

BioAgresseurs et Irrigation des Amandiers
Etat des lieux

Stage de 2^{ème} année élève Ingénieur Agronome
(2 mois)

Hugo Benard
Eté 2020





Hugo BENARD

Promotion 2018

Rapport de stage de deuxième année du cursus Ingénieur
Agronome

BioAgresseurs et Irrigation des Amandiers

Du 6 juillet au 15 août 2020

Maitre de stage : Mathieu Bayot

Tuteur de stage : Elsa Ballini

TABLE DES MATIERES

INTRO :	3
I - Présentation de la culture et des systèmes de production.....	4
A - Généralités sur la filière amande française	4
B - Les différents types d'exploitations	4
C - Les variétés et porte greffe	6
II - Les bioagresseurs	7
A - <i>Eurytoma amygdali</i> , la guèpe de l'amande	7
B - Fusicoccum	9
C - Monilia.....	10
D - Cicadelle.....	10
E - Puceron vert	11
F - Rouille	11
G - Corynéum.....	12
H - Polystigma.....	12
I - Faux-tigre.....	13
J - Araignée jaune	13
K - Tordeuse orientale	14
L - Plomb.....	14
M - Anthractnose.....	15
III - L'irrigation et son pilotage	15
A - Besoin en eau et préconisations	15
B - Objectifs de l'enquête	16
C - Résultats.....	16
Conclusion :	18
Remerciements	18
Bibliographie :.....	19
Annexe.....	20

INTRO :

Aujourd'hui, le marché français de l'amande est en croissance mais avec de faibles surfaces agricoles plantées qui sont en train de fortement augmenter avec l'arrivée de nouveaux producteurs depuis quelques années. En 2019, il y avait 1388 ha d'amandiers dont 1071 en production, auxquels il faut ajouter 843 ha d'intention de plantations d'ici 2021 (d'après Chambre régionale d'agriculture Provence-Alpes Côte d'Azur et Tellus Consultants). La Chaire d'entreprise AgroSys¹, investie dans la filière Amande depuis peu, s'intéresse à cette nouvelle filière. Un état des lieux techniques, via ce stage, initiative de la chaire pour mieux comprendre cette nouvelle filière, a été proposé à France Amande² avec le constat d'un besoin de meilleures connaissances des pratiques et besoins d'encadrement des producteurs. Il se veut un état des lieux techniques des pratiques sur les bioagresseurs et l'irrigation.

Le but de ce stage est de soulever les questions posées par les producteurs d'amandiers sous forme d'un état des lieux et de remettre ces résultats à la filière via l'association française interprofessionnelle France Amande. Ce stage est en lien avec un Projet Étudiant Ingénieur de l'Institut Agro de Montpellier sur *Eurytoma amygdali* commandité par AgroSys.

Dans ce contexte, et compte tenu de la faible durée du stage 13 exploitations ont été enquêtées, dont 11 en agriculture conventionnelle et 2 en agriculture biologique. Ces exploitations se situent dans les Bouches du Rhône, la Drôme, le Gard et le Vaucluse. Les contacts ont été établis via les techniciens du GRCETA³, des chambres d'agriculture de la Drôme, des Bouches du Rhône et de l'Occitanie ainsi que de la Société du Canal de Provence.

Les entretiens ont été effectués sous forme semi-directive, le plus souvent au bord des champs d'amande. Ils étaient composés de trois parties : des généralités sur l'exploitation et la culture d'amande, des précisions sur la lutte et l'accompagnement contre tous les bioagresseurs (ravageurs et champignons) qui ont été présents depuis la plantation des amandiers et enfin sur l'installation de l'irrigation et son pilotage (voir [annexe](#)).

Ce rapport présente en synthèse les enjeux liés aux bio-agresseurs et aux problématiques de l'irrigation issus des entretiens, complétés et commentés sur la base d'un recueil bibliographique réalisé en début de stage. Un plan en trois parties est proposé. Il se veut être factuel, présentant un constat des pratiques rencontrées comme autant d'exemples, correspondant à la variété des exploitants rencontrés. Il n'est pas représentatif d'un point de vue statistique des pratiques.

¹ La chaire AgroSys est une chaire d'entreprise de l'école Institut Agro de Montpellier (anciennement SupAgro) qui offre une interface entre les mondes scientifiques et les acteurs des territoires et des filières, entre le public et le privé. Elle facilite la mise en place de projets permettant de renforcer la durabilité des agrosystèmes.

² L'association française interprofessionnelle France Amande, créée en 2018, réunit les producteurs d'amande avec les acteurs de l'aval de la filière (transformation et distribution) pour favoriser le dialogue et mener des actions.

³ GRCETA : association d'arboriculteurs, créée en 1962, dont l'objectif est d'aider ses adhérents dans le travail d'amélioration technique, économique et sociale de leurs exploitations agricoles.

I - Présentation de la culture et des systèmes de production

A - Généralités sur la filière amande française

L'amandier est une espèce fruitière bien adaptée aux conditions pédoclimatiques méditerranéennes (d'après l'étude de la relance de l'amande de la Chambre d'Agriculture des Alpes de Haute Provence) par sa résistance à la sécheresse sa rusticité et son adaptation des terrains caillouteux, c'est pourquoi l'ensemble des exploitations interrogées se situent en zone méditerranéenne.

La récolte étant aujourd'hui mécanique, les vergers sont plantés avec une densité de 6x6, 6x5 ou 7x6 pour permettre le passage des machines (d'après l'ODARC⁴). L'entrée en production se fait au bout de 4-5 ans avec une pérennité qui se situe entre 20 et 40 ans et avec un rendement moyen d'environ 1,5 t/ha en frais soit 500 kg d'amandons par ha (d'après l'ODARC).

Aujourd'hui, la Corse est la première région française de production d'amande avec environ 75 % de la production nationale en 2011. 90 % de la production nationale de 2011 provient de la coopérative SudAmande, principale coopérative française centrée sur l'amande (d'après l'ODARC). En prenant en compte l'ensemble des vergers (1388 ha dont 1071 en production en 2019) et les intentions de plantation, la perspective de production est de 536 t en 2019 et 1695 d'ici 2024 (d'après la Chambre régionale d'agriculture Provence-Alpes Côte d'Azur et Tellus Consultants).

En 2018, la France est importatrice de plus de 40 000 tonnes d'amandes avec comme origine principale l'Espagne et les USA. Le prix moyen d'importation se trouve à 6 € le kg (d'après la Chambre régionale d'agriculture Provence-Alpes Côte d'Azur et Tellus Consultants).

La qualité des variétés françaises est recherchée par les confiseurs avec aujourd'hui une forte demande autour de l'amande française qui n'est pas satisfaite, comblée par l'importation.

