

Comme pour l'enquête, le choix a été fait d'utiliser des méthodes d'analyses multivariées pour analyser les données. Cette fois, comme nous disposions de données quantitatives, des Analyses en Composantes Principales (ACP) semblaient les plus appropriées. Le logiciel R et le package ade4 ont été utilisés pour toutes les ACP.

IV. ANALYSE DES RESULTATS

IV.1. Analyse de la bibliographie

La figure 4 montre les notes des 49 variétés que nous avons trouvées citées dans les 146 articles que j'ai extraits des différentes bases de données visitées. Chaque point représente une variété. La taille du point et sa couleur indique le degré de confiance que nous avons accordé à l'information extraite : un gros point bleu clair indique que nous sommes très confiant sur l'information apportée concernant le comportement de telle ou telle variété vis-à-vis de l'ESFY.

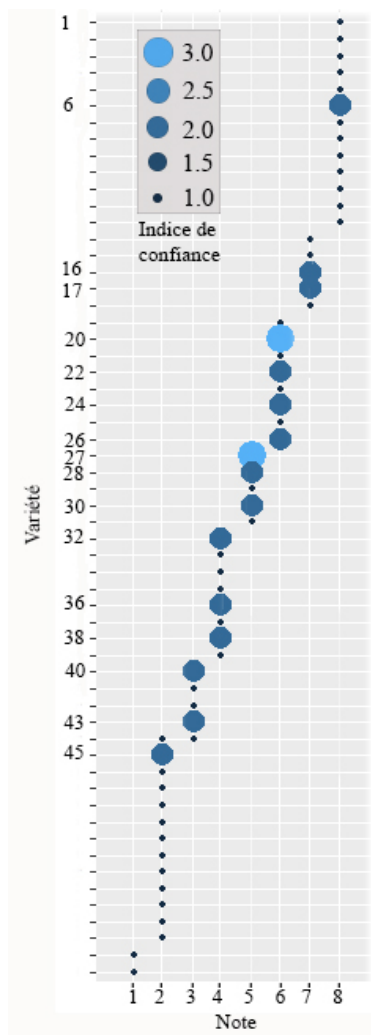


Figure 4 : Variétés citées dans la littérature J'ai attribué une note supérieure ou égale à 5 à 53% des variétés citées. 13 variétés (cf tableau annexe 6) ont une note égale à 8 mais avec une confiance de 1 sauf Hargrand, pour laquelle les résultats décrits semblent plus convaincants sur le fait que cette variété présenterait effectivement une résistance à la maladie. La plus grande confiance que nous pouvons accorder aux études lues va pour deux variétés : Orangered (variété n°20) et Red Haven (variété n°27) qui présenterait un niveau de résistance intéressant (notées respectivement 6 et 5). Quinze variétés ressortent comme sensibles voire très sensibles (notées 1 ou 2) mais les résultats décrits ont un indice de confiance faible.

IV.2. Analyse des résultats de l'enquête

A la question III-2 nous avons demandé de savoir si oui ou non l'ECA est en recrudescence, d'indiquer les facteurs qui expliqueraient cette recrudescence. 39 personnes ont répondu aux questions. 37% trouvent que l'ECA est en recrudescence alors que 6% pensent que l'ECA n'est pas en recrudescence. 16% des répondants attribuent la recrudescence de l'ECA à l'augmentations de la population de psylles. Et 7% à l'arrivée de variétés nouvelles plus

sensibles. A la question III-5 nous cherchions à savoir la fréquence d'apparition de nouveaux cas d'ECA dans le verger. Avec 43 réponses, 84% des répondants affirment rencontrer tous les ans des nouveaux cas d'ECA. Alors que 14% trouve que l'apparition de nouveaux cas est variable.

a. Profils des répondants et attitude pour gérer l'ECA

Dans la première partie du questionnaire, deux questions ont été posées pour déterminer le profil des répondants [arboriculteur, technicien conseiller de terrain, etc.) et le type de conduite du verger (Conventionnelle, Agriculture biologique etc.) (cf I-2, II-1, Annexe 4). Trois autres questions visaient à estimer le nombre total de traitements annuels, le nombre de traitements insecticides et plus précisément celui visant l'ECA (cf II-2, II-3, II-4, Annexe 4). Pour analyser les réponses à ces trois dernières questions, les parcelles ont été classées par nombre de traitements dans des intervalles de [0,5],]5,10],]10,15] et]15,20]. Une ACM a été réalisée sur le tableau des 65 personnes ayant répondu à ces questions (Figure 5).

Chaque point de la figure 5a correspond à une personne. Nous avons représenté la même carte du plan 1-2 de l'ACM sur les figures suivantes (5b à 5g) mais en dissociant les différentes questions. Les ellipses regroupent des personnes ayant fourni les mêmes informations par rapport à ces questions. La figure 5b révèle quatre statuts différents composés de 45% Arboriculteur, de 15% Techniciens conseillers de terrain, 8% d'acteurs de la surveillance et 5% de pépiniéristes. Une lecture plus attentive des résultats indique que 29% des Techniciens conseillers de terrain sont aussi des arboriculteurs. La figure 5d oppose les vergers conventionnels des vergers en agriculture biologique. Les vergers en agriculture conventionnels ou conventionnels avec charte ou les vergers mixtes représentent 47% alors que ceux en AB représentent 8%. Il ressort bien dans les figures 1 e, f et g que les vergers en AB traitent moins que les vergers conventionnels avec respectivement des nombres de traitements compris dans les intervalles [0,5] et]5,15]. Les arboriculteurs en AB semblent ne pas traiter contre l'ECA alors qu'une lecture approchée des résultats indique que 3% des vergers conventionnels traitent jusqu'à 6 fois (figure 5g).

Nous avons extrait les données concernant l'ECA pour voir de près le nombre de traitement lié à l'ECA. La figure 6 montre les nombres de traitements ciblant l'ECA. 34 personnes ont répondu à la question II-4 (Annexe 4). Cette figure indique que la fréquence de traitements va de 0 à 6 fois par an. La majeure partie de 44% des arboriculteurs estiment

Figure 5 : Plan 1-2 de l'ACM sur tableau des réponses aux questions I-2, II-1, II-2, II-3, II-4 relatives au profil des répondants au mode de conduite des vergers. Tcons= technicien conseiller de terrain, arb =arboriculteur, surv= agent de la surveillance, pep = pépiniériste.

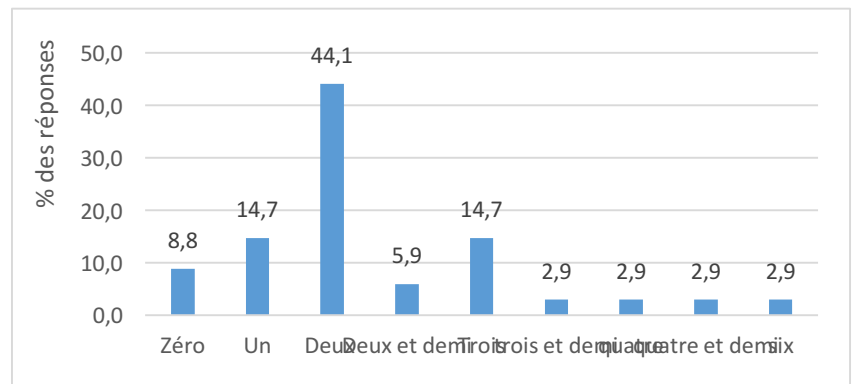
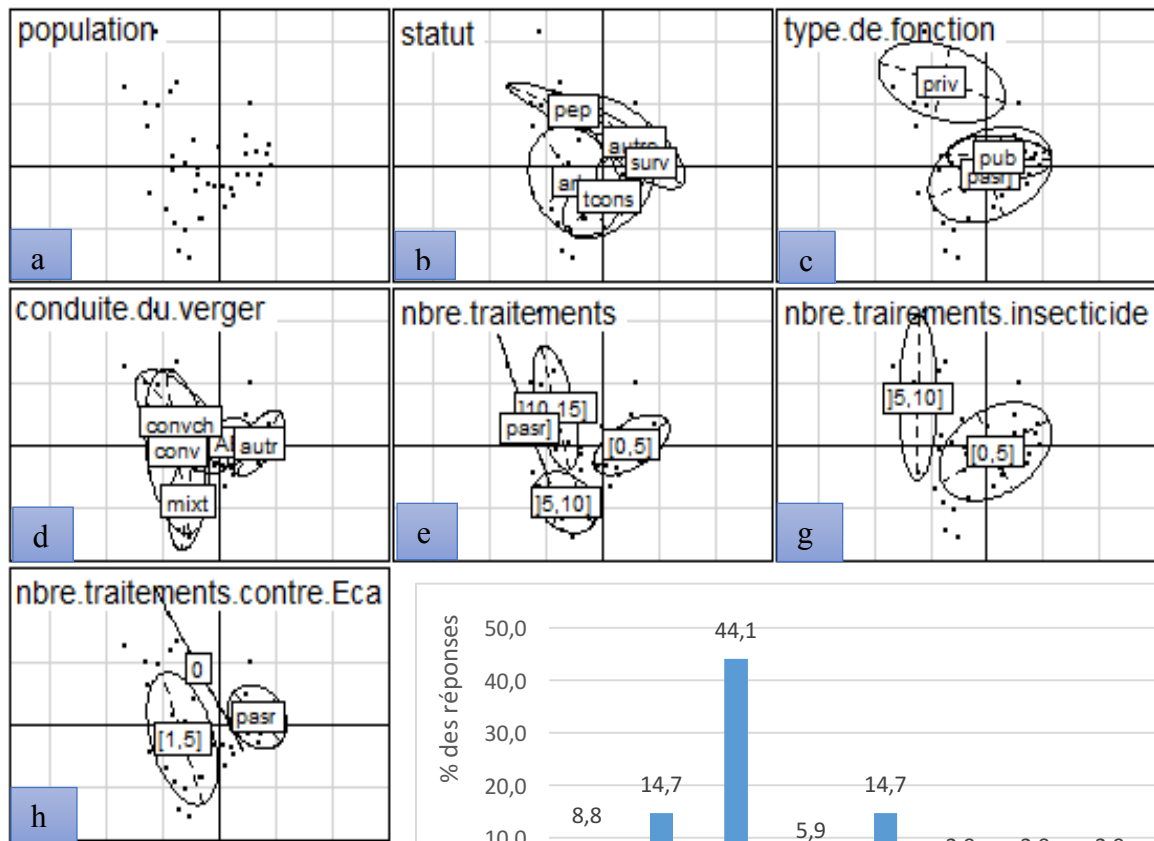


Figure 6 : Nombre de traitements visant l'ECA

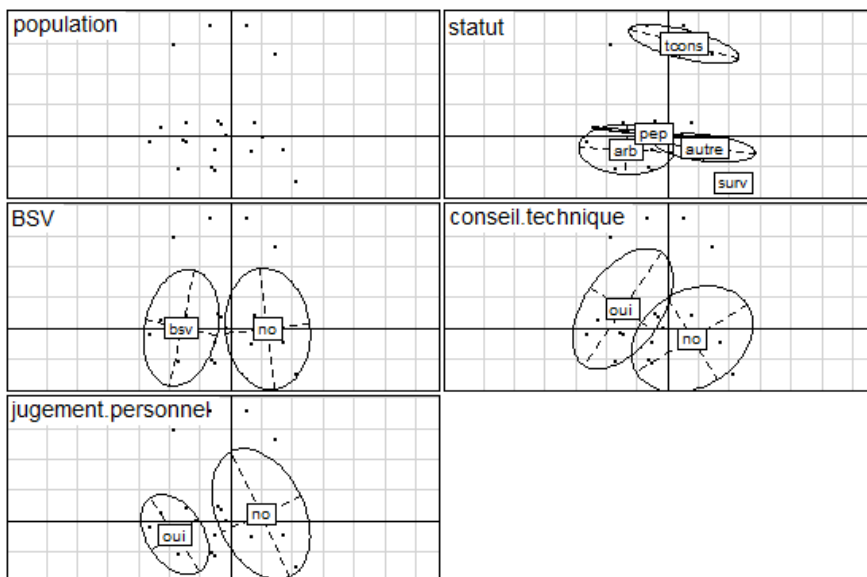


Figure 7 : ACM sur tableau répondant à la questions II-5 (mode de décisions de traitements).

intervenir deux fois par an contre l'ECA. On constate aussi que 27% interviennent 3 fois voire plus.

