



HAL
open science

EcoPêche - Conception et évaluation multisite de vergers de pêche – nectarine économes en produits phytosanitaires et en intrants. Rapport technique de la campagne 2017

Daniel Plénet, Christian Hilaire, S. Borne, Claude Bussi, Valérie Gallia, Marie-Laure Greil, M. Guiraud, Eric Hostalnou, Baptiste Labeyrie, Vincent Mercier, et al.

► **To cite this version:**

Daniel Plénet, Christian Hilaire, S. Borne, Claude Bussi, Valérie Gallia, et al.. EcoPêche - Conception et évaluation multisite de vergers de pêche – nectarine économes en produits phytosanitaires et en intrants. Rapport technique de la campagne 2017. [Rapport de recherche] INRA Avignon - INRA Gotheron - INRA Bordeaux - CTIFL - SEFRA - SERFEL - Sica CENTREX - GRCETA de Basse Durance. 2018, 149 p. hal-03403883

HAL Id: hal-03403883

<https://hal.inrae.fr/hal-03403883v1>

Submitted on 26 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

 DEPHY Réseau de Démonstration, Expérimentation et Production de références sur les systèmes économes en phytosanitaires	COMPTE RENDU TECHNIQUE 2017
N° du projet EXPE : 2017 X2IN84AR	
Titre du projet (acronyme) :	EcoPêche : Conception et évaluation multisite de vergers de pêche – nectarine économes en produits phytosanitaires et en intrants
Partenaire porteur du projet :	INRA UR1115 PSH (INRA centre de recherche PACA)
Nom du chef de projet :	PLÉNET Daniel (daniel.plenet@inra.fr)

*Le **Compte-rendu technique** présente à l'issue de chaque année de projet, les travaux du programme d'action réalisés entre le 1^{er} janvier et le 31 décembre, ainsi que les résultats obtenus et diffusables. La trame proposée doit être respectée autant que possible, mais peut être aménagée selon les spécificités du projet.*

La première partie concerne l'échelle du projet, la deuxième s'intéresse aux résultats acquis dans les sites expérimentaux.

ECOPÊCHE

Conception et évaluation multisite de vergers de pêche –
nectarine économes en produits phytosanitaires et en intrants

Campagne 2017

Auteurs : Plénet D.¹ ; Hilaire C.²; Borne S.³, Bussi C.³, Gallia V.⁴, Greil M.-L.⁵, Guiraud M.⁴ ; Hostalnou E.⁶, Labeyrie B.⁷, Mercier V.³, Millan M.², Montrognon Y.⁷, Monty D.⁵, Mouiren C.⁸, Pinet C.⁴, Ruesch J.²

Souligné : responsables des sites - expérimentations

¹ INRA UR PSH

² CTIFL Centre de Balandran

³ INRA UERI Gotheron

⁴ SudEXPE site SERFEL

⁵ INRA Bordeaux-Domaine de Bourran

⁶ Sica CENTREX – Chambre d'Agriculture des Pyrénées Orientales

⁷ SEFRA

⁸ GRCETA de Basse Durance

Remerciements : Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué effectivement à la réalisation de ce projet sur le plan technique, administratif et financier.

SOMMAIRE

A. L'ECHELLE DU PROJET

A Description du travail réalisé 3

Coordination, gestion du projet et actions d'échange et de transfert Expérimenter et évaluer 4

Orientations stratégiques communes des différents systèmes

Les principaux bioagresseurs du pêcher

Les principaux leviers d'action mobilisés

B Résultats obtenus 10

C Perspectives 26

B. L'ECHELLE DES SITES EXPERIMENTAUX

I. INRA UR PSH à Avignon (84) 27

II. INRA UE GOTHERON à Saint Marcel les Valence (26) 51

III. INRA UE ARBORICOLE à Bordeaux-Bourran (47) 61

IV. CTIFL Centre de Balandran à Bellegarde (30) 71

V. Station Régionale SEFRA à Etoile sur Rhône (26) 93

VI. Station Régionale SERFEL à Saint Gilles (30) 102

1 Essai 1 :Western Red 103

2 Essai 2 : Sandine 120

VII. Station Régionale SICA CENTREX à Torreilles (66) 134

Annexe : Liste des documents de transfert élaborés à partir du projet EcoPêche en 2017 149

A L'ECHELLE DU PROJET

A. Description du travail réalisé

La description du travail réalisé devra mentionner notamment les moyens humains, matériels et financiers mobilisés, les méthodes de travail utilisées, ainsi que les éventuels écarts au prévisionnel.

Le projet repose sur 7 sites d'expérimentations où sont localisés les essais systèmes des 7 partenaires du projet. Dans tous les sites, les dispositifs sont basés sur la re-conception de vergers ayant nécessité de nouvelles plantations (réalisées dans EcoPêche en 2013 ou lors du projet Casdar Vergers Bas Intrants avec des plantations de 2011 et 2012) afin d'agir sur les choix de plantation, les aménagements structurels et la conduite des jeunes vergers.

1. Coordination, gestion du projet et actions d'échange et de transfert

Le travail accompli au sein de cet axe du projet vise à assurer (i) la coordination et le pilotage du projet avec en particulier toute la partie gestion des conventions et des rapports ; (ii) réaliser les activités collectives concernant la conception des systèmes de culture et la mise au point de la méthodologie expérimentale, (iii) participer aux groupes de travail, ainsi qu'aux différents séminaires DEPHY Ecophyto organisés à l'échelle nationale ou régionale, pour harmoniser les démarches et méthodes et (iv) préparer et participer aux actions de communication et de diffusion à l'échelle du projet EcoPêche.

Trois réunions techniques **plénières** ont été organisées en 2017 :

- 10/01/2017 : réunion plénière « commission technique EcoPêche » (lieu : CTIFL Balandran à Bellegarde) pour une première présentation des résultats 2016 site/site et la préparation d'une synthèse des résultats EcoPêche 2013-2016.
- 14/12/2017 : réunion plénière « commission technique EcoPêche » (lieu : SudExpé site SERFEL à Saint Gilles) pour une première présentation des résultats 2017 site/site et la préparation de la campagne 2018.
- 20/12/2017 : réunion commune projets EcoPêche et CAP ReD pour discuter et préparer une réponse à l'AAP EXPE 2 Lieu : CTIFL Balandran, ensemble des responsables des sites expérimentaux (présence ou visio), plus d'autres partenaires (réseau FERMES...).

D'autres activités ont eu lieu dans le cadre d'EcoPêche :

- 5 et 6 octobre 2017 : Participation au séminaire DEPHY Arbo EXPE – FERMES à Narbonne
- Mars 2017 : Plusieurs réunions ou visio pour préparer une journée de communication en lien avec l'AOP Pêche et Abricot de France
- Activité de recherche : 26/10/2017 : séminaire sur la conception de systèmes de culture en plantes pérennes (arboriculture et vigne), séminaire organisé dans le cadre du CasDAR AgroEcoPerennes

Les partenaires du projet EXPE EcoPêche ont aussi assuré des actions de diffusion pour faire connaître le projet EcoPêche dans le milieu professionnel et auprès des acteurs de la filière Fruits, en particulier dans le cadre des commissions techniques des stations d'expérimentation :

- 8/10/2017 Journées Fête de la Science : Parcours découverte organisé par le centre INRA PACA de différentes thématiques de recherche dont l'Agroécologie avec une sensibilisation sur les problématiques et les travaux réalisés dans le cadre de la réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques sur le site **EXPE EcoPêche Avignon** (3 groupes de 30 personnes environ sur la journée).

Activités de communication - transfert.

Les travaux réalisés dans le cadre du projet EcoPêche servent de support pour présenter la démarche de conception de systèmes de culture économes en produits phytopharmaceutiques en arboriculture fruitière, lors de différentes journées de communication ou pour construire des supports.

- 23/03/2017 : Co-organisation avec l'AOP Pêche et Abricot de France, le projet EcoPêche, le projet CAP ReD, les réseaux FERMES Fruits à noyau, d'une journée de communication à destination des « acheteurs des Grandes Enseignes de la distribution » (toutes présentes sauf une), la presse agricole, les producteurs adhérents à l'AOP, les conseillers arboricoles, etc. (100 personnes ciblées). Visite des dispositifs EXPE EcoPêche et CAP ReD du Centre CTIFL de Balandran (qui a assuré une grande partie de la logistique). Visite d'une exploitation du réseau FERME du GRCETA de Basse Durance. Réalisation d'un Flyer et de poster comme support des messages (Flyer en annexe de ce rapport).
- 24/04/2017 : Réunion téléphonique pour finaliser un article dans la presse « Réussir Fruits et Légumes »).
- Dossier Pêche « La Pêche réduit ses phytos » Réussir Fruits et Légumes, n° 372, mai 2017 p.45-55. Différents articles rédigés par la journaliste Maude Le Corre sur les méthodes alternatives pour réduire les phytosanitaires en production de pêche, suite à des interviews des partenaires du projet et des arboriculteurs des réseaux FERMES (GRCETA de Basse Durance, des Pyrénées Orientales et Drôme-Ardèche). Ce dossier montre l'utilisation de différentes méthodes alternatives pour réduire l'usage des produits phytosanitaires. Ce dossier a été élaboré suite à la journée du 23 mars 2017.
- Réalisation d'un flyer de présentation de l'EXPE système sur le site Sica CENTREX (Chambre d'Agriculture du Roussillon)
- Participation au Comité de Pilotage pour la réalisation d'un film pédagogique sur Produire autrement en fruits et légumes en mobilisant les guides de conception ecophyto. Illustration de certaines méthodes alternatives, certaines utilisées en pêche et abricot. Film réalisé en partenariat INRA, GIS Fruits, GIS PicLeg et service audiovisuel de la Bergerie Nationale. Destination : EDUCAGRI, formation à l'Agroécologie, etc.

2. Expérimenter et évaluer

a) Orientations stratégiques communes des différents systèmes

Le tableau 1 rappelle les différents systèmes étudiés dans les sites pour faciliter la compréhension des résultats globaux. Pour des raisons expérimentales et techniques, il y a eu quelques évolutions des systèmes testés sur le site Inra d'Avignon (arrêt du dispositif « pêche plate » début 2017), à la SERFEL (arrêt essai EcoDirect et arrêt d'un système en AB dans l'essai 1 en 2016) et évolution des systèmes sur le site Sica Centrex à partir de 2017 (1 système PFI servant de référence (REF), un système à orientation PFI mais zero résidu (0 RES), un système économe en produits phytosanitaire (ECO) et un système basé sur une stratégie avec des produits utilisables en Bio, mais avec un désherbage chimique (Eco-Bio).

Tableau 1 : Les différents sites expérimentaux et systèmes de culture du projet EcoPêche en 2017. Chaque croix correspond à un système.

Sites et (n°département)	Année plantation	Systèmes de culture			
		REFérence (RAI ou PFI)	ECO 1 -30 à -50% IFT	ECO 2 ≤ -50% IFT	BIO (AB)
Inra PSH Avignon (84)	2013	X	-	X X	-
Inra Gotheron (26)	2011	X	-	X	X
Inra Bord.-Bourran (47)	2012	X	-	X	-
Ctifl Balandran (30)	2013	X	-	X	X
SEFRA (26)	2012	X	X	-	X
SERFEL Essai 1 (30) Essai 2	2011	X	X	-	-
	2013	X	-	X	-
Sica CENTREX (66)	2013	X	-	X	-
	2013	X	-	X	-

- Le système de référence (appelé soit REF, soit RAIsonné soit PFI selon les sites) correspond aux préconisations actuellement diffusées pour la conduite d'un verger conventionnel dans chacune des régions. La priorité est donnée à la recherche de hautes performances agronomiques et

technico-économiques en respectant le cahier des charges de la PFI tout en minimisant les risques de pertes de récolte (calibres et dommages sur les fruits). En dehors des circuits courts de commercialisation, cette intensification raisonnée de la production s'avère nécessaire pour rester compétitif sur un marché très concurrentiel. La localisation des dispositifs en domaines expérimentaux fait que le système de référence à caractère « expérimental » peut avoir des Indices de Fréquence des Traitements (IFT) déjà inférieurs aux pratiques des arboriculteurs du fait de la technicité des équipes, des leviers d'action alternatifs à la lutte chimique déjà mobilisés, des moyens d'observation mis en œuvre, ainsi que des niveaux de prise de risque possibles en situation d'expérimentation, etc. Plutôt que de vouloir reproduire des pratiques de producteurs, il a été décidé de maintenir le niveau de performance lié aux pratiques expérimentales du site, mais en se donnant la possibilité de comparer les résultats (i) à la référence régionale sur les pratiques phytosanitaires et (ii) aux performances agronomiques médianes (rendement commercialisable et répartition en calibres, temps de travail) quantifiées grâce à la base de données technico-économiques des pêches-nectarines (EFI© pêche).

- *Les systèmes conduits en Agriculture Biologique (AB)* intègrent les contraintes spécifiques aux préconisations du cahier des charges AB (absence de produits de synthèse).
- *Les systèmes économes en produits phytopharmaceutiques et en intrants (ECO)* visent à limiter l'impact environnemental en réduisant l'utilisation des produits phytosanitaires, des fertilisants et de l'eau d'irrigation, tout en essayant de préserver les marges économiques et en assurant l'obtention de fruits sains et de bonne qualité. Selon les sites, les objectifs de réduction des IFT peuvent varier entre -30 % et -50 % en fonction d'une hiérarchisation différente des objectifs. Dans les systèmes ECO 1, on cherchera la réduction la plus importante possible des IFT mais en minimisant les risques de pertes de la marge économique. D'après notre expertise en début de projet, la réduction possible des IFT devrait se situer autour de 30 % du système de référence expérimental. Dans les systèmes ECO 2, l'objectif est de réduire d'au moins 50 % les IFT en analysant l'impact sur les marges. L'intérêt est de voir si les deux approches arrivent à converger en termes de résultats ou de voir quelles compensations économiques il faudrait mettre en place pour accompagner cette réduction importante des IFT.

Suite aux différents aménagements des dispositifs, il y a 21 systèmes en expérimentation au total pour la campagne 2017, avec 8 systèmes de référence (REF) et 13 systèmes alternatifs composés de 10 systèmes économes en produits phytopharmaceutiques de synthèse (ECO) et 3 systèmes respectant le cahier des charges de l'Agriculture Biologique (BIO). Un système est assez inclassable car il vise le zéro résidu (Site Centrex, système 0 RES) sans forcément réduire les IFT totaux, mais il s'avère qu'il repose sur une substitution assez importante des IFT chimique par des produits de biocontrôle. Pour l'année 2017, nous ne l'avons pas intégré dans les regroupements (moyenne) par type de système.

b) Les principaux bioagresseurs du pêcher

Sur le pêcher, les bioagresseurs problématiques sont assez communs à toutes les zones cultivées, même si l'intensité de la pression peut être assez différente selon les sites x années :

Maladies : cloque (*Taphrina deformans*) ; monilioses sur fruits (*Monilinia sp.*) et autres maladies de conservation (*Botrytis cinerea...*) ; oïdium (*Sphaerotheca pannosa*).

A noter que les maladies bactériennes (bactériose : *Pseudomonas syringae* et maladie des tâches bactériennes (*Xanthomonas arboricola* pv. Pruni) ou virales (sharka : *Plum pox virus*) nécessitent une protection préventive pour éviter au maximum les possibilités de contamination car ce sont des maladies soit de lutte obligatoire (arrachage des arbres contaminés) soit sans aucune méthode de lutte efficace quand le verger est touché.

Ravageurs : pucerons (notamment puceron vert *Myzus persicae*), tordeuse orientale du pêcher (*Cydia molesta*), thrips californien (*Frankliniella occidentalis*), thrips européen (*T. Méridionalis*), forficules (*Forficula auricularia*) qui est à la fois un auxiliaire, prédateur des pucerons, pendant la période végétative et un ravageur à la fin de la maturation des fruits car il peut faire d'importants dommages sur les fruits (morsures déclassant les fruits, blessures servant aussi de point d'entrée aux maladies de conservation).

D'autres bioagresseurs peuvent occasionner des dégâts occasionnellement et les interventions de protection sont raisonnées au cas par cas selon les situations.

Adventices : les problèmes sont assez spécifiques à chaque parcelle/site, mais la gestion de la concurrence des adventices sur le rang est une problématique d'importance, en particulier sur les jeunes vergers.

c) Les principaux leviers d'action mobilisés

Les moyens qui sont mis en œuvre pour atteindre les objectifs de réduction d'usage des pesticides peuvent être classés en différentes catégories et en fonction des types de bioagresseurs (Tableau 2). Les leviers sont appréciés selon une échelle de notation à 3 niveaux (0 : absence d'utilisation dans le système considéré ; 1 : levier utilisé dans le système mais avec une intensité et/ou une efficacité qui ne permet pas de garantir une réduction d'usage de la lutte chimique ; 2 : levier utilisé avec une intensité et/ou une efficacité permettant soit de se substituer à la lutte chimique soit de réduire la lutte chimique venant en complément. Les systèmes reposent sur une combinaison cohérente de différentes catégories de leviers d'action avec :

- des objectifs et des orientations stratégiques pouvant être différents selon les systèmes,
- des choix structurels réalisés lors de l'implantation du verger (variété x porte-greffe, distances de plantation, forme fruitière), système d'irrigation, aménagement d'infrastructures agroécologiques,
- des stratégies annuelles de gestion technique intégrant des combinaisons de méthodes alternatives :
 - des méthodes culturales utilisant de manière plus intensive les mesures de prophylaxie, les méthodes visant à atténuer les risques de développement des bioagresseurs en agissant via la plante (vigueur, statut hydrique, statut azoté, vitesse de croissance...) et/ou le microclimat (techniques de taille d'hiver et d'été pour modifier l'architecture des arbres, systèmes d'irrigation pour gérer l'humidité de surface, etc.),
 - l'entretien du sol sur le rang par des techniques alternatives aux herbicides (désherbage mécanique, paillage horticole (barrière physique), plantes de couvert...),
 - des méthodes visant à favoriser et à préserver la biodiversité des communautés (habitats et ressources pour les auxiliaires via des haies composites, des bandes fleuries, nichoirs, ...) pour augmenter les possibilités de régulation écologique au sein de ces systèmes,
 - l'utilisation de produits de biocontrôle et les méthodes de contrôle biotechniques (confusion sexuelle...)
 - la mobilisation de barrière physique : glu, argiles...
 - les méthodes et outils d'aide à la décision (OAD) pour améliorer le raisonnement du positionnement des interventions de lutte (piégeage et suivi des populations de bioagresseurs à l'échelle de la parcelle...),
 - le choix des substances actives ayant le meilleur ratio efficacité technique / profil écotoxicologique et peu d'effets non intentionnels sur les auxiliaires,
 - les techniques d'amélioration de la pulvérisation ou d'efficacité des traitements,
- l'acceptation d'une augmentation de prise de risques (niveau de seuil de tolérance des populations des bioagresseurs, impasses pour certains traitements « préventifs », ...) raisonnées au cas par cas selon les bioagresseurs. Pour justifier cette augmentation de prise de risque, nous faisons l'hypothèse que l'approche systémique doit permettre d'améliorer la résilience des systèmes grâce à une autorégulation plus importante (concept de l'agroécologie), même si nous ne savons pas à l'heure actuelle si l'intensité de ces processus de régulation sera suffisante pour rester compatible avec une production économiquement viable pour des circuits longs de commercialisation et souvent très concurrentiels au niveau des prix .

La combinaison de ces différents leviers est présentée dans les schémas décisionnels des différents sites (voir les documents sur le site Dephy EXPE Ecophyto).

Les leviers d'action pour gérer les **adventices sur le rang** sont basés sur le désherbage chimique dans tous les systèmes de référence (8 cas sur 8), et dans 3 systèmes alternatifs en 2017 (site Centrex). Le travail mécanique du rang est utilisé dans 50 % des situations alternatives (7 cas / 14 systèmes alternatifs). Le paillage du sol avec des bâches horticoles tissées est mobilisé dans 29 % des situations (4 systèmes / 14 alternatifs). L'enherbement du rang n'est plus utilisé. Toutes ces

méthodes alternatives de contrôle des adventices sur le rang ont une bonne efficacité et peuvent complètement remplacer le désherbage chimique. Ceci ne présume cependant en rien les effets secondaires possibles sur d'autres critères (baisse de vigueur des arbres, faisabilité technique, temps d'intervention, etc.).

Tableau 2. Leviers d'action utilisables en pêche-nectarine pour contrôler les bioagresseurs (la lutte chimique n'est pas comptabilisée exceptée pour le contrôle des adventices car dans la plupart des cas elle est mobilisée en complément de des leviers alternatifs et elle est comptabilisée dans les IFT) – campagne 2017

Catégories de Cibles	Type de levier d'action	Nom et code	Nbre de cas levier utilisé	Nbre de cas levier avec note 2
Adventices	Physique	A_Mécanique (travail du sol)	7	7
		A_Paillage du sol	4	4
	Compétition	A_Enherbement du rang + tonte	0	0
	Chimique	A_Herbicide	11	11
Maladies	Contrôle génétique	M_Contrôle génétique_Variété_PG	2	0
	Méthodes culturales	M_Méthodes culturales_Action population (suppression organes touchés)	12	9
		M_Méthodes culturales_Action population_Prophylaxie (suppression Momies, 1er fruits touchés)	22	13
		M_Méthodes culturales_Atténuation_Conduite arbres (aération)	13	6
		M_Méthodes culturales_Atténuation_Conduite arbres (Vigreur) par ferti + interventions	13	0
		M_Méthodes culturales_Atténuation_Conduite arbres (Eclaircissage manuel)	22	11
		M_Méthodes culturales_Atténuation_Conduite arbres (Taille en vert / égourmandage)	22	9
		M_Méthodes culturales_Atténuation_Gestion irrigation RDI	11	4
	Produits de biocontrôle	M_Produits de biocontrôle (autres que Soufre car dans IFT...)	13	2
	Efficience	M_Efficience_Réduction dose SA	11	4
M_Efficience_OAD + Raisonnement		22	13	
Ravageurs	Contrôle génétique	R_Contrôle génétique_Variété_PG	0	0
	Physique	R_Lutte physique_Filets	0	0
		R_Lutte physique_Argile	8	4
		R_Lutte physique_Glu	5	5
	Lutte biotechnique	R_Lutte Biotechnique_Confusion	22	22
		R_Lutte Biotechnique_Piégeage Massif	6	5
	Lutte biologique	R_Lutte Biologique_par Conservation	13	10
		R_Lutte Biologique_par lacher inoculatif	0	0
		R_Lutte Biologique_par lacher inondatif	0	0
	Méthodes culturales	R_Lutte biologique_par Produits de biocontrôle (micro-organismes Bt, virus...)	14	10
		R_Méthodes culturales_Action population_Prophylaxie (suppression premiers foyers ravageurs)	12	7
		R_Méthodes culturales_Atténuation_Conduite arbres (Vigreur) par ferti + interventions	13	2
	Produits de biocontrôle	R_Méthodes culturales_Atténuation_Conduite arbres (Eclaircissage manuel) : forficules, TOP	11	1
		R_Produits de biocontrôle (autres que Biologique...)	0	0
	Efficience	R_Efficience_Réduction dose SA	2	1
		R_Efficience_OAD + Raisonnement	22	13

Dans EcoPêche, 11 leviers d'action ont été répertoriés pour **contrôler les maladies** (Tableau 2). Il existe cependant actuellement peu de possibilité en termes de résistance ou tolérance du matériel végétal (variétés et porte-greffe commerciaux). La très grande majorité des leviers disponibles font partie de méthodes culturales agissant soit directement au niveau des premiers foyers de contamination soit visant à atténuer la sensibilité des arbres ou l'intensité des dégâts occasionnés par la maladie. Ces méthodes culturales ont souvent une efficacité partielle. Elles font partie des « bonnes pratiques » agronomiques et sont donc déjà mobilisées (4 leviers d'action) dans les systèmes de référence (Figure 1). Cependant, l'intensité du recours à ces méthodes culturales est fortement contingente par le temps de travail que cela peut exiger. Lorsque la lutte avec des produits phytopharmaceutiques est utilisée en complément de ces méthodes alternatives, la réduction de dose de substance active est souvent utilisée en fonction des périodes de l'année et de la maladie (11 cas sur 14). Dans les systèmes alternatifs, ces méthodes culturales sont souvent mobilisées plus intensément ce qui explique l'augmentation des notes de niveau 2 par rapport aux systèmes REF.

Pour **contrôler les ravageurs**, la diversité des leviers d'action alternatifs à la lutte chimique est plus élevée que pour les maladies (Tableau 2). Cependant parmi les 16 leviers potentiellement utilisables en pêche-nectarine, 4 leviers ne sont pas mobilisés actuellement dans EcoPêche car il n'y a pas d'application encore vraiment développée sur l'espèce (filets anti-insectes type Alt'Carpo, lâchers inondatifs, lâchers inoculatifs, produits peu préoccupants). Certains des 12 leviers alternatifs sont déjà mobilisés dans les systèmes de référence, en particulier la confusion sexuelle (utilisée sur les 22 systèmes expérimentés) et les outils d'aide à la décision - raisonnement agronomique car considérés comme des bonnes pratiques. Les systèmes alternatifs mobilisent les leviers « barrière physique » comme les argiles contre les pucerons (8 cas sur 14), la glu contre les forficules (5 cas sur 14), ainsi que la lutte biologique par conservation grâce à des infrastructures agroécologiques (13 cas sur 14) et l'utilisation de produits de biocontrôle (14 cas sur 14). Les méthodes culturales d'atténuation de la

sensibilité aux ravageurs sont aussi utilisées avec une plus forte intensité dans les systèmes économes et Bio mais sans qu'on connaisse vraiment l'efficacité réelle sur le terrain excepté pour le puceron vert. De même, la réduction de dose de substance active est beaucoup moins utilisée contre les ravageurs que pour les maladies (2 cas sur 14 systèmes alternatifs). Globalement c'est donc une combinaison de 2 à 10 leviers qui est donc utilisée dans les systèmes innovants par comparaison aux 2 à 3 leviers mobilisés dans les systèmes de référence (Figure 2)

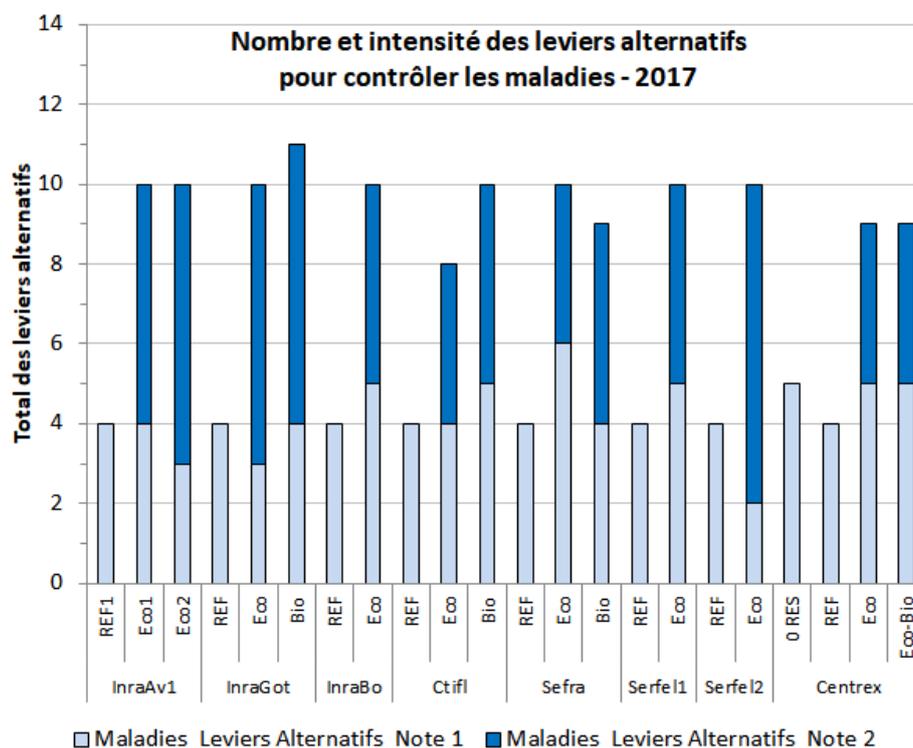


Figure 1. Nombre et intensité d'utilisation des méthodes de contrôle des maladies mises en œuvre dans les systèmes d'EcoPêche en 2017

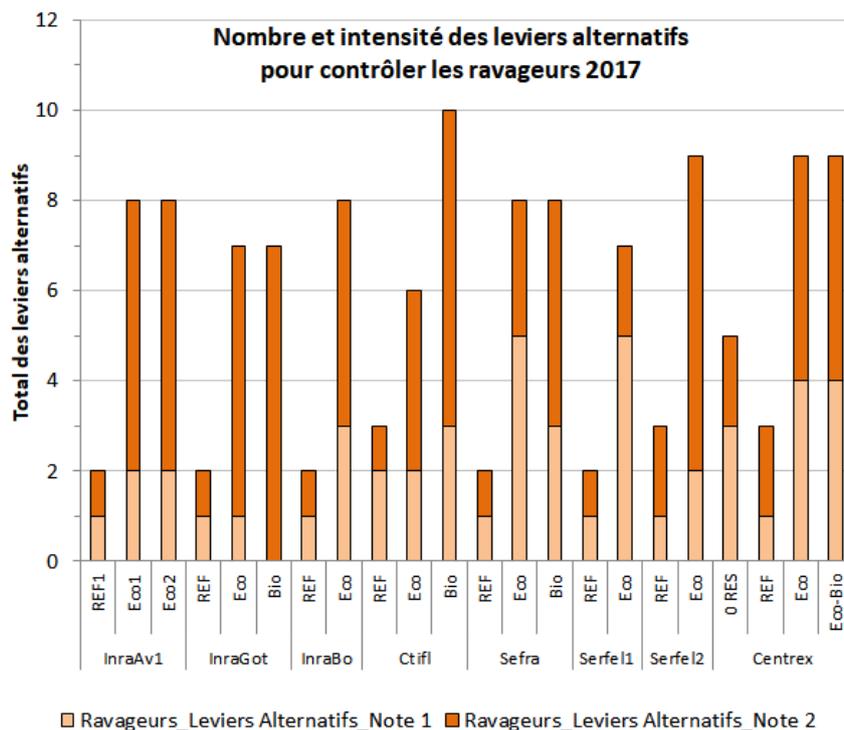


Figure 2. Nombre et intensité d'utilisation des méthodes de contrôle des ravageurs mises en œuvre dans les systèmes d'EcoPêche en 2017.

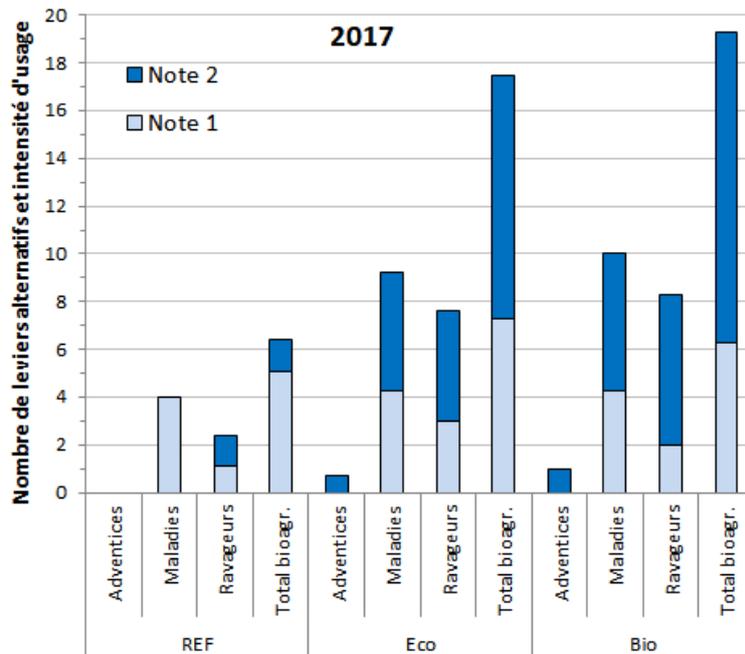


Figure 3 Nombre moyen et intensité d'utilisation des méthodes de contrôle des différents types de bioagresseurs dans les systèmes d'EcoPêche en 2017 (moyenne calculée sur 8 systèmes pour REF, 11 systèmes pour Eco et 3 systèmes pour Bio).

Au total, 6 à 7 méthodes alternatives sont utilisées dans les systèmes REF mais avec une intensité réduite excepté pour la confusion sexuelle qui réduit nettement l'usage des insecticides contre la tordeuse orientale du pêcher (Figure 3). Dans les systèmes Eco et Bio, ce sont 18 à 19 leviers d'action qui sont combinés et actionnés, avec une intensité de mobilisation beaucoup plus forte afin de permettre la réduction des IFT. A noter cependant que le total des leviers d'action peut comptabiliser deux fois le même « levier d'action » appliquée pour gérer soit les ravageurs soit les maladies.

B. Résultats obtenus en 2017

Les résultats de la campagne 2017 sont présentés en regroupant tous les systèmes testés car tous les vergers sont rentrés dans leur phase de production. Cependant, les résultats en valeur absolue sont encore très dépendants de l'âge des vergers (vergers en 4^{ième} feuille à vergers en 7^{ième} feuilles). De ce fait, nous privilégions souvent l'analyse des résultats exprimés en relatif par rapport à l'écart avec le système de référence (REF) car elle est plus pertinente : $(\text{Eco ou Bio} - \text{REF}) / \text{REF} \times 100$. A noter aussi que pour les systèmes Bio, les valeurs moyennes présentées ne sont pas à « comparer » aux valeurs moyennes des systèmes REF (calculées à partir des 8 systèmes REF) mais bien aux 3 systèmes REF des sites où il y a implantation des systèmes Bio.

Pour permettre une vision globale des principaux résultats, les tableaux et les figures regroupent les différents systèmes sous les termes génériques REF, ECO et BIO (Référence, Economie et Agriculture Biologique). Cependant sous un même terme les règles de décision peuvent être différentes sur chaque site-dispositif expérimental, même si les grandes orientations stratégiques sont assez proches. L'analyse des résultats doit appréhender si les règles de décision ont permis d'atteindre les résultats fixés en matière de réduction de l'Indice de Fréquence des Traitements (IFT) et d'identifier les différentiels de résultats agronomiques et technico-économiques entre les systèmes alternatifs (ECO et BIO) et le système de référence (REF) qui correspond à une stratégie assez proche du système standard pratiqué par la majorité des producteurs (type cahier des charges « vergers EcoResponsables »).

1. Indice de Fréquence des Traitements

Les tableaux 3 et 4 présentent les différents types d'IFT selon les différentes catégories de produits dans les dispositifs EcoPêche pour la campagne 2017. Les IFT sont comptabilisés en IFT « chimique » (produits phytopharmaceutiques hors produits de biocontrôle) et en IFT biocontrôle (produits de biocontrôle parfois appelé IFT vert). L'objectif d'EcoPêche est de réduire de 50 % les IFT hors produits de biocontrôle : la colonne « réduction % REF » calcule sur chaque dispositif la réduction observée par rapport au système de référence défini par l'expérimentateur pour les produits phytopharmaceutiques hors produits de biocontrôle. A noter que certains produits phytopharmaceutiques hors produits de biocontrôle sont utilisables dans le cahier des charges AB (produits minéraux, etc.) ce qui explique les valeurs observées de l'IFT chimique même en Bio.

Pour les IFT 'chimique' hors produits de biocontrôle (tableau 3), la valeur moyenne (\pm erreur standard) est de 19.7 ± 2.0 IFT sur les systèmes REF ($n=8$), de 8.1 ± 1.3 sur ECO ($n=10$) et de 3.3 ± 1.0 IFT ($n=3$) sur les systèmes conduits en BIO conduisant donc à une réduction moyenne de -60.3 ± 5.3 % pour ECO et -80.2 ± 4.5 % pour BIO par rapport aux systèmes de référence. La figure 4 montre cependant une assez forte variabilité dans l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (hors produits de biocontrôle) qui passent de 12.3 IFT à 27.7 IFT dans REF et de 1.5 à 16.0 dans ECO.

