



HAL
open science

Étude pour la mise en place d'une production de figes en agriculture biologique aux Vergers du Moulin : aspects climatiques et phytosanitaires

Marceau Jolivet

► To cite this version:

Marceau Jolivet. Étude pour la mise en place d'une production de figes en agriculture biologique aux Vergers du Moulin : aspects climatiques et phytosanitaires. Life Sciences [q-bio]. 2023. <dumas-04225687>

HAL Id: dumas-04225687

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04225687v1>

Submitted on 3 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

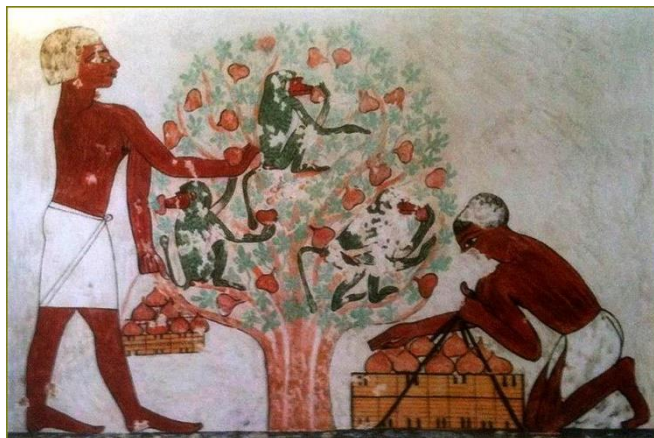
L'Institut Agro Rennes-Angers

Site d'Angers Site de Rennes

<p>Année universitaire : 2022 – 2023</p> <p>Spécialité : Horticulture</p> <p>Spécialisation (et option éventuelle) : Protection des Plantes et Environnement en Horticulture</p>	<p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> d'ingénieur de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de master de l'Institut Agro Rennes-Angers (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de l'Institut Agro Montpellier (étudiant arrivé en M2)</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p>
--	--

Etude pour la mise en place d'une production de figues en agriculture biologique aux Vergers du Moulin : aspects climatiques et phytosanitaires

Par : Marceau JOLIVET



Soutenu à Angers le 07/09/2023

Devant le jury composé de :

Président : Vanessa Soufflet-Freslon

Maître de stage : Michel Réveillère

Enseignant référent : Mickaël Delaire

Membre du jury invité :

Margaux Allix, conseillère technique en arboriculture Bio, Civam bio 66

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle de l'Institut Agro Rennes-Angers

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation «Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France» disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>

Confidentialité

Non Oui si oui : 1 an 5 ans 10 ans

Pendant toute la durée de confidentialité, aucune diffusion du mémoire n'est possible ⁽¹⁾.

Date et signature du maître de stage ⁽²⁾ :
(ou de l'étudiant-entrepreneur)

A la fin de la période de confidentialité, sa diffusion est soumise aux règles ci-dessous (droits d'auteur et autorisation de diffusion par l'enseignant à renseigner).

Droits d'auteur

L'auteur⁽³⁾ **JOLIVET Marceau**

autorise la diffusion de son travail (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si oui, il autorise

- la diffusion papier du mémoire uniquement⁽⁴⁾
- la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé
- la diffusion papier et électronique du mémoire (joindre dans ce cas la fiche de conformité du mémoire numérique et le contrat de diffusion)

(Facultatif) accepte de placer son mémoire sous licence Creative commons CC-By-Nc-Nd (voir Guide du mémoire Chap 1.4 page 6)

Date et signature de l'auteur :

Autorisation de diffusion par le responsable de spécialisation ou son représentant

L'enseignant juge le mémoire de qualité suffisante pour être diffusé (immédiatement ou à la fin de la période de confidentialité)

Oui Non

Si non, seul le titre du mémoire apparaîtra dans les bases de données.

Si oui, il autorise

- la diffusion papier du mémoire uniquement⁽⁴⁾
- la diffusion papier du mémoire et la diffusion électronique du résumé
- la diffusion papier et électronique du mémoire

Date et signature de l'enseignant :

« La beauté qui sauvera le monde, c'est la générosité, le partage, la compassion, toutes ces valeurs qui amènent à une énergie fabuleuse qui est celle de l'amour »

Pierre Rabhi

Remerciements

Je suis heureux, satisfait, et tout de même un peu triste d'écrire ces quelques lignes qui annoncent un changement de saison et de couleurs dans ma vie. J'ai vécu au sein de cette école de fabuleux moments, et tissé des liens forts d'amitié. L'esprit de bienveillance du corps enseignant m'a accompagné pour croître et m'épanouir. Je remercie donc toutes celles et ceux qui m'ont partagé leur savoir. Je prendrai soin de cette connaissance qui nourrit l'âme, et je la partagerai à d'autres, généreusement et amoureuxment.

Je te remercie, Papa, de m'avoir conduit à cette journée porte ouverte de l'école d'horticulture d'Angers. La route était longue ! Cependant, elle m'a ouvert un nouveau chemin.

Je te remercie, Maman de m'avoir accompagné dans mon installation, en cette petite chambre de cité universitaire, ou j'ai fait mes premiers pas de vie en autonomie.

Merci Cassandra et Cyprien, pour les moments paisibles de discussion, et aussi pour les bons conseils dans les périodes de doutes.

Merci Papi, Mami, Papou, Mamou, je crois que vous m'avez tous, à votre manière, donné le goût de la terre, et qu'elle soit ardéchoise ou ligérienne, j'aime cette Terre. Merci à toi, Jean-Pierre, pour ces moments partagés à jardiner.

Merci Michel de m'avoir donné, d'une manière apaisée et libre, la passion pour les arbres qui donnent des fruits, et aussi pour les fruits que donnent les arbres. Grâce à toi, j'ai été formé d'une manière formidable aux Vergers du Moulin, au cours de ces trois dernières années.

Merci Denis, pour ton accueil chaleureux, timide au début, je me suis peu à peu senti dans un havre de paix sous ton toit. A Sainte-Catherine, j'ai découvert comment prendre le temps de vivre, d'écouter, et aussi de bien manger !

Merci les collègues, compagnons de taille, d'éclaircissage, ou de chanson : Georgina, Noël, Béatrice, Amandine, Emilie, Ben, Chloé, Kevin, Olivier, Bérengère, Nadine, Anne, Solange, Clara, Coline, Gilles, Miguel, Benoît, Solenne !

Merci à Mickaël Delaire de m'avoir patiemment « tuteuré » durant ces trois années d'apprentissage !

Merci aux professeurs de PPEH : Bruno Jaloux, Vanessa Soufflet-Freslon, Alexandre Degrave, Benjamin Carbonne, Yann Tricault, Nicolas Chen, pour ces bons moments partagés à manger des crêpes. Merci à Françoise, Bruno, Sylvain, Sébastien et Ferréol, pour ces moments agréables de discussion, d'échanges, de coups de mains, et de rires.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement Margaux Allix et le Civam bio 66, Cyril Kointz, et le syndicat de défense de la figue de Solliès, Bernard Peyre et François Drouet, pour avoir patiemment répondu à toutes mes questions durant ces six derniers mois. Merci à Rose et Claude Combe, et Jean Noël et Céline Gras pour leur hospitalité et leur générosité. Je remercie également tous les producteurs, chercheurs, et professionnels passionnés de figues qui m'ont aidé dans l'accomplissement de ce travail, que je suis fier de vous présenter aujourd'hui.

Je vous souhaite, lecteurs, de déguster les prochaines figues que vous mangerez avec générosité !

Table des matières

1	Enjeux de l'étude et Etat de l'art	1
1.1	Contexte de l'étude	1
1.1.1	Les cultures pérennes faces aux mutations environnementales	1
1.1.2	Relever les défis techniques de la diversification fruitière et du déplacement des aires de culture.....	1
1.1.3	Problématique de l'étude.....	7
1.2	Le figuier, éléments de connaissance de l'espèce	7
1.2.1	Aspects ethnologiques et botanique.....	7
1.2.2	Elements de biologie et de physiologie.....	11
1.3	La figue, une production fruitière mineure en France.....	13
1.3.1	Principaux bassins de productions	13
1.3.2	Une filière au développement contraint	13
1.3.3	Présentation de <i>Silba adipata</i> Mc Alpine– verrou technique pour les producteurs bio.....	15
2	Démarche : Collecte et traitement des données nécessaires à notre étude.....	19
2.1	Satisfaction des besoins climatiques du figuier aux Vergers du Moulin à l'horizon 2050.....	19
2.1.1	Objectifs.....	19
2.1.2	Données collectées et méthode de collecte	19
2.1.3	Sélection et extraction de jeux de données climatiques sur la plateforme DRIAS.....	21
2.1.4	Traitement des données.....	21
2.1.5	Analyse des données et résultats attendus	21
2.2	Inventaire de présence des bioagresseurs du figuier.....	23
2.2.1	Objectif.....	23
2.2.2	Méthode de collecte	23
2.2.3	Analyse et traitement des données collectées.....	25
2.2.4	Synthèse des données collectées et résultats attendus	25
2.3	Enquêtes auprès de producteurs et de techniciens de la filière figue.....	25
2.3.1	Objectifs.....	25
2.3.2	Méthode de collecte	27
2.3.3	Organisation de trois voyages d'études.....	27
2.3.4	Traitement des données.....	27
2.3.5	Résultats attendus	27
3	Résultats : Synthèse et analyse des données collectées.....	29
3.1	Prévisions climatiques locales à l'horizon 2050	29

3.1.1	Satisfaction des besoins en chaleur pour la croissance et la maturation des fruits.....	29
	30
3.1.2	Risque de contrainte climatique sur la période de récolte des figues.....	33
3.1.3	Les phénomènes de températures extrêmes, un risque pour les espèces historiques ?.....	35
3.2	Analyse de risque phytosanitaire.....	37
3.2.1	Insectes ravageurs.....	37
3.2.2	Maladies.....	39
3.2.3	Autres problématiques phytosanitaires.....	39
3.2.4	Mouche noire du figuier : observations et moyens de lutte.....	41
4	Discussion : Proposition d'un système de culture pour une parcelle de figuiers implantée aux Vergers du Moulin.....	49
4.1	Implantation du futur verger.....	49
4.1.1	Site d'implantation.....	49
4.1.2	Vérification des conditions d'une bonne implantation.....	49
4.1.3	Préparation du terrain.....	49
4.1.4	Choix d'une forme de conduite.....	51
4.1.5	Sélection d'une gamme variétale.....	53
4.1.6	Plantation des arbres.....	53
4.2	Itinéraire technique culturale.....	53
4.2.1	Chantier de taille.....	53
4.2.2	Gestion de l'enherbement et fertilisation.....	55
4.2.3	Schéma d'irrigation sélectionné.....	55
4.2.4	Le chantier de récolte, poste de travail majeur.....	59
4.3	Protection phytosanitaire.....	61
4.3.1	Protocole de traitement.....	61
4.3.2	Protocole de surveillance de <i>Silba adipata</i> Mc Alpine.....	63
4.3.3	Abri de protection mono-parcelle.....	63
4.4	Conclusion.....	65
5	Annexes.....	75

Glossaire

Besoins en froid : exigences des bourgeons en basse température pour lever leur dormance hivernale.

Caprifiguiers : figuier sauvage ou figuier mâle

ETP : l'évapotranspiration potentielle ou ETP est une valeur journalière ou mensuelle, exprimé en mm. Il correspond au cumul de l'évaporation du sol et de l'eau transpirée par les plantes dans une situation de confort hydrique. Le dérèglement climatique a entraîné une augmentation de 15% des ETP au cours des 30 dernières années. (Dubocs, 2019).

Inoculum : partie d'un organisme nuisible qui permet la réinfection d'un milieu

KC : le kc ou coefficient cultural est une valeur propre à une culture à un stade végétatif donné. Il permet de calculer la consommation d'eau d'une plante selon la formule suivante :
Consommation = $Kc \cdot Etp$

Nouaison : stade phénologique printanier marquant le début de développement du fruit après la fécondation et la formation des graines

Ovipositeur : partie de l'appareil reproducteur femelle chez les insectes qui permet la ponte de l'œuf.

Parthénocarpie : production de fruits sans fécondation, les fruits produits ne présentant pas de graines.

Phénologie : étude de l'apparition dans le temps d'évènements périodiques dans le monde vivant.

Pupe : nymphe d'un diptère (mouche)

RCP : littéralement « Profils représentatifs d'évolution de concentration ». Chaque RCP est une hypothèse possible du comportement à venir de notre société, associé à un scénario d'émissions de gaz à effet de serre (Soubeyroux et al., 2021). Aujourd'hui, les climatologues utilisent quatre scénarios pour leurs prévisions : RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 et RCP8.5. La réalisation du scénario RCP2.6 implique que nous adoptons les mesures de l'accord international de Paris sur le changement climatique (décembre 2015), limitant ainsi le réchauffement global à 2°C. A l'inverse, le RCP8.5 implique une évolution de la société sans réduction de nos émissions de GES, qui conduirait à un réchauffement global de 5°C. Les RCP4.5 et 6.0 décrivent des voies d'évolutions intermédiaires (Regnard & Hutin, 2022).

Traçant : qui se développe à l'horizontal

Liste des abréviations

AB : Agriculture Biologique

CA : Chambre d'Agriculture

DJ : Degrés-jours

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

EARL : Exploitation agricole à responsabilité limitée

H1 : Horizon 1

Ha : Hectare

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

IFT : Indice de fréquence de traitement

K : Potassium

MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle

N : Azote

OFB : Office français de la biodiversité

P : Phosphore

S. adipata : *Silba adipata*

Tm : Température moyenne

UTH : Unité de travailleur humain, soit l'équivalent d'un temps complet sur une exploitation

Table des figures

Figure 1 : Principaux types de Köppen rencontrés en France. Les types en italique sont très faiblement représentés en France. Source : Dubreuil, 2022 (page 1)

Figure 2 : Fréquence de type de climat annuel sur la période observée 1991-2020 et d'après le modèle CNRM-ALADIN avec le scénario RCP8.5 pour 2031-2060 et 2071-2100. Source : Amiot et al, 2022 (page 1)

Figure 3 : Cultures de diversification implantées au verger de Philippe Béranger, à Ouveillan (Aude). A : Kiwai B : Feijoa. Source : Jolivet, 2023 (page 2)

Figure 4 : Zonation de la satisfaction des besoins en froids pour la variété de cerisier Burlat dans un passé récent (A) et selon les prédictions climatiques RCP 8.5 dans un futur proche (B) et lointain (C). Source : Campoy et al, 2018. (page 2)

Figure 5 : Les possibles réagencements des cultures fruitières dans le Sud de la France avec le dérèglement climatique. Source : Lauri et al, 2022 (page 4)

Figure 6 : Figueur en 8ème feuille cultivé en parcelle expérimentale aux Vergers du Moulin. A : Arbre B : Débourrement et sortie de la figue fleur Source : Jolivet, 2023 (page 6)

Figure 7 : Cycle biologique du figuier et de son pollinisateur. Source : Rauzier, 2021 (page 8)

Figure 8 : Comparaison des besoins en froid de quelques espèces fruitières cultivées en France Source : Childers, 1978 (page 10)

Figure 9 : Conditions climatiques appliquées à des figuiers dans trois milieux différents : Serre, tunnel recouvert d'une moustiquaire, et à l'air libre (page 10)

Figure 10 : Aire géographique de l'appellation d'origine protégée "Figue de Solliès". Source : INAO, 2017 (page 12)

Figure 11 : Jeune plantation de figuiers dans les Pyrénées-Orientales. Source : Jolivet, 2023 (page 12)

Figure 12 : Mouche noire du figuier en phase de nutrition sur un reste de pétiole arraché d'où suinte du latex. Source : Drouet, 2015 (page 14)

Figure 13 : Dégâts de *Silba adipata* Mc Alpine dans un verger de figuiers des Pyrénées-Orientales. Les figues présentant des colorations violettes sont piquées. Fin juillet, les pertes sont estimées à plus de 50% Source : Jolivet, 2023 (page 16)

Figure 14 : *Silba adipata* en phase de ponte dans l'ostiole d'une figue. Source : Drouet, 2015 (page 16)

Figure 15 : Larve de *Silba adipata* sortant d'une figue immature. Source : Drouet, 2015 (page 16)

Figure 16 : Galeries de *Silba adipata* à l'intérieur d'une figue. Source : Drouet, 2015 (page 16)

Figure 17 : Figue attaquée avec un trou de sortie de larve de *Silba adipata* Mc Alpine. Source : Jolivet, 2023 (page 16)

Figure 18 : Niveau d'infestation par la mouche noire du figuier dans les figues. (A) Taux de ponte de la mouche noire du figuier dans des figues naturellement non pollinisées et pollinisées au verger de Machanaim (N = 235 figues). (B) Test d'olfactométrie pour la préférence des fruits des mouches noires femelles entre les fruits non pollinisés et pollinisés. Source : Nawade, Shaltiel-Harpaz, Yahyaa, Kabaha, et al., 2020 (page 20)

Figure 19 : Localisation des points de la grille Safran sélectionnés pour l'étude climatique. A : Bouzillé - B : Avignon - C : Perpignan D : Solliès - Pont Source : Jolivet, 2023 (page 20)

Figure 20 : Identification de Rouille du figuier (*Cerotelium fici*) aux Vergers du Moulin Source : Jolivet, 2023 (page 22)

Figure 21 : Piège Mc Phail dans le verger expérimental (Bouzillé). Source : Jolivet, 2023 (page 22)

Figure 22 : Producteur rencontré lors du voyage d'étude à Avignon : Francis Honoré, gérant des « Figuières du Mas de Luquet ». Source : Jolivet, 2023 (page 24)

Figure 23 : Boutures de figuier à la pépinière "Les Magnifigues". Source : Jolivet, 2023 (page 26)

Figure 24 : Atelier de transformation de confitures de figues de Christine Reus. Source : Jolivet, 2023 (page 26)

Figure 25 : Cumul de degrés jours (base 10°C) du 1er avril au 1er novembre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5. Source : Jolivet, 2023 (page 28)

Figure 26 : Somme de degrés jours (base 10°C) du 1er avril au 1er septembre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5 (page 30)

Figure 27 : Somme de degrés jours (base 10°C) du 1er avril au 1er septembre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5 (page 30)

Figure 28 : Moyenne de température minimale selon le jour calendaire (Octobre) pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5 (page 32)

Figure 29 : Pluviométrie totale en septembre et octobre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5 (page 34)

Figure 30 : Répartition de *Ceratitis capitata* en Europe occidentale. Source : MNHN et OFB, 2023 (page 38)

Figure 31 : Répartition de *Choreutis Nemorana* en Europe occidentale. Source : MNHN et OFB, 2023 (page 38)

Figure 32 : Photographies à la loupe binoculaire de l'individu « mouche 4 » capturé dans le piège Mc Phail aux Vergers du Moulin en Juillet 2023. Source : Jolivet, 2023 (page 40)

Figure 33 : Piège Flypack Ficus de la société SEDQ. Source : Jolivet, 2023 (page 42)

Figure 34 : Photographies d'une parcelle de figuiers cultivée sous-filet anti-insecte dans les Pyrénées-Orientales. Source : Jolivet, 2023 (page 44)

Figure 35 : Photographie aérienne de la parcelle à implanter. Source : Google Maps, 2023 (page 48)

Figure 36 : Vue topographique des Vergers du Moulin. Source : TopographicMap, 2023 (page 48)

Figure 37 : Verger palissé en Espagne Source : Martinez, 2021 (page 50)

Figure 38 : Essai de conduite en haie fruitière chez M. Brusset, à Caromb. Source : Jolivet, 2023 (page 50)

Figure 39 : Dégâts de brûlures sur tronc. Source : Jolivet, 2023 (page 50)

Figure 40 : Plan du projet de plantation de figuiers aux Vergers du Moulin. Source : Jolivet, 2023 (page 52)

Figure 41 : Mode de conduite en verger piéton chez Laurent Navarette. Source : Jolivet, 2023 (page 54)

Figure 42 : Vieux verger de figuier chez Francis Honoré. Source : Jolivet, 2023 (page 54)

Figure 43 : Résistance à la sécheresse selon les variétés de figuiers. Source : Vidaud, 1997 (page 56)

Figure 44 : Système d'irrigation en Micro-aspersion suspendu, chez Rémi Vandôme. Source : Jolivet, 2023 (page 56)

Figure 45 : Symptômes et dégâts de *Choreutis Nemorana* (Teigne du figuier) Source : Peyre, 2018 (page 62)

Table des tableaux

Tableau 1 : Détail des surfaces par espèce fruitière cultivée aux Vergers du Moulin. Source : Jolivet, 2023 (page 4)

Tableau 2 : Positions des points sélectionnés pour l'étude climatique. Source : Jolivet, 2023 (page 20)

Tableau 3 : Inventaire des ravageurs du figuier en France Source : Jolivet, 2023 (page 36)

Tableau 4 : Détail des surfaces de la gamme variétale sélectionnée pour le projet de plantation. Source : Jolivet, 2023 (page 52)

Tableau 5 : Dose d'irrigation moyenne apportée pour différentes espèces cultivées aux Vergers du Moulin. Source : Jolivet, 2023 (page 58)

Tableau 6 : Récapitulatif des informations techniques pour les traitements à effectuer. Source : Jolivet, 2023 (page 60)

Tableau 7 : Comparatif des deux projets d'abri de protection monobloc étudiés en collaboration avec la société ID mat. Source : Jolivet, 2023 (page 62)

Type	Nom (indicatif)	Caractéristiques
D	Montagnard	Tempéré à hiver froid (influences continentales)
Cfb	Breton	Tempéré à été frais sans saison sèche
Csb	Charentais	Tempéré à été frais et sec
<i>Cwb</i>	<i>Mexicain</i>	<i>Tempéré à été frais et saison sèche hivernale</i>
Cfa	Danubien	Tempéré à été chaud sans saison sèche
Csa	Méditerranéen	Tempéré à été chaud et sec
<i>Cwa</i>	<i>Subtropical</i>	<i>Tempéré chaud et saison sèche hivernale</i>
BSk	Sarde	Semi-aride frais
BSh	Sicilien	Semi-aride chaud
BW	Tunisien	Aride et chaud

Figure 1 : Principaux types de Köppen rencontrés en France. Les types en italique sont très faiblement représentés en France. Source : Dubreuil, 2022

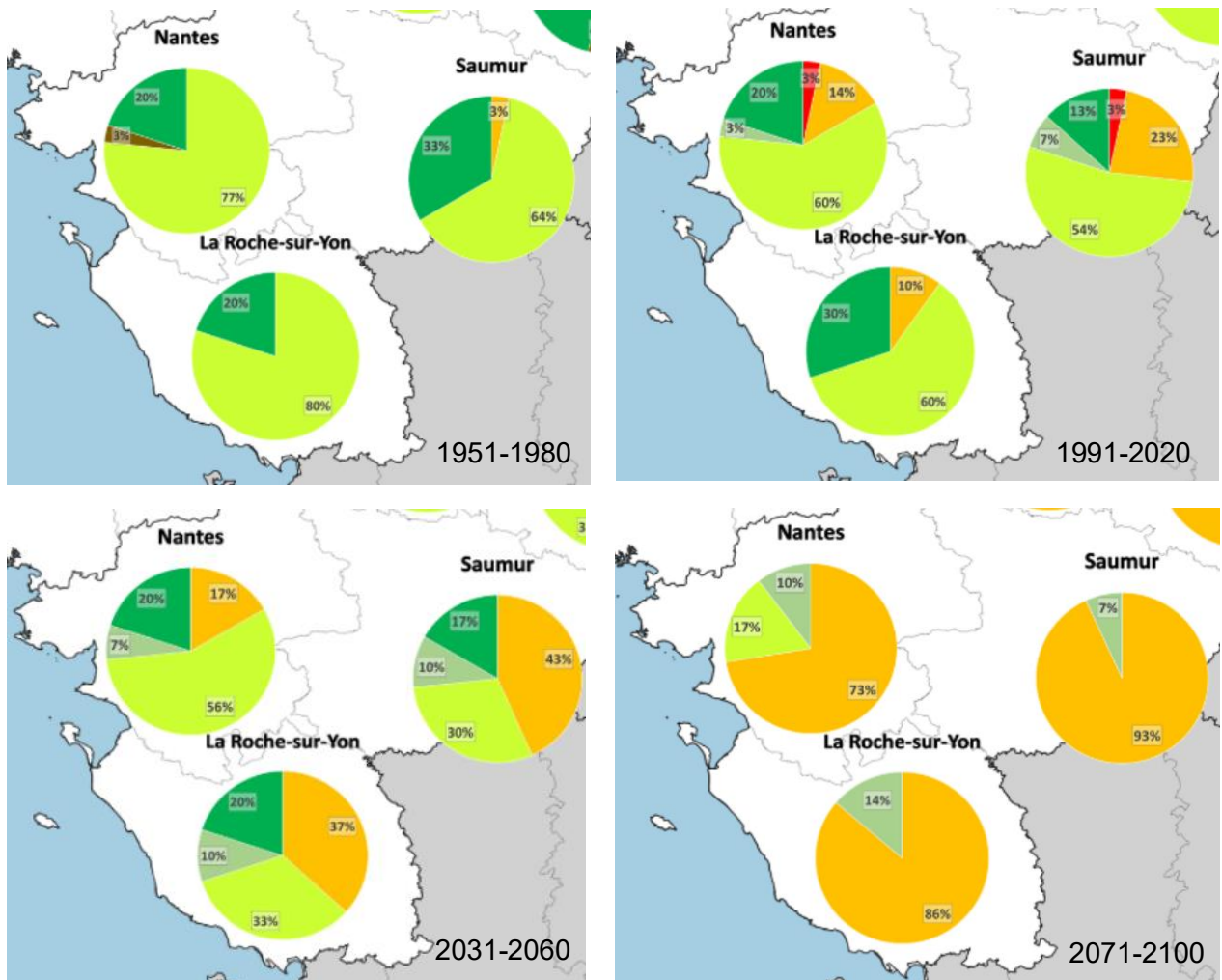


Figure 2 : Fréquence de type de climat annuel sur la période observée 1991-2020 et d'après le modèle CNRM-ALADIN avec le scénario RCP8.5 pour 2031-2060 et 2071-2100. Source : Amiot et al, 2022

1 Enjeux de l'étude et Etat de l'art

1.1 Contexte de l'étude

1.1.1 Les cultures pérennes faces aux mutations environnementales

Les dérèglements climatiques en cours, et la crise énergétique inquiètent les arboriculteurs, chercheurs et expérimentateurs, qui ont besoin d'imaginer le verger français de demain, à l'horizon 2030-2050. L'anxiété émergente des acteurs de la filière est liée à deux interrogations majeures :

« Quel sera le verger écoresponsable et résilient de la prochaine décennie ? »

« Comment concilier adaptation climatique, sobriété énergétique, et viabilité économique ? »
(Legave & Lespinasse, 2022)

Comprendre les effets des dérèglements climatiques en arboriculture fruitière est donc essentiel pour mieux les anticiper (Legave et al., 2022). En Pays de la Loire, le dérèglement climatique entraîne une augmentation de la fréquence des années avec un climat de type « méditerranéen » (Amiot et al., 2022). Ce type de climat défini, d'après la classification de Köppen, une année tempérée a été chaud et sec (Dubreuil, 2022). Avant les années 80, ce type de climat n'était jamais observé dans la région (figure 1 et 2). À l'horizon 2030-2060 en Pays de la Loire, il est prévu qu'environ une année sur 5 soit aussi chaude et sèche que l'année 2022 (Amiot, Lamballe, et al., 2023). Les études récentes conduites dans le cadre du projet Climatveg démontrent les impacts de ces dérèglements sur les vergers de pommiers des Pays de la Loire. Parmi eux, citons l'augmentation du nombre de générations de *Cydia pomonella* au cours de l'été, ainsi que l'augmentation du risque de coups de soleil sur fruits (Legave et al., 2022; Sicre, 2022). Chez le pommier, on peut observer une nécrose de la peau du fruit à partir d'une température à la surface du fruit d'environ 30°C. Lorsque la température atteint environ 45°C on observe des brunissements de la chair. (Felicetti & Schrader, 2008). À l'horizon 2031-2060, les prévisions climatiques pour Nantes annoncent une moyenne du nombre de jours très chaud (>30°C) annuel de 19, contre 11 sur la période 1991-2020, et 5 sur la période 1951-1980 (Amiot et al., 2022).

1.1.2 Relever les défis techniques de la diversification fruitière et du déplacement des aires de culture

Constat et proposition d'un concept

S'ajoutent à cela la raréfaction des énergies fossiles, et les tensions croissantes sur les ressources minières, qui nous mèneront probablement dans les prochaines décennies vers une société de « l'après-pétrole » (Servigne, 2012). Pour répondre à ces problématiques, il semble essentiel d'engager une transition d'un système qui reposait sur une optimisation des rendements, vers un système de minimisation des risques. Cela implique de diversifier les espèces et les variétés cultivées au sein d'une exploitation, afin de répartir la production sur plusieurs spéculations (Guinard, 2022). Cette réflexion doit prendre en compte un déplacement des aires de cultures historiques des espèces fruitières, sous l'effet des dérèglements climatiques. Cela implique donc l'introduction d'espèces fruitières « exotiques », et l'abandon progressif d'espèces fruitières « historiques » dans certains bassins de productions (Regnard & Hutin, 2022). Dans ce contexte, la conception de vergers multi-espèces, à bas niveau d'intrants, constitue un défi majeur pour l'arboriculture (Ricard et al., 2022), (Legave, 2022).



Figure 3 : Cultures de diversification implantées au verger de Philippe Béranger, à Ouveillan (Aude). A : Kiwai B : Fejfoa. Source : Jolivet, 2023

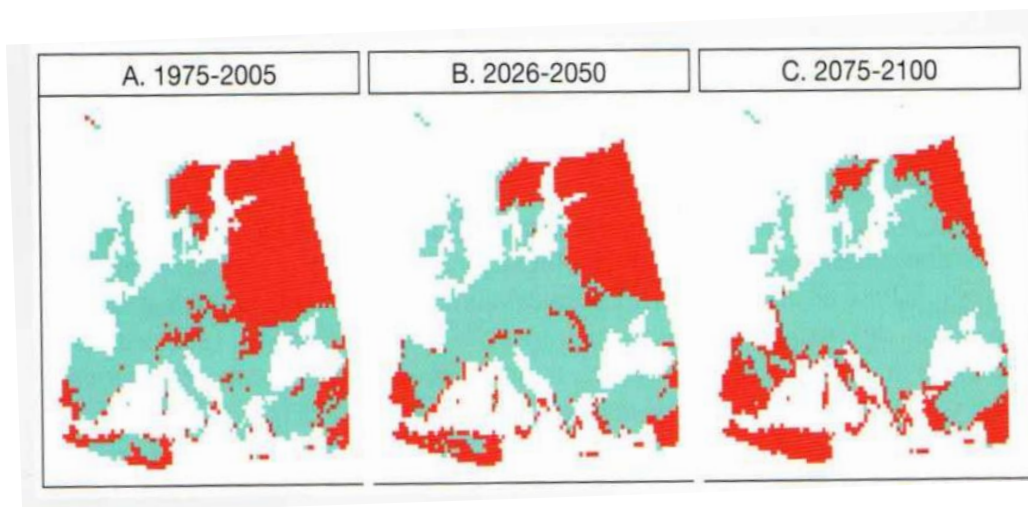


Figure 4 : Zonation de la satisfaction des besoins en froids pour la variété de cerisier Burlat dans un passé récent (A) et selon les prédictions climatiques RCP 8.5 dans un futur proche (B) et lointain (C). Source : Campoy et al, 2018.

Le besoin de diffusions des connaissances

Si les arboriculteurs ont besoin de références techniques pour la mise en place de vergers multi-spécifiques, les études et les expérimentations dans ce domaine en sont encore à leur prémices (Ségalas, 2021). On citera tout de même l'essai de verger circulaire multi-spécifique conduit dans la Drôme, sur le site de Gotheron, (Simon, 2023), ainsi que le verger « Alto » sans intrant, mis en place au CTIFL de Balandran (Ricard et al., 2022). Ces dernières années, on remarque cependant un intérêt marqué pour des cultures fruitières autrefois considérées comme mineures. Au CTIFL de la Morinière, des études bibliographiques sont en cours afin d'évaluer le potentiel de production de divers petits fruits (L. Amiot, communication personnelle, 3 mars 2023). Aujourd'hui, en Paca, en Auvergne Rhônes-Alpes, et en Occitanie, on recense de multiples formations pour la mise en place d'ateliers de diversification fruitière. Parmi les espèces majoritairement concernées, citons l'Amande, la Pistache, la Figue, la grenade, et le Kaki (M. Crouzet, communication personnelle, 5 juillet 2023).

Saisir les opportunités des nouvelles espèces fruitières

La mise en place de nouvelles cultures fruitières est souvent le résultat d'essai d'introduction d'espèces fruitières exotiques, ramenées lors de voyages. L'expérience du kiwi implanté en 1965 dans le bassin de l'Adour, grâce aux travaux de Henri Soyez et Henri Pedelucq est un exemple marquant de succès d'introduction [1]. Dans les années 1990, une étude a été conduite sous la demande du ministère de l'Agriculture, pour connaître les possibilités d'acclimatation de sept espèces fruitières exotiques, dont le Feijoa (*Feijoa sellowiana*) et le Kaki fuyu (*Diospyros kaki*) (Carrières, 1990). De même, la parution de l'ouvrage référence du CTIFL, « Nouvelles espèces fruitières » (Zuang et al., 1988), et plus récemment de « l'encyclopédie des fruitiers sauvages et méconnus » (Pirc, 2022) sont des éléments bibliographiques qui peuvent permettre de découvrir de nouvelles opportunités d'introduction. Ainsi, le Cornouiller *Cornus Mas*, L'argousier *Hippophae rhamnoides*, ou encore la baie de goji *Lycium Chinensis* sont respectivement cultivés en Autriche, en Allemagne, ainsi qu'en Asie, à des fins commerciales (Pirc, 2022). De même, le Kiwai et le Feijoa comptent parmi les espèces fruitières majoritaires cultivées en Nouvelle-Zélande (Anne, 2019). Bien que les traditions culturelles culinaires puissent constituer un frein pour la commercialisation de ces « nouveaux fruits » à grande échelle, ils s'avèrent souvent attractifs et constituent des opportunités pour le marché de la vente directe (Bérenger, 2021).