B - Les différents types d'exploitations

On observe que 3 grands groupes ressortent des entretiens : des jeunes vergers en agriculture biologique de 4 ans ou moins, pas forcément tous en production, espérant qu'une nouvelle solution soit trouvée pour *Eurytoma amygdali* (voir [Eurytoma](#)); des jeunes vergers s'inscrivant autour de la dynamique de l'amande française suivant les conseils des techniciens et enfin des vergers plus anciens avec de l'expérience dans l'amandier et l'arboriculture.

Parmi les amandiculteurs en agriculture conventionnelle, 3 définissent leur exploitation en agriculture raisonnée : ils n'utilisent que des produits autorisés en bio, sauf pour [Eurytoma amygdali](#) (la guêpe de l'amande) pour laquelle les traitements en bio ne sont pas jugés assez efficace (voir [Eurytoma](#)).

Dans l'échantillon que j'ai interrogé (13 exploitations), 11 sont en agriculture conventionnelle et 2 en agriculture biologique. Parmi ces producteurs, 2 sont des amandiculteurs purs, 4 cultivent l'amande comme culture principale. Les autres cultures associées à l'amande ont été : d'autres fruits à noyaux, le maraîchage, les grandes cultures, la vigne, le foin, les fruits rouges et le miel. Pour les aider à lutter contre les bioagresseurs, l'ensemble des agriculteurs interrogés disposent d'un accompagnement technique issu de coopératives, de chambres d'agriculture et de structures associatives.

⁴ ODARC : Office du Développement Agricole et Rurale de Corse

3 typologies se distinguent parmi les exploitations enquêtées :

1. Des jeunes vergers en agriculture biologique de 4 ans ou moins, pas forcément tous en production, espérant qu'une nouvelle solution soit trouvée pour [*Eurytoma amygdali*](#)
2. Des jeunes vergers s'inscrivant autour de la dynamique de l'amande française suivant les conseils des techniciens
3. Des vergers plus anciens avec de l'expertise dans l'amandier et l'arboriculture.

Parmi les amandiculteurs en agriculture conventionnelle, 3 définissent leurs exploitations en agriculture raisonnée : ils n'utilisent que des produits autorisés en bio, sauf pour [*Eurytoma amygdali*](#) (la guêpe de l'amande) pour laquelle les traitements en bio ne sont pas jugés assez efficace.

La quasi-totalité des récoltes est mécanique entre mi-août et septembre. La majorité des agriculteurs, pratique un enherbement inter-rang, mais de jeunes producteurs et les producteurs en agriculture biologique pratiquent aussi un enherbement intra-rang. L'enherbement est souvent un enherbement naturel, et les agriculteurs luttent contre les adventices le plus souvent de manière mécanique, ou couplé avec l'utilisation de glyphosate.

Les vergers enquêtés ont majoritairement une densité de 5x6 (5 m sur le rang X 6 m inter-rang) et certains présentent une densité de 6x7 ou 5x7, ou plusieurs de ces 3 densités. Les deux raisons qui ont été soulevées pour expliquer ces densités sont : la nécessité d'une place suffisante pour passer les machines à l'intérieur du rang et la rusticité de l'amandier.

La quasi-totalité des sols des exploitations enquêtées sont des sols calcaires avec des pH assez basique.

La taille est en gobelet et demande selon les variétés et le temps que l'agriculteur peut leur consacrer une à deux tailles par an : une taille en vert facultative et une taille en hiver fortement recommandée.

La fertilisation est très souvent un apport de NPK une fois par an et la quasi-totalité des exploitations utilise des ruches avec le plus souvent au moins 4 ruches par hectare mais avec une forte variabilité.

L'ensemble des exploitations d'amandier en France se trouvant en climat méditerranéen et ayant eu des épisodes de gel très peu fréquents, les agriculteurs n'ont pas de dispositifs de lutte contre le gel. Cependant, l'augmentation de l'occurrence de gel ces dernières années amène certains agriculteurs à réfléchir sur l'installation d'un moyen de lutte.

Les différents moyens de vente sont : la vente directe pour 6 exploitations (et l'ensemble des exploitations interrogées en agriculture biologique), des magasins de producteurs, la coopérative SudAmande, des industriels et grâce au réseau donné par les autres cultures de l'exploitation.

C - Les variétés et porte greffe

Les vergers interrogés sont quasiment essentiellement composés de :

- Lauranne (présent dans 12 exploitations dont 2 en agriculture biologique): variété française autofertile avec une vigueur moyenne et une entrée en production rapide couplée à une production élevée. Elle est peu sensible au [Fusicoccum](#) (d'après Octavio Arquero Quílez et al.). Elle produit des fruits demi tendre avec des amandons à large utilisation.
- Ferragnès (présent dans 10 exploitations dont 1 exploitation en agriculture biologique) : variété française autoincompatible avec un excellent comportement en climat méditerranéen. Elle présente une vigueur moyenne/grande et une entrée en production moyenne (5 ans) mais avec une production importante. Elle est résistante à [Monilia](#), à la *Tavelure* et au [Polystigma](#) mais est très sensible au [Fusicoccum](#) (d'après Octavio Arquero Quílez et al.). Elle produit des fruits avec une coque demi dure et est utilisée principalement pour la pâtisserie.
- Ferraduel (présent dans 8 exploitations interrogées) : diffusé dans tous les pays méditerranéens c'est une variété française autoincompatible avec une vigueur moyenne/grande et une entrée en production rapide/moyenne avec une production élevée. Elle est résistante à : [Monilia](#), la *Tavelure* et à [Polystigma](#) mais est sensible : au [Fusicoccum](#) et au *Cribado* (d'après Octavio Arquero Quílez et al.). Elle produit des fruits à coque dure avec des amandons de bonne saveur.
- Mandaline (présent dans 6 exploitations interrogées) : variété autofertile avec un bon potentiel de production sensible à [Eurytoma amygdali](#) à cause d'une faible épaisseur de la gove et de la coque.
- Ferrastar (présent dans 3 exploitations interrogées) : variété française autostérile très vigoureuse peu sensible au [Fusicoccum](#) et avec des fruits de gros calibre à coque dure.

D'autres variétés sont cultivées dans les vergers enquêtés, mais ne sont retrouvées que dans une exploitation : Mas Bovera, Antoneta, Glorieta, Francoli, Texas, une variété italienne hybride RK 90 et Vayro.

Concernant le porte greffe, toutes les exploitations utilisent le GF 677. C'est un hybride entre l'amandier et le pêcher. Il confère aux arbres un bon ancrage et une bonne vigueur. Cependant, il présente une multiplication végétative difficile et il est possible d'améliorer l'enracinement de ses boutures ligneuses si cela pose problème par l'utilisation d'hormones AIB (d'après Octavio Arquero Quílez et al.).