Parallèlement, les IFT des produits de biocontrôle augmentent de 3.6 ± 0.5 IFT sur REF, à 7.4 ± 1.4 IFT sur ECO et 10.8 ± 0.5 IFT sur BIO, ce qui correspond à une augmentation d'un facteur 2 à 3 d'usage des produits de biocontrôle sur les systèmes alternatifs.

Le tableau 4 montre les résultats des IFT Usage calculés pour 2017 qui correspondent à la nouvelle procédure de calcul des IFT à partir de la campagne 2016 (la dose de référence correspond à la dose homologuée pour un usage donné sur l'espèce considérée). Les IFT usage 'chimique' (hors produits de biocontrôle) sont de 17.7 ± 1.3 IFT sur REF, 7.5 ± 1.0 IFT sur ECO et 1.9 ± 0.3 IFT sur BIO, ce qui donne des réductions de -58.9 ± 5.1 % pour ECO et -87.6 ± 0.8 % pour BIO par rapport aux systèmes de référence, valeurs assez comparables aux IFT calculés avec l'ancienne méthode.

L'IFT TOTAL qui correspond à la somme des IFT 'chimique' (hors produits de biocontrôle) et des IFT produits de biocontrôle, est diminué de -35.3 % sur ECO et -29.6 % sur BIO par rapport à REF (Tableau 4) du fait de la substitution partielle des produits 'chimiques' par des produits de biocontrôle. Mais la majeure partie de la réduction d'utilisation des pesticides est liée à la mise en œuvre d'autres méthodes alternatives.

Sur les systèmes de référence, les produits fongicides représentent 52 % des IFT totaux. Les herbicides représentent une très faible proportion (5.6 %) du fait des traitements localisés sur le rang dans les vergers.

Tableau 3. Indice de Fréquence de Traitements (IFT) selon les différentes catégories de produits phytopharmaceutiques sur les différents systèmes du projet EXPE EcoPêche pour la campagne 2017

EcoPêche 2017					IFT "chimique" (hors produits de biocontrôle)					IFT Produits de biocontrôle			Réduct.
Dispositif	Systèmes	Variété	année planta.	Nb arb./ha	Herbi.	Fong.	Insecti.	autres	Total chimique	Fong.	Insecti.	Total Bioc.	en % REF
1_INRA Avignon 1	REF1	Nectarlove	2013	571	1.2	13.9	11.7	1.0	27.7	0.0	1.0	1.0	0.0
	Eco1	Nectarlove	2013	571	5.9	2.7	0.0	0.0	8.6	3.7	5.3	9.9	-69.0
	Eco2	Nectarlove	2013	909	5.9	2.7	0.0	0.0	8.6	2.7	4.0	7.7	-69.0
2_INRA Gotheron	REF	Surprise	2011	533	2.0	12.0	4.0	0.0	18.0	1.0	2.0	3.0	0.0
	Eco	Elise	2011	533	0.0	6.0	0.0	0.0	6.0	0.0	2.0	2.0	-66.7
	Bio	Elise	2011	533	0.0	5.0	0.0	0.0	5.0	6.0	4.0	10.0	-72.2
3_INRA Bourran	REF	Surprise	2012	555	0.4	9.0	4.0	0.0	13.4	3.0	0.0	3.0	0.0
	Eco	Surprise	2012	555	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5	1.0	1.0	2.0	-88.8
4_CTIFL	REF	Sweet Star	2013	476	2.0	5.3	5.0	0.0	12.3	1.3	3.6	4.9	0.0
	Eco	Sweet Star	2013	1010	0.0	3.2	5.0	0.0	8.2	1.9	5.8	7.7	-33.3
	Bio	Sweet Star	2013	1010	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5	6.1	5.7	11.8	-87.8
5_SEFRA	REF	Nectardream	2012	476	1.8	11.3	5.0	0.0	18.0	2.7	2.0	4.7	0.0
	Eco	Nectardream	2012	555	0.0	7.3	0.0	0.0	7.3	4.7	5.0	9.7	-59.7
	Bio	Nectardream	2012	555	0.0	3.5	0.0	0.0	3.5	5.7	5.0	10.7	-80.6
6_SERFEL 1	REF	Western Red	2011	556	0.9	10.0	14.5	0.0	25.4	4.4	1.0	5.4	0.0
	Bas intrants	Western Red	2011	556	0.0	10.0	6.0	0.0	16.0	3.7	2.0	5.7	-37.0
6_SERFEL 2	REF	Sandine	2013	556	1.0	9.7	13.7	0.0	24.4	1.7	1.2	2.9	0.0
	Eco Innovant	Sandine	2013	740	0.0	6.2	6.6	0.0	12.8	0.8	1.1	1.9	-47.4
7_Sica CENTREX	REF	Orine	2013	571	0.9	10.3	7.0	0.0	18.2	1.0	3.0	4.0	0.0
	O RES	Orine	2013	571	0.9	7.3	4.0	0.0	12.2	4.0	4.0	8.0	-33.0
	Eco	Orine	2013	571	0.9	3.3	2.0	0.0	6.2	5.0	8.0	13.0	-66.0
	Eco-Bio	Orine	2013	571	0.9	2.3	3.0	0.0	6.2	6.0	8.0	14.0	-66.0
Moyenne	REF				1.3	10.2	8.1	0.2	19.7	1.9	1.7	3.6	0.0
	Eco				0.2	5.2	2.8	0.0	8.1	2.9	4.2	7.4	-60.3
	Bio				0.0	3.3	0.0	0.0	3.3	5.9	4.9	10.8	-80.2

Tableau 4. IFT usage et IFT TOTAL selon les différentes catégories de produits phytopharmaceutiques sur les différents systèmes du projet EXPE EcoPêche pour la campagne 2017

EcoPêche 2017					IFT Usage hors produits de biocontrôle					IFT TOTAL ("chimique"+biocontrôle)					Réduct.	Réduct.
Dispositif	Systèmes	Variété	année planta.	Nb arb./ha	Herbi.	Fong.	Insecti.	autres	Total IFT Usage	Herbi.	Fong.	Insecti.	autres	IFT TOTAL	Usage % REF	IFT Total % REF
1_INRA Avignon 1	REF1	Nectarlove	2013	571	1.2	12.0	8.0	1.0	22.2	1.2	13.9	12.7	1.0	28.7	0.0	0.0
	Eco1	Nectarlove	2013	571	5.9	5.0	2.0	0.0	7.0	0.0	9.6	7.9	1.0	18.5	-68.5	-35.5
	Eco2	Nectarlove	2013	909	5.9	5.0	2.0	0.0	7.0	0.0	8.6	6.7	1.0	16.3	-68.5	-43.3
2_INRA Gotheron	REF	Surprise	2011	533	2.0	12.0	4.0	0.0	18.0	2.0	13.0	6.0	0.0	21.0	0.0	0.0
	Eco	Elise	2011	533	0.0	6.0	0.0	0.0	6.0	0.0	6.0	2.0	0.0	8.0	-66.7	-61.9
	Bio	Elise	2011	533	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5	0.0	11.0	4.0	0.0	15.0	-86.1	-28.6
3_INRA Bourran	REF	Surprise	2012	555	0.4	9.0	4.0	0.0	13.4	0.4	10.0	4.0	0.0	13.4	0.0	0.0
	Eco	Surprise	2012	555	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5	-81.3	-81.3
4_CTIFL	REF	Sweet Star	2013	476	2.0	5.3	5.0	0.0	12.3	2.0	6.6	8.6	0.0	17.2	0.0	0.0
	Eco	Sweet Star	2013	1010	0.0	3.2	5.0	0.0	8.2	0.0	5.1	10.8	0.0	15.9	-33.3	-7.6
	Bio	Sweet Star	2013	1010	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5	0.0	7.6	5.7	0.0	13.3	-87.8	-22.6
5_SEFRA	REF	Nectardream	2012	476	1.4	10.5	4.0	0.0	15.9	1.8	13.9	7.0	0.0	22.7	0.0	0.0
	Eco	Nectardream	2012	555	0.0	6.5	0.0	0.0	6.5	0.0	11.9	5.0	0.0	16.9	-59.1	-25.4
	Bio	Nectardream	2012	555	0.0	1.8	0.0	0.0	1.8	0.0	9.2	5.0	0.0	14.2	-89.0	-37.5
6_SERFEL 1	REF	Western Red	2011	556	0.9	8.6	12.0	0.0	21.5	0.9	14.4	15.5	0.0	30.8	0.0	0.0
	Bas intrants	Western Red	2011	556	0.0	8.6	6.0	0.0	14.6	0.0	13.7	8.0	0.0	21.7	-32.0	-29.5
6_SERFEL 2	REF	Sandine	2013	556	1.0	8.3	11.0	0.0	20.3	1.0	11.4	14.9	0.0	27.3	0.0	0.0
	Eco Innovant	Sandine	2013	740	0.0	5.2	5.5	0.0	10.6	0.0	7.0	7.7	0.0	14.7	-47.4	-46.0
7_Sica CENTREX	REF	Orine	2013	571	0.9	10.3	7.0	0.0	18.2	0.9	11.3	10.0	0.0	22.2	0.0	0.0
	O RES	Orine	2013	571	0.9	7.3	4.0	0.0	12.2	0.9	11.3	8.0	0.0	20.2	-33.0	-9.0
	Eco	Orine	2013	571	0.9	3.3	2.0	0.0	6.2	0.9	8.3	10.0	0.0	19.2	-66.0	-13.5
	Eco-Bio	Orine	2013	571	0.9	2.3	3.0	0.0	6.2	0.9	8.3	11.0	0.0	20.2	-66.0	-9.0
Moyenne	REF				1.2	9.5	6.9	0.2	17.7	1.3	11.8	9.8	0.1	22.9	0.0	0.0
	Eco				0.2	4.7	2.5	0.0	7.5	0.2	8.1	6.9	0.2	15.4	-58.9	-35.3
	Bio				0.0	1.9	0.0	0.0	1.9	0.0	9.3	4.9	0.0	14.2	-87.6	-29.6

La réduction d'IFT chimique sur les systèmes **ECO** (Figure 5) est comprise entre -33 % et -89 % avec une valeur moyenne de -60 ± 5 %. La réduction d'usage est de 100 % pour les herbicides, sauf sur les systèmes ECO de la Centrex où il y a eu mise en place de nouvelles stratégies en 2017. Les systèmes économes sont donc proches du zéro herbicide recherché. Sur les systèmes économes, les fongicides représentent 63 % des IFT chimique et 40 % pour les IFT de biocontrôle (53 % des IFT totaux). La réduction d'IFT sur ECO par rapport aux systèmes REF est assez comparable entre fongicides (-49 %) et les insecticides (-66 %). La réduction des IFT chimique (Figure 5) laisse entrevoir 2 grands groupes, avec des systèmes ECO où la réduction moyenne se situe autour de -30 à -50 % (3 cas) et des systèmes où la réduction est très inférieure à -50 % (7 cas), sans doute car la pression en bioagresseurs n'était pas trop forte lors de la campagne 2017.

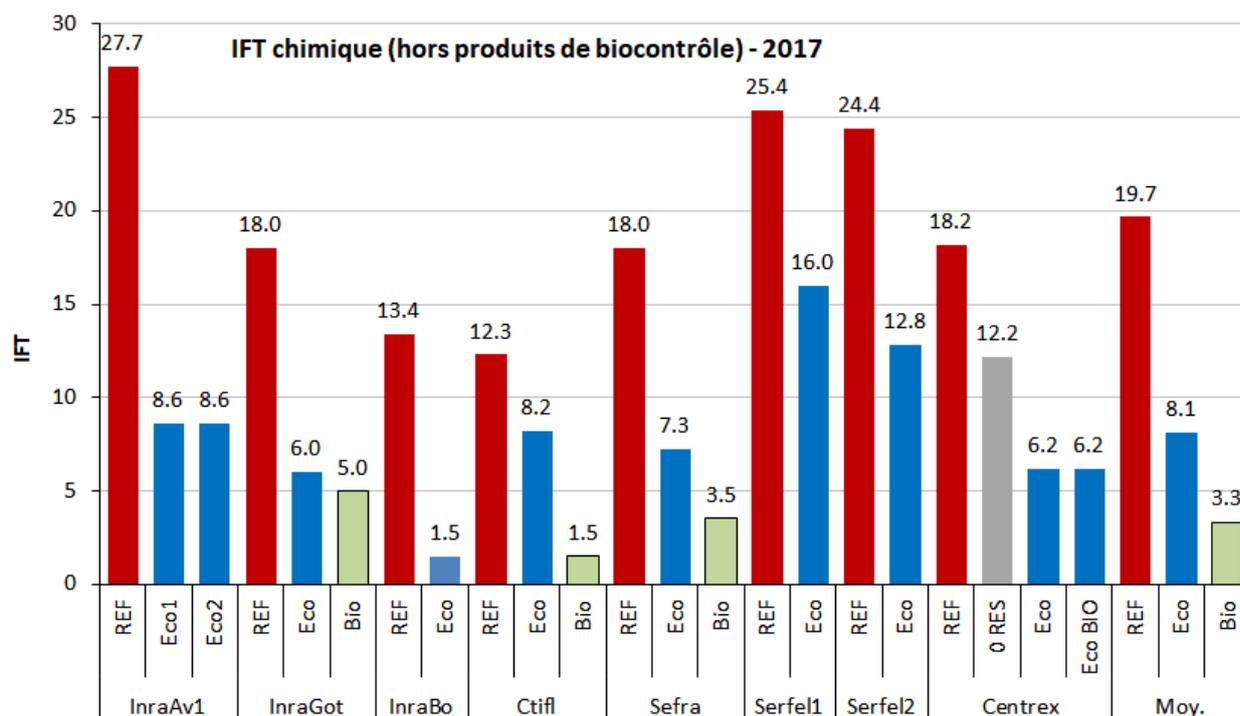


Figure 4 Indice de Fréquence des Traitements (des produits phytopharmaceutiques chimiques (hors produits de biocontrôle) sur les différents systèmes des dispositifs Ecopêche en 2017

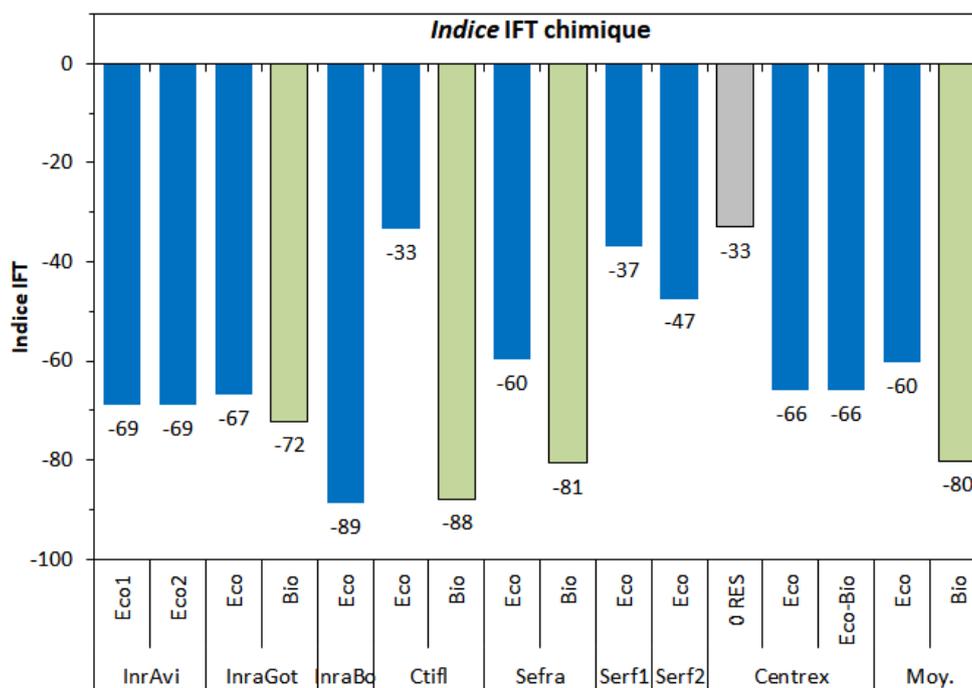


Figure 5 Réduction de l'utilisation des IFT des produits phytopharmaceutiques chimiques (hors produits de biocontrôle) sur les différents systèmes des dispositifs Ecopêche en 2017 (en % des systèmes REF)

Sur les systèmes conduit en **BIO** (3 sites en 2017), la réduction moyenne d'IFT hors produits de biocontrôle est de -80.2 ± 4.5 %. Elle s'explique par l'absence d'utilisation d'herbicides, la quasi absence de produits à effet « insecticide » (réduction de -100 % par rapport à REF en 2017) utilisable dans le cahier des charges AB, et une diminution des fongicides de -67 %. Le recours aux produits de biocontrôle est très élevé (10.8 IFT) représentant 76 % des interventions phytosanitaires.

La figure 6 montre la profonde modification globale dans l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sur les systèmes ECO et BIO liée à la réduction d'usage mais aussi à la

substitution des produits chimiques par des produits de biocontrôle, gage d'une forte diminution des impacts environnementaux.

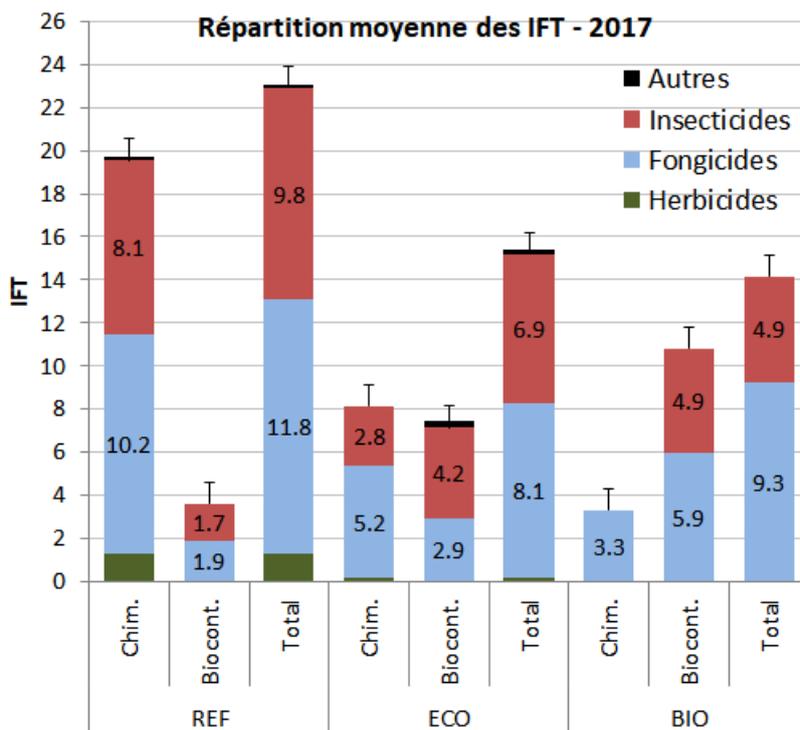


Figure 6 Répartition moyenne \pm erreur standard par type d'IFT et par catégorie de produits sur les différents systèmes d'Ecopêche en 2017.

En synthèse, la réduction moyenne est de **-60 %** pour l'IFT 'chimique' (hors produits de biocontrôle) et de **-35 %** pour l'IFT Total sur les systèmes économes (ECO) d'EcoPêche pour la campagne 2017. Les objectifs visés sont donc largement atteints (si possible -50 % d'IFT chimique). La réduction s'explique par la mise en œuvre de différents types de leviers d'action et la substitution de produits de synthèse par des produits de biocontrôle. Sur certains systèmes, la réduction est encore plus forte, mais peut-être au détriment des performances agronomiques. Sur les systèmes BIO, la réduction de l'IFT 'chimique' est de -80 % et de -30 % pour l'IFT Total.

2. Utilisation des intrants eau d'irrigation et fertilisation azotée

Le tableau 5 présente les quantités d'éléments fertilisants et d'eau d'irrigation apportées sur les différents systèmes dans tous les dispositifs d'EcoPêche.

Sur les systèmes de référence, la fertilisation moyenne en N, P₂O₅ et K₂O correspond aux recommandations faites aux producteurs avec en moyenne 140 \pm 11 kg N/ha, 60 \pm 12 kg P₂O₅/ha et 187 \pm 20 kg K₂O/ha. La variabilité des doses moyennes s'explique en partie par les différences de potentiel de production et de vigueur des vergers, ainsi que les caractéristiques des sols, surtout pour le phosphore et le potassium.

Les quantités d'eau d'irrigation sont en moyenne de 619 \pm 103 mm sur les systèmes de référence. Elles sont très élevées du fait du déficit hydrique très important cette année dans le Sud-est de la France.

En tendance sur ECO, il ressort une réduction de -14 % de la fertilisation azotée, -28 % des apports de phosphore et -16 % de la fertilisation potassique. La réduction d'irrigation est en moyenne à -18 % mais avec des réductions importantes sur quelques sites et pas de réduction sur d'autres selon que l'expérimentateur utilise ou non l'irrigation comme un levier d'action pour essayer de contrôler le développement des maladies de conservation et/ou améliorer la qualité des fruits via une augmentation du taux de sucres solubles.

Dans les systèmes BIO, les quantités totales d'azote apportées sous forme organique et libérées sous forme minérale sont estimées à 113 kg N/ha soit environ -24 % par rapport à REF, mais avec des niveaux de production sensiblement moins élevés. La réduction de l'irrigation sur Bio (-31 %) s'explique par la moindre vigueur et productivité du système.

Tableau 5. Quantités de fertilisants (kg/ha) et d'eau d'irrigation (m3/ha) apportées sur les différents systèmes EcoPêche lors de la campagne 2017. Les % de réduction sont calculés par rapport aux systèmes de référence de chaque dispositif.

EcoPêche 2017	Dispositif	Systèmes	Variété	année planta.	Nb arb./ha	Fertilisation (kg / ha)			Réduction Ferti. En % REF			Irrigation	
						N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	Irrig. % REF	REF
1_INRA Avignon 1	REF1	Nectarlove	2013	571	145	55	130	0.0	0.0	0.0	7 193	0.0	
	Eco1	Nectarlove	2013	571	125	29	102	-13.8	-47.3	-21.5	4 678	-35.0	
	Bio	Nectarlove	2013	909	125	29	102	-13.8	-47.3	-21.5	4 740	-34.1	
2_INRA Gotheron	REF	Surprise	2011	533	136	112	191	0.0	0.0	0.0	9 790	0.0	
	Eco	Elise	2011	533	84	32	96	-38.2	-71.4	-49.7	4 860	-50.4	
	Bio	Elise	2011	533	117	70	114	-14.0	-37.5	-40.3	5 360	-45.3	
3_INRA Bourran	REF	Surprise	2012	555	66	0	92	0.0		0.0	982	0.0	
	Eco	Surprise	2012	555	66	0	92	0.0		0.0	858	-12.6	
4_CTIFL	REF	Sweet Star	2013	476	142	81	167	0.0	0.0	0.0	8 360	0.0	
	Eco	Sweet Star	2013	1010	152	91	178	7.0	12.3	6.6	6 500	-22.2	
	Bio	Sweet Star	2013	1010	88	28	60	-38.0	-65.4	-64.1	4 330	-48.2	
5_SEFRA	REF	Nectardream	2012	476	171	85	246	0.0	0.0	0.0	3 970	0.0	
	Eco	Nectardream	2012	555	121	63	177	-29.2	-25.9	-28.0	3 860	-2.8	
	Bio	Nectardream	2012	555	135	75	168	-21.1	-11.8	-31.7	3 940	-0.8	
6_SERFEL 1	REF	Western Red	2011	556	160	60	240	0.0	0.0	0.0	7 330	0.0	
	Bas intrants	Eco	Western Red	2011	556	121	39	182	-24.4	-35.0	-24.2	7 330	0.0
6_SERFEL 2	REF	Sandine	2013	556	160	60	240	0.0	0.0	0.0	7 870	0.0	
	Eco Innovant	Eco	Sandine	2013	740	121	39	182	-24.4	-35.0	-24.2	6 120	-22.2
7_Sica CENTREX	REF	Orine	2013	571	140	30	190	0.0	0.0	0.0	4 000	0.0	
	O RES	Orine	2013	571	140	30	190	0.0	0.0	0.0	4 000	0.0	
	Eco	Orine	2013	571	140	30	190	0.0	0.0	0.0	4 000	0.0	
	Eco-Bio	Orine	2013	571	140	30	190	0.0	0.0	0.0	4 000	0.0	
Moyenne	REF				140.0	60.4	187.0	0.0	0.0	0.0	6 187	0.0	
	Eco				119.5	38.2	149.1	-13.7	-27.7	-16.3	4 695	-17.9	
	Bio				113.3	57.7	114.0	-24.4	-38.2	-45.4	4 543	-31.4	

En synthèse,

Les vergers étant entrés en phase de production, les économies d'intrants de fertilisants et d'eau d'irrigation s'avèrent plus modestes que les premières années, et se situent entre -14 à -18 % pour l'azote et l'eau. Ceci s'explique aussi pour partie par des apports réalisés sur les systèmes de référence qui sont déjà assez optimisés. L'économie d'eau d'irrigation (environ 150 mm) n'est cependant pas négligeable si on reporte ce volume à des échelles de bassin de production.

3. Temps de travaux

La figure 7 présente le total des temps de travaux nécessaires pour la conduite des différents systèmes sur les dispositifs EcoPêche en 2017. Ces temps comptabilisent le temps nécessaire aux 4 principaux chantiers manuels du pêcher (taille d'hiver, taille d'été, éclaircissage manuel et temps de récolte) qui représentent environ 90 % du temps de travail (Tableau 6), mais aussi les heures passées pour les chantiers de prophylaxie (suppression d'organes touchés par les bioagresseurs, les heures d'observation pour le pilotage des systèmes, les heures des travaux mécanisés, etc.). A noter que les heures du chantier de récolte représentent 42 à 47 % des heures totales. Le temps de récolte étant fortement corrélé au rendement récolté, nous avons aussi calculé le temps total hors les temps de récolte (Tableau 5).

Sur les systèmes de référence, le temps de travail est de 1027 ± 136 h/ha ce qui est sensiblement plus élevé que les données issues de la base technico-économique EFI© pêche en raison des niveaux de performance observés sur la plupart des sites, mais aussi sans doute de la moindre possibilité d'optimiser le temps de travail sur des dispositifs expérimentaux par rapport à des vergers commerciaux. On observe cependant une très forte variabilité liée aux différences de potentiel de production qui influence fortement le temps du chantier de récolte. Le temps hors récolte est en moyenne de 555 ± 81 h/ha.

Les temps de travaux sont légèrement plus faibles sur ECO (914 ± 120 h/ha en moyenne, soit -6.8 % par rapport à REF). Le total des heures hors récolte est de 476 ± 66 h/ha ce qui donne une réduction de -11.7 % par rapport à REF. A noter cependant que derrière les chiffres moyens se cache une forte variabilité avec une augmentation (5 cas) ou une diminution (5 cas) des temps de travaux sur ECO vs le système de référence en fonction des sites et surtout des rendements.

En BIO, le temps est de 752 ± 260 h/ha ce qui correspond à une réduction de -43 % par rapport à REF. Cette forte diminution s'explique par la forte réduction du temps de récolte (320 h/ha en Bio vs 628 h/ha sur les systèmes REF dans les mêmes sites) liée à la forte baisse de rendement.

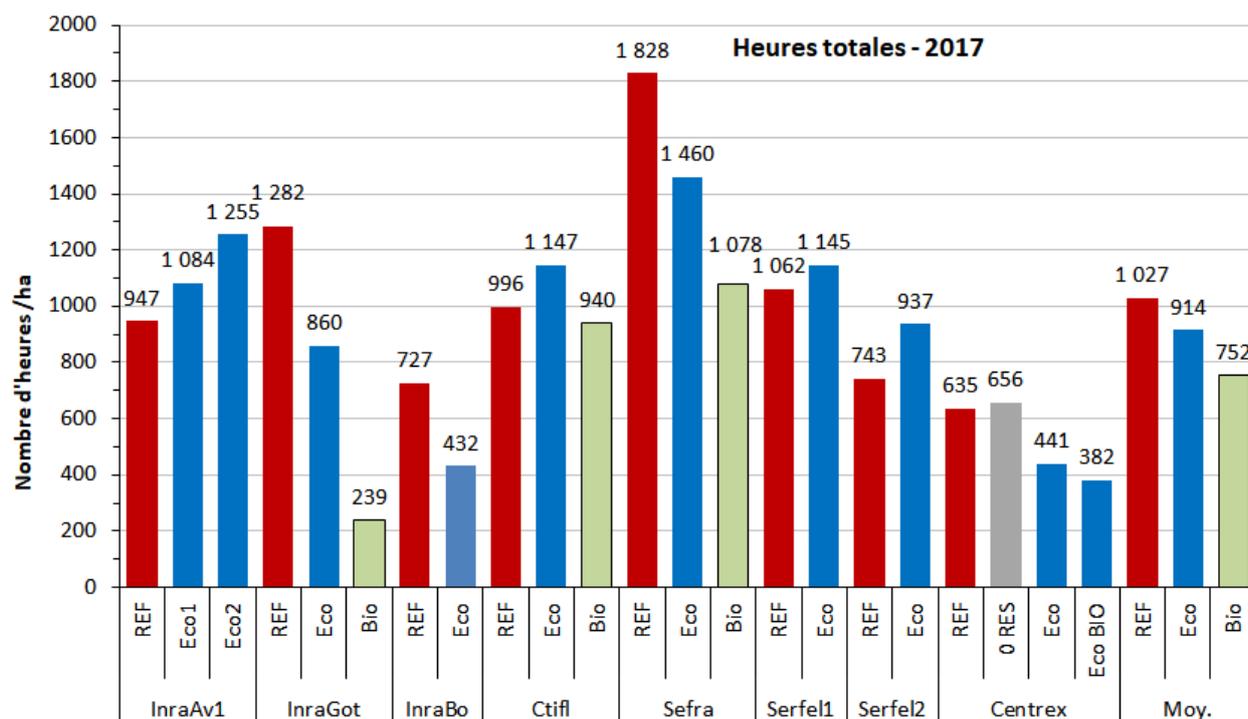


Figure 7 Temps de travaux (heures/ha) pour la conduite des différents systèmes dans le cas des vergers en production de pêche-nectarine lors de la campagne 2017 (EcoPêche)

Tableau 6. Temps de travaux (heures/ha) selon les différents postes de travail sur les différents systèmes EcoPêche lors de la campagne 2017. Les % de réduction sont calculés par rapport aux systèmes de référence de chaque dispositif pour le total des heures et pour le travail hors temps de récolte.

EcoPêche 2017	Dispositif	Systèmes	Variété	année planta.	Nb arb./ha	Principaux chantiers manuels				Autres postes				Total		Réduct. Total % REF	Réduct. H. hors réc. % REF
						heures taille d'hiver	heures éclaircissage	heures taille été	heures récolte	heures prophylaxie	heures observations	heures travaux méca.	autres	Heures totales /ha	Heures hors chantier récolte/ha		
1_INRA Avignon 1	REF1	Nectarlove	2013	571	190	238	52	385	0	16	38	28	947	562	0.0	0.0	
	Eco1	Nectarlove	2013	571	190	247	52	501	0	16	27	51	1084	583	14.5	3.8	
	Eco2	Nectarlove	2013	909	227	273	55	597	5	16	26	57	1255	658	32.6	17.2	
2_INRA Gotheron	REF	Surprise	2011	533	85	336	117	701	0	13	30		1282	581	0.0	0.0	
	Eco	Elise	2011	533	57	165	39	566	5	13	16		860	295	-32.9	-49.3	
	Bio	Elise	2011	533	30	0	33	128	3	13	32		239	111	-81.4	-80.9	
3_INRA Bourran	REF	Surprise	2012	555	108	40	6	500	0	50	23		727	227	0.0	0.0	
	Eco	Surprise	2012	555	80	26	13	253	0	50	10		432	179	-40.6	-21.1	
4_CTIFL	REF	Sweet Star	2013	476	126	404	10	356	0		0	100	996	640	0.0	0.0	
	Eco	Sweet Star	2013	1010	168	452	0	416	5		6	100	1147	731	15.2	14.2	
	Bio	Sweet Star	2013	1010	169	321	0	346	46		18	40	940	594	-5.6	-7.2	
5_SEFRA	REF	Nectardream	2012	476	225	565	116	828	0	5	17	72	1828	1000	0.0	0.0	
	Eco	Nectardream	2012	555	167	316	96	771	0	6	26	78	1460	689	-20.1	-31.1	
	Bio	Nectardream	2012	555	202	208	84	485	0	6	22	71	1078	593	-41.0	-40.7	
6_SERFEL 1	REF	Western Red	2011	556	147	326	61	430	0		33	65	1062	632	0.0	0.0	
	Eco	Western Red	2011	556	170	328	0	526	0		41	80	1145	620	7.8	-2.0	
6_SERFEL 2	REF	Sandine	2013	556	108	163	35	323	0		33	81	743	420	0.0	0.0	
	Eco	Sandine	2013	740	159	216	18	462	0		29	53	937	475	26.1	13.0	
7_Sica CENTREX	REF	Orine	2013	571	173	177	30	255					635	380	0.0	0.0	
	0 RES	Orine	2013	571	161	205	27	263					656	393	3.3	3.4	
	Eco	Orine	2013	571	131	122	24	164					441	277	-30.6	-27.1	
	Eco-Bio	Orine	2013	571	89	140	21	132					382	250	-39.9	-34.2	
Moyenne	REF				145	281	53	472	0	21	25	69	1027	555	0.0	0.0	
	Eco				144	229	32	439	2	20	23	70	914	476	-6.8	-11.7	
	Bio				134	176	39	320	16	10	24	56	752	433	-42.7	-42.9	

En synthèse, les systèmes économes en produits phytopharmaceutiques ne provoquent pas une augmentation du temps de travail par rapport aux systèmes de référence.

4. Performances agronomiques : rendement commercialisé, calibre et qualité

Le tableau 7 recense les principaux indicateurs de performances agronomiques pour Ecopêche lors de la campagne 2017.

Tableau 7. Principaux indicateurs de performances agronomiques observés sur les systèmes de culture du projet EcoPêche lors de la campagne 2017. La colonne % correspond au rendement commercialisé en frais des systèmes économes et Bio rapporté au système de référence.