Les vergers du Moulin, une exploitation fruitière en recherche de pérennité

Les Vergers du Moulin est une exploitation fruitière située en Maine-et-Loire qui emploie 13.4 UTH pour une surface agricole utile de 20.86 ha. Les bénéfices de l'exploitation se basent principalement sur les productions de pommes et de poires avec des tonnages respectifs annuels d'environ 300 tonnes et 90 tonnes. À la suite de la reprise de l'exploitation, il y a 23 ans, le gérant, Michel Réveillère a pris de nombreuses initiatives afin de diminuer l'impact écologique du verger. Il obtient la certification Agriculture Biologique en 2001, et replante de nombreuses variétés de pommiers plus adaptées à ce mode de production dans les années suivantes. Parallèlement à cela, il entame un processus de diversification des cultures, avec la plantation de cerisiers, pruniers, kiwis, myrtilliers, et récemment de plaqueminières, de cognassiers, et de feijoas, à chaque fois sur des surfaces inférieures à 0.5ha. Une petite surface est également dédiée à des cultures maraîchères comme la pomme de terre, l'oignon, la courge, ou encore la fraise. Depuis 2012, la majeure partie de la production est commercialisée en circuit court. Tous ces changements s'inscrivent dans une volonté de développer la vente à la ferme, qui prends de plus en plus d'ampleur avec les années. Le nouveau bâtiment qui accueille le magasin de l'exploitation « Le Jardin des Hespérides » témoigne de la réussite de ce pari osé du circuit court.

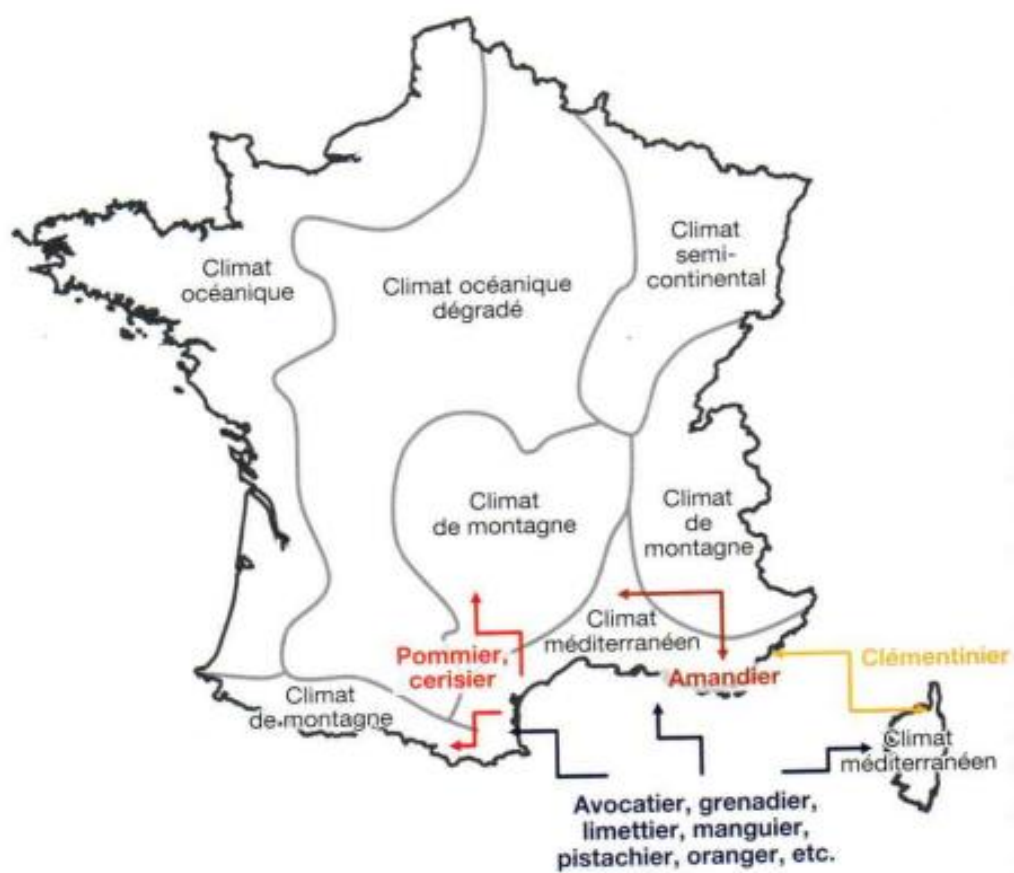


Figure 5 : Les possibles réagencements des cultures fruitières dans le Sud de la France avec le dérèglement climatique. Source : Lauri et al, 2022

Tableau 2 : Détail des surfaces par espèce fruitière cultivée aux Vergers du Moulin. Source : Jolivet, 2023

Espèce fruitière	Surface (ha)
Abricots	0,08
Vergers expérimental	0,39
Cerises	0,47
Coings	0,11
Feijoas	0,06
Kakis	0,42
Kiwis	0,40
Myrtilles	0,42
Poires	4,62
Pommes	8,74
Prunes	0,08
Total général	15,78

La sélection d'espèces fruitières de diversification, un équilibre à trouver

Afin d'évaluer les possibilités d'acclimatation et les potentiels de production de différentes espèces fruitières, de nombreuses micro-parcelles (inférieures à 0.2ha) ont été implantées au fur et à mesure des années au sein du verger. Parmi les espèces testées, citons les grenadiers, châtaigniers, amandiers, noyers, figuiers, feijoas, coings, abricotiers, pêcheurs, kiwaïs. Les retours d'arboriculteurs qui concrétisent des projets de diversifications, ainsi que des visites d'exploitation lors de voyages dans d'autres régions permettent également d'envisager les atouts et les contraintes propres à la culture de chacune de ces espèces. Ces éléments ont été abordés lors d'un entretien avec Michel Réveillère. Ainsi, parmi toutes les espèces citées précédemment, trois semblent présenter des caractéristiques intéressantes pour la mise en place d'un atelier de diversification.

*Le kaki « pomme » ou « Fuyu »- *Diospyros kaki**

Un voyage effectué dans le Sud-Ouest a permis de mettre en évidence les capacités de cette espèce à pousser en conditions méditerranéennes, avec des besoins hydriques inférieurs à ceux du pommier, et sans besoin de traitement phytosanitaire (Tapis, 2021). L'espèce semble également pouvoir s'adapter à des climats plus frais puisque le mûrissement des fruits est provoqué par une diminution des températures à l'automne (Zuang et al., 1988). Une parcelle de 0.3 ha a été implantée aux Vergers du Moulin en 2021, et il convient d'attendre la première fructification pour envisager de nouvelles plantations.

*Le raisin de table- *Vitis vinifera**

Plusieurs arboriculteurs bio de la région Pays de la Loire en ont implanté, principalement pour la faible consommation d'eau de cette espèce et la forte valeur ajoutée du produit dans un système de vente direct (M. Chedet, communication personnelle, septembre 2022). Cependant, le climat humide de la région impose la mise en place d'un abri pour cette culture (bâche anti-pluie, serre), requérant ainsi un investissement important (M. Réveillère, communication personnelle, septembre 2022). De plus, les nombreux traitements à appliquer au cours du cycle de croissance (PINNA, 2019) sont une contrainte dans le cadre d'un atelier de diversification complémentaire à la production de pommes, qui nécessite de nombreux passages de traitement au printemps.

*Le figuier, *Ficus carica**

L'intérêt porté à cette espèce se fonde d'abord sur un premier élément intrigant : bien que cette espèce soit répandue localement sous forme sauvage, et cultivée pour l'autoconsommation dans de nombreuses fermes, il n'existe pas d'exemple connu de production de figues à l'échelle de la région, ni même au nord d'une ligne fictive reliant Lyon à Bordeaux. Les observations réalisées dans le verger expérimental confirment que l'espèce fructifie de manière régulière et semble bien acclimatée dans les conditions locales (M. Réveillère, communication personnelle, septembre 2022). Une enquête menée en PACA a mis en évidence un Ift compris entre 0 et 1 pour cette culture, un point intéressant pour la mise en place d'un atelier de diversification (Frayssinet, 2012). La demande pour ce produit dans les magasins spécialisés semble croissante ces dernières années, laissant supposer des bonnes capacités de commercialisation d'une production locale (Biocoop Sevremoine & Biocoop Cholet Sud, communication personnelle, 2023). Enfin, les origines méditerranéennes de l'arbre, et ses capacités à pousser dans des conditions extrêmes (rocailles, terrains abandonnés) pourraient faire du figuier une culture arboricole alternative intéressante, dans le cadre du réchauffement climatique (Guiheneuf et al., 2021).



Figure 6 : Figuier en 8ème feuille cultivé en parcelle expérimentale aux Vergers du Moulin. A : Arbre B : Débourement et sortie de la figue fleur Source : Jolivet, 2023

1.1.3 Problématique de l'étude

Problématique

Au vu des observations et des éléments de connaissances précédemment cités, il a donc été décidé, à la fin de l'entretien avec M. Réveillère, de conduire une étude sur le figuier, qui répondra à la problématique suivante :

Dans quelle mesure peut-on mettre en place une production de figue AB aux vergers du Moulin, selon la pression phytosanitaire actuelle, et les évolutions climatiques à l'horizon 2050 ?

Hypothèses de travail

Quatre hypothèses de travail ont été établies pour cette étude :

« Les dérèglements climatiques rendront possible la production de figues en Maine-et-Loire à l'horizon 2050 »

« Le figuier peut s'adapter à des conditions pédo-climatiques variées et est un faible consommateur d'intrants »

« Etant donné l'absence de vergers de figuiers à l'échelle de la région, l'inoculum de ravageurs et de maladies inféodés à cette espèce est faible. La mise en place d'un atelier de diversification « figues » nécessitera donc peu d'interventions phytosanitaires »

« Le choix d'une conduite culturale et d'un itinéraire technique adapté au contexte local, peut permettre la mise en place d'une production de figues certifié Bio. »

Plan de l'étude

L'étude tentera de confirmer ou d'infirmer les hypothèses précédentes, à travers cinq temps de réflexion.

Dans un premier temps, nous synthétiserons les éléments de connaissance pour l'espèce *Ficus carica*, et nous présenterons les enjeux actuels pour la production de figues française. Dans un second temps, nous détaillerons la démarche adoptée pour la récolte et le traitement des données nécessaire à notre travail. Nous expliciterons ensuite les connaissances acquises, relatives à chacune des quatre hypothèses, pour ensuite préconiser un système de culture à mettre en œuvre. Enfin, nous proposerons une réflexion sur le travail établi et ces possibilités d'évolutions.

1.2 Le figuier, éléments de connaissance de l'espèce

1.2.1 Aspects ethnologiques et botanique

Classification

Le figuier appartient à la famille des Moracées et au genre ficus, qui comprends plus de 700 espèces (Vidaud, 1997).

Un peu d'étymologie

Le figuier, *Ficus carica* produit un latex très irritant, utilisé autrefois pour soigner les verrues : « ficus » en latin. « *Carica* », ou la Carie, est un ancien petit royaume d'Asie mineure, qui se situait dans le Sud-ouest de la Turquie (Pécout, 2017).

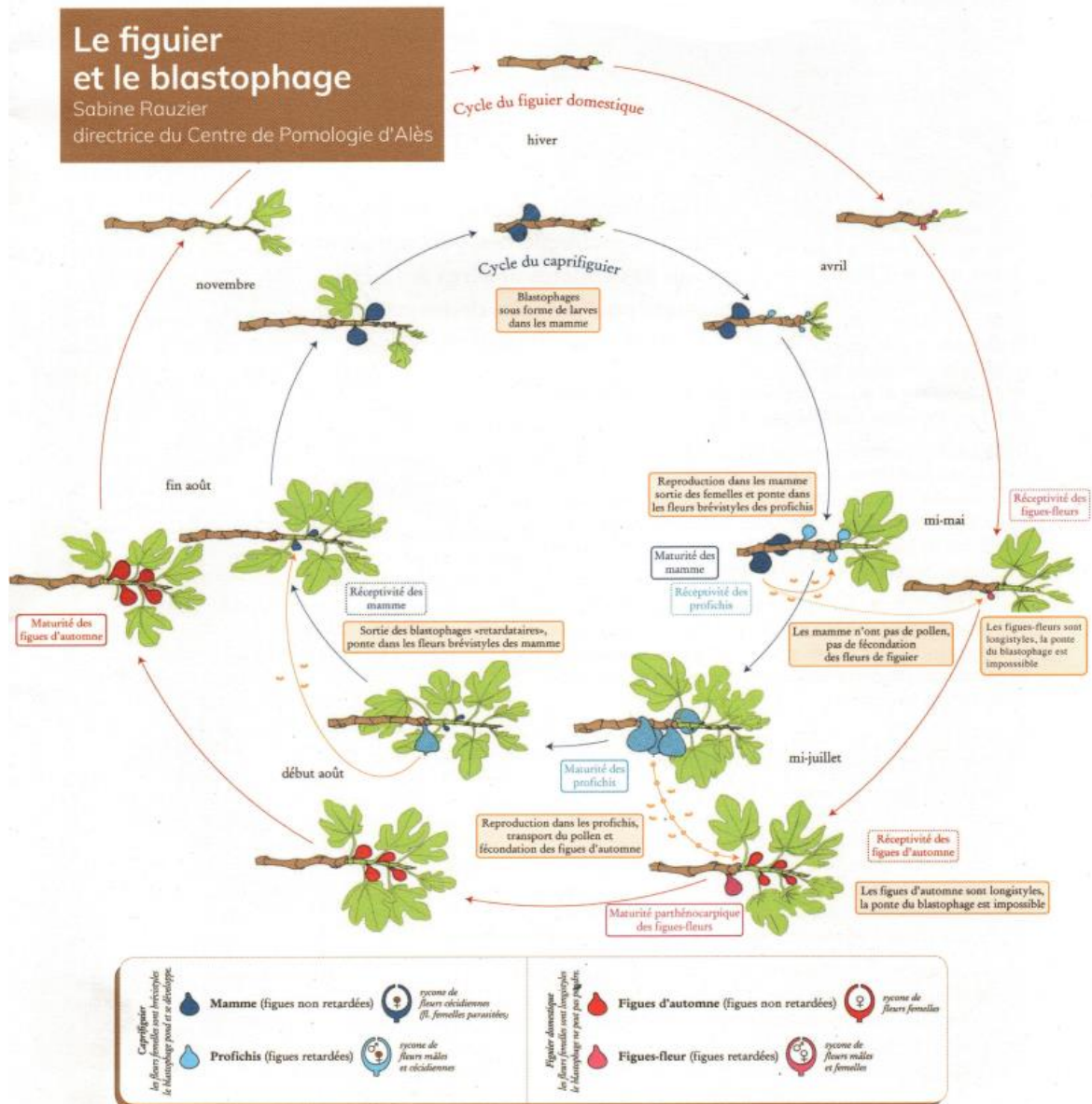


Figure 7 : Cycle biologique du figuier et de son pollinisateur. Source : Rauzier, 2021

Origine et distribution

L'aire d'origine du genre ficus se situerait dans le bassin de l'Assam, au nord-est de l'actuel Inde (Vidaud, 1997). On a retrouvé dans la vallée du Jourdain des figues issues d'une domestication intentionnelle datant de -12000 avant J-C. Ainsi, la figue serait le premier fruit à avoir été domestiqué, 1000 ans avant la domestication des céréales (Garlini, 2021). Le figuier est aujourd'hui cultivé dans tous le bassin méditerranéen, et il a récemment été diffusé en Chine et en Asie du Sud-Est. On le trouve également aux Etats-Unis, en Amérique latine, en Afrique du Sud et en Australie, en Argentine, et même jusqu'en Colombie britannique (Garlini, 2021).

Fructification et pollinisation

L'espèce *Ficus carica* comprends des individus mâles (caprifiguiers) et des individus femelles. Seuls les individus femelles (figuiers domestiques) sont cultivés pour leurs fruits comestibles. Les fruits, que l'on appelle figues ou sycones, sont des inflorescences, elles sont caractéristiques du genre ficus (Dossin, 2022).

Selon les variétés, il peut y avoir une, ou deux générations de fruits sur une saison :

Une génération en juillet, Elle se développe toujours de façon parthénocarpique, sur le bois de l'année précédente. Les figues apparaissent à l'automne et sont visibles en hiver sous forme de gros bourgeons sphériques. Elles sont couramment appelées « figues fleurs » (appellation fautive d'un point de vue botanique).

Une génération en fin d'été et à l'automne. Cette génération est parthénocarpique chez certaines variétés, et a besoin d'une pollinisation pour d'autres. Les figues de cette génération sont couramment appelées « figues d'automne » ou « figues fruits ». Cependant, cette deuxième appellation est fautive d'un point de vue botanique (Vidaud, 1997).

La pollinisation des figuiers est assurée uniquement par le blastophage (*Blastophaga psenes*), un hyménoptère inféodé au figuier. En France, on suppose que le blastophage n'est pas présent au sud d'une ligne fictive Lyon-Bordeaux. (P. Baud, 2021). Son cycle est détaillé figure 7.

Matériel végétal

Le figuier est cultivé sur ses propres racines, sans-porte greffe (Navarro et al., 2020). Les variétés qui produisent uniquement des fruits à l'automne sont dites « unifères ». Chez ces variétés, on distingue :

- Le type commun, totalement parthénocarpique
- Le type « Smyrne » à pollinisation obligatoire

Les variétés qui produisent deux générations de figues sur la saison sont dites « bifères ». Chez ces variétés, on distingue :

- Le type commun, totalement parthénocarpique.
- Le type « San Pedro » aux figues fleurs parthénocarpiques et aux figues d'automne à pollinisation obligatoire (P. Baud, 2021).

Ainsi, les variétés de type « Smyrne » et « San Pedro » ne peuvent être cultivées que sous des latitudes où le blastophage est présent, et à conditions que des caprifiguiers soit présents dans les alentours.

Espèces	Heures de froid ($T^{\circ} < 7^{\circ}\text{C}$) nécessaires pour la levée de la dormance
Pommier	1200 - 1500
Poirier	1200 - 1500
Cerisier	1100 - 1300
Noyer	1200 - 1500
Pêcher	600 - 1200 (200-400)
Abricotier	700 - 1000
Amandier	200 - 500
Figuier	200
Prunier	700 - 1200

Figure 8 : Comparaison des besoins en froid de quelques espèces fruitières cultivées en France Source : Childers, 1978

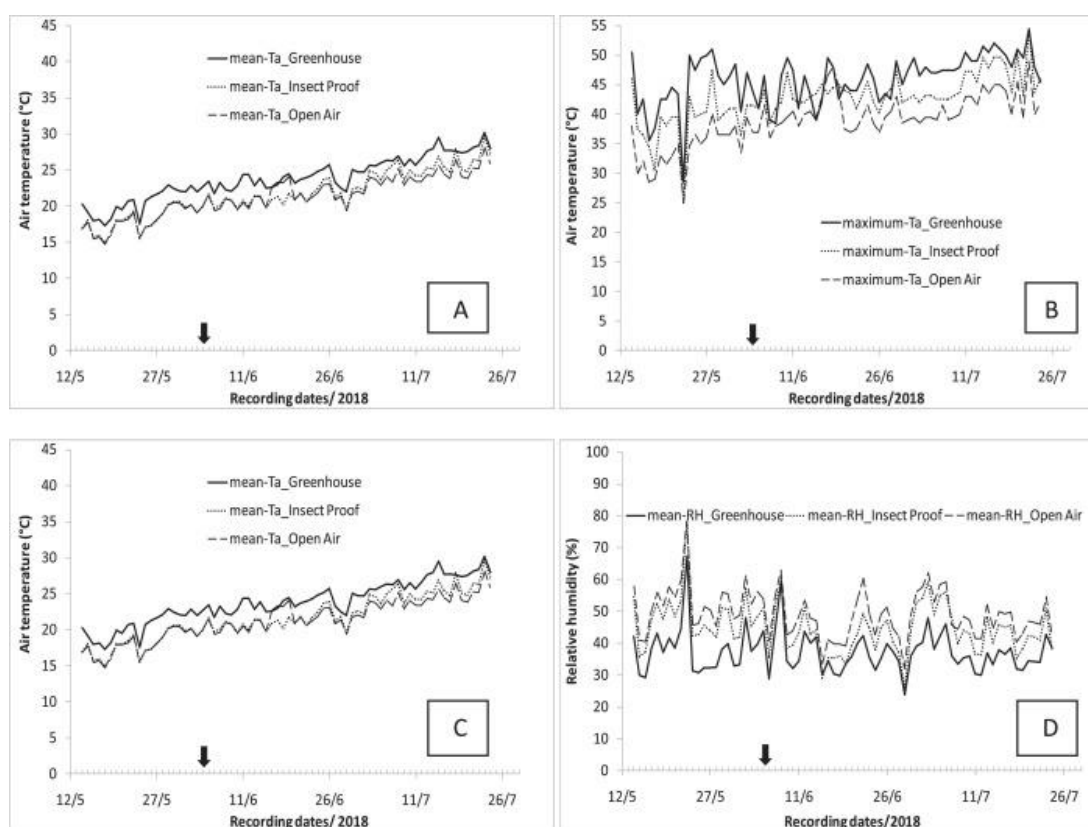


Figure 9 : Conditions climatiques appliquées à des figuiers dans trois milieux différents : Serre, tunnel recouvert d'une moustiquaire, et à l'air libre. Cours quotidiens A- de la température moyenne de l'air moyenne-Ta (°C) B- de la température maximale de l'air maximale-Ta (°C), C- de la température nocturne moyenne moyenne-Ta (°C) et D- de l'humidité relative moyenne de l'air moyenne -RH (%) La flèche indique l'application des traitements d'eau 'T100' et 'T50' et le transfert des plantes dans les trois conditions de croissance. Source : Ammar et al, 2022

1.2.2 Elements de biologie et de physiologie

Croissance et développement

Cette espèce se caractérise par une vigueur remarquable, un développement rapide, et de fortes capacités de régénération végétative. La dominance apicale est forte et l'arbre a tendance à s'étaler et s'effondrer au fur et à mesure qu'il croît, étant donné la souplesse de son bois et de ses branches (Melgarejo Moreno, 1999).

Système racinaire

Le système racinaire du figuier, hyperpuissant, est traçant et superficiel, il n'y a pas de racine pivotante. (Pécout, 2013). Il a des capacités de ramifications très importantes en présence d'eau. Son chevelu racinaire extrêmement dense permet une exploitation optimale de l'eau (Vidaud, 1997). Les racines sont fibreuses, abondantes et très fragiles : 80% d'entre elles se trouvent entre 20 et 45 cm de profondeur. (Melgarejo Moreno, 1999). Elles occupent le sol sur une surface égale au triple de la surface de la canopée (Navarro et al., 2020).

Besoins hydriques

Ses grandes feuilles, de par leur disposition, permettent de conduire l'eau des pluies jusqu'au pied de l'arbre « comme le feraient les tuiles d'un toit » (Pécout, 2017). Elles sont capables d'absorber facilement la pluie, tout comme les fruits. Les phénomènes pluvieux ont une forte influence sur le grossissement des fruits et leur éclatement (Vidaud, 1997). Le figuier présente une forte évapotranspiration foliaire et ses besoins hydriques sont donc très importants. Adapté à un climat semi-aride, il est également capable de montrer une grande tolérance à la sécheresse (Navarro et al., 2020). L'arbre diminue alors ses pertes d'eau par évapotranspiration : le système foliaire se crispe, s'enroule et jaunit, jusqu'à la chute des feuilles (Pécout, 2017). Cependant, dans ces conditions, le calibre et la qualité des fruits sont impactés et la production n'est pas rentable (Navarro et al., 2020).

Besoins pédologiques

Le figuier présente une croissance optimale dans les sols calcaires, profonds (au moins un mètre), fertiles, et légèrement drainants (Pécout, 2017). Il est très sensible à l'asphyxie racinaire. Le pH du sol doit être compris entre 6 et 8.5. (Navarro et al., 2020). Le figuier fait partie des espèces les plus résistantes à la salinité, avec le palmier dattier, le jujubier et le figuier de barbarie. Il présente également une très grande résistance à la chlorose ferrique (Melgarejo Moreno, 1999).

Besoins en froid et en chaleur

Dans une ancienne étude, il est indiqué que la température optimale de photosynthèse pour le figuier est estimée à 25°C (Urbán, 1993). Une étude conduite récemment sur la vulnérabilité du figuier au dérèglement climatique suggère que la température optimale de photosynthèse est plutôt comprise entre 32 et 34°C. Cependant, cette température peut varier selon le cultivar (Ammar et al., 2022). Ainsi, une autre source, française, indique que les températures de 32 à 37°C sont très favorables au développement et à la maturité des fruits (Vidaud, 1997). Les besoins en heures froides sont faibles (figure 8), de l'ordre de 100-400 Unités heures froides (Navarro et al., 2020). Dans le Sud-Est de l'Espagne, le manque de froid hivernal peut causer des pertes de récoltes sur certaines espèces fruitières, mais les vergers de figuiers ne sont pas impactés. Dans les années 1990, les travaux de Riquelme sur les stades phénologiques du figuier ont permis de calculer une température de sortie du repos hivernale de 16°C et un zéro végétatif de 10°C (Melgarejo Moreno, 1999).

AIRE GÉOGRAPHIQUE DE L'AOP FIGUE DE SOLLIÈS

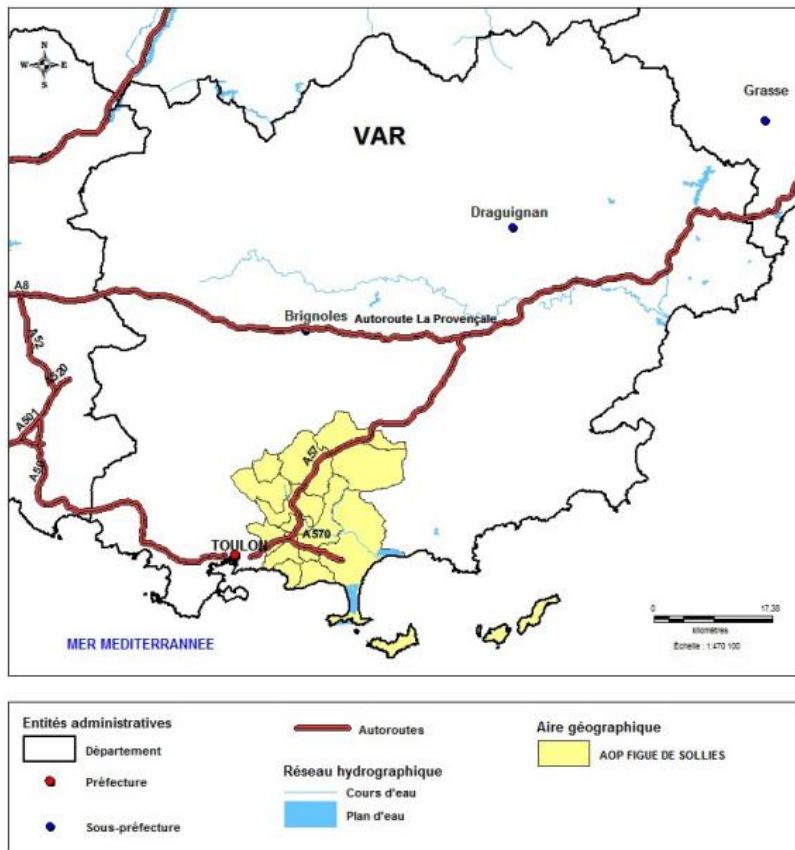


Figure 10 : Aire géographique de l'appellation d'origine protégée "Figue de Sollès". Source : INAO, 2017



Figure 11 : Jeune plantation de figuiers dans les Pyrénées-Orientales. Source : Jolivet, 2023

Seuils de température critique

Le bois de l'année peut geler à partir de -12°C , et à partir de -17°C , toute la partie aérienne peut geler. Les racines sont impactées à partir de -20°C (Dossin, 2022). Des températures supérieures à 37.7°C , lorsqu'elles sont accompagnées de vents chauds et d'un manque d'irrigation pendant la nouaison peuvent faire tomber les fruits (Melgarejo Moreno, 1999). Selon une autre source, un durcissement des fruits est observé à partir de 43°C (Vidaud, 1997). Cependant, il a été montré que le figuier peut survivre à des températures quotidiennes maximales supérieures à 50°C (figure 9) (Ammar et al., 2022). Au printemps, les phénomènes de gelées tardives peuvent impacter les bourgeons et les feuilles lorsque la température est inférieure à -1°C , et les figes fleurs peuvent être détruites à partir de -4°C (Navarette, 2023).

1.3 La figue, une production fruitière mineure en France

1.3.1 Principaux bassins de productions

La France est le 4^{ème} pays producteur Européen, après L'Espagne, la Grèce, et l'Italie (Regnard & Hutin, 2022). En France, 3000 tonnes de figes sont produites chaque année (Dossin, 2022). Il existe trois principaux bassins de productions de figes :

- La zone de Solliès-Pont (Var) où est majoritairement cultivée la figue de la variété Bourjassotte noire sous l'appellation d'origine contrôlée « Violette de Solliès » (figure 10). (Kointz, 2023a)
- Le département des Pyrénées-Orientales, département comptant d'importantes surfaces de cultures fruitières. Au cours de la dernière décennie, de nombreuses parcelles de figes ont été plantées par les producteurs dans un objectif de diversification (figure 11) (Allix, 2023a).
- Le bassin d'Avignon (Vaucluse), également connu pour ses cultures fruitières et horticoles. Il existe notamment à Graveson, (Sud d'Avignon) un verger de 12ha de figuiers plantés il y a 35 ans. Il constitue une référence historique française en matière de production de figes (Honoré, 2023).

Il existe également de petites surfaces de figuiers dans la vallée de la Garonne (Tarn-et-Garonne et Lot-et-Garonne), le Gard et L'hérault. Dans la vallée de la Garonne, les surfaces sont en augmentation ces dernières années (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023). Ainsi, dans le Tarn-et-Garonne, les parcelles de figuiers sont souvent implantées dans les exploitations pour la création d'ateliers de diversification. Le parcellaire est donc très morcelé à l'échelle d'un département, et on dispose de peu d'informations sur les surfaces totales et le nombre de producteurs de figes. (F. Braud, communication personnelle, 20 juillet 2023). Récemment, le confiturier Lucien Georgelin, qui emploie 300 salariés, et l'entrepreneur Sébastien Larroque (Maison Roucadil) se sont associés pour créer l'association FiFruits qui structurera le lancement d'une filière figue dans le Lot-et-Garonne (Guillaume, 2023).

1.3.2 Une filière au développement contraint

En Espagne, en Estrémadure, la surface cultivée de figes a triplé au cours de la dernière décennie et s'accompagne d'une intensification des modes de production : croissance des surfaces cultivées, développement de vergers palissés [1] (Martínez, 2021). Cette intensification répond à un besoin croissant de compétitivité des producteurs, et implique donc une amélioration des connaissances techniques (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023). Cependant, en France, bien que les surfaces cultivées soient en augmentation, le développement d'une filière figue est contraint par le manque de connaissances techniques. Ainsi, l'expansion du ravageur *S. adipata* Mc Alpine au cours de la dernière décennie fragilise les producteurs français de figes, et particulièrement les producteurs AB, qui font face à un verrou technique (Allix, 2022).



Figure 12 : Mouche noire du figuier en phase de nutrition sur un reste de pétiole arraché d'où suinte du latex. Source : Drouet, 2015



Figure 13 : Dégâts de *Silba adipata* Mc Alpine dans un verger de figiers des Pyrénées-Orientales. Les figues présentant des colorations violettes sont piquées. Fin juillet, les pertes sont estimées à plus de 50% Source : Jolivet, 2023

L'absence d'une interprofession qui structure la filière et l'inexistence de programme de recherche ou d'expérimentation sur cette espèce fruitière sont des freins majeurs pour le développement, et la pérennisation du verger français de figuier. Ainsi, l'homologation de nouvelles substances actives sur figuier repose aujourd'hui sur un travail de coopération, entre le syndicat de défense de l'appellation de la figue de Solliès et quelques firmes phytosanitaires. Or, dans un contexte de pression phytosanitaire croissante, le manque d'usages homologués sur figuier est une des principales contraintes rencontrée par les producteurs. (Kointz, 2023a). De même, de nombreux essais visant à trouver des solutions de lutte biologique contre *S. adipata* ont été conduits par le CIVAM Bio 66 depuis 2015 (Singer, 2018a) (Singer, 2018b). Cependant, la taille et les moyens limités de la structure ne permettent pas la mise en œuvre d'un réel programme de recherche, ce qui limite le développement de solutions (Allix, 2023a).

1.3.3 Présentation de *Silba adipata* Mc Alpine – verrou technique pour les producteurs bio

Description

Silba adipata est une mouche appartenant à l'ordre des diptères et à la famille des Lonchaeidae (figure 12). C'est une petite mouche qui mesure entre 1.4 et 1.6mm de large et entre 3.5 et 5mm de long. Elle est noire, brillante au soleil, avec des nuances vertes obscures ou bleuâtre. Les yeux sont rouges brique, et les ailes sont complètement translucides. (Drouet, 2021).

Aire de répartition

D'abord découverte en Italie, *Silba adipata*, a ensuite été signalée dans de multiples pays du Bassin méditerranéen. En France, les premières observations de mouche noire du figuier remontent à 1921 (Turinetti, 1921). Elle a récemment été signalée en Slovénie (Rot et al., 2017), au Japon, en Afrique du Sud, au Mexique, puis en Californie (Britt et al., 2022).

Nuisance

Elle pond dans les petites figues vertes de l'espèce *Ficus carica* à partir du mois de juillet (figure 14), entraînant la chute prématurée des figues à un stade immature. Depuis une dizaine d'années, elle cause des dégâts de plus en plus importants dans les vergers français de figuiers. (F. Drouet, communication personnelle, 1 juin 2023). Ainsi, chez les producteurs certifiés en AB (Agriculture Biologique), les attaques de mouches peuvent causer jusqu'à 80% de perte (Rose, 2018).

Mode d'infestation

La majeure partie des dégâts causés par *Silba adipata* Mc Alpine sont dus à des pontes réalisées lors d'une première phase d'attaque, qui s'étale sur 2 à 3 semaines au cours du mois de juillet (figure 13). Se succèdent ensuite deux phases d'attaques beaucoup moins importantes en août et septembre, malgré la présence de figues immatures dans les arbres (B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023). La mouche noire ne s'attaque jamais à des figues mûres (Drouet, 2021).

Symptômes

Les symptômes permettant l'identification de dégâts de *S. adipata* Mc alpine sont les suivants :

- Chute importante de figues immatures dures
- Apparition d'une zone rouge violacée sur la figue
- Présence de trous de sortie de larve (figure 17)
- Présence d'une zone brunâtre à l'intérieur de la figue, et de galeries dans le parenchyme (figure 16)
- Présence de larve dans la figue (Britt et al., 2022)



Figure 14 : *Silba adipata* en phase de ponte dans l'ostiole d'une figue. Source : Drouet, 2015



Figure 15 : Larve de *Silba adipata* sortant d'une figue immature. Source : Drouet, 2015

-

-



Figure 16 : Galeries de *Silba adipata* à l'intérieur d'une figue. Source : Drouet, 2015



Figure 17 : Figue attaquée avec un trou de sortie de larve de *Silba adipata* Mc Alpine. Source : Jolivet, 2023

Mode de vie et alimentation

Elle se nourrit du latex des figuiers et des exsudats de figues mûres de l'espèce *Ficus carica*. Son activité de nutrition a lieu principalement le matin, dès que les températures augmentent au-dessus de 18°C, puis de la fin d'après-midi jusqu'au crépuscule. (Katsoyannos, 1983).