D'autres portes greffes sont présents dans les vergers étudiés, mais ne sont rencontrés que dans une exploitation : Cadaman, Miran, Texas et le GF 81 (une erreur d'après la productrice).

II - Les bioagresseurs

Dans cette partie, les bioagresseurs sont classés en fonction de leur fréquence décroissante : plus un bioagresseur est présent, plus il est haut dans cette liste. Cette liste regroupe l'ensemble des bioagresseurs qui ont été présents depuis la plantation de ces 13 vergers.

Le but de cette partie est de présenter de manière exhaustive les bioagresseurs rencontrés aujourd'hui sur le terrain, les difficultés sur le terrain et les impasses actuelles, mise en lien avec la bibliographie disponible sur le sujet.

Bioagresseur	Occurrence (sur 13 exploitations)	Impact sur les exploitations enquêtées
Eurytoma amygdali	13	Important
Fusicoccum	9	Important
Monilia	7	Important
Cicadelle	5	Acceptable
Puceron vert	3	Important
Rouille	3	Acceptable
Corynéum	3	Acceptable
Polystigma	2	Acceptable
Faux-tigre	1	Marginal
Araignée jaune	1	Marginal
Tordeuse orientale	1	Marginal
Plomb	1	Important
Anthracnose	1	Marginal

Tableau 1 : Présentation des bioagresseurs présent dans les exploitations interrogées

Bioagresseurs présents en agriculture biologique	Occurrence (sur 2 exploitations)	Impact sur les exploitations enquêtées
Eurytoma amygdali	2	Important
Puceron vert	2	Important
Tordeuse orientale	1	Marginal

Tableau 2 : Présentation des bioagresseurs présent dans les exploitations interrogées en agriculture biologique

A - *Eurytoma amygdali*, la guèpe de l'amande

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtées
<i>Eurytoma amygdali</i>	13	Important

Présent en France depuis 1990, c'est le principal ravageur de l'amandier présent dans l'ensemble des exploitations étudiées. Il peut provoquer jusqu'à 90 % de pertes de récolte.

Biologie du ravageur	La guêpe adulte pond un œuf dans le fruit au printemps, la larve se développe dans l'amandon jusqu'au printemps suivant et l'année d'après les adultes sortent des fruits.
Symptômes	La guêpe adulte pond un œuf dans le fruit au printemps, marquant souvent une sortie de gomme avec un trou visible, qui est le symptôme observable sur le terrain. Les fruits infestés se dessèchent et deviennent ensuite noirs car après la récolte, ils restent sur l'arbre.
Traitements conseillés	Utilisation du karatézéon (matière active : lambda cyhalothrine) en deux traitements (maximum). C'est un pyrethrinoides, qui sont aujourd'hui très controversés à cause de leur spectre large et surtout de leur nocivité pour les abeilles (ANSES et le site sagepesticides). Cet insecticide est appliqué en fonction des émergences de la guêpe par surveillance avec des pièges qui permettent de surveiller le développement des insectes : des amandes contaminées sont placées dans un piège (boite hermétique avec un tube à essai transparent où sont comptabilisés les insectes émergents) et lorsque les adultes sont visibles, cela veut dire que la nymphose est finie, que les guêpes vont apparaître dans le verger et qu'il est temps de traiter. Les recommandations viennent des techniciens et du "guide arbo".
Pratiques constatées	<ul style="list-style-type: none"> • Les agriculteurs suivent les recommandations avec majoritairement deux traitements espacés de 15 jours. Le premier traitement se fait dès la sortie des premiers adultes. Certains agriculteurs appliquent 3 traitements si la pression est forte. • Un agriculteur n'effectue pas de piège mais observe la sortie des adultes sur des amandiers sauvage. • En agriculture biologique, l'agriculteur interrogé utilise du kaolin calciné (argile). L'utilisation du kaolin calciné (argile) doit être systématique et doit recouvrir l'amandon, donc il faut éviter de l'utiliser en période de pluie. Cependant, son efficacité est moyenne avec une perte de récolte d'environ 20 %.
Inquiétudes des agriculteurs	Certains agriculteurs ont fait part d'une peur d'apparition de <i>résistance</i> de la guêpe aux doses utilisées ou plus rarement au produit et souhaiteraient pouvoir utiliser d'autres moyens de lutte, qui se traduit aujourd'hui par le test de nouveaux produits chimiques sur champ.

Sur le terrain, les adultes de *Eurytoma amygdali* sortent du fruit entre fin mars et mai. Aujourd'hui, à part dans les zones à très fortes pression par cause d'amandiers sauvages, *Eurytoma* est rarement un problème en agriculture conventionnelle avec l'utilisation du karatézéon (lambda cyalothrine). Les recommandations semblent largement acquises pour l'ensemble des agriculteurs interrogés. Deux autorisations maximums sont autorisées, ce produit étant jugé dangereux pour l'environnement et très toxique pour les organismes aquatiques (d'après la notice du produit).

Le problème est qu'il n'existe pas de solution en bio contrôlée autorisée en agriculture biologique, ce qui empêche de nombreux producteurs à passer en bio. Deux solutions existent : l'utilisation de SPINOSAD comme matière active sous dérogation ou l'utilisation de kaolin calciné. Je n'ai pas rencontré d'agriculteurs utilisant le SPINOSAD, les agriculteurs ne l'apprécient pas à cause de son spectre d'action trop large notamment ciblé sur les auxiliaires. Un agriculteur m'a parlé d'un collègue qui utilise des filets pour lutter contre ce ravageur sur une plantation en haie fruitière sur 1 ha. Cette technique le contraint à effectuer une récolte manuelle et à avoir un prix au kilo important.

Il existe aujourd'hui une forte attente des agriculteurs pour avoir des solutions autorisées en agriculture biologique. Des études ont lieu en Espagne pour utiliser des prédateurs mais n'ont pas encore abouti à des résultats, les prédateurs possibles sont : *Aprostocetus bucculentus* et *Adontomerus amygdalii* pour les parasites et *Thanasmius sp* comme prédateur généraliste (d'après F

Cuenca), mais il n'y a pas encore de résultats publiés. La prophylaxie (éliminer les fruits infectés permettant de diminuer la pression) est fortement recommandée mais peu effectuée sur le terrain par manque de temps. A noter qu'un groupe d'étudiants de 2ème année de l'Institut Agro de Montpellier mène (de mars 2020 à décembre 2020 à un PEI (Projet Étudiant Ingénieur) sur le thème d'*Eurtyoma amygdali*, dont le sujet est de regrouper les résultats des recherches ainsi que des essais de pratiques contre *Eurtyoma amygdali* pour faire un état des lieux complets sur ce ravageurs.

