



Site La Pugère - REVATRA

[PARTAGER](#)

Année de publication 2019 (mis à jour le 07 avr 2024)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Producteur

Nom de l'ingénieur réseau

Projet REVATRA

Date d'entrée dans le réseau

1

Bouches du Rhône Localisation

Caractéristiques du site

Dans le cadre du projet REVATRA, le dispositif envisagé est de type « expérimentation ». Sur un seul et même site, l'étude consiste en la comparaison de deux dispositifs systèmes.

Le premier système, appelé « système de référence » correspond à un verger représentatif des choix actuels des amandiculteurs régionaux, basés sur la performance économique.

Le second système, appelé « agro-système innovant Déphy » est une modalité en soi, basée sur de la reconception (mode de conduite original, variété(s) nouvelle(s), porte-greffe nanisant, filet Alt'insectes...) associée à des leviers d'efficience (broyage des feuilles...) et de substitution (désherbage mécanique ou bâches).

Contexte pédoclimatique ▲

Climat	Sol
Climat méditerranéen (chaud et tempéré) Température moyenne de 14,3°C et précipitations moyennes de 680 mm (Annuelle)	Sol sableux calcaire profond sur alluvions Sol de Colline filtrant

Contexte biotique ▲

1. Niveau de pression des ravageurs sur les parcelles REVATRA

Comment est évalué le niveau de pression de ces ravageurs ?

Par des visites régulières sur les parcelles et des notations, en moyenne 3 fois par semaine, ce qui permet de suivre précisément l'évolution des ravageurs, la présence éventuelle d'auxiliaires et la nature des dégâts/dommages et pertes.

Les observations ont commencé le 6 avril 2021, en tout début de croissance et se sont terminées le 28 août 2021.

L'évaluation de la présence des ravageurs n'obéit pas à une règle unique mais tient compte du potentiel de nuisibilité de ces ravageurs ainsi que de la nature des attaques. Par exemple, concernant les dégâts de pucerons de l'amandier, les attaques étant globales (de nombreuses pousses parasitées en même temps), nous compterons le nombre d'arbres atteints avec une notation sur 5 selon l'ampleur de ces dégâts. Concernant les piqûres d'*Anarsia*, nous comptons une moyenne de piqûres par arbre car le dégât est peu significatif. Enfin, pour les attaques de Cicadelles, celles-ci étant massives, nous prenons en compte le nombre moyen d'arbres atteints par modalité (et dans notre cas par variété puisqu'il y a 2 variétés par modalité) avec ponctuellement une mesure des intensités de présence.

2. Généralités sur les ravageurs observés en 2020 sur REVATRA

En 2020, le puceron de l'amandier (*Brachycaudus amygdalinus*), la petite mineuse (*Anarsia lineatella*) et la cicadelle verte (*Asymmetrasca decedens* et *Empoasca vitis*) ont eu une action de nature à entraîner des dégâts/dommages/pertes sur les parcelles d'amandiers de l'essai.

Ces 3 insectes sont représentatifs d'un cortège « habituel » sur l'espèce amandier. On note cependant la montée en puissance des attaques de cicadelles vertes. Cette observation est générale sur le bassin de production. Il s'agit d'un insecte très polyphage, qui colonise de nombreuses cultures : vigne, tournesols, pêchers, abricotiers, ... Dans le cadre de cet essai, la présence a été massive en été mais l'impact sur la culture relativement faible



Arbre parasité par les pucerons, notation 5, blocage de la croissance

Concernant les pucerons, ils ont une forte capacité de nuisance sur les jeunes plantations. En effet, sur des arbres jeunes les piqûres entraînent un blocage de la croissance et des difficultés à former les arbres, notamment en gobelet (photo 1). Certains arbres peuvent même se bloquer, ce qui pénalise fortement leur développement et l'homogénéité du verger. Les pucerons agissent sur boutons floraux, provoquant l'avortement des pièces florales, sur feuilles, avec des déformations torsadées, des décolorations, l'arrêt de croissance et le dessèchement des pousses. Une vigueur forte, la sécheresse et des températures printanières élevées sont favorables à leur développement. Les attaques de pucerons sont soudaines, avec parfois une embellie des piqûres en quelques jours. Les arbres touchés ne sont pas dans une continuité spatiale ou dans une zone bien identifiée. Dans le cas de la parcelle de référence (gobelets à 6 m x 6 m), nous avons des attaques côté Nord, aucun dégât sur la partie Est et de nouveau des arbres parasités sur la partie Nord-Ouest. Cette spatialisation ne va pas dans le sens d'un traitement généralisé. C'est pourquoi, notamment, il est important de suivre l'évolution du parasite (dynamique des populations), les conséquences de ses attaques et la présence des auxiliaires en capacité de régulation de ce parasite avant d'envisager un traitement ciblé.

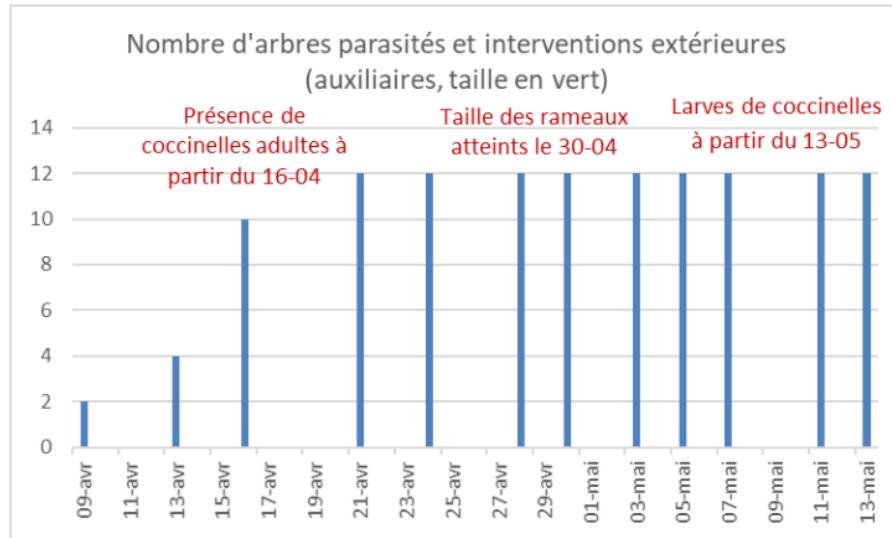
Les auxiliaires régulateurs des populations de pucerons, sur amandiers, sont principalement les coccinelles (divers familles), les syrphes (*Episyphus balteatus*), les micro-hyménoptères parasites et les chrysopes (*Chrysoperla carnea*). La difficulté concerne une notation de l'intensité des auxiliaires volants comme les syrphes et les chrysopes. Dans le cadre de l'essai, pour privilégier l'efficience, nous avons réalisé une notation de présence couplée à l'évolution des populations de pucerons (beaucoup plus facile à évaluer) et des dégâts causés.

Concernant les attaques d'*Anarsia* ou petite mineuse des fruits, l'insecte pique et creuse des galeries au niveau de l'extrémité des pousses en cours de croissance. Celles-ci se flétrissent, se recouvrent en crosse et se dessèchent, avec exsudation de gomme. Plusieurs pousses peuvent être minées successivement par la même chenille. Cette action est pénalisante car elle bloque la croissance de la pousse terminale mais génère aussi un développement des pousses axillaires qui pénalise la linéarité recherchée pour la formation des charpentières. Il est donc important d'expliquer que dans le cas présent (les attaques d'*Anarsia* sur les gobelets en 2ème feuille), nous réalisons (de toute façon) une taille en vert qui permet de sélectionner la pousse linéaire nécessaire à chaque charpentiére. C'est donc dans ces conditions que le dégât est considéré comme peu impactant.

3. Evolution des attaques de pucerons de l'amandier (*Brachycaudus amygdalinus*)

La présence et le niveau de dégât ont été différents entre les 2 parcelles. La parcelle de référence a été beaucoup plus impactée que la parcelle innovation.

Pucerons sur le verger de référence :



Nos observations intègrent la présence de pucerons, le nombre d'arbres touchés, leur spatialisation et la présence des auxiliaires. Nous avons classé le niveau d'attaque en 5 classes (5 étant une attaque massive générant un blocage de la croissance). Les notations s'échelonnent du 06 avril (premières présences) au 13 mai. A partir du 13 mai, les dégâts étaient stabilisés et les arbres sont entrés dans une phase de résilience en reprenant de la pousse. En fin d'attaque nous avons comptés 4 % des arbres avec au moins le niveau 1 de dégât. Cela peut paraître très peu mais les arbres en gobelets sont très espacés (36 m² par arbre) ce qui fait que les dégâts, ramenés à la surface de production prennent rapidement une grande importance.

Concernant la stratégie de protection phytosanitaire, nous avons décidé de ne pas intervenir dès le début de l'attaque (même si ce verger n'est pas soumis à une réduction des IFT). En effet, à partir du 13 avril, nous avons observé la présence de coccinelles (notamment de coccinelles à 7 points) sur l'enherbement permanent de l'inter-rang et sur les arbres. Cette présence confirmée ouvrait la possibilité à une régulation naturelle du ravageur.