Cycle biologique

C'est une espèce holométabole et multivoltine (4 à 6 générations par an) sous le climat méditerranéen (Vilallobos Arambula et al., 2020). Dans la région de Toulon, l'émergence de *Silba adipata* Mc Alpine peut débuter à partir du mois de mars (F. Drouet, communication personnelle, 1 juin 2023).

La femelle s'attaque exclusivement à des figues immatures dont le diamètre est généralement compris entre 1.1 et 2.5 cm. Lors de la ponte, la femelle dépose entre un et quatre œufs sous une écaille ostiolaire de la figue, grâce à son ovipositeur. Lors d'une attaque, la mouche noire pond dans une vingtaine de figues. Elle peut pondre dans une figue ou une mouche (toute espèce confondue) a déjà pondue. (Drouet, 2021). L'incubation de l'œuf dure 8 jours en avril et 3 jours en été (Silvestri, 1917).

Les larves naissent dans l'ostiole et se rendent ensuite dans la cavité centrale, dans laquelle elles consomment les styles des fleurs. Elles se déplacent ensuite dans le parenchyme de la paroi du sycone, dans lequel elles creusent des galeries. Puis, elles percent un trou dans l'épiderme, sortent de la figue (figure 15), chutent au sol, et s'enfouissent à une profondeur comprise entre 2 et 10 cm (Britt et al., 2022). La durée du stade larvaire est de 24 jours en avril et de 6 à 7 jours en août. Elles se transforment alors en pupes. La pupaison dure entre 9 et 16 jours. A la fin de la nymphose, l'adulte formé émerge de la pupes et sort à la surface. (Silvestri, 1917).

Le cycle d'évolution de *S.adipata* a donc une durée de 18 à 20 jours en période d'été, et de 48 jours en avril (Drouet, 2021).

Le stade et le lieu d'hibernation restent inconnus à ce jour. Des techniciens et chercheurs ont effectué des tamisages de sol : aucune pupes n'a jamais été trouvée (Allix, 2023a; F. Drouet, communication personnelle, 1 juin 2023).

Facteurs favorisant son développement et son déplacement

Des températures supérieures à 18°C accompagnées de faibles précipitations sont très favorables à son développement (Katsoyannos, 1983) (Andrade et al., 2008). *S. adipata* présente une attirance pour les zones ombragées et humides telles que des haies de roseaux très denses, ou des bas-fonds humides et abrités du vent. (Silvestri, 1917). Les arbres conduits en touffes, avec une forte densité de branches et de feuillages sont généralement plus attaqués que les arbres aérés, conduits sur un seul tronc (F. Drouet, communication personnelle, 1 juin 2023; Silvestri, 1917).

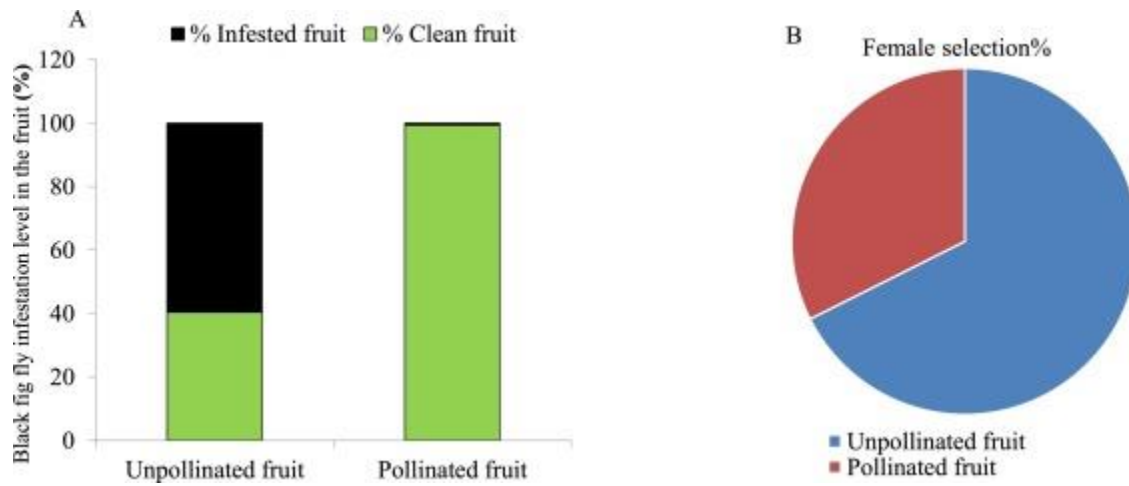


Figure 18 : Niveau d'infestation par la mouche noire du figuier dans les figues. (A) Taux de ponte de la mouche noire du figuier dans des figues naturellement non pollinisées et pollinisées au verger de Machanaim (N = 235 figues). (B) Test d'olfactométrie pour la préférence des fruits des mouches noires femelles entre les fruits non pollinisés et pollinisés. Source : Nawade, Shaltiel-Harpaz, Yahyaa, Kabaha, et al., 2020

Lien entre la pollinisation et les attaques de S. adipata

La mouche noire du figuier fréquente beaucoup plus les caprifigiers que les figuiers domestiques, mais elle peut accomplir son cycle indépendamment du caprifigier. A Solliès-pont, des plantations de caprifigiers qui servaient à polliniser la 2^{nde} récolte de la variété Boule d'or ont été arrachées, car elles auraient favorisé la présence de mouches noires. Cependant, les figues caprifées (pollinisées) ne sont pas attaquées par la mouche noire (B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023). Récemment, des chercheurs Israéliens ont démontré un lien de cause à effet entre la préférence de *S.adipata* pour les fruits parthénocarpiques et l'émission de composés organiques volatiles différents entre les figues pollinisées et non pollinisées (figure 18). Ces résultats pourraient être la base de nouvelles recherches pour le développement d'un piège kairomonal (Nawade, Shaltiel-Harpaz, Yahyaa, Bosamia, et al., 2020; Nawade, Shaltiel-Harpaz, Yahyaa, Kabaha, et al., 2020)

2 Démarche : Collecte et traitement des données nécessaires à notre étude

2.1 Satisfaction des besoins climatiques du figuier aux Vergers du Moulin à l'horizon 2050

2.1.1 Objectifs

Dans ce module, nous cherchons à savoir si les conséquences des dérèglements climatiques à l'échelle locale permettront une croissance et une fructification satisfaisante d'un verger de figuier implanté entre 2025 et 2050. Pour parvenir à cela, nous comparons les prévisions climatiques pour notre localité à l'horizon 2020-2050, avec les observations de climat passé dans les trois principaux bassins de production de figues : Avignon, Solliès-Pont et Perpignan. Cette comparaison s'effectue au travers d'indicateurs agro-climatiques qui permettent de traduire la satisfaction des besoins physiologiques de l'espèce, ainsi que les stades de sensibilité au cours de l'itinéraire technique cultural.

2.1.2 Données collectées et méthode de collecte

Étude bibliographique et enquêtes auprès de spécialistes

Cette première phase a permis de mettre en évidence :

- Les enjeux du dérèglement climatique pour les productions fruitières, à l'échelle du Pays et à l'échelle locale. Cette analyse a majoritairement été réalisée grâce à la lecture de littérature scientifique. Une partie des connaissances a également été acquise par la participation à des séminaires, conférences (Sival, visite Inrae, Ctifl). Elle a permis de relever des inconnues climato-dépendantes, communes à toutes les productions fruitières (gel tardif sur stades sensibles).
- Les phénomènes climatiques les plus impactants sur la croissance et la productivité d'un verger de figuier au cours d'une année. Les connaissances acquises proviennent à la fois de l'étude de documents techniques, et d'entretiens réalisés avec des techniciens et des producteurs de figues. Elles ont permis d'identifier des inconnues climato-dépendantes qui conditionneront une production de figues viable en Maine-et-Loire.
- La méthodologie employée pour la réalisation de prévisions climatiques locales. Pour ce point d'étude, deux entretiens avec le climatologue Louis Amiot ont permis la mise en place d'un protocole adapté à notre contexte. Il comprend notamment la sélection d'un jeu de données fiables et libres d'accès, et la sélection d'un scénario de prévision et d'un modèle qui répondent à nos objectifs. Ces entretiens ont également permis de comprendre les limites de notre protocole de prévisions.

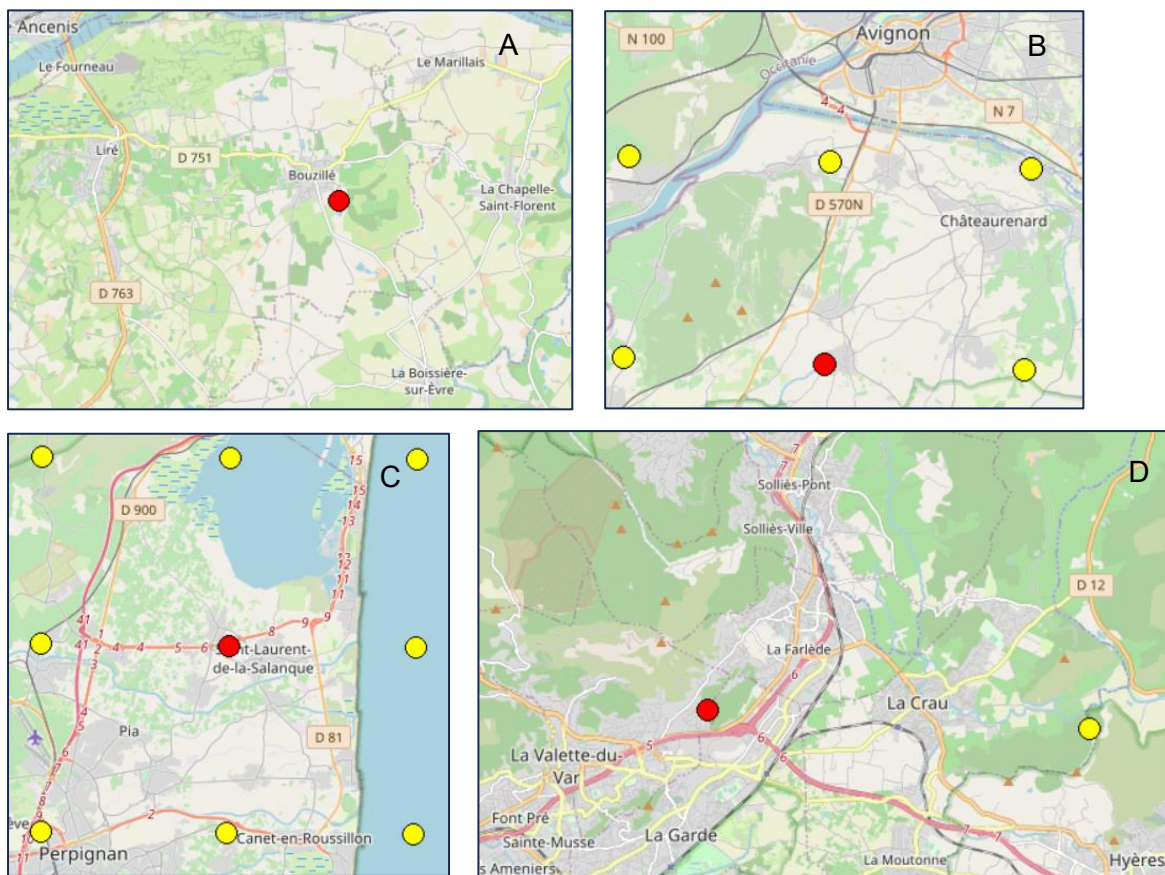


Figure 19 : Localisation des points de la grille Safran sélectionnés pour l'étude climatique.
 A : Bouzillé - B : Avignon – C : Perpignan D : Solliès - Pont Source : Jolivet, 2023

Tableau 2 : Positions des points sélectionnés pour l'étude climatique. Source : Jolivet, 2023

Numéro de point	Longitude (WGS 84)	Latitude (WGS 84)	Altitude (m)	Parcelles ou verger de figuier correspondant	Commune	Bassin de production de figues correspondant
2505	2.97057605	42.77843376	6	Parcelles du secteur "Le Crest"	Saint-Hippolyte	Perpignan - Pyrénées Orientales
3394	6.01906738	43.14837383	139	Parcelles en appellation AOP Figue de Solliès	La Garde	Solliès-Pont - Var
4668	4.77084707	43.83132445	21	Les figuières du Mas de Lucquet	Graveson	Avignon - Vaucluse
11618	-1.10481644	47.33345338	56	Les Vergers du Moulin	Orée d'Anjou	Aucun

2.1.3 Sélection et extraction de jeux de données climatiques sur la plateforme DRIAS

Le portail DRIAS permet le téléchargement de données issues de trente simulations régionalisées issues de l'ensemble Euro-Cordex couvrant les trois scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5. Ces jeux de données sont accessibles gratuitement pour la réalisation d'études d'impact. Pour notre étude, nous avons sélectionné un lot de données comprenant des variables climatiques de surface (à 2m de la surface du sol) à fréquence quotidienne : température de l'air minimum, maximum, moyenne, précipitation. Ces données quotidiennes ont été téléchargées pour 4 points de la grille safran, qui couvrent la France métropolitaine et comprennent 8981 points avec une résolution de 8km.

Les points 4668, 3394 et 2505 couvrent des vergers de figuiers situés respectivement à Graveson (secteur Avignon), Solliès-Pont, et Perpignan. Le point 11618 couvre le verger situé à Bouzillé (figures 19 et 20). Nous avons donc téléchargé deux jeux de données :

- Le premier comprend les données météorologiques journalières sur la période 1976-2005 du modèle Aladin63_CNRM-CM5 (correction ADAMONT) pour les quatre points d'intérêts.

- Le second comprend les données météorologiques journalières sur la période 2021-2050 pour le scénario RCP 8.5 du modèle Aladin63_CNRM-CM5 (correction ADAMONT) pour le point correspondant à Bouzillé.

2.1.4 Traitement des données

Création d'indicateurs climatiques pertinents et de rendus graphiques

Les deux jeux de données météorologiques journalières téléchargées ont d'abord été triées dans deux tableurs Excel distincts. La phase de collecte de données avait permis de mettre en évidence des éléments de sensibilité climato-dépendant pour un verger de figuier implanté en Maine-et-Loire. Afin d'élucider ses inconnues, ils ont été associés à des variables climatiques identifiées grâce aux informations collectées précédemment. Ces variables ont été créées et ajoutées à notre jeu de données grâce à l'utilisation de formules Excel. Prenons l'exemple de la variable « Degré jour base 10 ». Pour chaque jour calendaire, la variable affiche le résultat du calcul suivant : $DJ_{base10} = ((T_{min} + T_{max})/2) - 10$. Si le résultat est négatif, la variable affiche 0. La réalisation de tableaux croisés dynamique a ensuite conduit à la transformation de ces variables en indicateurs climatiques pertinents. Ainsi, l'indicateur « Somme de degré jours base 10°C d'avril à septembre » permet de cibler la potentielle satisfaction des besoins en chaleur du figuier dans notre région, du débourrement jusqu'à la fructification. Afin de donner du sens à cet indicateur, des graphiques pertinents et lisibles ont été créés.

2.1.5 Analyse des données et résultats attendus

L'analyse des données à une visée « exploratoire ». Elle figure dans la partie résultat de ce document. La comparaison des graphiques pour les différents indicateurs agro-climatiques et les différents scénarios d'étude a pour objectif principal de nous faire « lire » les prévisions climatiques avec le « regard » d'un futur producteur de figues. Elle vise à identifier d'éventuels paramètres qui contre-indiqueraient la mise en place d'une production de figues dans notre verger. Cependant, l'objectif de cette analyse n'est ni d'affirmer ni d'infirmer le potentiel de rentabilité d'une production de figues sur notre verger. Dans un contexte de forte incertitude sur l'évolution des cultures pérennes face aux dérèglements climatiques et aux effondrements de biodiversité, le travail réalisé peut permettre de comprendre des tendances.



Figure 20 : Identification de Rouille du figuier (*Cerotelium fici*) aux Vergers du Moulin Source : Jolivet, 2023



Figure 21 : Piège Mc Phail dans le verger expérimental (Bouzellé). Source : Jolivet, 2023

2.2 Inventaire de présence des bioagresseurs du figuier

2.2.1 Objectif

Dans ce module, nous cherchons à identifier les potentielles maladies ou ravageurs inféodés au figuier qui pourraient causer des dégâts sur un futur verger implanté dans notre exploitation. Cela comprend à la fois les problématiques phytosanitaires historiques et émergentes. Un premier objectif est de prendre connaissance des problématiques phytosanitaires rencontrées dans les vergers français de figuiers, pour ainsi détecter une éventuelle présence ou absence à l'échelle régionale. Nous souhaitons ensuite déterminer pour chaque problématique phytosanitaire les conditions favorables à son développement. On obtiendra ainsi une liste de problématiques phytosanitaires à prendre en compte dans notre ITK prévisionnel (3^{ème} module).

2.2.2 Méthode de collecte

Mise en place d'un protocole de Surveillance Biologique au Verger : observations, pose de pièges

Il existe une parcelle expérimentale comprenant sept figuiers en 8^{ème} feuille aux Vergers du Moulin. Ces figuiers appartiennent tous à des variétés différentes, qui sont courantes, mais non identifiées. Cette parcelle a donc servi de support pour des observations, relevés et identification de ravageurs et de maladies. Pour chaque problématique phytosanitaire, nous détaillons les protocoles suivis.

S. adipata Mc Alpine :

Installation d'un piège Mc Phail au 25 juin (figure 21). Attractant : solution de sulfate d'ammonium à 4%, renouvelée tous les 10 jours. Relevés du piège effectué toutes les semaines jusqu'au 31 juillet.

Protocole d'arrachage du pétiole : effectué 4 fois entre le 1^{er} et le 31 juillet. Description : arracher à environ 1.5m de hauteur deux feuilles de figuier à gros pétiole, sur un rameau ombragé et en périphérie de l'arbre. Du latex va suinter de la plaie. Attendre 15 minutes pour observer la présence éventuelle de mouches noires qui viendrait se nourrir du latex. À effectuer le matin ou le soir, éviter les moments de forte chaleur et de fort ensoleillement (Drouet, 2021).

Maladie de la rouille du figuier – Cerotelium fici

- Observation du feuillage des arbres une fois par semaine entre le 1^{er} juin et le 31 juillet. Prise de photo d'éventuels symptômes (figure 20).

Teigne du figuier- Choreutis nemorana

- Observation du feuillage des arbres une fois par semaine entre le 1^{er} juin et le 31 juillet. Recherche de cocon, ou de présence de lépidoptères. Prise de photos d'éventuels symptômes.

Autres ravageurs : Hypoborus ficus, Homotoma ficus, Ceroplastes rusci et Pseudococcus viburni

- Observation et recherche de symptômes associés à ces ravageurs tout au long de la croissance des figuiers, du 31 mars au 31 juillet. Prise éventuelle de photo.

Enquête auprès de techniciens, chercheurs et producteurs de différentes régions et recherches bibliographiques

Comme dans le premier module, la collecte d'informations sur le terrain était complétée par des enquêtes téléphoniques et des recherches bibliographiques (lecture scientifique).



Figure 22 : Producteur rencontré lors du voyage d'étude à Avignon : Francis Honoré, gérant des « Figuières du Mas de Luquet ». Source : Jolivet, 2023

Citons les échanges avec les Fredons et Chambre d'Agriculture de Nouvelle Aquitaine, Auvergne Rhône-Alpes, Occitanie et PACA, et L'INRA de Gothenon, qui avaient pour but de connaître le niveau de présence des problématiques phytosanitaires du figuier dans chacune des régions concernées, et l'éventuelle existence de réseaux de piégeages pour la surveillance biologique du territoire. De même, les données collectées sur les plateformes web de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) et du Système mondial d'information sur la Biodiversité (GBIF) ont permis d'obtenir des données sur la répartition géographique des ravageurs et maladies.

2.2.3 Analyse et traitement des données collectées

Identification des problématiques phytosanitaires au sein du verger expérimental

Pour certaines problématiques phytosanitaires (rouille, teigne) la prise de photos de symptômes caractéristiques a suffi à leur identification. Pour l'identification de *Silba adipata* Mc Alpine, nous avons fait appel à François Drouet, naturaliste fondateur d'une ressource de données sur ce ravageur.

L'observation et la prise de photo à la loupe binoculaire de huit individus capturés au laboratoire d'entomologie de l'Institut Agro Angers lui a permis de procéder à une comparaison point par point des individus capturés avec les caractéristiques morphologiques de *S. adipata* Mc Alpine. Un compte-rendu de ce travail est présenté dans la partie résultat. De multiples échanges téléphoniques nous ont ensuite conduit à la mise en place d'un protocole d'observations pour confirmer l'éventuelle présence de *S. adipata* Mc Alpine dans notre verger expérimental. Le protocole est le suivant :

Etape 1 : recherches actives de figues présentant des symptômes de dégâts (tous les deux jours entre le 14 et le 31 juillet). Etape 2 : prise en photo des figues suspectes : aspects extérieurs, et intérieurs en coupe longitudinale. Etape 3 : mesure du diamètre et envoi de coupes ostiolaires des figues suspectes. Ce dernier point a permis à M. Drouet de réaliser des observations à la loupe binoculaire des écailles et du canal ostiole afin de rechercher la présence éventuelle d'œuf ou d'enveloppe d'œufs vide de *S. adipata* Mc Alpine.

2.2.4 Synthèse des données collectées et résultats attendus

La synthèse des données collectées a donné lieu à :

- La rédaction d'une analyse de risque phytosanitaire et de fiches de présentation de problématiques phytosanitaires (voir parties résultats et annexes)
- La proposition d'un itinéraire technique cultural qui minimise les risques phytosanitaires pour l'implantation d'un verger de figuier AB sur notre exploitation. Les données récoltées ont permis de proposer à la fois des stratégies de protection directe (calendrier de traitement phytosanitaire) et alternative (pratiques culturales adaptées).

2.3 Enquêtes auprès de producteurs et de techniciens de la filière figue

2.3.1 Objectifs

Dans ce module, nous cherchons à inventorier la diversité des pratiques culturales mises en place par les producteurs de figues. Cet inventaire a pour objectif de déceler les principales contraintes techniques en production de figues, et les solutions techniques mises en place pour remédier à ces contraintes. Nous souhaitons également mettre en évidence les atouts liés à la mise en place d'un atelier diversification « figue » dans notre contexte. L'objectif final est donc le transfert des connaissances acquises sur le terrain, à travers la proposition d'un système de culture « figue » qui minimisera les contraintes locales.



Figure 23 : Boutures de figuier à la pépinière "Les Magnifiques". Source : Jolivet, 2023



Figure 24 : Atelier de transformation de figes de Christine Reus. Source : Jolivet, 2023

2.3.2 Méthode de collecte

Etat des lieux de la filière et d'acteurs à enquêter pour notre étude

Une phase préliminaire de recherche bibliographique visait à comprendre l'organisation de la production de figes en France : répartition de la production, taille des exploitations, existence de coopérative(s). Nous avons ainsi pu identifier trois grands bassins de production, et établir une liste de producteurs, techniciens, et conseiller arboricoles à contacter.

2.3.3 Organisation de trois voyages d'études

Ainsi, trois « voyages d'études » ont été effectués au sein des 3 bassins de productions majeurs :

- Un premier voyage sur le secteur d'Avignon et de Nîmes, qui a permis de rencontrer huit producteurs et deux pépiniéristes (figure 23). Ce déplacement a eu lieu en mars. Les producteurs ont été sélectionnés pour leurs profils divers : producteur exclusif de figue, producteur transformateur (figure 24), viticulteur ou maraîcher. Les producteurs ont été enquêtés au moyen d'entretiens semi-directifs, afin de s'adapter aux contraintes de temps propres à chaque personne. La protection phytosanitaire était une thématique systématiquement abordée au cours des entretiens. Ce voyage a été effectué exclusivement par le mode de déplacement train, vélo, afin de diminuer l'impact carbone du projet. Ainsi, une distance de 330 km de vélo a été accomplie sur une semaine.
- Une semaine de stage avec Cyril Kointz, le technicien du syndicat de défense de l'appellation figue de Solliès. Cette semaine, organisée à la fin du mois de mai, a permis de comprendre les enjeux liés à la production de figes dans le bassin de Solliès-Pont. Parmi les multiples informations collectées, citons les protocoles de traitements propres à la gestion de chaque ravageur et les essais mis en place pour l'homologation de nouvelles substances.
- Une journée de stage avec Margaux Allix, conseillère arboriculture Bio au Civam Bio Perpignan. Au cours de cette journée, cinq vergers de figes bio ont pu être visités, durant la période clé d'observation de la pression de *Silba adipata* (fin juillet). Cette journée a été l'occasion de riches échanges vis-à-vis de la gestion d'un verger de figes Bio, et du défi lié à la lutte contre *Silba adipata*.

2.3.4 Traitement des données

Les données collectées sous forme d'enregistrements audios ont ensuite été compilées, et synthétisées par thématiques. Une opération de tri a permis d'éliminer les informations non pertinentes. Les informations conservées ont été intégrées dans ce mémoire de fin d'études, et apparaissent majoritairement dans les parties 3.2 et 4. Les sources sont toujours citées, et les enregistrements sont référencés dans les références bibliographiques.

2.3.5 Résultats attendus

Ainsi, l'ensemble des ressources recueillies sur le terrain a permis la proposition d'un système de culture adapté à notre contexte. Il comprend les livrables suivants : plan de plantation, calendrier de traitement phytosanitaire, calendrier prévisionnel de récolte, liste de variétés adaptées au contexte locale, descriptif du système d'irrigation, descriptif du mode de conduite, descriptif de l'itinéraire technique.

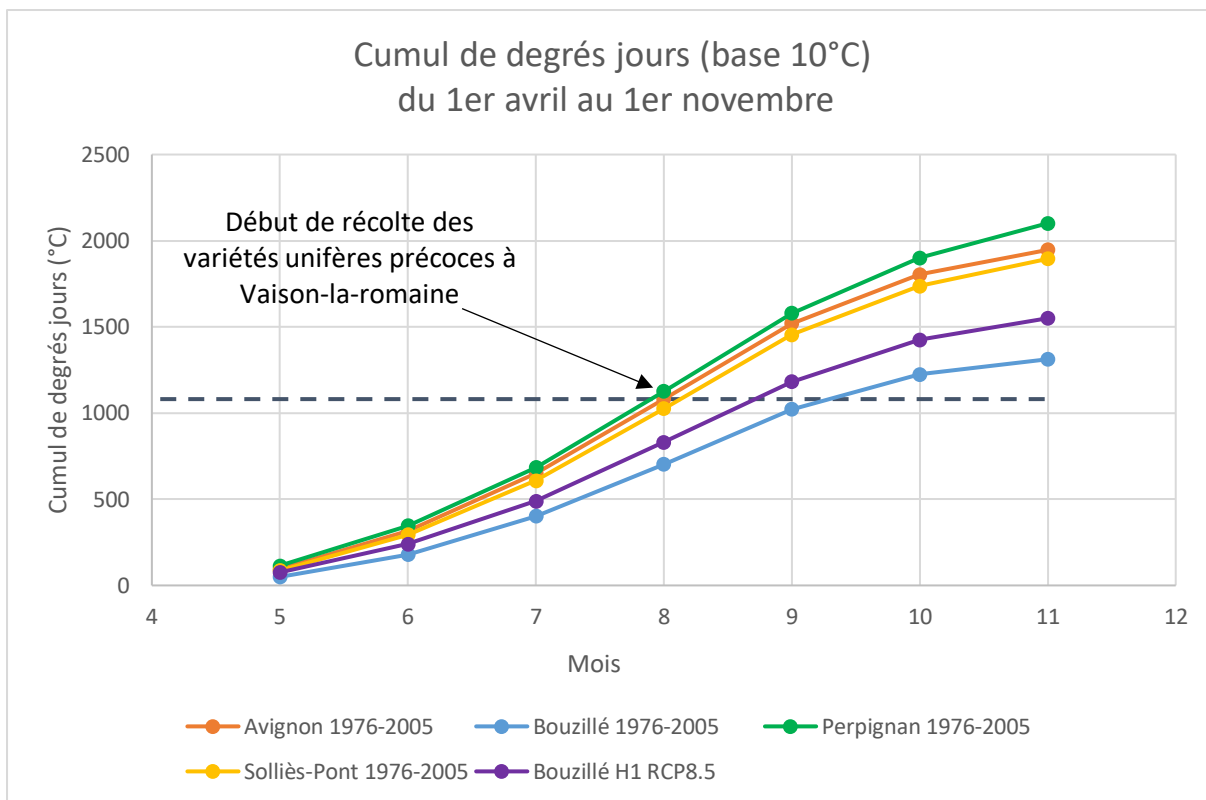


Figure 25 : Cumul de degrés jours (base 10°C) du 1^{er} avril au 1^{er} novembre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5. Source : Jolivet, 2023

3 Résultats : Synthèse et analyse des données collectées

3.1 Prévisions climatiques locales à l'horizon 2050

Dans la partie suivante, les désignations « Bouzillé réf. », « Avignon réf. », « Perpignan réf. » et « Solliès-Pont réf. » correspondent aux modélisations climatiques sur la période 1976-2005 des stations en question. La nomination « Bouzillé H1 RCP8.5 » désigne des prévisions climatiques pour la station « Bouzillé » à l'horizon 2021-2050 dans un scénario RCP8.5.

3.1.1 Satisfaction des besoins en chaleur pour la croissance et la maturation des fruits

Cumuls de degrés jours base 10°C d'avril à novembre

L'indicateur « cumul de degrés jours base 10°C d'avril à novembre » a pour objectif d'estimer la quantité de chaleur nécessaire à l'aboutissement du processus de croissance et de maturation des fruits. En effet, l'utilisation de modèles de degrés jours pour estimer les besoins nécessaires à la fructification du figuier est déjà recensée dans plusieurs études (Melgarejo Moreno, 1999; Souza et al., 2009).

Le graphique (figure 25) met en évidence les moyennes de cumul de degrés jours (base 10°C) du 1^{er} avril au 1^{er} novembre, pour les quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP8.5. Au 1^{er} août, les moyennes des cumuls de degrés jours sont respectivement de 1026°C, 1081°C et 1127°C pour les courbes « Solliès-Pont réf. », « Avignon réf. », et « Perpignan réf. ». Pour la station Bouzillé, les cumuls de degrés jours moyens au 1^{er} Août sont respectivement de 734°C et 832°C pour les courbes « Bouzillé réf. » et « Bouzillé H1 RCP8.5 ».

La date moyenne de début de récolte des variétés Pastilière et Ronde de Bordeaux à Vaison-la-romaine est le 1^{er} août (secteur Avignon). Ces deux variétés constituent les variétés unifères les plus précoces, parmi celles qui sont cultivées commercialement (Vidaud, 1997). A cette date, un cumul de 1081°C jours est atteint à Avignon. Cette observation peut donner lieu à l'hypothèse suivante : un cumul de 1081°C jours est favorable à l'atteinte d'un stade mature pour les variétés unifères précoces. Des travaux menés par Riquelme en 1994 sur la phénologie du figuier donnent une somme de 1709°C jours entre le 21 mars et le 18 août, nécessaire au mûrissement complet des figues (Melgarejo Moreno, 1999). Cependant, il n'est pas donné d'information sur la variété de figue concernée par cette étude.