Les entretiens ont permis de mettre en évidence une sensibilité différente des variétés : Lauranne semble particulièrement sensible dans des mêmes champs, ainsi que les variétés avec une coque dure et une peau fine (Ferraduel et Mandaline).

B - *Fusicoccum*

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
<i>Fusicoccum</i>	9	Important

Biologie du champignon	Le champignon <i>Fusicoccum amygdali</i> provoque la maladie du chancre en pénétrant dans les plaies pétiolaires des bouquets de mai ou des jeunes rameaux. Les périodes de pluie au printemps et en été favorisent le développement du champignon, ce qui fait que dans la majorité des exploitations il ne pose problème que certaines années en fonction de la météo.
Symptômes	Le symptôme le plus utilisé sur le terrain pour le caractériser est un dessèchement des bouquets de mai. Il est aussi possible d'observer une forme de nécrose brunâtre ovale sur les rameaux.
Traitements conseillés	Des traitements fongicides sont conseillés en préventif chaque année (le plus souvent deux fois) avec des benzimidazoles (où de nombreuses résistances apparaissent chez les nématodes d'après H. Bâ et S. Geerts) qui passe sous le nom de « couverture fongicide ». Dans les zones à forte pression, ces traitements ne suffisent pas et il est recommandé d'éliminer et brûler les rameaux atteints et d'éviter l'aspersion par frondaison augmentant l'humidité dans le feuillage. Il est aussi recommandé d'éliminer les arbres sauvages sensibles pouvant constituer un lieu de maintien de la maladie.
Pratiques constatées	Pas de différence avec les recommandations, le nombre de traitement dépend d'un seuil visuel pour éviter l'installation du champignon.

Aucun *Fusicoccum* n'était présent dans les exploitations en agriculture biologique de l'échantillon, mais des traitements préventifs à base de bouillie bordelaise sont effectués chaque année. Le cuivre étant peu efficace, la prophylaxie est primordiale dans la lutte contre ce champignon.

Sur le terrain, il a été observé que les vieux arbres sont moins résistants et que la variété Ferragnès semble la plus sensible. La présence de ce champignon peut aussi être mise en parallèle avec l'utilisation du porte greffe GF 677, le champignon étant aussi présent sur pécher.

C - Monilia

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
<i>Monilia</i>	7	Important

Biologie du champignon	Cette maladie est causée par le champignon <i>Monilia laxa</i> et favorisée par un printemps humide et pluvieux.
Symptômes	Les spores pénètrent dans les fleurs par le stigmate entraînant un dessèchement des bouquets de mai. Ces symptômes étant très proche de ceux du fusicoccum , ces deux champignons sont souvent confondus sur le terrain
Traitements conseillés	La lutte est préventive chaque année dans « la couverture fongicide » avec du cuivre ou des fongicides à base de thiophanate de méthyl à l'automne lors de la chute des feuilles et pendant l'hiver. La prophylaxie est largement recommandée mais assez peu utilisée sur le terrain par manque de temps. Le cuivre étant efficace, la lutte en agriculture biologique est suffisante aujourd'hui contre ce champignon.
Pratiques constatées	Suivi des recommandations

Ce champignon attaquant les bourgeons floraux, l'impact se trouve essentiellement sur l'année suivante et par conséquent l'impact sur le rendement est très dur à déterminer.

Il est conseillé d'utiliser Ferragnès étant une variété moins sensible, mais il a été observé sur le terrain que cette variété était particulièrement sensible dans certaines exploitations. De même que [Fusicoccum](#), les vieux arbres semblent moins résistants.

D - Cicadelle

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
<i>Cicadelle</i>	5	Acceptable

Biologie du ravageur	<i>Asymmetrasca decedens</i> présente des individus adultes de forme allongée et mince de couleur verte et de 3,5 mm de longueur. Il est aussi présent chez les pruniers et pêcher. Il apparait à la fin du printemps
Symptômes	Décoloration des jeunes arbres pendant l'été liée aux piqûres et attaques des jeunes pousses où les jeunes feuilles se recroquevillent.
Traitements conseillés	Il est possible de lutter avec des insecticides spécifiques (avec comme matières actives Imidaclopride (ectoparasite), Acefate (insecticide organophosphoré) ou cihalotrin du Lambda (Pyretroïde synthétique)). Il est conseillé d'éviter les hautes herbes favorisant les mouvements des adultes. Certains techniciens conseillent de ne pas traiter.
Pratiques constatées	En général, pas de lutte chimique, l'insecte s'attaquant aux jeunes arbres ne posent pas de problèmes sur le long terme. S'il y a une très forte pression, des traitements préventifs sont fait l'année suivante au printemps.

E - Puceron vert

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
Puceron vert	3	Important

Biologie du ravageur	<i>Brachycaudus amygdalinus</i> présente des adultes vert-jaune d'environ 2 mm. Les symptômes apparaissent en avril-mai.
Symptômes	Avortement de fleurs et enroulement de feuilles pouvant devenir jaune. Il est possible d'observer une mélasse sucrée attirant les fourmis.
Traitements conseillés	Il est conseillé de traiter dès que 15 % des arbres sont touchés et de traiter par temps chaud. Il existe des insecticides (avec comme matière active acéphate, diazinon et diméthoate) et la lutte biologique est efficace avec la coccinelle <i>Coccinella septempunctata</i> ou <i>Chrysopa vulgaris</i> qui à l'état larvaire se nourrit de pucerons. Il est recommandé d'éviter les excès d'azote.
Pratiques constatées	La lutte avec le savon noir en printemps est jugée efficace avec une pression faible à moyenne. Surtout utilisé en préventif s'il y a eu une attaque l'année d'avant.
Inquiétude des agriculteurs	Le puceron s'attaquant aux jeunes vergers, ils peuvent provoquer une baisse de croissance des arbres.

Ce ravageur était présent dans les exploitations en agriculture biologique interviewées. Il s'attaque principalement aux arbres en formation.

F - Rouille

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
Rouille	3	Acceptable

Biologie du champignon	Le champignon <i>Tranzschelia pruni-spinosae</i> est favorisé par des températures élevées et une atmosphère humide. Il faut donc être vigilant lors des étés pluvieux ou des fins de printemps chaudes et humides. Il apparaît en juin-juillet.
Symptômes	En été, des tâches jaunes apparaissent sur la face dorsale des feuilles devenant noire à la fin de l'été et cassante au touché. Le champignon s'attaque exclusivement aux feuilles.
Traitements conseillés	Le champignon s'attaquant aux feuilles, il est conseillé d'éviter qu'un arbre soit touchés plusieurs années de suite pour éviter d'avoir un impact fort sur le rendement. Il est conseillé d'utiliser les mêmes fongicides que contre Monilia et de traiter à la chute des pétales et à la chute de la corolle.
Pratiques constatées	Les traitements sont dans la « couverture fongicide » chaque année associés à celle contre Monilia .