La figure 7 illustre comment les répondants prennent leur décision pour traiter ou non contre l'ECA. Elle révèle que les arboriculteurs ainsi que les pépiniéristes utilisent simultanément tous les trois modes de décision. Seul le traitement systématique n'y apparaît pas. Toutefois la majeure partie (43%) des répondants affirment suivre le BSV (29 personnes) et parmi eux 35% (23 personnes) suivent les conseils de techniciens et leur jugement personnel.

b. Importance de l'ECA dans les vergers

La question III-4 (Annexe 4) de l'enquête interroge les arboriculteurs sur la situation de leurs vergers vis-à-vis l'ECA. La figure 8 montre les pourcentages des répondants aux types de situations du verger proposées par l'enquête. 24,6% des arboriculteurs ayant répondu trouvent préoccupante la situation de leurs vergers, aucun n'a répondu que la maladie ne pose pas problème. 6,2 % trouvent que la maladie est très préoccupante.

Dans la question III-1 (Annexe 4), nous avons proposé une liste de 23 maladies susceptibles d'attaquer les *Prunus* (Source CTIFL 2009) et nous avons demandé de les classer par ordre d'importance. 36 réponses ont été obtenues (Figure 9). L'ECA, la Bactériose (due à *Pseudomonas*) et la Moniliose sont les maladies les plus citées avec respectivement 36, 33 et 32 citations. Nous avons cherché à savoir dans quel ordre d'importance les répondants classaient ces 3 maladies (cf question. III-2). La figure 10 indique que l'ECA est la plus souvent classée au premier rang avec 25% des classements en ce rang. La Bactériose vient derrière l'ECA (16% des classements) puis la Moniliose, la plus souvent classée au troisième rang (19% des classements).

c. Comportements des variétés vis-à-vis de l'ECA

Dans un premier temps, j'ai voulu savoir quelles étaient les variétés actuellement cultivées parmi les 68 proposées dans le catalogue français (question IV-1). La figure 11 montre par ordre d'importance, le nombre de citations des variétés d'abricotiers par les arboriculteurs.

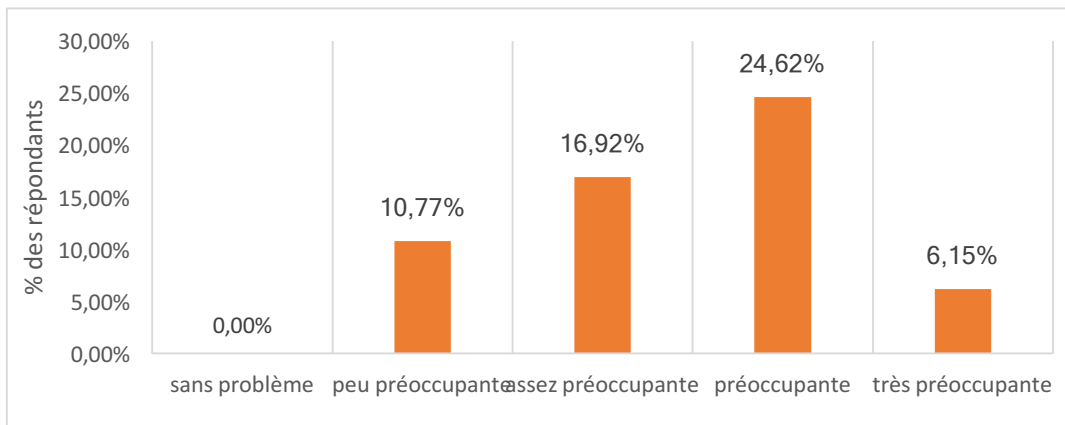


Figure 8 : Histogrammes représentant la situation des vergers vis-à-vis l'ECA

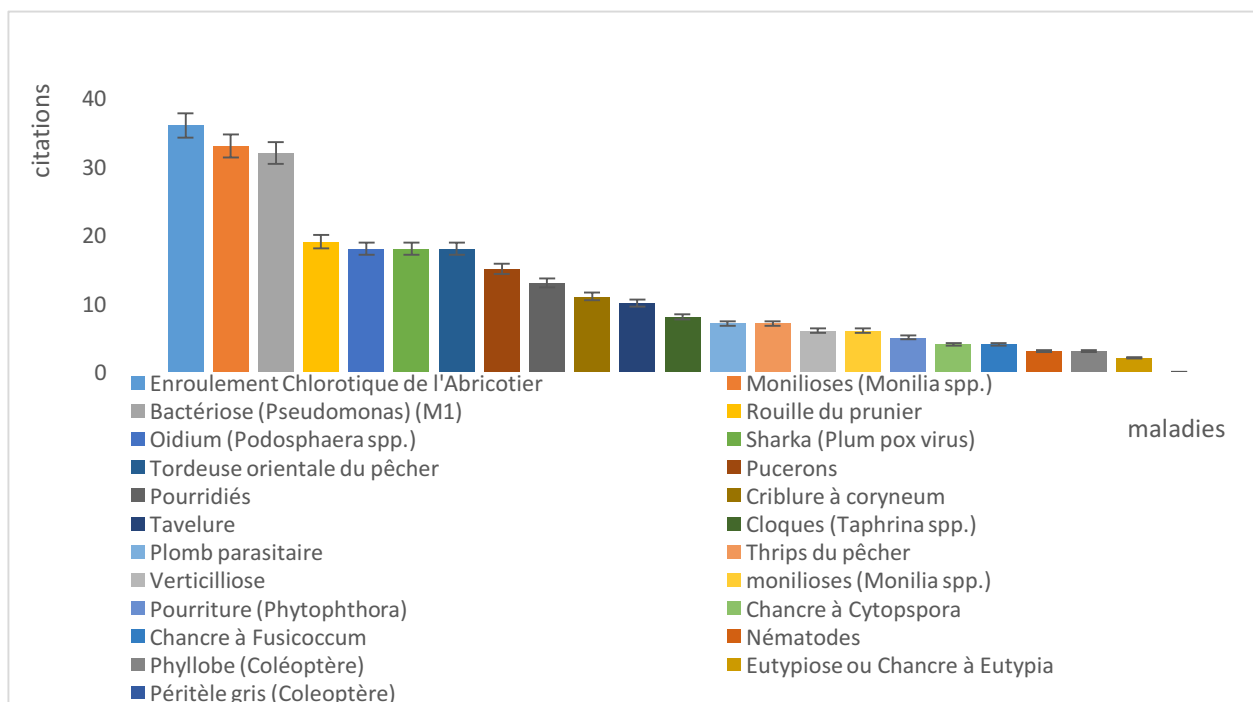


Figure 9 : Nombre de citations de chaque maladie du verger par les répondants

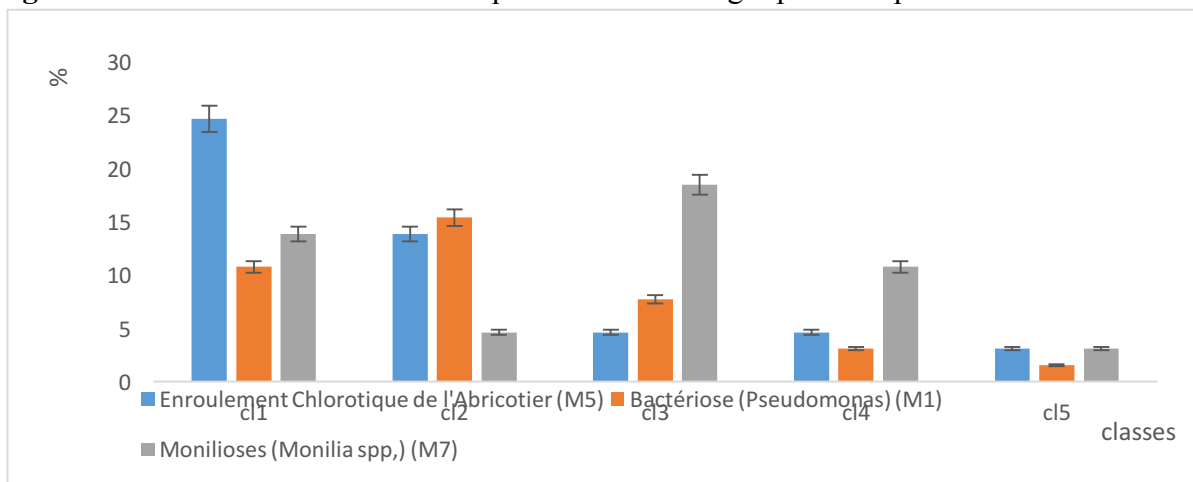


Figure 10 : Classification des différentes maladies impactant le verger de *Prunus*

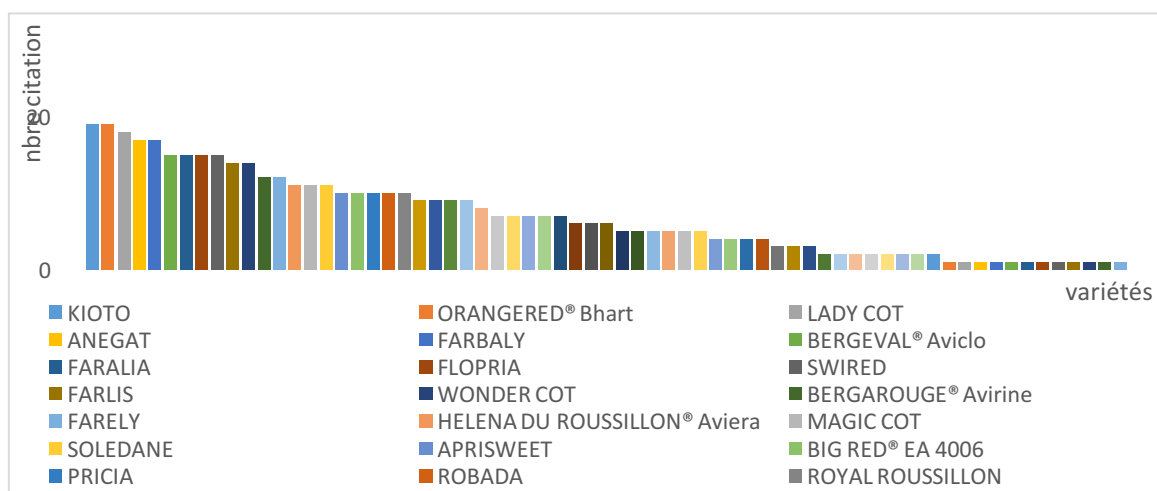


Figure 11 : Variétés d'abricotiers cultivées par les arboriculteurs enquêtés

J'ai ensuite retenu les 13 variétés les plus citées pour voir comment les répondants les classaient (question IV-4). La figure 12 montre que 8 variétés sont classées au premier rang : Kioto, Bergeval®Aviclo, Wondercot, Faralia, Orangered®Bhart, Farbaly, Bergeron et Farely. Mais une seule variété est citée deux fois (Faralia). Des variétés telles que Bergarouge®Avrine et Farlis bien qu'étant citée respectivement 12 et 14 fois, n'apparaissent pas dans les 5 premières classes. En résumé, les cinq variétés les plus citées dans les 5 premières classes sont :