Concernant la dynamique de l'attaque de pucerons, nous observons une rapide montée en puissance entre le 09 et le 21 avril. L'arrivée des coccinelles n'a pas d'effets immédiats. Elle permet de stabiliser l'attaque à un nombre d'arbres réduit (12 arbres sur la parcelle) mais au sein de ces 12 arbres, la population de pucerons augmente et les dégâts s'amplifient avec certains arbres atteints au niveau 4 ou 5. C'est l'action conjuguée de la taille des principaux rameaux atteints réalisée le 30 avril, et la présence de larves de coccinelles très actives dans la prédatation (à partir du 13 mai) qui a permis de stabiliser l'évolution de la présence (et donc des dégâts) du parasite. Il est difficile d'identifier la part de ces 2 leviers (levier mécanique et levier biologique) mais il s'agit assez logiquement d'une synergie.

À noter que la coupe des rameaux atteints (ou plutôt des rameaux les plus atteints) était prévue dans le cadre des règles de décision établies lors du COPIL 2020. Le seuil de décision pour initier ces coupes ne correspondait pas à un nombre d'arbres précis mais au passage de dégâts à dommages (ainsi qu'entendu dans le cadre du réseau Déphy : D, Do, P) pour un nombre d'arbres significatif que nous avions, lors des visites de terrain, envisagé comme supérieur à 15. En clair, la règle de décision a donc été affinée et mise en place lors des visites et échanges avec les conseillers et amandiculteurs présents. Cette approche est due au fait que nous ne pouvons anticiper différents paramètres comme la dynamique des pucerons, la dynamique des auxiliaires ou les conditions de croissance des jeunes amandiers (on sait que la vigueur des pousses influe fortement sur leur appétence pour les insectes piqueurs-suceurs). C'est l'observation régulière de ces éléments qui permet de prendre des décisions argumentées.

Concernant la capacité de résilience des arbres atteints, lorsque l'attaque de puceron s'est stabilisée puis arrêtée, nous avons observé une reprise de la pousse dès le 20 mai. Les arbres notés en 1, 2 et 3 ne semblent pas avoir été globalement pénalisés. Cette observation est à replacer dans le contexte d'un jeune verger qui n'a pas encore de fruits. Dans le cas inverse, les altérations de feuilles auraient sans doute fait baisser la capacité de développement de ces fruits.

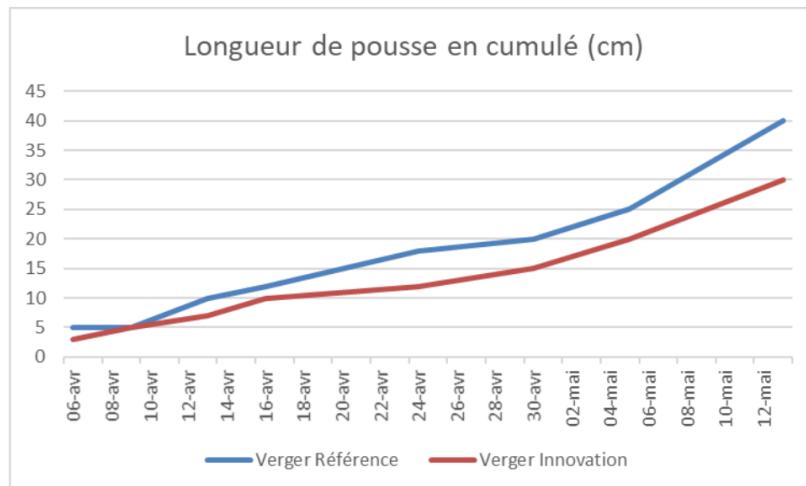
Les 4 arbres notés en 4 et 5 ont fait l'objet d'un suivi plus particulier. On a pu ainsi observer que les pousses en dessous et au-dessus des rameaux attaqués ont rapidement compensées les premières pertes de vigueur. La taille des rameaux les plus atteints a eu pour effet de relancer la vigueur. Il reste cependant un questionnement sur la floraison 2021 et le potentiel de production de ces arbres.

4. Pucerons sur le verger innovation

Les contrôles ont eu lieu aux mêmes dates que sur la parcelle de référence. Un foyer avec quelques pousses piquées a été identifié le 07 mai. De très faible ampleur, nous avons pu constater une présence de larves de coccinelles. Ces foyers ont été rapidement éradiqués et plus aucun puceron n'était

présent à partir du 27 mai. Aucun dommage, seule une petite partie des pousses a été touchée mais compensée rapidement par le développement de nouvelles pousses.

La différence de comportement entre les 2 vergers par rapport aux pucerons est difficile à expliquer sur un seul paramètre. Nous avons considéré la vigueur, mesurée par la longueur de pousses identifiées.



Le fait de disposer d'un porte-greffe faible, le Rootpac 20®, sur la partie innovation peut laisser penser que l'on aura moins de vigueur de pousses et logiquement moins de présence de pucerons. Or, pendant la période de colonisation des pucerons, entre le 09 et le 15 avril, ces différences entre les 2 modalités sont très faibles, voire inexistantes. La vigueur, du moins pendant la période de colonisation, n'a donc pas eu d'incidence.

La présence des auxiliaires ne semble pas avoir été discriminantes car les coccinelles étaient présentes sur les 2 modalités. On admettra donc un déficit de compréhension en intégrant cependant le fait que le très grand nombre de pousses présent sur la partie innovation a probablement eu un effet de dilution permettant de limiter les attaques.

Evolution des populations d'Anarsia :

Sur les 2 modalités, les piqûres d'Anarsia ont été comptées sur une longue période, entre le 26 juin et le 28 août. Le comptage se fait sur les dégâts car le papillon est essentiellement nocturne et peu identifiable.

Les comptages ont été réalisés sur 17 arbres de la modalité référence et 12 arbres de la modalité innovation.

Contexte socio-économique ▲

La production française au niveau mondiale reste anecdotique, représentant seulement 0,007 %, positionnant cette dernière au 24e rang mondial. Malgré différentes tentatives de relance, la production française a constamment diminué pour s'établir aujourd'hui à un peu plus de 1000 tonnes d'amandes en coque, représentant 1% de la consommation française pour une surface récoltée de 1136 hectares. Depuis deux à trois ans et faisant suite à une demande forte, les plantations reprennent et la filière c'est remobilisée. Dans le sud de la France, et plus particulièrement dans les régions Provence, Occitanie et sud Rhône-Alpes, les plantations d'amandiers se développent, portées par un terroir favorable, une demande forte et une filière qui se mobilise pour la valorisation de la production locale. Cette forte demande a été évaluée plus précisément dans une étude récente du CTIFL où l'on peut lire : « Ces professionnels (calissoniers, nougatiers, confiseurs, pâtissiers...) sont demandeurs d'amandes françaises et se disent prêts à en payer le prix. ». Comme pour les autres filières arboricoles, la transition vers l'agro-écologie n'est plus considérée comme une option mais comme une nécessité. Exprimée par les professionnels lors de la première assemblée générale du tout jeune « Syndicat des producteurs d'amandes », validée par les différents groupes d'agriculteurs engagés, notamment par la création d'un GIEE amandes, elle s'inscrit dans le cadre des évolutions actuelles de l'agriculture mais aussi sur des enjeux spécifiques à la filière amandicole.

Systèmes testés et dispositif expérimental

Système verger de rupture (- 80 % IFT)

Système de référence - verger traditionnel

- Années début-fin expérimentation : 2018-2024
- Espèce : amande
- Année implantation du verger : 2019
- Agriculture biologique
- 1 ha
- Circuit commercial : court/long
- Valorisation : frais
- Leviers majeurs :
 - contre les maladies:
 - Levier génétique: variété moins sensible aux maladies fongiques
 - Prophylaxie
 - .Contre les ravageurs:
 - pose d'un filet contre Eurytoma
 - lutte biologique de conservation contre le puceron
 - Contre les adventices:
 - pose d'une bâche tissée

- Années début-fin expérimentation : 2018-2024
- Espèce : amande
- Année implantation du verger : 2019
- Conventionnel
- 1 ha
- Circuit commercial : court/long
- Valorisation : frais





Verger innovant (à gauche) et Verger de référence (à droite)

Suivi expérimental ▲

Les différentes actions et stratégies mises en oeuvre sur les deux systèmes, sont discutées au sein d'un groupe technique intégrant des conseillers, des agriculteurs, des chercheurs, des pépiniéristes, ..., qui se réunit 5 à 6 fois dans l'année.

Les variables à collecter pour caractériser les agro-systèmes et la situation de production sont communes aux 2 systèmes.

Items	Variables à collecter
Etat sanitaire du verger et adventices	Pression biotique (insectes, champignons, mammifères, corvidés..) Résidus Carcasses, excès, déséquilibres.. Abondance, dynamique et diversité des adventices.
Production	Rendements et qualité de la production (rendement au cassage, qualité organoleptique, qualité nutritionnelle..)
Pratiques culturelles	Interventions réalisées : taille, traitements, récolte...et intrants. Conditions et qualité des interventions

Biodiversité fonctionnelle	Auxiliaires (abondance, dynamique, incidences) et marqueurs de l'agro écosystème que nous retenons : araignées, abeilles solitaires et vers de terre.
Evaluation sociale	Nature, pénibilité et sécurité des interventions
Sol	Eléments issus de l'analyse physico-chimique et biologique du sol complétée par un profil cultural. A réaliser régulièrement.
Climat	Informations issue de la station météo présente sur le site Etude des paramètres climatiques sous le filet (si cette option est retenue)
Paysage	Inventaire de l'infrastructure agroécologique de la parcelle et de son environnement proche.

