

Des leviers innovants pour des systèmes de culture à faible niveau d'intrants

MIRAD, des vergers d'abricotiers durables



Innovative levers for low-input cropping systems – MIRAD, sustainable apricot orchards



Le projet MIRAD évalue les performances de vergers d'abricotiers économes en intrants selon plusieurs critères. Les systèmes de production combinent des leviers originaux ou déjà éprouvés dans d'autres projets et réduisent fortement l'utilisation des produits phytosanitaires.

Auteur(s)

Florence Fevrier,
Marion Michaud
CTIFL

Co-auteur(s)

Laurent Brun, Amandine Fleury
INRAE Gotheron
Christophe Chamet
SEFRA
Myriam Codini
CA 66 CENTREX
Maëlle Guiraud
SUDEXPE

Mots-clés

#bâche anti-pluie
#conduite de la culture
#filet anti-insecte
#réduction de l'utilisation
des pesticides #verger

Les données clés à retenir

Dans les vergers d'abricotiers du projet MIRAD, des leviers innovants sont à l'essai. La conduite de verger en forme plate optimise la pulvérisation des bouillies de traitement et réduit les doses apportées. Cela contribue à la diminution des indices de fréquence de traitement. Les filets anti-insectes montrent jusqu'à ce jour leur efficacité pour lutter contre le psylle vecteur de l'enroulement chlorotique de l'abricotier et les cicadelles. Face au puceron invasif *Phorodon humulifoliae*, un nouveau ravageur, les systèmes monorange ont dû être adaptés. Le filet monoparcelle est satisfaisant, tant du point de vue des ravageurs que de la protection contre le gel. Les bâches antipluies sont efficaces dans la lutte contre le monilia sur fleur et la rouille mais peuvent favoriser la présence d'oïdium dans les cultures. D'autres leviers existent mais ne sont pas décrits ici.

Key points

Innovative levers are being tested in the apricot orchards of the MIRAD project. Flat orchard management optimises the spraying of control treatments and reduces the doses applied. This contributes to a reduction in treatment frequency indices. Anti-insect netting has so far proved effective against the psyllid vector of apricot chlorotic leafroll and leafhoppers. Single-row nets have had to be adapted to control the invasive aphid *Phorodon humulifoliae*, which is a new pest. Single-row netting is satisfactory, both in terms of pest control and frost protection. Rain covers are effective in controlling monilia on flowers and rust, but can encourage the presence of powdery mildew in crops. Other levers exist but are not described here.

La construction d'un essai « système de culture »

L'expérimentation « système de culture » permet de tester au champ la faisabilité technique et la cohérence agronomique de systèmes de culture prometteurs et

d'évaluer leurs résultats agronomiques et techniques ainsi que leurs performances socio-économiques et environnementales [1]. Cette approche systémique permet non pas de comparer une dose de produit ou un génotype comme dans un essai factoriel, mais de comparer des itinéraires

techniques ou des systèmes de cultures complexes [2]. Cette démarche permet de concevoir et d'évaluer des systèmes innovants et performants [3]. Ces systèmes combinent des leviers d'action et des règles de décision pour répondre à des objectifs précis.

Le projet MIRAD

Le projet « Maîtrise des Intrants et des Résidus phytosanitaires pour des vergers d'Abricotiers Durables » (MIRAD) a pour objectif de concevoir et d'expérimenter des systèmes de vergers innovants qui n'utilisent les produits phytosanitaires qu'en ultime recours et maintiennent les volumes de production, la qualité des fruits et la viabilité économique du verger.

Ce projet est conçu dans le cadre de la réponse à l'appel à projets DEPHY-EXPE 2018 – Expérimentation de systèmes agroécologiques pour un usage des pesticides en ultime recours. Il se déroule de 2019 à 2024 sur cinq sites expérimentaux dont quatre étaient déjà partenaires du projet CAP ReD pour Cerisier Abricotier Pruniers – Réduction des intrants et Durabilité des systèmes de production (DEPHY-EXPE 2012). L'objectif de ce premier projet de réduire de 30 à 50 % les IFT a été atteint. Le nouveau projet MIRAD se veut plus ambitieux en termes de réduction des IFT. Ainsi, les objectifs de réduction des IFT hors pro-

duits de biocontrôle sont communs à l'ensemble des cinq sites. Cette réduction est de 75 % dans les systèmes en agriculture conventionnelle (IFT total hors biocontrôle inférieur à cinq) avec également l'objectif de « zéro » résidu de pesticides dans les fruits dans les limites de quantification et de 100 % dans les systèmes en agriculture biologique, avec la particularité de ne pas utiliser de produits cupriques.

Pour atteindre ces objectifs, les leviers efficaces du projet CAP ReD sont remobilisés et complétés par d'autres leviers. L'ensemble de ces leviers joue sur des stratégies de substitution, d'efficience et/ou de reconception selon les sites et les systèmes de culture. Une description des principes d'action des différents leviers développés dans le projet MIRAD est synthétisée dans le tableau de la figure A. Comme les pressions de bioagresseurs peuvent être différentes d'un site à l'autre, les combinaisons des leviers peuvent différer selon les sites et les systèmes de culture.

