



Site Restinclières - ALTO



Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau
Domaine départemental
Nom de l'ingénieur réseau
Projet ALTO
Date de création du groupe

Hérault Localisation

Caractéristiques du site

Le site de pommiers en agroforesterie est l'un des trois dispositifs expérimentaux du programme ALTO. Il occupe une surface de 1400 m² à l'extrême sud du domaine départemental de Restinclières (commune de Prades-le-Lez, département de l'Hérault, 34), ouvert à tout public, dans lequel 40 ha de pommiers et de noyers sont conduits en agroforesterie depuis 1995 suite à un accord entre le département de l'Hérault et l'INRA.

Dans le cadre de l'essai de pommiers en agroforesterie, ce système a pour objectif d'analyser le comportement architectural et le fonctionnement (croissance, ramification, floraison, fructification, flux de sève) de pommiers plantés en 2016 sur des rangs de noyers plantés en 1995. Cette modalité d'agroforesterie constitue un cas probablement extrême de compétition entre pommiers et noyers.

À cet objectif de recherche s'est conjugué à partir de 2017, dans le cadre DEPHY EXPE, l'intérêt d'étudier également en quoi le contexte agroforestier modifie ou non les interactions pommier-ravageurs et cortèges de prédateurs ainsi que de parasitoïdes, et plus particulièrement l'efficacité de bandes enherbées spécifiques et de romarin, mis en place pour attirer les prédateurs naturels du puceron cendré, pour lutter contre ce ravageur.

Le choix du cultivar de pommier s'est porté sur 'Dalinette' C.O.V. préconisée en agriculture biologique, greffée sur le porte-greffe G202.

Contexte pédoclimatique ▲

Climat	Sol
Méditerranéen sec : Ce climat est caractérisé par une pluviométrie annuelle moyenne de 750 mm, mais avec de fortes disparités selon la saison. L'automne, et particulièrement ses épisodes cévenols ainsi que le printemps sont caractérisés par une plus forte pluviométrie.	Horizon de surface (0 à 40 cm) : argilo-limoneux avec la granulométrie suivante : 19% d'argile, 59% de limon et 22% de sable

Contexte biotique ▲

Niveaux de pression : Maladies	Niveaux de pression : Ravageurs	Niveaux de pression : Adventices



La pression des bio-agresseurs est globalement faible.

Contexte socio-économique ▲

Cette expérimentation de moyen terme (5-10 ans) s'insère dans le cadre d'actions de recherches menées depuis 1995 sur l'agroforesterie (Restinclières Agroforestry Platform).

Contexte environnemental ▲

La parcelle GAFAM est incluse dans le domaine départemental de Restinclières (Commune de Prades-le-Lez, 34730), constitué d'un fort couvert forestier et arbustif de type méditerranéen (présence massive de chênes). Des expérimentations agroforestières conjuguant différentes espèces d'arbres (noyer, peuplier, frênes, paulownia, cormier...) et des cultures annuelles sont menées depuis plus de 25 ans.

Systèmes testés et dispositif expérimental

Système AFR (- x % IFT)	Système AFIR (- x % IFT)	Système de référence - Témoin
• Années début-fin expérimentation : 2016-2025 • Espèces : Pomme, noix • Année d'implantation du verger : 2016 • Type de conduite : Agriculture biologique • Surface : 0.06 ha • Circuit commercial : Non • Valorisation : Non • Signe de qualité : Aucun • Leviers majeurs : ◦ Contexte agroforestier rang des noyers ◦ Traitements autorisés en Agriculture Biologique si besoin	• Années début-fin expérimentation : 2016-2025 • Espèces : Pomme, noix • Année d'implantation du verger : 2016 • Type de conduite : Agriculture biologique • Surface : 0.06 ha • Circuit commercial : Non • Valorisation : Non • Signe de qualité : Aucun • Leviers majeurs : ◦ Contexte agroforestier inter-rang des noyers ◦ Traitements autorisés en Agriculture Biologique si besoin	• Années début-fin expérimentation : 2016-2025 • Espèces : Pomme, noix • Année d'implantation du verger : 2016 • Type de conduite : Agriculture biologique • Surface : 0.06 ha • Circuit commercial : Non • Valorisation : Non • Signe de qualité : Aucun
☐	☐	☐

Dispositif expérimental



La parcelle GAFAM (Growing AgroForestry with Apple in the Mediterranean) est située au Sud du domaine départemental de Restinclières (commune de Prades-le-Lez, 34), à la confluence du Lez et du Lirou.

Elle a été mise en place en mars 2016 par la plantation de 140 plants greffés-soudés de Dalinette sur porte-greffes G202 (plus 10% Story sur G202 pour assurer la pollinisation croisée) sur une parcelle de noyers plantés en 1995.

Elle est constituée de 10 rangs sur lesquels sont répartis les 3 traitements AC, AFIR et AFR.

Les rangs de pommiers ou de pommiers-noyers sont couverts par du BRF (Bois Raméal Fragmenté) venant du domaine. L'irrigation est en goutte à goutte avec 2 tuyaux de parts et d'autre des pommiers, et des goutteurs espacés de 50 cm.

GAFAM est conduit en agriculture biologique et avec des niveaux très bas d'intrants (IFT 2 en 2019).

Suivi expérimental ▲

- Agronomique (floraison, nouaison, fructification) et architectural (croissance, ramification) sur le pommier
- Dynamique des bio-agresseurs (puceron cendré, carpocapse, puceron vert notamment) et auxiliaires et observation dégâts

Aménagements agroécologiques et éléments paysagers ▲

À partir de 2020-2021 :

- Bandes enherbées entre les rangs de pommiers et de pommiers-noyers dans le but d'attirer des arthropodes prédateurs (plus spécifiquement contre le puceron cendré), et des pollinisateurs en général ;
- Romarins : 5 chemotypes en plantation alternée au pied des pommiers pour créer un effet répulsif sur le puceron cendré ;
- Forte diversité végétale herbacée, arbustive et arborescente autour de la parcelle.



La parole de l'expérimentateur

Le projet GAFAM de pommiers en agroforesterie vise à analyser le comportement architectural et fonctionnel du pommier en agroforesterie, avec une strate sus-jacente de noyers à bois (hybride J regia X J nigra) et une strate sous-jacente herbacée de sainfoin. Dans le cadre du programme ALTO, nous explorons également la faisabilité d'une conduite en agriculture biologique à bas intrants nous permettant de lutter contre le puceron cendré. A cette fin, nous avons implanté à l'automne 2020 une bande enherbée

(phacélie, cosmos, bleuet, tagètes, souci) afin d'attirer des prédateurs naturels du puceron, ainsi que du romarin au pied des pommiers afin de repousser ce bio-agresseur.

Contact



Pierre-Eric LAURI

Pilote d'expérimentation - INRAE

✉ pierre-eric.lauri@inrae.fr

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > SITE RESTINCLIÈRES - ALTO

Projet ALTO

 [PARTAGER](#)

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Systèmes en Arboriculture et Transition agroécologique

Nom de l'ingénieur réseau

3

Date de création du groupe

2018

Période

2018-2023

Résumé du projet

Ce projet exploratoire vise à développer sur trois sites expérimentaux des espaces de production de fruits très bas intrants, voire zéro pesticide. La démarche est basée sur une diversification des espèces fruitières et des plantes associées, afin de maximiser les services rendus par les écosystèmes, dont la régulation des bio-agresseurs. Elle est développée en co-conception et s'appuie sur une dynamique multi-acteurs. Les connaissances issues de ce projet seront partagées au sein des filières.

Présentation du projet

Enjeux et objectifs

Les attentes par rapport à une réduction drastique de l'utilisation des pesticides en arboriculture sont fortes. Si la combinaison d'un ensemble de leviers alternatifs pour gérer les bio-agresseurs permet de diminuer cette utilisation (voir Ecophyto I), les vergers spécialisés restent largement tributaires de leur utilisation. L'objectif du projet ALTO est de **développer de nouveaux systèmes de production de fruits très bas intrants, voire sans pesticides**, en développant sur une démarche interdisciplinaire et multi-acteurs et en s'appuyant sur trois dispositifs expérimentaux pour **reconcevoir l'espace de production de fruits et son pilotage**.

Stratégies testées

La démarche, développée en co-conception, consiste à **créer et évaluer des espaces de production de fruits reposant sur les services écosystémiques**, principalement de régulation, grâce à une **diversification** de l'agroécosystème afin de le rendre 'suppresseur' vis-à-vis des bio-agresseurs via des effets barrière, dilution, des plantes pièges et répulsives (push-pull), la fourniture de ressources et habitat pour les auxiliaires, le choix de matériel végétal peu sensible. Des méthodes prophylactiques et mécaniques et, selon les sites, des interventions de biocontrôle sont également mises en œuvre. Les 3 dispositifs sont certifiés en agriculture biologique.

Résultats attendus

Ce projet permettra d'investir sur 3 dispositifs originaux de production agroécologique de fruits très bas intrants ou 0 pesticide qui seront pérennisés (> 10 ans), et de développer une approche interdisciplinaire et une dynamique multi-acteurs incluant la profession (dont réseaux FERME) et l'enseignement agricole. Il produira par ailleurs divers types de connaissances :

- Des ressources méthodologiques pour la conception agroécologique de systèmes fruitiers ;
- Des prototypes d'agroécosystèmes fruitiers et la structuration des connaissances qu'ils mobilisent ;
- L'expérimentation de certains de ces systèmes (modules 1 puis modules 2 à Balandran et Gotheron ; agroforesterie fruitière à Restinclières) et leur optimisation chemin faisant, s'accompagnant d'apprentissages croisés ;
- Des connaissances sur les performances agronomiques de systèmes multi-productions et les services écosystémiques (en particulier de régulation) visés ;
- Une évaluation multicritère de performances des prototypes multi-productions expérimentés en mobilisant/validant des outils développés par ailleurs ;
- Une analyse des possibilités et verrous pour la valorisation des productions de tels systèmes (fruits, productions secondaires, services écosystémiques).

Productions du projet



Présentation ALTO - Systèmes en Arboriculture et Transition agroécologique



Présentation webinaire DEPHY EXPE projet ALTO - Favoriser la régulation naturelle des bioagresseurs par la faune auxiliaire

1 Café Agro du projet ALTO



o - Les pollinisateurs pour le verger et le verger potagers - le 9 mars 2023 à INRAE Gotheron.



Café Agro 2023 - Pollinisateurs et vergers.pdf

1 Café Agro du projet ALTO



o Valorisation de productions diversifiées - le 31 mars 2023 à INRAE Gotheron



Café Agro 2022 - Valorisation.pdf

1 Café Agro du projet ALTO



o - Intégrer des petits fruits dans son verger ? - 10/03/2022 à INRAE Gotheron



Café Agro 2022 - Petits fruits.pdf

1 Café Agro du projet ALTO



o - Des haies pour le verger - le 8 avril 2022 à INRAE Gotheron



Café Agro 2022 - Haies pour le verger.pdf

[vergers.pdf](#)

Cafés Agro du projet ALTO



o - Animaux en verger - le 21/02/2023 à la Ferme des Val
les Valence (26)

: Geoffrey Chiron (ITAVI), Gentiane Maillet (ACTA, GIS reconnexion Végétal-Elevage),
Gotheron), Martin Trouillard (FIBL France), Sara Bosshardt, Arnaud Dufils (INRAE,
ement)



Une cinquantaine de participants s'est retrouvée le 21 f la Ferme des Volonteurs à Beaumont les Valence, pour é thématique des animaux en verger : Quels sont les serv ? Quelles sont les possibilités d'organisation des anir arbres fruitiers ? Poules, lapins, brebis dans des verger de pommiers ou de noyers, toutes les associations ne si mêmes logiques.

Les services attendus

[Café Agro 2023 - Animaux en vergers.pdf](#)

Centre for International Forestry Research
 www.cifor.org



Agro - L'agroforesterie fruitière, des choix essentiels de plantation - 24 janvier 2019

jour : Pierre-Eric Lauri (INRA UMR System, Montpellier)



Produire des fruits différemment... Ceci questionne de manière concrète le verger, son agencement, ses pratiques... vers des serres spécialisées et plus autonomes. Les Cafés Agros sont ouverts aux agriculteurs, conseillers... en vue d'échanger sur une thématique, avec l'écclaircissement des limites du jour, et de partager expériences et projets de chacun.

Les échanges de la matinée ont montré la diversité des situations associées à du maraîchage, des animaux, des légumes de plein champ ainsi que des démarches à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitant.

Les agroforesteries fruitières (au pluriel !) ont des questions communes :

[Café Agro 2019 - Agroforesterie.pdf](#)



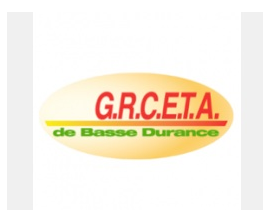
[Facebook](#)



[Twitter](#)

Partenaires du projet ALTO





Contact



Sylvaine SIMON

Porteur de projet - INRAE

sylvaine.simon@inrae.fr

04 75 59 92 00



Site Ctifl Balandran - ALTO

 PARTAGER

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Station expérimentale

Nom de l'ingénieur réseau

Projet ALTO

Date de création du groupe

Gard Localisation

Caractéristiques du site

- Une exploitation de recherches appliquées de 75 hectares en situation caractéristique des productions Méditerranéennes :
 - 2 ha de serres et abris plastiques avec gestion informatisée, des serres multichapelles plastiques, des tunnels et bitunnels plastiques.
 - 43 ha consacrés aux vergers.
 - 15 ha consacrés aux légumes plein champ.
 - 3 ha en agriculture biologique
- Le site de Balandran comporte plusieurs projets DEPHY EXPE en cours (MIRAD, ECOPECHE)

Contexte pédoclimatique ▲

Climat	Sol
Méditerranéen	Sol brun caillouteux à accumulation argileuse rouge (fersialitiques plus ou moins lessivés)

Contexte biotique ▲

Niveaux de pression : Maladies	Niveaux de pression : Ravageurs	Niveaux de pression : Adventices
Graphique à insérer	Graphique à insérer	Graphique à insérer

Compte tenu de la diversité des cultures de nombreuses maladies et ravageurs sont présents avec des intensités variables selon les contextes de parcelles et la gestion qui faite en lien avec les objectifs des expérimentations.

Contexte socio-économique ▲

Le site opérationnel du Ctifl de Balandran est un site expérimental au service de la filière fruit et légumes qui mène des activités de recherche appliquée en arboriculture fruitière orientées sur les productions du bassin Sud-Est (). Il est situé au coeur des bassins de production de fruits à noyaux de la Costière du Gard et proche des zones de fruits à pépins (Vallée de la Durance, nord Alpilles, plaines de l'Hérault). De part ses travaux et ses échanges avec les professionnels il participe au développement des méthodes alternatives de protection de cultures et plus généralement de production de référence pour la transition agroécologique des exploitations.

Contexte environnemental ▲

Paysage de Costières avec présence de vignes, vergers et cultures maraichères, entrecoupés de haies brise-vent souvent monospécifiques.

Présence d'un grand plan d'eau à proximité du centre de Balandran (anciennes gravières situées à 1km environ).

Systèmes testés et dispositif expérimental

Système Module 1 (- 100 % IFT hors biocontrôle)

- Années début-fin expérimentation : 2018-2023
- Espèces : Pêche, abricot, olive, pomme, figue, kaki, kiwi, prune
- Années implantation du verger : 2006 à 2019
- Agriculture biologique
- 115 ha de surface totale IAE comprises
- Circuit commercial : Court/long
- Valorisation : Frais/industrie
- Signe de qualité :
- Leviers majeurs :
 - Biodiversité fonctionnelle
 - Produits de biocontrôle
 - ...



Système Module 2 (- x % IFT)

- Années début-fin expérimentation : en projet
- Espèces :
- Année implantation du verger :
- Agriculture biologique
- 0,40 ha
- Circuit commercial : Court/long
- Valorisation : frais/industrie
- Signe de qualité :
- Leviers majeurs :
 - Levier 1
 - Levier 2
 - ...

Dispositif expérimental



Description du dispositif expérimental

Le système module 1 comprend 8 espèces fruitières dont 3 sont à ce jour déjà en production (abricot, pêche, olive). Après suppression de certaines rangées d'arbres existants, 445 pommiers (variétés Opal, Story, Mandy et Garance) ont été installés sous forme de doubles rangs au sein de cet espace. Ils sont complétés par des figuiers, kakis, pruniers Reine-Claude et 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 doubles rangs 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 engrais verts et bandes fleuries ont été semés et certaines parties du verger, notamment les strates herbacées, seront amenées à évoluer au cours du temps, en fonction notamment d'autres recherches en cours (plantes de service pour un effet répulsif contre les pucerons).

Suivi expérimental ▲

Indicateurs suivis :

De performances (échelle culture et/ou système) :

- Agronomique : vigueur des arbres (Ø tronc), quantité et qualité commerciale, régularité de production ;
- Economique : chiffre d'affaire théorique, temps de travail, machinisme (temps, fréquence, carburant), faisabilité, cohérence, pic d'activité ;
- Environnementale : 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 éclaircissage ;
- Suivis phytosanitaires, tensiométriques et nitratek ;
- 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 (la biodiversité augmente au cours du temps en lien avec la diversification végétale ?) : mesure d'abondance et richesse spécifique de nombreux taxons vertébrés et invertébrés tels que les 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, bioindicateurs sol).

Aménagements agroécologiques et éléments paysagers ▲

En plus de la diversification des espèces cultivées, la mise en place de haies et autre IAE fut décidé assez tôt sur la parcelle ALTO. Ainsi, une mare attirant aussi bien les arthropodes que la macrofaune est mise en place à l'ouest de la parcelle depuis 1999. Encore à l'ouest de cette mare se trouve un bosquet qui n'appartient pas au Ctifl mais qui participe à la qualité paysagère des alentours d'ALTO. Entre la mare et les oliviers se trouve une zone en friche et une haie composite, plantée en 2006. Le but de cet espace est de maintenir un milieu semi-ouvert faisant la transition entre le bosquet et le verger, avec différentes strates végétales.

Plusieurs haies orientées est/ouest sont implantées au nord de la parcelle. Au nord des oliviers, une haie de haut jet fut plantée il y a 25 ans environ. Elle est constituée de feuillus à haut port, qui fournissent un habitat intéressant pour différentes espèces et aident à briser le vent du nord dominant (mistral). Dans l'axe de cette haie, au nord des abricotiers et des pêchers, se situe une haie de cyprès, classique coupe-vent de la vallée du Rhône.

Des haies orientées nord/sud séparent les différentes cultures. Entre les oliviers et les abricotiers, la haie composite est doublée d'une butte d'herbes aromatiques implantée en 2018 pour tester une stratégie de push/pull. Les haies composites séparant les abricotiers des pêchers, et bordant les pêchers ont été implantés en 2010 avec diverses essences arbustives, telles que le noisetier.

La parole de l'expérimentateur :

Le verger ALTO au centre Ctif de Balandran est un verger observatoire au niveau duquel la prise de risque en terme de protection phytosanitaire est très importante. Elle utilise quelques solutions de biocontrôle les moins impactantes possible sur la faune auxiliaire car c'est la biodiversité fonctionnelle, et les services à la production qu'elle apporte, que l'on souhaite avant tout favoriser. De manière générale on est sans cesse à la recherche de compromis car on vise également un niveau de production minimal.

Productions du site expérimental



[Article ALTO - Info Ctifl - Ricard et al - 2020](#)

Contact



Jean-Michel RICARD

Pilote d'expérimentation - CTIFL

✉ jean-michelRicard@ctifl.fr

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > SITE RESTINCLIÈRES - ALTO

Système Module 1 - Ctifl Balandran - ALTO

Fertilité et vie des sols

FAE et lutte biologique par conservation

Régulation biologique et biocontrôle

Variétés et matériel végétal

 [PARTAGER](#)

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Agriculture biologique

Nom de l'ingénieur réseau

ALTO

Date de création du groupe

**- 100 % IFT hors
biocontrôle
(exclusion de
azadiractine et
spinosad) et
Cuivre dose
réduite**

Objectif de réduction visé

Ricard Alto RF Fruits 15 décembre
2020.pdf

Présentation du système

Conception du système

Cadre de contrainte et objectifs :

- 0 IFT hors biocontrôle (avec sélection de pdts peu impactant la faune auxiliaire) et Cuivre/soufre à dose réduite (AB) ;
- Verger Pommier centré, multi-espèces et multi-strates.

Evolution pas à pas en conservant une partie des oliviers/abricotiers/pêchers déjà producteurs :

- Mobiliser les régulations naturelles et autres services : diversifier l'espace avec plantes de services, de production, diverses Infrastructures Agro-Ecologiques (IAE) ;
- Maximiser l'occupation de l'espace.

Mots clés :

Reconception pas à pas - Diversification - Multi-espèces - Biodiversité - Aménagements agro-écologiques

Caractéristiques du système

Espèce	Variétés	Porte-greffe	Mode de conduite
Pomme	Opal, Story, Mandy, Garance	G202	axe palissé
Pêche	Sweet Star	GF 677	double Y
Abricot	TomCot		gobelet
Olive	Picholine, Negrette	sans	gobelet
Kaki	Rojo Brillante		gobelet
Figue	Dottato, Noire de Caromb	sans	gobelet
Prune	Reine Claude Dorée	myrobolan	gobelet
Kiwi	Hayward	sans	palissage en T

Système d'irrigation : micro-aspersion et goutte à goutte enterré.

Gestion de la fertilisation : apports organiques fractionnés et fertilirrigation organique.

Infrastructures agro-écologiques : nombreuses.

Objectifs ▲

Agronomiques	• Rendement : Objectif équivalent à réf AB (pomme) • Qualité : Objectif équivalent à réf AB (pomme)
Environnementaux	• IFT : 0 IFT chimique hors biocontrôle n'impactant pas la faune auxiliaire et réduire les doses de cuivre et de soufre
Maîtrise des bioagresseurs	• Maîtrise des adventices : Travail du sol minimal (système sandwich) • Maîtrise des maladies : Variétés résistantes, biocontrôle, modèles • Maîtrise des ravageurs : Lutte bio par conservation, biocontrôle
Socio-économiques	• Marge brute : à l'échelle système • Temps de travail : à l'échelle système

Le mot de l'expérimentateur

L'objectif a été de transformer un verger existant et d'expérimenter un système diversifié, avec 8 espèces fruitières et conduit à très bas niveaux d'intrants phytosanitaires, en s'appuyant essentiellement sur des ressources et des abris aux auxiliaires vertébrés et invertébrés, et d'autre part, grâce à des pratiques qui préservent cette biodiversité. Concrètement cela consiste à n'utiliser que avec des variétés de pommier "résistantes tavelure" ou des pratiques de prophylaxie.

Ce qui nous intéresse c'est de voir quel est la faisabilité technique et économique d'un tel système, d'en cerner les limites et d'évaluer aussi les impacts que cela peut avoir sur le travail que ce système implique.

Stratégies mises en œuvre :

Gestion des adventices ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma.

Leviers	Principes d'action
Système sandwich	Travail du sol limité de part et d'autre du rang en bandes de 40/50cm de largeur + enherbement permanent du rang (semis 6 espèces peu concurrentes pommiers)
Enherbement total (rang compris)	Flore spontanée
Semis sur le rang d'achillée millefeuille	Semis d'automne, espèce vivace intéressante pour auxiliaires et peu concurrente

Gestion des ravageurs ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma.

Leviers	Principes d'action
Engrais verts fleuris (inter-rang pommiers)	Cible régulation précoce de puceron cendré par apports de ressources (nectar fleurs) et de proies de substitution (pucerons) pour attractivités auxiliaires - s féverole, radis fourrager, seigle + destruction au Rolofaca fin mai
Aménagements agroécologiques	Habitats et ressources (haies mixtes diversifiées, mare, gîtes et nichoirs, friches, enherbements préservés, plantes arom etc.)
Augmentorium et biocontrôle	Utilisation de bandes pièges refuges pour larves mises en cage d'émergence in situ + virus de la granulose contre carpocapse

Gestion des maladies ▲

Les leviers présentés ci-dessous sont associés à une utilisation de produits de biocontrôle ciblant la protection préventive tels que : lait de chaux, argile, curatio, cuivre et soufre à dose réduite (0,2%

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Espèces 'rustiques'	Choix d'espèces à faible risque telles que figuier et kaki	Problématique mouche médit. sur l
Génétique : variété RT (pommier)	Opal, Story, Mandy, Garance	Pas de contournement de résista majeur
Agencement spatial - effet de dilution	Pommiers plantés en double rangs espacés de 8 à 20m (limite la diffusion des spores de tavelure) barrière physique	Effet non mesurable à ce jour

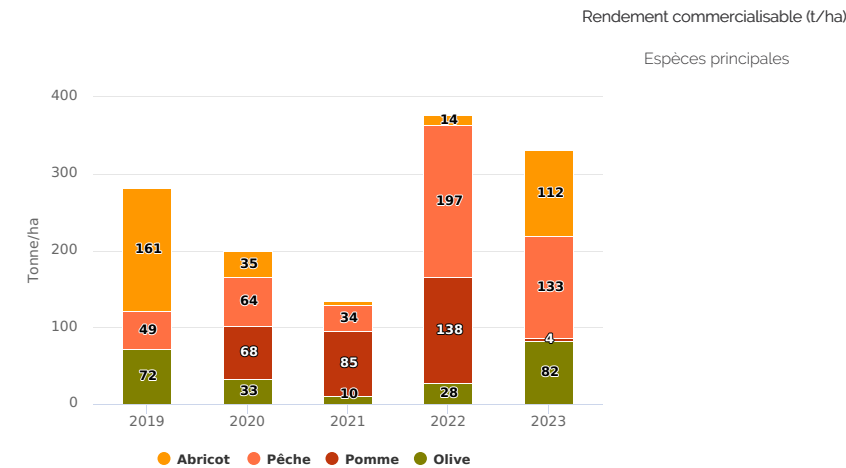
Maîtrise des bioagresseurs

Espèces	Bioagresseurs
Abricot	ECA (psylle)
	Monilia fleur
	Forficule
Pêche	Cloque
	Monilia fruit
	Puceron vert
	Puceron farineux
	Forficule
Prune	Rouille
Pomme	Puceron cendré
	Carpocapse
	Zeuzère/Hoplocampe
Olive	Mouche
	Teigne
	Oeil de paon
	Cercopsoriose
Kaki	Cératite

Le niveau de maîtrise des ravageurs conduit à un niveau de déchets (déchets verger + déchets station) de l'ordre de 20 à 25% sur toutes les espèces, sauf en olive où toute la production est valorisée. On peut noter une forte variabilité spatiale des dégâts de bioagresseurs, souvent difficile à expliquer. Le puceron cendré par exemple est bien régulé dans l'association pommier/olivier et mal régulé protégeant de l'action des auxiliaires et en les dispersant. Le carpocapse montre un gradient de niveau de dégâts croissant d'est en ouest sans que l'on puisse vraiment l'expliquer.

Performances du système

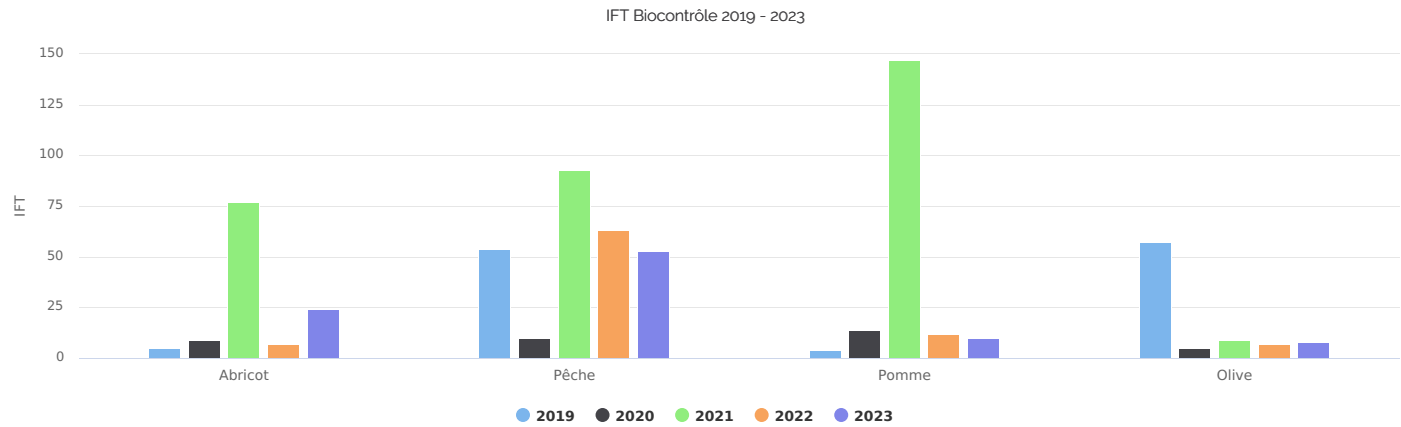
Performance agronomique



Les rendements commercialisables sont exprimés en tonne par hectare de surface théorique équivalente pour les espèces principales et en kg par arbre pour les espèces minoritaires dont le no

Les pommiers sont entrés en production rapidement bien que l'année 2023 marque un replis du fait d'un mauvais retour à fleurs et d'un problème d'affaiblissement dû au campagnol provençal. L'important des pucerons farineux et du monilia sur fruit. Pour les autres espèces telles que figuiers et plaqueminiers, la production monte en puissance. Toutes espèces confondues, le taux de dé

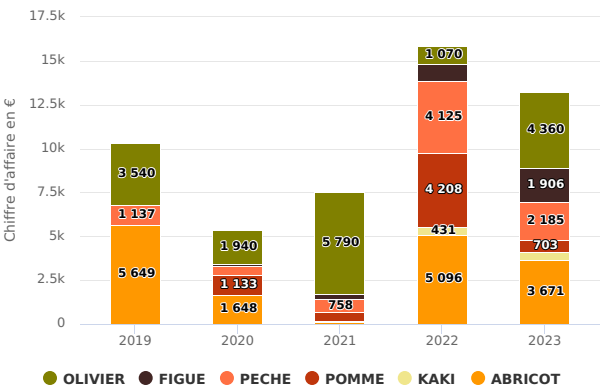
Performance environnementale



La protection phytosanitaire est constituée de produits de biocontrôle à faible impact vis-à-vis de la faune auxiliaire (confusion sexuelle, argile, virus de la granulose, soufre) et de cuivre (IFT hors l

Performance économique

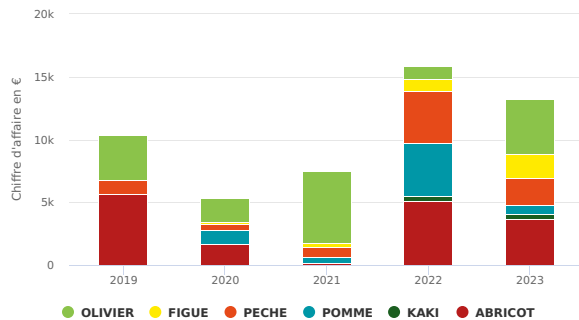
Chiffre d'affaire du système Alto 2019/2023 bord verger (base prix RNM -0,5€ conditionnement)



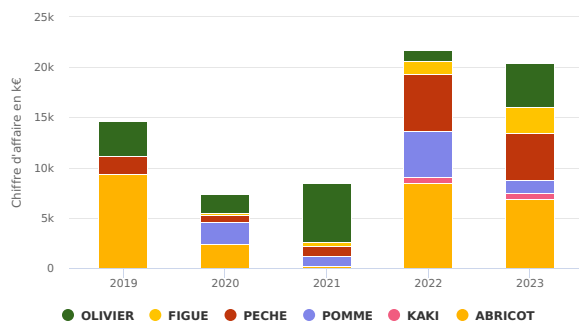
Les niveaux de production sont parfois faible et irrégulier, en lien avec des événements climatiques et certains bio-agresseurs. La diversité des espèces permet toutefois d'assurer une productior

Une simulation économique a été réalisée. Le chiffre d'affaire du système a été calculé avec 2 scénarios. Selon une base 'bord verger' circuit long en utilisant les cours d'expédition RNM en agriculture biologique / an. Ces résultats indiquent qu'une valorisation forte des productions (ex. vente directe) est un des moyens d'assurer une marge brute positive - hors année de gel - alors que cette marge

Chiffre d'affaire du système Alto 2019/2023 bord verger
(base prix RNM -0,5€ conditionnement)



Chiffre d'affaire du système Alto 2019/2023 (base prix
Vente directe)



Evaluation multicritère

*A compléter (graphique + texte)

Zoom sur la régulation du puceron cendré du pommier par renforcement de la biodiversité ▲

La diversification des cultures et l'introduction de biodiversité dans l'agroécosystème sont un moyen de renforcer les services écosystémiques, en particulier la régulation des bio-agresseurs. La présence de divers auxiliaires prédateurs du puceron cendré du pommier.

La régulation de ce ravageur a été évaluée par des suivis de la dynamique de population à deux échelles (rameaux et arbres entiers) et des suivis de l'abondance et de la diversité des auxiliaires.

Un effet spatial est noté avec une infestation moindre dans la zone où les pommiers sont interplantés d'oliviers, proche d'une zone de biodiversité, par rapport à la zone où les pommiers sont isolés. Une présence accrue de fourmis est notée dans la parcelle pommiers-abricotiers qui est la plus infestée par le puceron cendré. Ces fourmis interviennent dans la régulation du puceron cendré.

La diversité des ressources et des habitats s'accompagne d'une abondance et d'une diversité d'auxiliaires, et de taux de prédation élevés. La régulation de ravageurs tels que les pucerons semble

Transfert en exploitations agricoles ▲

A ce stade des travaux, avec un verger encore jeune qui nécessite un recul pluriannuel, le transfert en l'état d'un tel système vers la profession est prématurée. En agroécologie la conception des systèmes d'entretien des arbres avec un semis de plantes à faible développement sur le rang (non fauchées) a montré l'intérêt de cette pratique pour réduire le travail du sol. Cette technique pour la régulation du puceron cendré, qui demande de la vigilance vis à vis du risque campagnol, nécessiterait des travaux complémentaires pour être transférée.

Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

Les nouveaux systèmes expérimentés dans le projet Alto questionnent les pratiques, le travail et son organisation, ainsi que la valorisation commerciale de fruits divers, produits en plus petites quantités. Les caractéristiques de plantes pouvant les remplir et les critères d'assemblage, qui sont appropriables pour construire d'autres systèmes 'sur mesure' en fonction du contexte local et des objectifs de production.

Productions associées à ce système de culture

[Ricard Alto RF Fruits 15 décembre 2020.pdf](#)

[Alto Ctifl Balandran journée finale 16 octobre 2023.pdf](#)

Galerie photos



[Pommiers et leur inter-rang fleuri au sein des oliviers \(avril 2020\)](#)

Contact



Jean-Michel RICARD

Pilote d'expérimentation - CTIFL

✉ jean-michel.ricard@ctifl.fr

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > SITE RESTINCLIÈRES - ALTO

Système Module 2 - Ctifl Balandran - ALTO

 [PARTAGER](#)

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Agriculture biologique

Nom de l'ingénieur réseau

ALTO

Date de création du groupe

Présentation du système

Conception du système

Système en cours de conception, il sera implanté en 2022.

Mots clés :

Mot clé 1 - Mot clé 2 - Mot clé 3 - Mot clé 4 - Mot clé 5

Caractéristiques du système

Espèce	Variétés	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année d'implantation	Valorisation	Circuit commercial

Système d'irrigation : à compléter

Gestion de la fertilisation : à compléter

Infrastructures agro-écologiques : à compléter

Protections physiques : à compléter

Photo à insérer

Objectifs ▲

Agronomiques	- Rendement : objectif à compléter. - Qualité : objectif à compléter.

Environnementaux	IFT : objectif à compléter.
Maîtrise des bioagresseurs	- Maîtrise des adventices : objectif à compléter. - Maîtrise des maladies : objectif à compléter. - Maîtrise ravageurs : objectif à compléter.
Socio-économiques	- Marge brute : objectif à compléter. - Temps de travail : objectif à compléter.

Texte complémentaire

Le mot de l'expérimentateur

Texte à compléter

Stratégies mises en œuvre :

Gestion des adventices ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Gestion des ravageurs ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Gestion des maladies ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Maîtrise des bioagresseurs

* Tableau à compléter

* Texte à compléter

Performances du système

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Evaluation multicritère

*A compléter (graphique + texte)

Zoom sur... (titre à compléter) ▲

* A compléter

Transfert en exploitations agricoles ▲

* A compléter

Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

* Texte à compléter

Productions associées à ce système de culture

Galerie photos

Contact



Jean-Michel RICARD

Pilote d'expérimentation - CTIFL

✉ jean-michel.ricard@ctifl.fr



Site INRAE UERI Gotheron - ALTO

 PARTAGER

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Station expérimentale

Nom de l'ingénieur réseau

Projet ALTO

Date de création du groupe

Drôme Localisation

Caractéristiques du site

Le dispositif expérimental est situé en moyenne vallée du Rhône, à proximité de Valence sur l'unité INRAE de Gotheron. L'unité développe des programmes d'expérimentation-recherche sur les systèmes de culture agroécologiques en arboriculture fruitière (pêcher, abricotier, pommier). L'objectif général est de contribuer à produire des fruits de qualité dans des systèmes de production économes en intrants et durables. Les travaux de recherche sont développés en s'appuyant sur des partenariats diversifiés au sein de la filière.

Le domaine de Gotheron comprend 86 ha, dont 65 ha de SAU. La moitié des surfaces est certifiée en Agriculture Biologique (premières parcelles converties en 1994). Un réseau de 8 km de haies est implanté sur le site qui comprend également un bois de 10 ha. Le domaine accueille plusieurs structures (GRAB, ITAB, INRAE) regroupées au sein de l'UMT SI Bio.



ARBORICULTURE

[Le verger de Gotheron : quand la biodiversité tourne rond](#)

Contexte pédoclimatique ▲

Climat	Sol
Le climat est semi-continental avec des influences méditerranéennes de plus en plus marquées. La pluviométrie moyenne annuelle est de 926 mm et la température annuelle moyenne est de 13.1°C (Chabeuil, 2002-2015).	Le dispositif est situé sur des terrasses anciennes du Rhône datant du Diluvium alpin. Les sols sont superficiels, caillouteux et lessivés, de pH voisin de 6,5. Ils ont une faible réserve utile (<40 mm) : l'irrigation des cultures est indispensable pour les productions d'été.

Contexte biotique ▲

Niveaux de pression : Maladies	Niveaux de pression : Ravageurs	Niveaux de pression : Adventices

Dans notre contexte :

En verger de pommiers, le carpocapse est le principal ravageur, avec 3 générations annuelles. Le puceron cendré est également un ravageur important, occasionnant des dégâts. La tavelure est la principale maladie.

Pour les fruits à noyau, les monilioses (sur fleur pour abricotier/prunier et sur fruits pour pêcher) peuvent occasionner des dégâts très importants en fonction de la climatologie. Pour le pêcher, la cloque est également une maladie à gérer.

Pour les adventices, la gestion de l'ambrosie est liée à la problématique de santé humaine (risque d'allergie).

Contexte socio-économique ▲

Le dispositif est situé en plaine de Valence dans la Drôme. Il s'agit d'une région historiquement productrice de fruits (pêche, abricot) qui s'est diversifiée. L'Agriculture Biologique (AB) est fortement représentée (26% de la Surface Agricole Utile en AB). En plaine de Valence, la pression foncière est forte.

L'INRAE de Gothenon est présent sur le territoire depuis plus de 50 ans et est intégré dans la dynamique agricole territoriale via ses liens avec les agriculteurs, les stations expérimentales, les organismes de développement, les instituts techniques et l'enseignement agricole.

Contexte environnemental ▲

Comme de nombreux territoires, les enjeux environnementaux de la plaine de Valence incluent les pollutions diffuses liées aux nitrates, aux pesticides, la pression urbaine et la conservation des habitats pour la biodiversité.

Systèmes testés et dispositif expérimental

Système Module 1 (~ 100% IFT)

- Années début-fin expérimentation : 2018-2030
- Espèces principales : Pomme, pêche, abricot, prune
- Année implantation du verger : 2018
- Agriculture Biologique (AB)
- 1,70 ha
- Circuit commercial : Court
- Valorisation : Frais/industrie
- Signe de qualité : **AB**
- Leviers majeurs :
 - Biodiversité et infrastructures agroécologiques
 - Agencement spatial
 - Matériel végétal
 - Prophylaxie

Système Module 2 (~ 100% IFT)

- Années début-fin expérimentation : 2022-2030
- Espèces : A déterminer (espèces fruitières)
- Année implantation du verger : 2022
- Agriculture biologique
- 150 ha (ordre de grandeur)
- Circuit commercial : Court
- Valorisation : Frais/industrie
- Signe de qualité : **AB**
- Leviers majeurs :
 - Biodiversité et infrastructures agroécologiques
 - Importance et types de leviers mobilisés à déterminer en co-conception

Prochainement...

Module 2 !

Dispositif expérimental

Description du dispositif expérimental :

La zone dédiée à l'expérimentation est de 8 ha ; elle est en AB depuis plusieurs années, et le dispositif fruitier en place (Module 1) est en 0 phyto (0 IFT, 0 IFT biocontrôle).

L'ensemble de la zone est aménagé à l'échelle supra-parcellaire pour favoriser les bio-régulations : haies, mares, habitats pour la faune prédatrice (perchoirs, nichoirs, pierriers..).

Suivi expérimental ▲

Un ensemble de suivis expérimentaux est réalisé :

- Suivis agronomiques : vigueur des arbres, rendement et qualité de la production... ;
- Suivis des bio-agresseurs ;

- Suivis de la biodiversité (arthropodes, oiseaux, chauve-souris...) et de la prédation ;
- Suivis technico-économiques : temps de travaux, intrants, machinisme... ;
- Perception du travail dans un système très diversifié.

Aménagements agroécologiques et éléments paysagers ▲

Avec de nombreuses infrastructures agroécologiques (haies, jachères, bois, mare et habitats aménagés pour la faune) et des pratiques économes en intrants sur l'ensemble des cultures du domaine (arboriculture, grandes cultures), le contexte environnemental est très favorable à la biodiversité.

La parole de l'expérimentateur :

Ce dispositif pour repenser l'espace de production de fruits en 'o phyto' est exploratoire. Il consiste en un défi en termes de conception, de pilotage et d'évaluation pour l'équipe de Gotheron et les partenaires du projet ALTO. C'est un dispositif encore jeune, évolutif, mais qui alimente déjà la réflexion pour faire évoluer les systèmes fruitiers ! Il est au coeur d'échanges riches (Cafés Agros, visites, séminaires) qui réunissent une majorité d'acteurs du territoire et de la filière...

Productions du site expérimental



[Plaquette Projet Z Gotheron](#)
[INRAE revisedMars2020](#)

Contact



Sylvaine SIMON

Pilote d'expérimentation - INRAE

✉ sylvaine.simon@inrae.fr

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > SITE RESTINCLIÈRES - ALTO**Système Module 1 - INRAE UERI Gothenon - ALTO**

Conduite de la vigne et du verger

Gestion paysagère

AE et lutte biologique par conservation

Mélanges variétaux

Mesures prophylactiques

Régulation biologique et biocontrôle

Variétés et maté

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

 **PARTAGER****Carte d'identité du groupe**

Structure de l'ingénieur réseau

Agriculture biologique

Nom de l'ingénieur réseau

ALTO

Date de création du groupe

-100% IFT
Objectif de réduction visé**Présentation du système**

Conception du système

Le dispositif 'Module 1' a été réalisé en co-conception en 2016-2017. La démarche a mobilisé un ensemble d'acteurs du territoire et de la filière : agriculteurs, animateurs de collectifs agricoles, conseillers, formateurs, expérimentateurs, chercheurs, naturalistes... L'idée a été de partir d'une feuille blanche pour repenser l'espace de production de fruits, avec l'objectif de produire en mobilisant les services écosystémiques plutôt que des intrants. Cette conception agroécologique s'est appuyée sur la diversité des espèces, des variétés, des plantes associées et leur agencement dans le temps et dans l'espace, ainsi que la création d'habitats, pour rendre l'espace de production de fruits très défavorable aux bio-agresseurs et *a contrario* très favorable à leurs ennemis naturels. Les choix de plantation finaux sont issus de connaissances de nature et d'origine diverses, et de compromis co-construits entre dimensions écologiques, agronomiques (dont partage des ressources entre plantes) et opérationnelles (ex. organisation du travail).

Mots clés :
Arboriculture - Reconception - Biodiversité - Agroécologie - Zéro-phyto

Caractéristiques du système

Espèce	Variétés	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année d'implantation	Valorisation	Circuit commercial
Pommier	Akane	M106	Forme libre	4 m x 6 m	2018	Frais/ transformation	Court
	Florina						
	Ecolette						
	Reinette Capucins						
	HoneyCrisp	Pajam2			2018		
	Reine des Reinettes	M106					
	Juliet	Franc					
	Garance	M7					
Pêcher	Bénédicte	Montclar	Gobelet	4 m x 6 m	2018	Frais/ transformation	Court
	Maria Bianca	GF677					
Abricotier	Vertige	Montclar	Gobelet	4 m x 6 m	2018	Frais/ transformation	Court
	Malice						
Prunier	Reine-Claude dorée	Mirobolan	Gobelet	4 m x 6 m	2018	Frais/ transformation	Court
	Reine-Claude de Bavay						
Petits Fruits, fruits à coque, divers	Framboise, cassis, groseille, amande, châtaigne, noisette, figue, grenade, kaki...	Selon l'espèce	Selon l'espèce	Variable	2018	Frais/ transformation	Court

Système d'irrigation : Asperseurs, irrigation en plein sauf petits fruits (goutte à goutte)

Gestion de la fertilisation : Un apport de compost de ferme annuel ; luzerne de l'inter-rang broyée déportée sur le rang (jusqu'en 2021) puis laissée sur place



Infrastructures agro-écologiques : Mare, haies composites, plantes de service (dont aromatiques), pierriers, tas de branches, nichoirs, perchoirs et gîtes à chauve-souris

Agronomiques	• Rendement : Être proche de la moyenne des rendements régionaux en AB • Qualité : Minimiser la proportion de fruits non valorisés en frais
Environnementaux	• IFT : Aucun traitement (0 IFT, 0 IFT biocontrôle)
Maîtrise des bioagresseurs	• Maîtrise des adventices : Peu/pas d'impact sur la vigueur des arbres • Maîtrise des maladies : Minimiser l'inoculum de la parcelle d'une année sur l'autre • Maîtrise des ravageurs : Minimiser les populations de ravageurs de la parcelle ; maximiser la prédation Le niveau de dégâts des bio-agresseurs est un résultat de l'expérimentation dans un cadre en rupture : dans quelle mesure peut-on produire des fruits sans pesticides en maximisant les biorégulations ?
Socio-économiques	• Marge brute : La marge brute est un résultat de l'expérimentation dans un cadre en rupture. NB : la diversification s'accompagne d'une plus grande résilience financière (car résilience vis-à-vis des aléas, dont aléas climatiques) • Temps de travail : Éviter les pics d'activités et répartir la charge de travail tout au long de l'année ; temps inférieur ou égal à la moyenne en verger AB

Le mot de l'expérimentateur

Ce système est exploratoire et complexe car il s'appuie sur l'association de plantes pour produire, en utilisant uniquement du compost de ferme et de l'eau comme intrants. Il est porté par toute une équipe et un collectif de partenaires. En ce sens, il a été riche en interactions, lors de sa conception, de son pilotage, de son évaluation, et également lors de toutes les visites et temps d'échanges autour des questions posées par la diversification du verger (dont les Cafés Agro). Je souhaite remercier tout particulièrement les collègues et participantes à cette démarche, qui ont permis de transformer une idée en un dispositif opérationnel, qui intègre et produit des connaissances pour repenser l'espace de production de fruits.

Ce verger très diversifié est jeune, et il n'est pas possible d'extrapoler les résultats des premières années, d'autant que les régulations biologiques mettent du temps à se mettre en place (ex. il faut plusieurs années pour qu'une haie pousse). Les premiers retours sont les suivants :

- Les aléas climatiques ont très fortement impacté l'installation et la production du verger (neige précoce, grêle, 2 gels tardifs, stress thermique en 6 ans !), avec des pertes de récolte parfois totales selon les espèces.
- La biodiversité végétale et animale (dont arthropodes) est présente dans le verger, et les niveaux de prédation et parasitisme sont élevés à très élevés. Depuis 2 ans, l'infestation du pommier par le puceron cendré est très faible, très probablement du fait de leur régulation naturelle.
- Les arbres se sont bien implantés même si l'ECA sur abricotiers est à l'origine de pertes d'arbres.
- La production est pour l'instant faible à moyenne selon les espèces (vu les aléas, 2023 est la seule année de production de toutes les espèces), et le niveau de dégâts des ravageurs 'historiques' reste 'raisonnable' en l'absence de toute protection : ce résultat est à confirmer dans la durée, d'autant que d'autres ravageurs tels que les punaises occasionnent des dégâts importants sur certaines variétés.
- Le travail dans le verger s'accompagne d'une plus grande diversité d'activités, de plus de temps d'observation mais l'objectif de limiter le temps de travail et de ne pas avoir de pics d'activités est atteint.

Pour finir, ce dispositif n'est pas un modèle à transposer en l'état en tant que verger commercial : il est à considérer comme un support de preuve de concept, comme un incubateur d'idées et de connaissances, et comme un lieu de partage d'expériences pour approprier la démarche dans d'autres contextes et avec d'autres objectifs. Sa résilience à long terme reste à évaluer mais il constitue déjà un espace qui contribue à réconcilier production et conservation de la biodiversité. A suivre !

S. Simon

Stratégies mises en œuvre :

Dans ce verger 0 phyto, les stratégies mises en œuvre sont principalement préventives : choix d'un matériel végétal peu sensible aux bio-agresseurs, mesures pour favoriser les auxiliaires dans leur diversité, prophylaxie, et agencement spatial visant à limiter l'installation et la dispersion des ravageurs et maladies dans le verger...

Gestion des adventices ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Désherbage mécanique sur le rang (début de vie du verger)	Utilisé de la plantation (2018) jusqu'au printemps 2021, pour limiter la concurrence du couvert avec les fruitiers.	Pratique équivalente à celle d'un verger en désherbage mécanique, avec tolérance d'herbe pour limiter le nombre de passages. Permet de limiter la présence des campagnols près des fruitiers.

Enherbement inter-rang	Verger implanté dans une luzernière après destruction de la luzerne sur les rangs de plantation. Couvert en évolution spontanée à partir de cette luzernière. Entretien par broyage alterné 1 rang sur 2 soit au maximum 25% de la surface broyée par passage. Passages motivés par les opérations culturales, pour favoriser la prédation du campagnol sur pommiers (automne), et pour fertiliser (la luzerne est utilisée comme amendement sur place).	Demande de la vigilance par rapport au campagnol (piégeage si traces d'activité en augmentation à proximité des pommiers). Des compromis sont parfois à faire entre maintien du couvert pour la biodiversité et besoins pour les opérations culturales ou la gestion du campagnol.
Enherbement du rang (à partir 4e feuille)	Couvert spontané, géré par broyage déporté et/ou débroussailluse autour des troncs et des asperseurs. Mêmes principes de gestion que pour l'inter-rang.	Demande de la vigilance par rapport au campagnol (piégeage si traces d'activité en augmentation à proximité des pommiers).

Gestion des ravageurs ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Contrôle génétique	-Utilisation de variétés de pommiers peu à moyennement sensibles au puceron cendré pour limiter les infestations. -Utilisation d'une variété de pommiers précoce pour limiter les populations de carpocapse (évitement). -Utilisation de porte-greffes forts pour avoir des arbres les plus autonomes possible et permettre de récupérer après un stress biotique ou abiotique.	Le puceron cendré a été présent en phase juvénile du verger, ainsi que le puceron vert du pommier Aphis spp. : pas d'infestation en 2022-2023 (quelques foyers, pas de progression de l'infestation). Un différentiel de sensibilité au puceron cendré a été observé au sein de cet ensemble de variétés peu sensibles. + Cf infra levier 'Agencement spatial' Viguerie à gérer sur le prunier.
Contrôle cultural	Fertilisation modérée et pas de pic de minéralisation.	Le type de fertilisation utilisé (compost de ferme jeune à faible dose -4t/ha) en fin d'hiver et l'utilisation de légumineuses ont permis une bonne installation des arbres.
Lutte biologique par conservation	Habitats et ressources (fleurs et proies alternatives) tout au long de la saison. Augmentorium carpocapse (prototypes) -cf piégeage massif	Taux de prédation et de parasitisme élevés. Présence mais pas de dégâts de pucerons depuis plantation pour les fruits à noyau, et depuis 2 ans (après phase juvénile) pour les pommiers. NB : présence mais faible niveau d'infestation de tordeuse orientale/anarsia sur pêchers (pousses, fruits).
Lutte physique : piégeages	Piégeage mécanique des campagnols. Piégeage massif carpocapse entre générations : entre G1 et G2, au cours G2-G3 puis sur populations diapausantes à l'automne (~5 sessions annuelles selon températures et développement carpocapse). Utilisation d'augmentoriums : on ne détruit pas les auxiliaires en même temps que les ravageurs. Piégeage massif des forficules dans les 15 jours précédant la récolte pour limiter dégâts sur fruits et développement monilia.	Piégeage campagnol organisé selon les traces d'activités à proximité des pommiers. Utilisation de modèle de développement du carpocapse pour limiter le nombre de sessions. Les bandes relevées (et les pommes piquées) sont mises dans des augmentoriums 'container' avec face grillagée avec une maille qui empêche les carpocapses de sortir mais permet aux parasitoïdes et aux petits auxiliaires d'émerger. Il s'agit de prototypes (un pour les bandes pièges, un pour les pommes piquées et fonds de cueille), dont l'efficacité est à mesurer plus précisément. Utilisation de carton ondulé dans un tube PVC fixé sur le tronc pour rapidité de récolte des forficules, passage 2 fois par semaine. Les forficules sont relâchés dans la haie de bordure. Dégâts en baisse en 2023 (par rapport à 2022) après mise en place piégeage : ~10-100 forficules récoltés par arbre et par passage (mais dispositif ne permettant pas de suivi de l'efficacité par rapport aux dégâts sur fruits).
Agencement spatial	Installer des variétés pièges en bord de parcelle. Alternance des espèces entre rangs (cercles) pour limiter les infestations.	La variété Florina installée dans le cercle de pommiers extérieur se comporte comme une variété piège : le puceron cendré s'y installe et s'y reproduit à son vol de retour à l'automne mais ne se développe pas au printemps du fait de la résistance de cette variété. La variété constitue donc une 'impasse' pour ce ravageur. Les rangs de pommiers intérieurs tendent à être moins infestés que les rangs extérieurs en 2021 (faibles niveaux d'infestation en 2022, 2023 ne permettant pas d'analyser). L'analyse pluri-annuelle reste à réaliser.

Gestion des maladies ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.



Leviers	Principes d'action	Enseignements
Contrôle génétique	Utilisation de variétés peu à moyennement sensibles à un ensemble de maladies.	Pas de tavelure détectée dans la parcelle (variétés peu sensibles et résistantes). Faible présence d'oidium (pommiers, pêchers). Présence de cloque faible à moyennement élevée selon les années mais les arbres ont ensuite la capacité à repousser (symptômes difficilement visibles dès juin). En question : son impact sur le rendement ?
Contrôle cultural	Broyage de la litière foliaire pour limiter la tavelure (pommier), et potentiellement la rouille (pruniers). Enlèvement rameaux oidiés (oidium primaire, pommier), rameaux moniliés après fleur sur abricotiers, momies sur fruits à noyaux. Gestion du microclimat : arrosages les matins pour ne pas avoir d'humidité sur le feuillage sur des périodes prolongées.	Broyage de litière réalisé avec le broyage des bois de taille en hiver. NB : l'alternance d'espèces entre rangs limite la dispersion de l'inoculum dans la parcelle. Réalisé lors de la taille hivernale, sauf passage spécifique pour abricotiers. Niveau d'infection sur rameaux faible et ne progressant pas d'une année sur l'autre. L'arrosage de nuit (pour faciliter les 'tours d'eau') sur pruniers s'est accompagné d'un important développement de rouille. L'arrosage est dorénavant en journée.
Lutte biologique par conservation	L'absence de protection fongique peut favoriser la présence d'antagonistes.	Il serait intéressant à évaluer (microbiote) mais non réalisé dans le cadre du projet.

Maîtrise des bioagresseurs

Niveau de maîtrise de bioagresseurs par rapport aux objectifs fixés (vert-satisfaisant; jaune-moyennement satisfaisant; rouge-non satisfaisant; gris-sans objet). Plantation 2018.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
POMMIER						
Puceron cendré						
Puceron vert pommier						
Carpocapse	pas de fruits	pas de fruits				
Punaises	pas de fruits	pas de fruits				
Tavelure pommier						
Oidium pommier						
PECHER						
Pucerons						
Tordeuse orientale						
Cloque						
Monilia fruits	pas de fruits	pas de fruits	pas de fruits	pas de fruits (gel)	peu de fruits (gel)	
Cicadelle verte						
ABRICOTIER						
Pucerons						
Forficules	pas de fruits	pas de fruits	peu de fruits	peu de fruits		
Anarsia						
Monilia fleur						
Rouille						
ECA						
PRUNIER						

Pucerons						
Tordeuse/carpo prune	pas de fruits	pas de fruits	pas de fruits	pas de fruits		
Rouille						
PETITS FRUITS						
<i>D. suzukii</i> framboise						
<i>D. suzukii</i> groseilles, cassis						
FIGUIER						
Bioagresseurs figuier						
AMANDIER						
Eurytoma						
Autres bioagresseurs amandier						
TOUS FRUITIERS						
Cicadelle bubale						
Campagnols						

Le niveau de dégâts dus aux bioagresseurs varie selon les espèces fruitières et les années. Globalement :

-La présence de luzerne a probablement favorisé les populations de campagnols qui demandent un complément de piégeage à des périodes clés (hiver). Les pommiers sont toutefois la seule espèce à risque, et le total de pertes d'arbres dues au campagnol est de 2 arbres sur les 6 ans. La situation est donc globalement correcte même si une vigilance est requise.

-De même, la luzerne a favorisé la présence de cicadelle bubale en tant que Fabacée hôte, avec d'importantes cicatrices sur bois en verger jeune dues à ce ravageur. La disparition progressive de la luzerne et la croissance des arbres font que cet impact est maintenant très faible.

-Sur petits fruits, *Drosophila suzukii* affecte principalement les framboises, qui sont fortement infestées en fin de période de récolte (NB : framboisiers non remontants).

-Sur pruniers, l'attaque de rouille en 2020 est principalement liée à une aspersion de nuit (il n'est pas possible de tout arroser dans la journée). La modification de la pratique avec arrosage en début de journée a permis de limiter très fortement la maladie.

-Sur abricotiers, l'ECA est à l'origine de mortalité des arbres (en moyenne 5% des arbres par an) et constitue un verrou majeur pour cette espèce fruitière.

-Sur pêchers, l'attaque de cloque peut être importante certaines années (variétés très peu sensibles mais absence de toute protection). Les arbres ont ensuite la capacité de refaire de la pousse mais cette maladie limite peut-être la production qui n'atteint pas son potentiel.

-Les monilioses occasionnent quelques dessèchement de rameaux sur abricotiers, sans affecter le rendement. Peu/pas de recul sur pêches (monilia sur fruits) avec une seule année de récolte.

-Aucun symptôme de tavelure n'a pour l'instant été détecté sur pommier dans le verger. L'oïdium reste anecdotique.

-Les tordeuses sont présentes sur fruits à noyau mais restent à des niveaux très faibles (tordeuse orientale, anarsia, carpocapse des prunes). Le carpocapse du pommier est présent à des niveaux élevés (20% en moyenne) mais qui restent pour l'instant stables, et sont à mettre en regard de niveaux d'infestation pouvant atteindre 80-100% en l'absence de protection : ce résultat est à confirmer dans la durée.

-La présence d'hoplocampes a été relevée sur pommiers et pruniers mais à des niveaux faibles voire anecdotiques.

-Les forficules ont occasionné des dégâts en fin de période de récolte en 2022. La prophylaxie semble les limiter en 2023.

-La cicadelle verte occasionne sur pêcher des symptômes pouvant affecter l'ensemble de la frondaison en septembre.

-Les punaises sont un ravageur émergent et préoccupant, qui a fortement affecté les dernières variétés de pommes récoltées. Les dégâts de punaises sont plus importants que ceux dus au carpocapse pour ces variétés.

-Après la phase juvénile en pommier, les pucerons n'occasionnent pas de dégâts en 2022-2023, et sont très rapidement régulés sur tous les fruits à noyau.

L'ensemble de ces résultats est à confirmer dans la durée, pour différentes années climatiques et également en regard de la mise en place progressive (ou non) de processus de régulation.

Performances du système : résultats 2023, à consolider en pluri-annuel (culture pérenne)

Performance environnementale et utilisation des pesticides

L'IFT total et l'IFT de biocontrôle sont égaux à 0 dans ce dispositif exploratoire '0 phyto'.

Comme indiqué précédemment, le renforcement du service de régulation des ravageurs est effectif, et l'espace de production contribue au maintien de biodiversité fonctionnelle mais également commune via la présence de ressources et d'habitats, et des pratiques peu impactantes.

L'impact environnemental est faible du fait de l'utilisation très faible d'intrants (eau, compost de ferme en valorisation du sous-produit d'un élevage voisin), du peu de mécanisation (broyage herbe, désherbage mécanique sur le rang les premières années), de la combinaison d'opérations (broyage combiné bois de taille et destruction litière foliaire) et de l'utilisation de petits engins (quad électrique) pour limiter le tassement du sol.

En analyse globale (travaux en cours), seule l'utilisation de foncier est un critère noté peu favorable (verger 'extensif') en regard de la production. Ceci illustre toutefois l'absence de référentiel pour évaluer l'ensemble des services écosystémiques soutenus par de tels espaces de production au delà de la production.

Performance agronomique

Les gels de 2021 et 2022 ont fortement perturbé l'entrée en production du dispositif, après des épisodes de neige précoce (novembre 2019) et de grêle massive (juin 2019) ayant affecté l'installation des arbres. Un stress thermique a affecté la production de raisin de table fin août 2023.

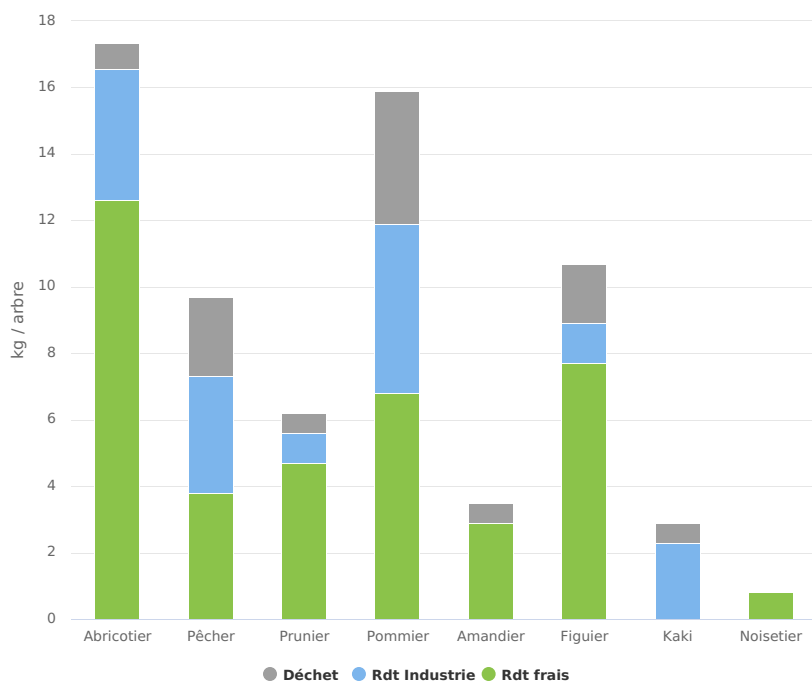
L'entrée en production a été échelonnée depuis la production de petits fruits (maintenant en baisse, notamment pour les framboisiers qui sont en fin de vie), les amandiers et les figuiers (2e ou 3e année), jusqu'aux pommiers et fruits à noyau (4e à 6e année selon gel). Les rendements 2023 sont faibles à moyens (*cf figure*) même si les dégâts sur fruits restent modérés en l'absence de toute protection phytosanitaire (ex. 25% de déchets sur pommiers, espèce la plus impactée).

Ce dispositif met à nouveau en évidence l'absence de référentiel et de méthode pour évaluer les performances de systèmes diversifiés multi-production.

Tous ces résultats sont bien sûr à confirmer dans le temps (culture pérenne) et également parce que les régulations visées peuvent mettre du temps à s'installer (une haie met plus de 10 ans à s'installer), et que diverses perturbations (climat, nouveaux bioagresseurs) peuvent retarder l'acquisition de données ou demander de modifier des aménagements ou des pratiques.

Rendement moyen par arbre 2023

Données 2023 (gel années précédentes), présentées en kg / arbre du fait de l'hyperdiversification du verger



Evaluation multicritère

Evaluation multicritère : vert = satisfaisant ; jaune = à améliorer ; rouge = pas du tout satisfaisant

Dimension évaluée	Type d'indicateurs utilisés	Niveau de satisfaction par rapport aux objectifs	Commentaires
Biodiversité	Diversité botanique et diversité d'arthropodes		D'autres groupes sont suivis (oiseaux, chauve-souris, Mammifères) mais le milieu est jeune et l'échelle de suivi plus large que le verger.
Service de régulation des bio-agresseurs	Taux de prédation, taux de parasitisme		Taux élevés dès les premières années.
Utilisation des pesticides	IFT		IFT=0 (et 0 biocontrôle). Cette non-utilisation fait partie du cadre de travail fixé: c'est un prérequis, ce n'est pas un résultat.
Utilisation d'intrants de fertilisation	Quantités de fertilisants		Pas d'apport exogène de fertilisants (hors compost de ferme fabriqué sur site).
Utilisation d'intrants d'irrigation	Quantité d'eau		Utilisation d'eau en protection contre le gel sur fruits à noyau. Irrigation d'une partie de l'inter-rang pour favoriser l'implantation et l'autonomie des arbres. Confort hydrique (pas de restriction).
Consommation d'énergie	Temps de machinisme		L'utilisation de matériel électrique (Quad) au lieu de tracteurs pour certaines opérations permet de limiter cette consommation.
Production et qualité de la production	Rendement par catégories		Variable selon les espèces et les années. L'objectif est d'être proche des moyennes régionales en AB.
Charge de travail	Temps de travail et sa répartition		Travail à l'arbre inchangé. Temps de prophylaxie plus élevé mais compensé par l'absence de traitements et une gestion extensive des couverts du sol. Pas de pics d'activités mais l'activité est répartie tout au long de la saison. La gestion des 1,7 ha correspond à < 0,5 ETP.
Nature du travail	Nombre d'espèces cultivées Nombre de passages Temps d'observation et de pilotage		Travail plus diversifié, apprentissages pour de nouvelles espèces fruitières. Nombre de passages élevé pour la gestion des couverts du sol car broyage max 25% surface. En l'absence de références, un temps de construction de 'repères' spatiaux et techniques est nécessaire.

Il est complexe de rendre compte des performances d'un verger hyperdiversifié en l'absence de référentiel. Certains critères sont par ailleurs notés 'à améliorer' mais ne constituent pas forcément un point faible du système (ex. 'nature du travail') : des activités plus diversifiées peuvent être au contraire recherchées.

Zoom sur la biodiversité ▲

Quatre principes sont importants à prendre en compte pour constituer un assemblage végétal à même de fournir habitat et ressources pour les auxiliaires du verger :

Principe 0. Sélectionner des essences adaptées au sol et au climat.

Une espèce qui pousse mal ou qui est dans un contexte trop éloigné de son optimum ne remplira probablement pas les fonctions attendues.

Principe 1. 'Ne pas nuire' ,c'est-à-dire ne pas sélectionner d'essences hébergeant des ravageurs ou maladies de quarantaine, ou en commun avec le verger et les principales cultures avoisinantes. Les haies constituent des corridors qui peuvent héberger et favoriser la progression d'un pathogène ou d'un ravageur.

Les principaux risques concernent des maladies telles que le feu bactérien (éviter l'aubépine, qui est hôte), la sharka (éviter les Prunus hôtes), l'ECA de l'abricotier (éviter le prunellier épineux si abricotiers à proximité)... ou des ravageurs tels que *Drosophila suzukii* ou le carpocapse si fruits sensibles à proximité.

Cette réserve est à nuancer en fonction du risque local, des cultures à proximité, et du mode de gestion de ces essences : ex. *D. suzukii* se développe dans les baies de sureau mais leur consommation rapide par les oiseaux dans le verger circulaire fait que cette essence ne constitue pas un risque pour les fruits du verger.

Principe 2. Sélectionner des essences hébergeant une faune abondante et diversifiée.

Il existe de nombreux guides régionaux et sources d'informations qui indiquent les essences particulièrement riches en auxiliaires. Les essences à feuilles 'poilues' (duveteuses) sont généralement plus riches que celles à feuilles lisses (les 'poils' retiennent des pollens, consommés par des arthropodes détritivores, qui sont eux-mêmes des proies pour des prédateurs etc.).

Principe 3. Créer une succession de ressources tout au long de la saison (cf schéma).

Les feuillages persistants fournissent un abri d'hivernation. Une association d'essences à floraison précoce (ex. viorne tin, noisetier, cornouiller mâle, romarin...), de saison (sureau, aromatiques en fin d'été etc.) et tardive (ex. *Elaeagnus*, lierre) permet d'offrir des ressources florales tout au long de la saison. L'idée est que plusieurs plantes remplissent une fonction donnée, et que chaque plante fournisse si possible plusieurs fonctions. Une dizaine d'essences permettent généralement d'avoir l'ensemble des fonctions attendues.

Le renforcement de l'abondance et de l'activité des auxiliaires est particulièrement efficace vis-à-vis de ravageurs pouvant être tolérés dans le verger à de niveaux de populations relativement élevés (ex. acariens, psylles, certains pucerons...).

Exemple de l'assemblage végétal implanté dans le cercle extérieur du verger circulaire (ensemble des fonctions attendues : brise-vent, barrière, fourniture d'habitat et ressources pour les auxiliaires).

Principes d'assemblage d'essences pour une haie favorable aux auxiliaires

Transfert en exploitations agricoles ▲

Il s'agit d'un dispositif en rupture, qui explore des pistes pour repenser les vergers de demain (voire d'après-demain) : ce n'est pas un modèle à transposer en l'état en verger commercial. Par ailleurs, les choix réalisés ne sont pas à prendre tels quels : dit autrement, ce ne sont pas les noms des variétés fruitières ou des essences de la haie qui sont importants, mais les fonctions attendues et les caractéristiques de ces plantes qui permettent de les remplir (ex. un feuillage persistant est une caractéristique intéressante pour fournir un abri d'hivernation aux auxiliaires). De plus, il a fallu faire des choix lorsque plusieurs options étaient possibles, et certains choix ont également été contraints par la disponibilité du matériel végétal (deux ans sont parfois nécessaires pour disposer de certaines variétés sur certains porte-greffes).

Mais la conception, le pilotage et l'évaluation de ce verger ont permis : (i) de rassembler un ensemble de connaissances agroécologiques scientifiques et empiriques pertinentes en arboriculture fruitière (ex. synthèses des Cafés Agro <https://ueri.paca.hub.inrae.fr/>) ; (ii) d'élaborer des principes de conception pour concevoir de nouveaux types de verger ou d'aménagements pour le verger et (iii) de documenter les aspects opérationnels d'innovations dont certaines sont remobilisables dans un verger 'classique' : constitution d'un assemblage végétal pour favoriser les auxiliaires tout au long de la saison, utilisation de légumineuses pour fertiliser le verger, mise en place d'augmentoirs, association de plantes de service en verger...

L'évaluation en cours permet d'ores et déjà de donner à voir les points d'amélioration et d'attention à considérer lors de la conception d'un verger très diversifié. Pour finir, l'approche développée constitue une des voies possibles ; ce 'modèle low-tech' ne demande pas d'investissements très lourds à la plantation (hors plants et irrigation) et les charges sont très faibles hors main d'œuvre de conduite des arbres (comme en verger classique). Sa faible productivité les premières années demande le développement d'autres productions sur la ferme ou dans le verger (ex. maraîchage dans les inter-rangs les premières années) et de valoriser au mieux les productions (vente directe, transformation des fruits non vendus en frais).

Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

Plusieurs années sont encore nécessaires pour évaluer dans la durée les limites et les mérites de ce verger encore jeune, et sa résilience :

-Ce verger, planté en 2018 en début de projet, est encore jeune, et l'entrée en production est très récente (en partie du fait des aléas climatiques).

-Nous sommes en culture pérenne, et des résultats pluri-annuels de production sont nécessaires pour la robustesse des résultats.

-Les régulations biologiques visées mettent du temps à se mettre en place, le temps d'installer les plantes ressources pour la biodiversité fonctionnelle (haies, plantes aromatiques). Les résultats actuels soulignent le potentiel de biorégulation de certains bioagresseurs en verger. La résilience à long terme de ce verger reste à évaluer mais il constitue déjà un espace qui contribue à réconcilier production et conservation de la biodiversité.

Comme indiqué précédemment, ce dispositif est exploratoire ; ce n'est pas un modèle à transposer en l'état en tant que verger commercial. Il a permis d'explorer des pistes, d'élaborer des principes de conception pour concevoir de nouveaux types de verger ou d'aménagements pour le verger, et de documenter certains aspects opérationnels de la diversification.

Des travaux complémentaires sont à poursuivre : suivi des régulations en phase de maturité du verger, analyses technico-économiques pluri-annuelles, capitalisation sur les apprentissages et le mode de gestion d'espaces de production diversifiés etc. Les suivis réalisés sont prévus jusqu'en 2030. L'analyse des marges de manoeuvre pour faire évoluer à la fois les vergers 'classiques' et ce type de verger très diversifié vers un compromis réconciliant production et haut niveau de régulation est également à considérer.

Productions associées à ce système de culture



Livret ALTO Gotheron_2020

umé, Cafés Agro du projet ALTO



Agro - L'agroforesterie fruitière, des choix essentiels de
plantation - 24 janvier 2019

jour : Pierre-Éric Lauri (INRA UMR System, Montpellier)



Produire des fruits différemment... Ceci questionne de manière concrète le verger, son agencement, ses pratiques... vers des savoirs moins spécialisés et plus autonomes. Les Cafés Agros sont ouverts à agriculteurs, conseillers... en vue d'échanger sur une thématique ciblée, avec l'éclairage des invités du jour, et de partager des expériences et projets de chacun.

Les sémiforesteries fruitières (au pluriel) ont des questions communes.

[Café Agro 2019 - Agroforesterie.pdf](#)

Cafés Agro du projet ALTO



o - Animaux en verger - le 21/02/2023 à la Ferme des Val
les Valence (26)



Une cinquantaine de participants s'est retrouvée le 21 mars à la Ferme des Volontaires à Beaumont les Valence, pour échanger sur les thématiques des animaux en vergers : Quels sont les services rendus par les animaux ? Quelles sont les possibilités d'organisation des animaux dans les vergers ? Poules, lapins, brebis dans des vergers de pommiers ou de noyers, toutes les associations ne raisonnent pas de la même manière.

[Café Agro 2023 - Animaux en vergers.pdf](#)

né, Cafés Agro du projet ALTO



É Agro - Accueillir des brebis dans un verger - 19 mars 2019

Jour : Arnaud Duflis (Travaux sur l'association verger et élevage, INRA Avignon)
[Évaluation du risque des traitements au cuivre pour les animaux, FIBL, Fr]
rs expérimentant ce type de système



Produire des fruits différemment... Ceci questionne de manière concrète le verger, son agencement, ses pratiques... vers des systèmes moins spécialisés et plus autonomes. Les Cafés Ag ouverts aux agriculteurs, conseillers... en vue d'échanger sur une thématique ciblée, avec l'éclairage des invités du jour, et de les expériences et projets de chacun.

Le 31ème et dernier Café Agro de l'intersaison 2019 a permis d'échanger autour de la proposition par les participants des 2 premiers Cafés Agro et de considérer les différents enjeux et besoins, leurs atouts et leurs contraintes.

[Café Agro 2019 - Brebis en vergers.pdf](#)

né, Cafés Agro du projet ALTC



Agro - Les plantes à parfum, aromatiques et médicinales pour le verger - 12 février 2019

Aujourd'hui : Guillaume Frémondère (Iteipmai - Institut Technique des Plantes Médicinales et à Parfum), Tarek Dardouri (INRA Gotheron)



Produire des fruits différemment... Ceci questionne de manière concrète le verger, son agencement, ses pratiques... vers des systèmes moins spécialisés et plus autonomes. Les Cafés Agros sont ouverts à tous les agriculteurs, conseillers... en vue d'échanger sur une thématique, avec l'éclairage des invités du jour, et de partager expériences et projets de chacun.

Toute une diversité de plantes aromatiques et médicinales a fil des discussions dans les retours d'expérience et les travaux de recherche : Lamiacées (les telles romarin, menthe, basilic, thym, sarriette, lavande, lavandin, origan et sauges...), alliées, coriandre, fenouil...

[Café Agro 2019 - PPAM en vergers.pdf](#)

mé. Cafés Agro du projet ALTO



Agro – Changement climatique : quels vergers pour de
- le 10 mars 2020 au lycée agricole du Valentin

jour : Patrick Bertozzi (Chercheur INRAE, évolution des cultures face aux changements d'habitat) et Jean-Louis Chauvin-Buthaud (Conseiller arboriculture, Chambre d'Agriculture Drôme), avec les M



Le 10 mars dernier, des arboriculteurs, porteurs de conseils, expérimentateurs et chercheurs ont échangé sur le changement climatique, des impacts pour l'agriculture, spécifiquement l'arboriculture, et des questions d'adaptation à cela soulevées.

Le constat des 38 participants à ce Café Agro est sans appel : les agriculteurs de la région assurent que toutes productions et tous degrés d'ancienneté permettent d'observer sur le terrain des évolutions remarquables ces dernières années.

[Café Agro 2020 - Changement climatique et vergers.pdf](#)

Jafes Agro du projet ALTO

ALTO

pro - Flore en vergers : rangs, inter-rangs, introc spontanée ? - le 7 février 2020



ersifier la flore de son verger ?

Café Agro 2020 - Flore en vergers.pdf

s Agro du projet ALTO

ALTO

agro – Poules en vergers : Pourquoi ? Comr le 20 février 2020



Café Agro 2020 - Poules en vergers.pdf

Al, Cafés Agro du projet ALTO

ALTO

pro - La fertilité du sol par la diversité des couverts d es - 01/04/2021 au CTIFL de Balandran



Café Agro 2021 - Couverts en vergers.pdf

Jafes Agro du projet ALTO

ALTO

- Fruits à coque - le 04/02/2021 au Clos Fougères, Châtea



Café Agro 2021 - Fruits à coque.pdf

Jafes Agro du projet ALTO

ALTO

- Des haies pour le verger - le 8 avril 2022



Café Agro 2021 - Haies pour le verger.pdf

Cafés Agro du projet ALTO

ALTO

o - Intégrer des petits fruits dans son verger ? -10/03 e de Marc et Salomé Dibi, Saint-Péray (07)



Café Agro 2022 - Petits fruits.pdf

Al, Cafés Agro du projet ALTO

ALTO

ro valorisation de productions diversifiées – le 31 m Agricole Le Valentin



Café Agro 2022 - Valorisation.pdf

Cafés Agro du projet ALTO

ALT

o - Les pollinisateurs pour le verger et le verger po
iteurs - le 9 mars 2023 à INRAE Gothenon.

■ Guy Rodet (INRAE), Hervé Jasson (apiculteur), Florian Boulisset et Clément Chauveyras (association abeille rousse)



[Café Agro 2023 - Pollinisateurs et vergers.pdf](#)

Contact



Sylvaine SIMON

Pilote d'expérimentation - INRAE





Système Module 2 - INRAE UERI Gotheron - ALTO

 PARTAGER

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau
Agriculture biologique

Nom de l'ingénieur réseau
ALTO

Date de création du groupe

Objectif de réduction visé

Présentation du système

Conception du système

Système en cours de conception, il sera implanté en 2024

Mots clés :

Agroforesterie tempérée - o phyto - adaptation au changement climatique - fruits à coque - verger bas intrants

Caractéristiques du système

Espèce	Variétés	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année d'implantation	Valorisation	Circuit commercial

Système d'irrigation : à compléter

Gestion de la fertilisation : à compléter

Infrastructures agro-écologiques : à compléter

Protections physiques : à compléter

Photo à insérer

Objectifs ▲

Agronomiques	- Rendement : objectif à compléter. - Qualité : objectif à compléter.

Environnementaux	IFT : objectif à compléter.
Maîtrise des bioagresseurs	- Maîtrise des adventices : objectif à compléter. - Maîtrise des maladies : objectif à compléter. - Maîtrise ravageurs : objectif à compléter.
Socio-économiques	- Marge brute : objectif à compléter. - Temps de travail : objectif à compléter.

Texte complémentaire

Le mot de l'expérimentateur

Texte à compléter

Stratégies mises en œuvre :

Gestion des adventices ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des adventices.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Gestion des ravageurs ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des ravageurs.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Gestion des maladies ▲

Avertissement : seuls les principaux leviers mis en œuvre dans le cadre de l'expérimentation et permettant une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires sont présentés sur ce schéma. Il ne s'agit pas de la stratégie complète de gestion des maladies.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Maîtrise des bioagresseurs

* Tableau à compléter

* Texte à compléter

Performances du système

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Evaluation multicritère

*A compléter (graphique + texte)

Zoom sur... (titre à compléter) ▲

* A compléter

Transfert en exploitations agricoles ▲

* A compléter

Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

* Texte à compléter

Productions associées à ce système de culture

Galerie photos

Contact



Sylvaine SIMON

Pilote d'expérimentation - INRAE

✉ sylvaine.simon@inrae.fr

[ACCUEIL](#) > [DEPHY](#) > CONCEVOIR SON SYSTÈME > SITE RESTINCLIÈRES - ALTO

Système Pommiers en agroforesterie sur l'inter-rang des noyers (AFIR) - Restinclières - ALTO

Conduite de la vigne et du verger

Fertilité et vie des sols

Gestion paysagère

MAE et lutte biologique par conservation

Lutte biologique par introduction

Mesures prophylactiques

Régulation biologique

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

 [PARTAGER](#)

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau

Agriculture biologique

Nom de l'ingénieur réseau

ALTO

Date de création du groupe

- 80 % d'IFT

Objectif de réduction visé

Cette modalité constitue une modalité intermédiaire entre un verger monospécifique conventionnel et le pommier implanté sur le rang des noyers d'ombrage, avec une baisse de production en 8 pommiers témoins.

Présentation du système

Conception du système

Dans le cadre de l'essai de pommiers en agroforesterie, ce système a pour objectif d'analyser le comportement architectural et le fonctionnement (croissance, ramification, floraison, fructification) des rangs de noyers à bois plantés en 1995. Cette modalité d'agroforesterie constitue un cas intermédiaire de compétition entre pommier et noyer, entre les pommiers plantés sur le rang des noyers plantés hors noyers.

À cet objectif de recherche s'est conjugué à partir de 2017, dans le cadre DEPHY EXPE, l'intérêt d'étudier également en quoi le contexte agroforestier modifie ou non les interactions pommiers-ra ainsi que de parasites.

Le choix du cultivar de pommier s'est porté sur 'Dalinette' C.O.V., résistant tavelure, préconisée en agriculture biologique, greffée sur le porte-greffe G202.

Dans le cadre général de cette expérimentation de recherche, cette modalité consiste à analyser les effets de distances moyennes de 6.5m entre noyers matures et jeunes pommiers sur la croissance pommiers. Dans cette configuration, la réduction du rayonnement incident a été en moyenne de 42% par rapport aux pommiers témoins.

Les variables analysées sur le pommier sont l'architecture de l'appareil végétatif et la floraison/fructification.

Les effets possibles de ce contexte agroforestier sur 3 ravageurs du pommier (pucerons verts et cendrés ; carpocapses) et différents prédateurs (coccinelles, syrphes, araignées...) sont également réalisés et sont accessibles sur HAL. Nous ne présentons ici qu'une synthèse réalisée sur les infestations par le puceron cendré et le carpocapse, sur pommiers matures âgés de 6 et 7 ans, en 2016.

Mots clés :
pommier - agroforesterie - noyer - agriculture biologique

Caractéristiques du système

Espèce	Variétés	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année d'implantation	Valorisation
Pommier	Dalinette	G202	Libre	6.5 x 1.3 (pommier-pommier)	2016	Non

Système d'irrigation : Goutte à goutte

Gestion de la fertilisation : Organique

Infrastructures agro-écologiques : Bandes enherbées et environnement général de la parcelle très diversifié

Protection physique : Non

Objectifs ▲

Agronomiques	• Rendement : Identique aux Dalinettes en agriculture biologique • Qualité : non travaillé
Environnementaux	• IFT : 1-3 des années 1 à 7 (couverture du puceron cendré uniquement) ; IFT 12 en année 8 avec couverture supplémentaire complète du carpocapse
Maîtrise des bioagresseurs	• Maîtrise des adventices : Oui • Maîtrise des maladies : Oui • Maîtrise ravageurs : Bio-contrôle
Socio-économiques	• Marge brute : Sans objet • Temps de travail : Sans objet

Le mot de l'expérimentateur

Cette expérimentation ALTO s'inscrit dans le contexte plus large de l'acquisition de connaissances sur la croissance végétative et la floraison-nouaison du pommier en situation agroforestière (pouvant limiter les températures excessives durant l'été) et avec un couvert de légumineuse herbacée en strate basse. Il s'agit ici de fournir de premiers éléments objectifs de l'intérêt agronomique d'agroforesterie multistrates en conditions méditerranéennes en explorant ici un cas intermédiaire de compétition entre pommier et noyer à bois (au minimum 6.5m entre pommier et noyer).

Stratégies mises en œuvre :

Gestion des maladies ▲

Pas de maladies sur les pommiers. NB : 'Dalinette' est résistante tavelure. Aucun contournement n'a été observé durant les 8 années de cette expérimentation.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Gestion des ravageurs ▲

L'hypothèse testée est que le contexte agroforestier agit sur 1) la vigueur de croissance du pommier le rendant moins appétant, ou appétant moins longtemps, et 2) directement sur les cortèges d'

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Agroforesterie	diminution de la lumière agissant sur l'architecture du pommier et sur sa phénologie	Les phénologies respectives du noyer à bois en strate haute et du pommier jouent un rôle important en diminuant l' (sans effet mesurable sur le puceron cendré et le carpocapse). On fait l'hypothèse que les diminutions du puceron cendré et au carpocapse en fin de G1, en AFR, sont dus à un co à ces 2 ravageurs.

Gestion des adventices permet un contrôle efficace des adventices sur le rang ▲

Fauchage dans l'inter-rang

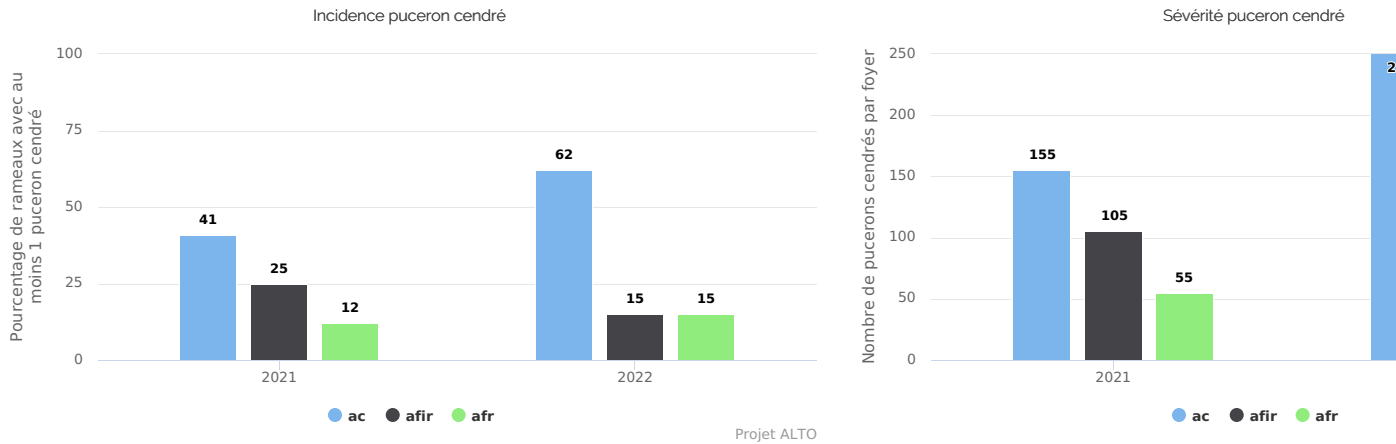
BRF sur le rang

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements
BRF sur le rang	permet un contrôle efficace des adventices sur le rang	doit être complété par un fauchage 3 fois par an sur rang et inter-rang

Maîtrise des bioagresseurs



Deux principaux ravageurs du pommier, le puceron cendré et le carpocapse. A traitements phytosanitaires identiques, la modalité AFIR diminue l'infestation par ces 2 ravageurs.

* puceron cendré :

- incidence : -39% en 2021, -76% en 2022

- sévérité : -32% en 2021, -76% en 2022

* carpocapse (non illustré car sur des effectifs faibles de fruits) :

- % d'infrutescences avec au moins un fruit infesté : -44% en 2021

- % de fruits infestés : -33% en 2022

Schéma décisionnel :

- Puceron cendré : avant et après débourrement

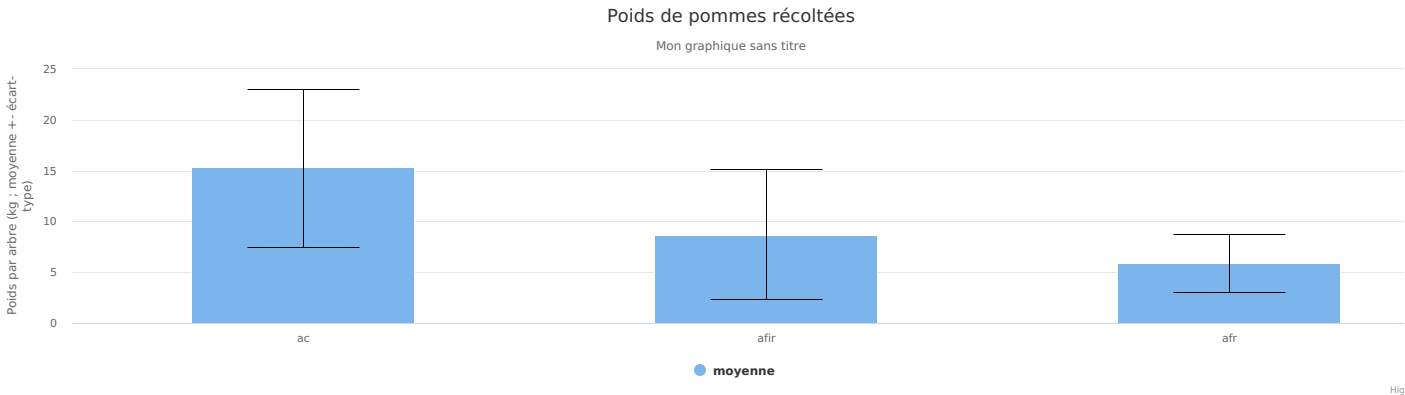
- carpocapse : du stade fruit central de 10-12 mm, à 1 mois avant la récolte

* *Tableau à compléter*

Leviers	Principes d'action	Enseignement
Puceron cendré - Huiles minérales, Oviphyt (X2)	gène la dissémination du puceron sur l'arbre	sur toutes les années, un effet modéré à fort
Carpocapse - virus de la granulose, Evoz/2000, Rapax (X10 en 8ème année uniquement)	infection virale de la larve	sur la seule année où les traitements ont été réalisés l'efficacité a été bonne NB : bien que cette modalité agroforestière ait diminué l'infestation en fin de G1, les 2 autres générations de ce jusqu'à 80% des pommes à la récolte sans différences significatives avec les pommiers témoins

* *Texte à compléter*

Performances du système



Les infestations récurrentes de carpocapse, sans traitement par le virus de la granulose n'ont pas permis une évaluation fiable de la récolte des années 2018 à 2022, sur pommiers âgés d'au moins 8 ans. En 2023, sur les pommiers âgés de 8 ans, a permis une récolte représentative de la productivité des arbres.

A charge en fruit identique sur les 3 modalités, 5 fruits/cm² de section de tronc, la réduction de poids de fruits sur les pommiers AFIR est de 44% par rapport aux pommiers témoins.

*A compléter (graphique + texte)

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Evaluation multicritère

*A compléter (graphique + texte)

Zoom sur... (titre à compléter) ▲

* A compléter

Transfert en exploitations agricoles ▲

* A compléter

Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

Cette modalité de pommiers en agroforesterie, en rang orientés E-O, à 6,5 m des rangs de noyers à bois mitoyens, constitue une possibilité intéressante de culture du pommier en agroforesterie (42% de la lumière incidente), limitant ainsi les coups de soleil en cas de rayonnement excessif (en juin 2019, environ 10% de fruits brûlés contre environ 25% sur les pommiers témoins ; Lauri et al., 2022).

Comme pour toute expérimentation, nos résultats sont toutefois contingents aux choix initiaux et aux modalités de gestion : couple cultivar/porte-greffe, plantation de pommiers sur des noyers déjà un ombrage relativement dense à partir de fin juin, production en agriculture biologique très bas intrants (IFT moyen de 1 à 3 selon les années sauf en 2023 où nous avons assuré, avec un carpopapose permettant une récolte intéressante sur le plan agronomique).

Pour ce qui est des bioagresseurs, GAFAM a été mené en agriculture biologique. Les 2 points saillants sont :

1) aucune maladie constatée sur toute la période.

2) ravageurs :

* le puceron cendré a été bien maîtrisé avec 2 applications d'huile minérale en pré- et post-débourrement.

* le carpopapose reste le ravageur critique sur la période d'étude. La seule bonne récolte n'a pu être réalisée qu'à la suite d'un programme complet de carpopovirus alternant, EVO2, 2000, et R2018 et 2022 a systématiquement conduit à des pertes de récolte estimées à 70 - 80%.

Les perspectives de poursuite de ce premier travail, original sur le plan international, sont de 2 types :

- Exploration de la variabilité génétique du pommier. Il est possible que certains cultivars de pommier soient plus adaptés que d'autres à l'ombre. Des expérimentations futures devraient donc être réalisées. Nous préconisons des porte-greffes de vigueur égale ou supérieure au G202 expérimenté ici. Pour ce qui concerne le choix du cultivar, il serait nécessaire de poursuivre cette expérimentation pour peu demandeur de rayonnement lumineux tout au moins pour la bonne coloration et maturation du fruit (ex. 'Granny Smith' serait donc un bon candidat à tester dans cette optique), ou à chercher à diminuer le temps d'ombrage sur le fruit (ex. cultivars à récolte estivale).

- Exploration de la diversité spécifique et de la variabilité génétique de l'arbre d'ombrage et de la conduite de ces arbres. Dans notre cas, si la question posée par le noyer à bois est celui de la croissance ces plantes associées sont souvent mentionnées mais sans résultats probants de façon générale (cf Zubay et al, 2021, par exemple) le décalage temporel entre la floraison du pommier (conditions) et du noyer (environ un mois plus tard) permet une floraison et une nouaison de même qualité que celles des pommiers témoins. D'autres espèces à frondaison plus poreuse et expérimentées. Par ailleurs, dans le cadre de notre expérimentation, nous n'avons que peu taillé les noyers à bois. Une taille modérée maintenant un ombrage identique au cours des années de toute expérimentation future.

- Design temporel et spatial du dispositif de pommier en agroforesterie : une complantation de noyer et pommier serait à expérimenter, permettant au pommier de se développer au maximum premières années, avec un arrachage des pommiers dès que leur production décline de façon excessive. Si, comme attendu, la modalité de pommiers sur les rangs de noyers (AFR) réduit de moitié les montrons l'intérêt potentiel de la modalité AFIR (pommier dans l'inter-rang des noyers). Pour cette modalité, une distance plus importante des rangs de pommiers par rapport aux rangs de noyers est nécessaire à la culture du pommier en contexte méditerranéen en limitant un excès d'ombrage préjudiciable à la croissance et à la fructification du pommier.

Références citées :

- Lauri, P.E., Pitchers, B., Simon, S., 2022. Designing a sustainable orchard - Plant diversity as a key and ways to implement it. Acta Horticulturae 1346, 19-26.
- Zubay, P., Kunzelmann, J., Itzès, A., Zamborinè, É.N., Szabó, K., 2021. Allelopathic effects of leachates of *Juglans regia* L., *Populus tremula* L. and juglone on germination of temperate zone plants. Agroforestry Systems, 95, 431-442. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00572-9>.

Contact

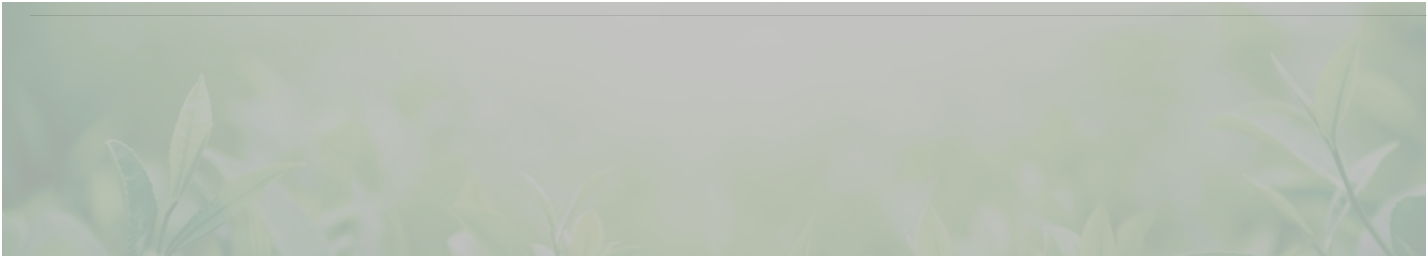


Pierre-Eric LAURI

Pilote d'expérimentation - INRAE

✉ pierre-eric.lauri@inrae.fr

Productions associées à ce système de culture



Système Pommiers en agroforesterie sur le rang des noyers (AFR) - Restinclières - ALTO

- Conduite de la vigne et du verger
- Fertilité et vie des sols
- Gestion paysagère
- MAE et lutte biologique par conservation
- Mesures prophylactiques
- Régulation biologique et biocontrôle
- Valorisation d

Année de publication 2019 (mis à jour le 08 Jan 2026)

 PARTAGER

Carte d'identité du groupe



Structure de l'ingénieur réseau
Agriculture biologique
Nom de l'ingénieur réseau
ALTO
Date de création du groupe

- 80 % d'IFT
Objectif de réduction visé

Cette modalité comprend les pommiers plantés sur le rang des noyers à bois qui ont le rôle de noyers d'ombrage. Les pommiers sont ici en situation de forte compétition. La baisse de production en 8ème année est due à la compétition des pommiers témoins.

Présentation du système

Conception du système

Dans le cadre de l'essai de pommiers en agroforesterie, ce système a pour objectif d'analyser le comportement architectural et le fonctionnement (croissance, ramification, floraison, fructification) des rangs de noyers à bois plantés en 1995. Cette modalité d'agroforesterie constitue un cas probablement extrême de compétition entre pommiers et noyers.

À cet objectif de recherche s'est conjugué à partir de 2017, dans le cadre DEPHY EXPE, l'intérêt d'étudier également en quoi le contexte agroforestier modifie ou non les interactions pommiers-ainsi que de parasitoïdes.

Le choix du cultivar de pommier s'est porté sur 'Dalinette' C.O.V., résistant tavelure, préconisée en agriculture biologique, greffée sur le porte-greffe G202.

Dans le cadre général de cette expérimentation de recherche, cette modalité consiste à analyser les effets de faibles distances (1,3 m à 4 m en moyenne) entre noyers matures et jeune fonctionnement de ces pommiers. Dans cette configuration, la réduction du rayonnement incident a été en moyenne de 69% par rapport aux pommiers témoins.

Les variables analysées sur le pommier sont l'architecture de l'appareil végétatif et la floraison/fructification.

Les effets possibles de ce contexte agroforestier sur 3 ravageurs du pommier (pucerons verts et cendrés ; carpocapses) et différents prédateurs (coccinelles, syrphes, araignées...) sont également réalisés et sont accessibles sur HAL. Nous ne présentons ici qu'une synthèse réalisée sur les infestations par le puceron cendré et le carpocapse, sur pommiers matures âgés de 6 et 7 ans, en 2017.

Mots clés :

pommier - agroforesterie - noyer à bois - agriculture biologique

Caractéristiques du système

Espèce	Variété	Porte-greffe	Mode de conduite	Distance de plantation	Année d'implantation	Valorisation
Pommier	Dalinette	G202	Libre	6,5 X 1,3 (pommier-pommier ou pommier-noyer)	2016	Non

Système d'irrigation : Goutte à goutte

Gestion de la fertilisation : Organique

Infrastructures agro-écologiques : Bandes enherbées

Protection physique : Non



Objectifs ▲

Agronomiques	- Rendement : comparaison par rapport aux 'Dalinettes' en agriculture biologique - Qualité : non travaillé
Environnementaux	IFT : 1-3 des années 1 à 7 (couverture du puceron cendré uniquement) ; IFT 12 en année 8 avec couverture supplémentaire complète du carpocapse
Maîtrise des bioagresseurs	- Maîtrise des adventices : Oui - Maîtrise des maladies : Oui - Maîtrise ravageurs : Bio-contrôle
Socio-économiques	- Marge brute : Sans objet - Temps de travail : Sans objet

Le mot de l'expérimentateur

Cette expérimentation ALTO s'inscrit dans le contexte plus large de l'acquisition de connaissances sur la croissance végétative et la floraison-nouaison du pommier en situation agroforestière (pouvant limiter les températures excessives durant l'été) et avec un couvert de légumineuse herbacée en strate basse. Il s'agit ici de fournir de premiers éléments objectifs de l'intérêt agronomique d'agroforesterie multistratée en conditions méditerranéennes en explorant ici un cas extrême de compétition entre pommier et noyer à bois (1,3m et 4m entre pommier et noyer).

Stratégies mises en œuvre :

Gestion des maladies ▲

Pas de maladies sur les pommiers. NB : 'Dalinette' est résistante tavelure. Aucun contournement n'a été observé durant les 8 années de cette expérimentation.

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements

Gestion des ravageurs ▲

L'hypothèse testée est que le contexte agroforestier agit sur 1) la vigueur de croissance du pommier le rendant moins appétant, ou appétant moins longtemps, et 2) directement sur les cortèges d'

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements
Agroforesterie	diminution de la lumière agissant sur l'architecture du pommier et sur sa phenologie	Les phenologies respectives du noyer à bois en strate haute et du pommier jouent un rôle important en diminuant pommier (sans effet mesurable sur le puceron cendré et le carpocapse). On fait l'hypothèse que les diminutions du puceron cendré et au carpocapse en fin de G1, en AFR, sont dûs à un cc à ces 2 ravageurs.

Gestion des adventices ▲

Fauchage dans l'inter-rang

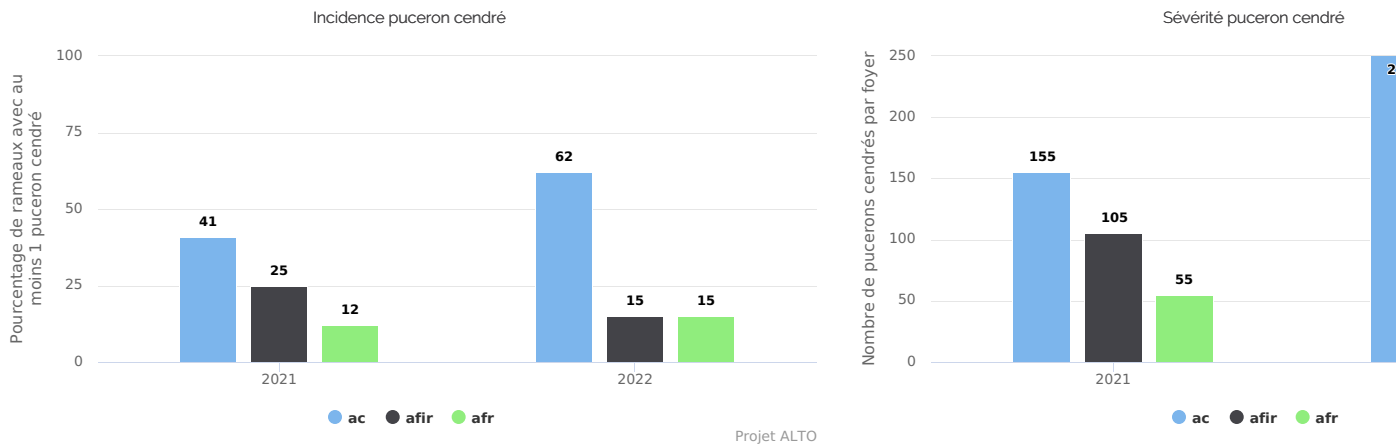
BRF sur le rang

*(Schéma décisionnel à insérer)

*Tableau à compléter

Leviers	Principes d'action	Enseignements
BRF sur le rang	permet un contrôle efficace des adventices sur le rang	doit être complété par un fauchage 3 fois par an sur rang et inter-rang

Maîtrise des bioagresseurs



Deux principaux ravageurs du pommier, le puceron cendré et le carpocapse. A traitements phytosanitaires identiques, la modalité AFR diminue l'infestation par ces 2 ravageurs.

* puceron cendré :

- incidence : -71% en 2021, -76% en 2022

- sévérité : -65% en 2021, -96% en 2022

* carpocapse (non illustré car sur des effectifs faibles de fruits) :

- % d'infrutescences avec au moins un fruit infesté : -44% en 2021

- % de fruits infestés : -44% en 2022

Schéma décisionnel :

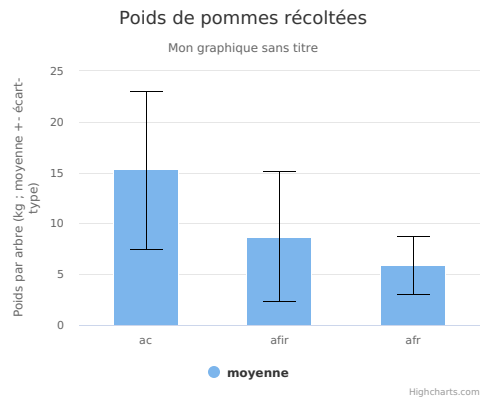
- Puceron cendré : avant et après débourrement

- carpocapse : du stade fruit central de 10-12 mm, à 1 mois avant la récolte

**Tableau à compléter*

Leviers	Principes d'action	Enseignement
Puceron cendré - Huiles minérales, Oviphyt (X2)	gène la dissémination du puceron sur l'arbre	sur toutes les années, un effet modéré à fort
Carpocapse - virus de la granulose, Evo2/2000,Rapax (X10 en 8ème année uniquement)	infection virale de la larve	sur la seule année avec une bonne couverture par les traite l'efficacité a été bonne NB : bien que cette modalité agroforestière ait diminué l'infestations de carpocapse ont infesté jusqu'à 80% des port significatives avec les pommiers témoins

Performances du système



Les infestations récurrentes de carpocapse, sans traitement par le virus de la granulose n'ont pas permis une évaluation fiable de la récolte des années 2018 à 2022, sur pommiers âgés de 8 ans, a permis une récolte représentative de la productivité des arbres.

A charge en fruit identique sur les 3 modalités, 5 fruits/cm² de section de tronc, la réduction de poids de fruits sur les pommiers AFR par rapport aux pommiers témoins est de 62%.

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Performance ... (sous-titre à compléter)

*A compléter (graphique + texte)

Evaluation multicritère

*A compléter (graphique + texte)

Zoom sur l'intérêt potentiel de cultiver du pommier en agroforesterie ▲

Transfert en exploitations agricoles ▲

* A compléter

Pistes d'amélioration, enseignements et perspectives

Cette modalité de pommier en agroforesterie, avec des pommiers implantés sur les rangs des noyers orientés E-O, constitue probablement un cas extrême de compétition entre pommier : même si il a permis d'éviter les coups de soleil en situation de rayonnement excessif (juin 2019 : 1% alors que les pommiers témoins ont eu un pourcentage médian de fruits brûlés de l'ordre de : ne permet toutefois pas une production suffisante de pommes. Ce n'est donc pas une modalité de pommier en agroforesterie à retenir.

Comme pour toute expérimentation, nos résultats sont toutefois contingents aux choix initiaux et aux modalités de gestion : couple cultivar/porte-greffe, plantation de pommiers sur des noyers déjà un ombrage relativement dense à partir de fin juin, production en agriculture biologique très bas intrants (IFT moyen de 1 à 3 selon les années sauf en 2023 où nous avons assuré, avec un carpacaps permettant une récolte intéressante sur le plan agronomique).

Pour ce qui est des bioagresseurs, GAFAM a été mené en agriculture biologique. Les 2 points saillants sont

1) aucune maladie constatée sur toute la période.

Contact



Pierre-Eric LAURI

Pilote d'expérimentation - INRAE

et R

✉ pierre-eric.lauri@inrae.fr

Les perspectives de poursuite de ce premier travail, original sur le plan international, sont de 2 types :

- Exploration de la variabilité génétique du pommier. Il est possible que certains cultivars de pommier soient plus adaptés que d'autres à l'ombre. Des expérimentations futures devraient donc être menées. Nous préconisons des porte-greffes de vigueur égale ou supérieure au G202 expérimenté ici. Pour ce qui concerne le choix du cultivar, il serait nécessaire de poursuivre cette expérimentation avec un demandeur de rayonnement lumineux tout au moins pour la bonne coloration et maturation du fruit (ex. 'Granny Smith' serait donc un bon candidat à tester dans cette optique), ou à chercher à diminuer le temps d'ombrage sur le fruit (ex. cultivars à récolte estivale).

- Exploration de la diversité spécifique et de la variabilité génétique de l'arbre d'ombrage et de la conduite de ces arbres. Dans notre cas, si la question posée par le noyer à bois est celui de la croissance ces plantes associées sont souvent mentionnés mais sans résultats probants de façon générale (cf Zubay et al, 2021, par exemple) le décalage temporel entre la floraison du pommier (conditions) et du noyer (environ un mois plus tard) permet une floraison et une nouaison de même qualité que celles des pommiers témoins. D'autres espèces à frondaison plus poreuse et plus tolérantes à l'ombrage ont été expérimentées. Par ailleurs, dans le cadre de notre expérimentation, nous n'avons que peu taillé les noyers à bois. Une taille modérée maintenant un ombrage identique au cours des années ciblées pour toute expérimentation future.

- Design temporel et spatial du dispositif de pommier en agroforesterie : une complantation de noyer et pommier serait à expérimenter, permettant au pommier de se développer au maximum pendant les premières années, avec un arrachage des pommiers dès que leur production décline de façon excessive. Si, comme attendu, la modalité de pommiers sur les rangs de noyers (AFR) réduit de façon significative les dommages causés par les bioagresseurs, nous montrons l'intérêt potentiel de la modalité AFIR (pommier dans l'inter-rang des noyers). Pour cette modalité, une distance plus importante des rangs de pommiers par rapport aux rangs de noyers permettrait de réduire l'ombrage nécessaire à la culture du pommier en contexte méditerranéen en limitant un excès d'ombrage préjudiciable à la croissance et à la fructification du pommier.

Références citées :

- Lauri, P.É., Pitchers, B., Simon, S., 2022. Designing a sustainable orchard - Plant diversity as a key and ways to implement it. Acta Horticulturae 1346, 19-26.
- Zubay, P., Kunzelmann, J., Ittész, A., Zamboriné, É.N., Szabó, K., 2021. Allelopathic effects of leachates of Juglans regia L., Populus tremula L. and juglone on germination of temperate zone plants. Agroforestry Systems, 95, 431-442. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00572-9>.