Aménagements agroécologiques et éléments paysagers ▲

Dans le cadre de la lutte biologique par conservation, un travail sera fait pour aménager des refuges permettant l'installation d'auxiliaires aphidiphages et acariphages (les acariens peuvent également pénaliser l'amandier) : chrysopes, coccinelles, acariens prédateurs, syrphes, ... Les refuges envisagés sont les suivants :

- Des haies riches en espèces végétales et pluristratifiées qui favorisent l'installation d'oiseaux et d'insectes auxiliaires. - Prioriser les essences qui abritent une entomofaune permettant de réguler les pucerons (fusain, sureau, robinier faux-acacias...) et les acariens (aulne glutineux, noisetier...).
- Des bandes fleuries en privilégiant les plantes issues de la flore spontanée. En vergers les plantes bisanuelles et vivaces sont à privilégier comme le fenouil ou la centaurée qui abritent les syrphes, coccinelles, chrysopes, ...
- Des nichoirs et abris à insectes, notamment pour chrysopes et coccinelles.
- Des nichoirs à chiroptères insectivores.



La parole de l'expérimentateur :

L'étude engagée dans ce projet se présente sous la forme d'une comparaison entre un agro-système de référence, basé sur des objectifs technico-économiques actuels et un agro-système innovant. Celui-ci combine différents leviers génétiques, biologiques, physiques, ... pour permettre une forte réduction des IFT et la possibilité conjuguée d'une culture en AB. Au delà de notre propre connaissance, et celle acquise par d'autres, notre première conclusion après quatre années de montage de projet, est d'une part qu'on apprend tous les jours. En effet, il est important de ce remettre constamment en question et de ne rien prendre pour acquis. D'autre part, le meilleur outil de gestion d'un verger est finalement l'observation fine et régulière du développement de ce dernier. La nature est riche et complexe : apprenons à l'observer.

Contact



Jean-Michel MONTAGNON

Pilote d'expérimentation - Chambre d'agriculture

jm.montagnon@bouches-du-rhone.chambagri.fr



Projet REVATRA



Année de publication 2019 (mis à jour le 08 jan 2024)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

REconception d'un Verger d'Amandiers pour une Transition Réussie vers l'Agroécologie

Nom de l'ingénieur réseau

1

Date d'entrée dans le réseau

1

Période

2018-2023

Résumé du projet

Dans le cadre du plan de relance de l'amandier dans le bassin méditerranéen, le projet REVATRA repose sur la conception d'un agrosystème innovant et multiperformant : en mobilisant différents leviers génétiques, biologiques et physiques, il vise une réduction de 60 à 80% des IFT. L'objectif final est le transfert des acquis de cet agrosystème au plus grand nombre.

Présentation du projet

Enjeux et objectifs

La culture de l'amandier est actuellement dans une phase de relance avec une demande forte des transformateurs pour un produit identifié, local et de qualité. Elle marque une volonté de cohérence avec un plan de relance coordonné par la Chambre d'Agriculture Régionale PACA. Dans ce cadre, le passage à l'agroécologie fait partie des enjeux annoncés par la filière ainsi que la possibilité d'une culture en agriculture biologique, aujourd'hui quasi inexistante de par certains verrous sanitaires. L'acquisition de références objectives et validées pour assurer cette transition est ainsi devenue une priorité pour la profession amandicole. Elle ne peut ainsi se passer d'un outil de références, concrètement appelé agro-système innovant Dephy, afin de conjuguer l'économie en intrants et la performance économique.

1. L'objectif principal est une baisse des intrants phytosanitaires de 60 à 80 % par rapport à la pratique actuelle (il n'y a pas d'IFT de référence en amandiers) selon les données climatiques de l'année. Ce niveau de rupture, important pour la culture va nécessiter une reconception du verger existant, associée à des leviers d'efficience et de substitution (en référence au concept ESR).
2. Au-delà de la réduction forte des IFT, l'idée est que l'agrosystème innovant réponde aussi à des règles d'équilibres environnementaux, sociaux

et de citoyenneté. Pour cela une approche globale est nécessaire. Elle sera notamment marquée par les points suivants :

- **Réduction de la fertilisation par une amélioration de la vie biologique du sol** (limitation des tassemements, apport de matières organiques.) ou la présence de couverts végétaux (dont légumineuses) sur l'inter-rang. Le principe général étant : « Plutôt que d'apporter des éléments extérieurs, favorisons la libération des éléments présents ou en devenir ».
- **Réduction des besoins en énergie fossile** par la baisse du nombre de passages de tracteurs (moins de traitements, outils combinés si possible...), le contrôle de la carburation par passage des tracteurs au banc d'essai moteur (BEM) + réglages, la formation des salariés à l'éco-conduite...
- **La mise en place de postes de travail moins contraignants** : taille simplifiée, récolte mécanique, positionnement des outils de travail du sol à l'avant du tracteur si possible...

Stratégies testées

Ces stratégies sont à préciser dans le cadre d'une approche co-constructive intégrant conseillers, agriculteurs, chercheurs, pépiniéristes... Les propositions de base sont les suivantes :

Stratégie de protection contre les maladies

Cette stratégie se base prioritairement sur le levier génétique. Il est complété par une action sur la gestion de l'inoculum, la prophylaxie et, si indispensable, la protection chimique (présentée dans le chapitre « Etat des connaissances »).

Stratégie de protection contre les insectes ravageurs

- Pose d'un filet contre *Eurytoma amygdali Enderlein*
- Gestion des auxiliaires contre les pucerons de l'amandier

Le levier principal est la lutte biologique par conservation, avec des refuges permettant l'installation d'auxiliaires aphidiphages et acariphages (les acariens peuvent également pénaliser l'amandier) : chrysopes, coccinelles, acariens prédateurs, syrphes....

Stratégie de protection contre les adventices

La présence d'adventices sur les jeunes plantations limite fortement la croissance des scions et met également en péril leur développement futur.

La stratégie de substitution proposée est le désherbage mécanique pour le verger de référence mobilise disques de tonte, lames, fraises rotatives, disques butteurs, brosses métalliques...et la pose d'une bâche tissée sur le rang pour le verger innovant.

Résultats attendus

Les apprentissages et connaissances attendues à la fin du projet concerne la réponse aux enjeux spécifiques de la filière (transition vers l'agroécologie, production en AB), la capacité de transfert, le développement des connaissances scientifiques et la validation d'une méthodologie de travail. Ils se déclinent de la manière suivante :

- L'identification d'un agrosystème innovant et performant. C'est le principal objectif de ce projet. Un outil concret et exploitable, dont les conditions de transfert ont été suffisamment bien établies en amont pour une large application par les amandiculteurs.
- La possibilité d'une production d'amandes en AB, qui représente également une attente forte et spécifique de la filière amande dans son ensemble.
- Pouvoir évaluer le comportement de l'agrosystème innovant grâce à des indicateurs bien identifiés : IFT chimiques et de biocontrôle (si usage), rendements, marge brute...mais aussi des indicateurs moins fréquemment utilisés : régulation de la vie biologique, confort de travail, pertinence de l'itinéraire technique...
- Déterminer les leviers les plus pertinents en termes d'efficience (qui associent l'efficacité et le coût) mais pouvoir également intégrer dans la compréhension du système les principes d'interaction, d'émergence ou de rétroaction qui composent aussi l'approche systémique.
- Permettre une meilleure connaissance du parasite *Eurytoma amygdali Enderlein* notamment son comportement (ainsi que ses éventuelles stratégies de contournement) par rapport à une barrière physique.
- Le projet a aussi vocation à mobiliser les énergies pour engager un travail fondamental sur 3 leviers biologiques ou biotechnologiques identifiés sur *Eurytoma amygdali Enderlein* notamment avec la poursuite des travaux grecs et turcs sur l'utilisation d'hormone pour de la confusion sexuel ou du piégeage massif.

Productions du projet



[Présentation REVATRA - REconception d'un Verger d'Amandiers pour une Transition Réussie vers l'Agroécologie](#)



REVATRA

Fabrice LHEUREUX - CTIFL



[Présentation webinaire DEPHY EXPE projet REVATRA - Gérer les adventices en diminuant ou supprimant les herbicides](#)

Vidéo associée



Arboriculture

[Multiplier les stratégies pour baisser fortement les phytos sur l'amandier](#)

21 déc 2020



[Facebook](#)



[Twitter](#)

Partenaires du projet



STATION D'EXPERIMENTATION
Arboricole
PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR



"LA PUGÈRE"



Contact



Fabrice LHEUREUX

Porteur de projet - CTIFL

✉ fabrice.lheureux@ctifl.fr

📞 05 53 58 00 05



Système Verger de rupture - La Pugère - REVATRA

Conduite de la vigne et du verger

Protection/lutte physique

Régulation biologique et biocontrôle

Stratégie de couverture du sol

Variétés et matériel végétal

 [PARTAGER](#)

Année de publication 2019 (mis à jour le 30 Sep 2024)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Agriculture biologique

Nom de l'ingénieur réseau

REVATRA

Date d'entrée dans le réseau

La Pugère

-80% IFT total

Objectif de réduction visé

Présentation du système

Conception du système

Le système "Référence" correspond à la structure de verger (conduite en gobelet) que l'on retrouve dans la grande majorité des vergers d'amandiers de la région. L'itinéraire technique correspond également aux pratiques régionales (à l'exception du désherbage chimique qui est remplacé par du désherbage mécanique). Précisons que cette modalité prend en compte différents OAD comme les données météorologiques, la cage à émergence de l'insecte *Eurytoma amygdali*, les observations sur le verger des auxiliaires, l'évolution de la présence des ravageurs comme le puceron ou la cicadelle verte, ... C'est aussi un verger doté de règles de décision par rapport à l'enherbement sur le rang ou la présence de ravageurs. En synthèse, cette modalité permet la comparaison avec le système "Innovation" mais représente aussi une source d'enseignements et de diffusion de pratiques vertueuses (et efficaces) de la protection du verger et de la gestion du rang de plantation.