Dispositif	Systèmes	Variété	année planta.	Nb arbre /ha	Nbre de fruits récoltés /ha	Rdt brut récolté (t/ha)	Pertes (t/ha)	Poids moyen fruits (g)	Rdt Commercialisé en frais (t/ha)	Calibre %A et plus	Rdt Com. A et plus (t/ha)	% Rdt Com.en frais vs REF
1_INRA Avignon 1	REF1	Nectarlove	2013	571	247 481	40.9	8.1	165.4	32.8	89.4	29.3	0.0
	Eco1	Nectarlove	2013	571	279 076	47.2	2.6	169.3	44.6	92.9	41.4	36.0
	Eco2	Nectarlove	2013	909	329 134	58.5	6.2	179.0	52.3	95.4	49.9	59.4
2_INRA Gotheron	REF	Surprise	2011	533	324 204	50.9	3.1	157.0	47.8	86.3	41.2	0.0
	Eco	Elise	2011	533	299 270	41.0	4.9	137.0	36.1	43.0	15.5	-24.5
	Bio	Elise	2011	533	81 579	9.3	2.8	114.0	6.5	3.6	0.2	-86.4
3_INRA Bourran	REF	Surprise	2012	555	77 397	10.93	0.44	155.0	10.5	94.1	9.9	0.0
	Eco	Surprise	2012	555	42 808	5.20	0.59	131.0	4.6	67.7	3.1	-56.1
4_CTIFL	REF	Sweet Star	2013	476	305 063	48.2	8.2	158.0	40.0	91.0	36.4	0.0
	Eco	Sweet Star	2013	1010	324 342	49.3	14.5	152.0	34.8	87.0	30.3	-13.0
	Bio	Sweet Star	2013	1010	327 344	41.9	14.8	128.0	27.1	57.7	15.6	-32.3
5_SEFRA	REF	Nectardream	2012	476	366 761	65.1	10.1	177.5	55.0	85.1	46.8	0.0
	Eco	Nectardream	2012	555	314 850	49.4	6.0	156.9	43.4	67.6	29.3	-21.1
	Bio	Nectardream	2012	555	190 898	30.2	6.6	158.2	23.6	74.6	17.6	-57.1
6_SERFEL 1 Bas intrants	REF	Western Red	2011	556	360 967	62.7	17.7	173.7	45.0	84.8	38.2	0.0
	Eco	Western Red	2011	556	259 371	42.9	19.3	165.4	23.6	73.3	17.3	-47.6
6_SERFEL 2 Eco Innovant	REF	Sandine	2013	556	168 098	29.5	6.5	175.6	23.0	76.0	17.5	0.0
	Eco	Sandine	2013	740	212 178	31.8	6.7	150.0	25.1	66.0	16.6	9.3
7_Sica CENTREX	REF	Orine	2013	571	121 534	23.0	1.2	189.0	21.8	100.0	21.8	0.0
	O RES	Orine	2013	571	123 385	23.69	1.24	192.0	22.5	100.0	22.5	3.1
	Eco	Orine	2013	571	81 492	14.8	1.4	181.0	13.3	100.0	13.3	-38.7
	Eco-Bio	Orine	2013	571	67 273	11.84	1.39	176.0	10.5	100.0	10.5	-52.0
Moyenne	REF				246 438	41.4	6.91	168.9	34.5	88.3	30.1	0.0
	Eco				220 979	35.2	6.35	159.8	28.8	79.3	22.7	-14.8
	Bio				199 940	27.1	8.07	133.4	19.1	45.3	11.2	-58.6

Le nombre de fruits récoltés par hectare est en moyenne très légèrement plus faible sur les systèmes ECO (-9.4 %) par rapport aux systèmes de référence, alors qu'il est très fortement réduit dans les systèmes Bio (-38 % par rapport à REF).

Le poids moyen des fruits est dans la majorité des situations plus faible sur les systèmes économes (160 ± 17 g soit -6.3 %) et les systèmes BIO 133 ± 23 g soit -19.1 %) que sur les systèmes REF (169 ± 12 g), malgré une charge en fruits déjà soit légèrement plus faible (Eco) soit très nettement réduite (Bio). Ceci se répercute sur la distribution des calibres des fruits avec 88 ± 3 % des fruits en calibre A et plus sur les systèmes de référence, 79 ± 6 % sur Eco et 45 ± 21 % en calibre A et plus sur Bio, ce critère étant généralement plus discriminant que le poids moyen des fruits. La proportion de calibre A et plus a aussi une forte répercussion sur le prix de vente.

Les rendements bruts récoltés sont réduits en moyenne de -14 ± 10 % sur Eco et -50 % sur les systèmes Bio par rapport à REF.

Les pertes de récolte (figure 8) dues pour la plus grosse partie à des dommages des bioagresseurs (fruits pourris, fruits piqués, dégâts superficiels sur l'épiderme, etc.) sont assez proches sur REF (6.9 ± 2.0 t/ha) et ECO (6.4 ± 1.9 t/ha). Les pertes exprimées en % du rendement brut récolté représentent 14.7 % sur REF et 16.8 % sur ECO. Sur Bio, les pertes s'élèvent à 8.1 t/ha mais rapportées au rendement brut récolté cela représente 29 % de pertes. Globalement donc, les systèmes économes n'ont pas conduit à des pertes de fruits significativement plus élevées que dans les systèmes REF, alors qu'elles sont deux fois plus élevées en Bio.

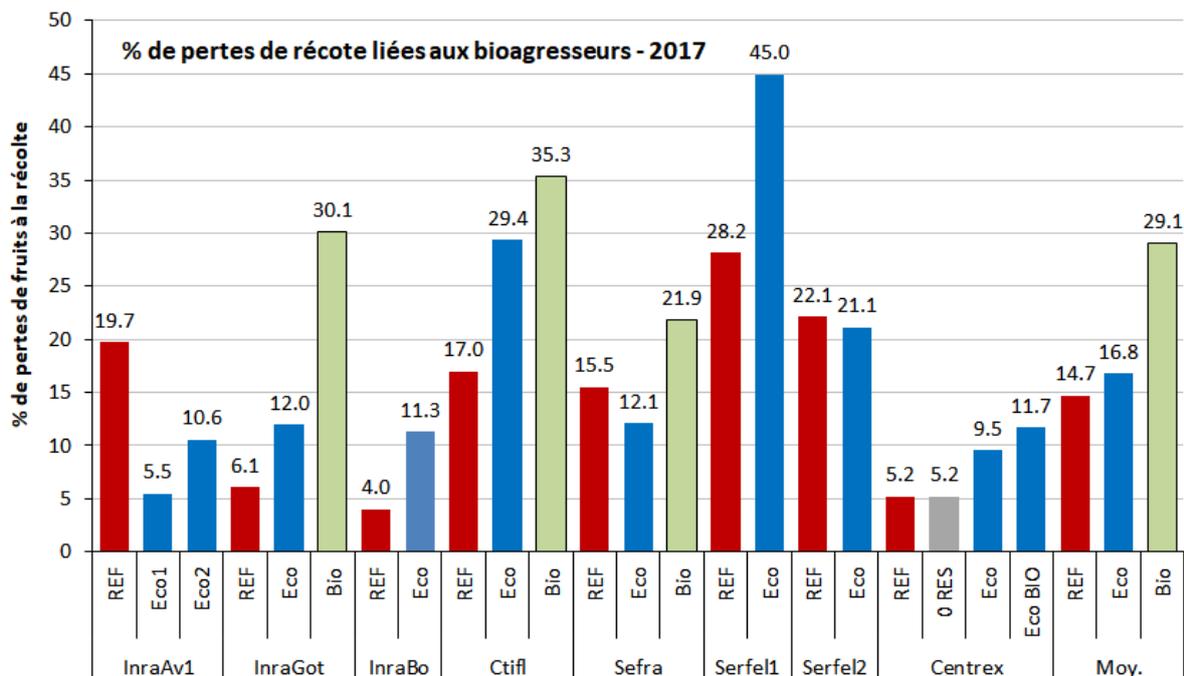


Figure 8 Pourcentage de pertes de fruits à la récolte liées essentiellement aux dommages des bioagresseurs dans les différents systèmes de EcoPêche en 2017

Les rendements commercialisés en frais sont en moyenne (\pm erreur standard) de 34.5 ± 5.4 t/ha sur les systèmes REF, 28.8 ± 5.1 t/ha (soit -15 ± 12 %) sur les systèmes ECO et 19.1 ± 6.4 t/ha (soit -59 %) sur les systèmes Bio (figure 9). Les performances des systèmes économes sont cependant très contrastées selon les sites, avec une augmentation des performances dans 3 cas (+35 % de rendement) et une diminution dans 7 cas (-36 %) par rapport à leur système de référence respectif. Il ressort que les différences de performance observées ne sont que partiellement liées aux pertes de fruits mesurées à la récolte. De nombreux autres facteurs interviennent comme la réduction de vigueur des arbres et/ou de la qualité du bois fructifère du fait de fortes attaques l'année précédente ou de trop fortes réductions d'intrants en eau et azote les années précédentes ou des compétitions liées aux adventices dans les phases juvéniles des vergers.

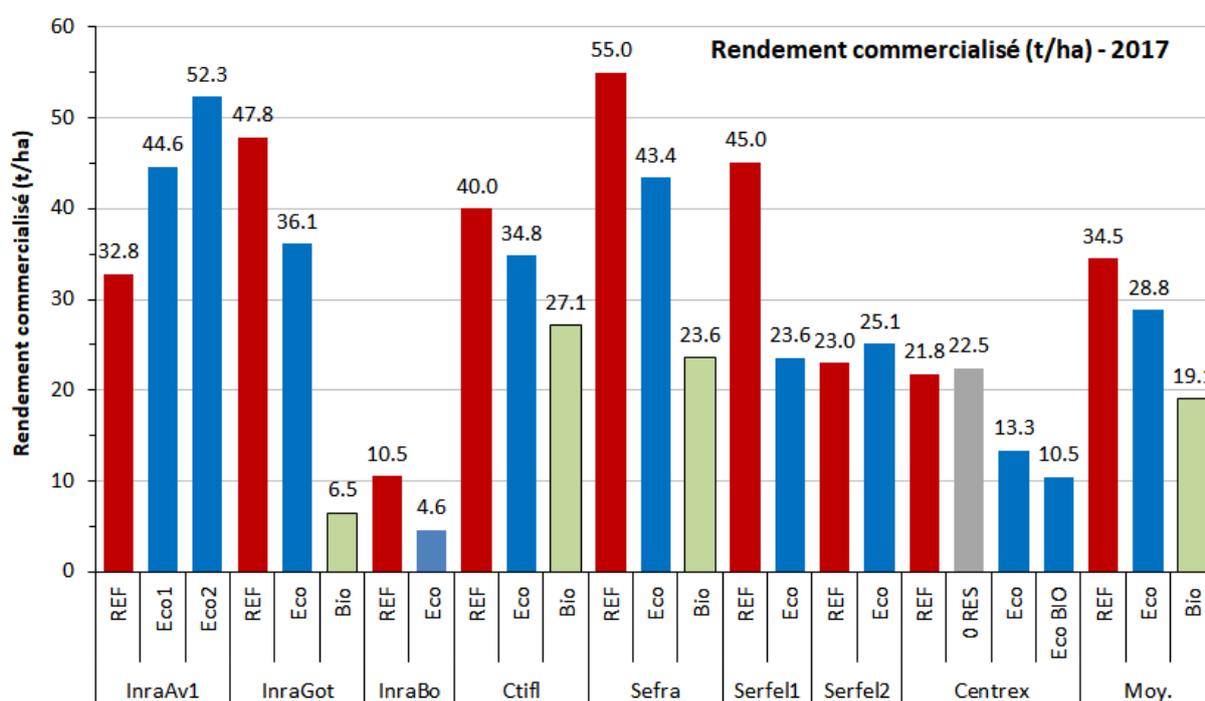


Figure 9 Rendements commercialisés (t/ha) dans les différents systèmes de EcoPêche en 2017

Si on prend en compte la partie la mieux valorisée commercialement (calibre A et plus), le rendement commercialisé en A et plus est réduit de -22 % sur Eco et -73 % en Bio.

Enfin, la qualité des fruits, évaluée par l'indice réfractométrique, est aussi affectée par les différents systèmes d'Ecopêche (figure 10). L'indice réfractométrique est en moyenne de 12.0 ± 0.6 % Brix sur REF, 12.3 ± 0.5 % Brix (soit une augmentation de 0.3 point) et de 11.2 % Brix (soit une augmentation de 0.7 point par rapport aux systèmes de référence des dispositifs concernés).

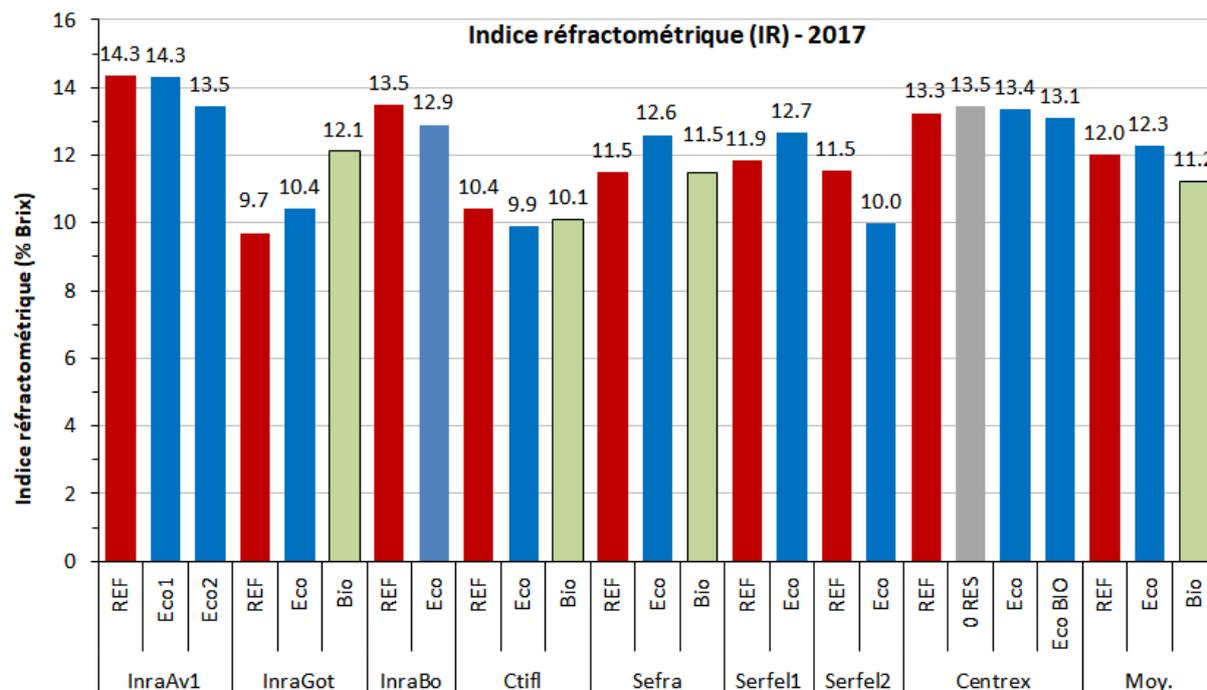


Figure 10 Indice réfractométrique (% Brix) des fruits issus des différents systèmes de EcoPêche en 2017

En synthèse, les systèmes économes ont des performances agronomiques, en particulier le rendement commercialisé en frais, affectées par la réduction des intrants, mais à un niveau (-15 ± 12 % en moyenne) qui est peut-être encore compensable par la réduction des coûts de production. Les réponses sont aussi très contrastées avec une augmentation des rendements commercialisés dans 30 % des situations (+35 % de rendement en moyenne) et une diminution dans 70 % des cas (-36 % de rendement) par rapport aux systèmes de référence. Les systèmes en Bio ont des performances agronomiques très fortement impactées avec une réduction de -59 % du rendement commercialisé en frais. Les pertes de fruits sont assez comparables sur REF (15 % de pertes de fruits à la récolte) et sur ECO (17 %), alors qu'elles sont plus élevées sur BIO (29 %). Cependant, ceci n'explique pas les écarts de performance entre les systèmes. Si l'augmentation de la qualité des fruits, mesurée par l'indice réfractométrique, est faible sur les systèmes économes (+0.3 point Brix en moyenne), elle semble plus élevée en Bio (+0.7 point Brix).

5. Indicateurs d'efficacité du temps de travail et des intrants par unité de production

L'IFT permet d'évaluer la pression en produits phytopharmaceutiques par unité de surface de production. On peut utiliser aussi d'autres indicateurs pour évaluer la pression en produits phytopharmaceutiques par unité de fruits commercialisés ce qui est une manière d'analyser l'efficacité de l'usage des intrants. Les deux points de vue ne sont pas opposables mais complémentaires. La même analyse peut-être réalisée pour calculer l'efficacité du travail et des intrants engrais et eau d'irrigation (tableau 8).

Le ratio heures / tonne de rendement commercialisé augmente très légèrement sur les systèmes économes (33.5 ± 5.2 heures/tonne sur REF à 38.8 ± 6.6 heures/tonne sur ECO). Cette augmentation de +19 % indique que la baisse de rendement n'est pas compensée par la réduction du temps de travail sur les systèmes économes. Le ratio Heures / tonne de rendement commercialisé en calibre A et plus augmente aussi sur ECO (56 heures/tonne A et plus vs 38 sur REF, soit une augmentation de 40 %).

Dans les systèmes Bio, les diminutions du rendement et de calibre impactent fortement ces ratios d'efficacité (39 heures/tonne vs 33 h/t sur les systèmes REF et 381 heures/tonne A et plus).

L'efficacité d'utilisation des produits phytopharmaceutiques hors produits de biocontrôle par tonne de fruits commercialisés passe de 0.70 ± 0.13 IFT/tonne de fruits sur REF à 0.35 ± 0.06 IFT/tonne sur Eco soit une réduction de -47 ± 9.6 %, ce qui signe une nette augmentation d'efficacité dans l'usage

des produits phytosanitaires tout en n'impactant pas trop le rendement. Le ratio diminue aussi sur Bio (0.32 IFT/tonne de fruits vs +0.34 % par rapport aux systèmes de référence correspondants).

Tableau 8. Principaux indicateurs d'efficacité de l'utilisation du temps de travail et des intrants sur les systèmes de culture du projet EcoPêche lors de la campagne 2017.

Dispositif	Systèmes	Variété	année planta.	Nb arbre /ha	Heures / Tonne Com.	Heures / Tonne A et + Com	IFT / T Com.	Ferti N / T Com.	Ferti P2O5/T Com.	Ferti K2O / T Com.	M3 eau irrig. / T Com.
1_INRA Avignon 1	REF1	Nectarlove	2013	571	28.9	32.3	0.84	4.4	1.7	4.0	219
	Eco1	Nectarlove	2013	571	24.3	26.2	0.19	2.8	0.6	2.3	105
	Eco2	Nectarlove	2013	909	24.0	25.2	0.16	2.4	0.6	2.0	91
2_INRA Gothenon	REF	Surprise	2011	533	26.8	31.1	0.38	2.8	2.3	4.0	205
	Eco	Elise	2011	533	23.8	55.4	0.17	2.3	0.9	2.7	135
	Bio	Elise	2011	533	36.7	1022.3	0.77	18.0	10.8	17.5	825
3_INRA Bourran	REF	Surprise	2012	555	69.3	73.7	1.28	6.3	0.0	8.8	94
	Eco	Surprise	2012	555	93.7	138.4	0.33	14.3	0.0	20.0	186
4_CTIFL	REF	Sweet Star	2013	476	24.9	27.4	0.31	3.6	2.0	4.2	209
	Eco	Sweet Star	2013	1010	33.0	37.9	0.24	4.4	2.6	5.1	187
	Bio	Sweet Star	2013	1010	34.7	60.1	0.06	3.2	1.0	2.2	160
5_SEFRA	REF	Nectardream	2012	476	33.2	39.1	0.33	3.1	1.5	4.5	72
	Eco	Nectardream	2012	555	33.6	49.8	0.17	2.8	1.5	4.1	89
	Bio	Nectardream	2012	555	45.7	61.2	0.15	5.7	3.2	7.1	167
6_SERFEL 1 Bas int	REF	Western Red	2011	556	23.6	27.8	0.56	3.6	1.3	5.3	163
	Eco	Western Red	2011	556	48.5	66.3	0.68	5.1	1.7	7.7	311
6_SERFEL 2 Eco Int	REF	Sandine	2013	556	32.3	42.6	1.06	7.0	2.6	10.4	343
	Eco	Sandine	2013	740	37.3	56.5	0.51	4.8	1.6	7.2	244
7_Sica CENTREX	REF	Orine	2013	571	29.2	29.2	0.83	6.4	1.4	8.7	184
	0 RES	Orine	2013	571	29.2	29.2	0.54	6.2	1.3	8.5	178
	Eco	Orine	2013	571	33.0	33.0	0.46	10.5	2.2	14.2	300
	Eco-Bio	Orine	2013	571	36.5	36.5	0.59	13.4	2.9	18.2	383
Moyenne	REF				33.5	37.9	0.70	4.6	1.6	6.2	186
	Eco				38.8	52.5	0.35	6.3	1.4	8.3	203
	Bio				39.0	381.2	0.32	9.0	5.0	9.0	384

Par contre, la réduction des quantités de fertilisants ne s'accompagnent pas d'une amélioration de l'efficacité puisque les ratios augmentent pour l'azote et le potassium (6.3 sur ECO vs 4.6 kg N / tonne de fruits sur REF ; 8.3 kg K2O / tonne de fruits vs 6.2 sur REF), sauf pour le phosphore (1.4 sur ECO vs 1.6 kg P2O5 / tonne de fruits sur REF). L'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation n'est en moyenne pas améliorée sur les systèmes économes (203 m3 d'eau / tonne de fruits vs 186 m3/t sur REF). En fait, l'économie d'intrants réalisée sur les systèmes économes est souvent annulée par la perte de rendement ce qui conduit à une dégradation des ratios d'efficacité par tonne de fruits. Dans les systèmes Bio, l'efficacité des intrants est beaucoup moins bonne que sur le système REF car elle est très impactée par les pertes de production.

En synthèse, les systèmes ECO permettent une forte augmentation de l'efficacité dans l'utilisation des produits phytosanitaires exprimée par tonne de fruits commercialisés mais sans trop impacter négativement l'efficacité du temps de travail. Par contre, les efficacités des intrants engrais et de l'utilisation de l'eau d'irrigation sont plutôt dégradées, sauf pour le phosphore. Dans les systèmes Bio, la très forte perte de production impacte très négativement tous les ratios d'efficacité, excepté les IFT / tonne de fruits qui sont diminués par rapport aux systèmes REF.

6. Indicateurs économiques

A partir des résultats obtenus sur les différents systèmes de culture, des premiers calculs économiques ont été réalisés. Les résultats présentés dans le tableau 9 ont été calculés avec un prix de vente moyen sur la période 2011 à 2016 pour lisser l'effet année. Le prix retenu après une analyse des bases de données des Réseaux des Nouvelles des Marchés est fonction du numéro de la semaine correspond à la 2^{ème} cueille de la variété, du type de fruit (pêche blanche ou jaune vs nectarine blanche ou jaune) et du calibre. Les prix retenus sont ceux de catégorie I départ logé du Languedoc-Roussillon qui servent souvent de référence pour les études économiques de la filière. A ces prix de vente, nous avons soustrait les coûts de station (0.55 €/kg de fruits, frais d'agrèage, d'emballage, etc.). Les prix des intrants ont été déterminés sur chaque site ou en fonction de la référence utilisée en arboriculture (Coût 2017 des approvisionnements en arboriculture, Chambre d'Agriculture 84). Par contre, le prix de la main d'œuvre est identique sur tous les sites (11.80 et 12.80 €/h. pour la main d'œuvre et le tractoriste). Les coûts de production n'intègrent pas les coûts de mécanisation pour le moment ce qui fait que la marge calculée est hors coût de mécanisation.

Tableau 9. Indicateurs économiques calculés sur les différents systèmes d'EcoPêche en 2017 (résultats provisoires car à ajuster selon différentes hypothèses de calcul).

EcoPêche 2017								% par rapport à REF			
Dispositif	Systèmes	Variétés	année planta.	Chiffre d'affaire bord verger (€/ha)	coûts production hors méca. (€/ha)	cout production €/ / kg fruits	Marge partielle (€/ha)	Chiffre d'affaire	Coûts de production /ha	Coûts production /kg fruits	Marge partielle
1_INRA Avignon 1	REF	Nectarlove	2013	38 057	14 742	0.45	23 315	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco1	Nectarlove	2013	53 527	16 945	0.38	36 583	40.7	14.9	-15.5	56.9
	Eco2	Nectarlove	2013	64 108	19 035	0.36	45 073	68.5	29.1	-19.0	93.3
2_INRA Gothéron	REF	Surprise	2011	48 725	18 984	0.40	29 741	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco	Elise	2011	30 516	12 238	0.34	18 278	-37.4	-35.5	-14.6	-38.5
	Bio	Elise	2011	15 887	5 393	0.83	10 495	-67.4	-71.6	108.9	-64.7
3_INRA Bourran	REF	Surprise	2012	11 598	10 869	1.04	729	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco	Surprise	2012	4 248	6 414	1.39	-2 166	-63.4	-41.0	34.3	-397.0
4_CTIFL	REF	Sweet Star	2013	38 380	14 044	0.35	24 336	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco	Sweet Star	2013	32 263	16 525	0.47	15 738	-15.9	17.7	35.2	-35.3
	Bio	Sweet Star	2013	59 844	18 692	0.69	41 152	55.9	33.1	96.4	69.1
5_SEFRA	REF	Nectardream	2012	64 235	26 288	0.48	37 946	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco	Nectardream	2012	44 398	20 780	0.48	23 618	-30.9	-21.0	0.2	-37.8
	Bio	Nectardream	2012	71 777	17 252	0.73	54 525	11.7	-34.4	52.9	43.7
6_SERFEL 1 Bas int	REF	Western Red	2011	44 833	16 526	0.37	28 307	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco	Western Red	2011	22 443	17 263	0.73	5 180	-49.9	4.5	99.4	-81.7
6_SERFEL 2 Eco Int	REF	Sandine	2013	25 677	12 566	0.55	13 111	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco	Sandine	2013	25 923	14 194	0.57	11 729	1.0	13.0	3.4	-10.5
7_Sica CENTREX	REF	Orine	2013	24 617	8 131	0.37	16 486	0.0	0.0	0.0	0.0
	O RES	Orine	2013	24 658	8 400	0.37	16 258	0.2	3.3	0.2	-1.4
	Eco	Orine	2013	14 212	5 643	0.42	8 568	-42.3	-30.6	13.3	-48.0
	Eco-Bio	Orine	2013	11 118	4 884	0.47	6 235	-54.8	-39.9	25.1	-62.2
Moyenne	REF			37 015	15 269	0.50	21 746	0.0	0.0	0.0	0.0
	Eco			30 276	13 392	0.56	16 884	-18.5	-8.9	16.2	-56.1
	Bio			49 169	13 779	0.75	35 390	0.1	-24.3	86.1	16.0

Le chiffre d'affaire bord verger sont très variables selon les sites et les systèmes (4 248 €/ha à 71 777 €/ha). En moyenne, le chiffre d'affaire obtenu sur les systèmes REF est de 37 015 ± 5 779 €/ha. Il est de 30 276 ± 6 029 €/ha sur les systèmes ECO, ce qui représente une diminution de -18.5 ± 13.7 % par rapport aux systèmes de référence (figure 11). En fait, il y a 2 cas où les chiffres d'affaire des systèmes ECO sont améliorés par rapport à REF et 7 cas où il y a réduction du chiffre d'affaire. En Bio, le chiffre d'affaire est de 49 169 €/ha (prix de vente retenu 2 fois supérieur aux prix des systèmes conventionnels), c'est-à-dire comparable aux chiffres d'affaire de 50 446 €/ha obtenus en moyenne sur les 3 systèmes de référence dans les mêmes sites expérimentaux. Cependant, l'absence de données moyennes représentatives de prix de vente de nectarine Bio fait qu'il faut considérer ce résultat de chiffre d'affaire Bio comme une hypothèse de travail possible mais à confirmer.

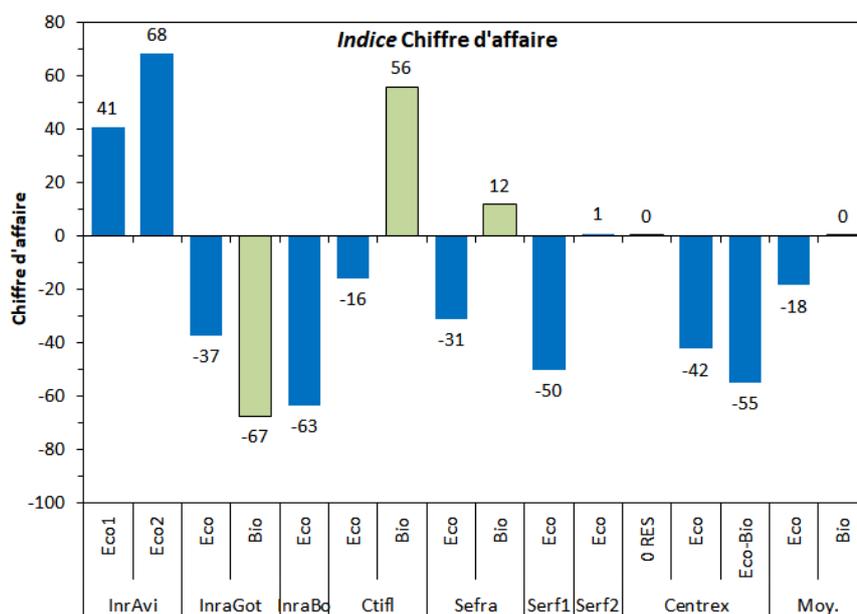


Figure 11. Indice du chiffre d'affaire / ha en % des systèmes de référence pour les différents systèmes de EcoPêche en 2017

Les coûts de production hors mécanisation sont de 15 269 ± 1 965 €/ha sur REF et de 13 392 ± 1 847 €/ha sur ECO soit une diminution de -8.9 ± 8.6 % par rapport à REF. Les coûts de production sont diminués sur les systèmes Bio (-24.3 %).

Les coûts de production exprimés par kg de fruits (figure 12) sont en moyenne un peu plus élevés dans les systèmes Eco (+16 %) et Bio (+86 %) par rapport aux systèmes de référence.

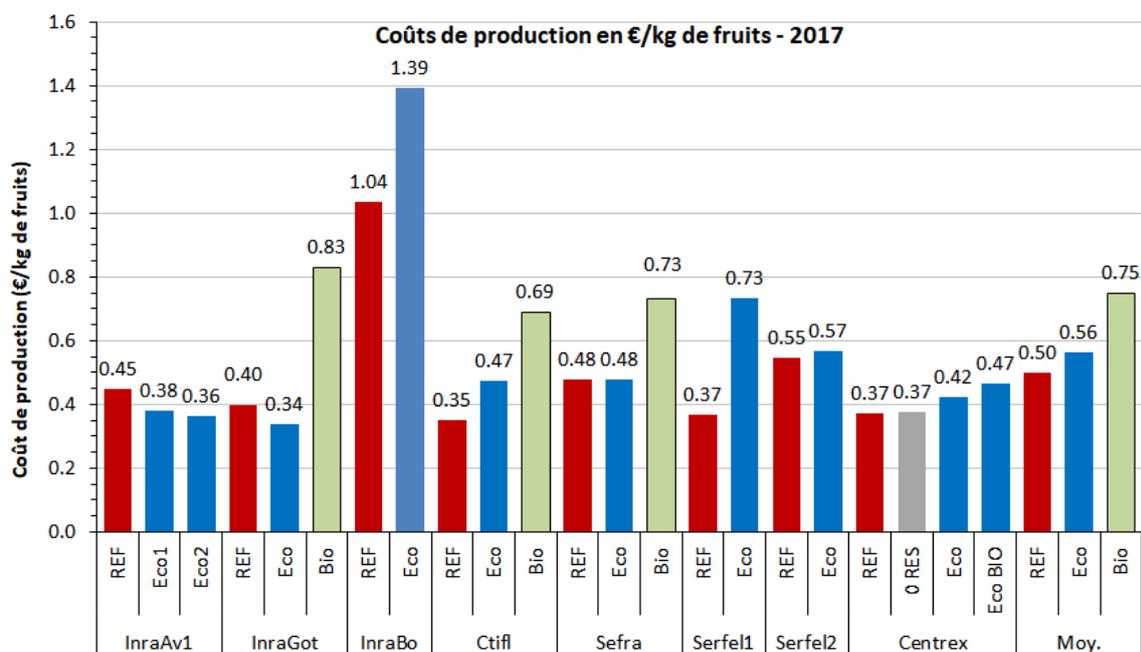


Figure 12. Coûts de production en €/ kg de fruits dans les différents systèmes d'EcoPêche pour 2017.

En moyenne, pour rentrer dans ses frais, il faudrait donc que le prix de vente des pêches – nectarines soit supérieur de 0.06 € / kg au prix de vente des fruits issus des systèmes REF.

La marge partielle (chiffre d'affaire – coûts de production hors mécanisation) est le reflet de l'évolution des indicateurs précédents, avec une très grande disparité selon les situations (figure 13) : en moyenne, les marges sont de 21 746 ± 4 059 €/ha sur les systèmes REF, 16 884 ± 4 643 €/ha dans les systèmes ECO et de 35 390 €/ha dans les systèmes Bio.

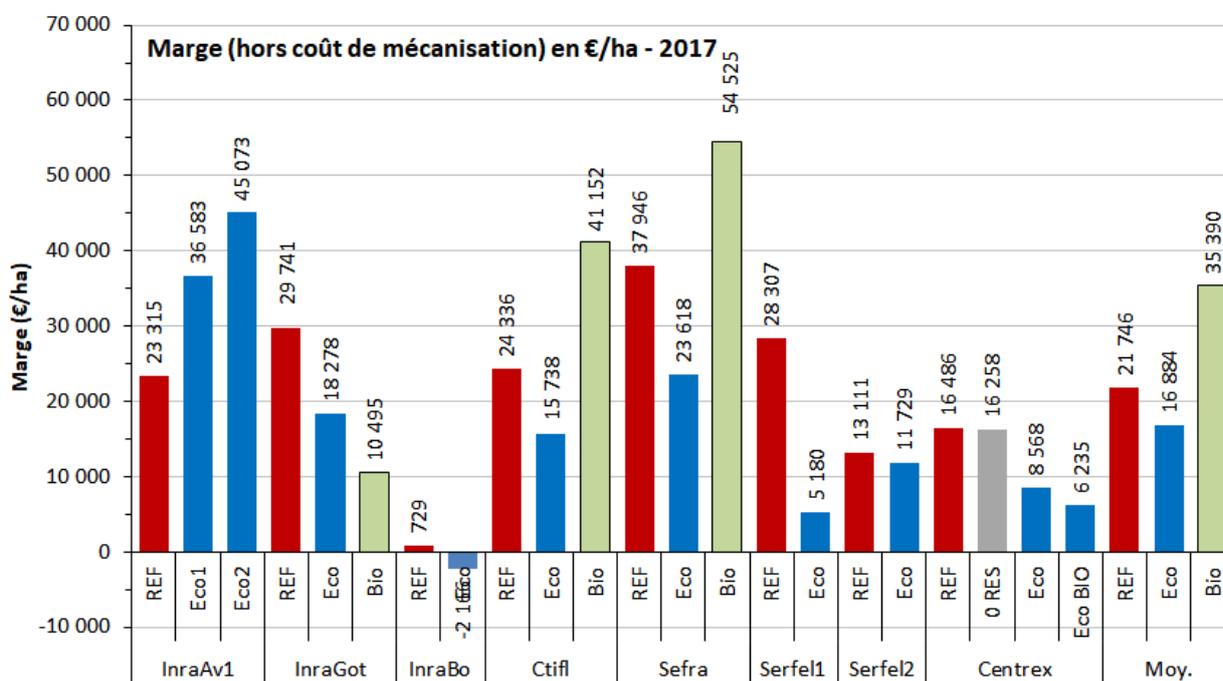


Figure 13. Marge partielle en €/ha dans les différents systèmes de EcoPêche en 2017.

Les marges partielles sont donc diminuées en moyenne de -22 % dans ECO (-16 % si on ne tient pas compte des données de Inra Bordeaux où les niveaux de marge obtenus sont extrêmement réduites) et elles sont augmentées de +16 % dans Bio par rapport aux systèmes REF correspondants (figure 14). La diminution des coûts de production/ha et le meilleur prix de vente des pêches - nectarine en Bio compensent donc largement les réductions de rendement. A l'inverse, dans les systèmes ECO, la perte moyenne de rendement commercialisé n'étant pas compensée par une meilleure valeur marchande des fruits, on observe une diminution des marges.