Pour « Bouzillé réf. » le seuil hypothétique de 1081°C est dépassé au cours du mois de Septembre (date inconnue). Selon notre hypothèse, le décalage de maturité des figues est donc supérieur à +30 jours à Bouzillé sur la période passé par rapport à Avignon sur la période passée. Dans son livre sur les variétés de figuiers, Pierre Baud, indique un décalage de maturité de +20 à +25 jours pour la zone de Bouzillé, par rapport à Vaison-la-Romaine (P. Baud, 2007). Pour Bouzille H1 RCP8.5 le seuil hypothétique de maturité est dépassé au cours du mois d'aout (date inconnue). Ainsi, il semblerait que l'on assiste à un avancement du stade de récolte des figues à Bouzillé à l'avenir, ce qui rejoint les prévisions et les observations déjà réalisées d'avancement des stades phénologiques des espèces fruitières dû au dérèglement climatique (El Yaacoubi et al., 2014; Legave et al., 2022)

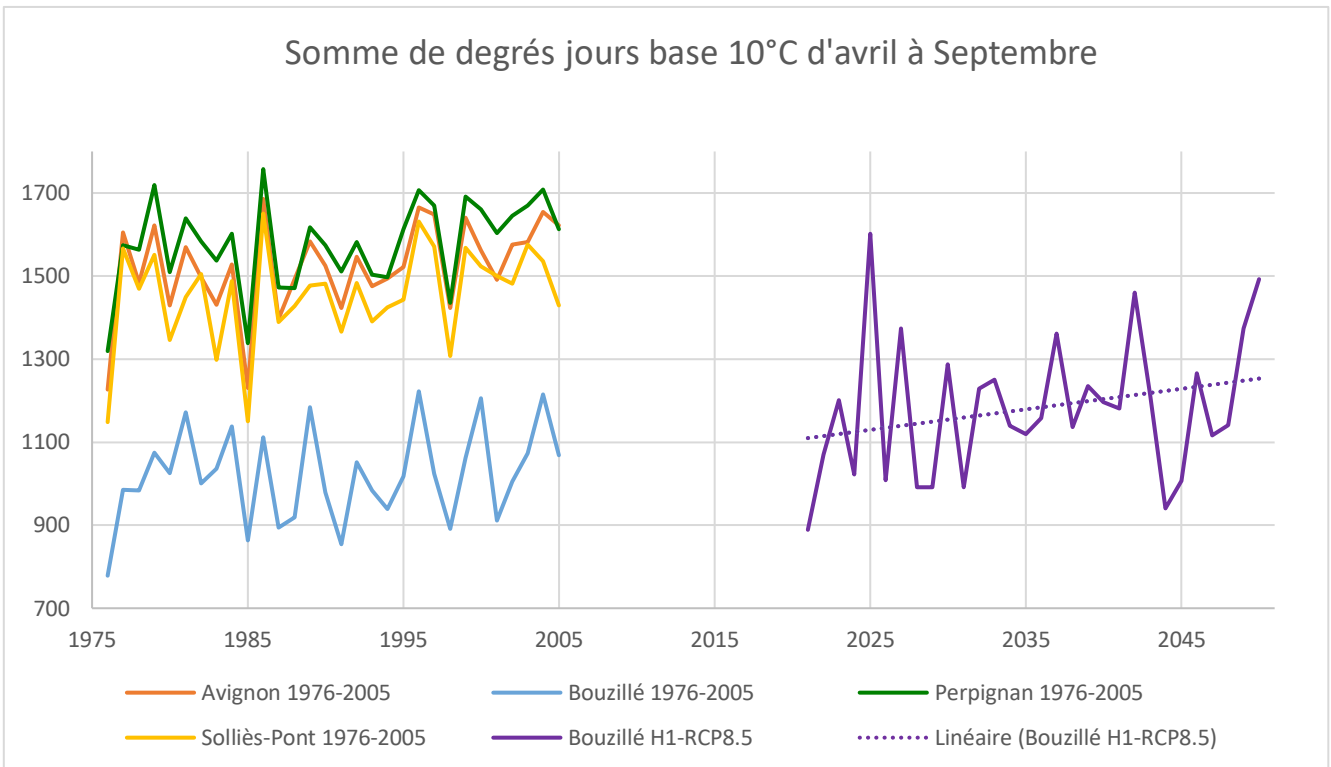


Figure 26 : Somme de degrés jours (base 10°C) du 1^{er} avril au 1^{er} septembre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5

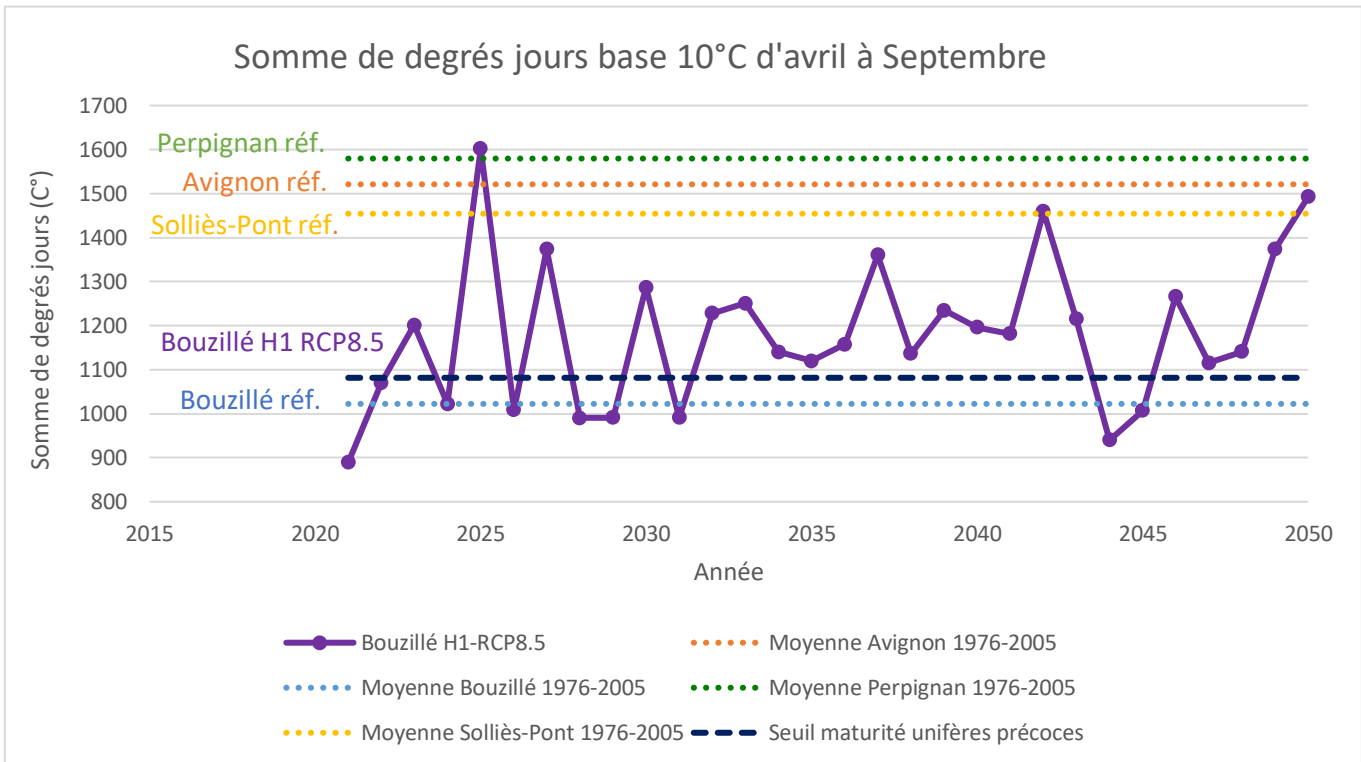


Figure 27 : Somme de degrés jours (base 10°C) du 1^{er} avril au 1^{er} septembre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5

Somme de degrés jours base 10°C d'avril à septembre

L'indicateur « Somme de degrés jours base 10°C d'avril à septembre » a pour objectif d'estimer la fréquence des années au cours desquelles le seuil hypothétique de maturité des variétés unifères précoces (1081°C) serait dépassé pour Bouzillé H1 RCP8.5, avant le 1^{er} septembre.

Le graphique (figure 26) indique la somme de degrés jours d'avril à septembre sur la période 1976-2005 dans les 4 stations de référence et sur la période 2021-2050 à Bouzillé en scénario RCP8.5. Il permet ainsi de montrer la variabilité interannuelle pour cet indicateur.

Le graphique (figure 27) met en évidence les moyennes des sommes de degrés jours (base 10°C) du 1^{er} avril au 1^{er} septembre, pour les quatre stations de référence sur la période 1976-2005. La courbe Bouzillé H1RCP8.5 illustre la variation annuelle prévue de la somme de degrés-jours sur la période 2021-2050 à Bouzillé pour un scénario RCP8.5.

Ainsi, il apparaît que 21 points de la courbe sont situés au-dessus du seuil hypothétique de 1081°C et 9 points de la courbe sont situés en dessous de ce seuil. Cela pourrait signifier, que dans un avenir proche, le stade de maturité des figes serait atteint avant le 1^{er} septembre pour 70% des années. Pour 30% des années, ce stade serait atteint après le 1^{er} septembre.

De même, 3 points de la courbe Bouzillé H1RCP8.5 sont situés au-dessus de la courbe moyenne « Solliès-Pont réf. », et 8 points sont situés en-dessous de la courbe moyenne « Bouzillé réf. ». Ainsi, à l'horizon 2050 à Bouzillé, la somme de degré-jours d'avril à septembre pourrait être aussi importante que celle moyenne de Solliès-Pont dans le passé au cours d'une année sur 10. En revanche, 26% des années pourraient connaître une somme de degrés-jours d'avril à septembre inférieure à la moyenne enregistrée à Bouzillé dans le passé. Il convient cependant de rester prudent vis-à-vis de ces analyses, qui s'appuient sur une comparaison de variabilité interannuelle, avec des moyennes.

Compte tenu des hypothèses citées précédemment, il apparaît que la période de récolte des figes de variétés unifères précoces commencerait après le 1^{er} septembre au cours d'environ 1 année sur 3 pour notre scénario Bouzillé H1 RCP8.5. Pour une hypothèse de fin de récolte entre le 15 et le 31 octobre, cela signifie que la période de récolte totale de ces variétés serait comprise entre 1 mois et demi et 2 mois environ 1 année sur 3.

Or, les deux variétés Pastillère et Ronde de Bordeaux ont des potentiels d'étalement de production respectifs de 2.5 mois et 3 mois. Cela signifie donc qu'il pourrait y avoir une perte d'une partie du potentiel de production environ 1 année sur 3, dans le cas de l'implantation d'un verger de figuier à Bouzillé. Dans tous les cas, ces informations doivent inciter à choisir une gamme variétale comprenant des variétés très précoces, pour l'implantation d'un verger de figuiers à Bouzillé.

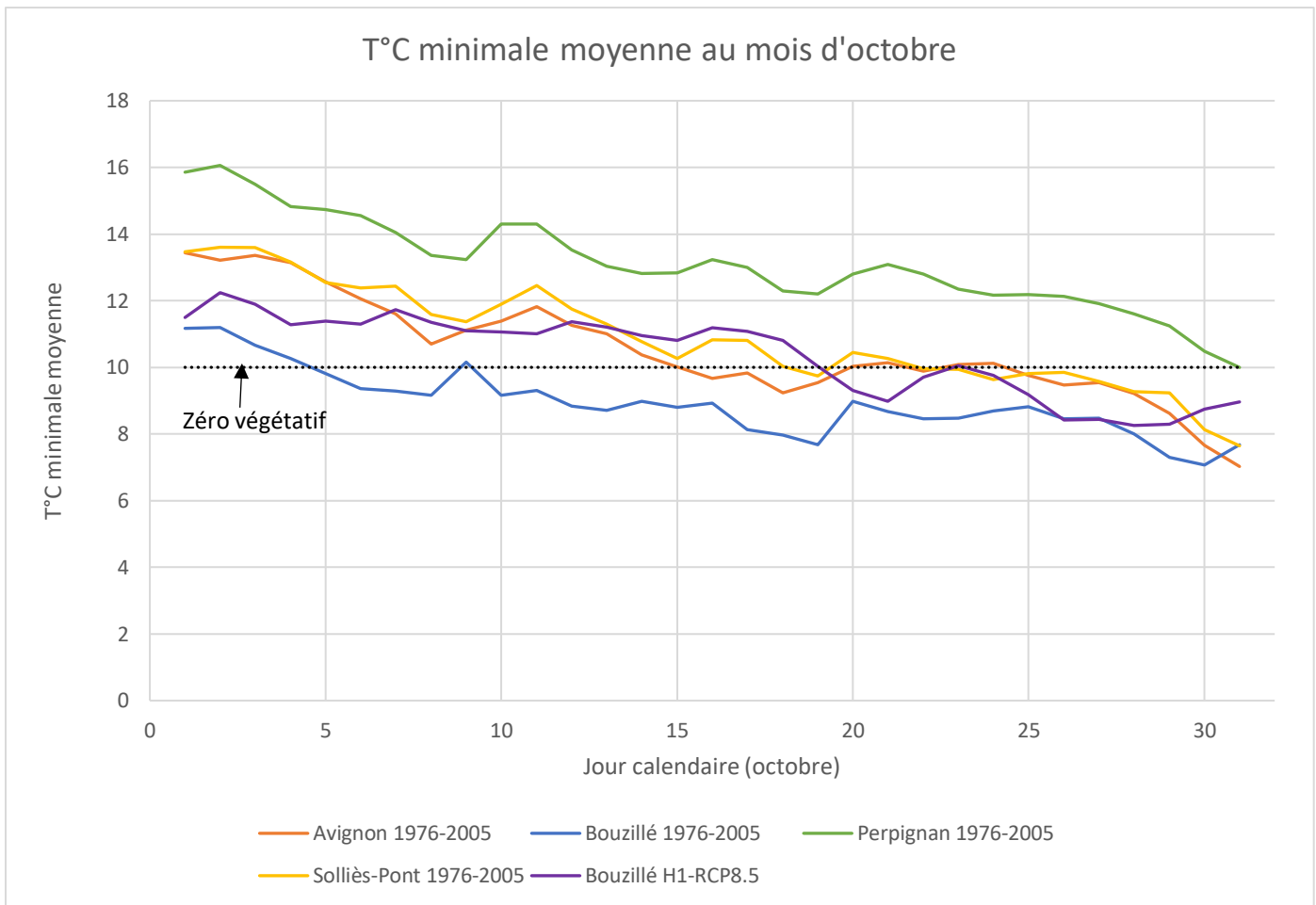


Figure 28 : Moyenne de température minimale selon le jour calendaire (Octobre) pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5

3.1.2 Risque de contrainte climatique sur la période de récolte des figues

Température minimale moyenne au mois d'octobre

L'indicateur T°C minimale moyenne en fonction du jour calendaire du mois d'octobre vise à estimer la date moyenne à partir de laquelle la croissance des arbres, la maturation des fruits, et donc la récolte sont stoppés.

Le graphique (figure 28) indique l'évolution de la température minimale moyenne au mois d'octobre, en fonction du jours calendaire. Les courbes présentent les valeurs modélisées pour les trois bassins de productions de figues et Bouzillé sur la période 1976-2005, et pour Bouzillé à l'horizon 2021-2050 dans un scénario RCP8.5.

Il est intéressant de considérer la date moyenne à laquelle la température minimale descend en dessous de 10°C (considérée comme le zéro végétatif du figuier). En effet, les témoignages de producteurs de figues indiquent que les coups de froid automnaux sont un facteur d'arrêt de croissance des figuiers, et donc de maturation des figues (Honoré, 2023).

Ainsi, à Bouzillé, sur la période passée, cet évènement arrive en moyenne au 4 octobre. A Avignon et Solliès-Pont, les dates moyennes d'occurrence de cet évènement sont respectivement le 15 octobre et le 18 octobre. A Perpignan, cet évènement se produit en moyenne le 31 octobre.

Sur la période 2021-2050, dans un scénario RCP 8.5, à Bouzillé, la température minimale moyenne passe en dessous des 10°C au 19 octobre. Les prévisions pour Bouzillé annoncent donc un décalage de +15 jours de cet évènement par rapport à la période de référence dans la même station. Si l'on compare les prévisions futures pour Bouzillé aux bassins de productions dans le passé, les décalages d'occurrence de l'évènement $T_{min} < 10^{\circ}\text{C}$ sont respectivement de +4 jours, +1 jours et - 16 jours par rapport à Avignon, Solliès-Pont et Perpignan.

Ainsi, il semble que l'allongement de la période au cours de laquelle $T_{min} > 10^{\circ}\text{C}$ prévu dans le futur proche à Bouzillé, conduirait à une douceur automnale au moins aussi importante que dans les deux bassins de production de figues Avignon et Solliès-Pont. Il serait toutefois intéressant de considérer également les T°C moyenne, pour confirmer ou infirmer cette hypothèse. Cet élément semble donc être un point favorable pour la mise en place d'une production de figues au Vergers du Moulin. Selon les hypothèses posées, la récolte pourrait s'étaler jusqu'à la mi-octobre en moyenne, et aussi tardivement qu'actuellement dans les bassins de production d'Avignon et de Solliès-Pont.

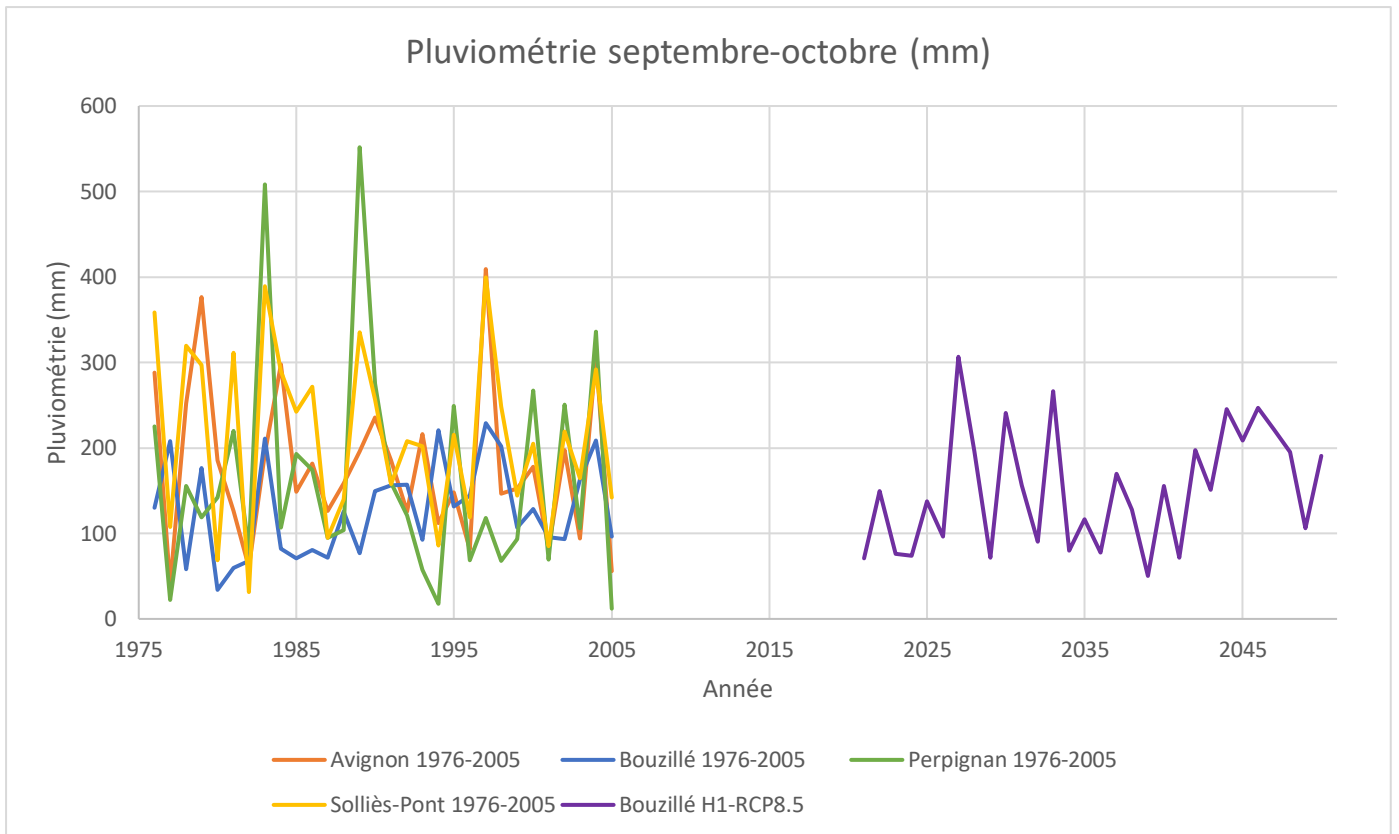


Figure 29 : Pluviométrie totale en septembre et octobre pour quatre stations de référence sur la période 1976-2005 et pour Bouzillé sur la période 2021-2050 dans un scénario RCP 8.5

Pluviométrie en septembre et octobre

L'indicateur cumul pluviométrique sur les mois de septembre et octobre vise à estimer le risque de perte de récolte au moment où celle-ci est la plus importante. En effet, chaque épisode pluvieux peut entraîner la perte d'un à deux passages de récoltes, dû à l'éclatement ou au pourrissement des fruits (Ségalas, 2021). Les figues sont cueillies à raison d'une fois par jour, ou d'une fois tous les deux jours, et il peut y avoir jusqu'à 50 passages par variétés (Honoré, 2023).

Les courbes de pluviométrie au mois de septembre et octobre présentent une forte variabilité interannuelle. Ainsi, pour Solliès-Pont réf. 7 années dépassent un cumul de 300 mm et 5 années présentent un cumul inférieur à 100mm. Pour Avignon réf. 7 années présentent une pluviométrie supérieure à 200 mm, et 5 années une pluviométrie inférieure à 100 mm au cours des deux mois de récolte. Pour Perpignan réf. 2 années montrent un cumul supérieur à 500 mm, et 3 années un cumul inférieur à 50 mm. Pour Bouzillé réf, le cumul est compris entre 33mm et 228 mm, sur les mois de septembre et octobre. Enfin, la courbe Bouzillé H1 RCP8.5 indique 6 années avec un cumul supérieur à 200mm et 10 années avec un cumul inférieur à 100mm.

D'une part, la forte variabilité interannuelle du cumul pluviométrique des mois de septembre et octobre pour toutes les stations et toutes les périodes concernées rend difficile toute comparaison. De plus, compte tenu des fortes incertitudes liées aux prévisions pluviométrique du modèle climatique utilisé (L. Amiot, communication personnelle, 3 mars 2023), il semble imprudent de tirer des conclusions vis-à-vis de cet indicateur.

3.1.3 Les phénomènes de températures extrêmes, un risque pour les espèces historiques ?

En annexe, sont fournies deux autres graphiques, qui mettent en évidence l'augmentation du nombre de jours très chauds (>35°C), et l'augmentation de l'intensité des phénomènes de températures extrêmes à Bouzillé pour un horizon proche. Ils permettent d'apporter un complément de réflexion. En effet, si ces prévisions se vérifient, le figuier sera une espèce moins sensible à ce type de phénomène, que les cultures historiques tels que les pommiers ou les poiriers (Ammar et al., 2022). L'année 2022 est un exemple marquant des effets des phénomènes de températures extrêmes sur les fruits à pépins : coups de soleil sur pommes, folletage sur poiriers (Amiot, Lamballe, et al., 2023; M. Réveillère, communication personnelle, septembre 2022).

Tableau 3 : Inventaire des ravageurs du figuier en France Source : Jolivet, 2023

Ravageur ou maladie	Observation aux Vergers du Moulin en 2023	Présence en France	Statut et impact en production (majeur, secondaire, mineur, émergent)	Source :
<i>Silba adipata</i> Mc Alpine – Mouche noire du figuier	Oui – à confirmer	Côte méditerranéenne et jusqu'à 150 km dans les terres (Sud de la ligne Toulouse-Avignon).	Majeur	(F. Drouet, communication personnelle, 1 juin 2023)
<i>Pseudococcus viburni</i> – Cochenille farineuse	Non	Régions Bretagne, Nouvelle Aquitaine, Paca, Nord, et Grand Est	Mineure à secondaire selon l'année et le contexte	(Robert & Kreiter, 2021)
<i>Ceroplastes rusci</i> – Cochenille du figuier	Non	Région Paca et Occitanie	Secondaire à majeur selon l'année et le contexte	(Kointz, 2023c) (Robert & Kreiter, 2021) (Allix, 2023a)
<i>Aclees foveatus</i> – Charançon noir du figuier	Non	Foyers dans le Var, en Corse et en Lot-et-Garonne	Emergent à impact majeur	(Kointz, 2023b) (DRAAF, 2022)
<i>Choreutis nemorana</i> – Teigne du figuier	Oui	Tout le territoire	Secondaire	(Jacquemin, 2021) [4]
<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann – Mouche méditerranéenne des fruits	Non recherché	Présence probable sur tout le territoire, sous forme de foyers	Secondaire	[5]
<i>Hypoborus ficus</i> – Scolyte du figuier	Oui	Présence probable sur tout le territoire	Mineur voir nul	[6]
<i>Homotoma ficus</i> – Psylle du figuier	Non	Présence probable sur tout le territoire	Mineur	[7]
<i>Drosophila suzukii</i>	Oui	Présence probable partout en France	Nul	[8]

3.2 Analyse de risque phytosanitaire

3.2.1 Insectes ravageurs

Ravageurs observés aux vergers du Moulin

Les observations réalisées aux vergers du Moulin (Tableau 3) ont permis de mettre en évidence la présence de

- *Silba adipata* Mc Alpine, ravageur à impact majeur dans les vergers de figuiers. Une synthèse des pratiques de protections mises en place par les producteurs est présentée dans la suite de ce mémoire.
- *Choreutis nemorana* (figure 31), ravageur à impact secondaire dans les vergers de figuiers. C'est une tordeuse dont la chenille ronge l'épiderme et le parenchyme superficiel des feuilles (Béranger et al., 2016). Une fiche de présentation du ravageur est disponible en annexe.
- *Hypoborus ficus*, ravageur à impact mineur, voire nul dans les vergers de figuiers. C'est un scolyte xylophage qui s'attaque aux petites branches des figuiers affaiblis (Béranger et al., 2016). Une fiche de présentation du ravageur est disponible en annexe.
- *Drosophila suzukii*, ravageur à impact nul pour la production de figues. Elle ne s'attaque qu'à des figues en surmaturité et les observations de larves dans des figues sont anecdotiques [2].

Il conviendra donc de prendre en compte la gestion de *Silba adipata* Mc Alpine, *Choreutis nemorana*, et *Hypoborus ficus* dans notre ITK prévisionnel.

Ravageurs potentiellement présents dans la région

Les données collectées indiquent que les ravageurs suivants sont présents dans la région :

- *Homotoma ficus*, un hémiptère qui pique les bourgeons et les feuilles, à impact mineur dans les vergers de figuiers. Certains producteurs le cite comme causant de faibles dégâts certaines années (Honoré, 2023) (Allix, 2023b).
- *Ceratitis capitata* Wiedemman (figure 30), un ravageur à impact secondaire pour la production de figues. Peu de producteurs s'en préoccupent, car les stades de maturité auxquels ils ramassent les fruits sont trop peu avancés pour que des dégâts soient observés. Il est possible qu'il y ait parfois des pontes dans les fruits cueillis, mais ils sont consommés avant même que des larves puissent être détectées (B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023). Comme c'est un ravageur polyphage, pouvant causer des dégâts sur la pomme, il est surveillé par les organismes de surveillance biologique territoriale (M. CREPET, communication personnelle, 28 juin 2023). S'il vient à devenir problématique dans la région, il fera l'objet de préconisation de protection.

Il conviendra donc de prendre en compte la gestion de *Homotoma ficus* dans notre ITK prévisionnel.

Autres ravageurs et points de vigilance

L'étude se limite aux ravageurs présents dans la région. Toutefois, une fiche descriptive est proposée en annexe pour le Charançon noir du figuier, *Aclees foveatus*, un ravageur émergent qui provoque la mort des arbres. Aujourd'hui, ce ravageur est non classé à l'échelle française ou européenne. Aucune lutte obligatoire ni arrachage ne peuvent être exigés contre ce ravageur, un facteur potentiel favorisant sa dissémination (Kointz, 2023b).

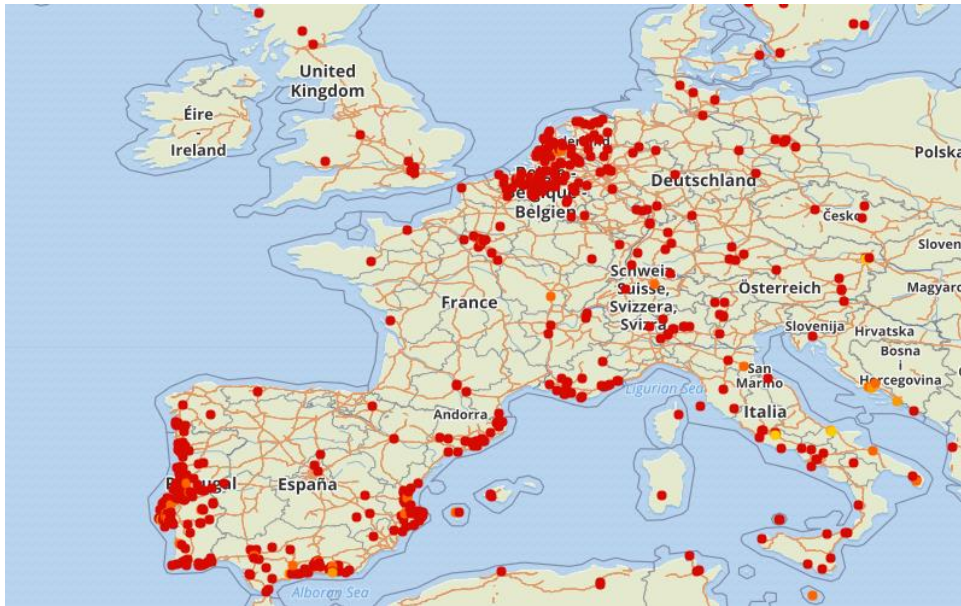


Figure 30 : Répartition de *Ceratitis capitata* en Europe occidentale. Source : MNHN et OFB, 2023

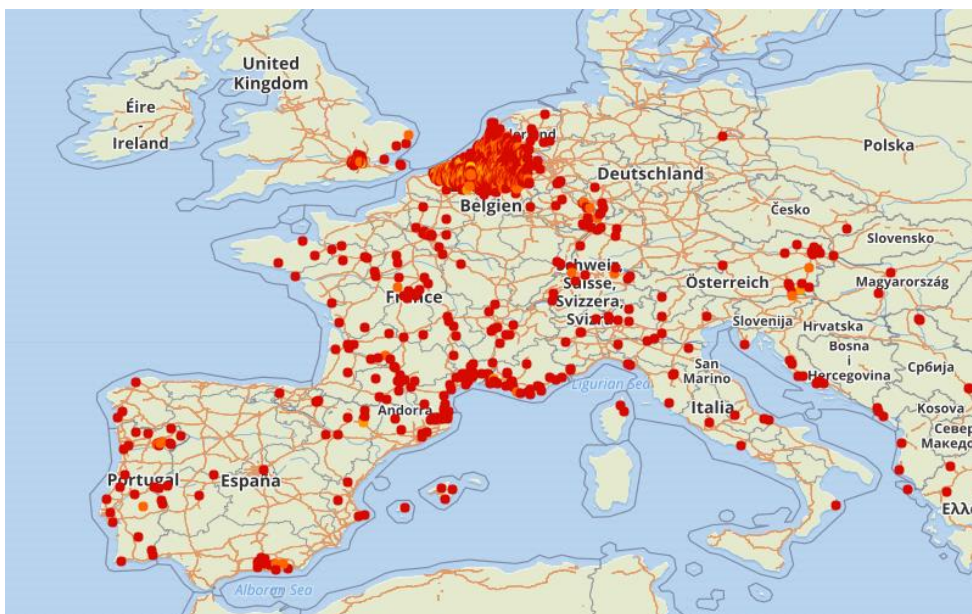


Figure 31 : Répartition de *Choroetis Nemorana* en Europe occidentale. Source : MNHN et OFB, 2023

3.2.2 Maladies

Les enquêtes et les recherches bibliographiques nous conduisent à identifier plusieurs problématiques fongiques pouvant causer des dégâts sur *Ficus carica* :

- *Rouille du figuier - Cerotelium fici*

La rouille fait tomber les feuilles des arbres précocement, au mois de juillet et août. Tous les techniciens rencontrés font état de problématiques de rouilles dans les Vergers de Figuiers. (Allix, 2023b; Kointz, 2023d; B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023). Des symptômes de rouilles ont été identifiés aux Vergers du Moulin au cours du mois de juillet 2023. Une fiche de présentation se trouve en annexe.

- *Attaques sur bois : Chancre du figuier - Diaporthe cinerascens et Botrytis - Botrytis cinerea*

Plusieurs producteurs rencontrés indiquent avoir observé des dégâts de chancres sur troncs. (Brusset, 2023; Honoré, 2023; Navarette, 2023). Cette problématique n'a pas été observée dans le verger expérimental. Cependant, des problématiques de chancres dues à d'autres champignons pathogènes sont régulièrement observées sur pommier et poirier.

- *Pourriture des fruits : Botrytis, Alternaria, Cladosporium, Pénicillium, Rhizopus, Gibberella, Glomerella, Gloesporium, Botrytis...*

Ces problématiques post-récolte peuvent causer des pertes lors des cueillettes en conditions humides. Elles sont observées aux Vergers du Moulin sur Pommes et Poires.

- *Prise en compte des maladies fongiques*

Toutes ces problématiques sont favorisées par les conditions humides lors de la récolte. A l'horizon 2030-2060, à Nantes, les prévisions climatiques annoncent 27% des années de type « sans saison sèche » (20% climat type « Breton » et 7% type « Danubien ») (Amiot et al., 2022). Une année sur quatre pourrait donc être favorable au développement de maladies fongiques. Ces problématiques seront donc prises en compte dans notre ITK prévisionnel.

3.2.3 Autres problématiques phytosanitaires

Le complexe Nématodes - Pourridié (Armillaria mellea, Rosellinia necatrix)

Les nématodes constituent les parasites de souche les plus importants pour le figuier. Leurs dégâts sont une porte d'entrée du pourridié. Tout précédent cultural porteur d'une de ces deux problématiques est à éviter (Vidaud, 1997). Il sera donc important de prendre cela en compte dans le choix de notre parcelle. Une fiche de présentation se trouve en annexe.

Le virus de la mosaïque du figuier

Plusieurs producteurs et pépiniéristes observent des symptômes liés à la présence de ce virus dans leur verger. Ils ne font état d'aucune perte (Allix, 2023b). Cependant, en Pays de la Loire, plusieurs pépiniéristes ont été contraints de détruire ou de faire déclasser leurs boutures atteintes par la mosaïque du figuier (E. Latorre, communication personnelle, 4 juillet 2023). En Tunisie, le FMD est associé aux symptômes suivants : décolorations, enrroulements, tachetures des feuilles, déformations, tâches, et chutes prématurées des fruits. (Bayouhd et al., 2016). Aucun symptôme n'a été observé à ce jour aux Vergers du Moulin. Sur le site d'Agrocampus Ouest Angers, le virus a été identifié sur un figuier (F. Braud, communication personnelle, 20 juillet 2023).. La lutte contre ce virus est effectuée par les pépiniéristes, en amont de la production. Nous ne prendrons donc pas en compte cette problématique dans notre ITK. Une fiche de présentation se trouve en annexe.



Figure 32 : Photographies à la loupe binoculaire de l'individu « mouche 4 » capturé dans le piège Mc Phail aux Vergers du Moulin en Juillet 2023. Source : Jolivet, 2023

Oiseaux

Plusieurs producteurs rencontrés relatent des pertes de récoltes liées aux oiseaux : étourneaux, choucas, et corneilles (Chazelle, 2023; Vandôme, 2023). Parmi les solutions mises en place, citons la coopération avec la commune pour des autorisations de tirs à la carabine (Vandôme, 2023), ou la mise en place de cerfs-volants effaroucheurs changés de manière hebdomadaire (Allix, 2023b). Toutefois, cette solution peut s'avérer inefficace selon le contexte (Chazelle, 2023; Vandôme, 2023). Etant donné la présence d'étourneaux aux Vergers du Moulin, qui causent des dégâts majeurs sur myrtilles, cette problématique sera prise en compte dans notre ITK.

3.2.4 Mouche noire du figuier : observations et moyens de lutte

Capture d'individus aux Vergers du Moulin

Piège Mc Phail

Huit individus présentant une grande similarité avec *Silba adipata* Mc Alpine ont été relevés dans le piège Mc Phail entre le 31 juin et le 12/07 (figure 32). François Drouet, naturaliste et fondateur d'une base de données sur *Silba adipata* a mené une analyse précise des photos réalisées à la loupe binoculaire des individus 4 et 5.