- Faralia : est rangée parmi les meilleures. Elle est citée 3 fois (2 fois au rang 1, une fois au rang 3) ;
- Kioto : est citée 4 fois mais apparaît plutôt classées en 2^{ème} et 3^{ème} rang ;
- Bergeval®Aviclo : est citée 5 fois. Elle est toujours classée dans les 4 premiers rangs mais elle est le plus classée dans le quatrième rang ;
- Wondercot : est citée 4 fois. Elle est toujours classée dans les 4 premiers rangs.
- Orangered®Bhart est citée 5 fois mais ce n'est pas celle qui semble globalement la mieux classée. C'est la seule qu'on retrouve classée au rang 5 par exemple.

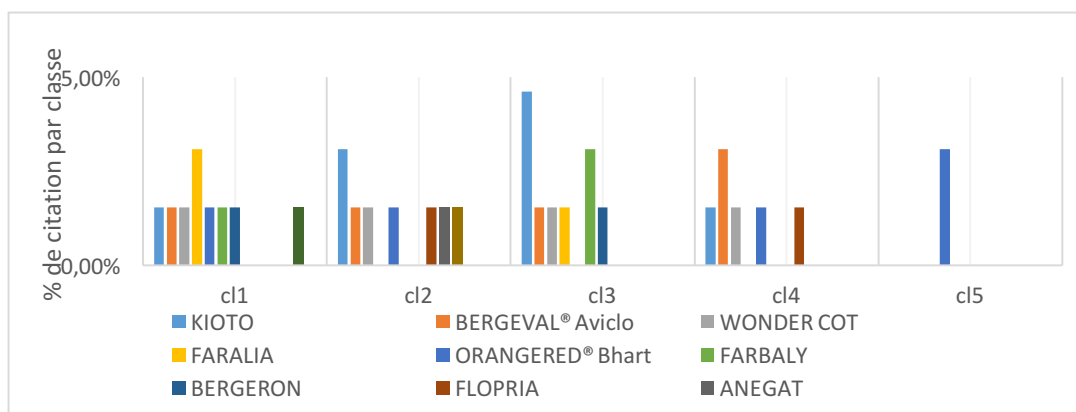


Figure 12 : Classification des variétés d'abricotier par rapport à la résistance de l'ECA

IV.3. Analyse des données de prospections

A partir des données de prospection de Rhône-Alpes, j'ai cherché à voir si certaines variétés étaient plus contaminées que d'autres, et si certaines variables (âge de la parcelle, densité de la plantation, etc) pouvaient expliquer ces différences. J'ai d'abord trié les parcelles du tableau de données par intervalles de taux de contamination : [0,3],]3,5],]5,10],]10,20],]20,30],]30,40],]40,50],]50,100]. La figure 13 résume les informations apportées par le plan 1-2 de l'ACP interclasse que j'ai réalisée. La lecture des valeurs propres indique que l'axe 1 (91%) et l'axe 2 (7%) portent 98% de l'information. Les ellipses présentes dans les figures représentent les groupes de parcelles appartenant à une même classe. La figure 13 laisse voir un grand regroupement des parcelles au niveaux des taux de contamination inférieurs à 20%. Une lecture plus rapprochée des données indique que 81% des parcelles prospectées ont un taux de contamination égal à 0% et seulement 4% des parcelles ont un taux de contamination supérieur à 5% soit onze variétés : Orangered, Bergeron, Hargrand, Lambertin, Faralia, Malice, Kioto, Bob Cot, Tardifs de Tain), Farely et Harogem. Les deux premières variétés en particulier avaient des taux élevés, respectivement de 12,5% et 15% (Annexe 7).

A l'inverse, j'ai recherché les variétés qui n'ont jamais été observées contaminées et j'ai extrait celles retrouvées dans plus de 4 parcelles. La figure 14 montre pour chaque variété non contaminée, le nombre de parcelles prospectées, la surface cumulée et l'âge moyenne des parcelles. Elle révèle que Colorado, Montier et Monobari ont le plus grand nombre de parcelles avec respectivement 19, 16, 13 et ne sont jamais atteintes par l'ECA. Toutefois, ces variétés sont représentées par des jeunes parcelles (implantées depuis 2 à 3 ans). Il s'en suit la collection et les hybrides qui sont âgés de plus de 5ans et ne présentent pas la maladie. Dans les 17 variétés retenues, seules deux variétés présentent un cumul de surface supérieur ou égal à 5 ha. Les variétés Magic Cot, Latica, Springblush, Milord, Valssard (= Incomparable de Malissard), Rouge de Mauves, Fardao et Shamade sont sûrs des parcelles âgées de plus de 5 ans mais présentent des superficies réduites.

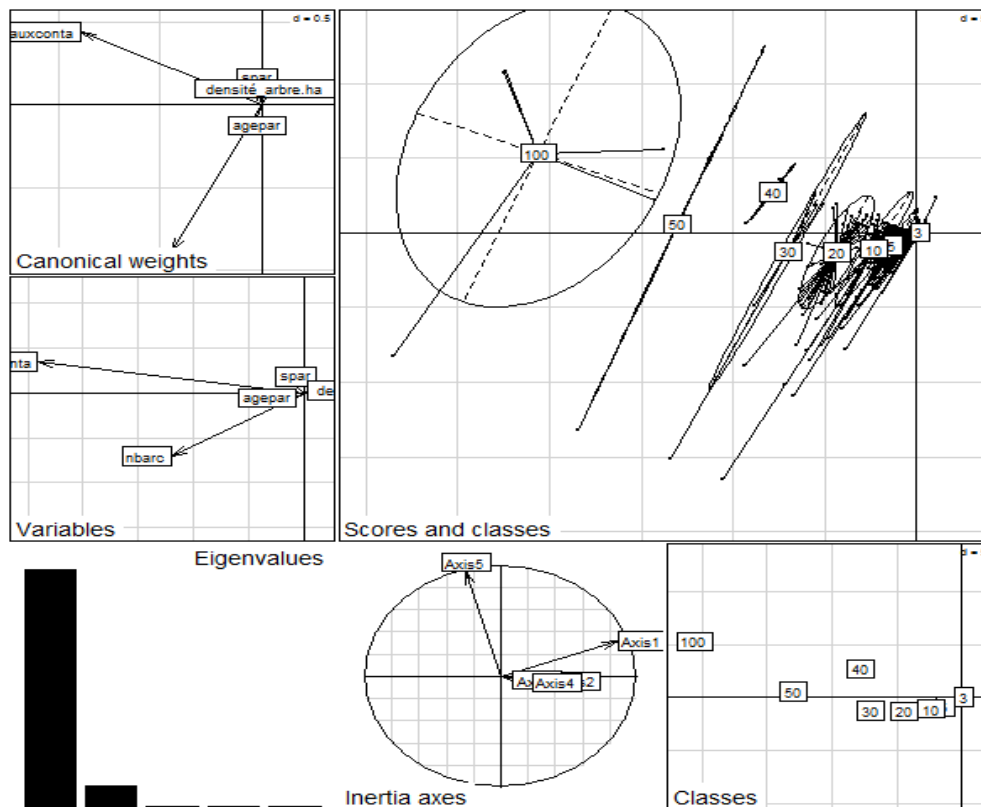


Figure 13 : Plan 1-2 de l'ACP interclasse par rapport aux taux de contamination des données Rhône Alpes

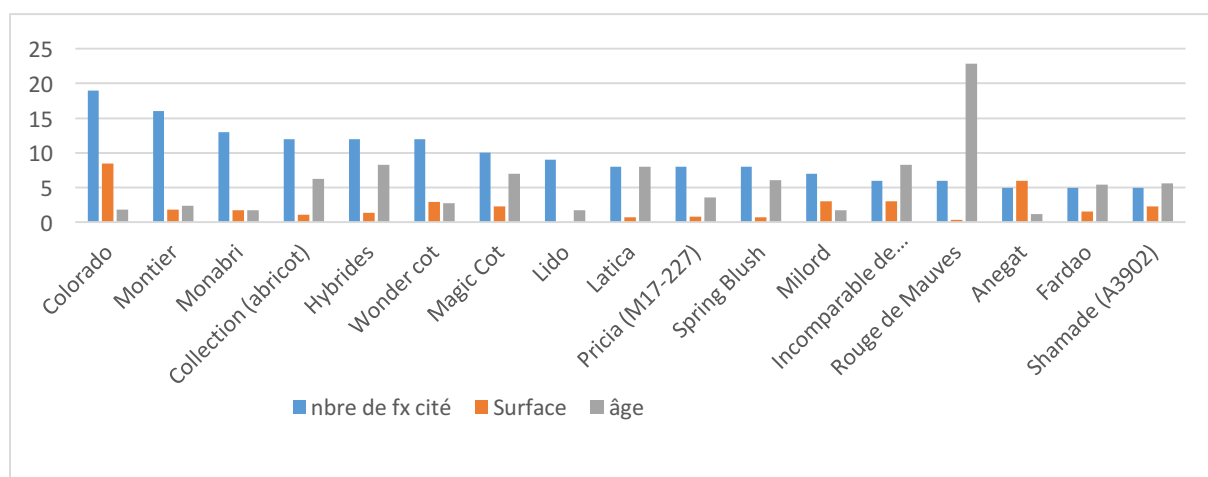


Figure 14 : Variétés dont aucune parcelle n'a été observée contaminée par l'ECA

V. DISCUSSION

V.1. L'ECA une maladie préoccupante

L'ECA est présente dans toutes les régions de production de *Prunus* en France. La maladie semble en progression ces dernières années, peut-être du fait de la conversion de nombreux arboriculteurs à l'Agriculture Biologique (N. Sauvion, comm. pers.). Or, le seul moyen qui semble efficace pour lutter contre la maladie est l'utilisation d'insecticide. Il ressort de notre enquête que les arboriculteurs attribuent en partie la recrudescence de la maladie à une forte présence de psylles ce qui expliquerait le nombre de traitement pouvant atteindre 6 dans certains vergers. Cependant, les arboriculteurs en mode de culture conventionnelle appliquent 1 à 2 traitements. Ces traitements pourraient ne pas tous être efficaces (par exemple pas appliqués au bon moment) voire suffisants bien qu'un réseau d'épidémiologie-surveillance a été mis en place pour estimer au mieux les bonnes périodes pour leur application (<https://cpruni.blogspot.com>). Par contre, aucun traitement ciblant l'ECA n'est effectué en Agriculture Biologique. Ceci expliquerait que les vergers en Agriculture Biologique soient les plus affectés, sachant qu'ils représentaient 6% des surface d'abricotiers en 2009 (Lichou, 2012). En se basant sur les réponses des enquêtés, nous pouvons dire que l'ECA est la maladie qui cause le plus de problèmes aux arboriculteurs, suivi de la Moniliose et la Bactériose (*Pseudomonas*). Malgré ces interventions contre les maladies, la majeure partie des arboriculteurs trouvent la situation de leur verger par rapport à l'ECA préoccupante voire très préoccupante. Dans ce contexte, la quasi-totalité des répondants estiment que les efforts de la recherche pour l'ECA sont insuffisants. Pour gérer cette maladie, les arboriculteurs se basent en particulier sur deux modes de décisions déclencher ou non des traitements insecticides : ils se tiennent informés par le BSV et les techniciens conseillers. Ainsi, ils ne portent pas une confiance absolue aux indications et conseils obtenus par un seul mode, ça serait la conséquence de l'inquiétante situation du verger.