Cette maladie peut être présente chez le blé et sur l'herbe spontanée en inter-rang et a été observée sur l'inter-rang sur le terrain. D'après certains agriculteurs, la variété Ferragnès est particulièrement sensible.

G - Corynéum

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
Corynéum	3	Acceptable

Biologie du champignon	Le champignon <i>Stigmina carpophila</i> est favorisé par un printemps chaud et pluvieux. Il semble présent depuis 15 ans et apparait après la floraison.
Symptômes	Des tâches rouge sombre apparaissent sur les feuilles qui se poinçonnent et peuvent tomber. Lors d'attaque forte, il peut y avoir des pertes de fleurs.
Traitements conseillés	Il est conseillé de lutter en cas de « forte pression », avec un fongicide (avec comme matière active captane, folpet, zinèbe et manèbe) au printemps pendant le débourrement et de répéter s'il y a des pluies. Si la pression est forte une année il est recommandé de traiter en préventif en hiver. Il faut éviter l'aspersion sur frondaison favorisant l'humidité dans le feuillage. Certains techniciens ne proposent pas de traitements.
Pratiques constatées	Traitements préventifs s'il y a une pression l'année précédente couplé avec la lutte contre le Fusicoccum .

Le champignon s'attaque préférentiellement aux arbres en formation et semble privilégier Mandaline. Il faut aussi être vigilant, car ce champignon peut être présent dans les haies.

H - Polystigma

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
Polystigma	2	Acceptable

Biologie du champignon	Le champignon <i>Polystigma occhareceum</i> est favorisé par les régions très chaudes (dont la région méditerranéenne). Il se développe essentiellement dans les vergers peu ou non traités. Les symptômes apparaissent en juin-juillet. Il semble présent depuis 10 ans.
Symptômes	Des tâches rouges de 1 à 2 cm apparaissent sur les feuilles, pouvant tomber.
Traitements conseillés	Il est recommandé de traiter seulement si « les conditions climatiques sont favorables ». Un traitement avec de la bouillie bordelaise en hiver ou un fongicide de synthèse (avec comme matière active le thirame, le folpet, le zinèbe et le zirame) au printemps suffisent.
Pratiques constatées	Avec traitement, il y a très peu d'attaques. Un agriculteur qui a une très forte pression, effectue un traitement préventif chaque année qui passe dans la couverture fongicide. Sinon, les traitements se font si le champignon était présent l'année d'avant.

Sur les exploitations étudiées, l'impact de ce champignon est faible et celui-ci semble s'attaquer à toutes les variétés avec une préférence pour les variétés espagnoles.

I - Faux-tigre

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
Faux-tigre	1	Marginal

Biologie du ravageur	<i>Monosteira unicastata</i> est un hémiptère avec comme nom vulgaire faux-tigre de l'amandier ou punaise. Les adultes sont de couleur jaune avec des bandes transversales obscures. Il mesure 0,8 mm de long et 2,5 mm de large. Ils apparaissent en mai-juin et s'attaquent aux jeunes arbres.
Symptômes	Une mosaïque jaune blanchâtre apparaît sur les nervures des feuilles. Les piqures provoquent des pertes de feuilles pouvant se cribler et un affaiblissement de l'arbre donc une diminution de la récolte.
Traitements conseillés	S'il y a une attaque, il faut enlever toutes les feuilles au sol pendant l'hiver. Il est conseillé d'intervenir à partir de 10 % de pousses attaquées et 5 % s'il y a eu une attaque l'année précédente. Il est possible d'intervenir chimiquement (avec comme matière active acefate, dimetoate et methylparathion), par la lutte biologique (coccinelles, anthocorides ou cécidomyies) ou physique en blanchissant le tronc, ce qui empêche que les adultes d'y réfugient après une attaque. Il faut éviter un excédent d'azote et les hautes densités de plantation.
Pratiques constatées	Sur le terrain, l'agriculteur qui a été attaqué, lutte chimiquement lorsque le verger est très infecté et proche de mourir.

Ce ravageur est très présent en Espagne, ce qui pourrait s'expliquer par leur densité de plantation en moyenne plus haute qu'en France.

J - Araignée jaune

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
Araignée jaune	1	Marginal

Biologie du ravageur	Les adultes de <i>Tetranychus urticae</i> se nourrissent du contenu cellulaire des feuilles à l'aide de leur stylet. Cette espèce préfère les climats chauds et secs ou lorsque les arbres sont en déficit hydrique. Elle s'attaque aux jeunes arbres.
Symptômes	Il provoque une décoloration des feuilles accompagnée de taches jaunes. Il est possible d'observer une toile blanche visible sur la face intérieure des feuilles, sur laquelle l'araignée se déplace.
Traitements conseillés	Des acarides spécifiques (avec comme matière active imidaclopride, acephate et cyhalothrine) sont conseillés lorsque les populations deviennent élevées ou en hiver après une attaque pour éliminer les œufs. Il ne faut pas les utiliser si les populations sont faibles car cela sert souvent de réserve aux acariens prédateurs. L'utilisation d'acariens entomophages permet de maintenir les populations de l'araignée à un

	niveau bas. Il faut éviter l'excès d'azote et éliminer les rameaux infectés.
Pratiques constatées	L'agriculteur qui a été attaqué à traiter chimiquement une fois en suivant les recommandations de son technicien et le ravageur n'est jamais réapparu.

K - Tordeuse orientale

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtées
Tordeuse orientale	1	Marginal

Biologie du ravageur	<i>Graphilota molesta</i> est une chenille qui s'attaque aux jeunes rameaux. Il peut y avoir 6 générations par an entre le printemps et le début de l'automne.
Symptômes	Elle creuse des galeries dans les jeunes pousses et peuvent aller jusqu'à l'écorce en profondeur. Si la coque est peu dure, elles peuvent pénétrer dans les jeunes fruits.
Traitements conseillés	Pour la lutte chimique, il est possible d'utiliser des organophosphates, mais ils sont reconnus pour être très dangereux pour l'environnement. Les matières actives efficaces sont : diazinon, fénitrothion et methomyl (insecticide systémique et de contact), à appliquer au printemps (à l'éclosion des œufs). Il est aussi possible d'utiliser la confusion sexuelle des mâles pour éviter la reproduction ou d'utiliser des ennemis naturels : <i>Apanteles emarginatus</i> , <i>A.xanthostigmus</i> , <i>Paralithomastix variicornis</i> , <i>Perisierrola gallicola</i> , <i>Copidosoma pyralidis</i> et <i>Elasmus flabellatus</i> . Il est aussi conseillé d'éliminer les rameaux infectés par prévention.
Pratiques constatées	L'exploitation où elle est présente est une exploitation en agriculture biologique mais il n'y a pas eu de lutte l'année d'apparition par manque de temps. Depuis, il y a une coction d'ail et d'orties en préventif. Il y a aussi eu des essais d'insecticides sur pastèque, mais ils n'ont pas fonctionné.