Voici, à ce jour, les faits établis concernant l'identification de ces individus :

« Les caractères suivants sont en conformité avec les caractéristiques de *S.adipata* Mc Alpine: taille, couleur, morphologie générale, nervation de l'aile, aspect et couleur des haltères, couleur des pattes, yeux, l'ovipositeur (forme du premier segment). La pilosité ne présente pas globalement de caractères conduisant à l'élimination de *Silba adipata* McAlpine"

« Compte tenu des points de conformité cités précédemment, et du fait que les individus ont été capturés par un piège posé sur un figuier, je pense que nous pouvons affirmer avec 95 % de probabilités d'exactitude qu'il s'agit de *Silba adipata* McAlpine. Seul l'examen du genitalia mâle permettrait de l'assurer à 100 %. Hors examen des individus, la détection (stéréomicroscope) d'œufs ou d'enveloppes d'œufs vides sous les écailles ostiolaires de figues pourrait établir de façon certaine la présence de l'espèce dans le verger. Dans les prochaines semaines, une étude détaillée sur photographies des soies de la tête, du scrutum et du scutellum permettra de conforter ces résultats. On procédera également à une identification par analyse des photographies des 6 autres individus capturés. Et l'analyse des écailles ostiolaires, débutée en fin de saison sur quelques figues mûres sans résultats positifs, se poursuivra la saison prochaine avec les figues immatures » (François Drouet, 14/07/2023)

En revanche, la répétition du protocole d'arrachage du pétiole durant le mois de juillet n'a mené à aucune observation d'individu vivant de *Silba adipata* Mc Alpine dans le verger expérimental.

Notons que les mouches attrapées dans les pièges sont majoritairement des femelles qui sont en phase de nutrition sur les arbres, et non en phase d'attaque. (F. Drouet, communication personnelle, 10 août 2023).



Figure 33 : Piège Flypack Ficus de la société SEDQ. Source : Jolivet, 2023

Facteurs favorisant : observations empiriques

Dans les vergers des Pyrénées-Orientales, les observations de ces dernières années permettent de faire les conclusions empiriques suivantes :

- Les vergers avec des sols caillouteux sont toujours beaucoup moins touchés par les problématiques de mouches.
- Des arbres vigoureux dans un contexte fertile sont souvent associés à des infestations importantes de mouches.
- La présence d'une haie, ou d'un point d'eau proche de la parcelle de figuier est très favorisante pour les mouches. Une hygrométrie importante de l'air ou du couvert végétal peut également favoriser les attaques (Allix, 2023b).

Point sur la sensibilité variétale

Il existe une forte hétérogénéité des sensibilités variétales aux attaques de mouche noire, selon les palettes variétales implantées dans les vergers. On peut toutefois noter de manière non exclusive que :

Les variétés Bourjassotte noire, Bellonne et Grise de la St Jean sont considérées comme très sensibles (B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023). Les variétés Col de Signora et Longue d'Aout semblent également très sensibles (Singer, 2018a).

Les variétés Pastillère, Dotatto bifère d'Italie et Ronde de Bordeaux semblent moins sensibles.

La présence de variétés bifères au sein d'une parcelle peut être un facteur aggravant la pression de mouche (Singer, 2018a)

Piégeage massif

La solution de piégeage massif Flypack ficus (figure 33) est vendue par la société espagnole SEDQ. En théorie, le piégeage massif est efficace à partir d'une surface couverte de 2 à 3 hectares. Dans les Pyrénées Orientales, il est mis en place par les producteurs Bio mais il est considéré comme peu efficace. Début juillet, au moment des premières captures, des dégâts sont déjà observés sur les figues. Le niveau de piégeage n'est pas représentatif du niveau de dégât. Chaque piège coûte 5€ et la densité des pièges est de 50-80 pièges/ha (Allix, 2023b).

Certains producteurs utilisent des bouteilles percées contenant un mélange de bière, de levure et de sucre (Chazelle, 2023). Ce piégeage non sélectif permet de piéger à la fois *Silba adipata* Mc Alpine et *Ceratitis capitata* Wiedemann (Vandôme, 2023). Cependant, le re-remplissage des bouteilles hebdomadaire est chronophage. De plus, l'efficacité de ce dispositif est remise en cause par les techniciens: ils supposent que ces pièges ont un effet attractant pour les mouches sans pour autant les tuer (Allix, 2023b; Kointz, 2023e).

Essais avec de l'argile

Dans les Pyrénées-Orientales et à Solliès-Pont, des essais de pulvérisation de crème d'argile sont menés. Le produit testé est le Cle'flo, de la société Vivagro (Argile 43%-600g/L). Il peut être utilisé sans AMM. Le produit est appliqué à une dose de 15L/ha tous les 15 jours entre le 15 juin et le 30 juillet. Le produit ne tâche pas les fruits et permet potentiellement la mise en place d'une barrière olfactive. Il est trop tôt encore pour donner un retour sur cette expérimentation (Kointz, 2023e).



Figure 34 : Photographies d'une parcelle de figiers cultivés sous filets anti-insectes dans les Pyrénées-Orientales. Source : Jolivet, 2023

Prophylaxie

Le ramassage des figues attaquées est pratiqué par certains producteurs des P.O. A Solliès-Pont, cette pratique est considérée comme trop chronophage et difficile à mettre en place. Un verger infesté peut sortir jusqu'à 5T/ha de figues attaquées sur une campagne de production (Allix, 2023a).

Filets et paillage géotextile

Taille des mailles

Dans le Roussillon, on connaît quelques producteurs qui ont mis en place des filets anti-insectes depuis 2021. Trois types de mailles ont été testées, avec une très bonne efficacité :

- Mailles marron 1 mm x 1 mm,
- Mailles blanches très fine, type organza,
- Mailles blanches type « alt droso », 1.4 mm x 0.83 mm.

Pour empêcher l'entrée de *Silba adipata* Mc Alpine, la maille doit mesurer au maximum 1.4mm. Cependant, toutes les mailles mises en place permettent le passage du blastophage, qui mesure 0.76mm de large pour 3mm de long (F. Drouet, communication personnelle, 10 août 2023). Ces mailles fines ont également un effet efficace contre la teigne et la mouche méditerranéenne (B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023) (Allix, 2023a).

Il existe notamment une parcelle de figuiers protégée, dont la toiture est constituée de panneaux photovoltaïques et de polycarbonate (agrivoltaïque), avec des filets périphériques anti-insectes (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023) (Allix, 2023a). En Israël, la majeure partie des vergers est cultivée sous filets blancs mono-parcelle. Les mailles mesurent entre 0.7 et 1.1mm et la variété majoritairement produite est la Brown Turkey. Cette protection offre une très bonne efficacité contre toutes les mouches. En Espagne, la protection des vergers de figuiers sous filets est une pratique très peu répandue. (F. Drouet, communication personnelle, 1 juin 2023)

Point sur le maillage à choisir pour la toiture

Aucune étude n'a été menée sur le mode d'intrusion de *S. adipata* dans les parcelles. Certains producteurs ont essayé de replier les filets de la toiture au mois de septembre : des attaques de mouches sur les dernières figues immatures ont été observées. *S. adipata* semble donc capable d'effectuer un vol à plus de 3m de hauteur pour entrer dans une parcelle (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023). Dans un verger non protégé, des attaques sur des figues positionnées à 3m50 de hauteur ont été observées (F. Drouet, communication personnelle, 10 août 2023). Il est donc recommandé d'opter pour une maille de toiture aussi fine que pour la couverture périphérique. Si quelques déchirures apparaissent parfois à cause des forts vents (tramontane), la protection contre la mouche noire reste toutefois intégrale. (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023).

Ajout d'un paillage

La mise en place des filets, dans les vergers déjà infestés, a souvent été associée à la mise en place de bâches géotextile au pied des arbres (figure 34). Outre l'économie d'eau et la gestion des adventices procurées par les bâches, il est supposé qu'elles permettraient de casser le cycle de la mouche noire et d'assainir la parcelle couverte. Un essai de mise en place de paillage géotextiles sans filet a été réalisé chez un producteur. Les attaques de mouches ont continué à des niveaux importants, ce qui confirme l'hypothèse de la forte mobilité des mouches (Allix, 2023b). Les larves seraient capables de « faire des bonds » de 10 à 15 cm en sortant des figues, ce qui implique que les bâches doivent recouvrir la totalité du terrain pour être sûr de casser le cycle de la mouche (B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023).

Effet sur le microclimat

La mise en place de filets et d'un paillage géotextile entraîne la formation d'un microclimat dans la parcelle couverte. Ce microclimat est lié à un effet de serre combiné à un effet brise vent. Il est d'autant plus important que les mailles du filet sont fines, et que la hauteur de la toiture est faible. Ainsi, ce microclimat peut entraîner des conséquences sur l'itinéraire technique :

- Le microclimat sous les filets peut entraîner la prolifération des cochenilles. Une autre cause de cette prolifération est que les mailles trop fines empêchent les prédateurs de cochenille de rentrer dans la parcelle. (B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023). Cela a notamment été le cas dans la parcelle conduite en agrivoltaire. (F. Drouet, communication personnelle, 1 juin 2023).
- Les filets peuvent empêcher la bonne coloration des figues. Notons que ce manque de coloration n'a, à priori aucun impact sur les qualités gustatives des fruits. Dans les parcelles couvertes des Pyrénées orientales, la Bourjassote noire est bleue, au lieu d'être bleue noire. En Israël, plus de la moitié de la récolte de Brown Turkey cultivée sous filet est d'une couleur jaune au lieu d'être rosé rouge. Des techniques comme l'effeuillage ou l'utilisation de lumière pulsée se développent pour pallier ce manque de coloration (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023)
- Une plus grande vigueur et précocité des figuiers est observée dans les parcelles protégées par rapport aux parcelles non protégées. La récolte s'étale également plus tardivement du fait des T°C minimum qui restent plus élevées sous les filets, lorsque les nuits se rafraîchissent (Allix, 2023b).

Une étude CTIFL réalisée avec des filets de maille 0.95*0.8mm a permis de mettre en évidence l'augmentation des températures estivales dans une parcelle de cerisiers protégée sous filet, par rapport à une parcelle non protégée. Chaque année, l'humidité relative moyenne journalière était également sensiblement supérieure (+5 à +24 %) (Boubennec & Faust, 2021)

La prédation naturelle :

Les mésanges et les chauves-souris sont des prédateurs de *Silba adipata* Mc Alpine. La mise en place d'abris pour favoriser leur présence ne peut que constituer un moyen de lutte complémentaire (Kointz, 2023e). Jusqu'à ce jour, les demandes d'extension d'usage du Spinosad sur la mouche noire du figuier n'ont jamais abouti (Allix, 2023a). Une étude a rapporté le parasitisme des pupes de la mouche noire du figuier par la guêpe *Pachycrepoideus vindemmiae*, mais les implications pour la lutte biologique dans les vergers commerciaux restent floues, car il s'agit d'un parasitoïde généraliste qui attaque plus de 60 espèces différentes en Europe et en Amérique du Nord (Ebrahimi et al., 2022; Katsoyannos, 1983). Des essais récents de lâchers de ce parasitoïde pour le contrôle biologique de *Drosophila suzukii* en culture de canneberge n'ont pas donné de résultats concluants (Hogg et al., 2022).



Figure 35 : Photographie aérienne de la parcelle à implanter. Source : Google Maps, 2023

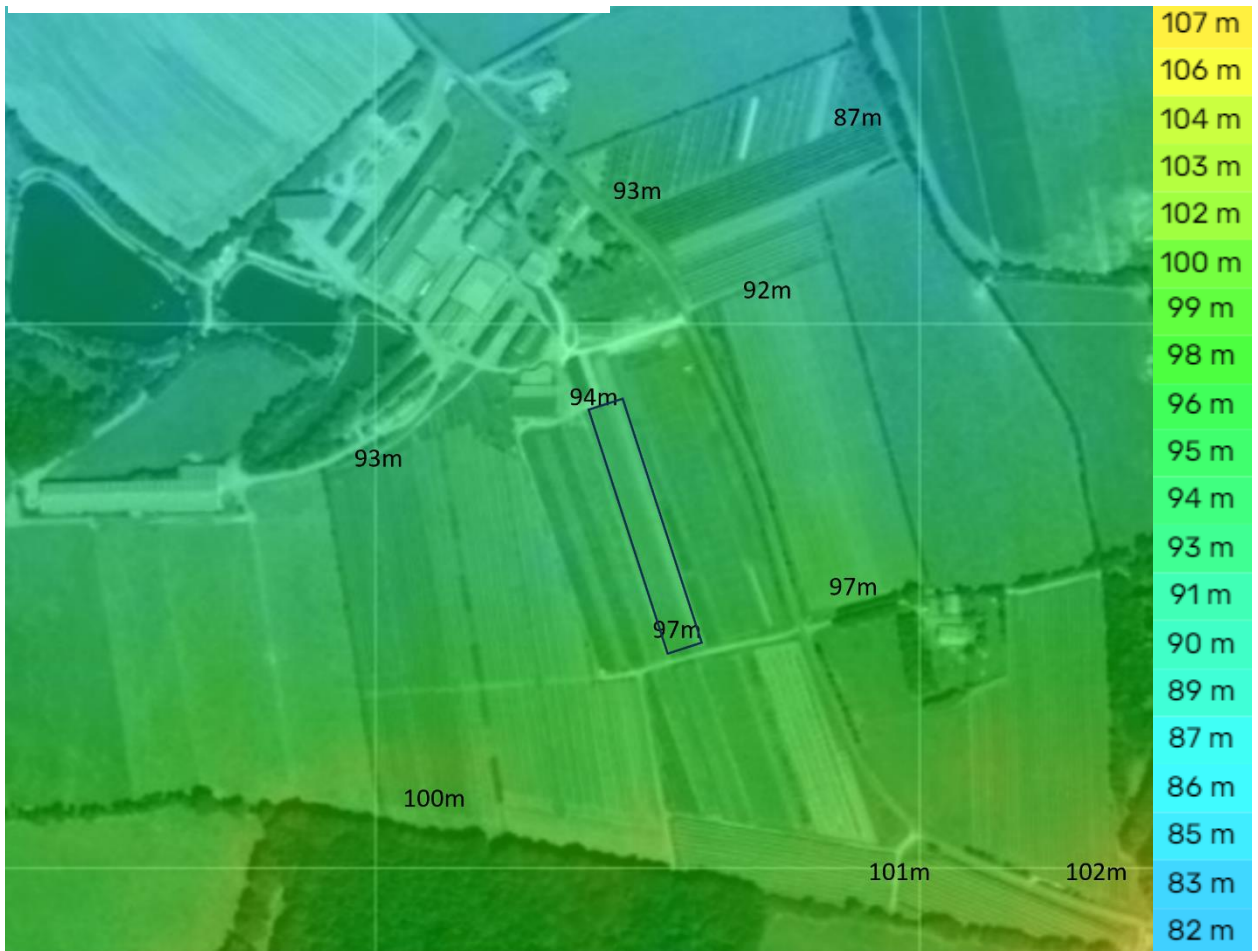


Figure 36 : Vue topographique des Vergers du Moulin. Source : TopographicMap, 2023

4 Discussion : Proposition d'un système de culture pour une parcelle de figuiers implantée aux Vergers du Moulin

4.1 Implantation du futur verger

4.1.1 Site d'implantation

La parcelle d'implantation est une ancienne parcelle de pommiers, d'une surface de 0.7ha (figure 35). Elle comprend aujourd'hui trois cultures différentes : pommiers (0.3ha) fraisiers (0.17ha) et Sorgho (0.23ha). Elle a été choisie pour deux raisons principales :

- Elle est située en face du point de vente direct, et à proximité des frigos, ce qui est essentiel vis-à-vis de la fréquence de la récolte de figues (tous les 2 jours). La parcelle est accessible facilement, ce qui permet un acheminement rapide des fruits vers les frigos ou le magasin.
- Sur les 7000m² de la parcelle, 4000m² sont en culture de fraises, ou de sorgho, ce qui limite les contraintes liées à l'arrachage pour l'implantation d'un nouveau verger. En effet, cette surface de 4000m² constitue la plus grande parcelle de l'exploitation non plantée en arbre fruitiers.

4.1.2 Vérification des conditions d'une bonne implantation

Aucun symptôme de pourridié (*Armillaria mellea*, *Rosellinia necatrix*), ou de nuisance de nématodes n'a été identifié au cours de la dernière culture.

La parcelle présente une légère pente de 1,5% : le point le plus bas est à 94m et le point le plus haut est à 97m (figure 36). Dans le cas de la reproduction d'un scénario de gel tardif comme celui de 2021, pour une culture de pommier, la moitié inférieure de la parcelle serait à risque (M. Réveillère, communication personnelle, mai 2023). Cependant, il est impossible à ce jour de savoir ce qu'il en serait pour une culture de figuiers (inconnue liées à la date de débourrement).

Le sol de la parcelle à implanter comprend un taux important de matière organique (4.67%), qui s'est accumulée à la suite de la dégradation des feuilles et bois de taille (Linclau, 2019).

4.1.3 Préparation du terrain

Le semis d'un engrais vert au printemps de l'année n-1, constitué de colza (crucifère), d'avoine (graminée) et de vesce (légumineuse) permettra une bonne préparation du terrain. L'avoine et la vesce ont un effet nématocide (groupes *Meloidogyne* et *Pratylenchus*) et leurs racines fasciculées travaillent le sol en surface. Le colza permet le travail du sol en profondeur grâce à sa racine pivot, et l'enrichissement du sol en potasse, élément important pour le figuier (Chambre Agriculture Loir et Cher & GDVV41, 2018; Maille, 2017). De plus, ces trois espèces ont une bonne capacité à germer en sol sec (Tribouillois et al., 2016), capacité importante si le scénario d'un printemps sec comme 2022 se reproduit. L'engrais vert sera détruit en été, avant la montée à graine. Le travail du sol et la création d'andains aura ensuite lieu à l'automne.



Figure 37 : Verger palissé en Espagne Source : Martinez, 2021



Figure 38 : Essai de conduite en haie fruitière chez M. Brusset, à Caromb. Source : Jolivet, 2023



Figure 39 : Dégâts de brûlures sur tronc. Source : Jolivet, 2023

4.1.4 Choix d'une forme de conduite

Conduite classique en verger extensif, et en verger piéton

Les densités de plantation majoritairement adoptées par les producteurs rencontrés sont de six à sept mètres sur le rang, et de 7 à 8 mètres entre les rangs. Elles permettent un bon ensoleillement des figuiers, espèce exigeante en lumière, et une circulation facilitée des machines et des cueilleurs. Les arbres sont alors conduits en gobelet (A. Baud, 2023). La conduite en touffe (cépée), avec des densités de l'ordre de 500 arbres/ha, et un espacement de 5m*4m est également possible. Si elle permet une meilleure efficacité de cueille, elle rend cependant impossible le passage d'engins de désherbage (satellite) (Navarette, 2023).

Cas particulier des plantations en haie fruitières

En Espagne à Lérida, de nombreux producteurs conduisent les arbres en espalier à double étage ou en double cordon (figure 37). Dans les nouveaux vergers implantés, il est courant d'installer une structure légère de palissage des arbres [3], qui sert simplement à soutenir le poids des fruits (absence de système paragrêle). La principale difficulté de ce mode de conduite est la difficulté à maîtriser la vigueur des arbres, notamment dans des sols riches. L'utilisation de raccourcisseur de croissance est donc répandue pour palier à ce problème (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023).

En Agriculture biologique, les expériences de plantations de figuiers en haute densité (figure 38) (espacement de 1.5 à 2m sur le rang) font apparaître plusieurs défis techniques :

- Le tronc des figuiers est extrêmement sensible aux coups de soleil (figure 39). Or lors des premières années de palissage des arbres en cordon, celui-ci est pleinement exposé. Des brûlures apparaissent, à moins d'appliquer un badigeon (lait de chaux), opération coûteuse en main d'œuvre (Brusset, 2023; Honoré, 2023)
- La limitation de la forte vigueur spécifique au figuier se traduit par des opérations de taille et de palissage très chronophage (Honoré, 2023). Néanmoins, dans le cas de formation des arbres par arcure, le temps passé à arquer les branches peut être rentabilisé par la suite dans la mesure où il permet d'augmenter le rendement de cueille. (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023).
- Dans le cas de plantations anciennes en contexte fertile, il est parfois nécessaire d'envisager l'arrachage d'un arbre sur deux. Or, l'arrachage des figuiers peut s'avérer extrêmement laborieux et onéreux, du fait du système racinaire traçant des arbres (Honoré, 2023).

Choix d'une forme de conduite adapté à notre contexte.

Dans notre contexte, le choix de la forme de conduite doit permettre :

- La mise en place éventuelle d'un abri de protection mono-parcelle (7000m²)
- Une circulation aisée des machines : tracteurs avec pulvérisateur, gyrobroyeur, et plateforme de cueillette utilisée pour déplier les filets paragrêles
- Un bon ensoleillement des arbres pour la croissance et la maturation des fruits
- Une facilité de la gestion des chantiers de taille et de formation des arbres. En effet, la mise en place d'un atelier de diversification « figue » implique de minimiser les opérations chronophages.
- Un espacement suffisamment entre les arbres, dans notre contexte de sol fertile qui favorisera la vigueur.

Afin de prendre en compte ces contraintes, la densité adoptée sera de 6m*8m, ce qui permet l'implantation de 4 rangs de 30 arbres sur la parcelle, soit 120 arbres. Les arbres seront conduits en gobelets, de 3 à 5 charpentières. La hauteur du tronc sera de 0.7m de haut.

Tableau 4 : Détail des surfaces de la gamme variétale sélectionnée pour le projet de plantation. Source : Jolivet, 2023

Variété	Surface (ha)	Nombre d'arbres
Pastilière	0,144	30
Ronde de Bordeaux	0,144	30
Brunswick	0,144	30
Violette Normande	0,048	10
Sultane	0,048	10
Négronne	0,048	10

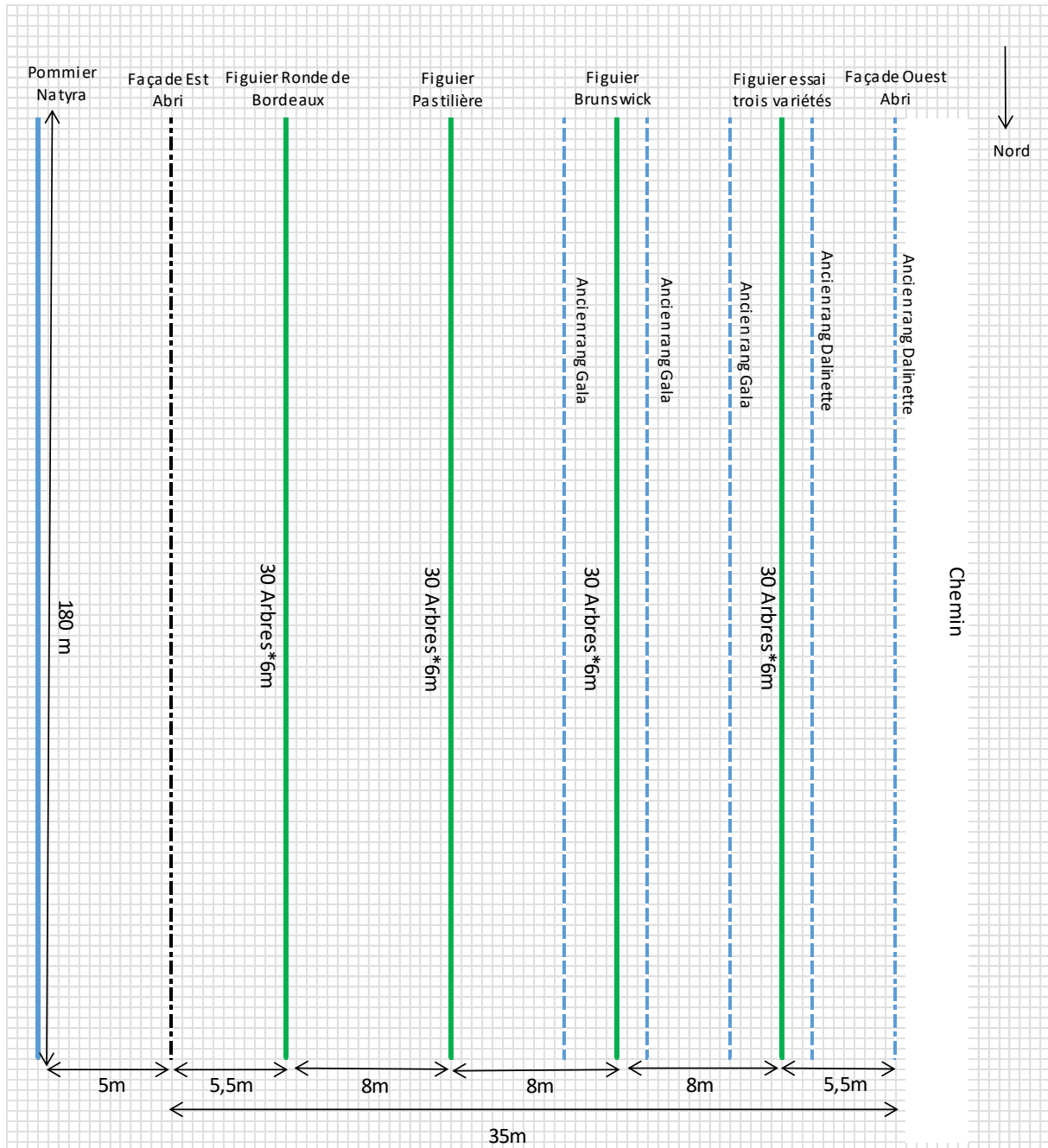


Figure 40 : Plan du projet de plantation de figuiers aux Vergers du Moulin. Source : Jolivet, 2023

4.1.5 Sélection d'une gamme variétale

La gamme variétale sélectionnée comprend six variétés : quatre variétés bifères et deux variétés unifères (tableau 4 et figure 40). Les variétés ont été sélectionnées afin de :

- S'adapter à des faibles besoins en chaleurs, par le choix de variétés unifères précoces (0.29 ha), ou bifères adaptées à un climat tempéré frais (0.29 ha).
- De diminuer les risques de perte de récolte liés au gel tardif. Les variétés connues pour être peu sensibles aux gelées tardives occupent 0.336ha soit 58% de la surface totale (A. Baud, 2023).
- De s'adapter à la présence de main d'œuvre sur l'entreprise : période creuse du 14 au 7 août, puis reprise croissante de l'activité en août jusqu'au lancement de la cueillette des poires au 20 août (M. Réveillère, communication personnelle, avril 2022). Ainsi, la récolte sera répartie en 14% de figues fleurs et 86% de figues d'automne. Un calendrier prévisionnel de récolte se trouve en annexe.
- De proposer des figues aux propriétés gustatives intéressantes, et colorées (violette ou marron), critères essentiels pour la commercialisation en circuit court (Ségalas, 2021).

Des fiches descriptives des variétés sont fournies en annexe.

4.1.6 Plantation des arbres

Précaution d'achat des plants

Il conviendra de choisir des plants en provenance d'une pépinière française, si possible locale, afin d'éviter l'importation de nouvelles problématiques phytosanitaires. Parmi les problématiques phytosanitaires émergentes qui concernent l'espèce *Ficus carica*, le Charançon noir du figuier, *Aclees foveatus* et le pathogène *Ceratocystis ficicola*, récemment détectés en Italie, peuvent entraîner des mortalités importantes dans les vergers (Habib et al., 2023; Kointz, 2023b).

Cout de plantation

Pour l'achat de 120 arbres en conteneur d'1,3L, le coût d'achat estimé est de 984 euros HT, soit un coût de 8,20euros/plant (A. Baud, 2022).

Plantation des jeunes arbres

Les arbres seront plantés au cours de l'hiver. Un paillage sera mis en place. Des cultures intercalaires maraîchères pourront être mises en place jusqu'à la troisième feuille : courges, oignons, pomme de terre.

4.2 Itinéraire technique culturale

4.2.1 Chantier de taille

Etant donné le climat océanique du site d'implantation, propice au développement de maladies fongiques, les précautions suivantes seront prises afin de limiter les chancres :

- Il conviendra de tailler les arbres de manière à minimiser le nombre de plaies sur le bois, particulièrement le vieux bois. Les opérations de taille d'hiver seront minimisées, au profit de la taille en vert.
- Le chantier de taille sera réalisé à la fin de l'hiver, au mois de mars, lorsque la sève commence à monter (P. Baud, 2007).
- Le tronc du figuier cicatrise peu en raison de son bois creux (Vidaud, 1997). Si des chancres viennent à apparaître, il conviendra de régénérer l'arbre par la taille. Un badigeon de type mastic à cicatriser sera appliquée sur les plaies les plus importantes.



Figure 41 : Mode de conduite en verger piéton chez Laurent Navarette. Source : Jolivet, 2023



Figure 42 : Vieux verger de figuier chez Francis Honoré. Source : Jolivet, 2023

Les branches atteintes par le scolyte du figuier (*Hypoborus ficus*) seront coupées, et en cas de fortes attaques, exportées de la parcelle.

Les variétés unifères seront taillées assez court sur l'ensemble des rameaux. Pour les variétés bifères, 50% des rameaux d'un an, porteurs de figes fleurs, seront conservés. Les autres pousses seront rabattues à 10/15cm (P. Baud, 2021).

4.2.2 Gestion de l'enherbement et fertilisation

Le figuier est considéré comme une des espèces fruitières les plus sobres. Peu de travaux se sont penchés sur les besoins en fertilisation de cette espèce, qui est souvent pratiquée de manière empirique. Dans les principaux pays producteurs de figes, dont la Turquie, la fertilisation est uniquement apportée sous forme organique (fumier). La production est très importante et de beau calibre, avec une croissance végétative faible. (Vidaud, 1997). Une fertilisation trop riche en azote provoque un excès de vigueur au détriment de la fructification (P. Baud, 2007). Le figuier requiert de fortes doses de potasse, et les amendements doivent respecter un équilibre N-P-K de 1-2-3, 1-2-2.5 ou 2-2-3 (Navarette, 2023). L'apport de potasse est nécessaire dès les premières années de la culture. (P. Baud, 2007).

La fertilisation du verger débutera à partir de la 3^{ème} feuille. Jusqu'à la 6^{ème} feuille, il est préconisé d'apporter 50g/pied de fumier de brebis 4-3-10, ou d'un amendement avec un équilibre N-P-K équivalent. A partir de la 6^{ème} feuille, un apport annuel de 45 Unité d'azote, 45 Unités de Phosphore et 150 Unités de potasse sera réalisé. Si les arbres manquent de vigueur, la dose d'azote sera augmentée en respectant un plafond annuel de 70U d'azote. Cependant, étant donné les faibles besoins du figuier et la richesse en matière organique de la parcelle à implanter, il est préconisé de diminuer la dose d'azote au fur et à mesure de la croissance des arbres. En effet, la parcelle comprend un stock de 12000 U d'azote/ha, « bloqué » à cause d'un carbone très stable (Linclau, 2019). Le même protocole d'apport de mélasse brut de canne à sucre (48-55% de saccharose) appliqué aux pommiers et aux poiriers sera appliqué, afin de nourrir les micro-organismes du sol qui libéreront l'azote déjà présent dans le sol (Réveillère, 2023).

Jusqu'à la 4^{ème} feuille, Le travail du sol se limitera au passage d'outils peu profonds (herse, dents) étant donné la fragilité des racines de figuiers (Vidaud, 1997). A partir de la 4^{ème} feuille, l'ombre portée par les figuiers devrait suffire à limiter la concurrence des adventices sur le rang.

L'inter-rang sera géré en enherbement naturel, et sera fauché ou couché une ou deux fois sur la saison, particulièrement avant la cueillette.

4.2.3 Schéma d'irrigation sélectionné

Inconnue scientifique liée aux besoins d'irrigation

Très peu d'études portent sur les besoins d'irrigation du figuier. Dans le bassin de production de Solliès (Var), on estime les besoins à 6mm d'eau/jour, soit 60m³/ha/jour, et 5000m³/ha sur une saison (Pécot, 2017). Les besoins annuels hydriques sont estimés à 600-700mm (Vidaud, 1997).

Dans le sud-est de la péninsule espagnole, on estime la dose d'irrigation nécessaire à 2400-3600m³/ha de mars à septembre. Dans cette région, la plupart des vergers sont irrigués en goutte à goutte, avec deux, ou plus rarement trois lignes de goutte à goutte par rang (Navarro et al., 2020).

TRÈS RÉSISTANTES	MOYENNEMENT RÉSISTANTES	NON RÉSISTANTES
<p>NEGRETTE (EN PROVENCE)</p> <p>CEIL DE PERDRIX (EN ROUSSILLON)</p>	<p>BELLONE DEMANDE DES SOLS FRAIS ET PROFONDS</p>	<p>DAWALKI NE PRODUIT À HAMA (SYRIE) QUE SUR LES BORDS DE L'ORONTE, LE PIED DANS L'EAU</p>

Figure 43 : Résistance à la sécheresse selon les variétés de figuiers. Source : Vidaud, 1997



Figure 44 : Système d'irrigation en Micro-aspersion suspendu, chez Rémi Vandôme. Source : Jolivet, 2023

Selon de nombreux producteurs français, les besoins de l'arbre correspondent à l'ETP (évapotranspiration potentielle) durant les mois d'été. Cela signifie que l'on considère que le coefficient cultural (kc) de cette culture est de 1 (Pécout, 2017) En Espagne, on considère que le kc est compris entre 0.33 et 0.60. (Navarro et al., 2020). A Djebba (Tunisie) l'irrigation des vergers se base sur un kc de 0.4 (Ben Mimoun et al., 2019). Par comparaison, le pommier à un kc compris entre 0.5 au mois d'avril et 1 au plus fort de l'été, aux mois de juillet et août. (Blanchet, 2019). Le kc varie un peu avec le climat, mais essentiellement avec les caractéristiques propres de la culture (Pereira et al., 1998). La plupart des études espagnoles s'intéressent à des variétés cultivées pour leurs figues fleurs (« breva »), qui sont récoltées tôt dans la saison (juillet) (Rodriguez & Valdes, 1996). De plus, il existe une forte variation de résistance à la sécheresse, en fonction des variétés de figuiers (figure 43). Ces éléments peuvent expliquer en partie les besoins moindres estimés par les sources espagnoles.

Pratiques d'irrigation observées chez les producteurs.

Il existe une grande diversité de systèmes et des pratiques d'irrigation mises en place par les producteurs de figues rencontrés. La dose et la fréquence d'irrigation sont toujours ajustées par des observations empiriques et doivent aujourd'hui être revues à la baisse dans un contexte de limitation de la ressource en eau (Morvan & Maertens, 2022; B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023). Il semble essentiel de retenir les éléments suivants pour le choix d'un système adapté à notre contexte et aux contraintes futures :

- Dans les vergers de figuiers du Sud de la France irrigués avec un système goutte à goutte, on remarque de plus en plus fréquemment des problématiques de déficit hydrique. Ces observations, déjà relevées dans le verger de Rémi Revest en 2010 (Pécout & Dragon, 2010), sont confirmées par les conseillers techniques du Sud-Ouest de la France (Allix, 2023a; B. Peyre, communication personnelle, 15 juin 2023)
- Le micro-jet favorise la pousse d'un couvert végétal frais et humide et donc, la présence de mouche noire. Cependant, il peut être utilisé comme bassinage en période de canicule, et ainsi faire diminuer la température (B. Peyre, communication personnelle, 20 juillet 2023).
- En sol filtrant, les figuiers peuvent être irrigués toutes les semaines voir tous les 15 jours (Ségalas, 2021; Vandôme, 2023). Le risque d'éclatement lors d'arrosage copieux est d'autant plus faible que le sol est argileux et retient bien l'eau. Une irrigation mensuelle du verger, à raison de 80mm par tour d'arrosage, en aspersion, permet ainsi de favoriser l'autonomie hydrique des arbres (Navarette, 2023).