V.2. Comportement des variétés vis-à-vis de l'ESFY

La gamme de variétés d'abricotiers est très large. Nous avons trouvé 106 variétés différentes dans les données de prospections 59 dans la bibliographie et 68 dans le catalogue Français. Parmi ces variétés, très peu se répètent d'une démarche à une autre. Les résultats de nos recherches bibliographiques montrent que soit 26 variétés (53%) retrouvées présentent un facteur de résistance ou de tolérance ayant une note supérieur ou égale à 5. Toutefois, la plupart de ces notes n'ont pas une grande confiance car les nombres d'arbre pris en compte lors des

observations est bas. L'analyse des données de prospection montre que 16 variétés pourraient s'avérer résistantes car elles n'ont jamais été observées infectées dans les parcelles prospectées. A l'inverse, nos analyses mettent en évidence des variétés qui seraient sensibles à l'ECA selon le critère, taux de contamination supérieur à 5% sur une parcelle au moins. En confrontant les résultats des deux démarches d'analyse, nous n'avons trouvé aucune variété qui se retrouverait bien classée (résistante) par les deux types d'analyses. Trois variétés semblent ne jamais avoir été impactées par l'ECA (**Colorado**, **Montier**, **Monobri**) d'après les prospections en Rhône-Alpes, mais elles concernaient toutes de jeunes parcelles. Ces nouvelles variétés n'ont peut-être pas eu le temps d'exprimer les symptômes étant données leur jeune âge {(Chabrolin, 1924) {(Morvan, 1977) qui plus est, la variété Colorado a été citée comme variété la plus sensible à l'ECA par un enquêté. Deux variétés, **Hargrand** et **Lambertin** trouvées assez résistantes dans la démarche bibliographique (note respective 8 et 5) (Mascherpa, 1996) sont citées parmi les variétés plutôt sensibles (parcelles contaminées à plus de 5%) dans la démarche de l'analyse des données de prospection. La variété Hargrand peut ne pas être autant sensible, mais plutôt tolérante car sur 117 parcelles prospectées, une seule est contaminée. Or la confiance attribuée à sa note est assez grande (2/3) et le taux de contamination de la parcelle en question était de 5%. Celle-ci pourrait être intéressante car en plus de son bon comportement vis-à-vis l'ECA, elle est aussi une variété ayant une importance économique (Lichou & Audubert, 1989). Faralia est la variété cultivée citée comme la plus intéressante face à l'ECA par les arboriculteurs. Elle figure dans la liste des plus sensible dans les parcelles prospectées (Tableau 1). Cette variété pourrait aussi être intéressante car sur 51 parcelles prospectées, une seule est contaminée. Des variétés comme **Bergeron** et **Orangered** sont citées comme sensibles dans la littérature avec les notes de 3 et 4. Ceci est confirmé par l'analyse des données de prospection et de l'enquête. En effet la variété **Orangered** est citée deux fois comme la variété la plus sensible à l'ECA et Bergeron est citée en 5^{ème} classe suivant l'ordre croissant de résistance. Toutefois ces deux variétés sont classées par Jean Lichou chez les variétés connues comme ayant une importance économique (Lichou & Audubert, 1989). La variété **Goldrich** est citée dans la bibliographie comme étant assez résistante (Mascherpa, 1996). Elle figure aussi dans la liste des variétés citées comme celle qui se comportent le mieux vis à vis l'ECA par les enquêtés. Toutefois on en trouve presque plus de cette variété dans les vergers (G. Clauzel com. pers.). En se basant sur les surfaces plantées, les variétés Bergarouge, Bergeron, Bergeval, Flopria, Polonais, et Kioto sont celles qui sont les plus cultivées. Toutes ces variétés sont sorties comme sensibles dans les différentes approches. Le choix de la variété par les arboriculteurs est plus orienté vers les qualités organoleptiques, l'adaptabilité de la variété au type de sol et la période de récolte. La

variable maladie ESFY n'est pas mentionnée dans ce choix (Lichou & Audubert, 1989 ; G. Clauzel com. pers.).

Prospection		Bibliographie		Enquête	
résistante	sensible	résistante	sensible	résistante	sensible
	Orangered	Orangered	Orangered		Orangered
	Harogem	Harogem		Harogem	
	Bergeron		Bergeron		
	Farely				Farely
	Hargrand	Hargrand			
	Faralia			Faralia	
	Kioto				Kioto

Tableau 1 : Comparaison des variétés d'abricotiers dans les démarches de recherche de variétés résistantes à l'ECA

V.3. Analyse critique des approches méthodologiques utilisées

J'ai utilisé deux démarches complémentaires (Analyse Bibliographique et Analyses de données de prospection) pour quantifier les retombées de cette maladie en France et trouver des variétés résistantes à l'ESFY. J'ai décidé de me focaliser dans ce document à l'espèce abricotier. La quantification est approximative car nous n'avons pas de chiffre précis, néanmoins ce qui en ressort le plus est que l'ECA est la maladie qui préoccupe le plus les producteurs d'abricotiers et de pruniers japonais étant donné qu'ils n'arrivent pas à la contrôler. Chaque démarche a constitué ses limites par rapport à la clarté des informations mais nous sommes arrivées à sortir certaines variétés qui se comportent bien par rapport à l'ECA et d'autres qui en sont très sensibles.

a. Données bibliographiques

Les analyses bibliographiques constituent un préalable pour tout sujet. Elles permettent de trouver les prérequis, comparer les travaux ou éviter les redondances ou même améliorer des protocoles de recherche. Beaucoup d'études bibliographiques ont été faites sur des sujets divers pour dénicher des informations les rassembler et constituer une autre plus solide. Par exemple, Steffek *et al.* (2012b) avaient conduit une telle démarche pour estimer au mieux la distribution de '*Candidatus phytoplasma prunorum*' au niveau européen. La difficulté de cette approche était de trouver des informations comparables. Les notes que j'ai attribuées sont basées sur un certain nombre de critères pour lesquels des affinements devraient être faits. En effet, les

critères et les informations sur lesquels je me suis appuyée pour mon analyse comparative n'étaient pas toujours fiables. Par exemple, certains critères pour décrire une variété comme résistante ne prenaient pas en compte l'effet géographique (la région/le pays où l'étude a été conduite), l'effet année, ni encore la cohabitation de la maladie avec d'autres.

b. Données d'enquête

La part des répondants n'est vraisemblablement pas représentative des arboriculteurs de la France. Nous avons mis en ligne le questionnaire en espérant avoir un nombre maximal de réponse provenant de toutes les régions productrices de *Prunus* en France. Seulement 65 personnes ont répondu. Il serait préférable pour une prochaine fois d'organiser des séminaires et groupes de travail afin de mobiliser plus d'arboriculteurs.

c. Données de prospection

Les données de prospections présentent des limites. La prospection est faite par détection de symptômes dans des parcelles d'âge différents. Certaines parcelles ont un âge inférieur à 2 ans. Ces parcelles pourraient héberger le phytoplasme sans exprimer les symptômes. De plus, les années de prospection étaient différentes alors que les conditions climatiques peuvent influencer l'apparition des symptômes (Morvan, 1977).

CONCLUSION

La production des fruits du genre *Prunus* est importante en France. Une maladie, l'ESFY remet en question sa culture. Pour lutter contre cette maladie, un travail a été mené et consistait à quantifier la maladie et à trouver des sources de résistance (variétés en particulier) à la maladie ou à ses vecteurs. L'analyse des données d'enquêtes révèlent que l'ESFY est perçue comme une maladie en recrudescence et qu'une des causes principales associée à ce contexte serait l'augmentation des populations de psylles vecteurs. Les variétés Hargrand et Faralia se sont montrées comme les plus intéressantes compte tenu de leur bon comportement vis-à-vis de l'ECA et de leur importance économique. Goldrich semblerait aussi intéressante. Par contre des variétés comme Bergeron et Orangered seraient à déconseiller. Or ces variétés sont actuellement parmi les plus cultivées. La remarque générale est que la maladie est vraiment un problème, mais paradoxalement les arboriculteurs n'en tiennent pas compte lors du choix de la variété à l'implantation du verger. En terme de perspectives, je peux ajouter que ces variétés sont des pistes intéressantes pour la sélection variétale. Certes certaines sont en train de disparaître mais peuvent être exploiter pour garder ce côté résistant. Il y a un manque de

communication par rapport à cette maladie. Ça serait bien que les conseillers agricoles prennent en compte la problématique ECA pour la plantation de nouveaux vergers.