L - Plomb

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtées
Plomb	1	Important

Biologie du champignon	Le champignon <i>Stereum purpureum</i> est beaucoup plus présent sur pêcher que sur amandier.
Symptômes	Le feuillage prend une teinte grise et lorsque l'infection se propage, les feuilles finissent par craqueler.
Traitements conseillés	Il faut éviter la taille par temps pluvieux pour limiter les points d'entrée du champignon. Il est possible d'appliquer une peinture antifongique après la taille.
Pratiques constatées	Les arbres ont été arrachés.

Cette maladie a été observée sur une exploitation lors de recépage de vieux arbres.

M - Anthractnose

Bioagresseur	Occurrence	Impact sur les exploitations enquêtés
Anthractnose	1	Marginal

Biologie du champignon	Le <i>Gloeosporium amygdalium</i> est peu présent en France, il se concentre surtout en Afrique du Nord.
Symptômes	Au printemps, des tâches jaunes d'environ 1 cm apparaissent sur les fruits d'où il peut sortir de la gomme. Le fruit peut se déformer et tomber. Les fleurs touchées flétrissent et présentent des suintements orange à leur base.
Traitements conseillés	Il faut éliminer les fruits infectés et les branches mortes pendant l'hiver. Il est possible d'appliquer des fongicides durant les périodes chaudes et humides.
Pratiques constatées	Ce champignon se trouve sur une exploitation et seulement sur une variété italienne. Si la présence est constatée, un fongicide conseillé par le technicien est utilisé.

III - L'irrigation et son pilotage

A - Besoin en eau et préconisations

L'irrigation des amandiers est indispensable pour qu'un verger soit rentable. Les besoins en eau par irrigation ont été évalués en moyenne entre 230 et 350 mm par an selon la capacité de rétention en eau du sol et selon la demande climatique par la Chambre d'Agriculture de Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2016. La consommation d'eau a été évaluée à 471 mm par an à Montpellier selon le BRL mémo irrigation de 2013. Il faut néanmoins noter que les valeurs de besoins en eau sont basées sur des calculs anciens et la tendance globale autour du réchauffement climatique amène ces valeurs à fortement augmentées. De plus, sur le terrain, il est souvent observé que ces valeurs sont jugées trop basses, il faut donc rester prudent face à ces recommandations. Il manque aujourd'hui des publications scientifiques récentes sur des mesures terrains pour pouvoir les comparer à ces recommandations. L'irrigation est primordiale dès la première année pour favoriser une bonne implantation des jeunes arbres, un développement vigoureux et une mise à fruit plus rapide. Pour les vergers adultes, il est conseillé d'irriguer de mi-mars à fin septembre avec deux périodes primordiales :

- Le printemps : en cas de pluviométrie insuffisante, l'irrigation diminue notamment le risque d'alternance
- Une irrigation à doses faibles mais régulières lors de la phase de grossissement des fruits et jusqu'à l'approche de la récolte devrait correspondre au besoin des amandiers. Cependant, de juin à août, les doses doivent être augmentées pour répondre à la demande climatique pour éviter un flétrissement des amandons et des bourgeons qui se mettent en place.

En cas de sécheresse prolongée, il est toutefois nécessaire de prévoir des irrigations à l'automne (en septembre) avec des doses réduites de moitié y compris après récolte pour les variétés précoces.

D'après les agriculteurs interrogés, le système qui est le plus conseillé est le goutte à goutte. Cependant, ce système n'est pas compatible avec des eaux ferrugineuses ou, en agriculture biologique, avec une eau très calcaire, car l'emploi d'acide est interdit. Il est conseillé d'installer des goutteurs de 1 à 2 l/h espacés de 0,50 m à 1 m (d'après la Chambre d'Agriculture de Provence-Alpes-Côte d'Azur).

B - Objectifs de l'enquête

L'objectif de cette partie de l'enquête est d'effectuer un bilan de l'installation qu'ont effectuée les agriculteurs suite à ces recommandations et de voir le pilotage de ce système après des années d'utilisations et d'expériences. Cette partie est en lien avec le projet de la Société du Canal de Provence de comprendre les pratiques et niveaux de connaissance des amandiculteurs, ce qu'ils font et pourquoi ils le font.

C - Résultats

Origine de l'eau

L'origine de l'eau est diverse. Elle provient de forage privé pour 5 exploitations, de réseaux collectifs canaux (canaux de Carpentier, Craponne ou Provence, BRL) pour 3 exploitations, du Rhône pour 2 exploitations, de la Durance.

Équipement à la parcelle et pilotage

La grande majorité des exploitations étudiées sont en goutte à goutte (11 exploitations sur 13). La majorité des exploitations (7) ont des gouttes à gouttes en surface et en double ligne. Ceci correspond aux recommandations. Pour la grande majorité les goutteurs sont espacés de 0,75 m (ce qui fait avec les densités de plantations utilisées environ 4 goutteurs par arbre) et ont chacun un débit de 1,6 l/h.

Une petite partie des exploitations étudiées a un programmeur, pratique la fertirrigation et a des outils de suivi comme des tensiomètres mais beaucoup ne sont pas équipés, notamment à cause du coût important d'investissement. Je n'ai pas rencontré d'exploitations faisant un suivi météo précis au champ.

Période d'irrigation, stratégie et quantités apportées

La période d'irrigation varie énormément d'une exploitation à l'autre, mais se situe entre mars et octobre et est toujours présente de juin à août. Les résultats sont regroupés dans ce schéma ci-dessous. Une exploitation n'est pas présente sur ce schéma, car sa période d'irrigation varie chaque année.



Mars à Octobre : 4 exploitations

Mars à Septembre : 3 exploitations

Avril à Septembre : 3 exploitations

Mai à Août : 1 exploitation

Juin à Août : 1 exploitation

Parmi les 3 exploitations irriguant de Mars à Septembre, une exploitation effectuée une pause fin Août pour favoriser le séchage du fruit sur l'arbre.