Description du système

La parcelle à implanter à une forte capacité de rétention de l'eau (RU calculée = 136 mm) ce qui limite le risque d'éclatement des fruits lors de la période de récolte, lié à une sur-irrigation.

Il est donc préconisé d'installer un système de micro-aspersion, à raison de deux micro-asperseurs, de 40L/h par arbre.

Les micro-asperseurs sont installés tous les 3m, à 1,5m de part et d'autre de chaque figuier. Leur diamètre d'aspersion est de 4m avec le déflecteur, et de 6,5m sans le déflecteur. Le modèle préconisé est le « Supernet UD » de la marque « Netafim », pour une suspension tête en bas grâce à un fil de palissage, à une hauteur d'environ 1m du sol (figure 44). Cela permettra le passage d'outils mécaniques pour la gestion de l'enherbement, et la facilité de circulation autour des arbres lors du chantier de taille. Avec ce type d'installation, le débit de la parcelle est de 9600L/h.

Tableau 5 : Dose d'irrigation moyenne apportée pour différentes espèces cultivées aux Vergers du Moulin. Source : Jolivet, 2023

	<i>Figuers (prévision)</i>	<i>Pommiers</i>	<i>Myrtilliers</i>	<i>Kiwis</i>
<i>Débit parcelle (l/h/ha)</i>	16667	7500	11429	26667
<i>Nombre de jours d'irrigation</i>	90	90	90	90
<i>Nombre d'heure d'arrosage quotidien</i>	0,5	1,5	1	1
<i>Dose (m3/ha)</i>	750,015	1012,5	1028,61	2400,03

Le coût matériel lié à l'installation de ce système d'irrigation est de 2107 euros HT. Rajoutons à cela 500 euros pour la mise en place d'une électrovanne et de 4 colliers de prise en charge, soit un total matériel irrigation de 2607 euros HT. Cela représente un coût de 4259,8 euros/ha (Bousselin, 2023).

Optimiser l'irrigation : mise en place de tours d'eau

Aux vergers du Moulin toutes les parcelles sont irriguées quotidiennement à raison d'une heure par jour, grâce à trois programmes d'irrigations qui se succèdent. Chaque programme inclut un ensemble de parcelles, et tourne environ une heure. La parcelle de figuiers sera donc intégrée dans un de ces trois programmes. Cependant, afin de valoriser les capacités d'exploration racinaire des figuiers, il est proposé de procéder de la manière suivante :

- 1^{ère} feuille : irrigation quotidienne des figuiers à raison d'une heure par jour
- De la 2^{ème} à la 4^{ème} feuille : alterner des périodes d'une semaine avec irrigation quotidienne d'une heure, avec des périodes d'une semaine sans irrigation.
- A partir de la 4^{ème} feuille : Prolongement des périodes d'alternance à dix jours avec irrigation – dix jours sans irrigation. Les déflecteurs des micro-asperseurs seront retirés.

En période de canicule, particulièrement pendant les quatre premières années, les arbres seront observés de manière à identifier d'éventuels symptômes de stress hydrique. Si la dose d'irrigation semble insuffisante, il conviendra de procéder :

- Sois à un arrêt des coupures d'eau hebdomadaires
- Sois à l'intégration de la parcelle de figuier dans un second programme d'irrigation, ce qui aura pour conséquence de doubler les apports journaliers (2h/jour) lors des semaines d'irrigation.

Les coupures d'irrigation de la parcelle de figuier se feront au moyen d'une électrovanne, ce qui permettra de conserver les programmes existants. Ce mode de gestion permet à la fois d'intégrer la nouvelle culture au système de programmation mis en place tout en valorisant les atouts de la micro-aspiration, qui permet de favoriser l'autonomie hydrique des arbres. Pour une irrigation de mi-juin à mi-septembre, il est donc prévu d'apporter une dose totale de 750m³/ha (tableau 5).

4.2.4 Le chantier de récolte, poste de travail majeur

La disponibilité en main d'œuvre est un élément déterminant pour la conception du verger sachant que :

- Il est nécessaire de réaliser un passage de récolte tous les 2 jours, et on compte 40 à 50 passages de récolte par variété (Honoré, 2023).
- Le rendement moyen d'un cueilleur est de 7 à 10 kg/heure. (P. Baud, 2007; Vidaud, 1997). Pour les variétés avec des calibres importants, comme la dauphine, le rendement peut s'élever à 12-15kg/heure (Navarette, 2023).

La première récolte aura lieu en 4^{ème} feuille. Chez les producteurs qui produisent des figues comme un moyen de diversification, le rendement est compris entre 4 et 7T/ha (Chazelle, 2023; Ségalas, 2021; Vandôme, 2023). Ainsi, pour un rendement théorique de 5.5T/ha, la production s'élèvera à 3,17T dans l'hypothèse d'une récolte jusqu'au 31 octobre, ou de 2,5T dans l'hypothèse d'une récolte jusqu'à mi-octobre. Un tableau prévisionnel de récolte est présenté en annexe.

Tableau 6 : Récapitulatif des informations techniques pour les traitements à effectuer. Source : Jolivet, 2023

Ravageur	Psylle du figuier	Teigne du figuier	Rouille du figuier	Pourriture grise
Stade	Stade hivernant (œuf)	Stade larvaire (chenille)	Traitement préventif/agent fongique	Traitement préventif/agent fongique
Substance active	Huile de paraffine 400g/L	Bacillus thuringiensis subsp. Kurstaki souche SA-11	Bouillie bordelaise (20% cuivre métal)	Hydrogénocarbonate de potassium (KHCO ₃) 994,9g/kg
Nom commercial	Polithiol, Ovipron extra	Delfin	RSR Disperss	Vitisan
dose/ha	50L/ha Polithiol 20L/ha Ovipron extra	0,75kg/ha	6,3kg/ha	5kg/ha
Volume de bouillie	1000L/ha	1000 L/ha	700L/ha	1000L/ha
Dose max	5L/hl Polithiol 2L/hl Ovipron	0,75kg/ha	6,25kg/ha	5kg/ha
Volume maximal de Bouillie	1500L/ha	-	-	-
Nombre max d'applications	Polithiol : 1/an Ovipron : -	6/an	2/an	4/an
DAR	Traitement hivernal	1 jours	60 jours	3 jours

Ainsi entre le 21 juillet et le 11 août, période le chantier de récolte de figues fleurs nécessitera 8h par passage, à raison de trois passages par semaine (lundi, mercredi, vendredi). De début septembre et jusqu'à fin octobre, la récolte des figues d'automne nécessitera 24h par passage, à raison de trois passages par semaine (lundi, mercredi, vendredi). Ces chiffres incluent le temps de conditionnement (mise en plateau ou en barquette), et ont été calculés pour un rendement de cueille de 7kg/h. Un tableau prévisionnel récapitulatif est présenté en annexe. Un tableau présentant le chiffre d'affaires potentiel en fonction de l'option de commercialisation choisie se trouve également en annexe. Les prix de vente indiqués sont les prix moyens donnés par les producteurs et les Biocoops de la région pour l'année 2022.

4.3 Protection phytosanitaire

4.3.1 Protocole de traitement

Psylle du figuier

Dans un verger bio avec un bon équilibre écologique, une présence importante d'auxiliaires peut suffire à réguler la population de psylle (Honoré, 2023). Cependant, si une pullulation de psylle est observée lors d'une saison, il conviendra de réagir suivant le protocole suivant :

A la fin de l'hiver, réaliser deux traitements à base d'huile de paraffine, le premier avec Polithiol et le second avec Ovipron (tableau 6). L'intervalle entre les deux traitements est d'une semaine.

Un autre produit à base de Maltodextrine (Eradicoat Max) a récemment été homologué sur figuier, pour un usage sur psylle en été. Cependant, il n'existe pas de retour à ce jour concernant l'efficacité de ce produit.

Teigne du figuier

Afin d'anticiper d'éventuels dégâts liés à la teigne du figuier (figure 45), il conviendra d'effectuer des passages de surveillance hebdomadaire dans le verger à partir de la fin du mois de mai, dès la 1^{ère} feuille. Si des symptômes d'attaque sont observés (chenilles, soies), un traitement à base de Bt sera appliqué (sur chenilles) (tableau 6). En cas de forte attaque, le traitement sera renouvelé après une semaine. La deuxième génération de teigne, qui apparaît à partir de la mi-juin dans les Pyrénées-Orientales est la plus dangereuse, car elle attaque les figues immatures (Allix, 2023c). L'usage du Bt est compatible avec le cuivre, utilisé contre la rouille du figuier.

Rouille du figuier

Le 24 juin 2023, la filière a obtenu une AMM dérogatoire de 120 jours pour l'usage de la bouillie bordelaise RSR DISPERSS NC (UPL) contre la rouille du figuier (tableau 6). A ce jour, ce produit est certifié Bio, mais non homologué sur figuier. La firme UPL a déposé une demande d'extension d'usage du produit sur figuier, la réponse sera obtenue cet automne. La dérogation a permis aux producteurs de réaliser un traitement fin juin, la DAR étant de 60 jours. Un protocole optimal implique un traitement à la mi-mai et un traitement à la mi-juin. Si l'on suit ce protocole, la quantité réelle apportée de cuivre sera de 2.52Kg/ha/an soit 17.64 kg sur 7 ans, ce qui est inférieur au maximum autorisé de 28 kg sur 7 ans. Les traitements seront réalisés dès la 2^{ème} feuille.

Pourriture grise

A partir de la 4^{ème} feuille, et ce afin de protéger les premières récoltes, un protocole de traitement contre la pourriture grise (*Botrytis cinerea*) sera mis en place. Les applications, au nombre de quatre, sont positionnées de la manière suivante : mi-juin, mi-juillet, Septembre avant forte précipitation (20mm), Octobre avant forte précipitation (20mm).

Tableau 7 : Comparatif des deux projets d'abris de protection monoblocs étudiés en collaboration avec la société ID mat. Source : Jolivet, 2023

	Option 1: Protection oiseaux et grêle	Option 2: Protection oiseaux, grêle et <i>Silba adipata</i>
Surface protégée (m2)	6720	6720
Hauteur sous filet	3,8m	3,8m
Nombre de poteaux	58	58
Maille de la toiture	Paragrêle : 7*3mm	Alt'droso 1,2*0,9mm
Maille faces latérales	Paragrêle : 7*3mm	Alt'droso 1,2*0,9mm
Coût (HT)	16 168 €	20 312 €
Coût/ha (HT)	24 059 €	30 226 €



Figure 45 : Symptômes et dégâts de *Choreutis Nemorana* (Teigne du figuier) Source : Peyre, 2018

4.3.2 Protocole de surveillance de *Silba adipata* Mc Alpine

Deux pièges Mc Phail contenant une solution de sulfate d'ammonium diluée à 4% seront posés annuellement dans le verger expérimental, et dans le jeune verger de figuiers à partir de la mi-mai. Des relevés périodiques permettront d'évaluer le niveau de présence de *Silba adipata* Mc Alpine sur notre site d'implantation. Des observations périodiques permettront également de détecter d'éventuels dégâts sur les figues (chute de figues immatures, trou de sortie). Les décisions à prendre en fonction de ces observations sont détaillées dans la partie suivante.

4.3.3 Abri de protection mono-parcelle

La mise en place d'une protection filet, un choix judicieux ?

Etant donné la présence présumée de *Silba adipata* Mc alpine sur l'exploitation, et l'absence de solution de protection AB contre ce ravageur, il est possible que la mise en place d'un filet mono-parcelle avec maille alt-droso soit nécessaire, à court ou moyen terme. Cependant l'installation d'une telle structure doit être raisonnée en fonction de son coût important et des avantages prodigués. Ainsi dans la mesure où aucun dégât de *Silba adipata* n'a été relevé dans le verger expérimental de figuier, et où il n'existe pas de culture de figuiers à l'échelle de la région (inoculum supposé faible), une réserve peut être émise sur la nécessité immédiate d'une protection anti-*Silba adipata*. Cependant, les expériences passées (parcelles de cerises et de myrtilles) et les retours de producteurs de petits fruits de la région indiquent la nécessité d'installer un filet de protection contre les oiseaux (étourneaux) (M. Réveillère, communication personnelle, mai 2023).

Etude de deux options de protection

Deux projets d'abri de protection Monobloc ont donc été étudiés en collaboration avec la société IDMAT. Un plan détaillé commun aux deux projets est présenté en **annexe**. L'option 1 répond à une absence de nuisance de *S.adipata* Mc alpine et l'option 2 permet d'envisager un scénario de nuisance avéré de *S.adipata* Mc alpine. Les caractéristiques et les coûts des deux options sont récapitulés dans le tableau 7.

Ainsi, l'option 2 engendre une augmentation du coût d'investissement de 25.63%, soit 4144 euros par rapport à l'option 1. A cela s'ajoutera un coût « main d'œuvre », qui comprend la plantation des poteaux (location d'un enfonce pieux) et l'installation des filets. La main d'œuvre de l'exploitation est qualifiée pour ce type de chantier puisque deux parcelles sont déjà couvertes avec des structures similaires.

Protocole de décision

Le protocole suivant pourra être utile pour la prise de décision de l'implantation d'un abri, à partir de la 3^{ème} feuille :

- Si les observations confirment la présence de *S. adipata* et que des dégâts y sont associés, un abri de protection avec maille alt-droso (option 2) sera installé dans le nouveau verger planté, à partir de la 3^{ème} feuille.
- Si les observations confirment la présence de *S. adipata*, mais ne mettent pas en évidence de dégâts liés à cette présence, un abri de protection pourra être installé, avec des mailles paragrêles (option 1), ou des mailles alt'droso (option 2), à partir de la 3^{ème} feuille. Le surcoût de 25% engendré par le filet alt'droso (option 2) devra être comparé au surcoût engendré par un remplacement des filets de toute la parcelle, si des filets paragrêles (option 1) sont installés, et que la pression de *S.adipata* vient à croître par la suite.
- Si les observations infirment la présence de *S. adipata*, un abri de protection avec maille paragrêle sera installé dans le nouveau verger planté, à partir de la 3^{ème} feuille.

- Le travail de surveillance sera poursuivi dans le verger expérimental, et dans le nouveau verger. Si des symptômes d'attaques viennent à apparaître au cours d'une année N, les mesures prophylactiques de ramassage des fruits piqués seront appliquées immédiatement et rigoureusement, et un remplacement des filets paragrêles par des filets alt'droso devra être effectué dès l'hiver suivant. Au cours des années suivantes, les passages prophylactiques seront répétés afin de faire disparaître un éventuel inoculum de mouche noire au sein de la parcelle protégée.

4.4 Conclusion

Pour commencer, il convient de rappeler l'objectif fixé au lancement de cette étude. Le projet conduit au cours des six derniers mois avait pour but d'évaluer les possibilités de mise en place d'une production de figues dans un verger du Maine-et-Loire, au regard des aspects climatiques et phytosanitaires.

En premier lieu, les recherches bibliographiques ont permis de mettre en évidence les capacités de l'espèce *Ficus carica*, à s'adapter à des conditions pédoclimatiques variées. Le figuier est une espèce fruitière adaptée aux climats tempérés, qui semble pouvoir résister à des stress thermiques et hydriques très élevés. Ces capacités sont un atout vis-à-vis de la multiplication des épisodes de chaleurs extrêmes et de sécheresse, annoncés par les prévisions climatiques. Le travail réalisé a permis de mettre en évidence qu'un potentiel manque d'accumulation de chaleur pourrait limiter la période de récolte sur le site d'étude, environ une année sur trois à l'horizon 2030-2050, dans un scénario RCP8.5. Cependant, l'allongement des périodes de douceurs automnales annoncé à Bouzillé dans un futur proche pourrait conduire à une date de fin de récolte aussi tardive que dans les bassins de production de figues de Solliès-Pont et d'Avignon.

De même, les enquêtes menées sur le terrain ont permis de confirmer les faibles besoins en intrants liés à la culture du figuier, comparé à d'autres espèces fruitières majoritairement cultivées. Ce deuxième point semble important dans un contexte d'augmentation généralisée des coûts énergétiques et matériels. Cependant, la découverte sur le site d'étude de la présence du ravageur *Silba adipata* Mc Alpine est une contrainte notoire, qui doit être prise en compte pour la mise en place d'une production. En effet, en Agriculture Biologique, la protection contre le ravageur *Silba adipata* Mc Alpine se réduit à ce jour à l'unique solution de mise en place d'un filet de protection anti-insectes.

Enfin, au-delà de son objectif de résultat concret, le projet conduit se veut porteur d'espoir, au regard de la multiplication des contraintes liées à la pratique du métier d'arboriculteur. La rencontre d'acteurs aux profils divers et variés a donné lieu à des échanges et des partages de connaissances essentiels à l'aboutissement de cette étude. La diffusion de savoirs acquis par des initiatives de recherches de solutions, à toutes les échelles, est un puissant levier d'action pour la pérennisation des exploitations fruitières. Les essais de diversification mis en place par des producteurs précurseurs constituent donc une source de connaissances empiriques à valoriser. A l'avenir, les initiatives collectives d'entraide inter-régionales seront un facteur clé pour la réalisation d'études similaires, dans le cadre du réagencement des filières arboricoles. Au-delà des défis scientifiques et techniques, la future génération d'arboriculteurs devra relever un défi humain d'entraide, et de mise en commun des savoirs, pour faire face aux effondrements. La démarche entreprise au cours de ce projet, aussi modeste soit elle, se veut donc inspirante, pour permettre à chaque humain de faire sa part, de même que le colibri fait la sienne.

Bibliographie

- Allix, M. (2022). Comte rendu technique—Recherche de méthode de lutte biologique contre la mouche noire de la figue, *Silba adipata* Mc Alpine. CIVAMBIO66.
- Allix, M. (2023a, juillet 25). Voyage d'étude—Filière figues bio—Pyrénées Orientales—Entretien avec Margaux Allix.
- Allix, M. (2023b, juillet 25). Voyage d'étude—Filière figues bio—Pyrénées Orientales—Visites d'exploitations—Après-midi.
- Allix, M. (2023c, juillet 25). Voyage d'étude—Filière figues bio—Pyrénées Orientales—Visites d'exploitations—Secteur St Hyppolyte.
- Amiot, L. (2023, mars 3). Entretien téléphonique pour la mise en place d'un protocole de prévisions climatiques pour Bouzillé [Communication personnelle].
- Amiot, L., Bonnardot, V., & Dubreuil, V. (2022). Le Changement climatique en Bretagne et Pays de la Loire. Laboratoire CNRS LETG. <https://www.vegepolys-valley.eu/media/climatveg-changement-climatique-bretagne-pays-de-la-loire.pdf>
- Amiot, L., Dubreuil, V., & Bonnardot, V. (2023). Le changement climatique en Bretagne : Cartographie sur la période observée (1951-2020) et future (2031-2100). *Norois*, 266(1), 7-25.
- Amiot, L., Lamballe, P., & Morvan, C. (2023). 2022, une année historiquement chaude et sèche en Pays de la Loire. *Bio Loire Océan*.
- Ammar, A., Aissa, I. B., Gouiaa, M., & Mars, M. (2022). Fig (*Ficus carica* L.) vulnerability to climate change : Combined effects of water stress and high temperature on ecophysiological behaviour of different cultivars. *South African Journal of Botany*, 147, 482-492. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.02.014>
- Andrade, L., Gonçalves, M. A., Almeida, L., Neves, M. A., & Pica, M. C. (2008). Ensaio de atrativos para a captura em massa de *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae) e *Lonchaea aristella* (Diptera: Lonchaeidae), na figueira.
- Anne, H. (2019, juillet). Feijoas screened for anthracnose resistance. *The Orchardist*, 92(6), 34-36.
- Baud, A. (2022). Arbo tarifs figuiers 2022-2023. Pépinières Baud.
- Baud, A. (2023, mars). Voyage d'étude—Filière figue—Avignon—Visite des pépinières Baud.
- Baud, P. (2007). Le figuier pas à pas. Édisud.
- Baud, P. (2021, juillet). La figue, un faux fruit. *Fruits Oubliés, Hors-Série*, 26-29.
- Bayouhd, C., ELAIR, M., Rahma LABIDI, MAJDOUB, A., Naïma MAHFOUDHI, & MARS, M. (2016). La mosaïque du figuier en Tunisie : Virus associés et assainissement viral. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17822.64321>
- Ben Mimoun, M., Gaaliche, B., & Nasfi, K. (2019). Guide des bonnes pratiques de production de figues a djebba. ONUDI.
- Béranger, M., Lejeune, V., & Sellam, M. (2016). Guide pratique de défense des cultures (6e éd). ACTA éditions, les instituts techniques agricoles.

- Bérenger, P. (2021, août). Voyage d'étude—Filière figue, Avignon.
- Biocoop Sevremoine, & Biocoop Cholet Sud. (2023). Enquête sur la commercialisation des figues bio [Communication personnelle].
- Blanchet, J.-F. (2019). Mémento irrigation. BRL.
https://www.brl.fr/phototheque/photos/memento/memento_2019_web.pdf
- Boubennec, A., & Faust, A. (2021, mai). Filets et bâches pour contrôler D. Suzukii et réduire l'éclatement des fruits et le monilia. *Infos Ctifl*, 371, 46-50.
- Bousselin. (2023). Devis—Projet d'irrigation d'une parcelle de figuiers aux Vergers du Moulin. Symaval.
- Braud, F. (2023, juillet 20). Echange à propos de la mosaïque du figuier [Communication personnelle].
- Britt, K. E., Gordon, P. E., Faber, B. A., Rios, S. I., & Wilson, H. (2022). First Report of Black Fig Fly, *Silba adipata* (Diptera : Lonchaeidae), in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 13(1), 12.
- Brusset. (2023, mars). Voyage d'étude—Filière figue—Avignon—Entretien avec M.Brusset, pépiniériste et producteur.
- Carrières, J. L. (1990). Acclimatation de fruitiers exotiques en France : Situation de l'offre [Mémoire de fin d'étude]. ITHP.
- Casadomet, E., LÓPEZ CORRALES, M., PÉREZ GRAGERA, F., Senero, M., PÉREZ ROSS, J., & Del Moral, J. (2016). Plagas y enfermedades del cultivo de la higuera. Hojas divulgadoras. Extremadura. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Chambre Agriculture Loir et Cher, & GDVV41. (2018). Engrais Vert—Bien Choisir son mélange. https://centre-valdeloire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Centre-Val-de-Loire/122_Inst-Centre-Val-de-Loire/Votre_Chambre/CA41/Actualites_agenda/2018/documents/Engrais_verts_-_bien_choisir_son_melange.pdf
- Chazelle, L. (2023, mars 9). Visite de l'exploitation—Le Mas de Gouredon.
- Chedet, M. (2022, septembre). Echange et retour d'expérience de stage en arboriculture [Communication personnelle].
- CREPET, M. (2023, juin 28). Enquête sur la présence de ravageurs du figuier en Auvergne Rhône-Alpes—FREDON Aura [Communication personnelle].
- Crouzet, M. (2023, juillet 5). Enquête sur la production de figue dans le Tarn et Garonne - [Communication personnelle].
- Dossin, A. L. (2022). Fiche figuier—Projet diversigo. Bio Provence.
- DRAAF, N.-A. (2022). Fiche d'information phytosanitaire—Charançon noir du figuier—*Aclees taiwanensis*. Région Nouvelle Aquitaine. 1
- Drouet, F. (2021, juillet). Pratique de la mouche noire du figuier. *Fruits Oubliés, Hors-Série*, 26-29.
- Drouet, F. (2023, juin 1). Entretien téléphonique 1—Elements de connaissance sur *Silba adipata* Mc Alpine [Communication personnelle].

- Drouet, F. (2023, août 10). Entretien téléphonique 3- Comportement d'attaque de *Silba adipata* Mc Alpine [Communication personnelle].
- Dubocs, F. (2019, juillet). Fiche technique—Maîtrise de l'irrigation—Agr'eau 26. L'objectif, 75. https://extranet-drome.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Auvergne-Rhone-Alpes/Objectifs-75-2019.pdf
- Dubreuil, V. (2022). Le changement climatique en France illustré par la classification de Köppen. *La Météorologie*, 116, 37-47.
- Ebrahimi, V., Britt, K., & Wilson, H. (2022, mai 19). Black Fig Fly : A new Invasive Pest in California. *Entomology today*. <https://entomologytoday.org/2022/05/19/black-fig-fly-new-invasive-pest-california/>
- El Yaacoubi, A., Malagi, G., Oukabli, A., Hafidi, M., & Legave, J.-M. (2014). Global warming impact on floral phenology of fruit trees species in Mediterranean region. *Scientia Horticulturae*, 180, 243-253.
- Felicetti, D. A., & Schrader, L. E. (2008). Photooxidative sunburn of apples : Characterization of a third type of apple sunburn. *International journal of fruit science*, 8(3), 160-172.
- Frayssinet, S. (2012). Référentiel technico-économique des exploitations arboricoles biologiques de la région PACA [Mémoire de fin d'étude]. ITHP.
- Garlini, S. (2021, juillet). La figue, dérive génétique et biodiversité. *Fruits Oubliés, Hors-Série*, 9-12.
- Guillaume, B. (2023, janvier 7). La figue du Lot-et-Garonne, une nouvelle culture est née avec une quinzaine de producteurs. *La Dépêche*.
- Guinard, L. (2022). Hors-Série—Dérèglement climatique : Enjeux et perspectives pour la filière des fruits et légumes. *Infos Ctifl*, 12.
- Habib, W., Carlucci, M., Manco, L., Altamura, G., Delle Donne, A. G., & Nigro, F. (2023). First report of *Ceratocystis ficicola* causing wilt disease on common fig (*Ficus carica*) in Italy. *Plant Disease*, ja.
- Hogg, B. N., Lee, J. C., Rogers, M. A., Worth, L., Nieto, D. J., Stahl, J. M., & Daane, K. M. (2022). Releases of the parasitoid *Pachycrepoideus vindemmiae* for augmentative biological control of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Biological Control*, 168, 104865.
- Honoré, F. (2023, mars 5). Visite de l'exploitation—Les figuières du Mas de Luquet.
- Jacquemin, N. (2021). BSV Ornement—Pays de la Loire juillet 2021. *Polleniz*. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Pays_de_la_Loire/022_Inst-Pays-de-la-loire/Listes-affichage-FE/RetD/Vegetal/BSV/Ornement/2021/20210730_bsv_ornement.pdf
- Katsoyannos, B. I. (1983). Field observations on the biology and behavior of the black fig fly *Silba adipata* McAlpine (Diptera, Lonchaeidae), and trapping experiments. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 95(1-5), 471-476.
- Kointz, C. (2023a, mai 22). Stage d'étude—Filière figue Solliès-Pont—Présentation générale.
- Kointz, C. (2023b, mai 23). Stage d'étude—Filière figue Solliès-Pont—Charançon noir du figuier.

- Kointz, C. (2023c, mai 24). Stage d'étude—Filière figue Solliès-Pont—Cochenille du figuier.
- Kointz, C. (2023d, mai 24). Stage d'étude—Filière figue Solliès-Pont—Maladies.
- Kointz, C. (2023e, mai 26). Stage d'étude—Filière figue Solliès-Pont—Mouche noire du figuier.
- Latorre, E. (2023, juillet 4). Echange à propos de la mosaïque du figuier [Communication personnelle].
- Legave, J.-M. (2022). Les productions fruitières à l'heure du changement climatique : Risques et opportunités en régions tempérées. Éditions Quae.
- Legave, J.-M., Bonhomme, M., Mathieu, V., & Guédon, Y. (2022). Les impacts du changement climatique sur la phénologie et les composantes du rendement. In Les productions fruitières à l'heure du changement climatique : Risques et opportunités en régions tempérées. Éditions Quae.
- Legave, J.-M., & Lespinasse, Y. (2022). Préface. In Les productions fruitières à l'heure du changement climatique : Risques et opportunités en régions tempérées. Éditions Quae.
- Linclau, O. (2019). Diagnostic des sols -modèle BRDA Hérody—EARL Les Vergers du Moulin.
- Maille, E. (2017, mai). Couverts et engrais verts en viticulture biologique—Quelle approche? *Auxiliaire Bio*, 3, 27-38.
- Martínez, A. (2021, octobre 25). Análisis del sistema de formación en espaldera en el cultivo de la higuera. *Agronegocios*. <https://www.agronegocios.es/vida-rural/frutales/analisis-del-sistema-de-formacion-en-espaldera-en-el-cultivo-de-la-higuera/>
- Morvan, C., & Maertens, J. (2022). Fiche synthèse climat'eau. *Bio Loire Océan*.
- Navarette, L. (2023, mars 6). Visite de l'exploitation—Les figuières de Beauregard.
- Navarro, M., Bartual, J., & Roca, D. (2020). Cultivo de la Higuera—Ficha técnica. Generalitat Valenciana - Estacio Experimental Agraria d'Elx. <https://agroambient.gva.es/documents/163228750/173203609/CULTIVO+de+la+HIGUERA.+Ficha+T%C3%A9cnica..pdf/874f5aea-4d24-4654-b61a-f730970a54b5>
- Nawade, B., Shaltiel-Harpaz, L., Yahyaa, M., Bosamia, T. C., Kabaha, A., Kedoshim, R., Zohar, M., Isaacson, T., & Ibdah, M. (2020). Analysis of apocarotenoid volatiles during the development of *Ficus carica* fruits and characterization of carotenoid cleavage dioxygenase genes. *Plant Science*, 290, 110292. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110292>
- Nawade, B., Shaltiel-Harpaz, L., Yahyaa, M., Kabaha, A., Kedoshim, R., Bosamia, T. C., & Ibdah, M. (2020). Characterization of terpene synthase genes potentially involved in black fig fly (*Silba adipata*) interactions with *Ficus carica*. *Plant Science*, 298, 110549. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110549>
- Pécourt, R. (2013). Fiche de culture du figuier en AB. *Chambre Agriculture du Var*. https://www.agriculture-gapeau.fr/fileadmin/user_upload/Provence-Alpes-Cote_d_Azur/043-eve-gapeau/Mes_fichiers/3_Solutions_Filieres/Arboriculture/Fichiers/Fiche_Figuier_AB.pdf
- Pécourt, R. (2017). Conduite du figuier en agriculture biologique. *InterBioCorse*.
- Pécourt, R., & Dragon, S. (2010). Fiche filière—Figue Bio. *Chambre départementale d'Agriculture du Var*. <https://occitanie.chambre->

agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Occitanie/076_Inst-Occitanie/Documents/Productions_techniques/Agriculture_biolgique/Espace_ressource_bio/ITK-FigueBio-2010.pdf

Pereira, L. S., Smith, M., & Allen, R. (1998). Méthode pratique de calcul des besoins en eau. *Traité d'irrigation*, 206-231.

Peyre, B. (2023, juin 15). Entretien téléphonique 1—Protection phytosanitaire des figuiers [Communication personnelle].

Peyre, B. (2023, juillet 20). Entretien téléphonique 2—Irrigation du figuier [Communication personnelle].

Peyre, B. (2023, août 16). Entretien téléphonique 3—Synthèse—Protection phytosanitaire et irrigation du figuier [Communication personnelle].

PINNA, J. (2019). Fiche technique raisin de table. InterBioCorse. <https://interbiocorse.org/wp-content/uploads/2019/12/FT-raisin-de-table-2019.pdf>

Pirc, H. (2022). Encyclopédie des fruitiers sauvages ou méconnus : Pour le jardin & la haie fruitière. Ulmer.

Regnard, J.-L., & Hutin, C. (2022). Les filières de production fruitières face aux défis du changement climatique. In *Les productions fruitières à l'heure du changement climatique : Risques et opportunités en régions tempérées*. Éditions Quae.

Réveillère, M. (2022, avril). Discussion sur la disponibilité en main d'oeuvre [Communication personnelle].

Réveillère, M. (2022, septembre). Choix d'espèces à étudier pour la diversification fruitière [Communication personnelle].

Réveillère, M. (2023, mai). Choix d'une parcelle pour l'étude de faisabilité sur la mise en place d'une production de figues [Communication personnelle].

Réveillère, M. (2023, juillet). Entretien sur la di.

Ricard, J.-M., Michaud, M., & Bourdette, C. (2022). Verger Multi-Espèces Alto : Régulation naturelle du puceron cendré du pommier. *Infos Ctifl*, 378.

Robert, F., & Kreiter, P. (2021). Optimisation du contrôle biologique des cochenilles en Horticulture ornementale, un outil d'aide à la décision pour la préconisation (COCHORTI) [Rapport technique]. ASTREDHOR.

Rodriguez, J., & Valdes, G. (1996). Riego de la higuera. *Estacion experimental agraria elx*. <https://agroambient.gva.es/documents/163228750/167772273/Necesidades+de+riego+en+el+cultivo+de+la+higuera.pdf/b1bfe6df-6754-4062-9792-fff50dc03fe4?t=1422959345382>

Rose, F. (2018, juin). Mouche du figuier—Sortez les pièges ! *BIOFIL*, 117, 57.

Rot, M., Žežlina, I., Jančar, M., & Seljak, G. (2017). Black fig fly (*Silba adipata* McAlpine, 1956 [Diptera, Lonchaeidae]) is present also in Slovenia. *Zbornik predavanj in referatov*, 13. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Rimske Toplice, 7.-8 marec 2017, 47-52.

Ségalas, C. (2021, mars). Visite d'Exploitation—Les Vergers de Lilon.