REFERENCES

- Bertaccini A (2007) Phytoplasmas: diversity, taxonomy, and epidemiology. *Front Biosci* 12: 673-689.
- Carraro L, Ferrini F, Ermacora P & Loi N (2002) Role of wild *Prunus* species in the epidemiology of European stone fruit yellows. *Plant Pathology* 51: 513-517.
- Carraro L, Loi N, Ermacora P & Osler R (1998a) High tolerance of European plum varieties to plum leptonecrosis. *European Journal of Plant Pathology* 104: 141-145.
- Carraro L, Osler R, Loi N, Ermacora P & Refatti E (1998b) Transmission of European stone fruit yellows phytoplasma by *Cacopsylla pruni*. *Journal of Plant Pathology*: 233-239.
- CEE (2000) Directive 2000/29/CE du Conseil du 8 mai 2000 concernant les mesures de protection contre l'introduction dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation à l'intérieur de la Communauté <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32000L0029>
- Chabrolin C (1924) Quelques maladies des arbres fruitiers de la Vallée du Rhône. *Ann. Epiphyties* 10: 265-333.
- Cieslinska M & Morgas H (2011) Detection and Identification of 'Candidatus Phytoplasma prunorum', 'Candidatus Phytoplasma mali' and 'Candidatus Phytoplasma pyri' in Stone Fruit Trees in Poland. *Journal of Phytopathology* 159: 217-222. doi:Doi 10.1111/J.1439-0434.2010.01752.X.
- Cousin M-T (1995) Phytoplasmes et phytoplasmoses I. Classification, symptômes et vecton. *Phytoma* 472: 22-25.
- Dray S & Dufour A-B (2007) The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software* 22: 1-20.
- Duval H, Jullian J-P & Lemaire J-M (1999) Enroulement chlorotique de l'abricotier - Evaluation de la sensibilité des principales variétés de prunier japonais... et du nouveau sur un vecteur. *Phytoma* 516: 38-40.
- Escofier B & Pagès J (2008) Analyses factorielles simples et multiples. Objectifs méthodes et interprétation.
- Garnier M, Foissac X, Gaurivaud P, Laigret F, Renaudin J, Saillard C & Bové J (2001) Mycoplasmas, plants, insect vectors: a matrimonial triangle. *Comptes Rendus de l'Académie*

- des Sciences-Series III-Sciences de la Vie 324: 923-928.
- Gentit P, Cornaggia D & Desvignes J-C (1997) Identification and comparison of different *Prunus* phytoplasma diseases by indexing on GF305 peach seedlings in the greenhouse: XVII International Symposium Virus and Virus-Like Diseases of Temperate Fruit Crops 472 (ed., pp. 723-730.
- Goidanich G (1934) La leptonecrosi dei ciliegi e degli albicocchi. Boll. Staz. Pat. veg. Roma 14: 531-540.
- Goral C (2018) Étude et analyse de données relatives à la contamination des vergers rhônalpins par l'enroulement chlorotique de l'abricotier. Mémoire de fin d'études: UniLaSalle campus de Beauvais.
- Guyon S (2018) Bilan de campagne : l'abricot en 2018 FranceAgriMer [Consulté le 17 avril 2019 à l'adresse : https://rnm.franceagrimer.fr/bilan_campagne?abricot]
- Hadidi A, Barba M, Candresse T & Jelkmann W (2011) Virus and virus-like diseases of pome and stone fruits. Am Phytopath Society.
- Jarausch B, Fuchs A, Muhlenz I, Lampe I, Harzer U & Jarausch W (2007) Research on European stone fruit yellows (ESFY) in Germany. Bulletin of Insectology 60: 389-390.
- Jarausch W, Danet J-L, Labonne G, Dosba F, Broquaire J-M, Saillard C & Garnier M (2001) Mapping the spread of apricot chlorotic leaf roll (ACLR) in southern France and implication of *Cacopsylla pruni* as a vector of European stone fruit yellows (ESFY) phytoplasmas. Plant Pathology 50: 782-790.
- Jarausch W, Eyquard J, Mazy K, Lansac M & Dosba F (1999) High level of resistance of sweet cherry (*Prunus avium* L.) towards European stone fruit yellows phytoplasmas. Advances in Horticultural Science: 108-112.
- Jarausch W, Lansac M, Saillard C, Broquaire J & Dosba F (1998) PCR assay for specific detection of European stone fruit yellows phytoplasmas and its use for epidemiological studies in France. European Journal of Plant Pathology 104: 17-27.
- Lederer W & Seemüller E (1992) Demonstration of mycoplasmas in *Prunus* species in Germany. Journal of Phytopathology 134: 89-96.
- Lemaire J-M, Jullian J-P, Audergon J-M & Castelain C (1998) SYMPTOMATOLOGIE ET GAMME D'HOTES. Arboriculture fruitière: 21-24.
- Lichou J (2012) Monographie abricot. CTIFL Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.
- Lichou J & Audubert A (1989) [Apricot tree [economics, the orchard, the fruit]]. Ctifl.
- Lorenz K-H, Dosba F, Poggi-Pollini C, Llacer G & Seemüller E (1994) Phytoplasma diseases

- of *Prunus* species in Europe are caused by genetically similar organisms/Phytoplasma-Krankheit von *Prunus*-Arten in Europa werden durch genetisch einheitliche Organismen hervorgerufen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection*: 567-575.
- Machado MLDC, Paltrinieri S, Hanzer V, Arthofer W, Strommer S, Martini M, Pondrelli M & Bertaccini A (2001) Presence of European stone fruit yellows (ESFY or 16SrX-B) phytoplasmas in apricots in Austria. *Plant Pathology* 50: 130-135.
- Marcone C, Jarausch B, Jarausch W & Dosba F (2011) European Stone Fruit Yellows Phytoplasma: Virus and Virus-Like Diseases of Pome and Stone Fruits (ed. by MB A. Hadidi, T. Candresse, W. Jelkmann) The American Phytopathological Society Press, St Paul, Minnesota, USA, pp. 233-241.
- Marcone C, Ragozzino A, Firrao G & Locci R (1995) Investigations on declining apricot trees associated with MLOs: Petria.
- Mascherpa A-L (1996) Enroulement chlorotique de l'abricotier : état des lieux des vergers gardois. *L'Exploitant Agricole* 807: 3-4.
- Morvan G (1957) Transmission par greffage des symptômes de dépérissement de l'abricotier. *Fruits d'outremer* 12: 335-339.
- Morvan G (1968) Méthodes de diagnostic du virus de l'enroulement chlorotique de l'abricotier et de quelques autres virus rencontrés sur abricotier: IV International Symposium on Apricots and Apricot Culture 11 (ed., pp. 373-382.
- Morvan G (1977) Apricot chlorotic leaf roll. *EPPO Bulletin* 7: 37-55.
- Morvan G & Castelain C (1965) Recherche d'indicateurs pour les virus liés à l'Enroulement chlorotique de l'Abricotier. *Zastita Bilja* 85: 419-425.
- Peccoud J, Labonne G & Sauvion N (2013) Molecular Test to Assign Individuals within the *Cacopsylla pruni* complex. *PLoS ONE* 8: e72454. doi:72410.71371/journal.pone.0072454.
- Poggi Pollini C, Giunchedi L & Gambin E (1993) Presence of mycoplasma-like organisms in peach trees in northern-central Italy. *Phytopathologia Mediterranea* 32: 188-192.
- R Core Team (2017) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <https://www.r-project.org>.
- Sauvion N, Calatayud P-A, Thiéry D & Marion-Poll F (2013) Interactions insectes-plantes. Editions Quae & IRD Editions.
- Seemüller E & Schneider B (2004) '*Candidatus* Phytoplasma mali', '*Candidatus* Phytoplasma pyri' and '*Candidatus* Phytoplasma prunorum', the causal agents of apple proliferation, pear decline and European stone fruit yellows, respectively. *International Journal of Systematic*

- and Evolutionary Microbiology 54: 1217-1226.
- Serçe ÇU, Gazel M, Çaglayan K, Baş M & Son L (2006) Phytoplasma diseases of fruit trees in germplasm and commercial orchards in Turkey. Journal of Plant Pathology: 179-185.
- Steffek R, Follak S, Sauvion N, Labonne G & MacLeod A (2012) Distribution of '*Candidatus* Phytoplasma prunorum' and its vector *Cacopsylla pruni* in European fruit-growing areas: a review. EPPO Bulletin 42: 191-202.
- Thébaud G (2005) Etude du développement spatio-temporel d'une maladie transmise par vecteur en intégrant modélisation statistique et expérimentation: cas de l'ESFY (European stone fruit yellows). Mémoire de thèse. École nationale supérieure agronomique (Montpellier).
- Thébaud G, Sauvion N, Chadoeuf J, Dufils A & Labonne G (2006) Identifying risk factors for European stone fruit yellows from a survey. Phytopathology 96: 890-899.
- Thébaud G, Yvon M, Alary R, Sauvion N & Labonne G (2009) Efficient Transmission of '*Candidatus* Phytoplasma prunorum' is delayed by eight months due to a long latency in its host-alternating vector. Phytopathology 99: 265-273. doi:Doi 10.1094/Phyto-99-3-0265.
- Torres E, Martin M, Paltrinieri S, Vila A, Masalles R & Bertaccini A (2004) Spreading of ESFY phytoplasmas in stone fruit in Catalonia (Spain). Journal of Phytopathology 152: 432-437

L'European stone fruit yellows (ESFY) est une maladie qui attaque les plantes du genre *Prunus*. Elle est causée par un phytoplasme '*Candidatus Phytoplasma prunorum*' et se propage soit par des insectes vecteurs (complexe de deux espèces *Cacopsylla pruni*) soit par voie végétative. L'ESFY est la cause d'importantes pertes économiques en France et en Europe dans toutes les zones de culture de *Prunus*. Il n'existe pas de lutte directe contre l'agent causal ni de variétés reconnues officiellement comme résistantes. Pour y faire face, les arboriculteurs ont recours à des traitements insecticides contre le psylle vecteur. Cette étude visait d'une part à quantifier de l'impact la maladie en France et d'autre part à rechercher de sources de résistance à cette maladie. Trois différentes approches ont été utilisées : une recherche bibliographique, une enquête auprès des acteurs de la filière fruit et des analyses statistiques de données de prospections. Nos résultats montrent que les arboriculteurs perçoivent l'ESFY comme une maladie en recrudescence. Hargrand et Goldrich sont les deux variétés qui ressortent comme potentiellement résistantes à l'ESFY. Ces résultats devraient être confirmés, notamment par des données de prospections d'autres régions de France.

Mots clés : Enroulement Chlorotique de l'Abricotier, résistance, tolérance, sélection variétale, *Prunus*, phytoplasme, épidémiologie, maladie à transmission vectorielle

European stone fruit yellows (ESFY) is a disease that attacks plants of the genus *Prunus*, and caused by phytoplasma '*Candidatus Phytoplasma prunorum*'. This pathogen can be spread either by insect vectors (complexe of two species *Cacopsylla pruni*) or via infected planted material. ESFY is a major threat for stone fruit production throughout Europe. There is no direct control of the causative agent or varieties officially recognized as resistant. So to face it, the grovers resort to insecticidal treatments against the psyllid vector. This study aims to quantify the impact of the disease in France and to find sources of resistance to this disease. Three different approaches were used: a bibliographic systematic search, a survey of the fruit sector actors and statistical analyzes of survey data. Our results show that fruit tree growers perceive ESFY as a growing disease. Hargrand and Goldrich are the two varieties that appear potentially resistant to ESFY. These results should be confirmed, in particular by survey data from other regions of France.

Keywords : Enroulement Chlorotique de l'Abricotier, resistance, tolerance, varietal selection, *Prunus*, phytoplasma, epidemiology, vector-born disease.