La fréquence et le temps d'arrosage varie aussi beaucoup entre 3 h tous les jours et 4 à 6 heures deux fois par semaine. Le débit des goutteurs étant le plus souvent de 1,6 l/h écartés de 0,75m, si l'on prend une exploitation avec 7 inter-rangs et 2 lignes, la pluviométrie théorique est de

$$\frac{1,6 \text{ (débit d'un goutteur)}}{0,75 \text{ (espacement des goutteurs)} \times \frac{7 \text{ (inter-rang)}}{2 \text{ (nombre de ligne)}}} = 0,61 \text{ mm/h}$$

Si un agriculteur irrigue 4 heures par jour de fin Mars à juin et 6 heures en juillet et août, cela fait un apport de $297,68 + 226,92 = 524,6$ mm/an, ce qui est supérieur aux conseils de la Chambre d'Agriculture de Provence-Alpes-Côte d'Azur (entre 230 et 350 mm/an), mais plus proche de la réalité sur le terrain.

Si l'on étudie cet exemple sur une journée, cela fait $0,61 \text{ (mm/h)} \times 4 \text{ (h)} = 2,44$ mm par jour de mars à juin, et $0,61 \text{ (mm/h)} \times 6 \text{ (h)} = 3,66$ mm par jour. Si l'on prend une zone comme Venasque dans le Vaucluse, l'ETP est de 3 à 5 mm selon les jours en avril et autour de 7 mm par jour en juillet-août (source : SCP et météo dématérialisée Weather Measures 2020). L'ETP étant une référence, elle est corrigée avec le coefficient cultural (kc) qui est souvent pris à 0,6 chez les agriculteurs (ce qui correspond à la valeur donnée par le BRL mémo irrigation de 2013), mais n'a pas de référence récente française. Cela fait d'après la bibliographie, un besoin théorique d'environ 2,4 mm/j en avril et d'environ 4,2 mm/j en juillet et août dans la zone choisie. On remarque que pour avril, les apports sont supérieurs dans cet exemple mais inférieur pour juillet et août. Cela ne pose pas de problème sur le terrain, car cette valeur est issue d'un modèle théorique manquant de données récentes et que l'irrigation est le plus souvent pilotée selon les observations du terrain et de l'expérience.

Dans la quasi-totalité des exploitations, la fréquence d'irrigation est régulière sur une certaine période, mais la durée d'irrigation varie d'un agriculteur à l'autre, et au cours de la saison. Elle est essentiellement basée sur une observation des arbres et notamment des feuilles, surtout lors des jours chauds et secs en été. Il y a aussi une adaptation à la phénologie de l'arbre avec très souvent une diminution voire un arrêt de l'irrigation en août pour favoriser le séchage du fruit sur l'arbre et une reprise après la récolte pour favoriser la mise en réserve.

La quasi-totalité des exploitations n'a pas d'objectif quantitatif précis et n'effectue pas de bilan hydrique. Les exploitants se basent sur leur expérience personnelle et l'observation des arbres donc l'expérience ainsi que les conseils des techniciens et des chambres d'agriculture qui jouent un rôle fondamental pour le pilotage de l'irrigation.

En ne comptant pas l'aspect quantitatif qui n'a pas pu être calculé pour l'ensemble des exploitations, les exploitations enquêtées suivent bien les conseils donnés à l'exception de la période d'irrigation que chaque agriculteur adapte au climat de ses parcelles.

Conclusion :

La filière amande française est aujourd'hui en croissance avec l'installation de nombreux vergers. Il existe aujourd'hui peu d'exploitations en agriculture biologique, notamment à cause du manque de solutions face à *Eurytoma amygdali* (la guêpe de l'amande). Les vergers étudiés sont essentiellement constitués de 5 variétés françaises (Ferragnès, Ferraduel, Ferrastar, Mandaline et Lauranne) et d'un porte greffe : le GF 677. Dans les exploitations étudiées, 13 bioagresseurs ont été recensés, dont 3 qui ont sévit dans la quasi-totalité des exploitations [Eurytoma amygdali](#), [Fusicoccum](#) et [Monilia](#). Enfin, une grande partie des exploitations enquêtées, possède des gouttes à gouttes en double ligne avec des fréquences et des durées d'arrosage variantes mais fortement basées sur l'expérience personnelle et le soutien technique. L'installation de l'irrigation et son pilotage sont cohérents avec les conseils de la Chambre d'Agriculture et des techniciens.

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier Elsa Ballini et Mathieu Bayot qui m'ont aidé à trouver un stage dans cette période particulière. Je remercie également Eugénie Coutagne et l'ensemble de la Compagnie des Amandes pour l'ensemble des documents fournis ainsi que l'aide apportée pour trouver des contacts dans la filière amande tout au long de mon stage. Je remercie Hélène Joie, pour m'avoir aidé sur la partie bioagresseurs et Henri Duval pour m'avoir invité à une journée terrain pour discuter avec des amandiculteurs. Je remercie particulièrement la Société du Canal de Provence pour l'aide apportée sur la partie irrigation et le PEI de Montpellier SupAgro (Apolline Lévêque, Cora Dhillit et Louise Schneyder), pour les échanges sur le ravageur sur *Eurytoma Amygdali* et l'aide apportée.

Je remercie également les chambres d'agriculture, la Société du Canal de Provence et le GRCETA pour l'ensemble des contacts et des informations fournis, ainsi que leur engouement pour ce stage.

Enfin, je remercie France Amande et l'ensemble des agriculteurs pour m'avoir accueilli et pour avoir échangé volontiers avec moi et partager leur expérience.

Bibliographie :

Angel Martin Gil, Gloria Arribas Carrasco et Goncal Barrios Sanroma, Guia de gestión integrada de plagas, Almendro. Disponible sur internet [consulté le 12/08/2020]

https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiadealmendroweb_tcm30-57951.pdf

Anges : Agence de sécurité alimentaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, Avis de l'Agence nationale de sécurité alimentaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'autorisation de mise sur le marché pour la préparation POINTER GEO à base de lambda-cyhalothrine, de la société SIPCAM IBERIA, S.L, dans le cadre d'une procédure de reconnaissance mutuelle, 2014

Antonio J.Felipe, Xavier Rius et Maria J. Rubio-Cabetas, El cultivo del almendro (El Amendro II), 2017

Chambre d'Agriculture des Alpes de Haute Provence, Etude de relance de la culture amande dans les Alpes de Haute Provence, 2005

Chambre d'Agriculture Languedoc Roussillon, Agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse et Réseau hydraulique régional de la région Languedoc Roussillon, BRL Mémo irrigation 2013