Figure A | Les leviers de MIRAD par site et système

Sites	Dispositifs CAP ReD et MIRAD (année de plantation)	Leviers sur la pulvérisation phyto.					Prot. physique		Poules dans verger	Gestion Rang			Mat. Végétal		Leviers insectes			Biodiversité				
		Substitution par biocontrôle	Choix produit peu toxique ou écotoxique	Impasses	Réduction de dose/ forme plate	Réduction de dose/gobelet	Bâche anti-pluie	Filet anti-insectes		Bâches tissées au sol	Mulch	Entretien mécanique du rang	Greffage haut : baclérose	Variétés peu sensibles aux maladies	Confusion TO Anarsia	Barrière de glu	Piégeage massif forficule et/ou cératite	Gestion alternative de l'interrang, bandes fleuries	Poteaux, nichoirs	Hales composites		
CTIFL Bellegarde, Gard	ECO (2019)	x	x	x			x	x		x			x		x							
	BIO (2019)	x	x								x			x	x		(x)	x	x			
SEFRA Étoile-sur-Rhône, Drôme	PFI (2019)														x					x		
	ECO (2019)	x	x	x		x						x	x		x					x	x	
	BIO (2019)	x	x				x	x				x	x		x					x	x	
Centrex Torreilles, Pyrénées-Orientales	PFI (2013)														x						x	
	0 résidu (2013)	x			x										x						x	
	ECO+ (trait AB) (2013)	x			x										x						x	
	ECO (2013)	x			x										x						x	
	PFI (2019)														x	x	x				x	
	0 résidu (2019)	x	x	x											x	x	x				x	
	Bio (2019)	x	x			x									x	x	x	x			x	
Bio+ (2019)	x	x	x		x									x	x	x	x			x		
Sud Expé St Gilles, Gard	PFI (2014)														x	x					x	x
	ECO Innov (2014)	x	x	x	x										x	x					x	x
	PFI (2019)														x	x					x	x
	ECO (2019)	x	x	x	x										x	x	x				x	x
	Bio+ (2019)	x	x	x											x	x	x				x	x
INRAE Gotheron Saint-Marcel-lès-Valence, Drôme	REF 60 (2015)	x											(x)		x							x
	Abric'Haut 1 (2015)	x	x										x	x	x	x						x
	Abric'Haut 2 (2015)	x	x			x							x	x	x	x						x
	Abric'Haut 3 (2015)	x	x	x			x						x	x	x	x						x
	Réf BIO (2020)	x											x	x	x	x	x					x
	BIO Filets (2020)	x	x	x			x	x					x	x	x		x					x
	BIO Poules (2020)	x	x	x					x				x	x	x							x

Pour les cultures de cerise, abricot et prune, le projet CAP ReD, conduit entre 2013 et 2018 [4] a identifié des leviers prometteurs pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. À l'issue de ce travail, le projet PRUMEL sur la prune et le projet MIRAD sur l'abricot sont mis en place. Certains dispositifs du projet CAP ReD sont maintenus dans le projet MIRAD afin d'en étudier leur durabilité. De nouveaux systèmes sont élaborés pour répondre à une ambition de réduction d'IFT de 75 % en vergers conventionnels. Chaque partenaire a mis en place, sur son site expérimental, deux à trois systèmes de production à base d'une combinaison originale de leviers qui répond aux conditions pédoclimatiques et à la pression phytosanitaire spécifique de sa région (Figure A). Ces leviers sont mobilisés sur différents axes d'amélioration des performances des vergers : agencement spatial (distance de plantation, hauteur du verger), conduite (haie fruitière, forme plate), matériel végétal (variétés moins sensibles aux bioagresseurs), outils arboricoles (pulvérisateurs tangentiels),

prise de décision (modèle de prévision des risques), protection physique (filet, bâches), protection chimique (produit de biocontrôle) ou encore protection biologique (poules).

Une forme plate et une diminution de la dose appliquée

Les sites de l'INRAE Gotheron et de Sudexpé ont mis en place deux différentes approches de diminution de dose sur des vergers à forme plate.

Site de l'INRAE Gotheron

Les dispositifs « Abric'Haut » sont implantés sur le site INRAE UERI Gotheron en 2015 dans le cadre du projet CAP ReD et sont maintenus en 2019 et 2020 dans le cadre du projet MIRAD.

La bactériose de l'abricotier, due au complexe d'espèces *Pseudomonas syringae*, est une maladie très grave qui peut entraîner une forte mortalité de charpentières et des arbres. Cette maladie s'observe les

printemps suivants des hivers rigoureux. Elle est également favorisée par les sols caillouteux à texture grossière. Pour réduire les mortalités dues au chancre bactérien, il est possible de pratiquer le greffage haut des abricotiers, à plus de 1 m de hauteur sur le porte-greffe mais cette technique est encore peu intégrée dans les vergers malgré la sécurité qu'elle apporte vis-à-vis de la bactériose car le greffage haut diminue la vigueur de l'arbre et ainsi le potentiel de production par arbre.

Les dispositifs Abric'Haut comparent un système de culture de référence, appelé REF 60, dans lequel les abricotiers sont greffés à 60 cm de hauteur à des systèmes de culture où les abricotiers sont greffés à 120 cm de hauteur et dont la densité d'arbres est doublée par rapport à la référence. Ces dispositifs ont montré qu'il est possible de maintenir les volumes de production à l'hectare en compensant la baisse de production à l'arbre, induite par le greffage haut, par un nombre d'arbres par hectare supérieur.