Liste des figures

Figure 1 : Pathosystème de l'ESFY	5
Figure 2 : Symptômes de ESFY	5
Figure 3 : Cycles biologique de <i>Cacopsylla pruni</i> et la vection du phytoplasme 'Candidatus phytoplasma prunorum' (Thébaud et al. 2006) image de Sauvion Nicolas, INRA©	5
Figure 4 : Variétés citées dans la littérature	13
Figure 5 : Plan 1-2 de l'ACM sur tableau des réponses aux questions I-2, II-1, II-2, II-3, II-4 relatives au profil des répondants au mode de conduite des vergers.....	15
Figure 6 : Nombre de traitements visant l'ECA.....	15
Figure 7 : ACM sur tableau répondant à la questions II-5 (mode de décisions de traitements).	15
Figure 8 : Histogrammes représentant la situation des vergers vis-à-vis l'ECA	17
Figure 9 : Nombre de citations de chaque maladie du verger par les répondants.....	17
Figure 10 : Classification des différentes maladies impactant le verger de <i>Prunus</i>	17
Figure 11 : Variétés d'abricotiers cultivées par les arboriculteurs enquêtés	18
Figure 12 : Classification des variétés d'abricotier par rapport à la résistance de l'ECA	18
Figure 13 : Plan 1-2 de l'ACP interclasse par rapport aux taux de contamination des données Rhône Alpes	20
Figure 14 : Variétés dont aucune parcelle n'a été observée contaminée par l'ECA.....	20

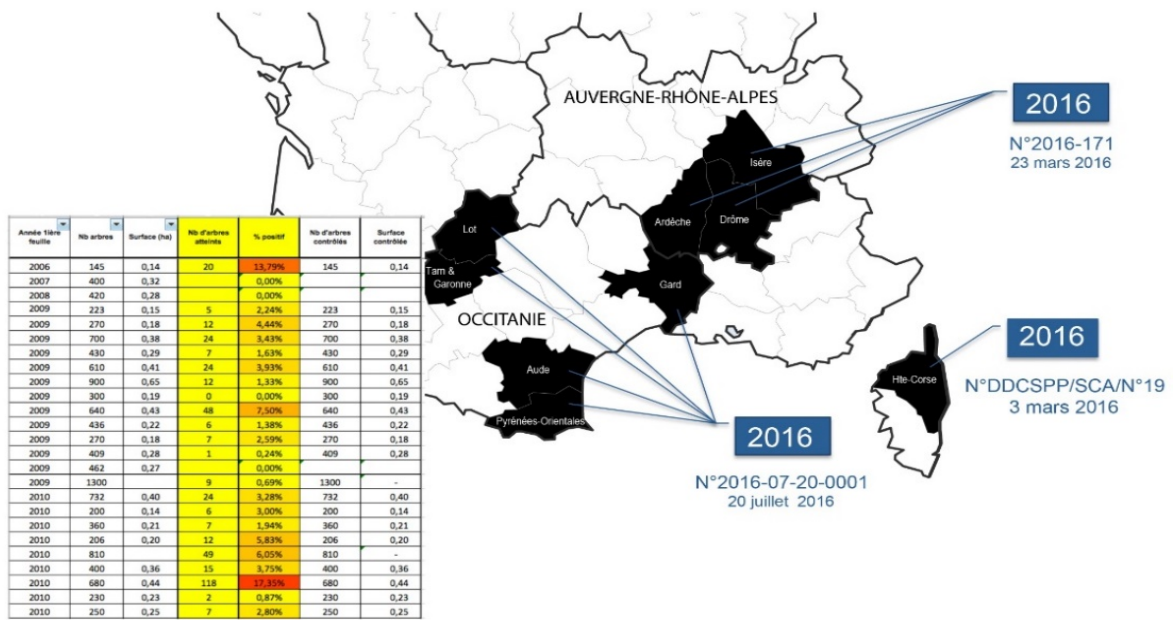
Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des variétés d'abricotiers dans les démarches de recherche de variétés résistantes à l'ECA	23
---	----

Annexe 1

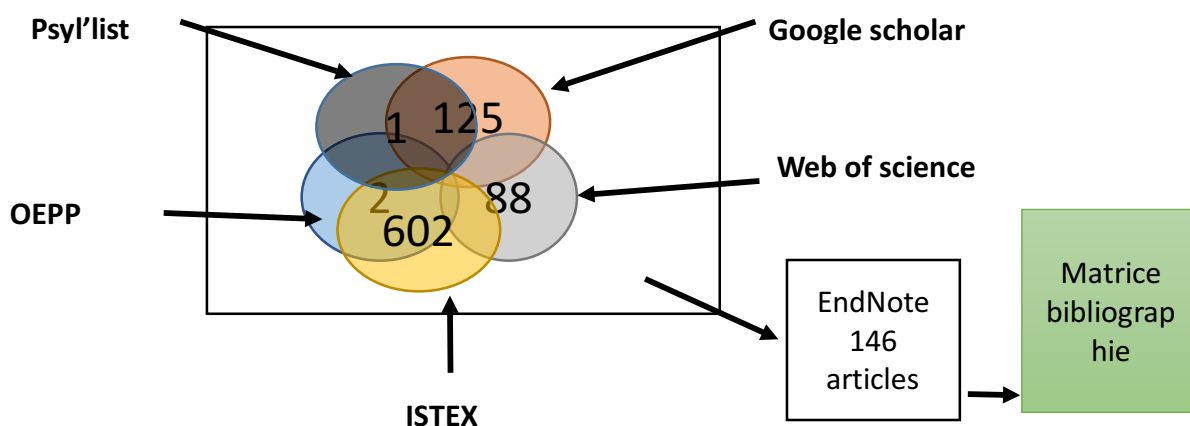
Carte des régions ayant des arrêtés préfectoraux pour le contrôle de l'ECA

Arrêtés préfectoraux 2016



Annexe 2

Bases de données et sites web consultés pour la bibliographie



Acronyme	URL	Description
CABI	https://www.cabi.org	Centre of Agricultural Bioscience International
Google	https://www.google.com/	
Google scholar	https://scholar.google.fr	
INPN	https://inpn.mnhn.fr/accueil/index	Inventaire National du Patrimoine Nature
ISTEX	https://www.istex.fr/	bibliothèque numérique au service de l'enseignement supérieur français et de la recherche. Un moteur de recherche adapté aux besoins des chercheurs facilite l'extraction, les fouilles de données et les téléchargements. Cette base contient plus de 21 millions d'archives couvrant la période de 1400 à 2017
OEPP	https://www.eppo.int	Organisation Européen et méditerranéenne pour la protection des plantes
Psyl'list	https://www.hemiptera-databases.org/psyllist/	base de données en ligne dédiée aux psylles offrant un accès facile aux données taxonomiques éparpillées dans les articles publiés.
WOS		base de données bibliographique pluridisciplinaire en ligne. Elle possède à la fois des données bibliographiques et des données bibliométriques (nombre de citation, indice h).

Annexe 3

Mots clés et résultats trouvés dans la recherche de documents

Navigateur Mots clés	ISTEX	google scholar	Psyl'list	OEPP
« Dépérissement de l'abricotier par apoplexie »	1	1		1
« Leptonécrose sur prune japonais »	0	0		0
« Dérèglement végétatif »	36	9		0
ECA OR « Enroulement Chlorotique de l'abricotier »	6	425000		2
ESFY OR « European stone fruit yellows »	602	2000		381
Resistance AND « Dépérissement de l'abricotier par apoplexie »	0	1		0
Résistance AND « Leptonécrose sur prune japonais »	0	0		0
Résistance AND « Dérèglement végétatif »	1	4		1
Résistance AND « Enroulement Chlorotique de l'abricotier »	1	58		2
Résistance AND « European stone fruit yellows »	259	530		175
Tolérance AND « Dépérissement de l'abricotier par apoplexie »	1	1		1
Tolérance AND « Leptonécrose sur prune japonais »	0	0		1
Tolérance AND « Dérèglement végétatif »	0	2		0
Tolérance AND « Enroulement Chlorotique de l'abricotier »	1	48		0
Tolérance AND « European stone fruit yellows »	183	388		135

Annexe 4



Service d'enquêtes

Parcourir les réponses: (ECA : sources de résistance et impact économique)



Saisie de données

ECA : sources de résistance et impact économique

37 questions sur la problématique de l'Enroulement Chlorotique de l'Abricotier en France.

*Code:

I- IDENTITE

I-1 * Votre Nom Prénom I-2 * Quel est votre statut ?

- Arboriculteur
 Technicien conseiller de terrain
 Acteur de la recherche ou du développement dans le public (chercheur, ingénieur, technicien)
 Acteur de la recherche ou du développement dans le privé (chercheur, ingénieur, technicien)
 Acteur de la surveillance (ex: membre FREDON)
 Pépiniériste
 Particulier

Autre I-3 Région.s d'implantation de votre verger

I-4 Département.s d'implantation de votre verger(ex: Hérault, 34)

I-5 Commune.s d'implantation de votre verger

II- VOTRE PROFIL

 II-1 Estimation du nombre moyen de traitements chimiques par an et par parcelle (y compris les traitements insecticides) dans votre verger de Prunus ?

II-2 Estimation du nombre moyen de traitements insecticides par an et par parcelle ?

II-3 Estimation du nombre moyen de traitements insecticides par an ciblant l'ECA ?

II-4 Conduite du verger ?

Conventiennelle
 Conventiennelle avec charte de qualité
 Mixte
 Agriculture Biologique (AB)
 Autre

II-5 Mode de décision des traitements

Suite à avis du BSV (ou autre bulletin)
 Après conseil de technicien(s)
 Par votre propre jugement
 Traitement(s) systématique(s)
 Autre:

II-6 Taille de votre exploitation

Nombre de parcelles de Prunus
 Surface totale en Prunus (ha)
 Nombre de parcelles d'abricotiers
 Surface totale en abricotiers (ha)
 Nombre de parcelles de pruniers
 Surface totale en pruniers (ha)

II-7 Votre expérience en tant qu'arboriculteur

Quel âge a votre exploitation ?
 Depuis combien de temps êtes-vous installé.e ?
 Combien d'années d'expérience avez-vous dans la culture de l'abricotier ?
 Combien d'années d'expérience avez-vous dans la culture du prunier ?

II-8 Sur une échelle de 1 à 5, quel niveau de connaissances estimez-vous avoir sur l'ECA ? 1: aucune connaissance...5 : je connais très bien la maladie _____

III- A PROPOS DE L'ECA

III-1 Classez par ordre d'importance les maladies ou ravageurs qui vous impactent le plus (se référer aux noms de la liste)

Vos choix:

Votre classement:

1:
 2:
 3:
 4:
 5:
 6:

Bactériose (Pseudomonas)	7:	<input type="text"/>
Criblure à coryneum	8:	<input type="text"/>
Chancre à Cytopspora	9:	<input type="text"/>
Chancre à Fusicocccum	10:	<input type="text"/>
Enroulement Chlorotique de l'	11:	<input type="text"/>
Eutypiose ou Chancre à Eutyp	12:	<input type="text"/>
Monilioses (Monilia spp.)	13:	<input type="text"/>
Oidium (Podosphaera spp.)	14:	<input type="text"/>
Pourriture (Phytophthora)	15:	<input type="text"/>
Plomb parasitaire	16:	<input type="text"/>
Pourridiés	17:	<input type="text"/>
Rouille du prunier	18:	<input type="text"/>
Sharka (Plum pox virus)	19:	<input type="text"/>
Tavelure	20:	<input type="text"/>
Verticilliose	21:	<input type="text"/>
Cloques (Taphrina spp.)	22:	<input type="text"/>
Autre maladie	23:	<input type="text"/>
Mineuses	24:	<input type="text"/>
Nématodes	25:	<input type="text"/>
Péritèle gris (Coleoptère)		
Phyllobe (Coléoptère)		
Pucerons		
Thrips du pêcher		
Tordeuse orientale du pêcher		
Autre ravageur		

III-2
 Considérez-vous que l'ECA est une maladie en recrudescence ?