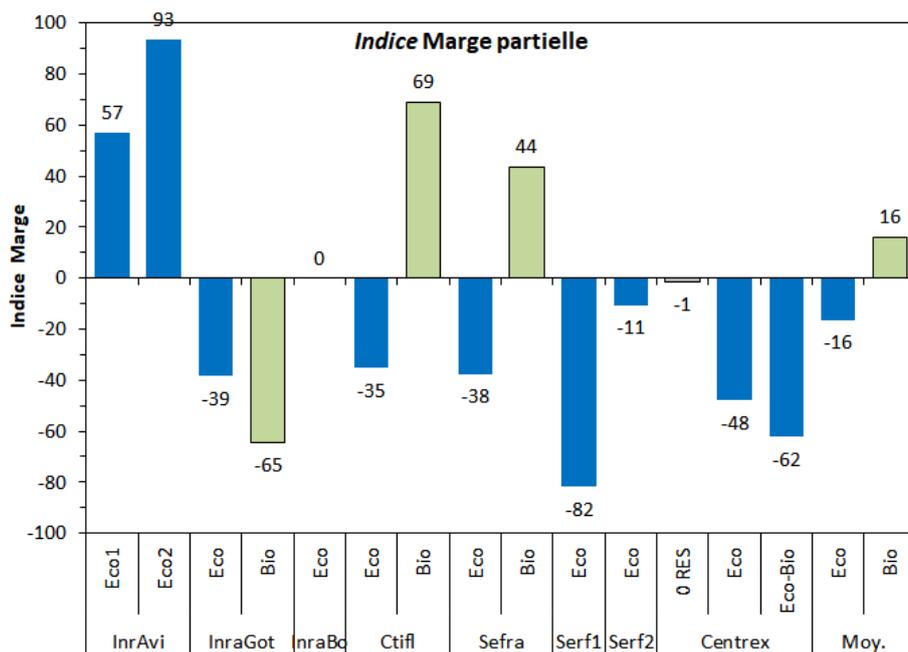


Figure 14. Indice de Marge partielle en % des systèmes de référence pour les systèmes Economes (Eco) et en Agriculture Biologique (Bio) dans EcoPêche en 2017.

En synthèse, les systèmes économes conduisent à une diminution moyenne de -18 % du chiffre d'affaire par rapport aux systèmes REF, mais qui est accompagnée parallèlement par une réduction de -9 % des coûts de production exprimés en €/ha. Du fait de la réduction du rendement commercialisé sur les systèmes ECO, les coûts de production exprimés par kg de fruits sont augmentés de +16 % par rapport à REF. Enfin, les marges partielles sont diminuées en moyenne de -16 % dans ECO. Cette baisse de rentabilité économique est observée sur des systèmes où l'usage des produits phytosanitaires a été cependant réduit en moyenne de plus de 50 %. Si ce compromis n'est pas satisfaisant pour les producteurs, il faudrait donc augmenter légèrement le prix de vente des fruits (environ 0.06 €/kg) issus de ces systèmes économes en produits phytopharmaceutiques pour obtenir des résultats économiques similaires aux systèmes de référence.

En bio, le chiffre d'affaire est similaire à celui obtenu par le système REF car la réduction de rendement commercialisé est compensée par la baisse des coûts de production (-24 %) et l'augmentation importante du prix de vente (doublement du prix selon notre hypothèse de travail). Cependant, les résultats économiques vont dépendre fortement de la valeur marchande des fruits.

7. Analyse des liens IFT – Performances des systèmes

La figure 15 montre les liens entre les **IFT chimiques (hors produits de biocontrôle) et les rendements commercialisés en frais** pour la campagne 2017. Il n'existe pas de relation linéaire significative entre le rendement commercialisé et l'augmentation d'usage des IFT hors produits de biocontrôle ($Rdt\ Com. = 0.652\ IFT + 21.87$; $n = 21$; $R^2 = 0.11$; $F = 2.35$; $P = 0.14$), du fait de la variabilité d'utilisation des produits phytopharmaceutiques et surtout des rendements selon les sites. Pour contrôler cette variabilité inter site, la figure 15 présente aussi les données des systèmes ECO et BIO en indice par rapport aux systèmes de référence (REF = 100). Trois systèmes (soit 23 % des cas) peuvent être considérés comme des SCEP (Systèmes de Culture Econome et Performant) car ayant des indices d'IFT < ou très proche de 50 et des indices de rendement > 100. Dans 62 % des situations (8 systèmes), la réduction des IFT conduit à une diminution importante du rendement

(indice de rendement < à 80), incluant les 3 systèmes Bio. A noter que dans un cas, une forte baisse de rendement par rapport à REF est observée alors que la réduction d'IFT est de 37 % (indice 63).

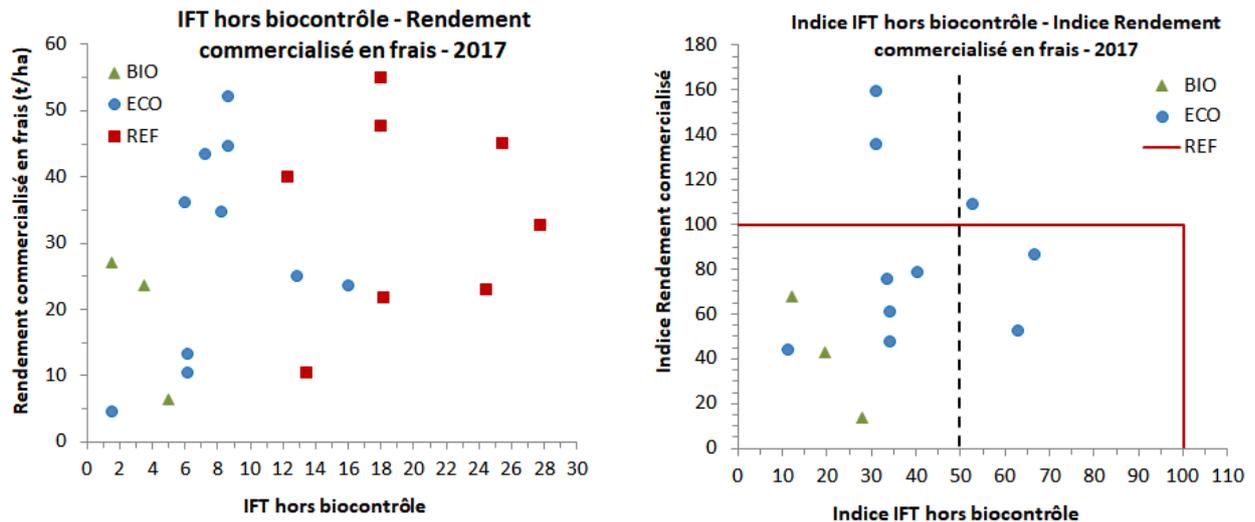


Figure 15. Relation entre l'IFT chimique (hors produits de biocontrôle) et le rendement commercialisé en frais (t/ha) pour les différents systèmes d'EcoPêche en 2017. La figure de droite présente les données en indice calculé par rapport aux systèmes de référence (REF=100). Le trait pointillé repère une réduction de 50 % des IFT.

Les résultats apparaissent donc assez divergents selon les systèmes et sites : la réduction d'IFT peu s'accompagner dans certaines situations d'une perte de rendement importante mais dans d'autres cas les rendements peuvent être au contraire supérieures aux systèmes de référence.

Cette diversité de résultats peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Les baisses de rendement ne sont pas seulement liées aux diminutions d'IFT de l'année 2017 puisque nous avons vu que les dommages sur fruits étaient équivalents sur les systèmes ECO et REF en 2017 (entre -15 à -17 %). Elles peuvent être liées aux conséquences d'attaques antérieures (ravageurs, maladies ou concurrence des adventices) à cette campagne pouvant avoir affectées la vigueur des arbres et/ou la qualité des rameaux fructifères. De plus, certaines autres techniques comme la gestion de l'enherbement sur le rang, l'irrigation ou la fertilisation peuvent avoir aussi impactées la croissance des arbres de manière cumulative (vigueur des arbres) et des fruits (croissance de la campagne 2017 mais aussi le potentiel de charge suite à la campagne 2016) et donc influencer le potentiel de rendement des systèmes.

Sur la figure 16, on observe une tendance d'un lien positif entre les **IFT hors produits de biocontrôle et les coûts de production** calculés en €/ha. Ceci s'explique par la diminution des coûts des intrants avec la diminution de leur usage, mais aussi et surtout par la tendance à la diminution des rendements avec la diminution des IFT qui s'accompagne parallèlement d'une réduction des coûts de main d'œuvre du chantier de récolte. Ainsi, dans 7 cas sur 13 (soit 54 % des systèmes), on observe une réduction des coûts de production par rapport aux systèmes de référence (figure 16 à droite).

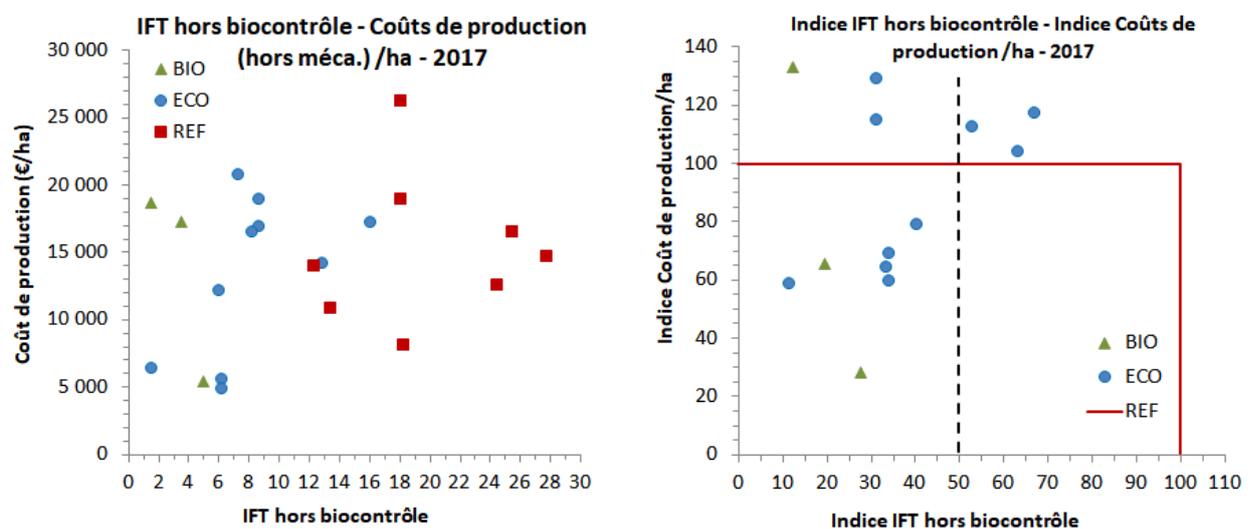


Figure 16. Relation entre l'IFT hors produits de biocontrôle et les coûts de production en €/ha (hors les coûts de mécanisation) pour les différents systèmes d'EcoPêche en 2017. La figure de droite présente les données en indice calculé par rapport aux systèmes de référence (REF=100). Le trait pointillé repère une réduction de 50 % des IFT.

Cependant, dans d'autres situations (46 % des cas), les systèmes alternatifs ont des coûts de production supérieurs liés à la mobilisation de certains leviers d'action pouvant être assez onéreux, comme par exemple l'application de glu qui est réalisée manuellement et qui engendre donc un surcoût de main d'œuvre.

Quand on exprime les coûts de production en €/kg de fruits commercialisés, les coûts de production sont augmentés dans 8 cas sur 13 (61 % des cas) (résultats non présentés) du fait de la diminution concomitante des rendements commercialisés.

Les marges partielles varient très fortement selon les systèmes et les dispositifs expérimentaux (figure 17). A l'exception d'un système (Eco, Inra Bourran), les marges sont toutes positives. Dans 3 systèmes ECO, les IFT sont compris entre les indices 70 et 50, tout en ayant des marges inférieures à REF (indices entre 20 et 90). Dans 5 systèmes, les indices d'IFT sont inférieurs à 50 et les marges sont très inférieures aux marges obtenues sur les systèmes REF (indice 100), avec 1 des systèmes en BIO. A l'opposé, dans 4 systèmes ayant toujours des indices d'IFT inférieurs à 50, les marges sont très nettement supérieures aux marges obtenues sur les systèmes REF (indice 100), avec 2 des systèmes en BIO et 2 en ECO. Ceci renforce les tendances dégagées de l'analyse des liens entre IFT et rendement. Cependant, quand on prend en compte les marges, les systèmes conduits en BIO (2 systèmes sur 3) deviennent des SCEP car la meilleure valorisation marchande des fruits liée à ce signe officiel de qualité permet d'obtenir des marges économiques supérieures à celles obtenues par les systèmes de référence, malgré le différentiel de productivité. Ceci confirme qu'une réduction très importante dans l'usage des produits phytopharmaceutiques doit s'accompagner d'une réflexion essentielle sur les mesures à prendre pour permettre une meilleure valorisation commerciale des fruits issus des systèmes très économes en pesticides afin de compenser les pertes économiques au niveau des exploitations agricoles.

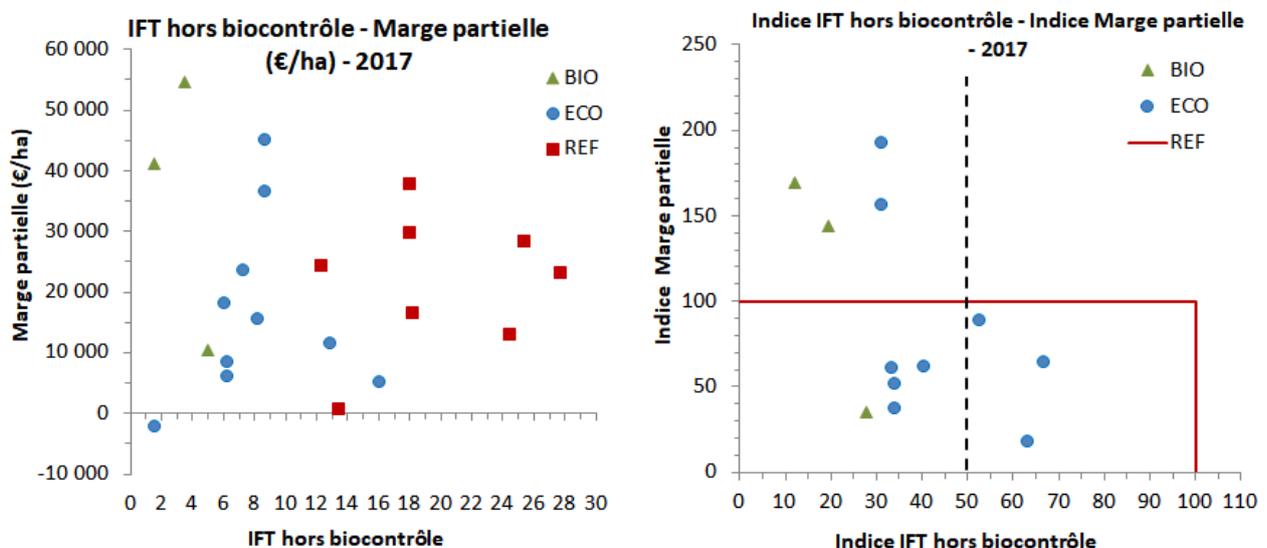


Figure 17. Relation entre l'Indice de Fréquence de Traitements hors produits de biocontrôle et les marges partielles en €/ha (hors les frais de mécanisation) pour les différents systèmes d'EcoPêche en 2017. La figure de droite présente les données en indice calculé par rapport aux systèmes de référence (REF=100). Le trait pointillé repère une réduction de 50 % des IFT.

En synthèse, une forte réduction d'IFT (≤ 50 %) entraîne dans 62 % des cas une diminution importante du rendement commercialisé, mais dans 23 % des cas cette forte réduction d'IFT s'accompagne d'une augmentation des rendements commercialisés par rapport aux systèmes REF. Ces dernières situations peuvent être considérées comme des SCEP (Systèmes de Culture Economique et Performant). Les coûts de production exprimés en €/ha peuvent diminuer (54 % des situations) ou augmenter (46 %) avec la réduction des IFT. Dans 67 % des systèmes, la réduction des IFT conduit à une diminution des marges partielles. Cependant 33 % des systèmes (2 systèmes Eco et 2 Bio), le niveau de rentabilité des systèmes économes s'avère très satisfaisant malgré la forte réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques (indice IFT < 50). La variabilité des réponses à la réduction importante des IFT nécessite donc la poursuite des expérimentations pour consolider les résultats et identifier les facteurs expliquant de telles différences, alors que les leviers d'action mobilisés sont assez similaires sur les différents sites.

Synthèse générale

L'analyse de la campagne 2017 montre une grande variabilité inter site des résultats pour un même système. Il est donc important de se référer aux résultats site/site dont l'analyse est plus pertinente. Cependant, l'analyse multi-site permet de dégager des grandes tendances, d'autant plus que la présence d'un système de référence dans chaque site permet d'analyser les écarts entre les systèmes alternatifs (ECO et BIO) en relatif par rapport au système REF, ce qui permet de contrôler les confusions d'effets liées aux différentes variétés, aux conditions pédoclimatiques, etc.

La réduction moyenne est de **-60 %** pour l'IFT 'chimique' (hors produits de biocontrôle) et de **-35 %** pour l'IFT Total sur les systèmes économes (ECO) d'EcoPêche pour la campagne 2017. Les objectifs visés sont donc largement atteints (si possible -50 % d'IFT chimique). La réduction s'explique par la mise en œuvre de différents types de leviers d'action et la substitution de produits de synthèse par des produits de biocontrôle. Sur certains systèmes, la réduction est encore plus forte, mais peut-être au détriment des performances agronomiques. Sur les systèmes BIO, la réduction de l'IFT 'chimique', constitutive du cahier des charges AB, est de -80 %. Elle est de seulement -30 % pour l'IFT Total du fait d'une très forte utilisation de produits de biocontrôle.

Les vergers étant maintenant en phase de production, les économies d'intrants de fertilisants et d'eau d'irrigation s'avèrent plus modestes que les premières années, et se situent entre -14 à -18 % pour l'azote et l'eau. Ceci s'explique aussi pour partie par des apports réalisés sur les systèmes de référence qui sont déjà très optimisés. L'économie d'eau d'irrigation (environ 150 mm) n'est cependant pas négligeable si on reporte ce volume à des échelles de bassin de production.

Globalement, les temps de travaux sont légèrement plus faibles sur les systèmes ECO (en moyenne pour le temps de travail total, -6.8 % par rapport à REF ; pour le total des heures hors récolte -11.7 % par rapport à REF). Cependant, il y a une forte variabilité pour ce critère avec une augmentation ou une diminution dans 50 % des situations.

Les systèmes économes (ECO) ont des performances agronomiques, en particulier le rendement commercialisé en frais, affectées par la réduction des intrants, mais à un niveau (-15 ± 12 % en moyenne) qui est peut-être encore compensable par la réduction des coûts de production. Les réponses sont cependant très contrastées avec une augmentation des rendements commercialisés dans 30 % des situations (+35 % de rendement en moyenne) et une diminution dans 70 % des cas (-36 % de rendement) par rapport aux systèmes de référence. Les systèmes en BIO ont des performances agronomiques très fortement impactées avec une réduction de -59 % du rendement commercialisé en frais. Les pertes de fruits sont assez comparables sur REF (15 % de pertes de fruits à la récolte) et sur ECO (17 %), alors qu'elles sont plus élevées sur BIO (29 %). Cependant, ceci n'explique pas les écarts de performance entre les systèmes. Si l'augmentation de la qualité des fruits, mesurée par l'indice réfractométrique, est faible sur les systèmes économes (+0.3 point Brix en moyenne), elle semble plus élevée en Bio (+0.7 point Brix).

Les systèmes ECO permettent une forte augmentation de l'efficacité dans l'utilisation des produits phytopharmaceutiques exprimée par tonne de fruits commercialisés, mais sans trop impacter négativement l'efficacité du temps de travail. Par contre, contrairement à ce qui était visé, les efficacités des intrants engrais et de l'utilisation de l'eau d'irrigation sont plutôt dégradées, sauf pour le phosphore. Ceci s'explique en moyenne par une diminution plus forte des rendements que des quantités d'intrants. Dans les systèmes Bio, la très forte perte de production impacte très négativement tous les ratios d'efficacité, excepté les IFT / tonne de fruits qui montre une très nette amélioration de ce critère par rapport aux systèmes REF.

Les systèmes économes conduisent à une diminution moyenne de -18 % du chiffre d'affaire par rapport aux systèmes REF, mais qui est accompagnée parallèlement par une réduction de -9 % des coûts de production exprimés en €/ha. Du fait de la réduction du rendement commercialisé sur les systèmes ECO, les coûts de production exprimés par kg de fruits sont augmentés de +16 % par rapport à REF. Enfin, les marges partielles sont diminuées en moyenne de -16 % dans ECO. Cette baisse de rentabilité économique est observée sur des systèmes où l'usage des produits phytosanitaires a été cependant réduit en moyenne de plus de 50 %. Si ce compromis n'est pas satisfaisant pour les producteurs, il faudrait donc augmenter légèrement le prix de vente des fruits (environ 0.06 €/kg) issus de ces systèmes économes en produits phytopharmaceutiques pour obtenir des résultats économiques similaires (en moyenne) aux systèmes de référence.

Dans les systèmes BIO, le chiffre d'affaire est similaire à celui obtenu par le système REF car la réduction de rendement commercialisé est compensée par la baisse des coûts de production (-24 %) et l'augmentation importante du prix de vente (doublement du prix selon notre hypothèse de travail). Cependant, ces résultats économiques seront très fortement dépendant de la valorisation marchande des fruits en fonction des circuits commerciaux court ou long existant ou à développer.

L'analyse des liens entre usage des produits phytopharmaceutiques et différents critères de performance doit permettre d'identifier les situations où il y a conjugaison de la double performance. Une forte réduction d'IFT (≤ 50 %) entraîne dans 62 % des cas une diminution importante du rendement commercialisé. Cependant, dans 23 % des situations, cette forte réduction d'IFT s'accompagne au contraire d'une augmentation des rendements commercialisés par rapport aux systèmes REF. Ces dernières situations peuvent être considérées comme des SCEP (Systèmes de Culture Economique et Performant). Les coûts de production exprimés en €/ha peuvent diminuer (54 % des situations) ou augmenter (46 % des cas) avec la réduction des IFT. Dans 67 % des systèmes, la réduction des IFT conduit à une diminution des marges partielles. Cependant, dans 33 % des systèmes (2 systèmes Eco et 2 Bio), le niveau de rentabilité des systèmes alternatifs s'avère très satisfaisant malgré la forte réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques (indice IFT < 50).

Du fait de la variabilité des prix de vente des fruits liés aux différents circuits de commercialisation et aux fluctuations de prix possibles selon les conditions climatiques, le critère coût de production par kg de fruits commercialisés est sans doute le plus pertinent pour évaluer les conséquences d'une transition des systèmes de production vers moins d'utilisation de produits phytopharmaceutiques. En moyenne, pour la campagne 2017, les systèmes économes en IFT induisent une augmentation des coûts de production (bord verger et hors coûts d'amortissements des coûts d'implantation des vergers et les coûts de mécanisation) d'environ 0.06 €/kg (0.56 ± 0.10 €/kg de fruits sur ECO vs 0.50 ± 0.08 €/kg sur REF) qu'il faudrait donc pouvoir compenser lors de la commercialisation des fruits, ce qui nécessitera une intégration de cette problématique dans la stratégie globale de la filière (producteurs, distributeurs et consommateurs) pour accompagner cette évolution vers des systèmes plus durables sur le plan écologique, environnemental et économique.

Cependant la variabilité des réponses des différents critères de performance à la réduction importante des IFT nécessite la poursuite des expérimentations pour consolider les résultats et identifier les facteurs expliquant de telles différences, alors que les leviers d'action mobilisés sont assez similaires sur les différents sites.

C. Perspectives

Le déroulement du programme respecte globalement le plan d'action défini au moment du montage du projet. Chaque dispositif expérimental est maintenant en pleine phase de production et commence à produire des résultats intéressants pour évaluer la performance technico-économique et l'économie des intrants, en particulier en produits phytopharmaceutiques. Il est notamment indispensable de conforter les résultats sur le moyen terme du fait de la variabilité des réponses inter-sites. Pour le moment, il est impossible d'avoir une vision fiable sur la durabilité (agronomique, économique, environnementale) réelle des systèmes innovants testés, même si certaines tendances semblent émerger.

Le programme de travail de la campagne 2018 a été défini lors de la réunion de synthèse d'EcoPêche (décembre 2017). Il consiste essentiellement à la poursuite des expérimentations.

En plus des travaux expérimentaux, le groupe se prépare à réaliser la **synthèse des résultats** concernant la durée complète du projet (2013-2018).

B L'ECHELLE DES SITES EXPERIMENTAUX

Présentez les résultats obtenus à l'échelle des sites du projet en utilisant la trame ci-dessous.

Nom du site expérimental - Localisation	INRA UR 1115 PSH Domaine Saint Paul – Avignon (84)
Contact - coordonnées	Daniel Plénet : daniel.plenet@inra.fr UR1115 PSH, Centre de recherche PACA, 228 route de l'aérodrome, CS 40509, Domaine Saint Paul, site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9 Tel : 04 32 72 24 66

Participants : P. Parodie (Stagiaire AgroCampusOuest, année de césure), R. Fournier (CDD 4 mois), et l'équipe Installation Expérimentale du domaine Saint Paul (IE EMMAH : Serge Reno, tractoriste)

A. Modification du dispositif expérimental

Préciser si des modifications au niveau des sites expérimentaux et des systèmes de cultures testés ont eu lieu en 2017. Si tel est le cas, indiquer la nature et le contexte de ces changements.

Arrêt du dispositif Essai 2 « pêche plate » début 2017. Cet arrêt est lié à une diminution importante du personnel technique suite à de nombreux départ à la retraite et une demande de mobilité d'un technicien. Il a été donc décidé d'arrêter l'essai 2 qui est plus jeune et conduit avec une pêche plate, de manière à se concentrer sur l'essai 1 Nectarlove qui a 3 systèmes.

Tableau 1: Rappel des principaux éléments structurels des systèmes sur l'essai 1 Inra Avignon (Nectarine blanche variété Nectarlove, année de plantation 2013, 5^{ème} feuille en 2017)

INRA PSH	Systèmes		
ESSAI 1 Nectarlove	S1 : REFérence (Raisonné)	S2 : ECOnome 1 Forme en volume	S3 : ECOnome 2 Forme haie fruitière
Variété Porte-greffe	Nectarlove GF 677	Nectarlove GF 677	Nectarlove GF 677
Forme arbres	Double Y	Double Y aéré	Simple Y oblique
Densité (arbres/ha)	571	571	909
Système d'irrigation	Microjet	Goutte à goutte enterré	Goutte à goutte enterré
Gestion du rang	Désherbage chimique	Paillage horticole	Paillage horticole
Infrastructure agroécologique	Haie de cyprès au Nord	Haie composite Nord et sud Bande fleurie Est et Ouest	Haie composite Nord et sud Bande fleurie Est et Ouest

B. Bilan de la campagne 2017

Après avoir rappelé les objectifs de chaque système expérimenté, décrire de façon synthétique les travaux réalisés, les résultats de la campagne 2017 et indiquer les faits marquants de l'année :

- bilan climatique et pressions biotiques de la campagne écoulée,
- échec/réussite de la mise en œuvre des leviers d'action ou règles de décision prévues,
- niveau de satisfaction des objectifs en termes d'IFT, de rendement, de qualité, de maîtrise des bioagresseurs...,
- perspectives, actions correctives.

L'essai 1 Nectarlove du dispositif EcoPêche Inra UR PSH à Avignon est maintenant en pleine production (5^{ème} feuille). Les objectifs expérimentaux 2017 ont été d'atteindre les objectifs de rendement définis en fonction de la vigueur des arbres, tout en visant une réduction importante (autour de 50 %) de l'usage des produits phytopharmaceutiques de synthèse et des intrants eau et azote sur les systèmes économes.

1. Données climatiques

L'année climatique se caractérise par des températures moyennes (Tableau 2, Figure 1) pratiquement systématiquement supérieures à la normale (1981-2010). La température moyenne annuelle est de 15.6 °C comparée à la normale de 14.6 °C. La pluviométrie annuelle est nettement inférieure à la normale (349 mm vs 673 mm pour la normale). Les pluviométries sont très faibles en juin, juillet et

août (25.5 mm en trois mois). Le bilan hydrique P – ETP annuel est très déficitaire (-880 mm) avec un déficit cumulé de -810 mm sur la période de croissance du pêcher (début avril à fin septembre), très nettement supérieur à la normale (-526 mm).

Tableau 2. Données météorologiques mensuelles de l'année 2017 à l'Inra Avignon (station du Domaine St Paul, Avignon - Montfavet - Source Inra AgroClim)

Mois	T min (°C)	T max (°C)	T moy (°C)	Pluviométrie (mm)	ETP (mm)	Bilan hydrique P - ETP (mm)	Ray. Glob. (MJ/m2)
1	0.8	8.2	4.5	42	27	14	199
2	6.5	15.5	11.0	32	42	-10	239
3	6.9	18.8	12.9	49	71	-22	437
4	8.4	19.9	14.1	70	126	-56	631
5	10.9	25.0	18.0	38	143	-105	727
6	17.8	31.2	24.5	16	192	-176	792
7	18.8	32.2	25.5	1	213	-212	831
8	18.4	32.5	25.4	10	173	-163	658
9	12.2	25.1	18.6	9	106	-97	493
10	11.1	23.1	17.1	1	79	-78	386
11	5.9	14.3	10.1	54	42	12	232
12	2.4	10.4	5.6	31	17	14	136
Moy. ou total annuel	10.1	21.5	15.6	349	1229	-880	5760

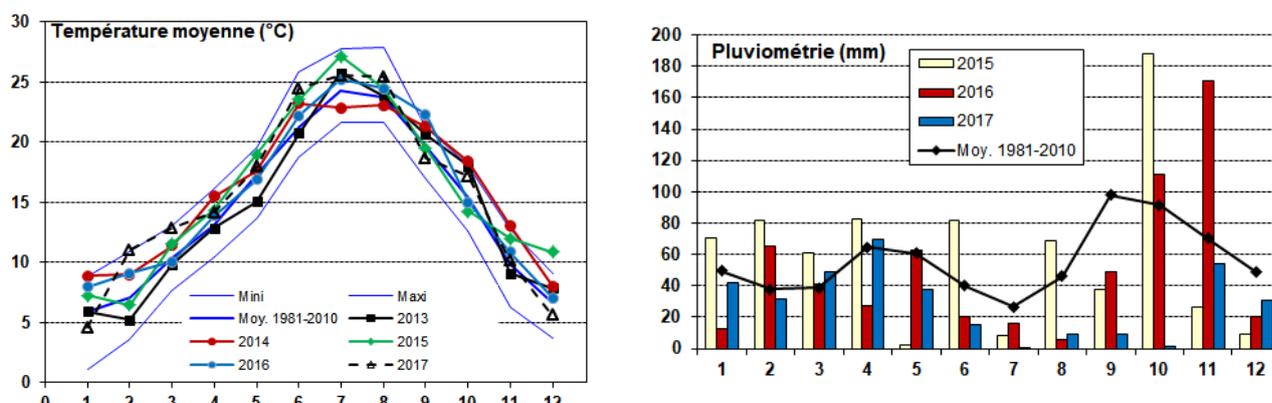


Figure 1. Température (°C) et pluviométrie (mm) moyennes mensuelles sur le site Inra Avignon pour les campagnes 2013 à 2017 et comparaison aux normales (minimum, maximum et moyenne) calculées sur la période 1981-2010 (source des données Inra AgroClim)

La date de floraison (50% de fleurs ouvertes) a été observée le 9 mars 2017 pour la variété Nectarlove, c'est-à-dire légèrement plus précoce qu'une année normale pour Avignon.

2. Principales opérations culturales

Les principales interventions culturales réalisées pour la conduite des systèmes sont listées tableau 3. Pour certains chantiers s'étalant sur plusieurs jours, c'est la date de début de chantier qui est indiquée. Pour des opérations s'étalant dans le temps, nous changeons de système après chaque rang d'arbres afin de ne pas introduire un biais lié à des décalages importants de date de réalisation.

Travaux de taille et conduite des arbres

Objectif : fin de la formation des arbres (formation des structures) et sélection des rameaux fructifères

- La taille d'hiver des arbres a été réalisée courant février, complétée par des opérations d'attachage des charpentières pour ouvrir les arbres sur la variété Nectarlove.
- Une taille en vert a été effectuée dans la première décennie de juin, complétée par un écimage et une suppression de quelques gourmands début août

Gestion de la charge en fruits

Objectif : avoir une charge en fruits de 400-450 fruits/arbre (300 à 350 fruits sur S3) pour atteindre un rendement de 40 tonnes/ha sur la variété Nectarlove

Du fait de la très forte floribondité, la gestion de la charge par un éclaircissage manuel a pris énormément de temps sur Nectarlove.

Tableau 3. Dates de réalisation des principales interventions sur EcoPêche Inra Domaine Saint Paul en 2017

Technique	Description	Dates de réalisation		
		S1-REF	S2-Eco1	S3-Eco2
Conduite des arbres	Taille d'hiver (début)	08/02/2017	08/02/2017	08/02/2017
	Taille d'hiver (fin)	28/02/2017	28/02/2017	28/02/2017
	taille en vert	08/06/2017	09/06/2017	12/06/2017
	écimage	27/07/2017	01/08/2017	03/08/2017
éclaircissage	début	25/04/2017	25/04/2017	25/04/2017
	fin	22/05/2017	22/05/2017	22/05/2017
entretien	entretien inter-rang	18/10/2016	18/10/2016	18/10/2016
	broyage bois de taille	07/03/2017	07/03/2017	07/03/2017
	entretien inter-rang	28/04/2017	28/04/2017	28/04/2017
	entretien inter-rang	04/07/2017	04/07/2017	04/07/2017
Protection	Prophylaxie			22/05/2017
	Application de Glu		24/05/2017	24/05/2017
Irrigation	Remise en route bsysteme + test	11/04/2017	11/04/2017	11/04/2017
récolte	1ere cueille	11/07/2017	11/07/2017	11/07/2017
	dernière cueille	25/07/2017	25/07/2017	25/07/2017

Entretien du sol

Objectif : zéro herbicide sur les systèmes économes

- Sur le système de référence (S1), l'entretien du rang a été réalisé par 3 passages d'herbicides en mars, juin et fin août 2017 (cf tableau 4)
- Sur les systèmes économes, le contrôle des adventices sur le rang est réalisé par un paillage horticole (largeur du paillage 2 x 1 ;5 m : levier d'action : méthode physique).
- Pour favoriser la biodiversité végétale autour des blocs parcellaires des systèmes économes (S2, S3) des bandes fleuries ont été semées en mars 2015 avec un mélange de fleurs du commerce adapté aux plantes pérennes (association d'une douzaine d'espèces de légumineuses et de fleurs sauvages). Les bandes de 3 mètres de large sont semées parallèlement aux rangs des arbres, sachant que perpendiculairement au rang il existe déjà des haies composites. Cependant, en 2017, la diversité florale des bandes fleuries a été relativement faible.
- L'entretien de l'inter rang a été réalisé par un broyage mécanique de l'herbe sur tous les systèmes avec un total de 4 passages, 3 pour l'herbe et 1 pour le broyage du bois de taille.

Protection contre maladies et ravageurs

Objectif : réduction de 50 % des produits phytopharmaceutiques de synthèse sur les systèmes économes si la prise de risque n'est pas inconsiderée

La mise en œuvre des stratégies de protection en fonction de la pression des bioagresseurs a conduit aux interventions phytosanitaires présentées dans le tableau 4.

Dans le dispositif Nectarlove, 23 interventions ont été réalisées sur S1-REF1, 18 sur S2-Eco1 et 16 sur S3-Eco2.