Le système "Innovation" correspond à une modalité de rupture. Elle se traduit par un mode de conduite innovant (la très haute densité) associé à un porte-greffe de faible vigueur. L'idée étant que ce mode de conduite, composé d'arbres alignés et de faible vigueur permette la pose d'un filet de protection mécanique contre le principal ravageur de l'amandier : *Eurytoma amygdali*. Ce levier est pressenti comme efficace, une étude préalable ayant montré cette possibilité, mais devant être validé par un essai sur un verger de grande taille, soumis aux difficultés climatiques, logistiques et pratiques que l'on trouve chez les producteurs. En complément de cette reconception du verger sont associés différents leviers d'efficience. Cela concerne notamment le levier génétique, avec le choix d'une variété, Soleta, donnée comme moins sensible à certaines maladies fongiques. D'autres leviers sont utilisés, comme la taille en vert pour limiter les foyers de pucerons, la gestion de la vigueur, le semis de bandes fleuries pour attirer les auxiliaires et la pose d'une bâche tissée au sol afin de se dédouaner de toutes interventions (chimiques ou mécaniques) de destruction des adventices sur le rang de plantation.

Mots clés :

Agro-écologie - Leviers - Conduite - Variétés- transfert

Caractéristiques du système "Innovation"

Espèce	Variétés	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année d'implantation	Valorisation	Circuit commercial
Amandier	Lauranne(r) Soleta	Rootpac(r) 20	Haute densité, haie fruitière	4 m x 1,25 m	2019	Production frais	Long

Système d'irrigation : Goutte à goutte

Gestion de la fertilisation : Fertirrigation (Analyse de sol, Profil cultural, Exportations et comportement de l'arbre). L'apport d'éléments fertilisants se fait majoritairement par fertirrigation grâce à une pompe doseuse.

Infrastructures agro-écologiques : Haies déjà installées

Protections physiques : Bâches au sol contre les adventices et filet anti-insectes contre *Eurytoma amygdali*



Objectifs ▲

Agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> Rendement : première année de production en 3ème feuille sur les 2 modalités. Pour la partie "Innovation", le rendement attendu doit être équivalent à la partie "Référence". Qualité : Les distinctions de qualité sont faibles en amandiers (par exemple, pas de distinction sur la présentation ou la qualité gustative).
Environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> IFT : Baisse de 80% pour la modalité "Innovation" par rapport à la modalité "Référence". Cette baisse doit pouvoir concerner les 3 niveaux d'incidence des pesticides sur le verger d'amandiers : insecticides, fongicides et herbicides. Les objectifs plus précis sur ces 3 points sont : absence d'insecticides, fongicides "en dernier recours" et absence d'herbicides.
Maîtrise des bioagresseurs	<ul style="list-style-type: none"> Maîtrise des maladies : Traitements en fonction des contaminations estimées (malheureusement, absence de modèles prédictifs pour les principales maladies de l'amandier). Utilisation du levier génétique, de la gestion de l'inoculum et la prophylaxie pour limiter ces interventions au maximum. L'objectif intègre une dimension de tolérance par rapport aux maladies fongiques. Maîtrise des ravageurs : L'objectif est de ne pas avoir recours aux insecticides sur la modalité "Innovation". L'absence de dégât est l'indicateur pour la maîtrise d'<i>Eurytoma amygdali</i>, le principal ravageur de l'amandier, par l'utilisation d'une barrière physique. Niveau de tolérance à préciser pour les dégâts de cicadelles vertes (<i>Assymetrasca decedens</i>), d'<i>Anarsia lineatella</i>, de pucerons (<i>Brachycaudus amygdalinus</i>) et éventuellement de <i>Monosteira unicostata</i>. Maîtrise des adventices totale, pas de présence. Désherbage mécanique sur la modalité "Référence" et pose d'une bâche tissée 130 gr/m² sur la modalité "Innovation".
Socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> Marge brute : Sera difficile à mettre en place car les modalités concernent des variétés différentes pour partie. Temps de travail : Sera étudié

Le mot de l'expérimentateur

Concernant le déroulé de l'essai, nous avons été confronté à différents aléas climatiques qui ont perturbé nos travaux. Le premier de ces aléas concerne les gelées de printemps. En 2021, le 8 avril, une baisse des températures avoisinant les - 6 °C a été enregistrée sur la parcelle. Toute la récolte a été détruite, et ce dans les 2 modalités. De plus, les larves de l'insecte *Eurytoma amygdali*, contre lequel nous avons mis en place des stratégies de protection (notamment le filet) ont également été détruites par le gel. Cela a allégé la pression de ce bioagresseur pour les amandiculteurs de la région en 2022 mais nous a privé d'observations fiables sur son développement (et donc sur les stratégies de protection). Retour du gel en 2022 (2 années de suite, c'est assez exceptionnel sur ce secteur) avec une récolte présente mais réduite, ne permettant pas des comparaisons économiques entre les 2 modalités. Heureusement, pas de gel en 2023, mais des conséquences induites sur la présence de l'insecte.

Concernant l'intérêt de l'essai, la profession est effectivement en recherche d'informations relatives à la culture de l'amandier, dont la protection contre les bioagresseurs est l'un des axes principaux. Malgré les aléas évoqués, l'information tirée de ces 2 modalités a été précieuse. Des appels réguliers, la présentation lors de journées techniques, des visites sur le terrain, ... ont permis de transmettre au mieux les enseignements de l'essai. Une synthèse générale a été réalisée lors du colloque amandier du 6 février 2024 à l'INRAE d'Avignon.

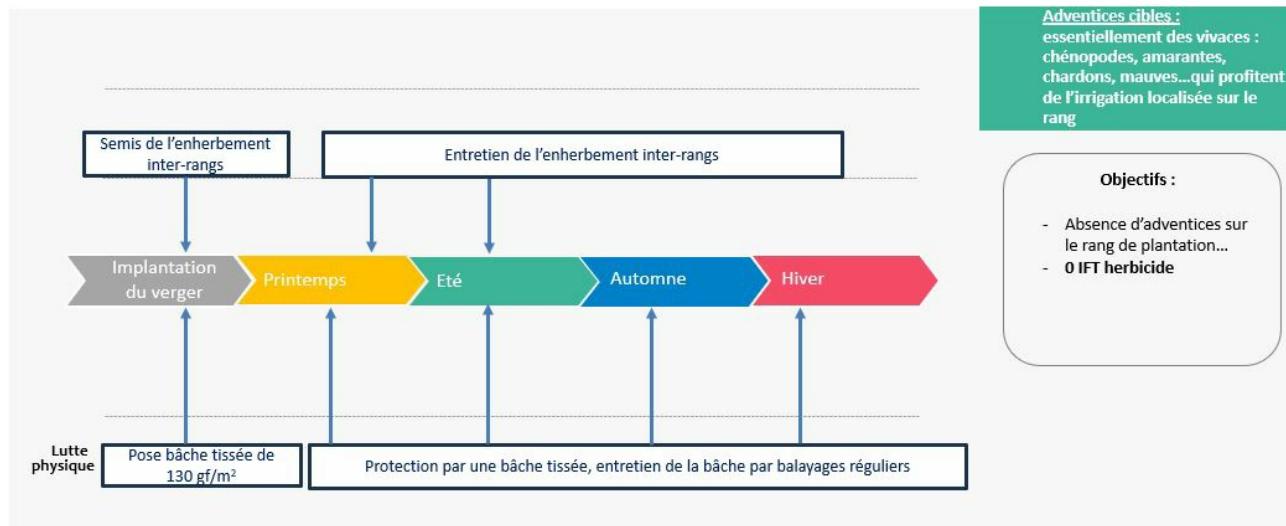
Stratégies mises en œuvre :

On distingue la stratégie de protection du verger mis en place sur la modalité "Référence" de celle considérée sur la modalité "Innovation". Sur "Référence", c'est une stratégie basée sur l'observation de l'évolution du parasitisme, un OAD d'émergence pour *Eurytoma amygdali*, l'observation de la présence d'auxiliaires et la donnée climatique. Les réponses correspondent le plus souvent à des traitements phytosanitaires, en respectant cependant le fait que des niveaux de tolérance sont pris en considération pour les dégâts de ravageurs (pas de maladies).