Commentaire:



III-3
 Quel.s facteur.s selon vous expliqueraient le mieux la persistance voire la recrudescence de cette maladie ?Classer ces facteurs, en retenant que ceux qui vous semblent pertinents_____

Vos choix:

Fortes populations de psylles
 Changement climatique
 Nouvelles variétés plus sensibles
 Pratiques culturales inadaptées
 Méconnaissance de la maladie
 Inefficacité des méthodes de lutte
 Maladie orpheline/délaissée/croisée
 Manque de coordination au sein de l'association
 Autre cause

Votre classement:

1:
 2:
 3:
 4:
 5:
 6:
 7:
 8:
 9:



III-4
 Comment qualifieriez-vous la situation de votre exploitation vis-à-vis de l'ECA (que vous luttiez ou non contre la maladie) ?



III-5
 En moyenne, sur votre exploitation, vous diriez que vous observez de nouveaux cas d'ECA...Ajoutez éventuellement un commentaire_____

Commentaire:



III-6
 D'après quel.s symptôme.s êtes-vous capable d'identifier l'ECA dans votre verger ? Vous pouvez ajouter un commentaire si vous le

- Feuillaison précoce
- Jaunissement des feuilles
- Raccourcissement des entre-noeuds
- Enroulement autour des nervures

souhaitez_____

Je ne sais pas reconnaître les symptômes

Autre symptôme

iv- VOS VARIETES



iv-
1

Quelle.s variété.s d'ABRICOTIER cultivez-vous ACTUELLEMENT ?Vous pouvez éventuellement laisser un commentaire pour chaque variétéSi une variété n'apparaît pas dans la liste, reportez-vous à la fin de celle-ci à AUTRE1, AUTRE2, etc_____

- AC HAROSTAR
- ANEGAT
- APRIBANG
- APRIQUEEN
- APRISWEET
- ARAMIS® Shamade
- BANGAT
- BERGAROUGE® Avirine
- BERGE COT Servien n° 1
- BERGERON
- BERGEVAL® Aviclo
- BIG RED® EA 4006
- BOUCHERAN® Boutard
- CANDIDE
- CONGAT
- DIGAT
- EARLY BLUSH® Rutbhart
- FANTASME® Avikour
- FARALIA
- FARBALY
- FARBELA
- FARCLO
- FARELY
- FARLIS
- FARTOLI
- FLOPRIA
- FRISSON
- GILGAT
- GOLBAR® Toyiba
- GOLDRICH
- GOLDSTRIKE® Toeyssi
- HARGRAND
- HAROGEM
- HARVAL
- HELENA DU ROUSSILLON® Aviera
- IZIAGAT
- JENGAT
- KIOTO

- KOOLGAT
- LADY COT
- LATICA
- MAGIC COT
- MEDIABEL
- MEDIVA
- MEDOLY
- MILORD
- MIRANDELLA
- ORANGE RUBIS® Couloumine
- ORANGERED® Bhart
- PINKCOT® Cotpy
- POLONAIS ou Orangé de provence
- PRICIA
- ROBADA
- ROYAL ROUSSILLON
- RUBISSIMO RUBISTA®
- SEFORA
- SOLEDANE
- SOLIMAR® Torravium
- SPRINGBLUSH® EA 3126 TH
- SWEET COT® Toyuda
- SWIGOLD
- WIRED
- SYLRED
- TARDIF DE TAIN
- TARDIROUGE® Revlar
- TOM COT® Toyaco
- VERTIGE
- WONDER COT
- AUTRE1
- AUTRE2
- AUTRE3
- AUTRE4
- AUTRE5

IV-
2
Quelle.s variété.s de PRUNE (américano/japonaise ou européenne) cultivez-vous ACTUELLEMENT ? Vous pouvez éventuellement laisser un commentaire pour chaque variété. Si une variété n'apparaît pas dans la liste, reportez-vous à la fin de celle-ci à AUTRE1, AUTRE2, etc _____

- ANGELENO
- Anne Gold
- AUGUST YUMMY
- BLACK AMBER
- CRIMSON GLO



- EARLI QUEEN®
- EARLINA©
- FORTUNE
- GOLDEN GLOBE® Zairobe
- Golden Japan
- GRENADINE
- HIROMI RED
- HONEY DAWN
- HONEY MOON
- HONEY STAR
- JOANNA RED
- LATE BLUE® ZAI163PR
- METIS® Dark Moon
- METIS® Oxy Solar
- METIS® Safari Star
- METIS® Sunset Sky
- METIS® Tonic September Yummy
- MOON GLOBE® Zaipubo
- Obilnaya
- October Sun
- POLARIS SGPR35.17
- PRIMETIME
- RUBY CRUNCH® Florence ou Alpa
- SAPPHIRE
- Soryana
- SUN KISS
- TASTY SWEET©
- Mirabelle de Nancy
- Ortenauer
- Président
- Prune de Vars
- Quetsche d'Alsace
- Quetsche précoce de Buhl
- Reine Claude d'Oullins
- Reine Claude de Bavay
- Reine Claude Diaphane
- Reine Claude verte ou dorée
- Stanley
- TC Sun Gradiplum cov
- AUTRE1
- AUTRE2
- AUTRE3

IV-3

Quel.s PORTE-GREFFE.S utilisez-vous ?Vous pouvez éventuellement laisser un commentaire pour chaque porte-greffe.Si un nom n'apparait pas dans la liste, reportez-vous à la fin de celle-ci à AUTRE1, AUTRE2, etc_____

- AUTRE4
- AUTRE5
- Je ne sais pas
- Avifel (MP43) Torinel
- Cadaman
- Citation
- Franc abricotier
- Franc pêcher
- Franc sylvestris
- GF 1236
- GF 3.8
- GF 305
- GF 667
- GF 677
- GF 8.1
- Ishtara
- Manicot
- Marianna
- Missouri
- Monocot
- Montclar
- Myrobolan
- Pêcher
- AUTRE1
- AUTRE2
- AUTRE3
- AUTRE4
- AUTRE5



IV-4

Classez les variétés d'ABRICOTIERS que VOUS cultivez actuellement en commençant d'abord par celle vous posant le moins de problème* vis-à-vis de l'ECAVous n'êtes pas obligé.e de faire figurer dans cette liste toutes vos variétés. Retenez uniquement celles pour lesquelles vous pouvez porter un jugement.* "le moins de problème" sous-entend que néanmoins la parcelle peut éventuellement être impactée par la maladie. Elle sera alors considérée comme la moins atteinte de votre verger._____

Vos choix:

- AC HAROSTAR
- ANEGAT
- APRIBANG
- APRIQUEEN
- APRISWEET
- ARAMIS® Shamade
- BANGAT
- BERGAROUGE® Avirine
- BERGE COT Servien n°1
- BERGERON
- BERGEVAL® Aviclo
- BIG RED® EA 4006
- BOUCHERAN® Boutard
- CANDIDE
- CONGAT
- DIGAT

Votre classement:

- 1:
- 2:
- 3:
- 4:
- 5:
- 6:
- 7:
- 8:
- 9:
- 10:
- 11:
- 12:
- 13:



EARLY BLUSH® Rutbhart	14:	<input type="text"/>
FANTASME® Avikour	15:	<input type="text"/>
FARALIA	16:	<input type="text"/>
FARBALY	17:	<input type="text"/>
FARBELA	18:	<input type="text"/>
FARCLO	19:	<input type="text"/>
FARELY	20:	<input type="text"/>
FARLIS	21:	<input type="text"/>
FARTOLI	22:	<input type="text"/>
FLOPRIA	23:	<input type="text"/>
FRISSON	24:	<input type="text"/>
GILGAT	25:	<input type="text"/>
GOLBAR® Toyiba	26:	<input type="text"/>
GOLDRICH	27:	<input type="text"/>
GOLDSTRIKE© Toeyssi	28:	<input type="text"/>
HARGRAND	29:	<input type="text"/>
HAROGEM	30:	<input type="text"/>
HARVAL	31:	<input type="text"/>
HELENA DU ROUSSILLON® A	32:	<input type="text"/>
IZIAGAT	33:	<input type="text"/>
JENGAT	34:	<input type="text"/>
KIOTO	35:	<input type="text"/>
KOOLGAT	36:	<input type="text"/>
LADY COT	37:	<input type="text"/>
LATICA	38:	<input type="text"/>
MAGIC COT	39:	<input type="text"/>
MEDIABEL	40:	<input type="text"/>
MEDIVA	41:	<input type="text"/>
MEDOLY	42:	<input type="text"/>
MILORD	43:	<input type="text"/>
MIRANDELLA	44:	<input type="text"/>
ORANGE RUBIS® Couloumine	45:	<input type="text"/>
ORANGERED® Bhart	46:	<input type="text"/>
PINKCOT® Cotpy	47:	<input type="text"/>
POLONAIS ou Orangé de prov	48:	<input type="text"/>
PRICIA	49:	<input type="text"/>
ROBADA	50:	<input type="text"/>
ROYAL ROUSSILLON	51:	<input type="text"/>
RUBISSIMO RUBISTA®	52:	<input type="text"/>
SEFORA	53:	<input type="text"/>
SOLEDANE	54:	<input type="text"/>
SOLIMAR® Torravium	55:	<input type="text"/>
SPRINGBLUSH® EA 3126 TH	56:	<input type="text"/>
SWEET COT® Toyuda	57:	<input type="text"/>
SWIGOLD	58:	<input type="text"/>
WIRED	59:	<input type="text"/>
SYLRED	60:	<input type="text"/>
TARDIF DE TAIN	61:	<input type="text"/>
TARDIROUGE® Revlar	62:	<input type="text"/>
TOM COT® Toyaco	63:	<input type="text"/>
VERTIGE	64:	<input type="text"/>
WONDER COT	65:	<input type="text"/>
AUTRE1		
AUTRE2		
AUTRE3		
AUTRE4		
AUTRE5		

IV-5

Classez les variétés de PRUNE (américano/japonaise ou européenne) que VOUS cultivez actuellement en commençant d'abord par celle vous posant le moins de problème* vis-à-vis de l'ECA. Vous n'êtes pas obligé.e de faire figurer dans cette liste toutes vos variétés. Retenez uniquement celles pour lesquelles vous pouvez porter un jugement.* "le moins de problème" sous-entend que néanmoins la parcelle peut éventuellement être impactée par la maladie. Elle sera alors considérée comme la moins atteinte de votre verger. _____

Vos choix:

- ANGELENO
- Anne Gold
- AUGUST YUMMY
- BLACK AMBER
- CRIMSON GLO
- EARLI QUEEN®
- EARLINA©
- FORTUNE
- GOLDEN GLOBE® Zairobe
- Golden Japan
- GRENADINE
- HIROMI RED
- HONEY DAWN
- HONEY MOON
- HONEY STAR
- JOANNA RED
- LATE BLUE® ZAI163PR
- METIS® Dark Moon
- METIS® Oxy Solar
- METIS® Safari Star
- METIS® Sunset Sky
- METIS® Tonic September Yun
- MOON GLOBE® Zaipubo
- Obilnaya
- October Sun
- POLARIS SGPR35.17
- PRIMETIME
- RUBY CRUNCH® Florence ou
- SAPPHIRE
- Soryana
- SUN KISS
- TASTY SWEET©
- Mirabelle de Nancy
- Ortenauer
- Président
- Prune de Vars
- Quetsche d'Alsace
- Quetsche précoce de Buhl
- Reine Claude d'Oullins
- Reine Claude de Bavay
- Reine Claude Diaphane
- Reine Claude verte ou dorée
- Stanley
- TC Sun Gradiplum cov
- AUTRE1
- AUTRE2
- AUTRE3
- AUTRE4
- AUTRE5