Ravageurs

La confusion sexuelle contre la tordeuse orientale a été utilisée sur tous les systèmes (Levier d'action : lutte biotechnique) car c'est une technique déjà largement mobilisée par les producteurs. De plus, il faut des surfaces assez importantes pour que cette technique soit efficace. En complément de la confusion, il y a des interventions au pic des vols de 2^{ème} et 3^{ème} génération (juin et juillet) soit avec

des insecticides de synthèse sur le système REF soit avec des produits de biocontrôle sur les systèmes économes, avec des modulations selon l'intensité des attaques sur feuilles ou sur fruits.

Contre le thrips, 1 à 2 interventions (au stade F et au stade G) sur le système de référence. Sur les systèmes économes, 1 intervention si présence au stade G (chute des collerettes, seuil 5 % des fleurs habitées). Pour le thrips avant récolte, interventions seulement sur le système de référence (**impasse**).

Contre les pucerons, la stratégie classique dans le système REF repose sur 2 interventions insecticides : 1 insecticide juste avant la floraison contre les fondatrices (issues des œufs déposés à l'automne) et un traitement un mois après quand les premiers foyers risquent de s'installer. Sur les systèmes économes, la règle de décision était de substituer le traitement à la floraison par un traitement avec un produit de **biocontrôle** (huile blanche) et d'intervenir en curatif dans la période de 1 à 2 mois après floraison (stade G à J) si la présence de foyers dépasse un seuil (7 % de de rameaux occupés ou Indice Relatif d'Incidence de 5 %).

Contre les forficules, du fait des populations élevées sur le site et des attaques importantes sur fruits en 2015 et 2016, nous avons utilisé de la Glu comme **barrière physique** (pose sur les troncs des arbres) sur les systèmes Eco pour se protéger des dégâts de forficules au moment de la maturité. Sur REF, nous avons réalisé un traitement insecticide une semaine avant récolte dès l'apparition des premières morsures sur les fruits.

Des attaques d'escargot et de limaces sur les jeunes fruits ayant été observées, des traitements ont été réalisés soit avec un produit de synthèse sur REF soit avec un produit de biocontrôle sur Eco.

Tableau 4. Dates des interventions phytosanitaires sur EcoPêche Inra Domaine Saint Paul campagne 2017

date	S1	S2	S3	Produit Commercial	Substance active	Cible	Dose / ha (kg ou L/ha)
10/11/16	S1	S2	S3	BOUILLIE BORDELAISE RSR DISPERS	Cuivre du sulfate de cuivre	Bacterioses	25.00
07/02/17	S1	S2	S3	NORDOX 75 WG	Cuivre de l'oxyde cuivreux	Cloque(s)	13.20
23/02/17	S1	S2	S3	EUPHYTANE GOLD	huile de vaseline	Stad. Hivern. Ravageurs	44.00
	S1	S2	S3	ORDOVAL	Thirame	Cloque(s)	10.00
	S1			SUPREME 20 SG	Acétamipride	Pucerons	0.50
09/03/17	S1			CENT 7	Isoxaben	Adventices	6.40
	S1			GLYCUT	glyphosate 360 g/L	Adventices	3.20
13/03/17	S1	S2	S3	SYLLIT	Dodine	Cloque(s)	9.00
15/03/17	S1			KLARTAN	Taufluvallinate	Thrips	1.20
30/03/17	S1	S2	S3	DECIS Protech	Deltaméthrine	Thrips	3.32
	S1			SIGMA DG	captane	Cloque(s)	6.00
10/04/17	S1	S2	S3	TEPPEKI	Fonicamide	Pucerons	0.56
14/04/17		S2	S3	IRONMAX PRO	Phosphate ferrique	Limaces et escargots	7.00
14/04/17	S1			METAREX INO	Métaldéhyde 5%	Limaces et escargots	2.50
14/04/17	S1	S2	S3	RAK 5		Chenilles foreuses des fruits	500
24/04/17		S2	S3	MICROTHIOL Special Dispers	Soufre mouillable	Oïdium(s)	15.00
	S1			NIMROD	Bupirimate	Oïdium(s)	1.20
	S1			PROCLAIM	Emamectine benzoate	Chenilles foreuses des fruits	4.00
05/05/17		S2	S3	IRONMAX PRO	Phosphate ferrique	Limaces et escargots	7.00
05/05/17	S1			METAREX INO	Métaldéhyde 5%	Limaces et escargots	2.50
05/05/17		S2	S3	MICROTHIOL Special Dispers	Soufre mouillable	Oïdium(s)	15.00
	S1			NIMROD	Bupirimate	Oïdium(s)	1.20
18/05/17		S2	S3	MICROTHIOL Special Dispers	Soufre mouillable	Oïdium(s)	10.00
	S1			TOPAZE	Penconazole	Oïdium(s)	0.70
24/05/17		S2	S3	RAMPASTOP	Glu	Glu	4.70
06/06/17	S1			CORAGEN	chlorantranilprole	Chenilles foreuses des fruits	0.35
		S2		DELFIN	Bacillus thuringiensis var. kursta	Chenilles foreuses des fruits	1.00
	S1			NIMROD	Bupirimate	Oïdium(s)	1.20
22/06/17	S1			GLYCUT	glyphosate 360 g/L	Adventices	3.20
23/06/17	S1			LUNA Experience	Tébuconazole + fluopyram	Monilioses	0.50
30/06/17	S1			JOKARI	Acrinathrine	Thrips	1.60
		S2	S3	LUNA Experience	Tébuconazole + fluopyram	Monilioses	1.00
	S1			SIGNUM	Pyraclostrobin + Boscalid	Monilioses	1.50
07/07/17		S2		ARMICARB	bicarbonate de potassium	Monilioses	5.00
		S2	S3	CARPOVIRUSINE 2000	virus de la granulose	Chenilles foreuses des fruits	2.00
	S1			DECIS Protech	Deltaméthrine	Forficules	0.83
	S1			INDAR EW	Fenbuconazole	Monilioses	1.00
30/08/17	S1			BASTA F1	Glufosinate d'ammonium	Adventices	2.00

Maladies

Une intervention à la fin de la chute des feuilles de 2016 a été réalisée pour prévenir différentes maladies comme la bactériose, le xanthomonas ou le pseudomonas.

La variété Nectarlove est moyennement sensible à la cloque. Cette maladie n'est actuellement contrôlée qu'en préventif. Du fait des attaques de cloque importantes en 2015, nous avons pris en 2017 un risque modéré sur les systèmes économes (3 interventions) par rapport au système REF (4 interventions).

Contre l'oïdium, nous avons protégé en préventif la période de haute sensibilité (stade G à durcissement du noyau) soit avec une alternance de soufre et de fongicides de synthèse sur le système REF soit avec exclusivement un produit de biocontrôle (Soufre) et arrêt des interventions si absence de dégâts (seuil 10 % de rameaux ou 1 % de fruits infectés).

Contre les maladies de conservation (monilia sp), qui occasionnent les dommages les plus élevés sur notre site (voir résultats 2015 et 2016), en plus de la prophylaxie utilisée sur tous les systèmes (suppression des chancres et des momies au cours de la taille hivernale), nous avons utilisé la stratégie classique sur le système REF qui consiste en 3 interventions à 25 jours, 10 jours et 3 jours avant la récolte avec des fongicides de synthèse (et alternance des substances actives). Sur les systèmes économes, nous avons mis en œuvre en complément de la prophylaxie, des méthodes culturales pour essayer de réduire la susceptibilité du verger au développement des monilioses en associant la gestion hydrique (réduction des quantités d'irrigation), le mode d'apport de l'irrigation

(goutte à goutte enterré vs microjet) et la conduite des arbres (taille en vert plus intense 1 mois avant la récolte et/ou forme fruitière). L'ensemble de ces leviers préventifs a pour but de pouvoir réaliser des impasses de traitement en utilisant soit une seule intervention fongicide de synthèse (S3-Eco2) soit un fongicide de synthèse et un produit de biocontrôle (S2-Eco1) au lieu des 3 interventions sur REF.

Irrigation et fertilisation

Objectifs : accompagner la croissance des arbres et des fruits, mais en mettant en œuvre des méthodes (Outils d'Aide à la Décision – OAD) permettant un pilotage précis des apports afin d'augmenter l'efficacité des intrants. Utiliser ces techniques comme des leviers d'action pour réduire la sensibilité à certains bioagresseurs.

Les besoins ont été estimés sur une base de 90 + 1,3 kg N/ tonne de fruits avec un objectif de 40 à 45 tonnes de fruits par hectare (soit un besoin estimé de 145 kg N/ha)

- Système Référence S1-REF1 : 5 apports d'azote sous forme d'ammonitrate ont été réalisés, localisés sur le rang (5/04, 9/05, 30/05, 26/07 et 29/08) totalisant 145 kg N/ha. Les apports ont été de 55 kg P2O5 et 130 kg K2O/ha.
- Systèmes économes S2 et S3 : Un apport d'amendement organique (VegetHumus à la dose de 2860 kg/ha) a apporté 63 kg N total, 9 kg P2O5/ ha et 14 kg K2O/ha). Ensuite, 1 apport de 15 kg N/ha a été effectué en solide sur le rang le 5/04 (ammonitrate). Tous les autres apports ont été réalisés par irrigation fertilisante en 15 apports sous forme de nitrate de calcium du 19/04 au 1/08 (entre 4 et 8 kg N/ha par semaine). La quantité biodisponible d'azote apportée a été de 125 kg N/ha. Les apports ont été de 29 kg P2O5 et 102 kg K2O/ha, dont près de 60 kg K2O sous forme d'irrigation fertilisante en juin pour accompagner la croissance des fruits.

La conduite de l'irrigation a été réalisée par bilan hydrique avec un calage par sonde TDR. Le démarrage de l'irrigation a commencé le 12 avril 2017 et l'irrigation a été totalement arrêtée le 29/09/2017.

Les règles de décision retenues ont été :

- Systèmes de Référence S1-REF1 (microjet) : apports selon le bilan hydrique kc.ETP – P de la semaine n-1, avec arrêt des irrigations si pluviométrie supérieure à 15 mm au cours de la semaine. Les apports sont réalisés 2 ou 3 fois par semaine selon la demande climatique.
- Système Economes S2 et S3 : irrigation par goutte à goutte enterré. Les quantités d'eau apportées ont été réduites d'environ 35 % par rapport aux besoins estimés par bilan hydrique en raison d'une amélioration de l'efficacité liée au système d'irrigation et un pilotage de l'irrigation associant des sondes TDR dans le sol et des capteurs micromorphométriques positionnés sur les charpentières (système « Pepista »). Les apports sont programmés journalièrement avec 1 ou 2 pulse réalisé en fin de nuit et/ou en fin d'après-midi.

3. Résultats

3.1. Bilan sanitaire et Indices de Fréquence des Traitements

Suivi des bioagresseurs

Les observations des suivis de la présence ou des symptômes des bioagresseurs ont été réalisées chaque semaine sur 30 arbres par systèmes, avec des notations sur plusieurs pousses ou fruits/arbre (10 à 20 par arbres selon les stades et les bioagresseurs) ou à l'échelle de l'arbre quand un dénombrement précis est peu représentatif en utilisant une échelle d'intensité d'attaque (note 0 : absence ; note 1 : 1 à 5 individus ou organes/arbre ; note 2 : 6 à 10 individus ou organes avec symptômes/arbre ; note 3 : 10 à 25 individus ou organes avec symptômes/arbre ; note 4 : 25 à 50 individus ou organes/arbre et note 5 : > 50 individus ou organes avec symptômes/arbre). Pour synthétiser les résultats, nous avons calculé des pourcentages par rapport au nombre total d'individus observés ou nous avons calculé un Indice relatif d'Infestation (IF) (x 100 pour obtenir un %) qui représente un score moyen par système d'intensité de présence et/ou de dégâts selon la formule suivante (Grechi et al. 2008)¹ : Ce score permet de pondérer le nombre d'arbre touché par l'intensité de l'infestation.

$$IF = \frac{\sum_{d=0}^5 (d f_d)}{5 \sum_{d=0}^5 f_d}$$

avec :

d : degré d'infestation ou de dégâts (notes de 0 à 5)

f_d : fréquence d'arbres avec le degré d'infestation

La figure 2 présente les principaux dégâts observés sur les différents systèmes au cours de la campagne 2017.

Il ressort :

- De faibles dégâts occasionnés par la **cloque**, du fait des stratégies d'interventions appliquées avec une prise de risque limitée afin d'éviter une rechute suite à la forte attaque de 2015.
- L'absence pratiquement totale de dégâts d'**oïdium** (< 0.1%) sur feuilles et sur fruits (< 0.2 %, résultats non présentés).
- L'absence de dégâts occasionnés par le **thrips** sur les jeunes fruits (résultats non présentés)
- Une **forte attaque de puceron vert** a été observée à partir du 6/04/2017, essentiellement sur les 2 systèmes économes : présence de quelques individus isolés sur S1-REF le 6/04, mais aucun foyer aux autres dates d'observation ; indice d'infestation de 15.3 (S2-Eco1) et 28.7 (S3-Eco2) le 6/04, puis indice de 4.7 et 18.0 le 28/04 se stabilisant à 11.7 et 25.2 sur S2 et S3 le 17/05/2017 (figure 2). L'intervention de rattrapage avec du TEPPEKI du 10/4 n'a donc pas permis de contrôler l'attaque, surtout sur S3 (28 % d'arbres touchés sur S2 et 50 % sur S3). L'attaque a été progressivement régulée par une intervention manuelle (suppression des rameaux ayant les foyers les plus importants), les auxiliaires (très forte présence de coccinelles au début du mois de mai) et le départ des pucerons ailés dans la deuxième quinzaine de mai. Les dégâts sur les arbres les plus fortement touchés se sont traduits par un fort ralentissement de la croissance végétative (diminution de la surface foliaire et pertes de futurs rameaux pour l'année 2018), mais nous avons observé peu de dégâts sur les fruits (quelques déformations). Ainsi, l'absence de traitement avec un insecticide de synthèse au début floraison (remplacé par une huile blanche au stade hivernant) a nécessité une intervention de rattrapage avec une efficacité assez faible sur les systèmes économes.
- La confusion sexuelle a assuré une très bonne maîtrise de la **tordeuse orientale** du pêcher (TOP) sur la 1^{ère} génération (G1), ainsi que sur la G2 et la G3 grâce à un accompagnement de la confusion avec une intervention phytosanitaire soit avec un insecticide chimique sur S1, soit avec un produit de biocontrôle (*Bacillus thuringiensis* sur la G2 de S2 et virus de la granulose sur la G3 pour S2 et S3). Les dégâts sur pousses ont été faibles (< à 2% sur tous les systèmes, figure 2).
- Suite à quelques dégâts sur jeunes fruits liés aux escargots nous avons réalisé une intervention avec des granulés (produit chimique sur S1 – REF1 et produit de biocontrôle sur S2–Eco1 et S3–Eco2) pour contrôler les dommages. L'intervention a été efficace.

¹ Grechi, I., Sauge, M.-H., Sauphanor, B., Hilgert, N., Senoussi, R., Lescourret, F., 2008. How does winter pruning affect peach tree-Myzus persicae interactions? Entomologia Experimentalis et Applicata 128, 369-379.

- Suite aux importants dégâts occasionnés en 2015 et 2016 par les **forficules** dont les morsures constituent des dommages directs sur les fruits et une porte d'entrée pour les attaques de monilioses, nous avons posé en préventif de la Glu comme barrière physique sur les systèmes S2 et S3 à la place d'un traitement insecticide réalisé sur S1. Fin juin, les morsures occasionnées par les forficules étaient inférieures sur S2-Eco1 (1.8 %) et S3-Eco2 (2.5 %) par rapport à S1-REF (7.0 %). Nous avons réalisé des piégeages (rouleau de carton positionné à l'embranchement des charpentières sur 15 arbres / système) pendant la récolte pour suivre les populations de forficules (Figure 2). Les résultats confirment l'excellente efficacité de la glu qui empêche les forficules de monter dans les arbres sur les systèmes économes (en moyenne de 1 à 4 ± 0.3 à 1.3 forficules / piège) alors que le nombre moyen de forficules / piège passe de 54 ± 5.7 le 10/07 (1^{ère} cueille) à 192 ± 17 le 31/07. Cette forte présence de forficules dans les arbres sur S1-REF explique sans doute pour partie le plus grand pourcentage de fruits tombés au sol (fruits généralement « pourris ») par rapport aux systèmes économes (au total 14.5 ± 1.7 % sur S1, 3.6 ± 0.4 % sur S2 et 7.3 ± 0.6 % sur S3). Les écarts de tri suite à des morsures et piqures sont par contre du même ordre de grandeur entre les systèmes (S1 : 0.52 ± 0.12 % ; S2 : 0.47 ± 0.01 % ; S3 : 0.41 ± 0.05 %).

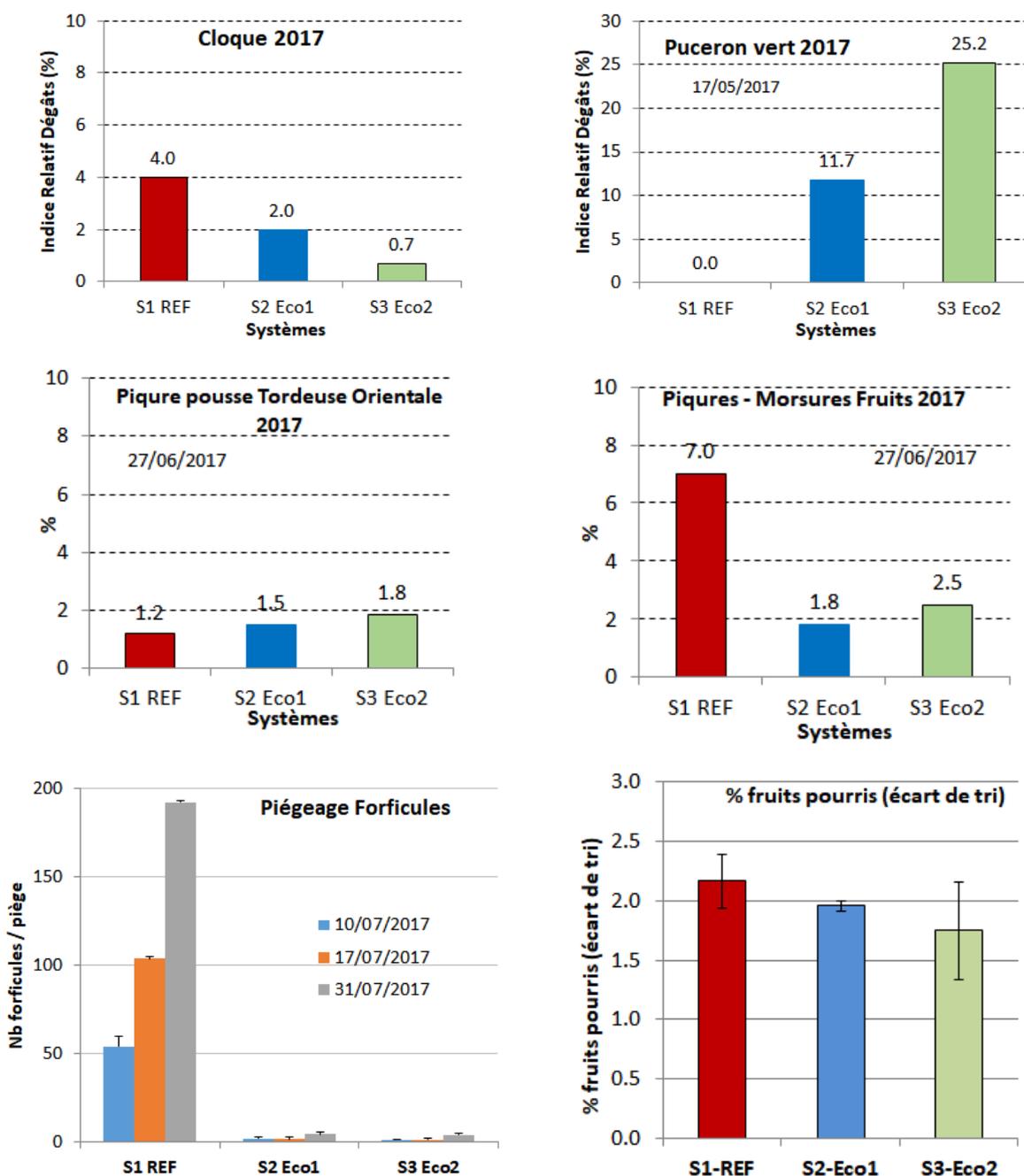


Figure 2. Dégâts observés et présence de bioagresseurs en 2017 sur les différents systèmes aux dates où les symptômes étaient à leur maximum.

- Pour la **moniliose** en vergers, les premières observations réalisées le 27 juin montrent l'absence de dégâts sur les fruits (0 % sur S1 et S2, 0.2 % sur S3, n= 600 fruits/système). Les écarts de tri liés aux fruits touchés par les monilioses sont légèrement plus forts sur S1-REF (2.2 %) que sur les systèmes économes (2.0 % sur S2 et 1.8 % sur S3, figure 2). Globalement, si on considère que les fruits non blessés, les pertes exclusivement liées aux monilioses sont donc assez modérés en 2017 du fait des conditions climatiques peu favorables à cette maladie. On constate aussi que les pertes liées exclusivement aux monilioses sont identiques voire légèrement plus élevées sur le traitement S1-REF que sur les 2 systèmes économes, en dépit des 3 traitements fongicides anti-monilioses réalisés avant récolte (vs 1 sur S2 et S3). les fruits non blessés. Mais si on considère que les fruits tombés au sol, qui ont très majoritairement des signes de pourriture sur les blessures occasionnées par les forficules (mais aussi les guêpes et abeilles), sont Sur le système de référence pêches plate (S4 – REF2).

Globalement, à l'exception du puceron vert sur S2 et S3 et des forficules sur S1, la plupart des bioagresseurs ont été bien contrôlés en 2017 au cours de la période de végétation.

Cependant, lors de fin de la période de maturation des fruits et de la récolte (mi à fin juillet), les pertes de fruits ont fortement augmenté, en particulier sur S1-REF, liées à la conjonction d'une chute de fruits, à des morsures-piqures générant un développement important des maladies de conservation (pertes totales de récolte de 20.4 ± 2.2 % sur S1-REF, 5.4 ± 0.6 % sur S2-Eco1 et 10.8 ± 0.6 % sur S3-Eco2). Les systèmes économes en produits phytosanitaires ont donc été globalement aussi voire plus efficaces que le système de référence, à l'exception de la maîtrise du puceron vert.

Bilan des Indices de Fréquence des Traitements (IFT)

Le tableau 5 présente les différents types d'IFT pour intégrer les évolutions de l'indicateur. L'IFT hors produits de biocontrôle (« chimique ») correspond à l'indicateur de référence calculé avec la méthode définie avant 2016 c'est-à-dire la dose utilisée / dose minimale homologuée sur l'espèce concernée. L'objectif d'EcoPêche est de réduire de 50 % cet IFT « chimique ». L'IFT biocontrôle correspond aux produits de biocontrôle identifiés dans la « liste des produits entrant dans le calcul du NODU "vert" Biocontrôle au titre de l'année 2016 par le Ministère de l'agriculture. L'IFT Usage est calculée selon la méthode préconisée depuis 2016, c'est-à-dire la dose utilisée / dose homologuée d'usage définie par la cible et l'espèce. Par souci d'homogénéité avec les années précédentes, nous n'en tiendrons pas compte dans l'analyse des résultats de 2017. L'IFT total qui est la somme des IFT hors produits de biocontrôle (chimique) + IFT biocontrôle est présenté car il donne une idée de l'utilisation totale de produits pour protéger la culture. Ces calculs ont été réalisés par catégories de produits phytopharmaceutiques (herbicide, fongicide, insecticide et autres produits) pour identifier les groupes de bioagresseurs générant le plus de traitements. Les réductions ou augmentations d'IFT sont calculées par rapport au système de référence (S1-REF).

Tableau 5. Indice de Fréquence des Traitements (IFT) selon les catégories de produits et les types d'IFT sur les 3 systèmes de culture à l'Inra Avignon pour la campagne 2017. Les méthodes de calcul font références à la dose minimale homologuée sur l'espèce (ancienne méthode de calcul). L'IFT usage correspond à la dose de référence pour l'espèce et la cible. Le symbole * signifie que l'IFT de biocontrôle a été multiplié par rapport au système de référence.

Types d'IFT	Systèmes	Catégories				Total	%
		herbicide	fongicide	insecticide	autre		
IFT Total	S1-REF1	1.20	13.86	12.65	1.00	28.71	
(chimique + biocontrôle)	S2-Eco1		9.61	7.91	1.00	18.52	-35.5
	S3-Eco2		8.61	6.66	1.00	16.27	-43.3
IFT "chimique"	S1-REF1	1.20	13.86	11.65	1.00	27.71	
	S2-Eco1		5.94	2.66	0.00	8.60	-69.0
	S3-Eco2		5.94	2.66	0.00	8.60	-69.0
IFT biocontrôle	S1-REF1	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	
	S2-Eco1		3.67	5.25	1.00	9.92	* 9.9
	S3-Eco2		2.67	4.00	1.00	7.67	* 7.7
IFT Usage	S1-REF1	1.20	12.00	8.00	1.00	22.20	
(pour le chimique)	S2-Eco1		5.00	2.00	0.00	7.00	-68.5
	S3-Eco2		5.00	2.00	0.00	7.00	-68.5

Sur le système de référence (S1-REF1) de l'essai Nectarlove (figure 3), les produits fongicides représentent 48% des IFT totaux, les insecticides représentent 44% et les herbicides 4.2%. Les systèmes économes ont permis une réduction de 35 % (S2) et 43 % (S3) des IFT totaux. Si on considère les IFT hors produits de biocontrôle (« chimiques »), la diminution est de -69 % sur S2-Eco1 et S3-Eco2 grâce pour partie à une substitution avec des produits de biocontrôle (1 IFT biocontrôle sur REF1 vs 9.9 sur S2 et 7.7 sur S3 soit une multiplication par 9.9 à 7.7). Cependant, la substitution par les produits de biocontrôle n'explique que la moitié de la réduction d'usage des IFT totaux, l'autre moitié s'explique par l'utilisation de méthodes culturales, de barrières physiques ou des impasses jugées possibles du fait du suivi précis des bioagresseurs sur le verger et/ou l'acceptation d'une prise de risque plus élevée.

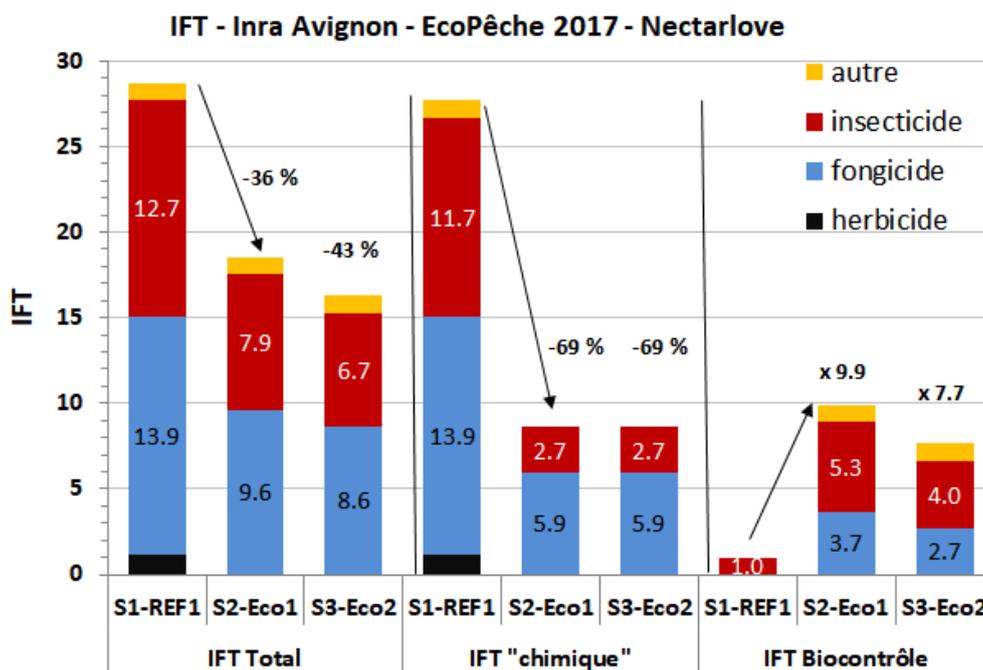


Figure 3. Indice de fréquence des traitements (IFT) basé sur un calcul faisant référence à la dose minimale homologuée sur l'espèce à l'Inra Avignon avec 3 systèmes (S1-REF1 ; S2-Eco1 ; S3-Eco2) pour la campagne 2017.

Le tableau 6 montre la répartition des IFT par cible. La suppression des herbicides ne fait pas gagner beaucoup d'IFT, mais l'impact environnemental est très positif. L'IFT biocontrôle sur le système de référence est dû à la confusion sexuelle (pratique déjà largement utilisée par les producteurs). Dans les systèmes économes, nous avons utilisé la confusion sexuelle et des microorganismes (*Bacillus thuringiensis* et virus de la granulose) contre la tordeuse. Contre le thrips, nous avons pratiqué une seule intervention sur les systèmes économes (comptabilisant pratiquement 2 IFT selon la méthode de calcul). La glu, est une barrière physique contre les forficules qui ne génère pas d'IFT. Contre l'oïdium, nous avons privilégié le soufre qui est comptabilisé comme un produit de biocontrôle. Enfin, sur S2, nous avons aussi fait un test avec de l'Armicarb (bicarbonate de potassium) contre le monilia.

Tableau 6. Indice de Fréquence des Traitements (IFT) selon les cibles sur les 3 systèmes de culture à l'Inra Avignon pour la campagne 2017.

Catégories produi cible	Systèmes	S1 - REF		S2 - Eco1		S3 - Eco2	
		IFT chimique	IFT vert	IFT chimique	IFT vert	IFT chimique	IFT vert
herbicide	Adventices	1.20					
fongicide	Bacterioses	1.00		1.00		1.00	
	Cloque(s)	5.61		3.94		3.94	
	Oïdium(s)	4.00			2.67		2.67
	Monilioses	3.25		1.00	1.00	1.00	
insecticide	Stad. Hivern. Ravageurs				1.00		1.00
	Pucerons	2.00		1.00		1.00	
	Thrips	5.99		1.66		1.66	
	Chenilles foreuses des fruits	2.00	1.00		4.25		3.00
	Forficules	1.66					
Autres	Glu						
	Limaces et escargots	1.00			1.00		1.00
Total / type		27.71	1.00	8.60	9.92	8.60	7.67
Total Général		28.71		18.52		16.27	

Le manque de méthode alternative se fait donc beaucoup ressentir sur la cloque, les monilioses, les thrips et le puceron vert.

Ces résultats montrent que l'objectif de réduction d'environ 50 % des IFT hors produits de biocontrôle (« chimique », ainsi que l'objectif zéro herbicide ont été largement atteints, avec un contrôle correct des dégâts en végétation, excepté pour le puceron vert.

3.2 Bilan eau d'irrigation et fertilisation

Bilan irrigation

Les apports d'eau d'irrigation couvrent le déficit calculé par bilan hydrique $Kc.ETP - P$ sur la période du 1 avril au 30 septembre 2017 pour le système S1-REF1 (figure 4). Sur les systèmes économes, les quantités d'irrigation ont été réduites de 35 % sur S2-Eco1 et 34% sur S3-Eco2 (tableau 7).

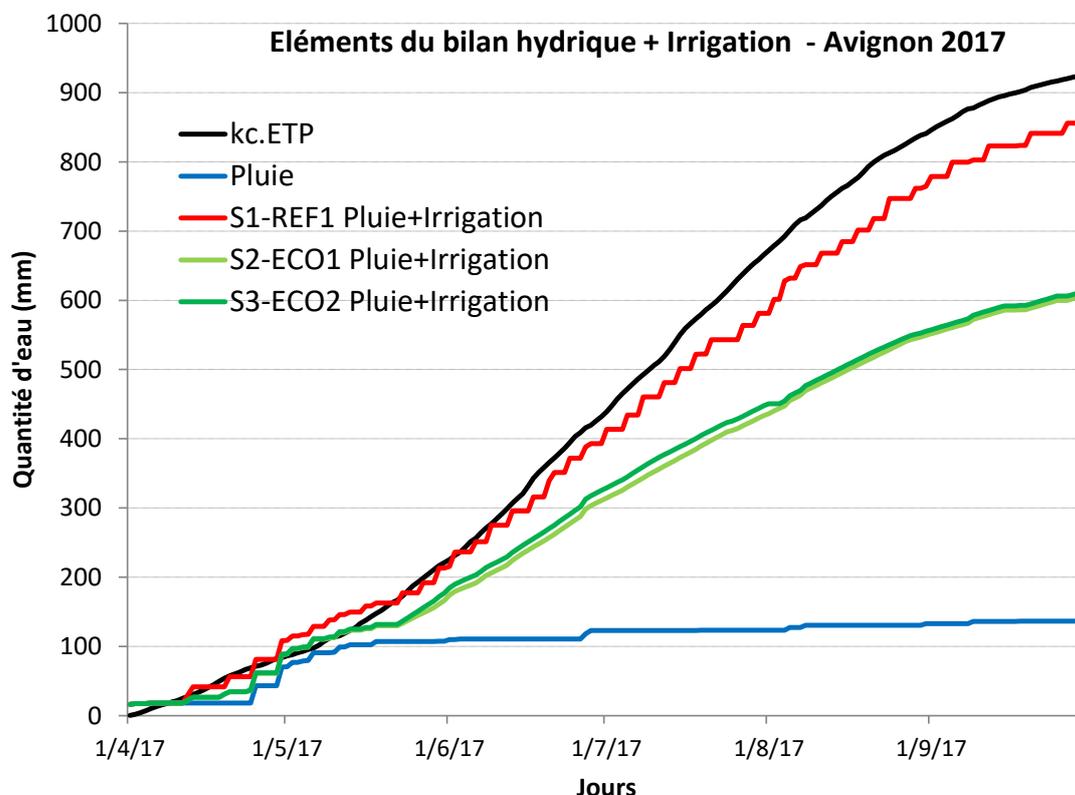


Figure 4: Bilan hydrique et quantités d'eau apportées par l'irrigation sur les 3 systèmes (S1 à S3) à l'Inra d'Avignon en 2017. Début irrigation : 12 avril 2017 ; arrêt complet irrigation : 29 septembre 2017.

Tableau 7. Eléments du bilan hydrique sur les différents systèmes de culture du site Inra Avignon pour la campagne 2017. Les pourcentages de réduction d'irrigation sont calculés par rapport au système REF.

Systèmes	ETP	kc.ETP	Pluie	P - Kc.ETP	Irrigation (mm)	% réduction vs REF
S1-REF1	952.1	924.8	142.0	-782.8	719.3	
S2-ECO1					467.8	-35
S3-ECO2					474.0	-34

La réduction obtenue sur les systèmes S2 et S3 est liée à un pilotage de l'irrigation selon les principes de la « Regulated Deficit Irrigation » (RDI) en appliquant des régulations hydriques à certaines périodes de la phase de croissance des fruits avec un contrôle basé à la fois sur les sondes TDR du sol et sur des mesures de fluctuations micromorphométriques des troncs. L'objectif de cette réduction hydrique est de limiter le développement du monilia en évitant la formation de microfissures à la surface des fruits et d'améliorer la teneur en sucre des fruits.