Dans le dispositif Abric'Haut 2, les arbres sont greffés hauts mais sont conduits en forme plate (palmette). Avec ce type de conduite, il est possible de réduire les doses apportées à l'hectare en fermant les quatre buses basses et les quatre buses hautes du pulvérisateur car leur orientation ne leur permet pas de projeter la bouillie sur les arbres (Figure 1). Des réglages du débit proportionnel à l'avancement sont réalisés pour diminuer la quantité de bouillie à l'hectare du même ratio que de celui du nombre de buses fermées. Ainsi, la concentration de matière active dans la cuve n'est pas modifiée, et les quantités de bouillie arrivant sur la végétation sont les mêmes que lors des traitements effectués auparavant. Seules les pertes dans l'environnement sont supprimées en évitant de pulvériser dans les zones sans végétation. Les IFT sont calculés par rapport aux doses de référence par hectare. Pour le dispositif Abric'Haut 2, à chaque traitement, ils ont diminué de 44 % sans en affecter leur efficacité.

Figure 1 | Pulvérisateur à jet porté avec les quatre buses du haut et les quatre buses du bas fermées (croix rouges) pour optimiser la projection des bouillies sur le feuillage des arbres

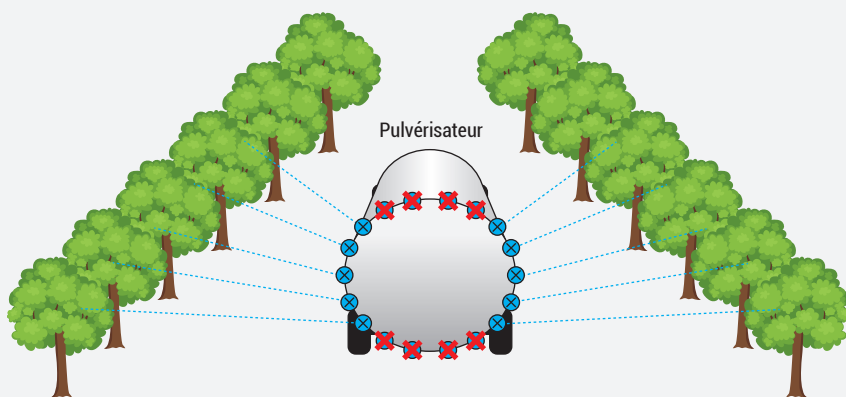


Figure 2 | Verger « aplati » et pulvérisation tangentielle
Distance de plantation 5 x 3 m



Site de Sudexpé

Afin de diminuer les IFT et continuer à utiliser les solutions efficaces pour lutter contre les bioagresseurs en optimisant leurs efficacités, Sudexpé a restructuré son verger en verger « aplati » conduit en V et utilisé un pulvérisateur à flux tangentiel. Ainsi les doses homologuées sont réduites entre 50 et 80 % et le volume de bouillie appliquée est réduit à 400 l/ha (Figure 2). La modification de la conduite de la culture

était indispensable pour pouvoir utiliser un pulvérisateur tangentiel. En effet, sur un verger en gobelet, ce type de pulvérisation ne protège pas le cœur des arbres. De plus, la diminution des doses avec un pulvérisateur classique sur un verger en gobelet n'est pas pleinement satisfaisante.

Entre 2014 et 2020, dans les systèmes où ce levier est mis en place, cette réduction de dose a permis de diminuer les IFT de 59 % en moyenne sans affecter les performances agronomiques et économiques du verger. La pulvérisation tangentielle, associée à des formes de conduite d'arbres plus plates, devrait permettre de limiter la pollution de l'air. Elle ouvre des perspectives intéressantes sur la mécanisation des vergers pour les opérations d'éclaircissage à la fleur et de taille. Pour une pulvérisation tangentielle efficace, veiller à tenir les arbres à une hauteur de 2,80 m à 3 m. Au-delà, la bouillie a du mal à atteindre le sommet des arbres, la protection est moins efficace et les chantiers de récoltes peuvent être fortement alourdis. La mise en forme de ces vergers aplatis en V ou en palmette sur mur fruitier nécessite un palissage ou tuteurage qui représente un investissement conséquent lors de la mise en place du verger. Les premières années, le temps de taille de formation est plus important que pour un verger conduit en gobelet. Du fait de la densification des vergers, les chantiers de récolte sont plus longs mais cela permet une stabilisation de la production

et un rendement à l'hectare supérieur. Ces formes plates présentent l'intérêt de pouvoir installer des structures telles que des filets anti-insectes et des bâches antipluies.

Le filet anti-insecte monorang ou monoparcelle

Utilisé en verger de cerisiers depuis plusieurs années pour lutter contre le ravageur *Drosophila suzukii*, le filet anti-insecte s'avère un levier très efficace pour protéger les cultures des nuisibles volants. Existant sous la forme monorang ou monoparcelle, le filet anti-insecte a démontré une efficacité proche de 100 % dans la lutte contre la drosophile à aile tachetée [5-6]. Dans le cadre du projet CAP ReD, ces filets sont déployés sur trois systèmes de culture. Associés à d'autres leviers, ils ont contribué à une réduction d'IFT de 79 % dans le système de production de cerise et de 74 % dans les systèmes de production de prune américano-japonaise [4].