Chambre d'Agriculture Provence-Alpes-Côte d'Azur, REFERENTIEL TECHNIQUE POUR LA CULTURE DE L'AMANDIER EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR, 2016

Chambre régionale d'agriculture Provence-Alpes Côte d'Azur et Tellus Consultants, Etat des lieux des vergers d'amandier dans les principaux bassins de production français et perspectives d'évolution, 2019

F Cuenca (EEA Carcaixent), Vespeta de l'Ametler, 2020

Grasselly, Ch. and H. Duval. 1997. L'amandier. CTIFL, Paris

H. Bâ et S. Geerts, La résistance aux benzimidazoles des nématodes gastro-intestinaux des petits ruminants en Gambie et au Sénégal,

Duval H. (2006). Ravageur de l'amandier : mieux connaître « E. amygdali » Enderlein, Arboriculture fruitière, 602 : 28-31

Objectif info arbo de la Chambre d'Agriculture, Guide de protection du verger 2020

Octavio Arquero Quílez, Baldomero Casado Caro, Miloud Khlifi, María Lovera Manzanares, Ali Mamouni, Agustín Navarro Muñoz, Ahmed Oukabli, Arturo Salguero Ortiz et Marcelino Viñas Martín, Manuel pratique pour la culture de l'amandier

Office du Développement Agricole et Rurale de Corse (ODARC), Référentiel des cultures : L'amandier

Site sagepesticides pour la toxicité du karatézéon :

<https://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/RechercheMatiere/DisplayMatiere?MatiereActiveID=140&searchText=lambda-cyhalothrine&isProduct=False>

Annexe

Annexe 1

Questionnaire amandiculteur

L'entretien est basé sur 3 parties :

- Généralités sur l'exploitation : pour avoir assez d'informations pour essayer de former des groupes d'agriculteurs
- Bioagresseur :
- Irrigation :

I- Généralités sur l'exploitation

A - En général

Identité de l'exploitant : (nom, prénom, coordonnées, département, date d'installation, type de structure, formation, expérience dans les amandiers et l'arboriculture).

Type d'exploitation : (Bio/conventionnel)

Environnement socio-économique : (label, réseau,...)

Encadrement technique : (SudAmandes, chambre d'agriculture, CETA , coopérative)

Productions : (cultures et hectare)

Vente : (direct, fournisseur,...)

Climat (source : internet) : avec gel et vent

Perception de l'agriculteur du climat : (fréquence de gel, humidité, sécheresse,...)

Sol (source internet et agriculteur) :

B - Amandiers

Variété :

Porte-greffe :

Taille :

Âge de la ou des plantations :

Superficie :

Fertilisation :

Pollinisation (présence de ruche) :

L'amande est-elle la culture principale ?

II- Les bioagresseurs de l'amandier

Les différences avec les carences et problèmes de croissance sont-elles faciles à percevoir ?

Les bioagresseurs présents :

Ensuite pour chaque bioagresseur :

- Depuis quand :
- Période de l'année où il apparaît :
- Quels type d'arbre il attaque (jeune, vieux,...) :
- Présent cette année :
- Les symptômes :
- Identifié par un technicien ou expérience personnelle
- Pourcentage d'attaque : (nombre d'arbre infectés par rapport au nombre total)
- Attaque sur le rendement :
- Seuil de décision :
- Outils de décisions
- Impact sur le rendement :
- Les outils/idées de lutte : (comment il lutte et l'efficacité)
- D'après-vous, pourquoi est-il la ? (présence d'autres cultures, de jachères,...)

Savez-vous si d'autres agriculteurs du coin sont touchés par d'autres bioagresseurs ?

- Si oui,
 - Leur moyens de lutte :
 - Comment préparez-vous la possible arrivée de ce bioagresseur ?

Pensez - vous avoir assez d'informations et assez d'aide pour lutter contre les bioagresseurs de l'amandier ?

III- L'irrigation des amandiers

Combien d'eau apportent les producteurs d'amande? À quelle *fréquence* ? Pour quelle(s) *raison(s)* et avec quels *objectifs* ?

1) Quel système(s), quel matériel ?

- **Origine** de l'eau (Canal de Provence, canal ou réseau souterrain géré par une ASA, forage privé, autre...) ?
- Contraintes sur l'eau ? (accès limité, réglementé ?)
- Qualité de l'eau ? Chargée en particules organiques, en minéraux, voire en polluants ?
- **Système** : Goutte à goutte – enterré ou en surface – ou aspersion (ou encore gravitaire ou rien du tout...)
- Quels goutteurs ou asperseurs (**débit** d'un goutteur en L/h) ?
- Quel **espacement** entre goutteurs (en mètres) sur une ligne ? (souvent 1 ou 2 mètres)
- Lignes de goutteurs par rangée d'arbres ? (souvent double ligne, une chaque côté)
- Présence d'un programmateur voire d'une Électrovanne pour une ouverture automatisée ou bien ouverture et fermeture manuelle par l'agriculteur ?
- Fertirrigation ? (tank / réservoir / ...)

2) Quelle période d'irrigation ?

- Mars/Avril à septembre/octobre ?
- Arrêt manuel les jours de pluies ?
- Adaptation à la **phénologie** de l'amandier (diminution en août pendant maturation ? diminution avant récolte ? reprise après récolte pour mise en réserve ?)
- Couplage avec fertilisation ?

3) Quelle fréquence ?

- X heures / jour tous les jours ? tous les 3 jours ? une fois par semaine ?
- Fréquence constante ou changeante dans l'année ? (par exemple augmentation en juin-juillet lorsque les sols sont secs ?)

4) Quel raisonnement ? Quel pilotage ?

- Recommandations lues dans un Bulletin conseil ?
- Avis d'un technicien / conseiller ? d'un référentiel technique ?
- Expérience des années passées ?
- Y-a-t-il un **objectif quantitatif** très précis à atteindre (exemple 400 mm/an et/ou 20 mm/sem etc...) ?
- Bilan hydrique pour calculer les apports ? ($ETC = ETO * Kc$) ?
- Outils de suivi (sondes tensiométriques par ex) ?
- Est-ce que ce sont les observations régulières (aspect des feuilles, aspect des amandes et amandons) qui vont **dicter les choix** en cours de saison ? (en particulier en juin-juillet-août)

Conclusion :

Itinéraire technique de l'amandier (à voir avec l'agriculteur à l'oral pour compléter les infos) :

- Irrigation :
- Enherbement : sur le rang, inter-rang
- Fertilisation :
- Type de taille (forme de l'arbre)
- Pollinisation :
- Dispositif de lutte contre le gel :
- Opérations contre les adventices
- Lutte contre les bioagresseurs
- Récolte : quand et comment (mécanique ou manuelle)?