Bilan fertilisation

Sur le système de référence (figure 5), les quantités biodisponibles d'azote ont été de 145 kg N/ha (S1-REF1). Sur les systèmes S2 et S3, un apport d'amendement organique sur le rang a été réalisé, mais l'essentiel des quantités d'azote ont été apportées par la ferti-irrigation pour totaliser 125 kg N/ha. La réduction de -14 % par rapport à S1-REF1 se justifie par une meilleure efficacité attendue de l'utilisation de l'azote grâce aux apports localisés au niveau du système racinaire par la ferti-irrigation. Les contrôles du statut azoté des arbres confirment cette hypothèse.

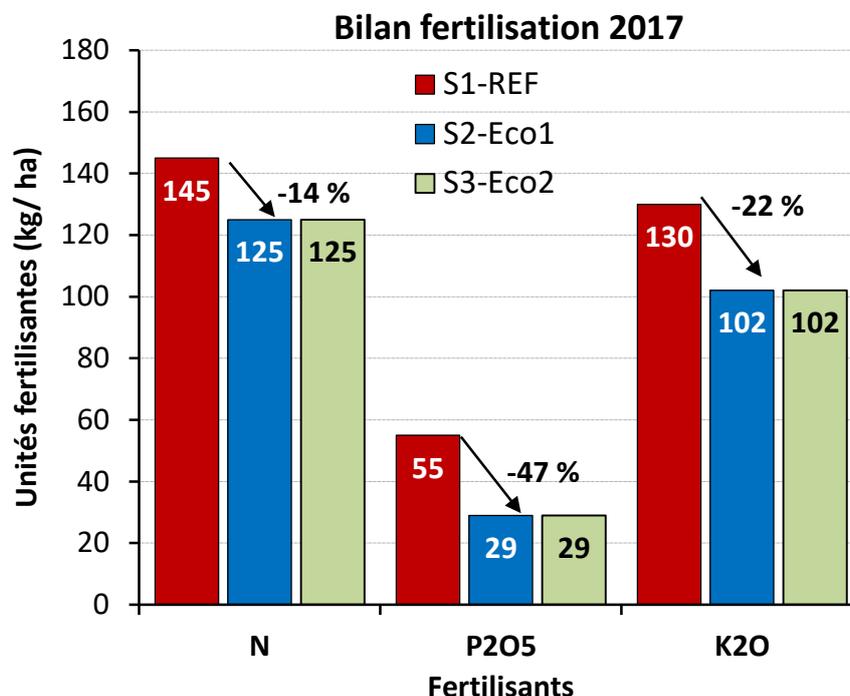


Figure 5. Quantités d'éléments fertilisants apportées sur les différents systèmes à l'Inra Avignon pour la campagne 2017

Les apports en phosphore ont été de 55 kg P2O5/ha sur S1-REF et la réduction a été de -47 % sur les systèmes économes. Les apports de potassium de 130 kg K2O/ha sur S1-REF ont été réduits de -22% sur S2-Eco1 et S3-Eco2.

3.3 Croissance végétative et des fruits

Nous présenterons seulement les effets des systèmes sur la croissance des arbres, des pousses et des fruits, ainsi que le statut azoté des plantes.

Vigueur des arbres

L'indicateur utilisé est la section des troncs qui est une variable intégratrice intéressante pour évaluer l'effet des systèmes sur la dynamique de croissance globale des arbres dans des vergers pas trop restructurés.

A la fin de la campagne 2014, la vigueur était significativement supérieure sur S2-Eco1 par rapport à S3-Eco2, et S1-REF1 avait une vigueur intermédiaire (figure 6). La différence entre S2 et S3 peut s'expliquer par la plus forte densité de plantation et le mode de conduite (début de concurrence entre arbre).

En fin de campagne 2015, la vigueur des arbres est significativement différente entre tous les systèmes ($F=25,6$; $P>0,001$) avec $S1 > S2 > S3$. La croissance annuelle a été beaucoup plus faible sur S2 et S3 par rapport à S1-REF, sans doute liée à l'attaque de cloque qui a bloqué la croissance au cours du printemps.

En fin de campagne 2016 (mesure de février 2017), les sections ne sont pas significativement différentes entre S1-REF1 (67.2 cm²/arbre) et S2-Eco1 (62.2 cm²/arbre), avec une croissance annuelle similaire. Par contre, les sections sont significativement plus faibles sur S3-Eco2 (50.0 cm²/arbre, $F = 23,9$, $P < 0,0001$) du fait d'une croissance annuelle beaucoup plus réduite.

En fin de campagne 2017 (mesure de fin janvier 2018), les sections ne sont pas significativement différentes entre S1-REF1 (75.3 cm²/arbre) et S2-Eco1 (76.9 cm²/arbre), même si la croissance

annuelle a été plus forte sur S2. Par contre, les sections sont très significativement plus faibles sur S3-Eco2 ($60.8 \text{ cm}^2/\text{arbre}$, $F = 16.3$, $P < 0.0001$).

Globalement, les stratégies de protection et de gestion du verger ne conduisent pas à une différenciation de la croissance des arbres entre S1-REF et S2-Eco1. Par contre, l'augmentation de la densité de plantation provoque une diminution de la croissance individuelle des arbres sur S3-Eco2. Cependant, en tenant compte de la densité des arbres, la section de tronc représente 4.32 m^2 sur S1, 4.39 m^2 sur S2 et $5.53 \text{ m}^2/\text{ha}$ sur S3 traduisant une augmentation de la biomasse totale produite par le système à plus forte densité de plantation dans la phase juvénile du verger.

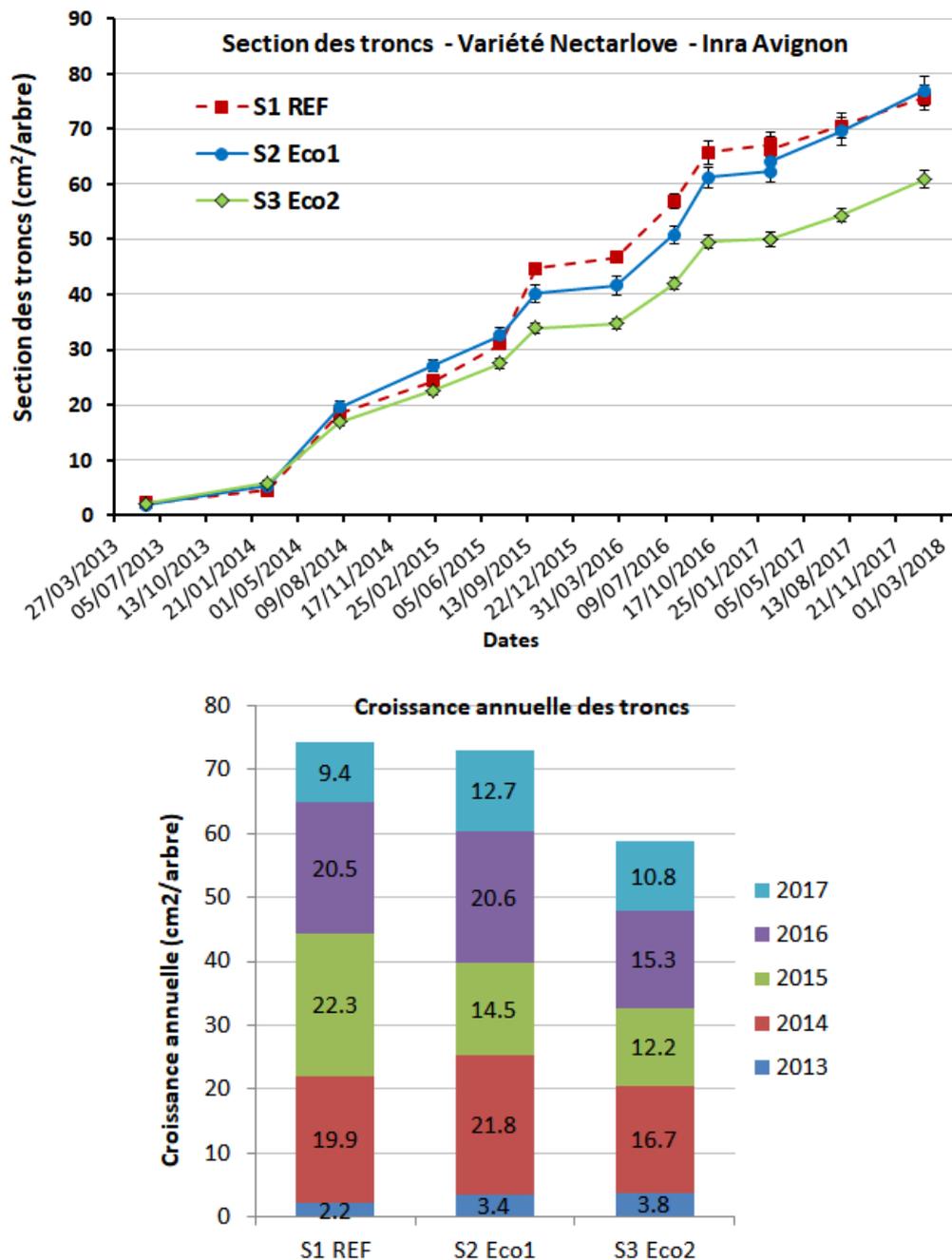


Figure 6. Dynamique de croissance des troncs et croissance annuelle en fonction des systèmes de culture dans le dispositif Nectarlove de l'Inra Avignon (plantation février 2013).

Croissance végétative et nutrition azotée

La croissance en longueur des pousses est assez similaire sur les 3 systèmes jusqu'à mi-juin (figure 7). A partir de cette période, la croissance moyenne sur le système S3-Eco2 est significativement plus faible que sur les 2 autres systèmes (S2-REF et S2-Eco1, $F > 3.0$, $P < 0.05$).

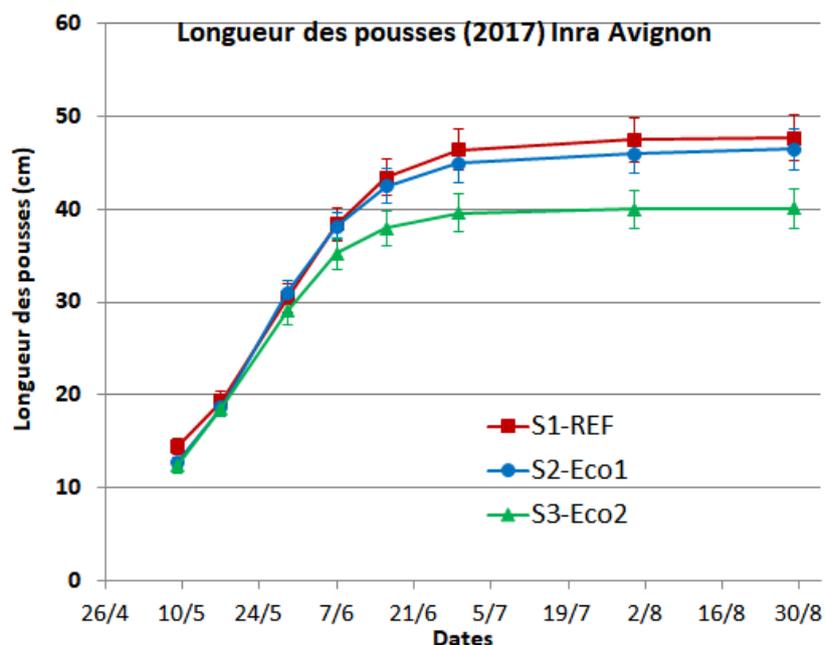


Figure 7. Croissance en longueur des pousses (cm) sur 3 systèmes de culture de l'essai nectarlove de l'Inra Avignon en 2017

Les cinétiques de surface moyenne d'une feuille (figure 8) ne montrent pas de différences entre les 3 systèmes, indiquant qu'ils n'ont pas impacté les surfaces foliaires à l'échelle des pousses.

L'évolution de la concentration en azote dans les feuilles ne met pas en évidence de différences marquées entre les systèmes (figure 8), malgré la petite différenciation des apports de fertilisants. Fin juin (stade de réalisation du diagnostic foliaire, 105 jours après floraison), les teneurs en N sont proches des valeurs de référence (environ 3.5 % N) indiquant une alimentation azotée satisfaisante. De la fin de la récolte (fin juillet) à début septembre, les teneurs en N diminuent normalement et de manière identique sur tous les systèmes.

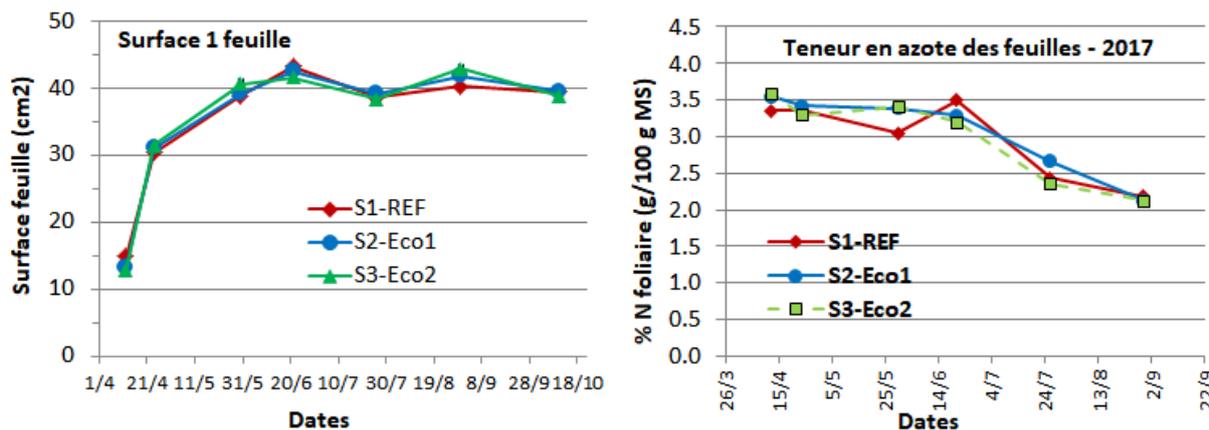


Figure 8. Cinétiques d'une surface moyenne d'une feuille et des teneurs en azote dans les feuilles sur 3 systèmes de culture de l'essai Nectarlove de l'Inra Avignon en 2017

Croissance des fruits

Les cinétiques de croissance diamétrale des fruits sont similaires sur les 3 systèmes pour l'ensemble de la période (11 avril au 10 juillet). Le suivi de la croissance des fruits s'arrêtant dès la première cueille alors que la croissance se poursuit encore pendant 7 à 14 jours, l'extrapolation des courbes indique que le potentiel de calibre va être élevé (entre 67 et 80 mm) c'est-à-dire dans les classes de calibres A et 2A.

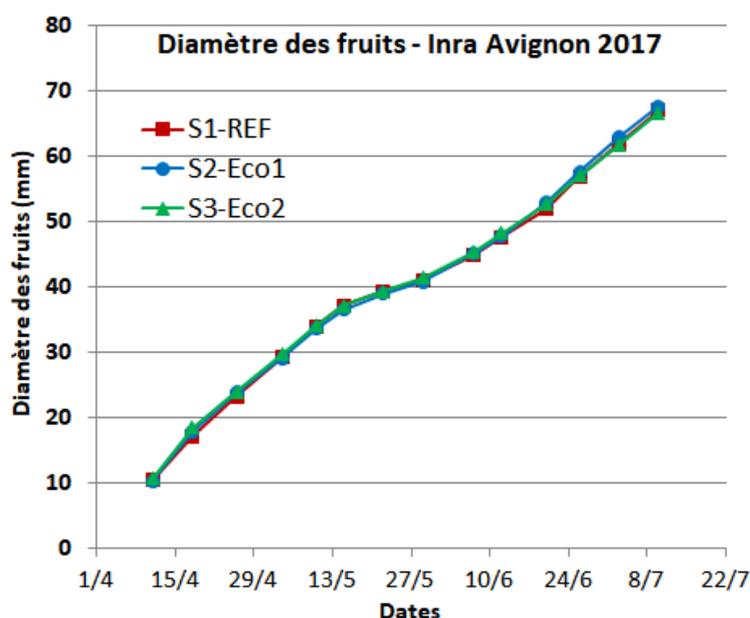


Figure 9. Cinétiques de croissance diamétrale des fruits sur 3 systèmes de culture de l'essai Nectarlove de l'Inra Avignon en 2017

3.4 Récolte et qualité des fruits

Les principaux résultats de la récolte 2017 sont présentés tableau 8 pour la **variété Nectarlove**. La récolte a été réalisée en 3 cueilles sur les 3 systèmes (du 11 au 25 juillet). Pour rappel, ces données correspondent à un verger en 5^{ième} feuille.

Tableau 8 : Principaux résultats observés à la récolte des fruits sur les 3 systèmes de l'essai Nectarlove à l'Inra Avignon pour la campagne 2017. Les premières lignes présentent des données à l'échelle de l'arbre. Les indicateurs de performance sont ensuite calculés à l'échelle de l'hectare pour intégrer les effets « densité de plantation ». Les données présentent la moyenne \pm erreur standard (12 répétitions/système).

	S1-REF1		S2-ECO1		S3-ECO2		S2-ECO1 en % REF1		S3-ECO2 en % REF1	
		\pm ES		\pm ES		\pm ES				
Résultats à l'échelle de l'arbre										
Nbre total Fruits /arbre	433	22.6	489	16.3	362	18.7	13%		-16%	
Nbre fruits au sol/arbre	60	4.7	18	2.3	26	2.0	-71%		-57%	
Nbre fruits récoltés/arbre	373	24.0	471	15.3	336	18.5	26%		-10%	
Poids brut Fruits (kg/arbre)	71.6	3.5	82.7	2.8	64.3	2.5	16%		-10%	
Poids Moyen Fruit (g)	165.4	2.4	169.3	2.5	179.0	2.5	2%		8%	
% A et plus	89.4	0.5	92.9	1.2	95.4	0.4	4%		7%	
% Fruits pourris (sol + dans arbre)	18.1	2.2	4.7	0.6	8.6	0.6	-74%		-53%	
% Fruits pourris (écart de tri)	2.2	0.2	2.0	0.0	1.7	0.4	-10%		-19%	
% Fruits piqués (écart de tri)	0.52	0.12	0.47	0.00	0.41	0.05	-10%		-20%	
% perte totale fruits	20.4	2.2	5.4	0.6	10.8	0.6	-74%		-47%	
Poids total pertes fruits (kg/arbre)	12.5	1.1	4.0	0.5	5.4	0.4	-68%		-56%	
Indicateurs de performance agronomique / ha										
Nbre d'arbres/ha	571		571		909		0%		59%	
Nbre Fruits / ha	247 481	12 900	279 076	9 311	329 134	16 993	13%		33%	
RDT brut (t/ha)	40.9	2.0	47.2	1.6	58.5	2.3	16%		43%	
Pertes de fruits (t/ha)	8.1	0.7	2.6	0.3	6.2	0.2	-68%		-23%	
% perte totale fruits	20.4	2.2	5.4	0.6	10.8	0.6	-74%		-47%	
Rdt commercialisé (t/ha)	32.8	2.1	44.6	1.4	52.3	2.4	36%		59%	
%Aplus	89.4	0.5	92.9	1.2	95.4	0.4	4%		7%	
Rdt Com. A et plus (t/ha)	29.3	1.8	41.4	1.4	49.9	2.4	41%		70%	
IR pondéré /masse (% Brix)	14.3	0.03	14.3	0.04	13.5	0.08	0%		-6%	

La **charge en fruits** visée était de 450 fruits/arbre sur les systèmes à densité de plantation de 571 arbres/ha. Au final, elle était un peu plus faible sur S1-REF (433 ± 23 fruits/arbre) que sur S2-Eco1 (489 ± 16 fruits/arbre), mais les différences sont à la limite de la significativité ($P = 0.052$). Le nombre de fruits / arbre était par contre significativement différent sur S3-Eco2 (362 ± 19 fruits/arbre, $P = 0.014$), mais conforme à l'objectif recherché (350 fruits). Le nombre de fruits récoltés /ha (329 000) était supérieur sur S3-Eco2 par rapport aux autres systèmes du fait de la plus forte densité d'arbres.

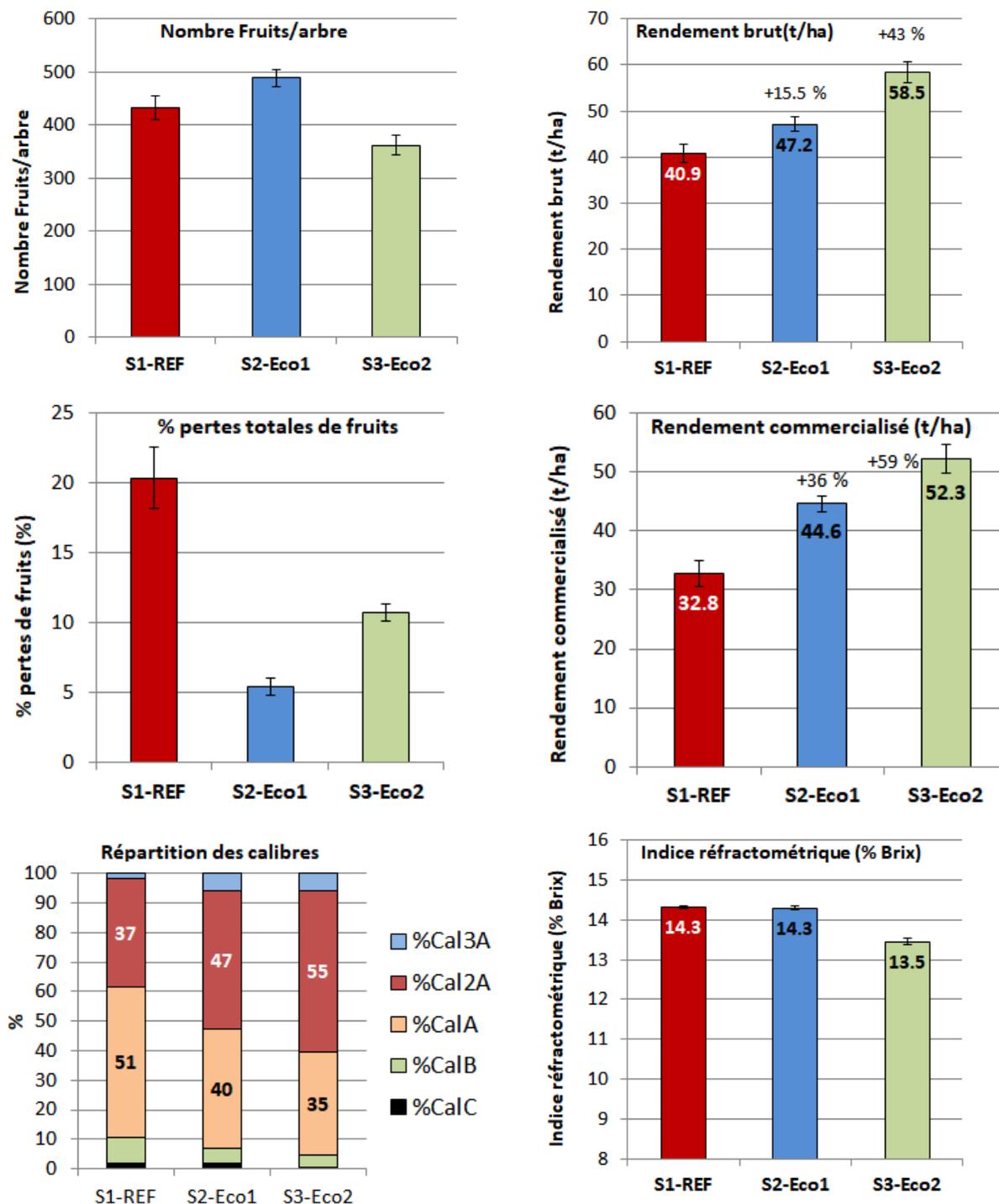


Figure 10. Nombre de fruits/arbre, rendement brut et commercialisé (t/ha), pertes de fruits à la récolte, poids moyen des fruits (g), répartition des calibres et indice réfractométrique (% Brix) sur les différents systèmes de l'essai Nectarlove à l'inra d'Avignon en 2017

Le **rendement brut** était significativement différent entre tous les systèmes ($F=20.3$, $P<0.0001$). Il augmente de +16 % sur S2-Eco1 et +43 % sur S3-Eco2 par rapport à S1-REF (figure 10). Ces différences sont liées aux nombres de fruits par hectare mais aussi à une augmentation des poids moyens des fruits sur S3-Eco2 ($P<0.001$), conduisant à des calibres de fruits plus gros sur les systèmes économes (figure 10). Il se peut cependant que sur S1-REF, il y ait un léger biais car les fruits les plus murs (souvent les plus gros) sont aussi les fruits qui ont été soumis aux attaques des bioagresseurs (forficules, pourriture) entraînant leur chute juste avant les cueilles.

Comme déjà souligné, les **pertes de récolte** sont significativement différentes sur les 3 systèmes (figure 10), essentiellement dues à des chutes de fruits plus importantes dans les 3 ou 4 jours précédant chaque cueille sur le système S1-REF. Ces chutes sont attribuées à des piqures – morsures (forficules, guêpes et abeilles...) provoquant un développement important de pourriture au verger sur ce système. Les écarts de tri de fruits piqués et/ou pourris sont assez similaires entre les 3 systèmes, même si ils sont légèrement plus élevés sur S1. Ces différences de pertes de fruits liées aux différentes stratégies de protection ont été discutées § 3.1.

Les **rendements commercialisés** étaient très significativement différents entre les 3 systèmes ($F=24$, $P<0.0001$, figure 10) avec 32.8 ± 2.1 t/ha sur S1-REF1, 44.6 ± 1.4 t/ha sur S2-Eco1 et 52.3 ± 2.4 t/ha sur S3-Eco2. Les très importantes augmentations de rendement (+36 % sur S2-Eco1 et +59 % sur S3-Eco2) vont expliquer la forte amélioration des résultats technico-économiques sur les systèmes économes par rapport au système de référence.

Malgré l'augmentation de la productivité sur les systèmes économes, l'**indice réfractométrique** reste à un très bon niveau, signe d'une excellente qualité des fruits. Les taux de sucres sont identiques entre S1-REF et S2-Eco1. Ils sont significativement plus faibles sur S3-Eco2 (-0.8 point d'indice). Ceci semble indiquer qu'une plus forte augmentation de la charge en fruits par arbre sur ce système, qui semble possible au regard des gros fruits obtenus, se traduirait sans doute par une diminution plus marquée de la qualité (taux de sucre). Le résultat obtenu semble donc un bon compromis entre la performance technico-économique et la qualité.

La **tenue des fruits en conservation** (128 fruits sans aucun signe de défaut placés dans des plateaux alvéolés dans une pièce à 20 °C) a été observée pendant 20 jours après la récolte (fruits prélevés après la cueille 1, calibre A et 2A). La figure 11 montre que la tenue des fruits a été excellente pendant les 7 premiers jours (1.6 % de fruits pourris sur S1-REF et 0 % sur S2 et S3). 14 jours après récolte, il y a 12.5 % de fruits pourris sur S1-REF, 1.6 % sur S2-Eco1 et 6.3 % sur S3-Eco2. Les fruits sur le système S2-Eco1 ont significativement une meilleure tenue à la conservation ($K_{hi}^2=12.2$, $P=0.002$) que les fruits du système de référence, alors que les fruits sur S3-Eco2 se trouvent en position intermédiaire. Ces résultats post-récolte confirment la moindre sensibilité aux monilioses des fruits des systèmes économes, alors qu'ils ont reçu moins de traitements anti-monilia. Les leviers d'action alternatifs réduisant la sensibilité aux maladies de conservation semblent donc avoir été efficaces dans le cadre d'une année climatique peu favorable à ces maladies.

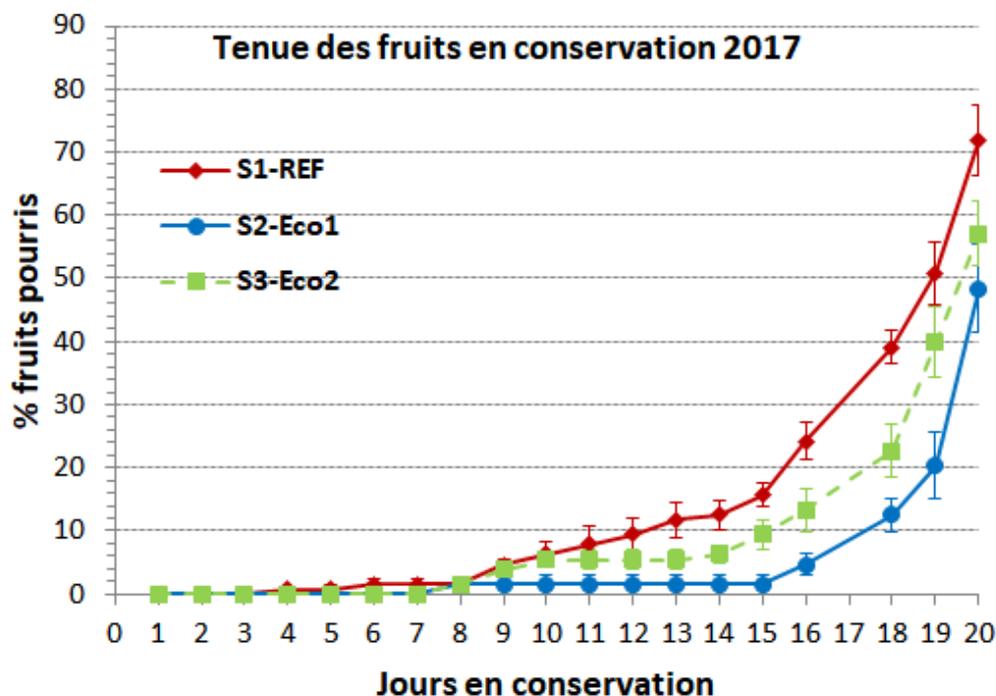


Figure 11. Pourcentage cumulé de fruits « pourris » pendant la conservation (essai Inra Avignon 2017, variété Nectarlove).

En conclusion, les combinaisons de méthodes alternatives mises en œuvre sur les systèmes économes ont eu une meilleure efficacité que la stratégie de gestion du système de référence. Ainsi, dans les conditions de la campagne 2017, les systèmes économes ont permis d'atteindre de meilleures performances agronomiques et techniques, tout en réduisant fortement les IFT chimiques.

3.5 Résultats technico-économiques

Temps de travaux

Les temps de travaux sont issus d'une comptabilisation au bloc parcellaire pour les principaux chantiers manuels et les interventions ponctuelles. Par contre, certaines opérations de faible durée mais répétitives dans le temps ont été comptabilisées de manière forfaitaire (temps/ha pour chaque intervention identique selon les systèmes x nombre d'intervention qui peut varier par système) comme par exemple le temps des traitements phytopharmaceutiques, l'entretien de l'inter-rang, la gestion de l'irrigation, etc.

Sur Nectarlove, le temps des principales interventions réalisées sur les systèmes s'élève au total à 947 heures/ha sur S1-REF1, 1084 h/ha sur S2-Eco1 et 1255 h/ha sur S3-Eco2. Le temps des 4 chantiers principaux en travail manuel (taille d'hiver, taille en vert, éclaircissage et récolte) s'élève à 865 h/ha sur S1, 990 h/ha sur S2 et 1152 h/ha sur S3, soit environ 91 % du total. La récolte totalise 385 h/ha sur S1, 501 h/ha sur S2 et 597 h/ha sur S3 ce qui représente 41 %, 46 % et 48 % du temps total sur S1, S2 et S3 respectivement. Les autres chantiers pèsent assez peu par rapport à ces gros chantiers manuels (figure 12). On peut noter que le chantier éclaircissage manuel a été particulièrement important en 2017 du fait d'une exceptionnelle floribondité et nouaison. Le temps du chantier récolte s'explique par le bon niveau de production atteint.

Les systèmes économes conduisent à une augmentation du temps de travail de +15 % sur S2-Eco1 et +33 % sur S3-Eco2 par rapport à S1-REF1. Cette augmentation est surtout liée au temps de récolte qui est assez proportionnel au rendement. Le temps de travail hors récolte n'augmente que de 4 % sur S2 et 17 % sur S3 par rapport à S1 en lien avec l'éclaircissage et l'utilisation de méthodes alternatives (application manuelle de glu, prophylaxie visant à supprimer des foyers de pucerons).

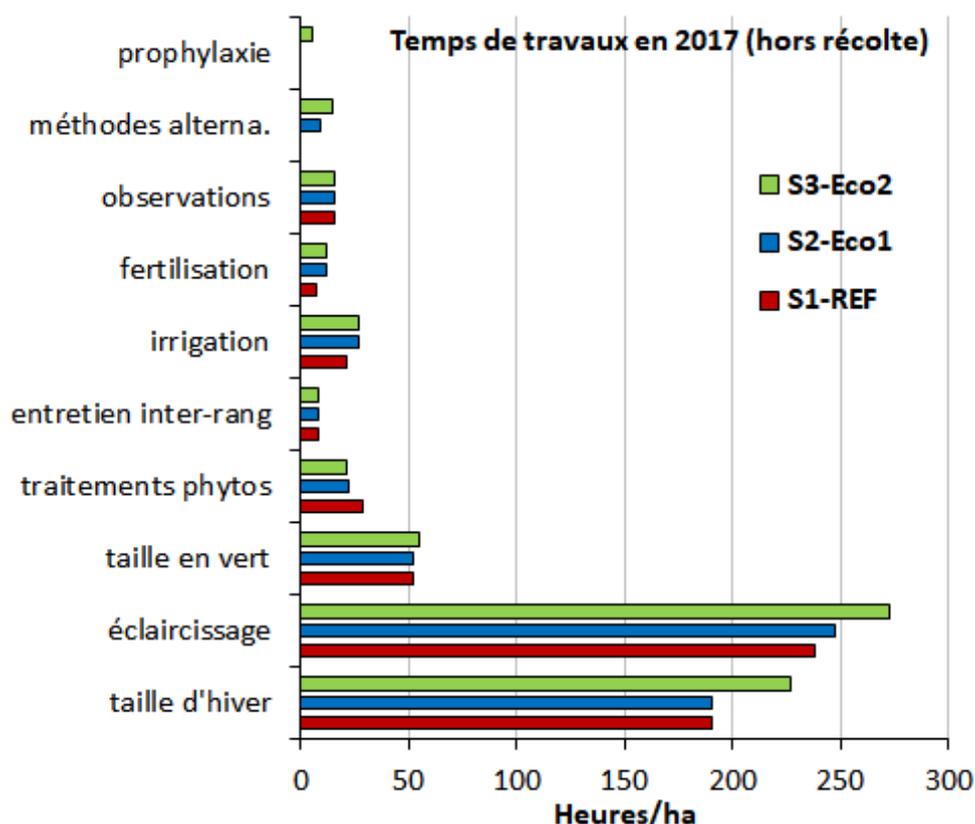


Figure 12. Temps des principaux chantiers (hors récolte) pour la conduite des systèmes dans le dispositif Nectarlove de l'Inra Avignon pour la campagne 2017

Ratios d'efficience techniques et technico-économiques

L'augmentation du rendement commercialisé sur les systèmes économes (+36 % et +59 % sur S2 et S3) conduit à une nette diminution (tableau 9) des ratios nombre d'heures par tonne commercialisée de fruits (-16 % sur S2-Eco1 et -17 % sur S3-Eco2) ou par tonne commercialisée de fruits ayant un calibre égal ou supérieur à A (-19 % sur S2-Eco1 et -22 % sur S3-Eco2), malgré l'augmentation du temps total de travail. Cette diminution est le signe d'une augmentation de l'efficacité du travail.

Les autres ratios techniques sont aussi diminués que cela soit pour l'efficacité des apports en azote et l'eau d'irrigation ce qui traduit une amélioration dans l'efficacité d'utilisation des intrants.

Le ratio IFT / tonne commercialisée de fruits est très fortement diminué passant de 0.84 IFT/t sur S1-REF à 0.19 (-77 % vs REF) sur S2-Eco1 et 0.16 IFT/t (-81 % vs REF) sur S3-Eco2. Cette très forte diminution s'explique par la réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques par hectare et l'augmentation du rendement commercialisé liée à la gestion technique des systèmes économes.

Tableau 9 : Principaux critères de performances agronomiques et ratios d'efficacité calculés sur les 3 systèmes de l'essai Nectarlove à l'Inra Avignon pour la campagne 2017.

Indicateurs	S1-REF	S2-Eco1	S3-Eco2	Eco1 vs REF	Eco2 vs REF
Rdt Commercialisable en frais (t/ha)	32.8	44.6	52.3	36%	59%
%A et plus	89.4	92.9	95.4	4%	7%
Rdt Com. A et plus (t/ha)	29.3	41.4	49.9	41%	70%
Indice Réfractométrique (IR)	14.3	14.3	13.5	0%	-6%
Heures totales /ha	946.5	1 084.0	1 255.0	15%	33%
Nb d'Heures / Tonne Commercialisée	28.9	24.3	24.0	-16%	-17%
Nb d'Heures / Tonne A et + Com.	32.3	26.2	25.2	-19%	-22%
IFT / Tonne Commercialisée	0.84	0.19	0.16	-77%	-81%
Ferti N : kg N/ T Commercialisée	4.42	2.80	2.39	-37%	-46%
M3 eau irrig. / T Commercialisée	219.3	104.8	90.7	-52%	-59%

Résultats économiques

Le tableau 10 récapitule les principaux résultats économiques sur les 3 systèmes de l'essai Nectarlove, sans prendre en compte les coûts de mécanisation (coûts de fonctionnement et d'amortissement du matériel dont consommation du fuel, par contre le temps des interventions mécaniques est comptabilisé). A noter aussi que les prix de vente retenus sont ceux du RNM (Réseau National des Marchés de FranceAgriMer, cotation catégorie standard départ station logé en Languedoc-Roussillon), ces prix servant de référence pour les calculs de la filière pêche-nectarine. Nous avons calculé une moyenne des prix de vente sur 6 campagnes pour chaque semaine de commercialisation afin d'éviter un effet « année » marqué sur les résultats économiques du projet.

Le chiffre d'affaire est élevé en lien avec les bons niveaux de rendement obtenus sur les 3 systèmes pour un verger en 5^{ème} feuille (3^{ème} année de production). L'augmentation des rendements commercialisés observée sur les systèmes économes permet une forte augmentation du chiffre d'affaire (+41 % sur S2-Eco1 et +68 % sur S3-Eco2).

Tableau 10 : Principaux résultats économiques calculés sur les 3 systèmes de l'essai Nectarlove à l'Inra Avignon pour la campagne 2017.

Indicateurs	S1-REF	S2-Eco1	S3-Eco2	Eco1 vs REF	Eco2 vs REF
Chiffre d'affaire bord verger (€/ha)	38 057	53 527	64 108	41%	68%
coûts protection chimique (€/ha)	1 001	245	245	-75%	-75%
coûts protection biocontrôle (€/ha)	215	516	411	140%	91%
coûts totaux des intrants (€/ha)	2 627	3 070	2 971	17%	13%
coût main d'œuvre total (€/ha)	12 115	13 875	16 064	15%	33%
coûts production hors méca. (€/ha)	14 742	16 945	19 035	15%	29%
coûts production € / kg fruits	0.45	0.38	0.36	-15%	-19%
Marge partielle (CA-coûts production) (€/ha)	23 315	36 583	45 073	57%	93%

Les coûts de production sont compris entre environ 15 000 et 19 000 €/ha. Ils augmentent de +15 % sur S2-Eco1 et +29 % sur S3-Eco2, essentiellement sous l'effet de l'augmentation du temps de travail et de son coût sur les systèmes économes (+15 % et + 33 % sur S2 et S3) due à leur plus forte productivité. En effet, les coûts de main d'œuvre (base 12.80 €/heure) représentent entre 82 et 84 % des coûts de production au verger.

Le coût des intrants représente une part assez modeste des charges opérationnelles en verger (entre 16 et 18 %) mais sa réduction peut-être synonyme d'une augmentation de l'autonomie de l'exploitation. Sur les systèmes économes, la réduction des coûts liés à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques chimiques est très marquée (-75 % sur S2 et S3 vs REF). La substitution par des produits de biocontrôle a un coût, mais globalement le poste « produits de protection » diminue de 1216 €/ha sur S1-REF à 761 €/ha sur S32-Eco1 (-37 %) et 657 €/ha sur S3-Eco2 (-46 %). Par contre,

les coûts totaux d'intrants augmentent de +17% et +13 % sur S2 et S3 à cause d'une augmentation du coût de la fertilisation (amendement organique et engrais solubles utilisés pour la fertirrigation).

Le ratio coûts de production / kg de fruits commercialisés diminue de 0.45 €/kg sur S1-REF à 0.36 €/kg sur S3-Eco2. Sachant que les coûts « station fruitière » sont d'environ 0.55 €/kg de fruits (coûts de fonctionnement d'une station fruitière avec main d'œuvre, emballage... et amortissement), les niveaux d'équilibre pour couvrir les frais se situent entre 1.00 €/kg de fruits sur S1-REF, 0.93 €/kg sur S2-Eco1 et 0.91 €/kg de fruits sur S3-Eco2, mais auxquels il faudrait rajouter les charges de structure de l'exploitation.

In fine, les marges partielles sont très positives sur les 3 systèmes. Les systèmes économes conduisent à une forte augmentation par rapport au système S1-REF (+57 % sur S2-Eco1 et +93 % sur S3-Eco2), confirmant les résultats de la campagne 2016 observés sur le site Inra Avignon.

Globalement, pour la campagne 2017 avec la variété Nectarlove, les stratégies de gestion mis en œuvre sur les systèmes économes en produits phytopharmaceutiques et en intrants ont permis un niveau de protection aussi bon voir meilleur que pour le système de référence S1-REF. De plus, l'utilisation de certains leviers a permis l'obtention ou la préservation d'un rendement commercialisé significativement supérieur au système de référence ce qui a positivement impacté la plupart des indicateurs agronomiques, techniques et économiques avec une augmentation de l'efficacité des systèmes économes.

En résumé

Dans le dispositif EcoPêche de l'Inra Avignon (variété Nectarlove en 5^{ième} feuille), les systèmes économes ont conduit à :

- une forte réduction de l'usage des produits phytopharmaceutiques de synthèse (IFT « chimique ») de -69 % sur S2-Eco1 et S3-Eco2 par rapport au système de Référence, avec en particulier l'atteinte d'un zéro herbicide ;
- une réduction des intrants eau (-35 %) et azote (-14 %)
- une augmentation du temps de travail (+15 % sur S2 et +33 % sur S3) essentiellement due à l'augmentation de la production
- une augmentation des coûts de production (+15 % et + 29 % sur S2 et S3)
- une réduction des pertes en fruits, essentiellement grâce à une meilleure maîtrise du développement des maladies de conservation
- une augmentation très significative du rendement commercialisé en fruits (+36 % sur S2 à +59 % sur S3) impactant ensuite très positivement tous les indicateurs de performance technico-économiques, notamment la marge (+57 % sur S2-Eco1 et + 93 % sur S3-Eco2)
- et donc à une meilleure efficacité de l'utilisation de tous les intrants

Ces excellents résultats sont cependant à modérer par le fait que l'année climatique 2017 n'était pas une année à très forte pression en bioagresseurs. Cependant, ces résultats confirment ceux obtenus lors de la campagne 2016. La poursuite de l'expérimentation est cependant nécessaire pour intégrer une variabilité climatique plus importante.

C. Bilan pluri-annuels 2015-2017

Le dispositif a maintenant 3 années de production de fruits. Nous allons donc présenter une première synthèse des principaux résultats observés sur la période 2015-2017 (verger âgé de 3 à 5 ans).

Le tableau 11 présente pour les 3 systèmes les moyennes calculées pour les indicateurs de pratiques et des performances agronomiques, socio-techniques et économiques. Un indice est calculé pour chaque critère et les 2 systèmes économes avec comme base le système de référence (S1-REF, indice 100).

Les indicateurs de pratiques et de pression environnementale montre que l'IFT chimique (IFT hors produits de biocontrôle) diminue de 21.1 IFT à 8.6 et 7.9 IFT sur les systèmes S2-Eco1 et S3-Eco2 représentant une réduction de 59 % et 62 % respectivement par rapport au système S1-REF. Les objectifs d'une réduction de 50 % si possible sont donc largement atteints. A noter l'absence totale d'utilisation d'herbicide et la réduction plus forte en produits insecticides (-70 à -74 %) qu'en produits

fongicides (-45 et -48 % sur Eco1 et Eco2 respectivement). Cette diminution des IFT chimique s'accompagne d'une augmentation de l'utilisation des produits de biocontrôle (x2.5 et 2.2 sur S1-Eco1 et S2-Eco2) par rapport à la référence. Toutefois, en moyenne les IFT totaux (chimique + biocontrôle) passent de 24.1 IFT sur S1-REF à 16.1 IFR (S2-Eco1, soit -33 %) et 14.6 IFT (S3-Eco2, soit -40 %) indiquant que la réduction d'IFT n'est pas seulement liée à une substitution par des produits de biocontrôle mais aussi à l'utilisation d'autres leviers alternatifs (barrière physique, méthodes culturales...) et à la reconception globale des stratégies de gestion des vergers.

Tableau 11 : Principaux indicateurs des pratiques et de performances agronomiques, sociotechniques et économiques de l'essai Nectarlove à l'Inra Avignon pour la période 2015-2017.

Catégories d'indicateurs	Critères	Unité	Systèmes				
			Moyenne 2015-2017			Indice vs REF = 100	
			S1-REF	S2-Eco1	S3-Eco2	S2-Eco1	S3-Eco2
Pratiques et pression environnementale	IFT chimique total	nb/ha	21.1	8.6	7.9	41	38
	<i>dont IFT Herbicides chim.</i>	nb/ha	1.1	0.0	0.0	0	0
	<i>dont IFT Fongicides chim.</i>	nb/ha	11.3	6.2	5.9	55	52
	<i>dont IFT Insecticides chim.</i>	nb/ha	8.0	2.4	2.1	30	26
	IFT biocontrôle total	nb/ha	3.0	7.5	6.6	249	221
	<i>dont IFT biocontrôle Fongicides</i>	nb/ha	1.3	3.2	2.9	242	217
	<i>dont IFT biocontrôle insecticides</i>	nb/ha	1.7	3.8	3.3	228	197
	IFT Total	nb/ha	24.1	16.1	14.6	67	60
	Ferti N total biodisponible	kg/ha	121.7	100.3	100.3	82	82
Ferti P2O5	kg/ha	25.8	16.4	16.4	64	64	
Ferti K2O	kg/ha	85.0	65.7	65.7	77	77	
Eau irrigation	m3/ha	6 948	5 113	5 201	74	75	
Performances agronomiques	Densité plantation	arbres/ha	571	571	909	100	159
	Nbre de fruits récoltés	nb/ha	162 671	162 056	197 379	100	121
	Rdt brut récolté	t/ha	29.1	29.8	36.3	102	125
	% pertes de rendement	%	28.9	16.5	18.1	57	63
	Rdt Commercialisable en frais	t/ha	20.7	24.9	29.8	120	144
	Poids moyen des fruits	g/fruit	184	187	182	101	99
	Rdt Com. A et plus	t/ha	18.6	23.3	28.0	125	150
Qualité	%A et plus	%	90.0	91.7	91.2	102	101
	Indice Réfractométrique (IR)	% Brix	13.5	14.6	14.0	109	104
Socio-techniques	Heures totales /ha	h/ha	699	733	804	105	115
	<i>dont principaux chantiers manuels</i>	h/ha	611	635	702	104	115
	<i>dont heures totales hors récolte</i>	h/ha	420	424	437	101	104
	Nb d'Heures / Tonne Com.	h/t	33.7	29.4	27.0	87	80
	Nb d'Heures / Tonne A et + Com.	h/t A+	37.5	31.5	28.7	84	77
Efficience technique	IFT / tonne Com.	IFT/t de fruits	1.02	0.35	0.27	34	26
	Ferti N / tonne Com.	kg/t de fruits	5.87	4.03	3.37	69	57
	Ferti P2O5/tonne Com.	kg/t de fruits	1.25	0.66	0.55	53	44
	Ferti K2O / tonne Com.	kg/t de fruits	4.10	2.64	2.21	64	54
	M3 eau irrig. / tonne Com.	m3 eau/t de fruits	335.1	205.5	174.6	61	52
Economique	Chiffre d'affaire (bord verger)	€/ha	24 652	30 402	36 640	123	149
	Coûts production hors méca.	€/ha	11 286	11 653	12 524	103	111
	<i>dont coûts protection chimique</i>	€/ha	820	286	264	35	32
	<i>dont coûts protection biocontrôle</i>	€/ha	368	565	532	154	145
	<i>dont coûts produits de protection</i>	€/ha	1 187	852	796	72	67
	<i>dont coûts fertilisation</i>	€/ha	334	756	756	226	226
	<i>dont coûts irrigation (m3 eau)</i>	€/ha	823	669	678	81	82
	<i>dont coûts totaux des intrants</i>	€/ha	2 344	2 277	2 230	97	95
	<i>dont coût main d'œuvre (total)</i>	€/ha	8 942	9 376	10 294	105	115
	Coûts de production / kg fruits	€/kg fruits	0.54	0.47	0.42	86	77
	Marge partielle (CA-coûts production)	€/ha	13 365	18 749	24 116	140	180

Les autres intrants (fertilisation, irrigation) ont aussi été diminués (entre -18 % à 36 %) sur les systèmes économes. On peut signaler que la réduction de la fertilisation azotée et de l'eau d'irrigation n'a pas seulement pour but de réduire les impacts potentiels possibles (risques de pollution par l'azote par lixiviation, pertes gazeuses contribuant au gaz à effet de serre, énergie pour produire les engrais azotés ; impacts sur la ressource en eau à l'échelle des territoires). Cette diminution est aussi utilisée comme levier d'action pour réduire la sensibilité du verger aux maladies de conservation et à certains ravageurs (via la vigueur, les vitesses instantanées de croissance des fruits, l'hygrométrie, etc.). Cette réduction des intrants a été pilotée grâce à l'utilisation d'indicateurs d'état des systèmes (capteurs, diagnostic foliaire, suivi du statut azoté des plantes...) afin de ne pas impacter dans la mesure du possible (suivant nos connaissances sur les seuils de stress qui ne sont pas toujours bien définis en arboriculture) le fonctionnement des arbres et/ou les performances agronomiques.

Dans une période encore assez juvénile du verger, en particulier en 3^{ième} à 4^{ième} feuille, les performances agronomiques ne sont pas encore à leur potentiel ce qui explique le rendement brut moyen observé sur S1-REF et S2-Eco1 (de l'ordre de 30 t/ha), et elles sont encore fortement dépendantes de la densité de plantation (vitesse d'occupation de l'espace par les arbres) ce qui explique en grande partie la meilleure performance de S2-Eco2 (36 t/ha de rendement brut moyen). Ceci dit, il ressort que les rendements bruts sont similaires sur S1-REF et S2-Eco1 du fait d'un nombre de fruits par hectare identique (objectif visé à l'éclaircissage) et d'un poids moyen des fruits similaire. Par contre, les rendements commercialisés se distinguent entre ces 2 systèmes du fait de pertes de rendement supérieures sur S1-REF (29 %) par rapport à S2-Eco1 (16.5 %). Ces pertes sont essentiellement dues à des dommages des bioagresseurs sur les fruits (plus forte population de forficules engendrant des morsures sur les fruits, plus de fruits touchés par les maladies de conservation...) malgré le plus grand nombre de traitements chimiques sur ce système. *In fine*, les rendements commercialisés augmentent de +20 % sur S1-Eco1 et +44 % sur S2-Eco2 par rapport à S1-REF. Sur le plan de la qualité des fruits, la distribution des calibres est assez similaire sur les 3 systèmes, mais on observe une petite amélioration des teneurs en sucres solubles totaux (mesurées par l'indice réfractométrique) qui augmentent de 0.9 point Brix sur S2 et 0.5 point Brix sur S3 par rapport à S1, sans doute sous l'effet d'une gestion de l'irrigation basé sur les principes de la RDI ('Regulated Deficit Irrigation').

Les temps de travaux ont été légèrement plus élevés sur les systèmes économes (+5 % sur S2-Eco1 et +15 % sur S2-Eco2) lié à certaines techniques alternatives (pose de la glu par exemple), mais aussi à l'augmentation du rendement par ha sur S3. Cependant, l'efficacité du travail exprimée en heure/tonne de rendement commercialisé est améliorée puisqu'il faut 29 et 27 heures par tonne de fruits sur S2-Eco1 et S3-Eco2 respectivement alors qu'on se situe à 34 h/tonne sur S1-REF.

L'augmentation du rendement commercialisé sur les systèmes économes, conjuguée à une réduction d'utilisation des intrants (produits phytosanitaires, fertilisants et eau d'irrigation) se traduit par une très nette amélioration des indicateurs d'efficacité des intrants exprimés par tonne de fruits commercialisés. Les IFT chimique par tonne de fruits passent de 1.02 sur S1-REF à 0.35 sur S2-Eco1 et 0.27 IFT/tonne de fruits sur S3-Eco2, ce qui représente une très forte diminution de -66 % et -74 % par rapport au système de référence. Pour les autres intrants, la consommation d'intrants par tonne de fruits est diminuée de -31 % à -56 %.

Les coûts de production sont légèrement plus élevés sur S2-Eco1 (+3.2 %) et S3-Eco2 (+11 %) par rapport à S1-REF, essentiellement du fait de l'augmentation des coûts de main d'œuvre. Les coûts des produits phytopharmaceutiques (chimique + biocontrôle) sont cependant réduits sur les systèmes économes, ainsi que les coûts liés à la consommation d'eau d'irrigation. A noter cependant, que l'utilisation d'engrais soluble pour la fertirrigation occasionne un surcoût par rapport à des engrais appliqués par épandage mécanique. Il ressort que globalement, les méthodes alternatives utilisées dans les systèmes économes n'ont pas générés une augmentation très significative des coûts de production. De ce fait, les coûts de production par kg de fruits commercialisés diminuent de 0.54 €/kg sur S1-REF, à 0.47 €/kg sur S2-Eco1 et 0.42 €/kg sur S3-Eco2.

Les augmentations de rendement commercialisé, d'une qualité commerciale similaire voire légèrement supérieure au système S1-REF, ont conduit à une nette augmentation du chiffre d'affaire par ha sur les systèmes S2-Eco1 (+23 %) et S3-Eco2 (+49 %).

L'ensemble de ces résultats ont permis une très forte augmentation des marges partielles (chiffre d'affaire – coûts de production hors mécanisation) sur S2-Eco1 (+40 %) et sur S3-Eco2 (+80 %).

La figure 13 permet de visualiser les performances multicritères des 3 systèmes, l'indice 100 correspondant à la valeur observée sur le système S1-REF pour chacun des critères. Il y a seulement 2 critères où les systèmes économes apparaissent légèrement moins bon que S1-REF : les heures totales/ha et les coûts de production. Mais la nette amélioration des performances sur les autres critères, en partie liée à l'augmentation du rendement commercialisé, se traduit par une amélioration globale des performances des systèmes S2-Eco1 et S3-Eco2.

Ainsi, en moyenne sur 3 années, les 2 systèmes économes s'avèrent beaucoup plus performants sur le plan agronomique et environnemental que le système de référence, tout en étant beaucoup plus rentable économiquement. Il faut cependant tempérer ces résultats par le fait qu'en 2015, le système de référence était économiquement plus intéressant que les systèmes économes en produits phytopharmaceutiques. Par contre, en 2016 et en 2017, ce sont les systèmes économes en produits phytosanitaires qui se sont avérés nettement plus performants que la référence. Le niveau de productivité étant globalement assez faible en 3^{ième} feuille (2015) par rapport aux deux autres campagnes (2016 et 2017), la contre-performance de 2015 ne pèse pas beaucoup sur les résultats cumulés sur 3 ans. De ce fait, il est indispensable de poursuivre l'expérimentation sur 2 ou 3 campagnes pour conforter ces résultats sur le site Inra Avignon.

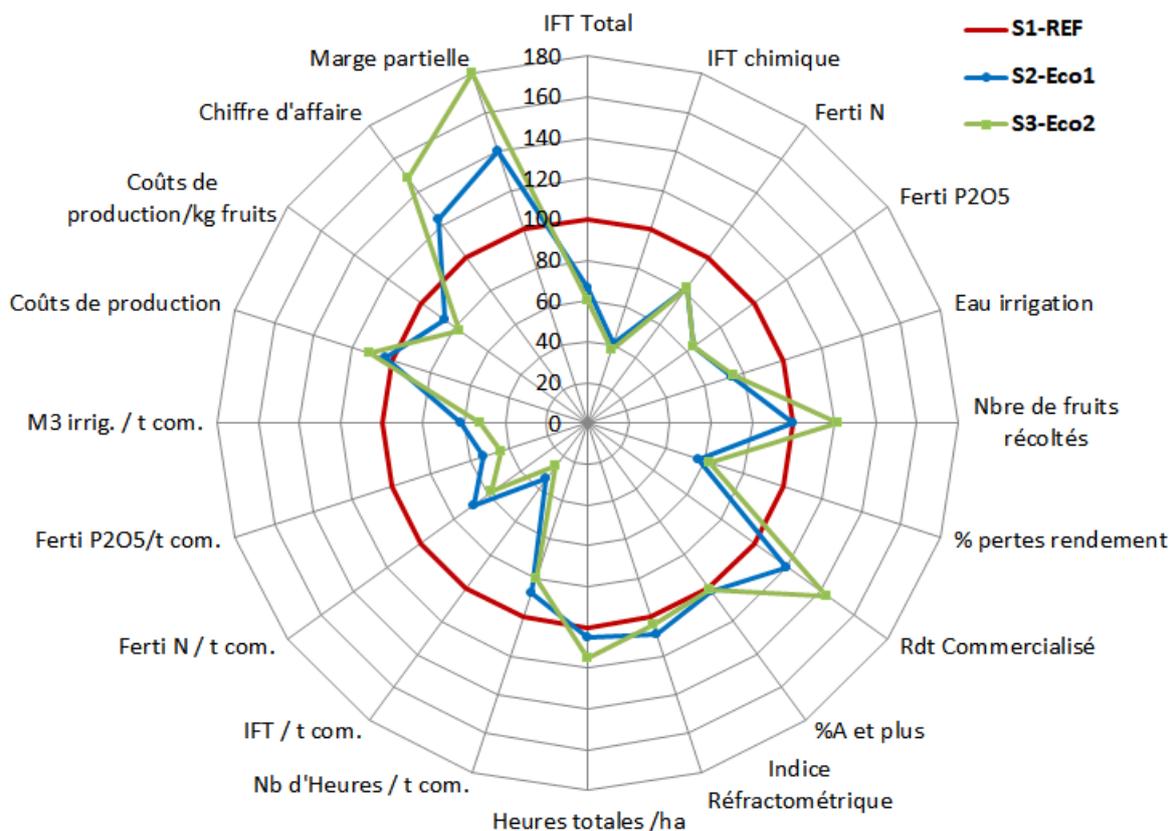


Figure 13. Représentation radar des principaux indicateurs de performance exprimés en indice par rapport au système de référence (S1-REF, indice 100).

Perspectives

L'essai Nectarlove va rentrer dans sa 4^{ème} année de production de fruits (6^{ème} feuille) en 2018.

Les résultats étaient très contrastés entre 2015 et 2016 : systèmes économes moins performants économiquement en 2015 mais plus beaucoup plus performants en 2016 par rapport au système de référence ; la campagne 2017 a permis de conforter 2016 avec des systèmes économes plus performants que le système de référence. Ceci peut s'expliquer sans doute par l'introduction d'une barrière physique à base de Glu pour se protéger contre les forficules pendant la dernière phase de maturation des fruits. Cette technique s'avère plus efficace que le traitement insecticide utilisé contre les forficules à ce stade. A noter aussi l'efficacité de combinaisons de leviers d'action à effet partiel pour maîtriser le développement des maladies de conservation.

Cependant ces résultats ont été obtenus avec 2 campagnes où la pression en bioagresseurs, surtout pour les maladies de conservation, n'étaient pas trop fortes. Il s'agit donc de poursuivre l'essai avec les mêmes règles de gestion pour voir si on peut confirmer les excellents résultats de 2016 et 2017... en sachant que les conditions climatiques annuelles peuvent peser très fortement et qu'une moindre erreur technique peut être lourde de conséquence (cf les résultats de 2015).

Un des points importants à confirmer sur le moyen terme, c'est l'intérêt de la combinaison de techniques à effet partiel (conduite des arbres x gestion de l'irrigation...) pour essayer de contrôler les maladies de conservation. Cette combinaison présente une certaine originalité. Des résultats similaires avaient été observés dans un essai factoriel conduit avec l'Inra de Gotheron2 (Mercier et al., 2008). Elle est utilisée dans le dispositif EXPE EcoPêche sur les sites Inra Avignon et Inra Gotheron où elle semble donner des résultats intéressants aussi. Cette combinaison de techniques à effet partiel serait applicable assez rapidement en vergers de production, même si nous sommes conscient de la difficulté à déployer à plus large échelle une gestion basée sur des règles de décision assez

2 Mercier, V., Bussi, C., Plénet, D., Lescourret, F., 2008. Effects of limiting irrigation and manual pruning on brown rot incidence in peach. *Crop Protection* 27, 678-688.

déliçates car reposant sur le déploiement de capteurs et sur une réactivité pas forcément adaptés aux contraintes des exploitations. Utilisé à mauvais escient, cela peut conduire à des pertes de calibre et de rendement trop préjudiciables par rapport aux gains espérés vis-à-vis des maladies de conservation. Toujours est-il qu'une confirmation de l'intérêt du concept mérite de poursuivre les expérimentations car peu de techniques alternatives sont disponibles pour lutter contre les maladies de conservation en pêche-nectarine.

Pour le moment, le choix d'augmenter la densité de plantation sur le système économe S3-Eco2 s'avère logiquement « payant » car cela augmente la vitesse de montée en production du fait d'une meilleure occupation de l'espace dans le cadre des jeunes vergers. Il s'agit maintenant de vérifier si, sur le long terme, ce choix sera toujours intéressant ou si au contraire il va s'accompagner d'un vieillissement prématuré des arbres avec une baisse de productivité.

Enfin, on s'interroge sur la possibilité de faire évoluer les règles de gestion du système de référence en introduisant aussi le levier d'action barrière physique à base de glu pour se protéger des forficules. La lutte chimique contre des populations très abondantes de ce bioagresseur (mais qui est un auxiliaire avant la maturité des fruits !) s'avère nettement insuffisante en terme d'efficacité. Il ne faudrait pas que le rôle joué par les forficules dont les morsures favorisent le développement des maladies de conservation, décrédibilise les résultats du système de référence et donc les bonnes performances des systèmes économes obtenues sur le site Inra d'Avignon.

Cette évolution des règles du système de référence permettrait de mieux tester l'effet de la combinaison à effet partiel pour contrôler les maladies de conservation en évitant la confusion d'effet avec les forficules. C'est l'objectif qu'on se fixe pour 2018, avec notamment un travail de recherche sur les liens entre les conditions de croissance des fruits au verger et le développement des maladies en post récolte (en conservation). Ces travaux seront basés sur le développement d'un modèle couplant l'élaboration de la qualité des fruits (modèle QualiTree) avec un modèle épidémiologique des monilioses. L'expérimentation 2018 devrait permettre de paramétrer ce modèle à nos conditions de culture (variété, climat, etc.).

D. Retours d'expérience Glyphosate, Néonicotinoïde, Traitement de semences

Nous souhaitons recueillir vos retours d'expérience sur l'utilisation dans vos systèmes du glyphosate, des néonicotinoïdes et des traitements de semences, et/ou de l'expérimentation d'alternatives. N'hésitez pas à rédiger une réponse par système si cela est justifié, en considérant la durée totale de l'expérimentation.

Ce recensement nous servira à mieux cerner les usages et alternatives testées dans le réseau EXPE.

Glyphosate

Dans vos systèmes, avez-vous recours au glyphosate ?

- *Si oui, pour quel(s) usage(s) (cultures/intercultures concernées, cible(s), dose moyenne, fréquence d'utilisation, efficacité,...) ?
Avez-vous mis en place des leviers alternatifs ? si oui, lesquels ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité,...) ?*
- *Si volontairement vous n'y avez pas recours, décrire les leviers alternatifs mis en place ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité,...) ?*
- *Si vous n'y avez pas recours parce que vous n'êtes pas concerné, le préciser (ex. système hors sol,...).*

Sur le système conventionnel servant de référence (REF), nous avons utilisé assez systématiquement à partir de la 3^{ème} feuille (verger adulte) du glyphosate pour désherber chimiquement le rang en post levée, souvent en alternance avec un autre herbicide défanant (glufosinate d'ammonium). En sortie d'hiver, on utilise plutôt des herbicides de pré-levée en association avec un produit foliaire. En verger adulte, la fréquence d'utilisation était de 1 passage (en mai-juin) correspondant environ à 0.3 à 0.4 IFT de glyphosate.

Sur les systèmes économes d'EcoPêche du dispositif Inra Avignon, nous avons sélectionné comme méthodes alternatives au désherbage chimique l'utilisation de bâche horticole tissée, qui aurait pu s'installer dès la première année (ici installation en début de 2^{ème} année). Ce choix s'explique par l'absence de matériel de désherbage mécanique adapté à la gestion du rang sur le domaine expérimental. De plus, le paillage est une nouvelle technique en cours de test sur le pêcher qui pouvait présenter l'avantage d'un effet mulch intéressant pour réduire l'humidité du microclimat sous la frondaison et ainsi réduire les possibilités de développement des monilioses.

Néonicotinoïdes

Dans vos systèmes, avez-vous recours aux néonicotinoïdes ?

- *Si oui, pour quel(s) usage(s) (cultures concernées, type de produits, cibles, fréquence d'utilisation, efficacité, ...)?
Avez-vous mis en place des leviers alternatifs ? si oui, lesquels ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si volontairement vous n'y avez pas recours, décrire les leviers alternatifs mis en place ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si vous n'y avez pas recours parce que vous n'êtes pas concerné, le préciser.*

L'acétamipride est un néonicotinoïde qui a été utilisé une fois (en 2015, 2016 et 2017) dans le système REF de notre dispositif INRA Avignon pour lutter contre les pucerons au printemps. A partir de 2018, nous avons utilisé un autre insecticide (flonicamide) aussi utilisable à un stade floraison. Sur toutes les années de l'essai, cette intervention a été efficace.

Sur les systèmes économes, nous avons utilisé l'acétamipride en 2015 et 2016. En 2017, nous avons tenté une alternative avec un produit de biocontrôle (huiles blanches) pour substituer à l'acétamipride avant la fleur. Ceci a assez bien marché sur le système Eco1 (mais quelques foyers), mais par contre nous avons eu une grosse attaque de puceron vert sur S3-ECO2, nécessitant dans les 2 cas une intervention de rattrapage avec un insecticide de synthèse au début de l'attaque (mi-avril). Le bilan est donc mitigé.

En 2018, nous avons ré-essayé cette stratégie de substitution (produit de biocontrôle à base d'huiles blanches) plutôt que d'utiliser un insecticide de synthèse (flonicamide) sur les systèmes ECO, sachant que de toute manière les néonicotinoïdes ne seront plus utilisables à partir du 1/09/2018.

Traitements de semences (uniquement pour la filière Grandes Cultures)

Dans vos systèmes, avez-vous recours aux traitements de semences ?

- *Si oui, pour quels usages (cultures concernées, type de produits, cibles, efficacité, ...)?
Avez-vous mis en place des leviers alternatifs ? si oui, lesquels ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si volontairement vous n'y avez pas recours, quels sont les leviers alternatifs mis en place ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si vous n'y avez pas recours parce que vous n'êtes pas concerné, le préciser.*

B L'ECHELLE DES SITES EXPERIMENTAUX

Présentez les résultats obtenus à l'échelle des sites du projet en utilisant la trame ci-dessous.

Nom du site expérimental - Localisation	Site INRA UERI 0695 Domaine de GOTHERON (26)	
Contact - coordonnées	Claude Bussi et Vincent Mercier 26320 St Marcel-lès-Valence Claude.bussi@avignon.inra.fr Tel : 04 75 59 92 09	

A. Modification du dispositif expérimental

Préciser si des modifications au niveau des sites expérimentaux et des systèmes de cultures testés ont eu lieu en 2017. Si tel est le cas, indiquer la nature et le contexte de ces changements.

Pas de modification en 2017

B. Bilan de la campagne

Après avoir rappelé les objectifs de chaque système expérimenté, décrire de façon synthétique les travaux réalisés, les résultats de la campagne 2017 et indiquer les faits marquants de l'année :

- bilan climatiques et pression biotique de la campagne écoulée,
- échec/réussite de la mise en œuvre des leviers d'action ou règles de décision prévues,
- niveau de satisfaction des objectifs en termes d'IFT, de rendement, de qualité, de maîtrise des bioagresseurs...,
- perspectives, actions correctives.

1. Données climatiques

mois	T min (°C)	T max (°C)	T moy (°C)	Pluvio (mm)	Ray. Glob. (MJ/m ²)
1	-1.2	5.0	1.6	21	157
2	4.2	13.1	8.4	52.5	236
3	6.9	16.7	11.5	63.5	409
4	6.5	17.9	12.0	39.5	623
5	10.8	22.6	16.8	93.5	700
6	16.4	28.8	22.3	46.5	754
7	17.1	30.5	23.5	27	735
8	16.8	30.1	23.1	39.5	663
9	10.6	23.1	16.3	19.5	474
10	9.0	20.8	14.3	7.5	381
11	3.9	11.4	7.2	70.5	184
12	1.69	7.02	4.21	76	82.92
moyenne ou total annuel	8.6	18.9	13.4	556.5	5398

L'année 2017 a été marquée par un mois de janvier particulièrement froid, et ensuite la douceur s'est installée au fil du printemps générant une floraison particulièrement abondante. Les pluies assez marquées au début du printemps ont contribué au développement des contaminations secondaires pour la cloque (modalité BIO) et à une incidence de l'oïdium assez importante. A partir de juin, les pluies se raréfient, facilitant la protection contre le monilia. Sur la période d'irrigation (avril-septembre), le déficit hydrique est important : 750.mm. Quelques dégâts dus à la grêle de printemps

2. Principaux itinéraires techniques (planning ci-dessous)

Les principales opérations culturales et traitements phytosanitaires sont indiqués avec la date de réalisation entre parenthèse.

du 01/10/16 au 30/09/17	RAI	BAS	BIO
Entretien sol sur le rang			buttage (5/10, 07/03, 26/06)
	Devrinol, cent7, chardol (27/02) Glyphosate, chardol (07/04)	herbanet (24/04)	débuttage (17/05)
Entretien sol interrang	broyage (07/10, 02/02, 05/05, 14/06)	broyage (17/02, 05/05, 20/06)	broyage (20/03, 05/05, 27/06)
Fertilisation	Phosphate ammo. (09/03)		compost Goth (07/03)
	ternaire :14-7-17 (25/04) nitrate potasse (02/06)	ammoniplant (06/04 et 24/07)	Vegethumus (21/03)
	ammonitrate (04/09)	liquoplant. FD7(05/05 au 9/06)	4-8-10 (25/04) 10-0-0 (17/05)
Bactériose	BB (19/10/16)		
Cloque	thionic (22/02, 01/03, 09/03)		Nordox (22/02)
	syllit (22/03)		Nordox (01/03 ; 09/03)
			Nordox (22/03 ; 30/03)
Oïdium	Kolthior (13/04)		Kolthior (30/03, 13/04, 29/04, 05/05, 11/05,15/05)
	Nimrod (29/04, 11/05) Difcor (15/05)	Nimrod (29/04) Difcor (15/05)	
monilia	Indar (15/06, 23/06)		
	Luna (30/06, 07/07)		
Pucerons Tordeuses	Oliblan (01/03)		Oliblan (01/03)
	rack 5 (05/04)		
	Affirm (29/04)		Delfin (29/04)
	Coragen (15/06)		Delfin (14/06)
	Decis (30/06)	Delfin (23/06)	
Prophylaxie monilia		04/11/16	04/11/16
Conduite : pre- Taille d'hiver	06/10/16		19/10/2016
	Taille 24/01/17	15/02/17	20/03/17
	Eclaircissage 05/05	10/05	
	Taille en vert 12/06	15/06	22/06
	Taille post-récolte		
Récolte Numéro 1	(10/07)	(17/07)	19-juil
Numéro 2	(13/07)	(20/07)	25-juil
Numéro 3	18-juil	24-juil	
Numéro 4	21-juil	27/07	
Numéro 5	26-juil		

2.1 Gestion du sol sur le rang

En 2017, le fauchage de la ligne d'arbres est réalisé avec l'outil herbanet dans Bas une seule fois au mois d'avril. Pour la modalité Bio, travail du sol avec outil à disques (Ommas) 4 fois au long de la saison. La décision de désherber chimiquement sur RAI est prise en fonction de l'observation de la couverture végétale sur le rang. De même pour les interventions dans les autres modalités.