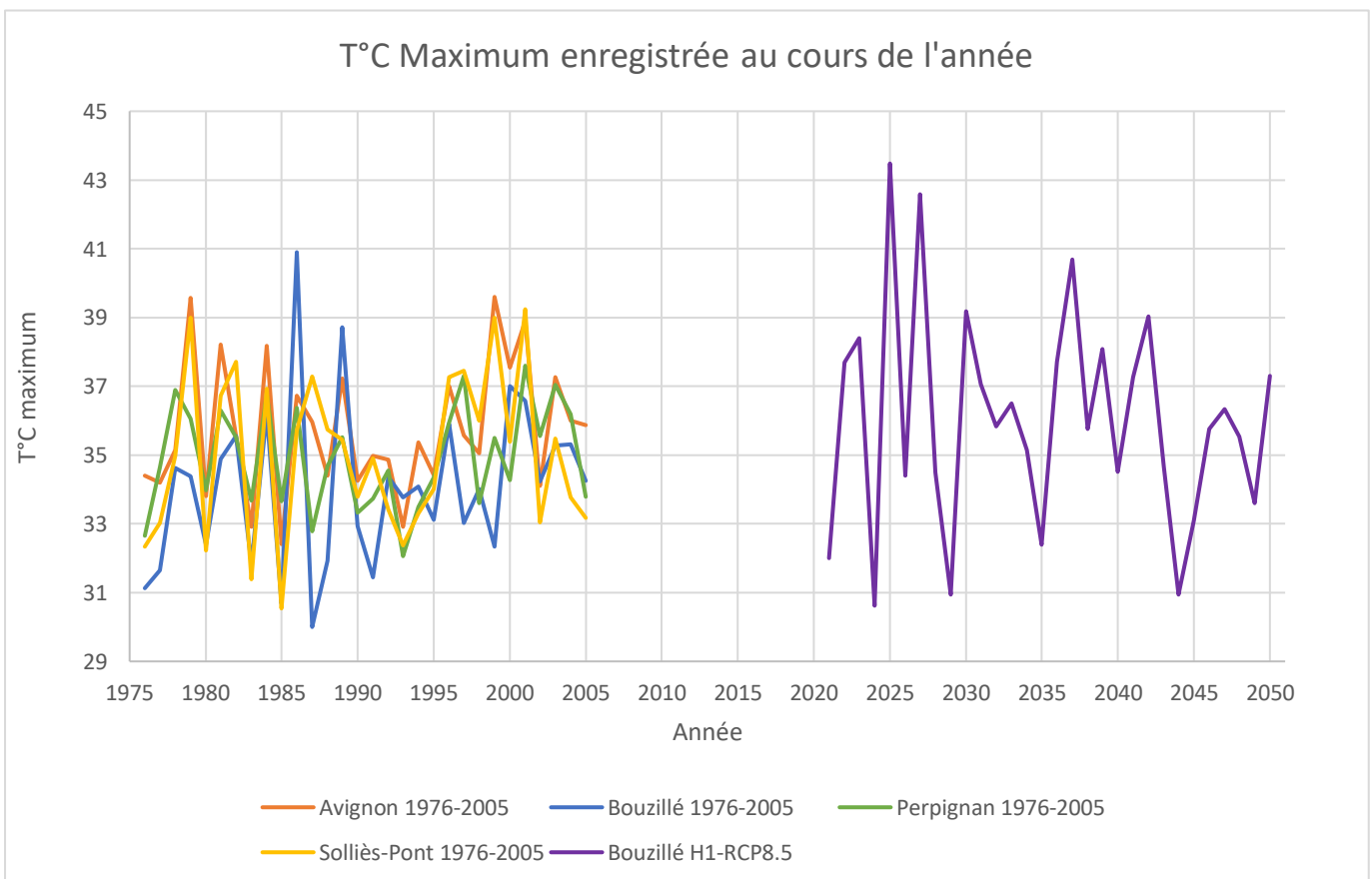
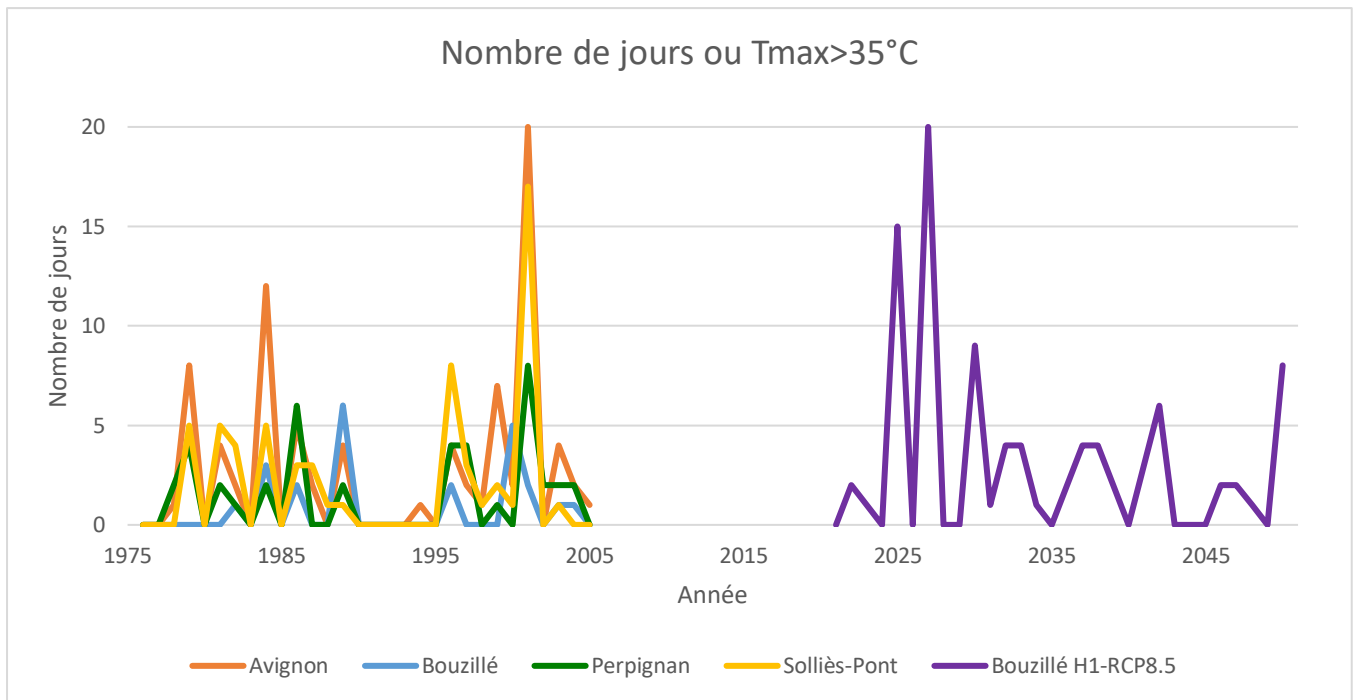
- Servigne, P. (2012). Une agriculture sans pétrole—Pistes pour des systèmes alimentaires résilients [Rapport bibliographique]. Barricade.
- Sicre, W. (2022). Changement climatique et arboriculture en Pays de la Loire. CA Pays de la Loire.
- Silvestri, F. (1917). Sulla *Lonchaea aristella* Beck. (Diptera : Lonchaeidae) dannosa alle infiorescenze e fruttescenze del caprificio e del fico. Bolletino del Laboratorio di Zoologia Generale e Agraria della R. Scuola Superiore d'Agricoltura in Portici, 12, 123-146.
- Simon, S. (2023, janvier). Projet de verger agroécologique à l'Inra de Gothenon [Cours - Ingénieur en Horticulture - spécialisation PPEH].
- Singer, M. (2018a). Compte rendu rencontre technique : Lutte biologique contre la mouche du figuier [Compte rendu rencontre technique]. https://terreaubio-occitanie.fr/wp-content/uploads/2019/12/66_CR-05-12-2018-Arbo-Figuier-Terreaubio.pdf
- Singer, M. (2018b). Essais de piégeage—Mouche de la figue—2015-2017-2018. https://terreaubio-occitanie.fr/wp-content/uploads/2019/12/66_CR-05-12-2018-PP-diffuse%CC%81.pdf
- Soubeyroux, J.-M., Bernus, S., Corre, L., Drouin, A., Dubuisson, B., Etchevers, P., & Gouget, V. (2021). Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole.
- Souza, A. P. de, Silva, A. C. da, Leonel, S., & Escobedo, J. F. (2009). Temperaturas basais e soma térmica para a figueira podada em diferentes épocas. Revista Brasileira de Fruticultura, 31, 314-322.
- Tapis, D. (2021, août). Visite d'Exploitation—Les vergers de Toupie.
- Tribouillois, H., Dürr, C., Demilly, D., Wagner, M.-H., & Justes, E. (2016). Determination of germination response to temperature and water potential for a wide range of cover crop species and related functional groups. PloS one, 11(8), e0161185.
- Turinetti, L. (1921). Sur la présence en France du *Lonchaea aristella* Beck. [Dipt. Lonchaeidae]. Bulletin de la Société entomologique de France, 26(13), 195-196.
- Urbán, J. (1993). La higuera : Estudio agronómico para el campo de Albaterra y Elche. EUITA-O (UPV). Orihuela.
- Vandôme, R. (2023, mars 8). Visite de l'exploitation—Domaine de Trépaloup.
- Vidaud, J. (1997). Le figuier. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.
- Vilallobos Arambula, V. M., Trujillo Arriaga, F. J., Ramirez y Ramirez, F., & Santiago Martinez, G. (2020). Ficha técnica n°78—Mosca negra del higo. Secretaria de agricultura y desarrollo rural. <https://jlsvnavoja.com/wp-content/uploads/2021/08/Ficha-Tecnica-Silba-adipata.pdf>
- Zuang, H., Beau, C., & Barret, P. (1988). Nouvelles especes fruitieres. Ctifl.

Sitographie

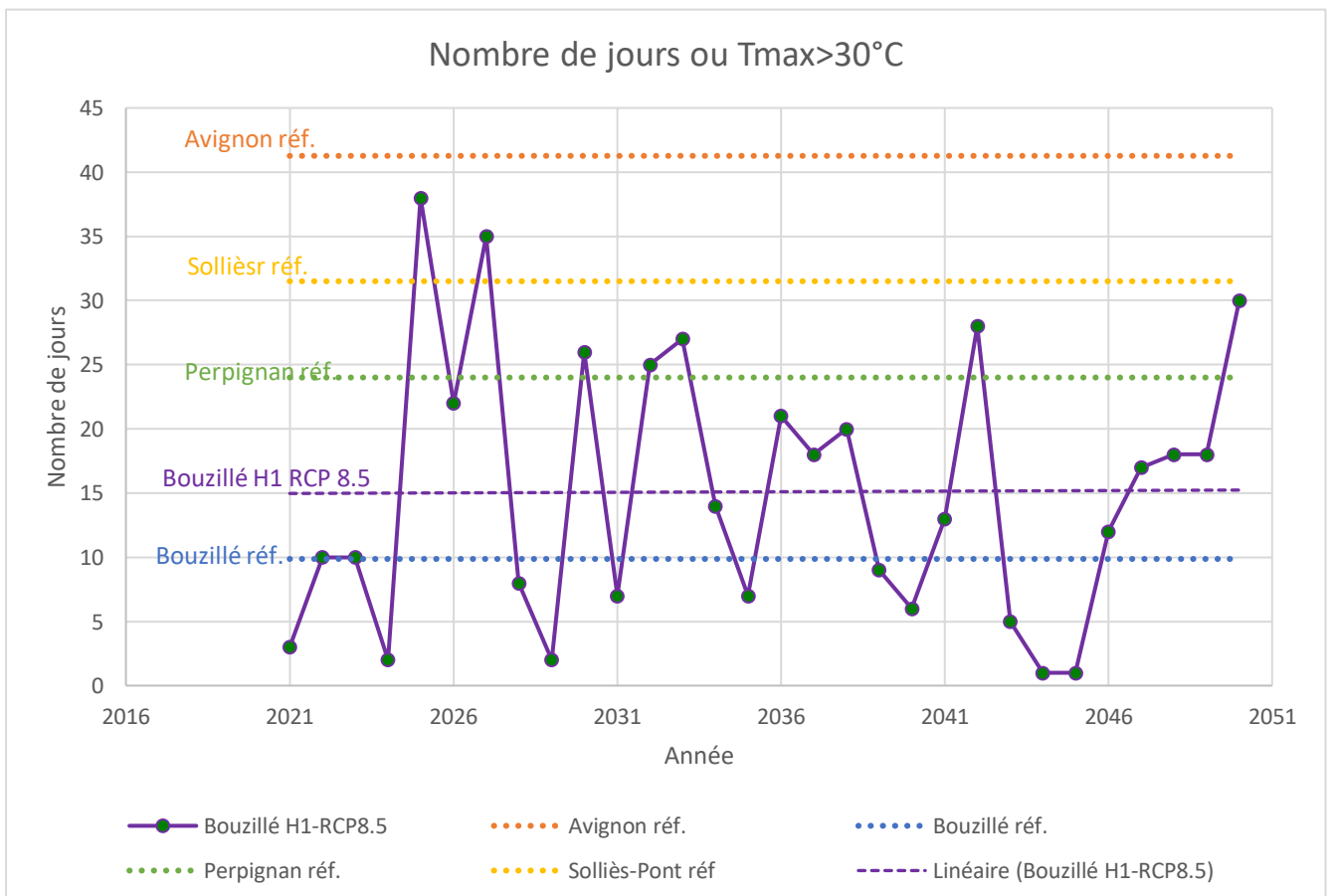
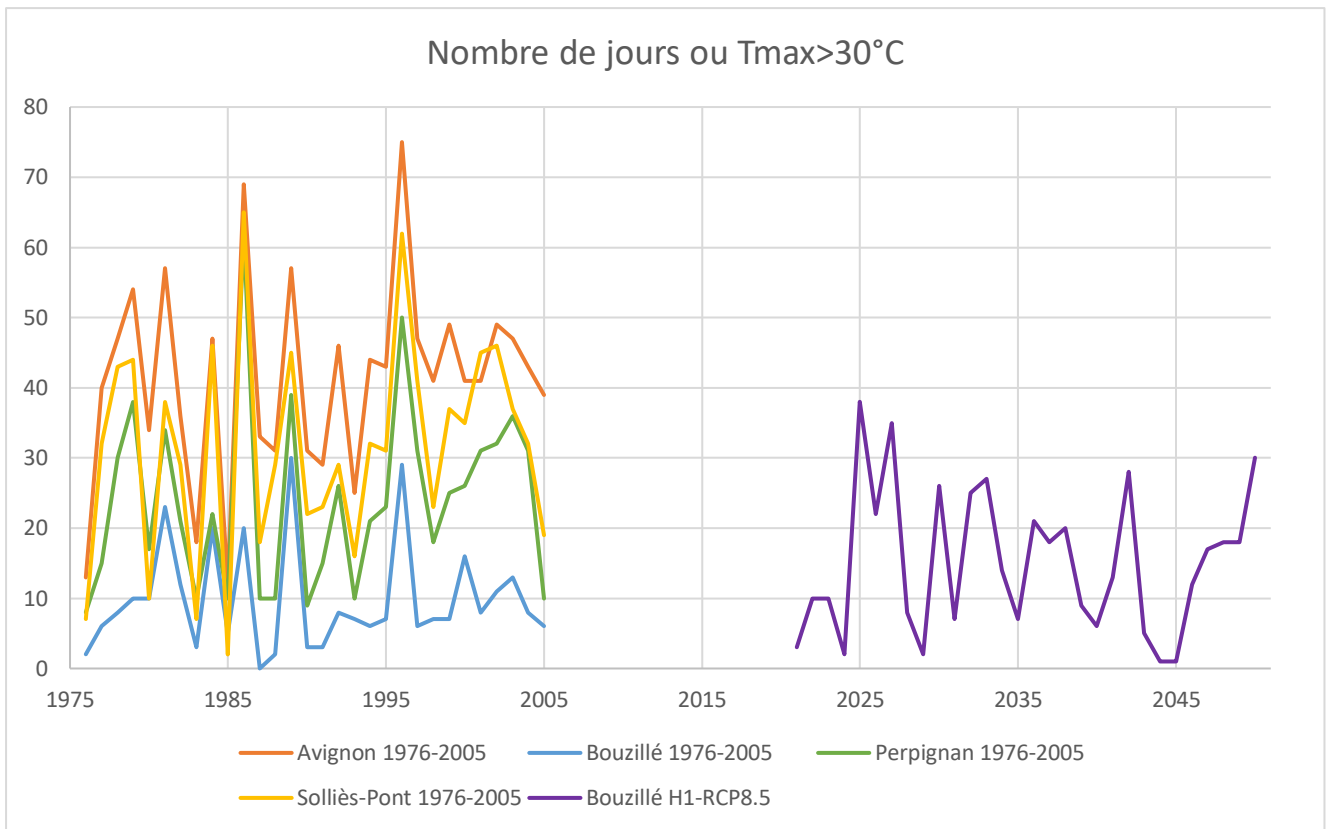
- [1] *Kiwi, ou souris végétale*. (s. d.). Muséum national d'Histoire naturelle. Consulté 29 août 2023, à l'adresse <https://www.mnhn.fr/fr/kiwi-ou-souris-vegetale>
- [2] Drouet, F. (s. d.). *Drosophila suzukii sur Figuier : Un ravageur pour la figue ?* Consulté 24 août 2023, à l'adresse <http://www.fruitiers-rares.info/articlesA-135a140/article136-Drosophila-suzukii-ravageur-figue.html>
- [3] Martínez, A. (2021, octobre 25). *Análisis del sistema de formación en espaldera en el cultivo de la higuera*. Agronegocios. <https://www.agronegocios.es/vida-rural/frutales/analisis-del-sistema-de-formacion-en-espaldera-en-el-cultivo-de-la-higuera/>
- [4] MNHN, & OFB. (2023c). *Choreutis nemorana (Hübner, 1799)*. Inventaire National du Patrimoine Naturel. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/247733
- [5] MNHN, & OFB. (2023a). *Ceratitis capitata (Wiedemann, 1824)—Mouche méditerranéenne des fruits, Mouche méditerranéenne, Mouche des fruits, Mouche de l'oranger*. Inventaire National du Patrimoine Naturel. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/24102
- [6] MNHN, & OFB. (2023f). *Hypoborus ficus Erichson, 1836*. Inventaire National du Patrimoine Naturel. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/242297
- [7] MNHN, & OFB. (2023e). *Homotoma ficus (Linnaeus, 1758)—Psylle du figuier*. Inventaire National du Patrimoine Naturel. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/220306
- [8] MNHN, & OFB. (2023d). *Drosophila suzukii (Matsumura, 1931)—Drosophile à ailes tachetées, Drosophile du cerisier, Moucheron asiatique, Drosophile asiatique, Drosophile japonaise*. Inventaire National du Patrimoine Naturel. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/701921

5 Annexes

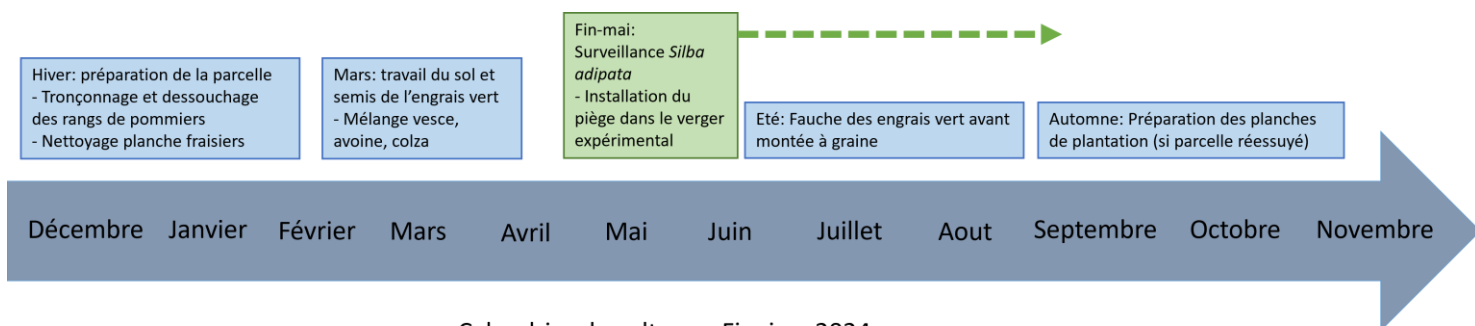
Annexe 1



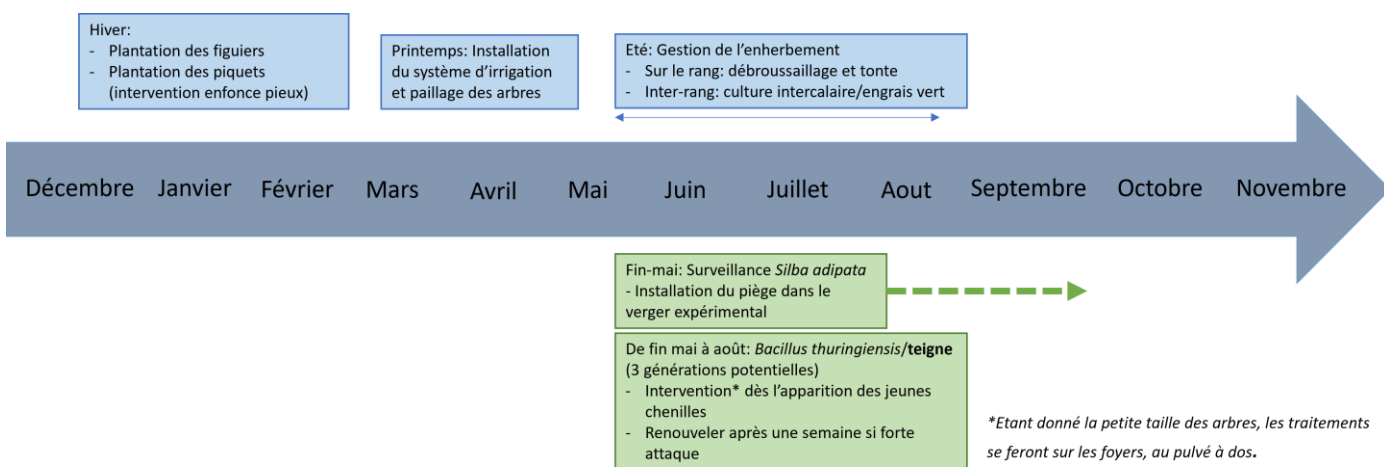
Annexe 2



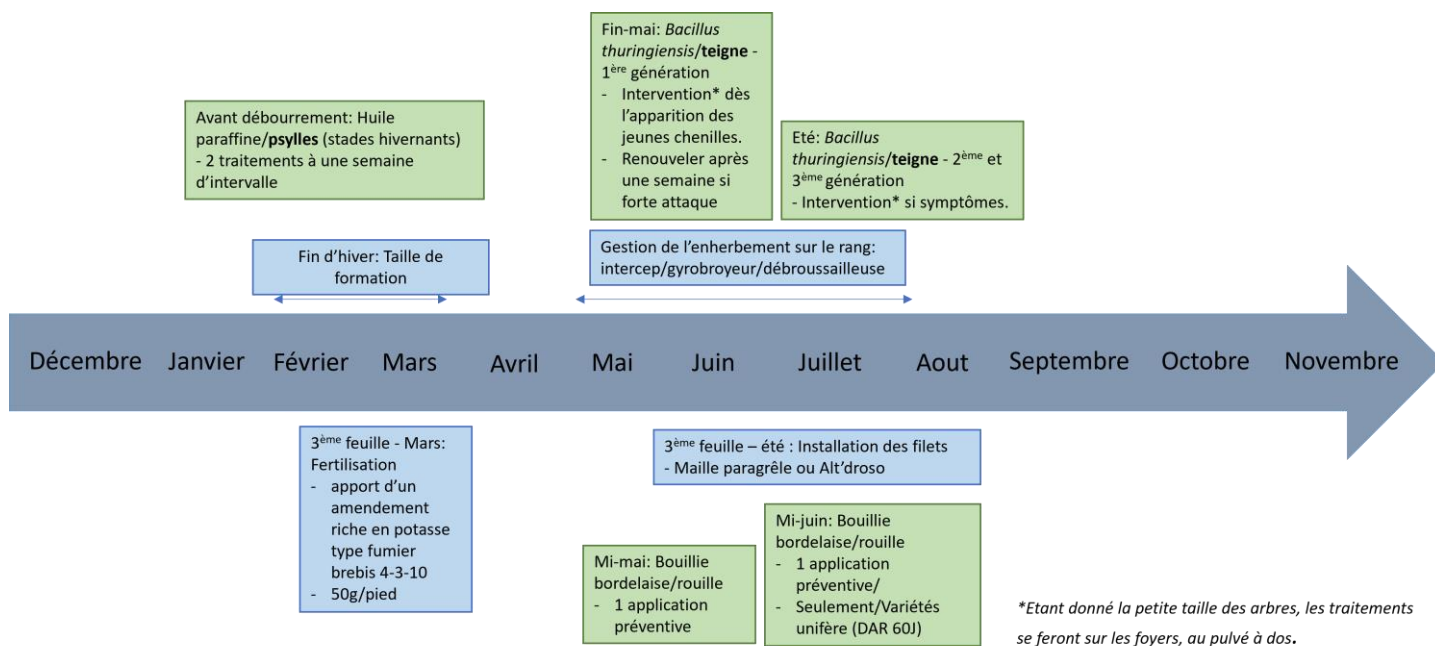
Annexe 3 : Itinéraire technique cultural 1^{ère}- 4^{ème} feuille



Calendrier de culture – Figuiers 2024 - Préparation de la plantation -

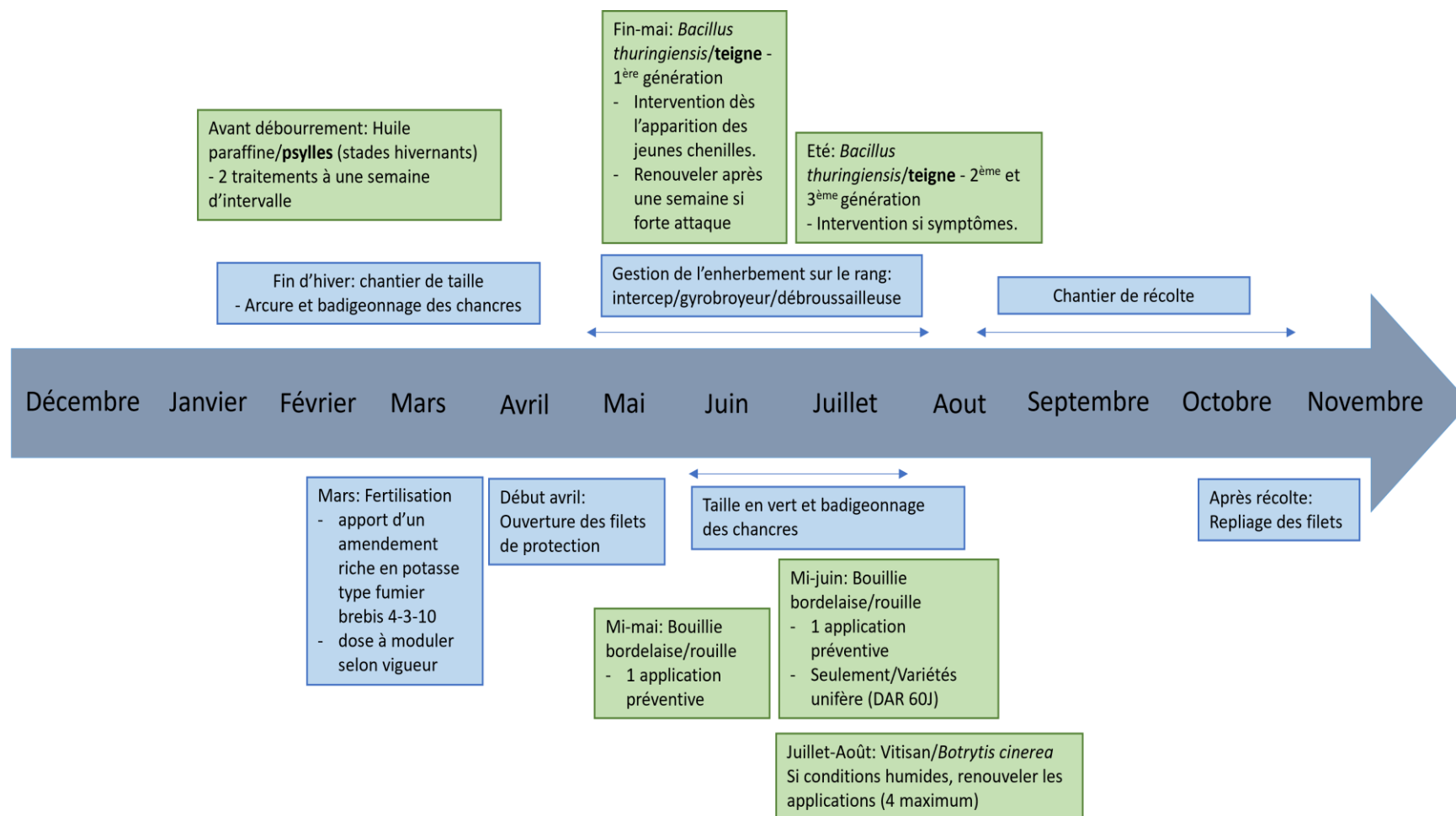


Calendrier de culture – Figuiers 2025 – 1^{ère} feuille



Calendrier de culture – Figuiers – 2^{ème} et 3^{ème} feuille - Les vergers du Moulin

Annexe 4 : Itinéraire technique cultural prévisionnel - Verger adulte



Calendrier de culture – Figuiers dès 4^{ème} feuille - Les vergers du Moulin

Annexe 5 : Calendrier prévisionnel de récolte

Semaine	Date début semaine	Date fin semaine	Brunswick - 0,144ha	Pastilière - 0,144ha	Ronde de Bordeaux - 0,144ha	Negronne - 0,048ha	Sultane - 0,048ha	Violette Normande - 0,048ha	Total (kg)
1	01-juil	07-juil							
2	07-juil	14-juil							
3	14-juil	21-juil							
4	21-juil	28-juil	40				26	26	92
5	28-juil	04-août	40			26	26	26	119
6	04-août	11-août	40			26	26	26	118
7	11-août	18-août				26			26
8	18-août	25-août							
9	25-août	02-sept		88	88				176
10	02-sept	09-sept	84	88	88	23		23	306
11	09-sept	16-sept	84	88	88	23	26	23	333
12	16-sept	23-sept	84	88	88	23	26	23	333
13	23-sept	30-sept	84	88	88	23	26	23	333
14	30-sept	07-oct	84	88	88	23	26	23	333
15	07-oct	14-oct	84	88	88	23	26	23	333
16	14-oct	20-oct	84	88	88	23	26	23	333
17	20-oct	27-oct	84	88	88	23	26	23	333
Total			792	792	792	264	264	264	2502
Figues fleurs			15%	0%	0%	30%	30%	30%	356
Figues d'automne			85%	100%	100%	70%	70%	70%	2146
								Si automne doux	666
								Total scénario automne doux	3168

Annexe 6 : Chiffre d'affaires prévisionnel

	Option de vente			
	Magasin spécialisé (100%)	Directe producteur (100%)	Directe producteur (100%)	Directe producteur (50%) - magasin spécialisé (50%)
Prix vente	6,5 €	10,0 €	12,0 €	6,5€ - 11€
Chiffre d'affaires min - Récolte 2,5 T	16 250 €	25 000 €	30 000 €	21 875 €
Chiffre d'affaires max- Récolte 3,17T	20 605 €	31 700 €	38 040 €	27 738 €
Chiffre d'affaires moyen	18 428 €	28 350 €	34 020 €	24 806 €
Chiffre d'affaires/ha	31 992 €	49 219 €	59 063 €	43 066 €

PASTILIÈRE

Origine :
Japon.

Synonyme(s) et noms locaux :
Hirta du Japon, Pastellière, Précoce Pastellier, Rouge de Bordeaux.

Caractères morphologiques

Arbre	Rameau
Port : érigé, trapu	Couleur : brun noir
Vigueur : faible	Calibre : gros
Aptitude au drageonnement : faible	Bourgeon terminal : jaune verdâtre
Feuille : Petite feuille, à reflets argentés, veloutée, de type 3 lobes, peu profonds	

Caractères physiologiques

Type de l'arbre : Commun	Figues d'automne
Récoltes : unifère	
Époque de maturité	2 ^e semaine d'août
Productivité	moyenne à assez forte
Alternance	faible

Sensibilités aux ravageurs et aux maladies

Sensible au botrytis.

Fruits

Caractères externes	Figues d'automne
Épiderme	bleu vif
Sensibilité à l'éclatement	assez forte
Forme	turbiniiforme, aplatie
Pédoncule	pourpre, épais, allongé
Col	inexistant
Œil	grand, ouvert
Poids moyen	60-70 g
Caractères internes	
Couleur de la pulpe	fraise clair brillant
Graines	petites, peu nombreuses
Texture	juteuse
Saveur	bonne
Parfum	agréable

Aspects commerciaux

Tenue au transport : assez mauvaise
Aptitude à la conservation : assez mauvaise
Potentialité gustative globale : très bonne
Utilisation : figue fraîche

Particularités et appréciations générales

Mûrit pratiquement, tous ses fruits. La plus précoce des figues d'automne avec la Ronde de Bordeaux. Diffère de la Bourjassotte Noire par la longueur de son pédoncule et sa légère dissymétrie. Feuillage gris vert légèrement argenté. Reste commercialement intéressante au mois d'août uniquement (malgré sa sensibilité aux craquelures longitudinales et au botrytis). Était cultivée abondamment dans la région de Toulouse.



Figues d'automne

BRUNSWICK

Origine :

USA. Surtout cultivée en Californie.

Synonyme(s) et noms locaux :

Castle Kennedy (Angleterre), Magnolia, Kennedy, Clémentine, Madonna.

Caractères morphologiques

Arbre	Rameau
Port : étalé	Couleur : brun jaune
Vigueur : moyenne	Calibre : gros
Aptitude au drageonnement : moyenne	Bourgeon terminal : jaune citron
Feuille :	
Moyenne feuille de type 3 à 5 lobes, très profonds et crénelés	

Caractères physiologiques

Type de l'arbre : Commun	Figues-fleurs	Figues d'automne
Récoltes : à tendance bifère		
Époque de maturité	mi-juin	fin août
Productivité	assez faible	forte
Alternance	forte à très faible	faible

Sensibilités aux ravageurs et aux maladies

Le céroplaste du figuier semble plus abondant sur cette variété que sur les autres.

Fruits

Caractères externes	Figues-fleurs	Figues d'automne
Épiderme	brun rougeâtre	rouge bronze
Sensibilité à l'éclatement	forte	forte
Forme	pyriforme oblique	turbiforme oblique
Pédoncule	épais, longueur moyenne	épais, longueur moyenne
Col	absent	absent
Œil	moyen, grand ouvert	moyen, ouvert
Poids moyen	60 g	40-50 g
Caractères internes		
Couleur de la pulpe	ambre	ambre
Graines	peu nombreuses	peu nombreuses
Texture	juteuse	juteuse
Saveur	excellente	excellente
Parfum	faible	moyen

Aspects commerciaux

Tenue au transport : mauvaise
Aptitude à la conservation : bonne, variété cultivée en Californie pour la conserverie
Potentialité gustative globale : excellent fruit, à condition d'être consommé en légère surmaturité
Utilisation : figue fraîche ou conserve, surtout pas figue séchée (pourrit)

Particularités et appréciations générales

Variété très belle et bonne, à recommander pour l'amateur. Ne convient qu'aux marchés de proximité (doit être cueillie mûre et se transporte mal). Couleur flatteuse, inhabituelle pour une figue. Caractère discriminant : abondance de fruits jumelés. Forte ressemblance entre figues-fleurs et figues d'automne, ces dernières étant plus petites.