Une problématique de premier ordre pour la culture de l'abricot est l'enroulement chlorotique de l'abricotier (ECA). Un arbre atteint va dépérir ou produire des fruits de faible qualité, il est donc systématiquement arraché pour limiter le développement des épidémies et répondre aux arrêtés de lutte obligatoire dans certains départements. Le psylle vecteur de l'ECA transmet le phytoplasme

responsable de la maladie lors de son vol de retour sur les prunus en mars/avril. Sur l'abricotier, ce psylle effectue essentiellement des piqûres d'essai, suffisantes pour transmettre la maladie, mais il n'effectue en général pas son cycle biologique sur cette plante hôte, préférant les prunus sauvages. Le choix du filet anti-insecte comme barrière physique pour protéger les abricotiers du psylle, mais aussi de la tordeuse, des punaises et de *Drosophila suzukii*, a donc été fait dans la construction de trois systèmes de culture du projet MIRAD.

Sur le site CTIFL de Balandran, le dispositif ECO est équipé d'un filet monoparcelle alors que le dispositif BIO ne l'est pas. Sur les sites de la SEFRA et de l'INRAE de Gothenon, des filets monorangs sont installés dans les systèmes conduits en agriculture biologique en 2020 et 2021 : dispositifs BIO et BIO Filets (Figure 3). Si le filet peut avoir un rôle protecteur contre les ravageurs, il empêche également les auxiliaires et les pollinisateurs d'entrer sur la parcelle. Dans ces systèmes, des variétés autofertiles sont choisies.

Les filets anti-insectes installés ont une maille très fine de 1,38 mm x 1,38 mm, voire moins selon les dispositifs, ce qui empêche l'accès aux arbres pour les ravageurs de la taille de *Drosophila suzukii*. Ainsi un insecte de la taille du psylle *Cacopsylla pruni* (2 à 3 mm) ne devrait pas être en mesure de pénétrer dans les parcelles lorsque les filets sont déployés.

Depuis le début de l'essai, sur le site du CTIFL, aucun arbre n'a été atteint par l'ECA sous le filet monoparcelle du dispositif ECO ni aucun arbre dans la parcelle utilisée en référence PFI avec protection chimique. Par contre quatre arbres ont déclaré la maladie dans le dispositif BIO, sans filet et avec une protection au badigeon naturel à l'ancienne. Depuis 2021, aucun arbre n'a exprimé des symptômes d'ECA sur le site de l'INRAE Gothenon pour le dispositif BIO Filets, alors que trois arbres sont touchés par l'ECA dans le dispositif Réf BIO, et deux arbres dans le dispositif BIO Poules. À la SEFRA, seul un arbre est atteint d'ECA en 2020 dans le dispositif ECO sans filet. La pression de l'ECA est faible depuis plusieurs années sur l'ensemble des sites et les systèmes étudiés sont encore jeunes. Bien qu'il semble prometteur, il n'est pas encore possible de conclure sur l'efficacité des filets contre *Cacopsylla pruni*.

Sur les sites de la SEFRA et de l'INRAE de Gothenon, une nouvelle problématique est apparue à la suite d'une forte attaque de pucerons verts qui a provoqué d'importants dégâts sur les feuilles et les fruits et a conduit à la mort d'une partie des arbres

Figure 3 | Filets anti-insecte déployés sur des vergers d'abricotiers : filet monoparcelle sur le site du CTIFL (A) et filet monorang, vue interne (B) et vue externe (C), sur le site de la SEFRA

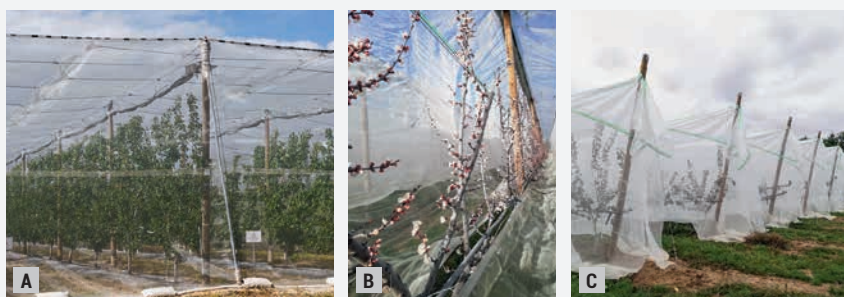
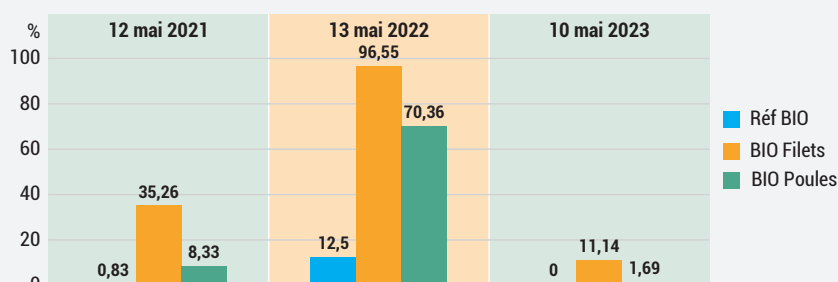


Figure 4 | Pourcentage d'arbres avec pucerons verts sur le site de l'INRAE de Gothenon



des vergers (Figure 4). À la SEFRA, dans le dispositif BIO, couvert par les filets, 24 arbres sont morts en 2021 et 15 en 2022, soit respectivement 10,8 et 6,7 % de ce dispositif. Pour le dispositif ECO, sept arbres n'ont pas survécu à l'attaque de 2022, soit 4,7 % du verger. À Gotheron, pour le dispositif BIO Filets, quatre arbres sont morts en 2021 et dix en 2022, soit en cumul 11,67 % des arbres du dispositif fin 2022. Un arbre très touché par les pucerons en 2022 et non arraché est finalement mort en 2023. Pour le dispositif BIO Poules non protégé par des filets, la présence de ce puceron vert est également constatée (Figure 4), avec des attaques parfois assez marquées mais n'ayant entraîné la mort d'aucun arbre, comme sous les filets.

Face à cette problématique de dégâts de pucerons verts, inconnue lors de la conception des systèmes de culture du projet MIRAD, le groupe a sollicité l'appui de systématiciens d'INRAE. À partir de prélèvements d'individus réalisés dans le dispositif BIO Filets de Gotheron en 2021 et 2023, une nouvelle espèce invasive de puceron vert, *Phorodon humulifoliae*, est ainsi identifiée [7]. Cette espèce de pucerons invasive est décrite depuis 2016 en Italie, puis en Hongrie et en Serbie. Depuis 2019, des dégâts préoccupants de pucerons verts sont constatés sur des vergers d'abricotiers. Ils auraient pu être attribués par erreur à l'espèce bien connue *Mysus persicae*. Cette nouvelle espèce pourrait expliquer l'augmentation des dégâts observés sur les vergers d'abricotiers biologiques des dispositifs de la SEFRA et de l'INRAE Gotheron. Le dispositif de filets monorangs (BIO) crée une barrière

physique pour les insectes volants et est plus fortement impacté par ces pucerons « verts » parce que les auxiliaires de culture, comme les syrphes, n'ont pas pu entrer à l'intérieur du filet.

Pour lutter contre ce nouveau ravageur, les règles de décisions d'interventions dans ces systèmes ont été modifiées. Ainsi des huiles de paraffine sont ajoutées aux interventions de protection en hiver avant le déploiement des filets. Les filets sont désormais relevés à mi-hauteur dès la mi-avril pour permettre l'accès des auxiliaires (syrphes, coccinelles) au niveau des colonies de pucerons. Cette stratégie, appliquée en 2023 sur les dispositifs de la SEFRA et de Gotheron, semble avoir permis le contrôle des pucerons (Figure 4). Cette ouverture anticipée des filets est faite alors que le vol du psylle n'est pas achevé, cela pourrait remettre en cause la protection du système face à ce vecteur de phytoplasmes.

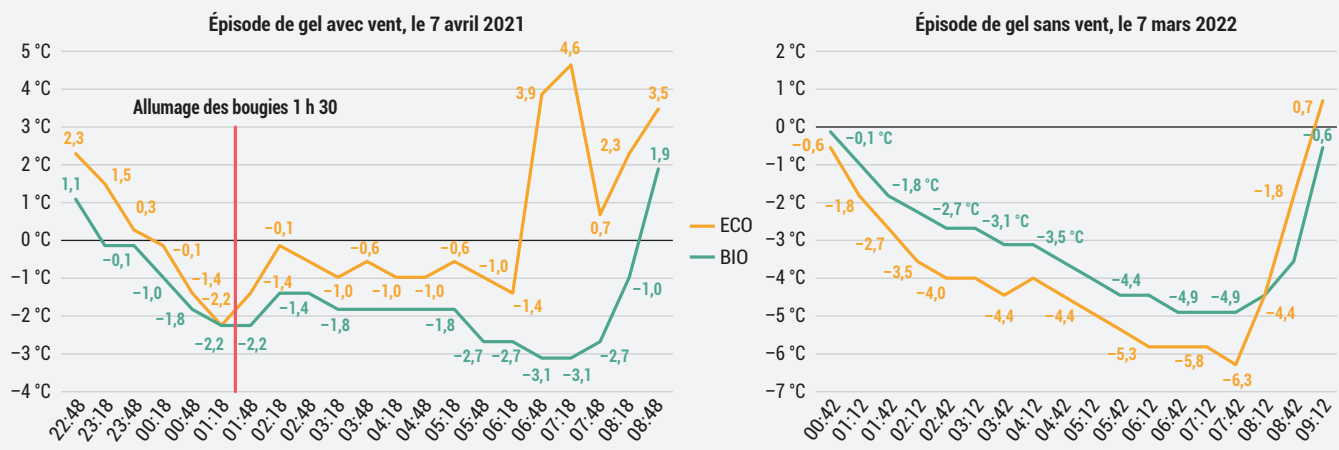
Au CTIFL, dans le dispositif ECO sous filet monoparcelle, une seule attaque de pucerons est à déplorer depuis le début de l'essai. Ce n'est pas le puceron vert mais le puceron farineux qui a causé des dégâts très localisés sur quelques arbres de la variété Apridélise en juin 2023, avec une forte présence de fumagine sur le feuillage mais un impact minime sur la récolte (moins de 5 % des fruits avec présence de fumagine). Aucun impact notable n'est observé sur les arbres en 2023, un suivi plus fin sera fait en 2024.

Pour le filet monorang, la protection contre les ravageurs reste partielle car l'ouverture des filets est maintenant anticipée. Pour le filet monoparcelle, les ouvertures sont très ponctuelles, un grand nombre d'opérations comme la taille en vert et l'éclaircissage

sont faites à l'intérieur du filet. D'autres ravageurs que les psylles et les pucerons sont surveillés. Les cicadelles attaquent les jeunes vergers et peuvent fortement pénaliser le développement des arbres. Sur le site de la SEFRA, les filets anti-insectes sont efficaces contre les attaques de cicadelles les premières années de culture puisque très peu de dégâts sur rameaux sont constatés sur le dispositif BIO par rapport aux dispositifs sans filets. Sur le site de la Centrex, des attaques précoces de Cératite probablement dues au réchauffement climatique sont observées. *Drosophila suzukii* et *Halyomorpha halys*, la punaise diabolique, sont des ravageurs très polyphages et leur présence augmente dans les vergers. Les filets pourraient ainsi être une solution contre ces ravageurs qui menacent les productions de fruits à noyau.

S'ils sont une barrière physique contre les ravageurs, les filets anti-insectes peuvent également impacter de manière favorable ou défavorable le microclimat des parcelles sur lesquelles ils sont installés. Sur le site du CTIFL, des suivis de températures sont faits entre le 1^{er} janvier et le 7 décembre 2022 et entre le 1^{er} janvier et le 25 octobre 2023 dans les deux dispositifs implantés avec filet (ECO) et sans filet (BIO). Les deux années, le filet monoparcelle a un effet tampon sur les températures froides (0 °C) et gélives (< -3 °C), avec moins d'heures froides enregistrées sous le dispositif monoparcelle qu'à l'extérieur. 65 heures de températures négatives en moins sont enregistrées en 2022 et 39 heures de moins en 2023 pour le dispositif ECO, comparé au dispositif BIO. Pour les températures inférieures à -3 °C, ce sont 29 heures de

Figure 5 | Relevés de températures sous filet (BIO) et hors filet (ECO) pendant un épisode de gel avec vent et un épisode de gel sans vent sur le site de la SEFRA



moins en 2022 et 15 heures en 2023. En cohérence avec ces mesures, ce sont également moins de dégâts dus au gel qui sont constatés lors des épisodes printaniers sur cette parcelle. Pour les températures élevées, les résultats sont contrastés. En 2022, le nombre d'heures avec des températures dépassant les 35 °C était moins important dans le dispositif ECO. À l'inverse en 2023, ce sont 150 heures très chaudes supplémentaires qui sont enregistrées sous le filet monoparcelle. Les impacts potentiels de ces fortes chaleurs seront surveillés sur la saison 2024.

Sous les filets monorangs, la température et l'hygrométrie moyennes journalières sont peu impactées, néanmoins des différences existent sur les données horaires. Et c'est une autre variable, le vent, qui permettrait d'expliquer l'effet de la structure sur les températures mesurées (Figure 5). Lors d'un épisode de gel sans vent sur la parcelle de la SEFRA non protégée par les filets, la température a atteint -6,3 °C contre -4,9 °C sur le dispositif BIO avec filet. Lors d'un épisode de gel avec vent, sur la parcelle non protégée par les filets, la température a atteint -2,2 °C contre -3,1 °C sur le dispositif BIO. Les filets monorangs retiennent les rayonnements émis par le sol. Par conséquent, la température est plus élevée sous les filets par rapport à un verger sans filet quand il n'y a pas de vent. Inversement, en présence de vent, les filets empêchent le brassage de l'air à l'intérieur. De ce fait, les températures remontent moins rapidement par rapport aux vergers sans filets. Ces observations seront à confirmer sur les prochaines années tout comme leurs impacts sur les productions. Elles seront à mettre en regard des évolutions climatiques. Sur d'autres productions telles que la cerise, le nombre d'heures froides est moins important et le nombre d'heures chaudes plus important sous un filet monoparcelle qu'en dehors [5]. En revanche, sous un filet monorang, les températures sont très peu impactées [6]. Pour maximiser l'efficacité et la durée de vie des filets qui peuvent être détériorés par les conditions climatiques tels que les vents forts, il est très important de surveiller l'apparition d'éventuelles déchirures et de les réparer au plus vite.

La bâche antipluie

La bâche antipluie limite les contaminations des fleurs et/ou des fruits de certaines maladies causées par des champignons

comme la rouille et les monilioses pour les cultures de fruits à noyaux (abricots, pêches, prunes, cerises) en diminuant les durées d'humectation du végétal. Elle est également utilisée pour protéger les fruits de l'éclatement lors de fortes pluies dans les vergers de cerisier [6]. Dans le projet CAP ReD, quatre systèmes en étaient équipés. Sur pruniers et cerisiers, les bâches antipluies associées à des filets anti-insectes ont notamment permis de réduire la quantité de déchets à la récolte [4] et de classer ces systèmes en « systèmes de culture économes et performants économiquement » [8] selon les IFT et les marges brutes obtenues hors amortissement.

En agriculture biologique sur abricotiers, si des conditions climatiques pluvieuses sont présentes au moment de la floraison, les monilioses sur fleurs peuvent anéantir la récolte par dessèchement des rameaux à fleurs. Des essais menés à l'INRAE UERI de Gotheron en 2014 et 2015, sur la variété Bergarouge, ont montré que les bâches antipluies réduisaient le développement du monilia de 25 à 60 % et le pourcentage de feuilles touchées par la rouille fin septembre début octobre de 93 à 100 %. Les projets ClimArbo en Rhône-Alpes de 2016 à 2019 et FAN de Bio en Occitanie de 2017 à 2020 ont permis de travailler sur l'épidémiologie des monilioses sur fleurs d'abricotier. Ainsi un outil d'aide à la décision a été développé et les stades phénologiques les plus sensibles identifiés. Un essai

mené par l'INRAE Gotheron a permis de caractériser la sensibilité des abricotiers à cet agent pathogène lors de la période de floraison. Elle s'exprime entre les stades BBCH 57 et BBCH 65, c'est-à-dire entre le stade D d'ouverture des sépales et le stade F de pleine floraison, ce dernier étant le stade le plus sensible. Avant l'ouverture des sépales et en floraison déclinante, la sensibilité ne s'exprime pas ou peu [9-10-11]. Concernant les conditions météorologiques, une corrélation existe entre un fort taux de dégâts de *Monilia laxa* sur rameaux, une pluviométrie cumulée importante au moment de la période de sensibilité (BBCH 57 à BBCH 65), ainsi qu'une durée d'humectation élevée. Ainsi il est très important de dérouler les bâches antipluies avant le stade sensible des fleurs. Le déploiement nécessite une plateforme élévatrice et de la main-d'œuvre qui doivent être anticipées.

Dans le projet MIRAD ce levier est choisi pour lutter contre le développement des monilioses sur fleurs (Figure 6). Quatre systèmes en sont équipés. Le suivi des dégâts de *M. laxa* sur rameaux à fleurs a montré que le déploiement des bâches antipluies lors de la floraison est très efficace pour limiter le développement des monilioses, notamment sur des arbres conduits en forme plate ce qui protège mieux de la pluie. À l'INRAE Gotheron, sur trois années de suivi, le système avec la bâche antipluie (BIO Filets) présente moins

Figure 6 | Dispositif de bâche anti-pluie déployée lors de la floraison, site CTIFL



de 3 % de linéaires de rameaux à fleurs desséchées par *M. laxa* tandis que le système BIO poules, sans protection en 2021 et 2022 et avec une protection très allégée avec deux applications de Curatio® en 2023, présente de 8,9 à 52 % de rameaux atteints (Figure 7). La bâche antipluie présente une efficacité équivalente aux traitements cuivre pratiqués dans le système REF BIO. Sur le site de la SEFRA, la bâche antipluie est déployée sur un système BIO et comparée à une référence chimique conventionnelle PFI (Figure 8). Les rameaux moniliés sont plus nombreux sous filets monorangs (BIO) que dans les vergers où les produits phytosanitaires sont utilisés contre cette maladie (PFI et ECO). Par conséquent, l'efficacité de la bâche antipluie est moindre que les traitements phytosanitaires mais reste tout de même acceptable, avec moins de 4 % de rameaux moniliés.

Sur le site du CTIFL, en 2021 et 2022, la pression monilia est très faible dans les deux systèmes étudiés. En 2023, un mauvais positionnement des bâches antipluies, trop tardif, s'est traduit par une forte pression de monilia dans le système ECO (note d'intensité de 5/10 en 2023 contre une moyenne d'1,5/10 les années précédentes). Outre le monilia, les bâches antipluies ont permis de réduire l'intensité de la rouille sur feuillage d'abricotiers à la SEFRA (Figure 8). En 2020 et 2022, la rouille est même moins présente dans le système avec bâche (BIO) qu'en verger conventionnel. Cette forte efficacité sur la rouille est également constatée sur le système BIO Filets sous bâche antipluie étudié sur le site de Gotheron qui présente beaucoup moins de rouille que le système référence biologique ayant reçu des traitements cupriques (Figure 7).

Pour l'oïdium, à la SEFRA, les abricots protégés par les bâches antipluies (BIO) sont plus impactés que ceux présents en verger conventionnel (Figure 8). Cependant, leur efficacité est similaire à l'utilisation de produits biologiques, essentiellement le soufre (ECO). Sur le site du CTIFL, la présence d'oïdium était plus importante dans le dispositif avec filet monoparcelle et bâche antipluie mais ces observations sont faites sur le feuillage et non sur les fruits. Aucun impact n'est noté sur les fruits à la récolte. Comme les filets anti-insectes, les bâches antipluies peuvent impacter le microclimat de la parcelle. Elles filtrent notamment une partie des rayons du soleil ce qui peut provoquer une diminution de la coloration de la couleur de fond et de la surimpression des fruits. Cette diminution du rayonnement peut également avoir un impact sur les taux de sucre. Pour limiter cela, il est important de

Figure 7 | Dégâts de moniliose sur rameaux à fleurs selon les protections : cuivre (REF BIO), bâche anti-pluie (BIO Filets), aucune protection sauf Curatio® en 2023 (BIO POULE) ; Intensité de rouille sur la variété TomCot. Site INRAE