Sur "Innovation", l'observation, les OAD et les seuils de tolérance sont également intégrés à la stratégie. Par contre, les réponses apportées contre les bioagresseurs sont plus globales et concernent des leviers innovants. Il s'agit prioritairement d'une reconception du verger d'amandier, avec plantation d'arbres de faible vigueur, conduits en haie fruitière, afin de permettre la pose d'un filet de protection contre les insectes. On parle donc d'une stratégie globale car la pose d'un filet ne peut se faire sur la conduite traditionnelle en gobelets. D'autres leviers, plus spécifiques, complètent la stratégie : limitation de la vigueur (et donc de l'appétence aux insectes piqueurs-suceurs), bandes fleuries, bâche tissée au sol pour ne pas utiliser de désherbants et une variété donnée comme moins sensible aux champignons pathogènes (Soleta).

Gestion des adventices ▲

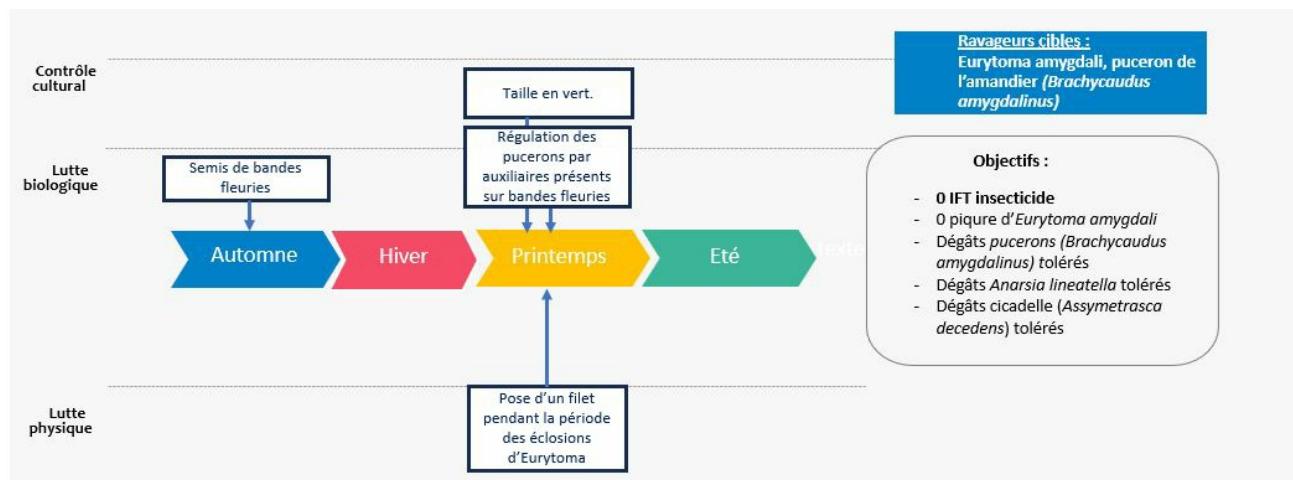
Le schéma décisionnel "Protection des adventices" ci-dessous concerne la modalité "Innovation"



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Bâche tissée au sol	Cette bâche a un grammage élevé (130 gr/m²) ce qui lui confère une épaisseur importante et empêche la germination des adventices.	Très efficace dans la mesure où la bâche est balayée une fois par an. Cela permet de limiter les dépôts de limons qui s'accumulent et permettent aux adventices de s'installer. Par contre, la bâche apporte une protection aux campagnols qui peuvent s'installer et ronger les racines, ce qui peut entraîner des mortalités d'arbres.
Enherbement inter-rang	Ce levier est commun aux 2 modalités. Il s'agit de maintenir un couvert végétal entre les rangs de manière à favoriser les auxiliaires généralistes et limiter le tassemant du sol (et donc la vie biologique, génératrice de fertilité).	Le couvert est semé en fin de première feuille. Dans les 2 cas, il assure les rôles attendus dans les principes d'action. L'enseignement général concerne sa levée. En effet le manque de pluie récurrent pour cette levée (automne ou printemps) limite aujourd'hui sa capacité d'installation et, de fait, les intérêts attendus

Gestion des ravageurs ▲

Le schéma décisionnel "Gestion des ravageurs" ci-dessous concerne la modalité "Innovation".

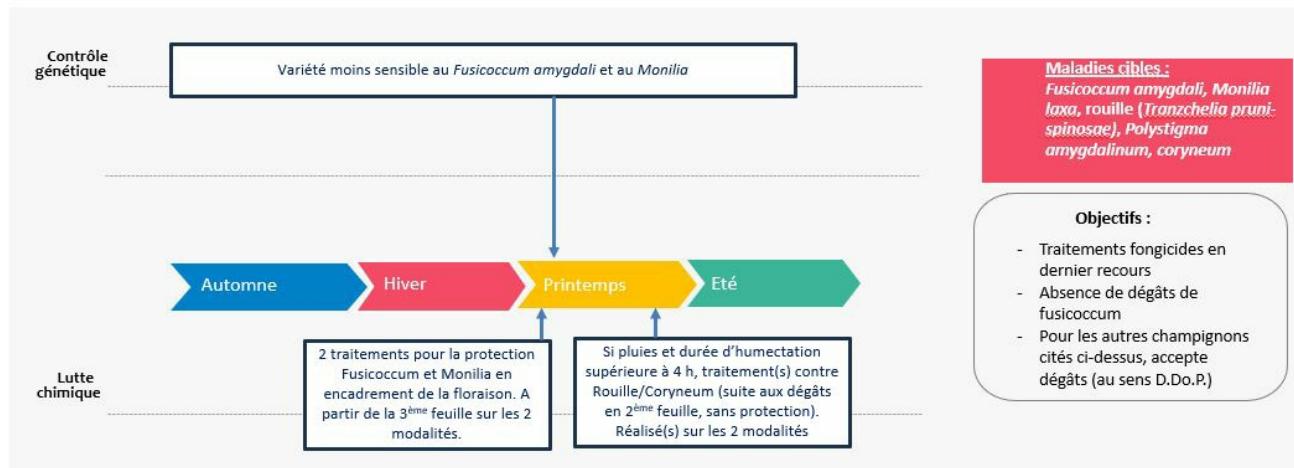


Leviers	Principes d'action	Enseignements

Filet de protection contre Eurytoma amygdali	<p>Le filet recouvre totalement les arbres (conduits en haie fruitière). Aucun espace ne doit permettre à l'insecte de passer sous le filet. Dans le cadre de cet essai, il s'agit d'un filet 5 x 4, de mailles 1,71 x 2,21. Le filet est posé début avril, lors de la sortie des adultes. Les dates de pose et de retrait du filet sont déterminées en fonction des éclosions relevées dans une cage à émergence (OAD).</p>	<p>Aucune piqûre d'Eurytoma sous les filets en 2022 et 2023, années de production.</p> <p>Permet d'éviter 2 IFT de la famille des Pyréthrinoïdes, utilisés sur la modalité "Référence".</p> <p>La pose doit être rigoureuse (pas de passages laissés), le filet étant placé avant ou très proche des premières éclosions.</p> <p>Ce filet pourrait avoir un effet sur de nouveaux parasites comme <i>Monosteira unicostata</i> (pas encore présent sur REVATRA) et éviter ainsi 1 à 2 IFT pour les vergers concernés.</p>
Bandes fleuries	<p>Semées à l'automne. Composées de plantes à floraison précoce qui attirent les auxiliaires (syrphes et chrysopes notamment). Ceux-ci prélèvent du nectar puis migrent sur les pucerons présents dans les arbres pour les consommer.</p>	<p>Stratégie déjà utilisée en pêcher et s'avérant très efficace. Permet d'éviter, sur jeunes vergers d'amandiers, 1 voire 2 IFT.</p> <p>Par contre, 2 difficultés. La première concerne les conditions climatiques de levées. Il est indispensable de semer avant des pluies, qui ne sont pas toujours présentes aux périodes concernées. La seconde difficulté concerne "l'Arrêté abeille", qui impose de faucher les inter-rangs pour ne pas risquer de pénaliser les auxiliaires par les traitements.</p>
Taille en vert	Permet de supprimer des foyers de pucerons actifs.	Indispensable pour une bonne reprise de la végétation après l'attaque.

Gestion des maladies ▲

Le schéma décisionnel "Gestion des maladies" ci-dessous correspond à la modalité "Innovation".



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Plantation de la variété Soleta, considérée comme peu sensible au fusicoccum et au monilia	Moindre sensibilité naturelle (données de référence espagnoles).	<p>Pas de dégâts de Fusicoccum amygdali sur la période 1ère à 5ème feuille. Attention, ce parasite se montre actif plutôt sur arbres adultes. Quelques bouquets touchés par le Monilia mais dommages acceptables (dans le cadre D.Do.P.).</p> <p>Par contre forte sensibilité de Soleta à la Rouille (<i>Tranzchelia pruni-spinosae</i>) et au Coryneum. Dommages marqués en 2020.</p>

Observation des données météorologiques.	N'intervenir que si risques de contamination.	Levier qui fonctionne mais qui n'est pas innovant.
Molécules chimiques homologuées sur amandier contre <i>Fusicoccum amygdali</i> et <i>Monilia</i> .	Anti germinatifs sur champignons pathogènes	Efficaces mais alterner les familles chimiques.

Maîtrise des bioagresseurs

Le tableau ci-dessous concerne la maîtrise des principaux bioagresseurs présents sur les 2 modalités de l'essai. En vert, bonne maîtrise, répond aux objectifs. En rouge, maîtrise insuffisante. En gris, pas concerné.

	Adventices		Eurytoma		Puceron		Fusicoccum		Monilia		Rouille		Coryneum			
	2019	2020	2021	2022	2023	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	
2019	Vert	Vert	Gris	Vert	Vert	Vert	Vert	Gris	Gris	Gris	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
2020	Vert	Vert	Gris	Gris	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
2021	Vert	Gris	Gris	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
2022	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
2023	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	
	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno	Réf	Inno

La pression adventices a été parfaitement maîtrisée par la bâche tissée sur la modalité "Innovation". Cela est fondamentale car les jeunes arbres plantés avaient moins de 1 an de pépinière, et étaient donc très sensibles à la concurrence hydro-minérale. Par contre, cette bâche demande à être parfaitement tendue à la plantation et balayée une fois par an pour éviter les dépôts de limons. Autre information, la bâche a favorisé l'arrivée de campagnols (*Microtus duodecimcostatus*). À ce titre, la pose de la bâche est à éviter sur toute parcelle présentant de possibles infestations de campagnols.

La pression Eurytoma a été faible sur les 2 modalités à cause des gels de 2021 (- 6,8°C) et 2022. Ces gels ont entraîné la mort d'une partie importante des larves présentes sur les amandiers sauvages du secteur et ainsi limité la présence de l'insecte adulte l'année suivante. La stratégie chimique sur la modalité "Innovation", à savoir 2 pyréthrinoïdes de synthèse sur le début et le pic du vol, a été très efficace. De même, la protection par le filet s'est avérée bénéfique avec aucune piqûre enregistrée (sur un échantillon de 15 000 fruits en 2022 et de 16 000 fruits en 2023). Par contre, en 2023, le témoin non traité ne faisait pas état de piqûres, sans doute lié aux gels évoqués ci-dessus. À noter que 2 autres essais, utilisant le même type de filet (Filpack 5*4, 1.71 x 2.21) ont protégé efficacement avec aucun fruit piqués sous le filet (20 % de fruits piqués sur le témoin non traité d'un des essais).

La protection contre les pucerons (*Brachycaudus amygdalinus*) a été marquée par des comportements différents sur les 2 modalités. Sur la modalité "Référence", les dégâts enregistrés en 2020 sur la 2ème feuille, avec absence de traitement préventif, ont incité à intervenir en 3ème feuille avec une huile de paraffine avant fleur (soit 1 IFT de biocontrôle). Pas d'autres interventions par la suite, les leviers taille en vert, présence d'auxiliaires et retour de la vigueur ont permis de limiter très fortement l'impact de ces pucerons sur les jeunes arbres. Pour la modalité "Innovation" la présence des bandes fleuries (quand les conditions climatiques leur ont permis de se développer) a permis de ne pas avoir de foyers actifs. Cela était également favorisé par la faible vigueur des pousses de cette modalité, liée à un porte-greffe nanisant.

Concernant la protection contre le "couple" *Fusicoccum amygdali/Monilia*, ces champignons sont considérés comme virulents et pérennes à cause de chancres qui peuvent se développer sur amandiers et servir de réserve annuelles de spores. À ce titre, les règles de décisions émises par le COPIL/COTECH de lancement du projet ont été de protéger préventivement les 2 modalités. Par contre, les traitements préventifs n'ont pas eu lieu sur les 2 premières feuilles. Sur les 5 années d'observations, nous n'avons pas mis en évidence de *Fusicoccum* sur les vergers étudiés. Quelques dégâts de *Monilia* sont apparus, mais rares et sans développement. Dans l'ensemble, ces 2 champignons ont été bien maîtrisés sur les 2 modalités.

Concernant la maîtrise de la rouille (*Tranzschelia pruni-spinosae*) et du Coryneum, la situation a été très variable selon les années. En 2020, sur la 2ème feuille, aucun traitement de protection n'a été réalisé, malgré des pluies au printemps. La rouille est apparue en juin et s'est développée en juillet/août et septembre. Les premiers symptômes sont apparus sur la variété Soleta. Cette variété, donnée peu sensible au *Fusicoccum* et au *Monilia* s'est avérée par contre, très sensible à la rouille. Elle a favorisé, de part la proximité des rangs, le développement de la maladie sur les autres variétés, Lauranne(r) et Ferragnès. Les dégâts ont été importants avec une décoloration généralisée des feuilles sur les 2 modalités (mais d'abord et en priorité sur la modalité "Innovation"). Le *Coryneum* a suivi la même dynamique que la rouille. À partir de 2021, sur 3ème feuille la règle de décision a été de protéger les parcelles d'essai si présence de pluies et de températures élevées. Ce fut le cas en 2023 (5ème feuille). À partir de cette règle de décision, les 2 champignons ont été bien maîtrisés. Malheureusement, nous ne disposons pas sur amandier d'un modèle prédictif de contamination. De fait, les protections sont déclenchées à partir d'une estimation qui prend en compte l'intensité des pluies mais surtout la durée d'humectation, élément essentiel aux risques de contamination.

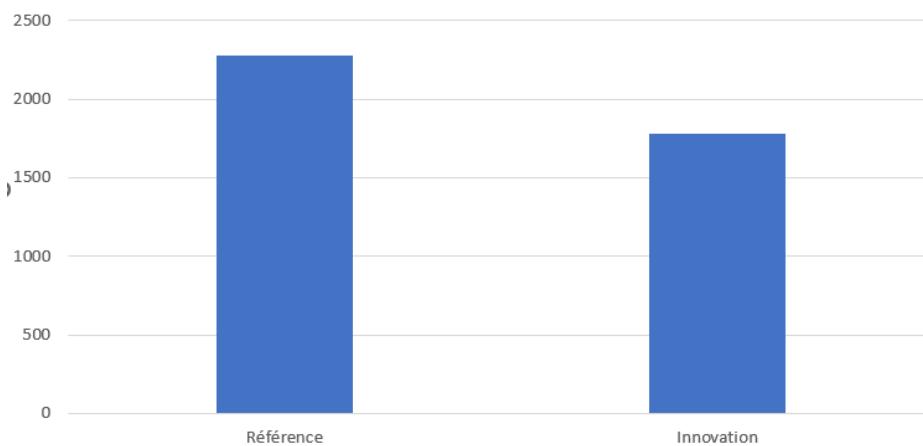
Performances du système

Performance agronomique

Le fait de disposer de 2 variétés différentes dans chaque modalité complique les facteurs de comparaison pour le rendement en amandes coquées. Pour présenter une donnée cohérente sur cette dimension du rendement, nous avons isolé la variété Lauranne(r), présente sur les 2 modalités ("Référence" avec conduite en gobelets et "Innovation" avec conduite en haie fruitière) en ramenant la production à l'hectare.

Figure 1: rendements de Lauranne (r) ramenés à l'ha, 2023

Production d'amandes Lauranne(r) en kg de coques, 2023
 Chiffres ramenés à l'ha

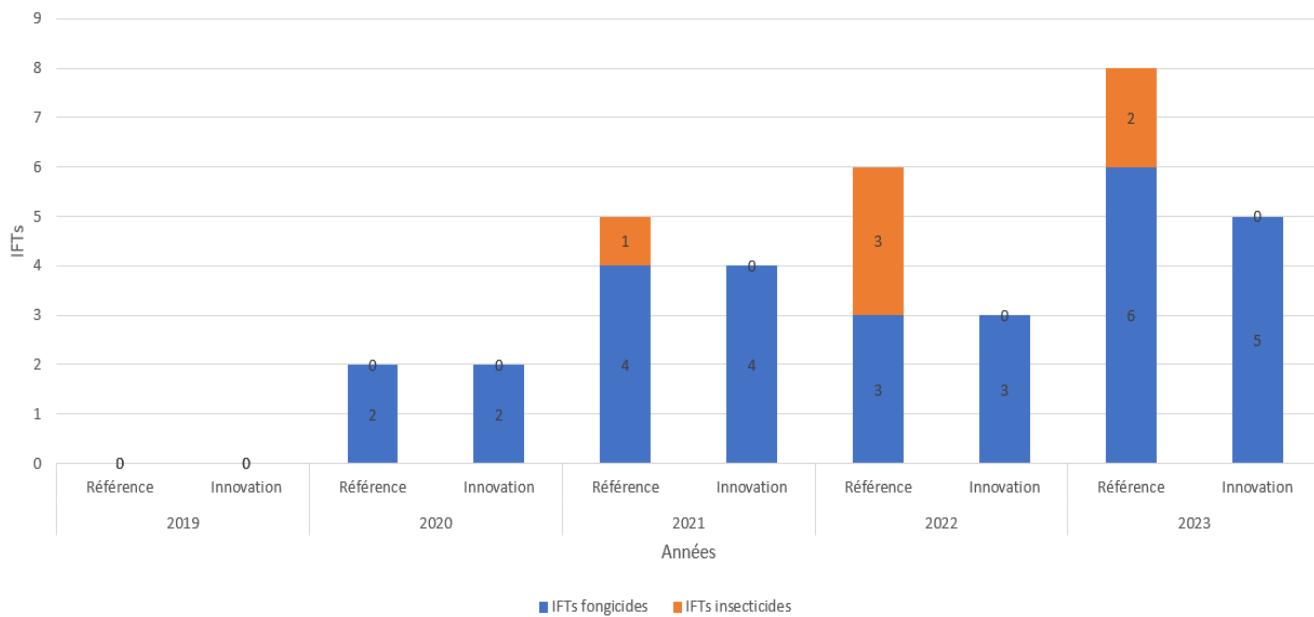


Le mode de conduite en haie fruitière montre un rendement plus faible, car pénalisé par un manque d'eau sur les 2 parcelles suite à un accident et un arrêt de la pompe. Les arbres "Innovation" étant sur un porte-greffe faible et peu enraciné ont davantage souffert du manque d'eau avec des conséquences plus fortes sur le potentiel de production.

Les autres années de production (3ème et 4ème feuille) ne peuvent être comparées suite aux dégâts de gel (aucune production en 2021, production faible et irrégulière selon les différents points de la parcelle en 2022).

Performance environnementale

Figure 2: répartition de l'IFT par modalité et par année



En première feuille (année 2019), pas de traitement sur les 2 modalités. À ce stade, les maladies fongiques sont généralement peu présentes. De même, suite aux observations, pas de présence de pucerons et donc pas de protection réalisée.

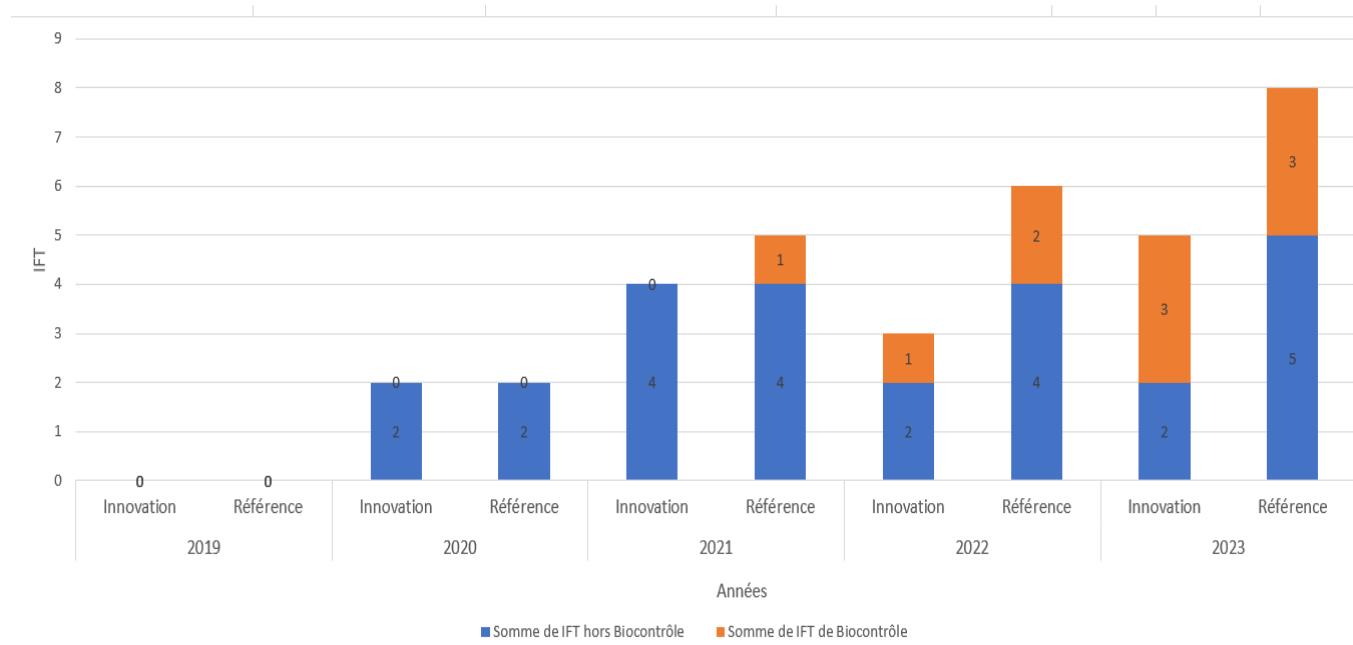
En 2ème feuille (année 2020), pas de protection préalable fongicide, ce qui s'est avéré être une erreur. Les dégâts conjugués de Rouille (*Tranzchelia pruni-spinosae*) et de *Coryneum* ont imposé 2 traitements (et même 3 sur la variété Soleta, qui s'est montrée très sensible) pour limiter l'impact de ces champignons. Ces contaminations ont montré l'importance d'une protection préventive sur les principales maladies fongiques, ce qui a modifié les règles de décisions initiales. À partir de la 3ème feuille, la protection préventive a été mise en place. Seule exception, la possibilité de se passer d'une protection cuivre a été testée en 5ème feuille (année 2023) sur la partie "Innovation", à priori avec succès car sans incidence négative sur la protection maladies de cette modalité.

La baisse des IFT pour la modalité "Innovation" concerne essentiellement la protection contre les ravageurs. Elle se concentre sur 2 insectes, le puceron avec l'absence d'une protection préalable avec huiles de paraffine qui ne nuit pas au verger (favorisé également par la faible vigueur des arbres) et l'hyménoptère *Eurytoma amygdali*. Pour ce dernier, le filet, de maille 5*4, 1.71 x 2.21, installé sur "Innovation" a empêché le passage de l'insecte, avec aucun dégât enregistré sur les 4ème et 5ème feuille. Les 2 années de fort gel (2021 et 2022) ont pénalisé la production mais également tué les larves de cet insecte dans l'environnement. De fait, les années suivantes, le témoin non traité n'a pas été touché ce qui enlève un élément de comparaison. Par contre, 1 essai mené en 2023 sur un autre programme avec la même protection filet a montré également l'absence de dégâts avec un témoin non traité à 20 % de fruits piqués.

Pour les autres insectes ravageurs : *Anarsia lineatella* et Cicadelle *Assymetrasca decedens*, les observations très régulières (1 contrôle rigoureux par semaine de début mars à fin septembre), ont permis de ne pas traiter. Des symptômes sont apparus (effet des piqûres) mais les dégâts ont été évalués insuffisants pour déclencher des traitements. Le seuil de nuisibilité n'étant pas établi par ailleurs sur ces insectes, nous avions décidé de n'intervenir que si la croissance des arbres était en phase d'arrêt, ce qui ne fut pas le cas lors de nos observations.

À noter que nous ne présentons pas l'IFT herbicide car aucun herbicide n'est réalisé sur les 2 modalités. Concernant "Référence", c'est un choix du COPIL/COTECH avec priorité au désherbage mécanique et pour "Innovation", il était intéressant d'étudier l'intérêt de la bâche tissée 130 gr/m². Pour le désherbage mécanique, bonne efficacité, mais 3 passages par an (1 à partir de la 5ème feuille). Pour la bâche tissée, très bonne efficacité adventices mais entretien annuel obligatoire par balayage. Par contre, sous la bâche, développement des populations de campagnols qui ont entraîné la mortalité de quelques arbres. En synthèse, les 2 modalités permettent une baisse de l'IFT de 0.25 à 0.5 par rapport au désherbage chimique.

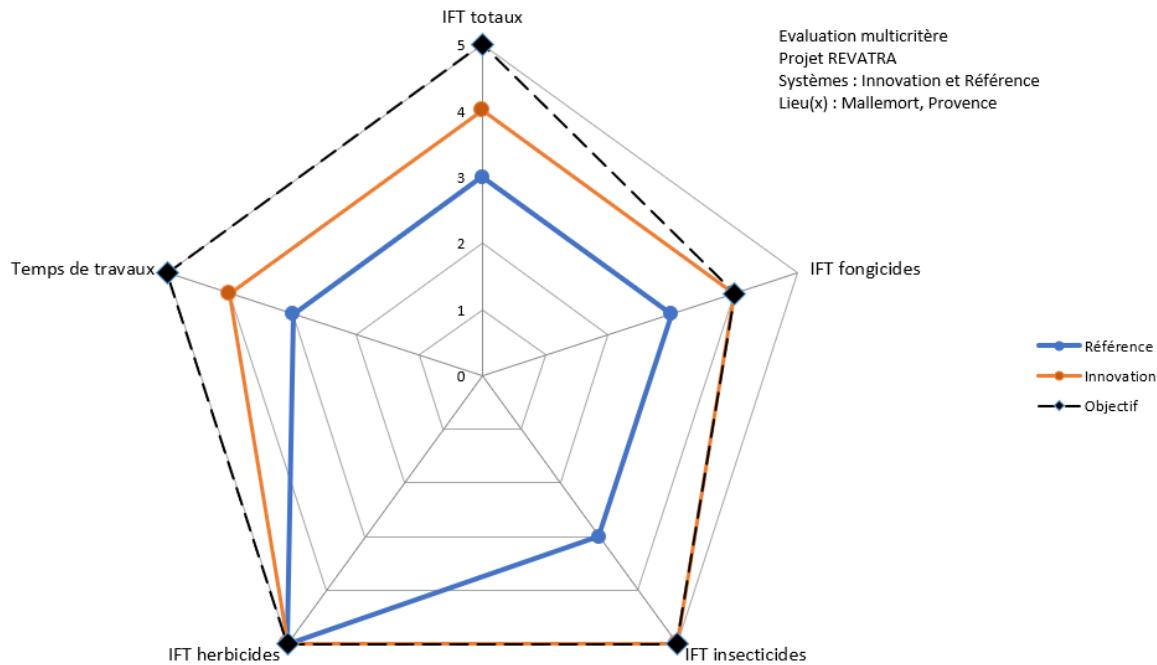
Figure 3 : IFT hors biocontrôle et IFT de biocontrôle par modalité et par année



Peu de produits de biocontrôle sont utilisables et disponibles en amandiers (par exemple, pas de confusion sexuelle contre *Eurytoma amygdali*). La différence entre les 2 systèmes vient du non usage des huiles de paraffine d'hiver contre les pucerons sur la modalité "Innovation" et ce, sans développement de l'insecte (faible vigueur des arbres et auxiliaires permettent cette suppression d'IFT).

Evaluation multicritère

Lecture du graphique : la ligne rouge représente l'objectif fixé. Tous les points qui se trouvent à l'intérieur de l'aire rouge sont en-dessous de l'objectif. Tous les points qui se trouvent à l'extérieur dépassent l'objectif.



Pour le critère "IFT insecticides", la modalité "Innovation" est qualifiée par une note de 5. Cette note correspond à 0 intervention insecticide hors biocontrôle sur l'année (année de référence : 2023). C'est une des réussites du projet qui montre que la maîtrise des ravageurs sur amandier est possible avec l'utilisation d'un filet, des observations en lien avec des évaluations de nuisibilité, la présence d'auxiliaires et la protection complémentaire par IFT de biocontrôle. Sur la modalité "Référence", la note de 3 correspond à la protection contre l'insecte *Eurytoma amygdali* et pucerons (sur premières feuilles).

Concernant les "IFT fongicides", la modalité "Innovation" obtient la note de 4. Cela est permis par l'abandon du traitement préventif au cuivre et l'utilisation de polysulfure de calcium, sur les contaminations printemps/été en tant que produit de biocontrôle. Notons que cette considération positive est liée à une pluviométrie relativement limitée au printemps. La partie "Référence" a été traitée en encadrement de floraison + 1 traitement préventif au cuivre.

Pour les "IFT herbicides", très bon comportement des 2 modalités. La modalité "Référence" est désherbée mécaniquement. C'est efficace mais le coût est plus élevé que le désherbage chimique. La bâche tissée au sol, levier utilisé sur la modalité "Innovation" permet effectivement une très bonne protection contre les adventices (mais à entretenir durant toute sa durée de vie).

Pour les "Temps de travaux", l'absence d'interventions sur *Eurytoma* permet de limiter le nombre de passage de tracteurs et préparation de bouillie d'où un gain de temps sur la partie "Innovation". De même, sur cette modalité, un gain de temps important pour les opérations de taille et de récolte. Malgré cela, la pose-dépose des filets ne permet pas d'atteindre la note de 5.

Zoom sur la bâche tissée au sol ▲

Ce zoom présente de l'intérêt car la bâche tissée au sol peut être transférer non seulement sur les vergers qui correspondent à la modalité "Innovation" mais également à l'ensemble des modes de conduite utilisés en amandier dont les plantations en gobelet. Le principe de la bâche tissée est une protection mécanique qui recouvre l'ensemble de la surface du rang de plantation. Elle empêche les graines d'atteindre le sol, de germer et donc de venir concurrencer les amandiers en eau et éléments nutritifs. Cette bâche a été installée dès la plantation sur la partie "Innovation". La pose est relativement facile et rapide. Le coût était, en 2019, de 1 € du mètre linéaire, pour une largeur de 2 mètres. Cette bâche présente un grammage de 130gr/m², ce qui la rend très résistante. Pas de trous observés durant la durée de l'essai. A priori un système très efficace et au final amortissable par rapport à du désherbage mécanique, voire à du chimique, sur le long terme. Par contre, plusieurs éléments à prendre en considération :

- La bâche doit faire l'objet tous les ans de 1 à 2 passages de balayeuse pour retirer les limons d'érosion qui se déposent et génèrent un "nouveau sol" sur lequel les adventices peuvent germer.

- La bâche est à proscrire si présence (avérée ou potentielle) de campagnols. Ils se réfugient sous la bâche et consomme les racines des amandiers.

Transfert en exploitations agricoles ▲

Le transfert vers les exploitations concerne 2 possibilités :

Transfert du système Innovation dans son intégralité. La dimension systémique favorise ce type de transfert. La modalité "Innovation" permet la mise en place du filet et donc l'économie d'IFT contre les insectes ravageurs (les résultats *Eurytoma amygdali* devraient cependant être complétés par des essais sur d'autres ravageurs présents ou à venir sur le verger d'amandier). Les rendements sur cette modalité ont été perturbés par le gel et un accident d'irrigation mais semblent de très bon niveau dans les vergers régionaux de même mode de conduite. Avant d'installer ce type de verger, il faut cependant s'assurer de disposer du système de récolte spécifique (machine à vendanger surélevée) et d'un suivi très pointu de l'alimentation hydro-minérale.

Transfert de certains leviers de l'essai. Concernant le levier variétal, la variété Soleta, donnée comme peu sensible aux champignons de blessure (*Fusicoccum amygdali* et *Monilia*) s'est montrée particulièrement sensible à la Rouille (*Tranzchelia pruni-spinosae*) et au *Coryneum*. C'est une information essentielle qui va orienter les choix variétaux et/ou justifier la mise en place d'une protection fongique très rigoureuse sur cette variété. Concernant la bâche tissée au sol, son efficacité est optimale si elle est bien entretenue. On peut ainsi transférer l'idée d'un système efficace, de coût raisonnable, qui permet d'oublier complètement la problématique du désherbage sur le rang de plantation. Par contre, à déconseiller fortement dans les terrains avec risques de campagnols. Concernant les bandes fleuries, transférable également, de bons résultats si elles démarrent bien et se maintiennent. Cela est naturellement lié à la présence de pluies après semis. Ces bandes fleuries attirent les insectes auxiliaires comme les Syrphes et les Chrysopes qui viennent se nourrir de nectar. Ils passent ensuite sur les amandiers pour consommer les pucerons présents. Par contre, difficile aujourd'hui à gérer, l'arrêté abeille imposant une tonte des fleurs en saison si usage d'insecticides. Concernant le filet, il ne peut être dissocié du mode de conduite, c'est-à-dire qu'il ne peut être transféré que sur des vergers en haie fruitière. Mais ce mode de conduite peut se développer car de nouveaux essais sont en place avec un accès plus facile aux systèmes de récolte traditionnels et des rendements élevés. Concernant l'efficience des traitements, nous avons constaté la possibilité de se passer d'un IFT cuivre si encadrement de la floraison rigoureuse et interventions pertinentes en saison selon la durée d'humectation. Sur les cicadelles (*Assymetrasca decedens*) et le lépidoptère *Anarsia lineatella*, les attaques considérées comme moyennes sur les vergers d'essai n'ont pas nécessité d'intervention. Cela sous entend néanmoins de bien identifier la notion de dégâts acceptables.

Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

Ces travaux de recherche constituent le premier pas vers un verger d'amandiers plus performant en termes de production mais aussi en termes de respect de l'environnement. En effet, un programme, nommé ELZEARD s'est appuyé sur le concept "Innovation" de l'étude REVATRA pour proposer un verger en haie fruitière envisagé comme plus performant. Les arbres sont plantés à 5 m x 3 m avec une hauteur attendue de 3,50 m. Porte greffe vigoureux et maîtrise de la vigueur sont obligatoires. La haie permet la pose du filet et les premiers résultats ont montré son étanchéité sur *Eurytoma amygdali*. Des essais complémentaires sont envisagés pour étudier l'effet barrière du filet sur d'autres insectes dont *Monosteira unicostata* qui se développe en cas de fortes chaleurs. En 3ème feuille, le rendement a été plus élevé que la modalité témoin en gobelets à 6 m x 6m.

D'autres programmes présents (comme LEVEAB) ou à venir vont compléter la recherche de la triple performance, économique, environnementale et sociale. Les pistes d'amélioration concernent notamment le choix de variétés peu sensibles aux bioagresseurs et performantes en termes de rendement. Elles concerneront aussi l'amélioration du désherbage hors herbicides avec de nouveaux matériels physiques (bâche peu impactantes campagnols) ou de désherbage mécanique permettant de baisser les coûts et les interventions.

Enfin, il est nécessaire de multiplier les pistes de recherche sur la limitation des dégâts d'*Eurytoma amygdali*. Cela concerne les kairomones d'attraction de l'insecte (premiers essais en laboratoires à compléter), les hormones d'oviposition et la recherche d'auxiliaires.

Productions associées au système de culture



[Article La Provence, REVATRA, sept 2023.jpg](#)



[Article Arboriculture fruitière, novembre 2019.PNG](#)



[Article REVATRA du 18-09-2020.PNG](#)

Contact



Jean-Michel MONTAGNON

Pilote d'expérimentation - Chambre d'agriculture

jm.montagnon@bouches-du-rhone.chambagri.fr

**Multiplier les stratégies
 pour baisser fortement
 les phytos sur
 l'amandier**





▶ VOIR LA VIDÉO →

DEPHY Expé AMANDIER,
présentation d'une
parcelle



▶ VOIR LA VIDÉO →