Figues-fleurs



Figues d'automne

PRÉCOCE RONDE DE BORDEAUX

Origine : Sud-Ouest.

Synonyme(s) et noms locaux : Noire de Bordeaux, Verdone.

Caractères morphologiques

Arbre	Rameau
Port : étalé à demi érigé	Couleur : brun foncé
Vigueur : forte	Calibre : moyen
Aptitude au drageonnement : très forte	Bourgeon terminal : rosé (presque rouge)
Feuille :	
Moyenne à grande feuille de type 5 lobes, très profonds	

Caractères physiologiques

Type de l'arbre : Commun	Figues-fleurs	Figues d'automne
Récoltes : tendance unifère, très rares figues-fleurs		
Époque de maturité	début juillet	début août
Productivité	quasi nulle	forte
Alternance	très forte	nulle

Sensibilités aux ravageurs et aux maladies

R.A.S.



Figues-fleurs



Figues d'automne

Fruits

Caractères externes	Figues-fleurs	Figues d'automne
Épiderme	très fin, noir	très fin, noir
Sensibilité à l'éclatement	nulle	nulle
Forme	pyriforme	ronde
Pédoncule	court	très court
Col	épais	inexistant
Œil	moyen, fermé	moyen, fermé
Poids moyen	30 g	20 g
Caractères internes		
Couleur de la pulpe	rouge	rouge
Graines	peu nombreuses	peu nombreuses
Texture	fibreuse	fibreuse
Saveur	bonne	excellente
Parfum	faible	agréable

Aspects commerciaux

Tenue au transport : moyenne

Aptitude à la conservation : bonne

Potentialité gustative globale : très bonne

Utilisation : figue fraîche, figue à sécher, à transformer (confiseries, confitures...)

Particularités et appréciations générales

Intéressante par sa précocité en figue d'automne (début août) et sa qualité gustative exceptionnelle. Trop petite pour une utilisation commerciale.

SULTANE

Origine :

Tunisie.

Synonyme(s) et noms locaux :

Grosse de Juillet, Bellone bifère (appellation impropre).

Caractères morphologiques

Arbre	Rameau
Port : érigé	Couleur : brun foncé
Vigueur : moyenne à forte	Calibre : moyen
Aptitude au drageonnement : forte	Bourgeon terminal : rouge
Feuille :	
Grande feuille de type 3 à 5 lobes, peu profonds	

Caractères physiologiques

Type de l'arbre : Commun	Figues-fleurs	Figues d'automne
Récoltes : bifère		
Époque de maturité	début juillet	15 août
Productivité	assez forte	forte
Alternance	assez faible	nulle

Sensibilités aux ravageurs et aux maladies

R.A.S.



Figues-fleurs



Figs d'automne

Fruits

Caractères externes	Figues-fleurs	Figues d'automne
Épiderme	violet foncé rougeâtre	bleu noir pruneux
Sensibilité à l'éclatement	faible	faible
Forme	pyriforme	turbiforme
Pédoncule	moyen	moyen
Col	court	court
Œil	petit, fermé	petit, fermé
Poids moyen	50-60 g	40-50 g
Caractères internes		
Couleur de la pulpe	rouge vif	rouge foncé
Graines	peu nombreuses	peu nombreuses, petites
Texture	farineuse	farineuse
Saveur	douce	douce
Parfum	assez faible	assez faible

Aspects commerciaux

Tenue au transport : bonne
Aptitude à la conservation : faible
Potentialité gustative globale : assez bonne
Utilisation : surtout figue fraîche, peut être séchée

Particularités et appréciations générales















Production de figues d'automne plus importante que celle de figues-fleurs. Variété d' amateur, très productive et régulière tant en figue-fleur qu'en figue d'automne.

FICUS carica 'VIOLETTE NORMANDE'

Figuier violette Normande



Figuier vigoureux. Excellents fruits sucrés violet foncé à chair rouge en juillet et automne.

- | | |
|---|---|
|  Conseil d'entretien: En fin d'hiver, supprimez les rameaux qui encombrant l'intérieur de l'arbre pour favoriser le passage de la lumière. Supprimez les repousses éventuelles à sa base. |  Exposition: Plein soleil |
|  Origine: Horticole; La Roche Fauconnière, chez le Dr. Favier à Cherbourg (F) |  Persistance: Caduc |
|  Famille: Fruitiers |  Port: arborescent |
|  Hauteur à 10 ans: 6 m |  Couleur de feuilles: vert |
|  Largeur à 10 ans: 4 m |  Couleurs de fleurs: |
|  Croissance: rapide |  Type de sol: frais à sec |
|  Parfum: Non |  Utilisations: Fruitier, Isole, |

Calendrier : J F M A M J J A S O N D

 (above M)

 (below J)

 (below S)

Bifère. Chair juteuse et sucrée. Figs-fleurs très précoces, dès juillet, de gros calibre, à chair rose. Figs d'automne à chair rouge et peau violette en Septembre-Octobre. Nommée et diffusée par Minier en 2004.

FIC-NEGR

Variété bifère
type commun

Synonymes :
Bordeaux,
Angélique Noire,
Violette de Bordeaux,
Figue-Poire,
Petite Aubique...

De nombreuses descriptions :
La Quintinie J.B. 1697,
Garidel 1715,
Duhamel du Monceau 1768,
Rosier 1805,
Noisette 1829,
Boryard 1925,
Leterme E 1995.

Icones d'usage :

 
à sécher à croquer

 
à cuire qualité

Création : octobre 2016
Mise à jour août 2021

Ficus carica 'Négronne' Duhamel du Monceau.



Négronne, la feuille, la breba (en haut), la Figue d'automne (en bas)

Origine

Variété ancienne, elle est déjà cultivée par Jean Baptiste de la Quintinie en 1692 dans les jardins du roi Louis XIV à Versailles. Sa très grande résistance au froid et aux intempéries fait qu'on la trouve en Angleterre, en Autriche et en Allemagne ainsi qu'en Amérique du Nord.

Description

Breba

Forme : piriforme arrondi avec un col long et arqué. Fruit moyen, le contour du fruit est irrégulier, 4 cm de diamètre, 6 cm de haut.

Épiderme : noir mat, pruiné, sans lenticelles, des côtes peu marquées.

Pédoncule : court, violet, sépales plus clairs.

Oeil : Postiole est moyen à grand, ouvert à sépales réfléchis.

Pulpe : rouge clair, épiderme fin, rosé sous l'épiderme.

Qualité : chair grossière, un peu pâteuse, peu juteuse, sucrée, légèrement parfumée, les graines sont grosses et très présentes. Bonne.

Maturité : début juillet.

Figue d'automne

Forme : piriforme à col très court, pédoncule moyen (½ cm), poids moyen 35 g.

Épiderme : épais, violet foncé recouvert d'une pruine bleutée. Le fruit passe par une teinte très rouge avant maturité. Bonne résistance à l'éclatement

Oeil : ouvert, moyen, à écailles nombreuses, plus claires que l'épiderme

Pulpe : rouge foncé, grosse graine, juteuse et charnu, placenta fin, légèrement teinté de rose.

Qualité : sucrée, juteuse, parfumée. Tient bien à la cuisson et bonne séchée.

Maturité : septembre.

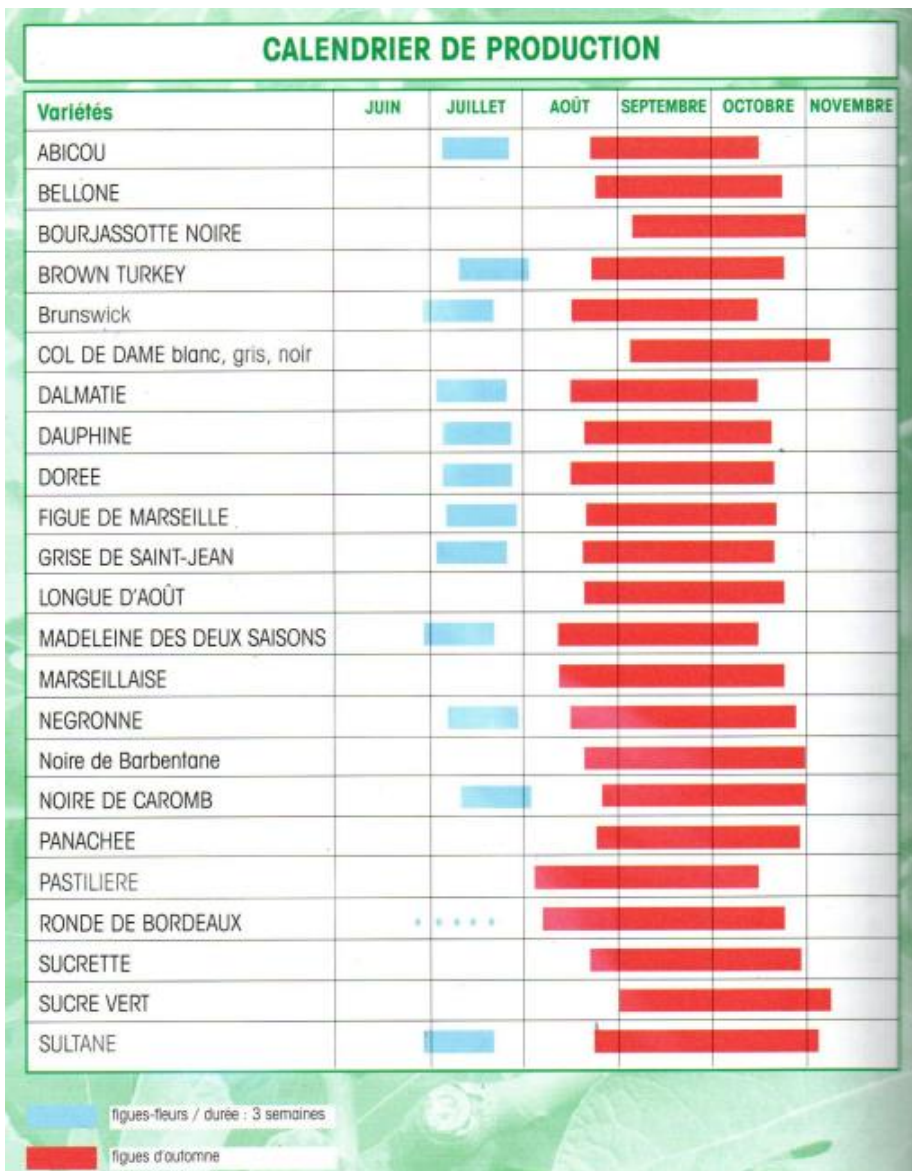
Culture

Feuilles : 5 à 7 lobes droits et fins, sillons échancrés découpés profondément, les bords du limbe sont crénelés irrégulièrement et la base cordée.

Surtout appréciée pour la qualité et la régularité de ses figues fleurs, cette variété s'adapte bien y compris dans les sols frais et sous des climats plus humides. Il faudra la planter plein sud pour profiter au maximum de sa production d'automne. En zone méditerranéenne les fruits d'automne peuvent sécher sur l'arbre sans difficulté. Arbre ayant une bonne résistance à la sécheresse.

Carte d'identité fruitière rédigée et éditée par le Centre National de Pomologie, 21 rue Soubeyranne, 30100 Alès.
Les droits d'auteur de cette fiche sont strictement réservés.

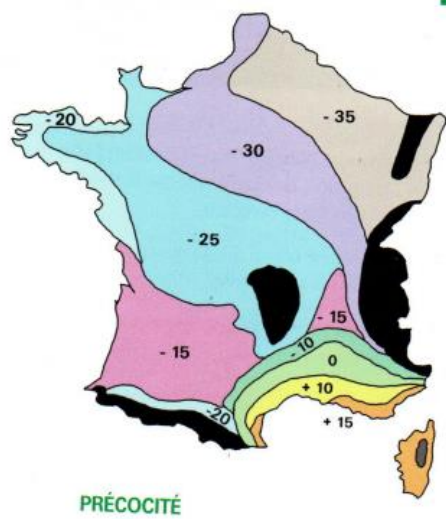
Annexe 13: Calendrier de production des variétés de figes (P. Baud, 2007)



Calendrier de production

Les dates données sont des dates moyennes de maturité dans la région de Vaison-la-Romaine (200 m d'altitude), dans le Vaucluse. D'une année sur l'autre, ces dates seront décalées de 2 semaines, avancées ou retardées en fonction des conditions météorologiques de l'année.

La carte ci-contre permet d'évaluer, pour chaque région le retard ou l'avance que peut prendre la production de fruits. Le signe - indique un retard, le signe + une avance, le nombre indiquant la quantité de jours de retard ou d'avance. Pour une altitude plus élevée, il faudra retarder ces dates de 2 ou 3 jours pour 100 m d'altitude. Ces chiffres sont fondés sur des moyennes et ne donnent qu'une approximation. Ils ne tiennent pas compte des zones à microclimats particuliers.



Annexe 14 : Botrytis cinerea (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023)

- Botrytis sur bois : lors des automnes pluvieux, le champignon se propage des fruits vers les ramifications, créant ainsi des plaies. Les symptômes apparaissent après la récolte. Très peu de dégâts de botrytis sur bois sont observés chez les producteurs. Les branches atteintes peuvent être supprimées lors de la taille (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023)
- Botrytis sur fruit : on l'observe sur les fruits récoltés dans des conditions humides. Il peut se développer au cours de la conservation. Les problèmes fongiques sur figue post récolte sont également dus aux genres Alternaria, Botrytis, Rhizopus, Penicilium, Cladosporium, Fusarium, Aspergillus.

Annexe 15 : Scolyte du Figuier *Hypoborus ficus* (Casadomet et al., 2016)

Hypoborus ficus est un petit coléoptère qui se nourrit du bois du figuier et que les agriculteurs, en raison de ses caractéristiques – il agit comme s'il s'agissait d'une petite tarière –, l'appellent « boreillo ». Les études le concernant le définissent comme un parasite des branches affaiblies, bien que dans les plantations d'Estrémadure, il ait été observé sur des branches saines et vigoureuses (Fig. 10). L'insecte adulte est un très petit foreur (1 à 1,5 mm de long). Les adultes et les larves creusent des galeries dans les branches, visibles dès le printemps en raison des accumulations de sciure à l'extérieur des branches. En Espagne, il y a 3 à 4 générations par an. Pour son contrôle, il est recommandé d'éliminer les branches fragilisées et de les brûler. Toute mesure visant à revigorer l'arbre est recommandable pour éviter les ravageurs de ce foreur.



Annexe 16: *Homotoma ficus*, Psylle du figuier (Casadomet et al., 2016)

Le psylle du figuier (*Homotoma ficus*) est un hémiptère se trouve souvent sur la face inférieure des feuilles. L'adulte, de 3-5 mm, est vert grisâtre (Fig. 19) et la nymphe, verte, est Il est couvert de poils blancs. Il y a une génération par an et hiverne sous forme d'œuf. Les dégâts qu'il provoque sont rares et, comme sa production de mélasse est insignifiante, elle ne favorise généralement pas l'apparition de gras, raisons qui ne recommandent pas l'application d'insecticide.



Annexe 17 : Teigne du figuier (*Choreutis Nemorana*) (CNP Alès)

Il s'agit d'un lépidoptère. L'adulte est un petit papillon marron. Ce n'est pas lui qui provoque des dégâts sur le figuier, mais sa chenille. La première génération de la teigne du Fiquier est de faible population lorsque l'hiver a été froid. Cette génération dévore les pousses tendres et on peut constater des feuilles en dentelle dans les vergers non traités. Mais, en général, ce n'est pas très grave car la vigueur du figuier permettra de refaire ses feuilles.



FAVORABLES
CONDITIONS
DE LUTTE
MOYENS

Le vol du papillon de la teigne de la deuxième génération apparaît habituellement la seconde semaine de juin. C'est cette deuxième génération de la teigne qui est dangereuse car elle dépose ses oeufs au voisinage des figes immatures.

Symptômes

Les chenilles issues de ces oeufs rongent l'épiderme des feuilles tout en restant dans le cocon soyeux. Elles vont également attaquer les petites figes en train d'apparaître. Sur les figes plus grosses, leur attaque se traduit par des déformations et mutilations qui les rendent impropres à la commercialisation. Sur feuilles, les dégâts restent ponctuels dans la plupart des cas et n'affectent pas la vigueur de l'arbre.

Conseils de traitement

Les traitements contre la mouche noire du Fiquier peuvent également détruire les populations de chenilles de la teigne. Pour les vergers en culture biologique, il faut surveiller l'apparition des petites chenilles de la teigne (soie qui enveloppe la fige) et réaliser un traitement avec *Bacillus thuringiensis* (BT) sur les jeunes chenilles.

Traitement chimique

Pour éviter les attaques de ce ravageur, il vaut mieux traiter votre figuier dès l'apparition des symptômes avec un insecticide bio à base de *Bacillus thuringiensis* et d'extraits de fleurs de pyrèthre que vous pulvériserez sur votre arbre, une ou deux fois, pas plus.

Type	Chenille
Période d'attaque	Printemps, été
Parties touchées	Bourgeons, feuilles, fruits
Plantes sensibles	Figuier

Annexe 18 : Rouille du figuier - *Cerotelium fici*

Facteurs favorisants

La rouille est favorisée par des printemps et des été chauds et humides, ou par la proximité d'une parcelle avec une présence d'eau (étang, lac, mer). Elle pose des problèmes importants au Brésil, en Floride et aux U-S-A. A Solliès-Pont, un système de brumisation de la canopée des arbres a été installé dans une parcelle test il y a quelques années. Ce système à forte pression était complémentaire au système d'irrigation, il avait pour objectif de rafraîchir l'atmosphère. De fortes attaques de rouilles ont été observées dans la parcelle test et le système a été retirée (B. Peyre, communication personnelle, 20 juillet 2023).

Solutions de protections homologuées en AB

Le 24 juin 2023, la filière a obtenu une AMM dérogatoire de 120 jours pour la bouillie bordelaise RSR DISPERSS NC (UPL). Ce produit est certifié Bio, mais non homologué sur figuier. La firme UPL a déposé une demande d'extension d'usage du produit sur figuier, la réponse sera obtenue cet automne. La dérogation a permis aux producteurs de réaliser un traitement fin juin, la DAR étant de 60 jours. La dose est de 900 gr/hl pour 700L/ha de bouillie soit 6.3 kg/ha. Un protocole optimal impliquerait un traitement à la mi-mai et un traitement à la mi-juin. Si l'on suit ce protocole, la quantité réelle apportée de cuivre sera de 2.52Kg/ha/an soit 17.64 kg sur 7 ans, ce qui est inférieure au maximum autorisé de 28 kg sur 7 ans (Kointz, 2023d).

Des applications foliaires de zinc et de manganèse fin avril-début mai, lors des périodes de contamination, constituent une méthode de lutte alternative. (Allix, 2023a). Des essais à base d'engrais foliaire enrichies en cuivre sont en cours (produits Arvor et Haneia – Société Vivagro) afin d'apporter des solutions de lutte raisonnée contre la rouille (Kointz, 2023d).

Nom commercial	BOUILLIE BORDELAISE RSR DISPERSS NC
Second nom commercial	EQAL DG
Numéro d'AMM	9800474
Substance(s) active(s)	Cuivre (Copper compounds) 20 %
Titulaire de l'autorisation	UPL Europe LTD Tour Voltaire 1 Place des Degrés 92800 PUTEAUX

L'autorisation de mise sur le marché est délivrée du 24 juin 2023 au 22 octobre 2023 selon les dispositions suivantes :

2- Usage(s) autorisé(s)

Libellé(s) de(s) usage(s) / code	Autorisé(s) uniquement sur la(es) culture(s) suivante(s)	Dose maximale d'emploi	Nombre maximum d'application(s)	Stade(s) d'application	Délai avant récolte
Figuier *Trt Part. Aer. * Rouille(s) Code usage : 00208010	Figuier	6,25 kg / ha par application	2 applications maximum par an	BBCH 69 (croissance des inflorescences) à BBCH 74 (infrutescence)	60 jours

Vous disposez d'un délai de deux mois pour contester la présente décision devant le tribunal administratif.

Date : le 23 juin 2023

Pour le Ministre et par délégation

La Directrice générale de l'alimentation

FICHE ORGANISME NUISIBLE DES VEGETAUX
Virus de la mosaïque du figuier
Organisme réglementé non de quarantaine (ORNQ)

- **Statut réglementaire :**

Organisme réglementé non de quarantaine

. Seuil pour la commercialisation des lots : 0% (annexe IV du règlement UE n° 2019/2072 du 28 novembre 2019). Aucune exigence réglementaire spécifique pour la production des lots.

- **Espèce végétale hôte :** Figuier (*Ficus carica*)

- **Symptômes :**

La plante présente des décolorations des feuilles ou des fruits en forme de mosaïque. Les symptômes peuvent évoluer en nécroses. La maladie entraîne la chute prématurée des fruits.

- **Vecteur :**

Ce virus a pour vecteur *Aceria ficus*, un petit acarien. Mais c'est la multiplication végétative et la vente de matériel végétal virosé qui constituent le plus grand risque de dissémination.

- **Mesures de contrôle possibles :**

Un figuier malade ne peut être soigné. Seules les mesures préventives sont efficaces : ne pas introduire ni bouturer du matériel végétal présentant des signes d'infection, contrôler la population des acariens vecteurs de la maladie. La destruction des figuiers malades est vivement recommandée.

- **Conséquences réglementaires sur les lots atteints :**

En application de l'article 37 et du seuil défini à l'annexe IV du règlement UE n° 2019/2072 du 28 novembre 2019, aucun matériel végétal de figuier contaminé par le virus de la mosaïque ne peut être commercialisé, aux particuliers comme aux professionnels.

Comme pour les autres organismes nuisibles réglementés, l'absence d'autocontrôles ou la présence non maîtrisée de la mosaïque du figuier chez un professionnel peut être un motif de retrait de l'autorisation à délivrer des passeports phytosanitaires.



Il existe de nombreuses espèces de nématodes phytopathogènes associées au figuier, même si celles qui causent des dégâts considérables dans toutes les zones où cet arbre fruitier est cultivé appartiennent au genre *Meloidogyne*. En Estrémadure, l'espèce *Meloidogyne Arenaria* est identifiée. Les arbres atteints présentent, au début de la maladie, une certaine faiblesse et une diminution de production. Au fil des années, à mesure que la maladie progresse, la faiblesse devient plus apparente, même si la plante meurt rarement. Le symptôme le plus évident de la présence du pathogène est l'existence, sur les racines, de nodulations ou d'épaississements de taille variable, taille qui peut aller de la tête d'une épingle à la noix, et peut former comme un chapelet de nodules qui totalement modifier la racine.

Ces nématodes vivent dans les racines des plantes mais aussi dans le sol, soit sous forme libre, soit protégés dans un œuf, toute l'année. Le développement optimal de ces pathogènes est lié à des températures comprises entre 20°C et 36°, un sol léger et humide, auquel cas une génération peut être complétée toutes les 3 semaines.

Il existe une relation parasitaire de ces nématodes avec d'autres pathogènes (*Fusarium oxysporum*, *Agrobacterium tumefaciens*...), une problématique qui doit être prise en compte dans la conception de toute mesure thérapeutique. Actuellement il n'existe aucun pesticide autorisé contre ces nématodes pathogènes, leur contrôle doit donc se faire par solarisation ou biofumigation.

Le nématode *Xiphinema index*, qui vit et se développe dans les racines du figuier, est considéré comme très dangereux pour les cultures de vigne car il est vecteur du virus GFLV, même si ni le nématode ni le virus ne provoquent de maladie du figuier. Ce phénomène doit cependant être pris en compte puisque dans certaines régions le figuier et la vigne sont généralement cultivés sur la même parcelle. Dans ce cas, le figuier peut agir comme un piège pour le nématode, car cette plante est un hôte privilégié (Casadomet et al., 2016).

L'identification de nématodes au sein des vergers de figuier est complexe. La présence d'une grande quantité de nématode a déjà été constatée chez un producteur des Pyrénées-Orientales, installé sur un terrain limoneux, avec un précédent de culture maraîchère. Dans ce verger, les figuiers semblent « vivre » avec les nématodes, leur production n'est a priori pas impactée. Bernard Peyre rapporte également avoir constaté des nématodes sur des plans achetés, et dans le verger qu'il cultivait au Maroc, dans un terrain très sableux. Certains arbres avaient une sensibilité plus marquée au pourridié. (B. Peyre, communication personnelle, 16 août 2023).



Fiche d'information phytosanitaire

CHARANCON NOIR DU FIGUIER *Aclees taiwanensis*

Le charançon noir du figuier – *Aclees taiwanensis*



photo : Facebook alerte charançon noir du figuier

Le **charançon noir du figuier** est un coléoptère de la famille des curculionidés originaire de Chine dont **l'hôte principal est le figuier (*Ficus carica*)**. Les adultes d'*Aclees taiwanensis* d'une taille de l'ordre de 2 cm ont une silhouette caractéristique des charançons. Le corps est entièrement noir brillant avec des élytres ponctués. Présent en Italie depuis plusieurs années, il est détecté en France pour la première fois dans le Var en 2019. **Il est signalé dans le Lot et Garonne en 2022 à Monclar d'Agenais.**

Son cycle de développement, de l'œuf à l'adulte, est de l'ordre de trois mois en fonction des températures. Deux cycles de développement annuel sont possibles. C'est un insecte essentiellement nocturne à tendance grégaire. Il pond ses œufs à la base du tronc, généralement au niveau du collet. Les larves qui se développent dans l'arbre le détruisent du fait de leur consommation des tissus végétaux avec une destruction progressive de l'aubier conduisant à une réduction du flux de sève brute.



Signalement des symptômes de présence



Dégâts récents : ponte fraîche, sciure fine, broutage des fruits (photos : Vegetech/CA83)

Des chloroses des feuilles, des modifications de la forme de la frondaison, des broutages des feuilles, des écoulements de sève sur le tronc ou les branches charpentières, des bouchons de sciures ainsi que des écoulements d'exsudats brunâtres au niveau du collet sont autant de symptômes de sa possible présence.

Le comportement nocturne et discret de l'insecte invite à une observation méthodique de l'arbre sous plusieurs angles en dégageant bien le collet et en inspectant avec soin les rejets.



Collet très dégradé, premiers signes de dépérissement (Photo : CA84)



Dégâts plus anciens : sciure grisâtre, affaiblissement progressif de l'arbre, broutage des fruits (photos : Vegetech/CA83)

En cas d'observation de l'insecte ou des symptômes indiqués, il convient :

- de prendre des photos des symptômes observés et si possible de collecter des échantillons de larves et d'adultes. Les adultes doivent être asphyxiés à l'acétate d'éthyle ou plongés dans une solution d'alcool à 70°. Les larves doivent être plongées dans l'eau bouillante pendant quelques minutes puis conservées dans l'alcool à 70°.
- contacter sans délais le :

Service régional de l'alimentation – DRAAF Nouvelle Aquitaine

Unité santé du végétal

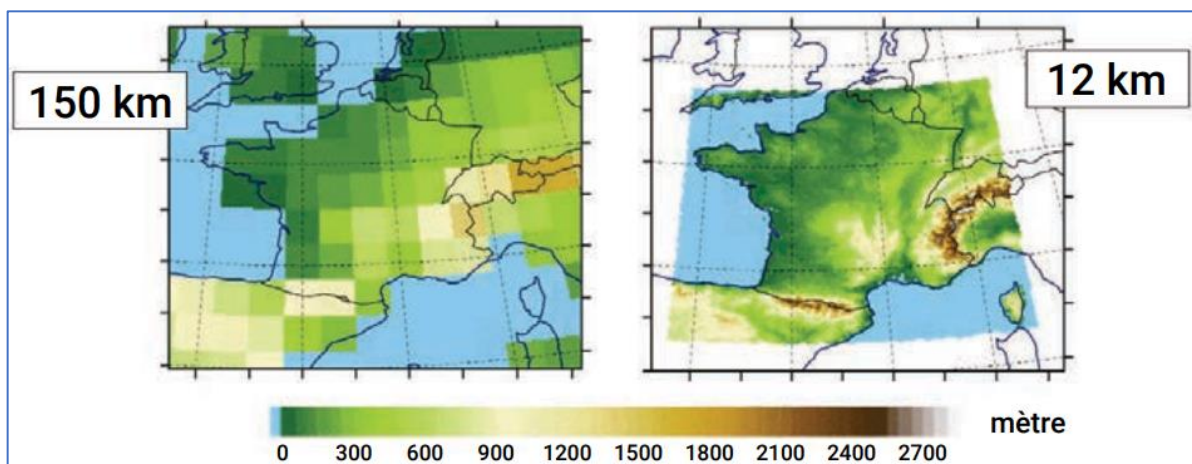
Site Bordeaux : 51 rue Kiéser - CS 31387 - 33077 BORDEAUX CEDEX - Tél. : 05 56 00 42 00

sral.draaf-nouvelle-aquitaine@agriculture.gouv.fr







Annexe 22 : Prévisions climatiques et choix du modèle

Il existe de nombreux modèles climatiques qui servent à simuler l'évolution du climat à l'échelle mondiale (Global Climate Model, GCM) ou régionale (Regional Climate Models). Ces derniers ont une haute résolution spatiale (de 10 à 20km) qui permet une prise en compte plus fine des éléments géographique (reliefs, contrastes terre mer, traits de côtes complexe). Ils permettent de mieux représenter des phénomènes météorologiques locaux (mistral) et les événements extrêmes qui y sont liés (vents violents, précipitations intenses). Pour un RCP donné, les prévisions climatiques diffèrent d'un modèle à l'autre (Soubeyroux et al., 2021).

« Le modèle CNRM-ALADIN est classiquement utilisé dans les études d'impacts à l'échelle régionale en métropole car il présente des biais réduits par rapport à d'autres modèles dans la région (Soubeyroux *et al.*, 2020). Cependant, il est identifié par le rapport Drias comme étant parmi les 3 modèles de l'ensemble Drias qui réchauffe le moins en hiver et une évolution des précipitations hivernales situées dans la médiane. Concernant l'évolution des précipitations et températures estivales, il est dans la médiane des évolutions de l'ensemble des modèles Drias (Soubeyroux *et al.*, 2020). Les tendances d'évolution climatique peuvent être différentes selon le modèle, la période et le scénario considéré, surtout concernant la pluie. L'usage de données issues d'autres modèles climatiques (qui réchauffent et humidifient plus ou moins selon les saisons) permettrait ainsi de prendre en compte l'incertitude liée aux modèles climatiques. » (Amiot, Dubreuil, et al., 2023)



LEGENDE

-  Porte Rideaux ou Sectionnelle entrée dans le bloc
-  Sens des planches de cultures
-  Câbles d'ancrage au sol
-  Maillage entre poteaux et réseau câbles
-  Câble de faitage intermédiaire fixer sur transversaux sans poteaux
-  Longueur des côtés


192,00m
*
37,50m

Système de fixation filets en toiture	Sandows croisés distance 2,00m
Système de fixation filet latéral	Enterré sans enroulements
Câble acier gainé	A dégainé pour fixation serre-câbles
Poteaux en bois	4,50m donc 3,80m hors sol
Distance entre Peignes de faitage	1,00m

Précision technique sur la faisabilité du projet

Le système proposé ici engendre un défi technique : la distance inter-rang est très importante (8m) comparée aux vergers habituellement couverts. Des plus grandes travées impliquent des portions de filets plus larges et des élastiques plus longs, et donc une moins bonne tenue dans le temps face à des évènements climatiques comme la grêle. La mise en place d'une rangée de poteaux supplémentaire au milieu des travées (inter-rang) permettrait de pallier cette contrainte, mais n'est pas souhaitable pour la circulation des engins.

La solution proposée ici est donc la mise en place de câbles de faitages intermédiaires, au milieu des travées, en parallèle à ceux déjà prévues au-dessus des rangs. Ces câbles de faitage intermédiaire sont soutenus par les câbles transversaux, perpendiculaires aux lignes de plantation. Ainsi, la couverture d'un rang et d'une travée est assurée par quatre demi-filets, reliés par paires sur deux câbles de faitage. Ce système a déjà été mis en œuvre avec succès chez des maraîchers Nantais, avec une longueur de travée de 8m. (T. Piou, communication personnelle, 10 août 2023)

	Diplôme : Ingénieur Spécialité : horticulture Spécialisation / option : PPE-H Enseignant référent : Mickaël Delaire
Auteur(s) : Marceau Jolivet Date de naissance : 19 avril 2000	Organisme d'accueil : EARL Les Vergers du Moulin Adresse : La grande Noue – 49530 Bouzillé-Orée d'Anjou
Nb pages : 101 Annexe(s) : 23	Maître de stage : Michel Réveillère
Année de soutenance : 2023	
Titre français : Etude pour la mise en place d'une production de figues en agriculture biologique aux Vergers du Moulin : aspects climatiques et phytosanitaires	
Titre anglais : Etude du potentiel de mise en place d'une production de figues en agriculture biologique aux Vergers du Moulin : aspects climatiques et phytosanitaires	
Résumé : Les Vergers du Moulin est une exploitation fruitière située en Maine-et-Loire, d'une surface agricole de 20,86 ha. Afin d'anticiper les impacts des dérèglements climatiques sur le potentiel de production des espèces historiquement cultivées (pommes et poires), une étude a été menée sur le figuier. L'objectif était de mesurer le potentiel de mise en place d'une production de figues sur le site de l'exploitation, selon deux grands axes, climatique, et phytosanitaire. Le premier axe a conduit à la réalisation de prévisions climatiques locales qui ont été comparées vis-à-vis des besoins du figuier. Le second axe a mené à des recherches sur la répartition des ravageurs inféodés aux figuiers, et les moyens de luttés qui concernent chacun d'entre eux. A partir de cette collecte d'informations, un système de culture adapté aux contexte local a pu être proposé.	
Abstract : Les Vergers du Moulin is a fruit farm located in Maine-et-Loire, with an agricultural area of 20.86 ha. In order to anticipate the impact of climate change on the production potential of historically cultivated species (apples and pears), a study was carried out on fig trees. The aim was to measure the potential for setting up fig production on the farm, based on two main factors: climate and plant health. The first involved making local climate forecasts, which were compared with the fig tree's needs. The second led to research into the distribution of pests affecting fig trees, and the means of combating each of them. Based on this collection of information, a cultivation system adapted to the local context was proposed.	
Mots-clés : diversification fruitière, <i>Ficus carica</i> , <i>Silba adipata</i> Mc Alpine, prévision climatique, protection phytosanitaire, itinéraire technique culturale, enquête Key Words: fruit diversification, <i>Ficus carica</i> , <i>Silba adipata</i> Mc Alpine, climate forecasting, plant protection, cultivation techniques, survey	

* Elément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires