

## L'EXPÉRIMENTATION D'UN VERGER AGROÉCOLOGIQUE

# LE PROJET ALTO, L'ARBORICULTURE EN RECONCEPTION

### RÉSUMÉ

ALTO est un projet de recherche DEPHY Expé\* du plan Ecophyto II dont le centre CTIFL de Balandran est un des trois lieux de l'expérimentation. Il s'agit de concevoir des vergers agroécologiques, très bas intrants phytosanitaire voire sans pesticide, s'appuyant sur une diversification culturelle (différentes espèces et variétés) et un aménagement parcellaire et extra-parcellaire d'espaces dédiés à la biodiversité. Leur « design » et leur conduite sont optimisés pour la régulation des ravageurs, principal levier et objet d'étude du projet.

### TESTING IN AN AGROECOLOGICAL ORCHARD : THE ALTO PROJECT, REDESIGNING ARBORICULTURE

ALTO is a DEPHY Expé\* research project, part of the French Ecophyto II plan, for which the CTIFL centre of Balandran is a testing site. The aim is to design agro-ecological orchards, with very low phytosanitary inputs or even without pesticides, based on crop diversification (different species and varieties) and to create areas dedicated to biodiversity within and around the plots. Their design and management are optimized for pest regulation, which is the project's main lever and subject of study.

\*Demonstration/experimental farm network

*ALTO est un projet d'expérimentation qui a pour objectif de développer et de tester la viabilité de nouveaux vergers pour une production de fruits sans pesticide. Cet article présente la démarche générale et la mise en place récente du système sur le centre CTIFL de Balandran.*



> ENGRAIS VERTS FLEURIS EN INTERRANG DES POMMIERS EN AVRIL 2020

## TROIS DISPOSITIFS D'EXPÉRIMENTATION

ALTO (Systèmes en arboriculture et transition agroécologique) fait partie des projets de recherche DEPHY EXPÉ du plan Ecophyto II (2018-2023). Il est porté par l'INRAE de Gotheron (Sylvaine Simon) et comprend 14 partenaires de la Recherche-Expérimentation-Développement-Enseignement<sup>1</sup>.

L'objectif du projet est de développer de nouveaux systèmes de production de fruits utilisant très peu d'intrants, et si possible aucun pesticide. Dans une démarche interdisciplinaire et multi-acteurs, ce projet s'appuie sur trois dispositifs expérimentaux visant à reconcevoir le verger dans son ensemble et son pilotage. ALTO propose ainsi l'étude systémique de vergers dits « pommiers centrés », ce qui signifie que cette espèce est majoritaire parmi les autres et fait l'objet d'une attention d'étude particulière. Elle est de plus commune aux trois dispositifs d'expérimentation : - l'un, à l'INRAE de Gotheron (Saint-Marcel-Les-Valence, Drôme), a été entièrement créé juste avant le début du projet (co-conception « de novo » en 2017) et vise en particulier à contrôler les bioagresseurs via l'organisation spatiale des arbres fruitiers et des aménagements ; il a un objectif de « 0 IFT total » ;

- un autre a été mis en place au sein d'une parcelle de noyers à bois préexistants dans une optique d'agroforesterie (INRAE UMR SYSTEM, site de Restinclière, Hérault) et il est conduit en agriculture biologique (AB) ;

- un troisième, au centre CTIFL de Balandran, a fait l'objet d'une reconception de plusieurs vergers d'espèces différentes conduits initialement en agriculture biologique et regroupés au sein d'une même parcelle d'1 hectare environ. Il s'agit d'une reconception « pas à pas », avec un objectif « 0 IFT hors biocontrôle et cuivre à (très) faible dose ».

L'effet de la diversification culturale (différentes espèces et variétés), associée à l'aménagement parcellaire et extra-parcellaire d'espaces dédiés à la biodiversité (strates herbacées, haies, friches, mares, etc.) sur la régulation des ravageurs est le principal levier et objet d'étude de ces trois sites. D'autres facteurs, comme l'accès à la lumière et la ressource en



> VUE AÉRIENNE DE LA PARCELLE ALTO EN COURS DE TRANSFORMATION (NOVEMBRE 2018)

eau, facteurs pouvant être limitants pour la croissance des arbres et la production de fruits en agroforesterie fruitière seront également étudiés (UMR System).

Enfin, deux autres prototypes à concevoir sont prévus dans la durée du projet sur les deux sites de l'INRAE Gotheron et du CTIFL (2022-2023) avec des objectifs plus larges sur la réduction des intrants (eau, fertilisants, carbone..) ou le changement climatique.

## LA GENÈSE DU PROJET

De manière générale, l'intensification des vergers, qui a permis des gains de productivité, a également induit une standardisation et une faible diversité de l'agrosystème verger (monotonie clonale, densité élevée), le rendant de fait peu résilient. Les projets EXPE sur l'arboriculture (BioREco (pomme) ; CAP ReD (cerise-abricot-prune) ; Ecophyto Pomme et EcoPêche) ont principalement étudié des combinaisons de leviers, ce qui a permis, respectivement, de réduire jusqu'à 45 % et 60 % l'utilisation des pesticides par rapport à la référence en protection « chimique ». Mais une réduction plus importante dans ce type de systèmes s'accompagnerait d'une prise de risques élevée et d'une réduction de production (en quantité et/ou qualité) du fait d'un contrôle insuffisant des bioagresseurs certaines années. De plus, certains systèmes sont tributaires d'installations techniques très coûteuses en investissements qui impactent leur bilan économique et

les condamne à l'obtention de forts rendements (bâches anti-pluies et/ou filets anti-insectes).

L'enjeu est donc de concilier une très forte réduction de l'utilisation des pesticides (durabilité environnementale) et le maintien de la production (durabilité économique), ce qui semble difficile à atteindre en verger « classique ». Ce constat, ainsi que la motivation et l'implication de l'ensemble des partenaires pour « produire autrement », a incité à proposer un projet de recherche pour élaborer de nouveaux systèmes de production de fruits basés essentiellement sur la diversification végétale à tous les niveaux.

## ALTO : RECONCEPTION DU VERGER PAR COCONCEPTION

Dans ALTO, on part de l'hypothèse qu'il est nécessaire de repenser l'agroécosystème, sa composition, sa diversité et son agencement, les choix techniques et les pratiques afin de produire des fruits en s'appuyant en priorité sur les services écosystémiques (dont la régulation biologique) et non plus sur l'utilisation des pesticides. C'est le fondement même de

<sup>1</sup> Partenaires : INRAE Gotheron (coord.), CTIFL Balandran, INRAE UMR System, INRAE Ecodéveloppement, INRAE PSH, INRAE EMMAH, GRAB, GR CETA Basse-Durance, LPO de la Drôme, chambre d'agriculture de la Drôme, EPLEFPA Valentin, Agribiodrôme, AgribioArdèche, ITEIPMAI

## INDICATEURS ET SUIVIS PRÉVUS DANS ALTO

### De performances (échelle culture et/ou système)

- Agronomique : vigueur des arbres ( $\varnothing$  tronc), quantité et qualité commerciale, régularité de production
- Économique : CA théorique, temps de travail, machinisme (t, fréquence, carburant), faisabilité, cohérence, pic d'activité
- Environnement : IFT global et par culture et cible, quantité eau et fertilisant/amendements
- Sociologique : organisation et perception du travail

### De pilotage

- Reliquat azoté (avril/octobre par labo), analyse de rameaux (hiver)
- Comptages fruits avant/après éclaircissement
- Suivis phytosanitaires, tensiométriques et Nitrachek
- Traçabilité du respect ou pas des règles de décision vis-à-vis des objectifs de pilotage

### D'expérimentation pour valider ou non les hypothèses

- Biodiversité : mesure d'abondance et richesse spécifique de nombreux taxons vertébrés et invertébrés tels qu'oiseaux, chauves-souris, libellules, insectes auxiliaires, araignées...
- Régulation naturelle (dynamique bioagresseurs, proies sentinelles, dégâts, taux de prédation) mesurée sur plusieurs ravageurs majeurs et secondaires (pucerons, carpocapse, mouches)
- Fertilité (statut organique, bio-indicateurs sol)

l'agroécologie.

La démarche de coconception repose sur l'expression et l'organisation de divers types de connaissances, scientifiques, techniques, empiriques et tacites portées par de nombreux acteurs de la filière (agriculteurs, conseillers, expérimentateurs, formateurs, chercheurs) et de les intégrer en cohérence dans l'objectif de concevoir et d'évaluer des prototypes fruitiers agro-écologiques. En effet pour concevoir de tels systèmes, forcément complexes, il est bénéfique de favoriser une intelligence collective en rassemblant de multiples compétences. De plus l'implication des metteurs en marché serait souhaitable à terme pour le transfert et le déploiement de ce type de système de culture en rupture forte avec l'existant.

Des ateliers et animations de groupes (20 à 40 personnes ayant travaillé en sous-groupes) ont permis, sur la base de l'objectif général et des contraintes propres à chacun des sites, de générer les vergers de l'INRAE de Gotheron et du centre CTIFL de Balandran.

Cette reconception est basée sur plusieurs axes :

- une intensification écologique, qui vise à augmenter la résilience et l'autonomie du système, en particulier sa capacité

suppressive vis-à-vis des bioagresseurs en se basant sur différents mécanismes : effets barrière et dilution (en mixant les espèces fruitières), effet push-pull (en combinant des plantes répulsives et des plantes attractives de certains bioagresseurs), matériel végétal fruitier peu sensible aux bioagresseurs, augmentation des ressources et abris favorisant abondance et diversité des auxiliaires et des décomposeurs (en diversifiant les plantes des strates enherbées et des haies et en minimisant les zones de sol nu) ;

- une optimisation de l'agencement spatial et temporel ainsi créé, pour le partage des ressources dans un espace multi-espèces et multistrates ;
- la prise en compte d'aspects opérationnels pour la mise en œuvre de tels systèmes (circulation dans la parcelle, accès aux arbres, organisation des chantiers et pics d'activités...).

## UN PROJET GÉNÉRATEUR DE CONNAISSANCES POUR LA TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE

Une particularité du projet ALTO est d'essayer de construire une approche générique qui utilise les fonctions des plantes à

associer ainsi que les traits ou caractéristiques (ex. hauteur, date de floraison) liés à ces fonctions. Il en est de même pour les traits de vie ou caractères des espèces ou groupes d'arthropodes étudiés (bioagresseurs, auxiliaires). Ainsi, par exemple, plutôt que retenir le nom particulier de fleurs utiles pour les auxiliaires telles que la véronique et l'alyssum maritime, les observations se focalisent sur certains caractères (couleur, période de floraison, type de ressource attractive) et donc l'intérêt d'avoir dans l'agrosystème des plantes à floraison très précoce, produisant du pollen et du nectar utile à certains syrphes et parasitoïdes en début de printemps. De même, on s'intéressera plutôt à déterminer les caractéristiques (ex. taille, période d'émergence, type d'enherbement les favorisant) des carabes plutôt que leurs noms d'espèce. Le but est de favoriser, non pas directement la reproductibilité des systèmes qui sont toujours « contexte dépendant » mais plutôt l'adaptation et la valorisation des connaissances produites pour la création de nouveaux vergers adaptés à leur environnement et à leurs propres contraintes et objectifs (techniques, économiques et sociaux...). Il s'agit évidemment d'une tâche lourde et complexe à laquelle le projet ne pourra raisonnablement apporter que certains éléments de construction.

De plus, ALTO a également pour ambition de créer une dynamique d'échange associant les acteurs de la filière (agriculteurs, conseillers, expérimentateurs, formateurs, chercheurs) autour du questionnement lié à la coconception agroécologique, avec des animations en lien avec les territoires des sites expérimentaux : ateliers, visites intersites et du réseau des FERME-EXPÉ, séminaires adossés à des journées existantes (Ecophyto ou autres), animations de type « Café agro » qui correspondent à des débats sur des thématiques ou cas d'étude pour un public d'agriculteurs, de conseillers, de formateurs et d'apprenants.

## ALTO AU CENTRE CTIFL DE BALANDRAN

Le projet ALTO au centre CTIFL de Balandran a fait l'objet, en 2018, de deux ateliers de coconception pour faire évo-

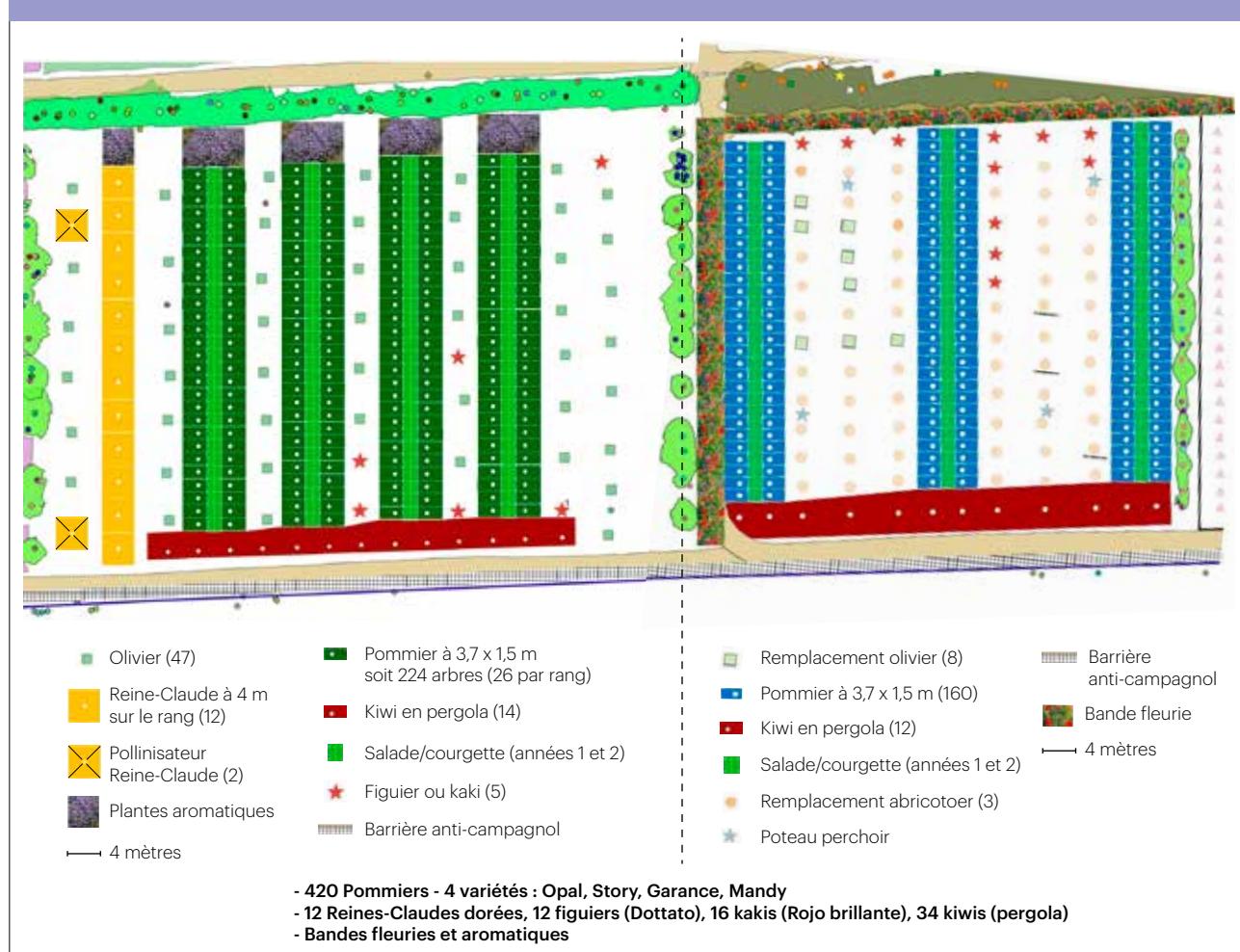
luer pas à pas les vergers supports de l'expérimentation. L'environnement est déjà très diversifié puisqu'il s'agit d'une zone dédiée historiquement à des cultures en AB avec des aménagements âgés de plus de 15 ans (mare, nichoirs, gîtes, friche et haies plurispécifiques). Le premier atelier a consisté en un réaménagement des infrastructures (circulations et infrastructures agroécologiques pérennes) de l'espace de production à l'échelle des 2,4 hectares de la parcelle dédiée au projet (module 1, futur module 2 et zones attenantes). Le principe d'hétérogénéité/diversité des habitats semi-naturels et de leur connexion maximale a été appliqué conduisant à transformer par exemple certains chemins en bandes fleuries, à supprimer une portion de haie monospécifique au profit d'une haie composite. Ces transformations ont été réalisées en

grande partie et leur finalisation est programmée en 2020 (haie fruitière, mare). Le deuxième atelier a permis la coconception proprement dite de l'espace verger. Le cadre de contrainte était, au-delà des objectifs phytosanitaires déjà énoncés, de concevoir un verger à dominante de pommiers, multi-espèces et intégrant les arbres fruitiers déjà producteurs (olivier, abricotier, pêcher), mobilisant les régulations naturelles (sans filet AltCarpo) et conservant des possibilités de mécanisation. La valorisation des produits est envisagée en circuit long. Les productions de cet atelier, retravaillées par l'équipe du site, ont permis de finaliser le dispositif pour une mise en place dès l'hiver 2018-2019. L'ensemble du premier module est actuellement planté.

À présent, le verger Alto comprend donc 9 espèces fruitières dont 3 sont à ce jour

déjà en production (abricot, pêche, olive) (Figure 1). Ainsi, après suppression de certaines rangées d'arbres existants, 445 pommiers (variétés Opal, Story, Mandy et Garance) ont été installés sous forme de double rang au sein de cet espace. Ils sont complétés par des figuier, kakis, pruniers Reine-Claude ainsi que kiwis. Les choix réalisés reposent sur : un étalement de la production dans le temps, des espèces/variétés rustiques (résistance tavelure pour le pommier), un effet de dilution (écartement des double rang de pommiers de 8 à 20 mètres selon les endroits) et barrière des autres espèces fruitières, la plantation de plantes aromatiques (amélioration de la ressource alimentaire pour auxiliaires ou effets répulsifs). Des engrains verts et bandes fleuries ont été semés et certaines parties du verger, notamment les strates herbacées, seront amenées à

**FIGURE 1 :** Plan de conception du module 1 d'Alto en 2018 (le verger de pêcher n'est pas figuré)



évoluer au cours du temps, en fonction notamment d'autres recherches en cours (plantes de service pour un effet répulsif contre les pucerons).

### PRINCIPALES QUESTIONS OU HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

De nombreuses questions ou hypothèses de travail sont testées dans le projet ALTO. Celles-ci portent sur des aspects agro-nomiques, techniques et socio-économiques. Par exemple nous cherchons à déterminer quelle est l'augmentation de la biodiversité au cours du temps en lien avec une complexification/diversification du système et l'introduction de nouvelles infrastructures agroécologiques ? Nous essayerons également de déterminer, sur le centre du CTIFL Balandran, si l'installation de jeunes pommiers dans un espace déjà diversifié et favorable à la biodiversité va apporter un avantage pour l'installation des auxiliaires et la régulation des bioagresseurs, notamment les premières années. Ainsi, la trajectoire de la dynamique pluriannuelle des ravageurs sera très importante à évaluer en parallèle avec celle de la biodiversité. Enfin, la complexité technique d'un verger multi-espèces et celle de faire évoluer un verger déjà existant seront étudiées. Avec comme questionnement : quelle est la limite économique d'un tel système et quelle valorisation est possible ou nécessaire pour les productions ?

### ÉLÉMENTS DE RÉSULTATS SUR LES ESPÈCES FRUITIÈRES

Un ensemble de paramètres communs aux trois dispositifs est suivi au centre CTIFL de Balandran comme dans les autres sites expérimentaux. Cela concerne les aspects agronomiques, la maîtrise des bioagresseurs (présence, dégâts) et la présence d'auxiliaires (présence, abondance et/ou diversité), les opérations culturales (temps de travail, machinisme, intrants) et leur répartition au fil de la saison (voir encadré p. 42). Le projet ALTO au CTIFL étant issu d'une reconception de vergers déjà en production, il est possible de présenter quelques résultats obtenus en 2019. Notons que



> VUE PANORAMIQUE D'ALTO AVANT RECONCEPTION



> VUE PANORAMIQUE D'ALTO PENDANT LA PRÉPARATION DES PLANTATIONS

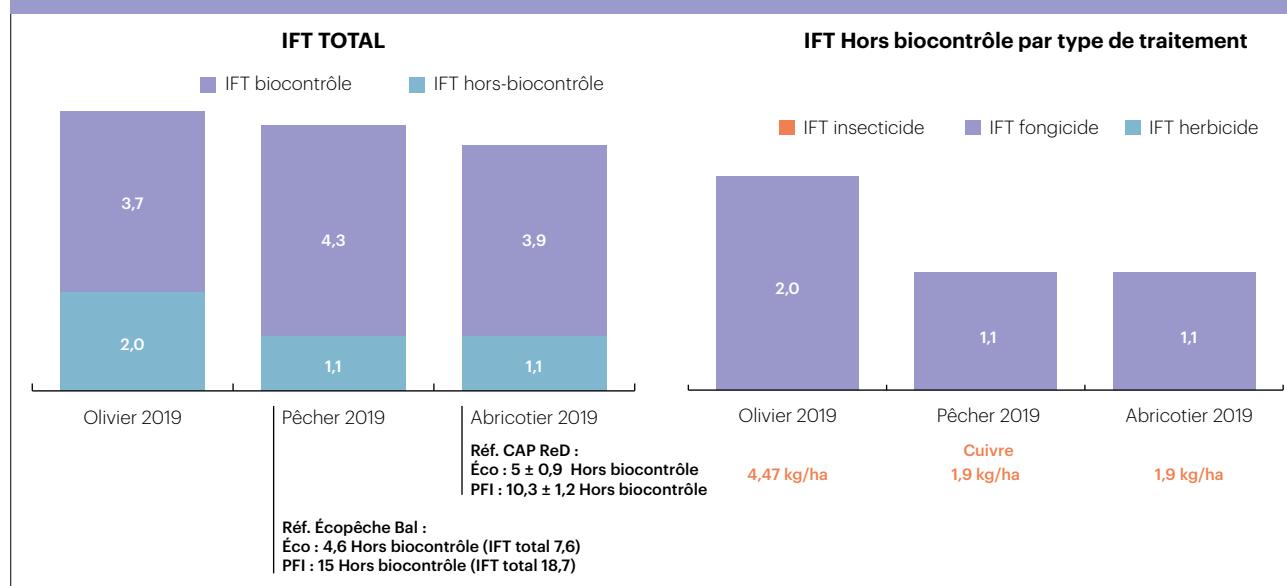


> ALTO EN AVRIL 2020 AVEC POMMIERS, ABRICOTIERS, HAIES, PLANTES AROMATIQUES ET ENHERBEMENTS FLEURIS

TABLEAU 1 : PRODUCTIONS ALTO BALANDRAN EN 2019 ET RÉFÉRENCES DU RÉSEAU DEPHY EXPÉ (HORMIS OLIVIER)

Composants	Rendement brut calculé (t/ha)	Rendement commercialisable (frais ; t/ha)	Référence Rendement moyen commercialisable t/ha DEPHY EXPÉ
Abricot (Tom cot)	20	13	Eco (n = 11) 17,9 ± 6,5 PFI (n = 8) 20,6 ± 6,8
Pêche (Sweetstar)	12,8	4,9	Eco 62 PFI 72
Olive (2 var)	7,2	1 025 litres huile/ha	Hors DEPHY 6 à 7 AB 8 à 10 PFI

**FIGURE 2 : IFT ALTO Balandran en 2019 et références IFT des projets DÉPHY EXPÉ Ecopêche et Cap ReD**



ces vergers suivent une trajectoire qui est celle de vergers cultivés en AB et avec un niveau d'intrants déjà très faible depuis de nombreuses années. Ainsi, les résultats de production (en termes de rendement) peuvent être considérés comme satisfaisants en abricot et olive comparativement aux références DÉPHY EXPÉ mais nettement insuffisants en pêche du fait d'une forte pression du puceron farineux, qui reste très difficile à réguler depuis plusieurs années (Tableau 1). Le bilan phytosanitaire montre que les objectifs (0 IFT hors biocontrôle et Cuivre) sont atteints mais que des marges de progrès existent sur le cuivre en fractionnant davantage les doses utilisées (Figure 2). Il faudra de toute évidence attendre l'entrée en production des pommiers et une allure de croisière pour avoir une évaluation globale et pluriannuelle du système.

Les premiers travaux d'évaluation « Écosystémique » d'ALTO incluent des suivis de biodiversité pour différents groupes d'auxi-

liaires (arthropodes, oiseaux, chauves-souris...) impliqués dans la régulation des bioagresseurs des arbres fruitiers. Deux stages de fin d'étude de six mois ont été réalisés en 2019 sur le sujet des régulations naturelles (INRAE UMR System, CTIFL). Ainsi à Balandran le travail a été centré sur la régulation naturelle d'un ravageur principal des pêchers, *Hyalopterus amygdali* (Puceron farineux du pêcher), et d'un ravageur secondaire des oliviers, *Prays oleae* (Teigne de l'olivier). Un verger expérimental d'olivier de configuration identique mais avec moins d'aménagements nous a permis de comparer la dynamique de la première génération de *Prays oleae*. Pour le suivi du puceron farineux, les résultats de récolte de l'année 2018 et notamment sur les dégâts en fumagine causés par la présence de pucerons ont été utilisés, afin d'évaluer l'impact des aménagements sur la régulation naturelle de ce ravageur. Les suivis des ennemis naturels de nos ravageurs, ainsi que les suivis de biodiversité réalisés dans

les haies et sur les fleurs, montrent une grande abondance, diversité et activité des auxiliaires des vergers dans un milieu qui leur est favorable. Les aménagements (plus particulièrement haies et fleurs), par leur proximité, leur diversité et la présence précoce de fleurs, ont permis la régulation de la teigne de l'olivier. La régulation naturelle du puceron farineux, n'a pas quant à elle, et ce malgré une forte activité des auxiliaires, permis le contrôle de la population et la diminution des dégâts sur fruits par rapport à 2018.

D'autres études sur la régulation biologique sont prévues dès 2020 sur les ravageurs du pommier (puceron cendré, carpocapse) et viendront étoffer l'ensemble des suivis pluriannuels réalisés sur ALTO. La réalisation d'un stage en ergonomie en 2020 devrait permettre de préciser les changements de l'activité induits par de tels systèmes et les éléments clés intervenants dans les prises de décision liées au pilotage de la culture.

En conclusion, le projet ALTO permettra ainsi d'investir sur trois dispositifs originaux de production agroécologique des travaux produisant des ressources méthodologiques, scientifiques, techniques et pédagogiques et la preuve (ou non) du concept que la diversification de l'agro-écosystème permet d'atteindre des équilibres biologiques durables pour produire des fruits de qualité, sans pesticide et en quantité minimale. ■

### CE QU'IL FAUT RETENIR

ALTO est un projet exploratoire qui vise à développer des espaces de production de fruits très bas intrants ou zéro pesticide. La démarche est basée sur une diversification des espèces fruitières et des plantes associées. L'objectif est de maximiser les services rendus par les écosystèmes, en particulier la régulation des bioagresseurs. Une démarche de coconception pour repenser le verger est développée au sein du projet. Les évaluations agroécologique, technico-économique et sociale seront partagées au sein des filières.