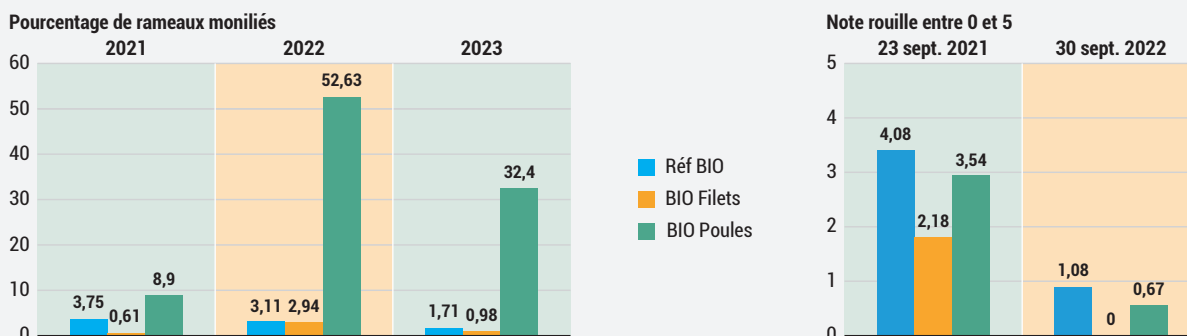
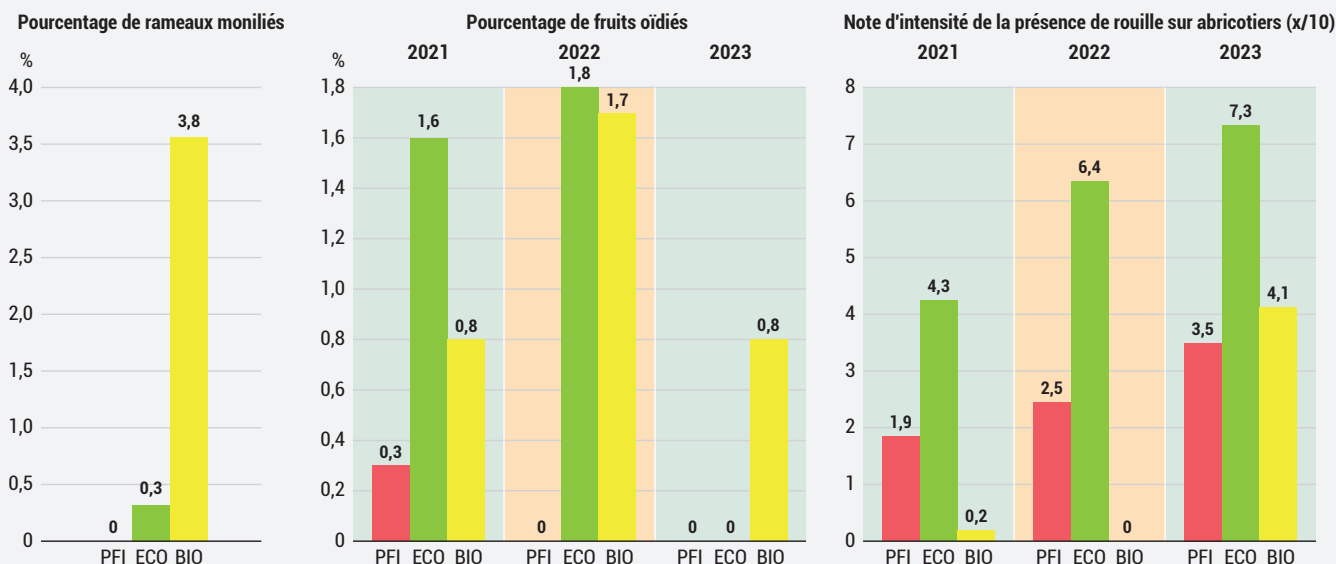


Figure 8 | Notations des maladies monilia, oïdium et rouille sur les vergers de la SEFRA



ne dérouler les bâches que pendant la phase sensible des fleurs et de les replier à partir du stade petit fruits. D'autre part, dans les dispositifs associant filet, bâche et forme plate, les fruits sont moins soumis aux frottements et présentent moins de défauts de boisage. Comme pour les filets, il est également important de prendre régulièrement soin du matériel afin d'améliorer sa durée de vie. À la SEFRA, une forte dégradation des bâches est constatée au bout de quatre ans. Cela peut s'expliquer par le fait que, contrairement aux autres sites expérimentaux, elles sont positionnées selon l'axe Est-Ouest. Le positionnement Nord-Sud, dans l'alignement des vents dominants, diminue la prise au vent tout en permettant un écoulement de l'air dans la longueur des bâches et limite ainsi les déchirures. L'installation de ces dispositifs nécessite des investissements très importants, de l'ordre de 100 000 € par hectare pour l'installation de filets anti-insectes et de bâches antipluies. Des analyses technico-économiques sont en cours d'élaboration et seront présentées après les six années

d'essais du projet. Parmi l'ensemble des systèmes testés, le système ECO de Balandran a déjà montré qu'il permettait d'atteindre une marge brute avec amortissement positive dès la 4^e feuille du verger sur la base de calculs faits avec les prix de vente des fruits du site réseau des nouvelles des marchés RNM FranceAgriMer.

Pour conclure

Cet article présente quelques leviers innovants qui structurent les systèmes de cultures d'abricotiers et qui sont évalués dans le projet MIRAD. Beaucoup d'autres leviers leur sont associés et ce sont ces combinaisons originales qui constituent la force de chacun des systèmes. Les systèmes sont évalués du point de vue phytosanitaire mais également du point de vue agronomique, environnemental, économique et sociotechnique. À l'issue de la dernière année du projet, les analyses multicritères de chacun des systèmes seront présentées afin d'identifier et de référencer les performances obtenues

sur ces jeunes vergers. L'ensemble des résultats seront à retrouver dans un futur article de synthèse et sur le site EcophytoPiC. La durée de vie d'un verger d'abricotiers étant bien supérieure à celle de l'expérimentation menée dans ce projet, l'évaluation de la durabilité des systèmes, de leur robustesse et de leur résilience nécessiterait encore quelques années de suivi. ■



Remerciements

Nous remercions l'ensemble des stagiaires, ouvriers et techniciens participant à ce projet.

Bibliographie

• Consultable sur la version en ligne de l'article.

#LesRVduCTIFL

Légumes et arboriculture

Visite d'Essais



 **Balandran (30)**
 **Jeudi 16 mai 2024**