- 66:
- 67:
- 68:
- 69:
- 70:
- 71:
- 72:
- 73:

Votre classement:

- 1:
- 2:
- 3:
- 4:
- 5:
- 6:
- 7:
- 8:
- 9:
- 10:
- 11:
- 12:
- 13:
- 14:
- 15:
- 16:
- 17:
- 18:
- 19:
- 20:
- 21:
- 22:
- 23:
- 24:
- 25:
- 26:
- 27:
- 28:
- 29:
- 30:
- 31:
- 32:
- 33:
- 34:
- 35:
- 36:
- 37:
- 38:
- 39:
- 40:
- 41:



42:

43:

44:

45:

46:

47:

48:

49:

IV-6 Parmi les variétés d'ABRICOTIER que vous cultivez, laquelle vous pose le plus de problème vis-à-vis de l'ECA ?Indiquez son nom dans la case "commentaire" et estimez son niveau de sensibilité _____

Commentaire:



IV-7 Parmi les variétés de PRUNE que vous cultivez, laquelle vous pose le plus de problème vis-à-vis de l'ECA ?Indiquez son nom dans la case "commentaire" et estimez son niveau de sensibilité _____

Commentaire:



IV-8 Parmi les variétés d'ABRICOTIER que vous CONNAISSEZ (que vous la cultivez ou non), laquelle semble poser le plus de problème vis-à-vis de l'ECA ?Indiquez son nom dans la case "commentaire" et estimez son niveau de sensibilité _____

Commentaire:



IV-9 Parmi les variétés de PRUNE que vous CONNAISSEZ (que vous la cultivez ou non), laquelle semble poser le plus de problème vis-à-vis de l'ECA ?Indiquez son nom dans la case "commentaire" et estimez son niveau de sensibilité _____

Commentaire:



IV-10 Quelle.s variété.s d'ABRICOTIER, parmi celle.s que VOUS CONNAISSEZ, vous semble la/les plus intéressante.s pour faire face à la problématique ECA ? (3 propositions maximum)

proposition 1

proposition 2

proposition 3



IV-11 Quelle.s variété.s de PRUNES, parmi celle.s que VOUS CONNAISSEZ, vous semble la/les plus intéressante.s pour faire face à la problématique ECA ? (3 propositions maximum)

proposition 1

proposition 2

proposition 3



IV-12 Si demain vous deviez planter une nouvelle parcelle d'ABRICOTIERS, quelle variété utiliseriez-vous en association avec quel porte-greffe ? (5 propositions possibles)

Proposition 1

Proposition 2

Proposition 3

Proposition 4

IV-13

Si demain vous deviez planter une nouvelle parcelle de PRUNIERs, quelle variété utiliseriez-vous en association avec quel porte-greffe ? (5 propositions possibles)

Proposition 5

Proposition 1

Proposition 2

Proposition 3

Proposition 4

Proposition 5



IV-14

Pour le choix d'une variété, considérez-vous que la prise en compte de la problématique ECA est...Vous pouvez éventuellement rajouter un commentaire_____

ESSENTIELLE (c'est le premier critère)

TRES IMPORTANTE (mais ce n'est pas le tout premier critère)

IMPORTANTE (mais plusieurs autres critères sont tout aussi importants)

SECONDAIRE (d'autres critères sont beaucoup plus importants)

UN NON SUJET (pas d'informations sur la résistance ou la sensibilité de telle ou telle variété)

JE NE ME POSE PAS LA QUESTION



V- GESTION DE LA LUTTE

V-1

*Pensez-vous que vous êtes bien informé.e sur cette maladie ?Rajoutez un commentaire si vous le souhaitez_____

Commentaire:



V-2

* Pensez-vous que la gestion de la lutte actuelle est satisfaisante ?Rajoutez un commentaire si vous le souhaitez_____

Commentaire:



V-3

*Par quel.s moyen.s vous tenez-vous informé.e sur cette maladie ?Rajoutez un commentaire si vous le souhaitez_____

ENTRE COLLEGUES

PAR LA PRESSE PROFESSIONNELLE

BSV OU AUTRE BULLETIN

REUNION D'INFORMATION

INTERNET

PAR CONSEILLERS

AUTRE MOYEN1

AUTRE MOYEN2



V-4

*La recherche et le développement sur la problématique de l'ECA vous semblent-ils à la hauteur des enjeux économiques de la filière Fruits ?Vous pouvez commenter votre réponse_____

Commentaire:



Finaliser l'envoi de la réponse

Sauvegarder pour complétion ultérieure par l'utilisateur du questionnaire

Envoyer



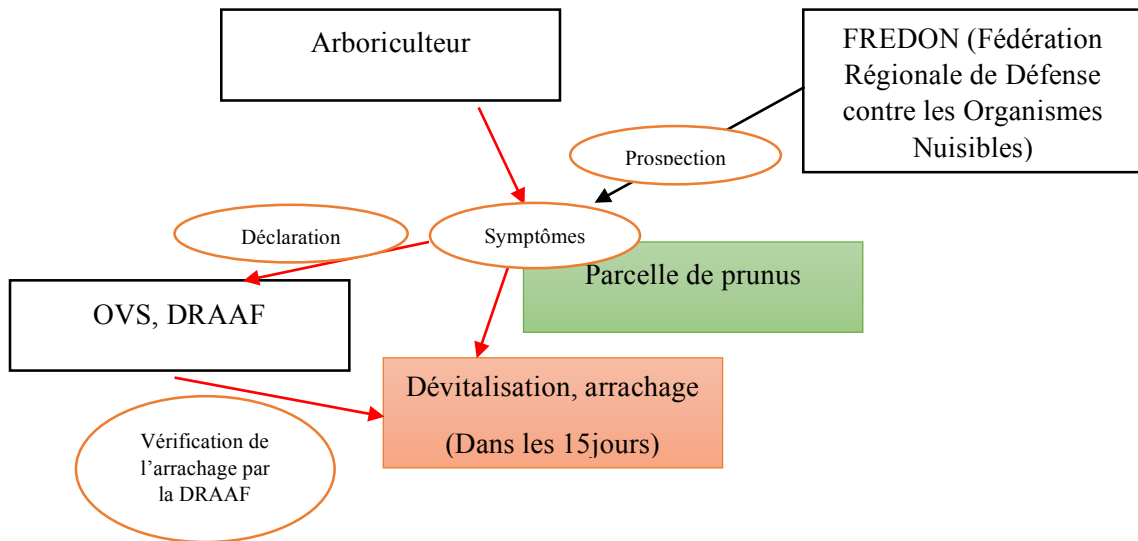
LimeSurvey
Version 1.87+ Build 8518

[Mentions légales](#)



Annexe 5

Procédure de la surveillance de verger sensibles à l'ECA



ANNEXE 6

N°	variété	note	Confiance	références
1	Tomcot	8	1	Mascherpa A-L et al 1996
2	Sortilège	8	1	Mascherpa A-L et al 1996
3	Sernhac	8	1	Mascherpa A-L et al 1996
4	Helena	8	1	Mascherpa A-L et al 1996
5	Harogem	8	1	Mascherpa A-L et al 1996
6	Hargrand	8	2	Mascherpa A-L et al 1996
7	Fantasme	8	1	Mascherpa A-L et al 1996
8	Earlyblush	8	1	Mascherpa A-L et al 1996
9	Cremonini	8	1	Osler et al 2014
10	Jaubert foulon	8	1	Audergon et al 1989
11	Max gold	8	1	Audergon et al 1989
12	Marculesti 23/4	8	1	Audergon et al 1989
13	Castemi do	8	1	Audergon et al 1989
14	Polonais	7	1	Mascherpa A-L et al 1996
15	Comédie	7	1	Mascherpa A-L et al 1996
16	Modesto	7	2	Mascherpa A-L et al 1996
17	Goldrich	7	2	Mascherpa A-L et al 1996
18	Kremser Rosenmarille	7	1	Mascherpa A-L et al 1996
19	Rousillon	6	1	Mascherpa A-L et al 1996
20	Orangered	6	3	Mascherpa A-L et al 1996
21	Mascle	6	1	Mascherpa A-L et al 1996
22	Tyrinte	6	2	Mascherpa A-L et al 1996
23	Colomer	6	1	Mascherpa A-L et al 1996
24	Goldrich	6	2	Mascherpa A-L et al 1996
25	Rouge de fournes	6	1	Mascherpa A-L et al 1996
26	Red haven	6	2	Mascherpa A-L et al 1996
27	Lambertin	5	3	Mascherpa A-L et al 1996
28	Bergeron	5	2	Mascherpa A-L et al 1996
29	Columet	5	1	Osler et al 2014
30	Reale d'imola	5	2	Osler et al 2014
N°	variété	note	Confiance	Mascherpa A-L et al 1996
31	Aurora	5	1	Richter, 2002
32	Fournes	4	2	Mascherpa A-L et al 1996
33	Beliana	4	1	Mascherpa A-L et al 1996
34	Autumn giant	4	1	Audergon et al 1989
35	Chastemi do	4	1	Audergon et al 1989
36	cot 1071	4		Audergon et al 1989
37	Hungarian best	4	2	Mascherpa A-L et al 1996
38	Klosterneuburger/Hungarian best	4	2	Richter, 2002
39	Hargrand	4	1	Richter, 2002

40	Bulida	3	2	Osler et al 2014
41	Harcot	3	1	Osler et al 2014
42	Sorisso	3	1	Osler et al 2014
43	Bergeron	3	2	Richter, 2002
44	Wahre grobe fruhe	3	1	Richter, 2002
45	Flamingold	2	1	Mascherpa A-L et al 1996
46	Cafona	2	2	Osler et al 2014
47	Tardif de bordaneuil	2	1	Audergon et al 1989
48	Masfied seedling	2	1	Audergon et al 1989
49	Caid Azdz1	2	1	Audergon et al 1989
50	Morocco Apricot	2	1	Audergon et al 1989
51	Bebeco LA 2-A	2	1	Audergon et al 1989
52	Bebeco LA 2-3	2	1	Audergon et al 1989
53	Bebeco LA 2-4	2	1	Audergon et al 1989
54	Bebeco LA 2-5	2	1	Audergon et al 1989
55	Bergeron	2	1	Audergon et al 1989
56	Orangered	2	1	Richter, 2002
57	Polonais	2	1	Richter, 2002
58	Priana	1	1	Mascherpa A-L et al 1996
59	Durkheimer	1	1	Richter, 2002

Audergon J, Castelain C, Morvan G & Chastellière M (1989) Behaviour of 150 apricot varieties after an apricot chlorotic leaf roll inoculation: IX International Symposium on Apricot Culture 293 (ed., pp. 593-598.

Mascherpa A-L (1996) Enroulement chlorotique de l'abricotier : état des lieux des vergers gardois. L'Exploitant Agricole 807: 3-4.

Osler R, Borselli S, Ermacora P, Loschi A, Martini M, Musetti R & Loi N (2014) Acquired tolerance in apricot plants that stably recovered from European stone fruit yellows. Plant disease 98: 492-496.

Richter S (2002) Susceptibility of Austrian apricot and peach cultivars to ESFY. Aurora 14: 2.