Au final, deux passages désherbage chimique pour RAI, 1 passage mécanique pour Bas, et 4 passages pour AB.

2.2 Gestion du sol sur l'inter-rang

En 2017, 3 broyages de l'inter-rang sont réalisés sur BAS et BIO, 4 pour RAI.

2.3 Fertilisation

Compost fermier puis du commerce ainsi que 2 engrais organiques pour la modalité BIO. Phosphate d'ammoniaque, ternaire, nitrate de potasse avant récolte et un ammo-nitrate après récolte pour RAI. Uniquement apport d'engrais liquide en fertirrigation pour Bas, d'abord à base de N seul (ammoniplant), ensuite ternaire (liquoplant) que l'on stoppe 5 semaines avant récolte, puis à nouveau ammoniplant après récolte.

2.4 Protection

Bactériose : un traitement cuivre est réalisé au début de la chute des feuilles dans RAI.

Cloque : la pression est assez forte sur cette maladie à cause des conditions climatiques un peu perturbée en fin d'hiver. Trois Ziram et un Dodine pour RAI et pour Bas. Cuivre (oxyde cuivreux) pour BIO (5 traitements à 1/2 dose). Les dégâts sont plus élevés que l'an dernier pour BIO (50% d'attaques), très faible dans BAS et RAI (4%).

Oïdium : risque oïdium important. Six traitements soufre pour AB, deux pour RAI. En plus, trois curatifs dans RAI (2 bupirimate et 1 difenoconazole) contre seulement deux curatifs pour BAS (bupirimate et difenoconazole). Pas de dégât sur fruit à maturité.

Monilia : produits : 2 fenbuconazole, et 2 fluopyram (+trifloxystrobine) pour RAI. Aucun traitement dans Bas. Pas de passages en prophylaxie (enlèvement fruits atteints) dans Bas avant récolte, mais enlèvement momies lors de l'automne précédent (idem dans AB).

Pucerons : assez forte pression pucerons noirs surtout dans Bas et RAI (jusqu'à 70 % d'arbres atteints). Mais ce sont surtout les pousses du bas de l'arbre qui sont infestées donc un impact limité au final sur le fruit à la récolte (de 1 à 2 %). Un seul traitement huile d'hiver sur RAI et BIO.

Tordeuse Orientale : le pourcentage indicatif d'attaques (PIA) seuil de 1% est dépassé en 2^{ème} génération dans RAI et BAS, mais faiblement (2.5% maximum). Traitement sur première génération dans RAI (emamectine), puis sur deuxième génération aussi pour RAI (chlorantraniliprole puis pyrèthrinolide). Dans BAS et BIO, le traitement *Bacillus thuringiensis* a été utilisé, 2 fois dans BIO et 1 fois dans BAS. Pas de dégâts à la récolte.

Forficules : le piégeage permet de confirmer en 2017 que les niveaux de population sont plus faibles dans BAS (significatif pour les 2 dernières dates) par rapport aux 2 autres traitements (moins d'hygrométrie). A la récolte, le pourcentage de fruit atteint par les forficules varie de 0 à 2 dans RAI et BAS, atteint 12% dans BIO, ce qui s'avère élevé et aurait justifié une pose de glu.

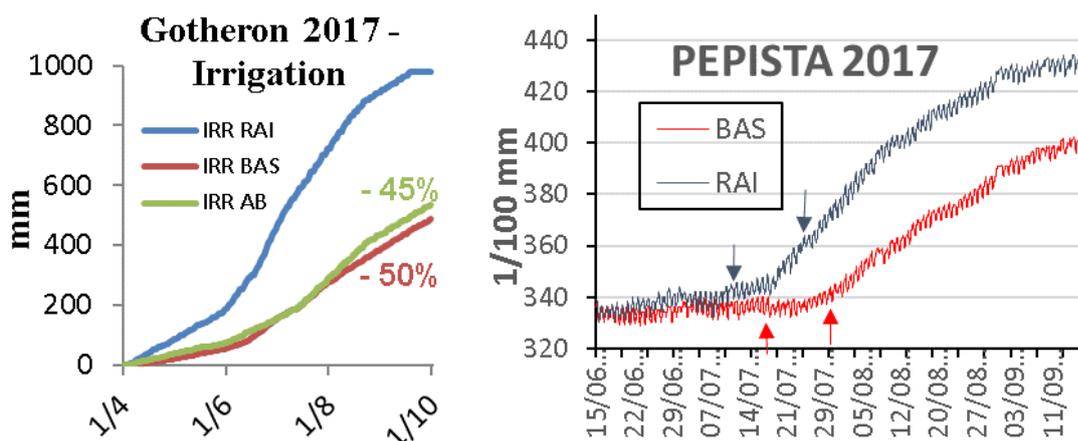
2.5 Conduite des arbres et récolte

Une taille d'hiver effectué sur les 3 modalités et complétée par une taille en vert. En fin d'été, pré-taille sur RAI uniquement du fait d'une assez faible vigueur des arbres. L'éclaircissage des fruits a été effectué sur les modalités RAI et BAS.

La récolte est effectuée en 5 passages sur RAI et 4 sur BAS, 2 passages sur BIO.

3. Résultats

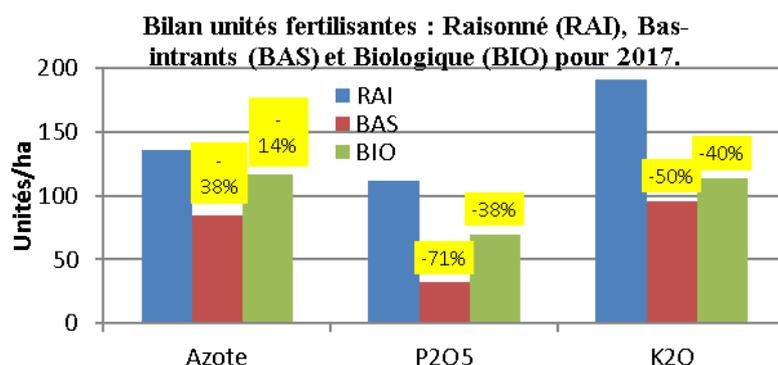
3.1 Bilan irrigation et fertilisation



La réduction de l'apport d'eau est effective pour Bas et BIO par rapport à RAI : respectivement -66% et -64% jusqu'au début des récoltes (10/07), et de -50% et -45% sur la totalité de la période d'irrigation. Le pilotage des irrigations dans les 3 systèmes étant réalisé à l'aide de watermarks et de capteurs pepista (les flèches représentent le début et la fin des récoltes pour les 2 systèmes).

Le contexte climatique de la saison a été sec (265 mm de pluie sur la période d'irrigation, seulement, soit 65 mm si l'on ne considère que les pluies > 10 mm), ce qui nous a permis de bien marquer les différences entre les traitements.

A l'aide du pepista, on constate que malgré le plus faible arrosage dans BAS, l'allure générale de la courbe de croissance de la charpentière est similaire à celle obtenue dans RAI au moins au niveau de l'amplitude des contractions, avec toutefois un décrochage au niveau de la croissance nette, surtout à partir du 10/07 qui correspond au début de la récolte dans RAI. Comme en 2016, le redémarrage de la croissance dans BAS après récolte est plus lent que celui dans RAI.



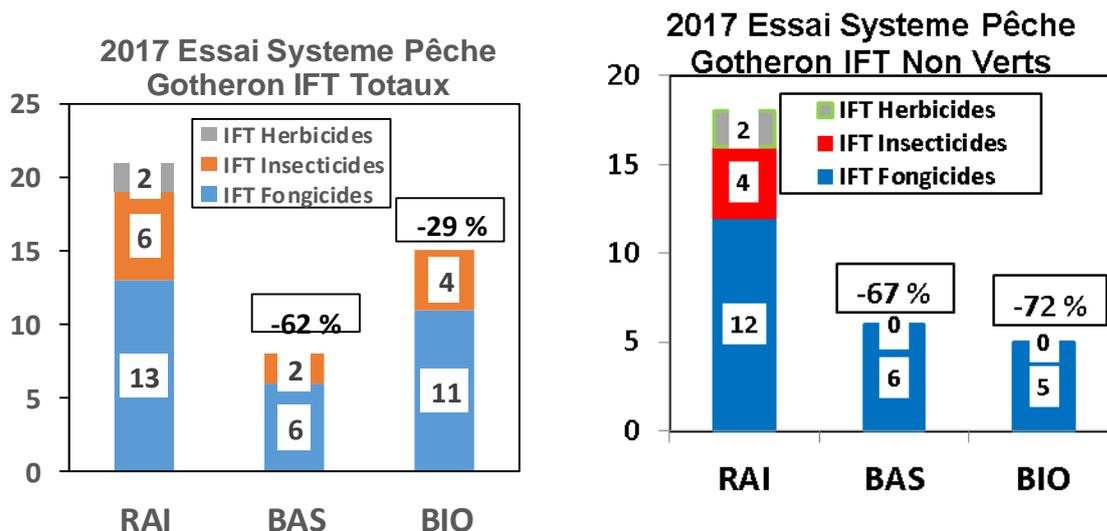
L'apport d'engrais a été effectivement réduit surtout pour Bas par rapport à RAI : -38% (-55 si l'on ne considère que la période avant récolte), -71% et -50% pour N, P et K respectivement. Pour BIO par rapport à RAI, les apports ont été réduits de 14, 38 et 40% pour N, P et K. Si l'on considère l'analyse de feuille (résultats non montrés), ces réductions d'apport commencent à affecter la teneur en phosphore (2.59% dans BAS contre 3.38 dans RAI). Aucun élément n'apparaît néanmoins en situation de carence.

3.2 IFT

Pour RAI, l'IFT total est égal à 21. Réduction de l'IFT total sur les deux autres modalités : -62% et -29% pour Bas et BIO par rapport à RAI. Si on raisonne en IFT hors bio-contrôle, la réduction est : -67 et -72% pour Bas et BIO par rapport à RAI

Le nombre de passages pour épandage d'herbicides est de 2 applications pour RAI. Le nombre d'insecticides est de 6 pour RAI: 1 traitement d'hiver (noduvert) contre pucerons, 4 traitements contre tordeuses, plus la confusion. Pour Bas, 1 traitement noduvert (delfin) contre tordeuse, plus la confusion. Dans BIO, 1 traitement huile d'hiver contre pucerons, puis 2 delfin et la confusion contre tordeuses (tous noduvert). Le nombre de traitements le plus élevé concerne les fongicides. Avec 4 IFT

contre la Cloque pour RAI et Bas (thionic et syllit) et 5 pour BIO (nordox : ½ dose). Quatre traitements contre l'Oïdium pour RAI (dont 1 soufre en préventif), contre seulement 2 traitements dans BAS, et 6 traitements soufre dans BIO. Quatre traitements anti-monilia pour RAI avant récolte et aucun pour BAS.

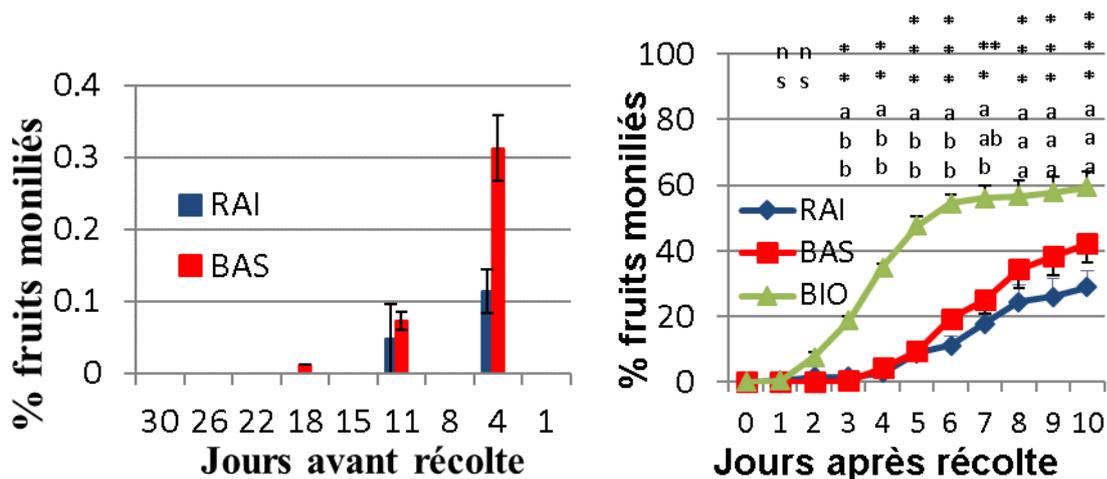


Est-ce que le nombre faible d'insecticides impacte l'évolution des insectes ? Pour le puceron vert, aucune présence en 2017 même au stade colonie primaire. En revanche, assez forte pression de pucerons noirs : jusqu'à 70% de présence dans Bas et RAI sans générer de dégâts excessifs observés sur fruits. La Tordeuse Orientale est contenue, néanmoins seuil de nuisibilité (1%) dépassé en 2ème génération (2.5%) en 2017, il faut donc rester vigilant.

Le tableau ci-dessous récapitule les dégâts sur fruits observés sur l'arbre quelques jours avant la première récolte.

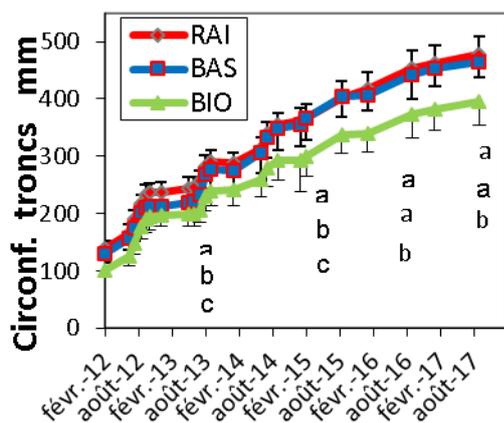
Parcelle	Surprise RAI		Elise BAS		Elise BIO	
	Date de contrôle 06/07/2017		12/07/2017		17/07/2017	
	Total fruits	Pourcentage	Total fruits	Pourcentage	Total fruits	Pourcentage
Fruit intact	377	75.4%	409	81.8%	365	73.0%
Forficule	1	0.2%	11	2.2%	61	12.2%
Punaise	8	1.6%	1	0.2%	0	0.0%
Epiderme	24	4.8%	26	5.2%	16	3.2%
Monilia	0	0.0%	9	1.8%	17	3.4%
Morsure	12	2.4%	9	1.8%	5	1.0%
Déformation	4	0.8%	3	0.6%	0	0.0%
Oïdium	1	0.2%	3	0.6%	3	0.6%
Puceron	11	2.2%	5	1.0%	1	0.2%
Tordeuse	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Noctuelle	4	0.8%	4	0.8%	16	3.2%
Cloque	0	0.0%	0	0.0%	2	0.4%
Grêle	58	11.6%	20	4.0%	12	2.4%
Autre pourriture	0	0.0%	0	0.0%	2	0.4%
TOTAL Dégâts	123	24.6%	91	18.2%	135	27.0%

3.3 Bilan phytosanitaire *MONILIA* avant et après récolte



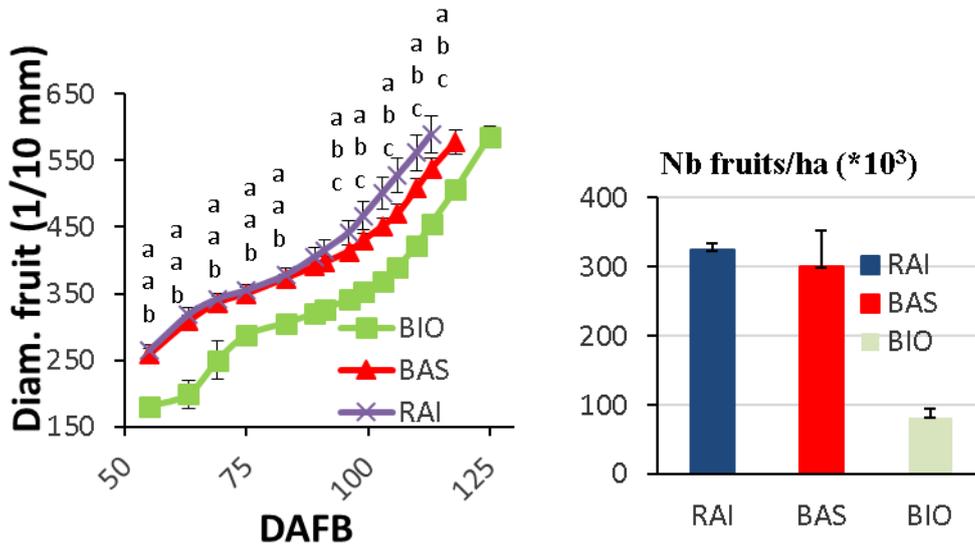
Pour RAI et BAS, le pourcentage de fruits moniliés avant récolte est faible, en partie expliqué par les conditions climatiques sèches non favorables au développement des monilioses. Des fruits moniliés n'ont pas pu être détectés dans la modalité BIO car aucune notation n'a pu être effectuée dans les 2 semaines avant récolte pour cette modalité. En conservation, pour les 3 systèmes, le pourcentage de fruits moniliés est également assez faible (moyenne pour les 2 premières récoltes). Le pourcentage de fruits moniliés est significativement supérieur ($p < 0,01$) seulement à partir de 3 jours après récolte dans BIO par rapport à BAS et RAI. Cet écart entre BIO et BAS n'est plus significativement différent à partir de 7 jours après récolte, et entre BIO et RAI à partir de 8 jours après récolte. Le pourcentage de fruits moniliés tend (non significativement) à être plus élevé à partir du 6^{ème} jour de conservation dans BAS par rapport à RAI, mais la parcelle n'a reçu aucun traitement monilia avant récolte dans BAS contre 4 dans RAI.

3.4 Performances agronomiques : croissance végétative



L'incidence des restrictions en eau, en fertilisation et en produit phytosanitaires sur la croissance des arbres est représentée par la courbe d'évolution de la circonférence des troncs. En 2017, l'écart de croissance entre RAI et BAS est faible (3%), par contre la croissance végétative de BIO reste inférieure de 17% par rapport à celle des autres traitements. La forte restriction hydrique appliquée depuis 2014 dans BAS ne pénalise pas la vigueur des arbres mesurée par la circonférence du tronc.

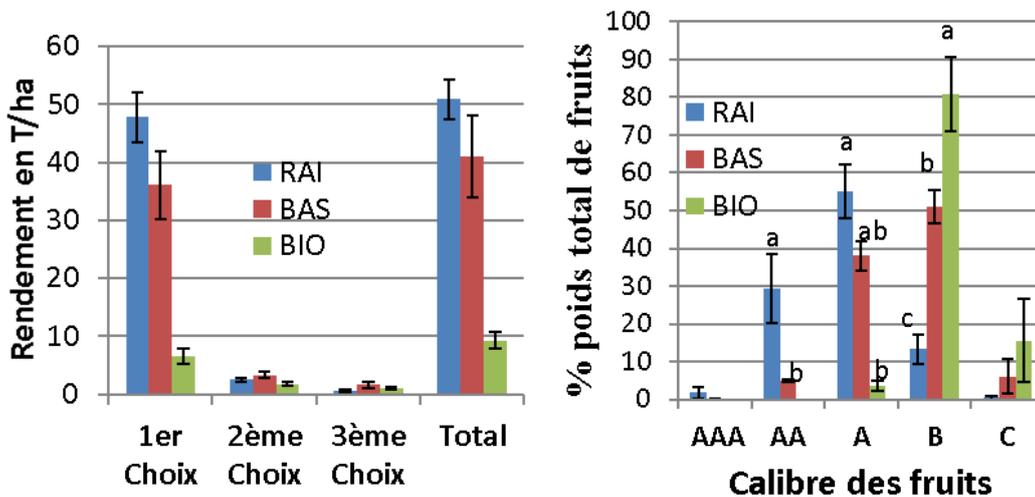
3.5 Performances agronomiques : composantes du rendement



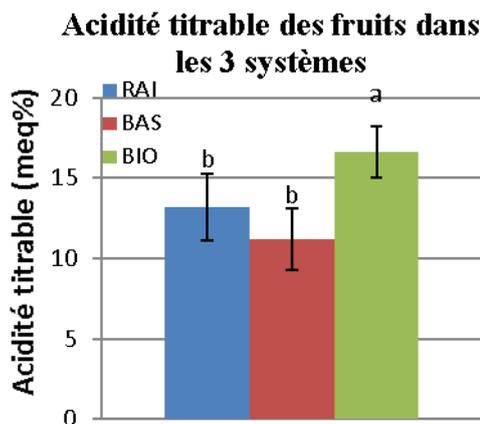
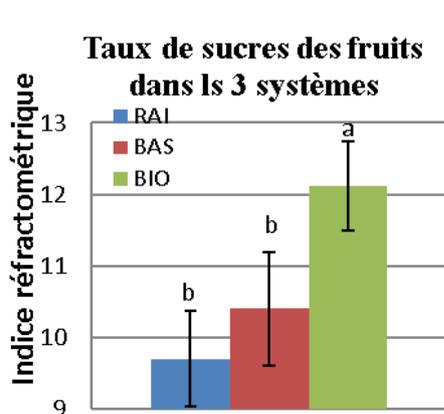
La croissance des fruits dans AB est plus faible que dans les 2 autres modalités. A partir de 90 jours après fleur (Day After Full B), la croissance dans RAI est supérieure à celle dans BAS. La dernière mesure de diamètre a été effectuée 1 semaine avant la date de cueillette pour chacune des modalités. A ce stade, on a des diamètres de fruits équivalents entre les 3 systèmes.

Le nombre de fruits récoltés est très élevé dans RAI et BAS (plus de 300000 fruits à l'hectare), un peu plus faible dans BAS que dans RAI (-7%) et il est beaucoup plus faible dans BIO (82000 fruits à l'ha).

3.6 Performances agronomiques : qualité et rendement

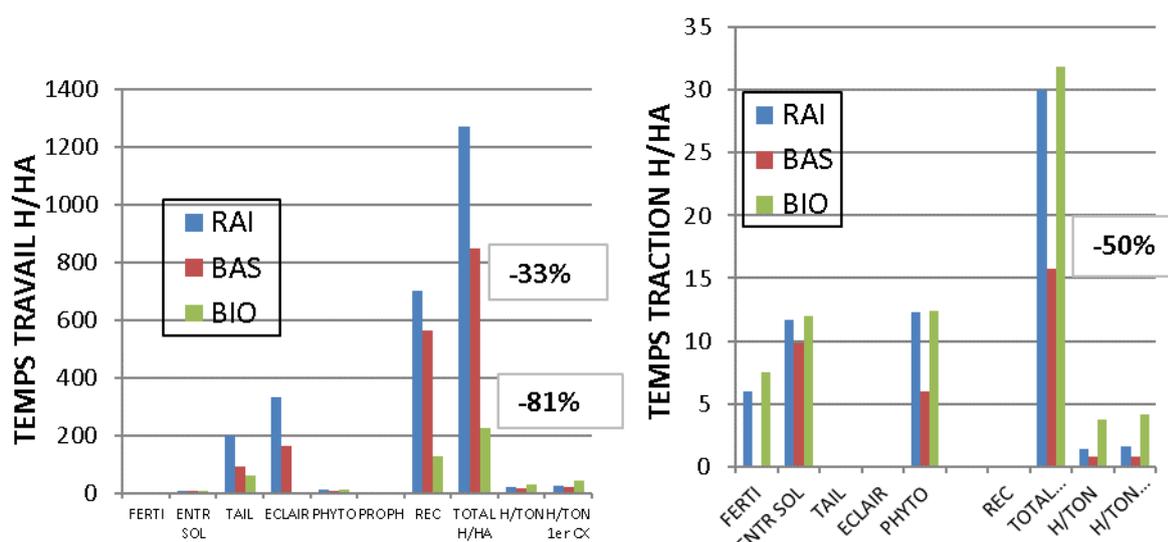


Les rendements totaux et en fruits de premier choix (commercialisable) des systèmes BAS et RAI sont très supérieur ($p < 0,001$) par rapport au système BIO. Les rendements en fruits tendent à être inférieurs dans BAS par rapport à RAI (-20% et -24.4% respectivement pour le rendement total et le rendement premier choix). En outre, les pourcentages en poids de fruits de premier, deuxième et troisième choix ne varient pas significativement entre les trois systèmes RAI, BAS et BIO. Contrairement aux diamètres de fruits mesurés 1 semaine avant récolte, les calibres des fruits récoltés diffèrent entre les traitements RAI et BAS, avec des fruits plus petits dans BAS : poids moyen de 137 g contre 157 g dans RAI (114 g dans BIO). Ce décrochage du calibre du fruit dans le traitement BAS à l'approche de la récolte est lié à un potentiel de production de la variété Elise inférieur à celui de la variété Surprise. Le maintien dans BAS d'une charge élevée en fruits des arbres (300.10^3 fruits.ha⁻¹ soit 600 fruits par arbre) combiné à une sévère restriction hydrique avant récolte a contribué à cette diminution de calibre des fruits qui a pour conséquence de pénaliser le rendement en fruits des arbres.



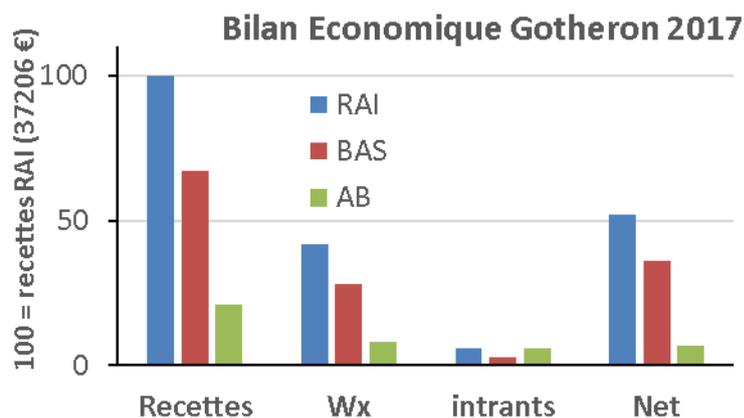
L'indice réfractométrique de BIO est significativement supérieur par rapport aux 2 autres systèmes. L'acidité titrable est supérieure ($p < 0,05$) dans le système BIO (16.6 meq%) par rapport à celles des 2 autres systèmes BAS (11.2 meq%) et RAI (13.2 meq%).

3.7 Performances technico-économiques : temps de travail et de traction



Les temps de travaux diffèrent entre RAI et BAS en 2017 (-33 % pour BAS) : dans BAS moins de temps pour la taille et l'éclaircissage. Les temps de travaux sont nettement inférieurs dans BIO (-81%), notamment du fait des faibles récoltes. Ramenés à la tonne produite, les temps de travaux diffèrent peu entre les 3 traitements.

Temps de traction, au global plus faibles (-50%) dans BAS par rapport aux 2 autres traitements du fait de moins de passage machine pour la fertilisation, l'entretien du sol, et les traitements phytosanitaires.



Le bilan économique de 2017 exprimé en base 100 pour les recettes de RAI (37206 €/ha) indique que les recettes sont très différentes pour les 3 systèmes en 2017 (prix Réseau National des Marchés) :

celles de BAS sont inférieures de 33% à celles de RAI. Les plus faibles dépenses pour travaux et intrants sont respectivement pour AB (-87%) et BAS (-36%). Le bilan net (recettes – dépenses) ou marge partielle le plus favorable est pour RAI, celui de BAS est inférieur de 30% à celui de RAI. Le bilan net de BIO est positif mais ne représente que 13% de celui de RAI.

Conclusions et Perspectives

En 2017, on observe une réduction effective des intrants pour les systèmes Bas et BIO par rapport à RAI. Pour Bas, par rapport à RAI, les apports d'eau sont réduits de 50% à la fin des irrigations, les apports d'engrais ont été réduits pour N-P-K (réduction de 38, 71 et 50%), mais les analyses de feuilles commencent à révéler des teneurs réduites en phosphore, néanmoins au-dessus des seuils de carence (résultats non montrés). Par rapport à RAI, les IFT totaux sont réduits de 62% pour BAS. Les IFT hors bio-contrôle sont réduits de 67% et 72% si l'on compare BAS et BIO à RAI. Les temps de travaux apparaissent réduits dans Bas par rapport à RAI (-33%), et aussi dans BIO par rapport à RAI (-81%) ; le temps de traction est réduit de 50% dans BAS par rapport aux 2 autres systèmes.

En 2017, la stratégie de suppression des traitements contre monilia avant la première récolte n'a qu'une assez faible incidence sur l'évolution de la maladie dans BAS comparativement à RAI (4 traitements), et cela malgré l'absence de prophylaxie avant récolte (enlèvement des fruits atteints) en 2017. Les conditions climatiques défavorables au développement de la maladie sont certes à considérer ; néanmoins, un effet sur l'évolution de la maladie dû au système d'irrigation souterraine, ainsi qu'à la réduction drastique de l'apport d'eau avant récolte, semble se confirmer. Mais la forte réduction d'irrigation avant récolte a eu un effet négatif sur le calibre des fruits et par conséquent sur les poids de fruits récoltés réduisant le bilan net économique pour BAS par rapport à RAI. La réduction d'irrigation dans BAS devra s'accompagner d'une meilleure gestion de la charge en fruits des arbres, 450 fruits par arbre devrait être la charge maximale à ne pas dépasser (600 fruits par arbre en 2017). Malgré la réduction d'intrants dans Bas, la croissance végétative mesurée par la circonférence des troncs n'apparaît pas pénalisée par rapport à RAI ; elle est par contre pénalisée dans BIO (-16%), ce qui est imputable aux importants dégâts cloque sur cette parcelle.

La stratégie de réduction d'intrants reste globalement à affiner dans les années à venir. Ce sont principalement les maladies (cloque et monilia) qui semblent devoir être encore mieux gérées. La lutte contre les autres bio-agresseurs doit toutefois faire l'objet d'une attention soutenue car l'évolution des ravageurs est susceptible de varier (climat).

E. Retours d'expérience Glyphosate, Néonicotinoïde.

Nous souhaitons recueillir vos retours d'expérience sur l'utilisation dans vos systèmes du glyphosate, des néonicotinoïdes et des traitements de semences, et/ou de l'expérimentation d'alternatives.

N'hésitez pas à rédiger une réponse par système si cela est justifié, en considérant la durée totale de l'expérimentation.

Ce recensement nous servira à mieux cerner les usages et alternatives testées dans le réseau EXPE.

Glyphosate

Dans vos systèmes, avez-vous recours au glyphosate ?

- *Si oui, pour quel(s) usage(s) (cultures/intercultures concernées, cible(s), dose moyenne, fréquence d'utilisation, efficacité,...) ?
Avez-vous mis en place des leviers alternatifs ? si oui, lesquels ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité,...) ?*
- *Si volontairement vous n'y avez pas recours, décrire les leviers alternatifs mis en place ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité,...) ?*
- *Si vous n'y avez pas recours parce que vous n'êtes pas concerné, le préciser (ex. système hors sol,...).*

- *Le glyphosate est utilisé dans la modalité 'Conventionnel' sur la période végétative (printemps, été) comme herbicide de contact pour lutter contre les adventices se développant sur la ligne d'arbres (bande de 2 m de large), cela malgré les traitements de pré-émergence réalisés en fin d'hiver. Le glyphosate est appliqué 1 à 2 fois aux doses préconisées. D'autres molécules pourraient être envisagées à l'avenir pour remplacer le glyphosate, mais il faudrait utiliser 2 molécules (anti-graminées et anti-dicotylédones), et leur prix reste beaucoup plus élevé.*
- *Dans la modalité 'Bas-Intrants', pas de désherbage chimique depuis 2013, Les adventices de la ligne d'arbre sont efficacement contenues par l'usage 1 à 2 fois par saison d'un outil d'arrachage d'herbe (herbanet). L'irrigation souterraine contribue aussi à fortement limiter le développement des adventices sur la ligne d'arbres par rapport à l'irrigation localisée en*

aérien. Dans la modalité Agriculture Biologique, le contrôle des adventices sur la ligne d'arbres est réalisé efficacement par travail mécanique du sol (outil à disque) à raison de 3 à 5 passages par an. En terme de contrainte, le système d'irrigation localisé doit être maintenu en hauteur (système pendulaire) pour permettre le passage de l'outil.

Néonicotinoïdes

Dans vos systèmes, avez-vous recours aux néonicotinoïdes ?

- *Si oui, pour quel(s) usage(s) (cultures concernées, type de produits, cibles, fréquence d'utilisation, efficacité, ...)?
Avez-vous mis en place des leviers alternatifs ? si oui, lesquels ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si volontairement vous n'y avez pas recours, décrire les leviers alternatifs mis en place ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si vous n'y avez pas recours parce que vous n'êtes pas concerné, le préciser.*

L'acétamipride est un néonicotinoïde qui a été utilisé une fois (en 2015) dans la modalité 'Conventionnel' de notre dispositif pour lutter contre les pucerons au printemps. Nous l'avons remplacé depuis par une alternative aux néonicotinoïdes, le flonicamide, dont l'action est efficace avec possibilité d'un traitement dès stade fleur. Dans la modalité BIO, un traitement biocontrôle est réalisé avant fleur à l'aide d'huiles blanches. Dans Bas-Intrants, aucun traitement contre les pucerons n'a été réalisé. Dans cette modalité, nous préférons ne pas utiliser les huiles blanches à cause de leur possible nocivité à l'égard des auxiliaires.

A L'ECHELLE DES SITES EXPERIMENTAUX

Présentez les résultats obtenus à l'échelle des sites du projet en utilisant la trame ci-dessous.

Nom du site expérimental - Localisation	INRA - Bourran
Contact - coordonnées	Marie-Laure GREIL – 05 56 63 28 25 marie-laure.greil@inra.fr Dominique MONTY – 05 53 84 62 05 dominique.monty@inra.fr

A. Modification du dispositif expérimental

Préciser si des modifications au niveau des sites expérimentaux et des systèmes de cultures testés ont eu lieu en 2017. Si tel est le cas, indiquer la nature et le contexte de ces changements.

Il n'y a pas eu de modification du dispositif en 2017

B. Bilan de la campagne

Après avoir rappelé les objectifs de chaque système expérimenté, décrire de façon synthétique les travaux réalisés, les résultats de la campagne 2017 et indiquer les faits marquants de l'année :

- bilan climatique et pressions biotiques de la campagne écoulée,
- échec/réussite de la mise en œuvre des leviers d'action ou règles de décision prévues,
- niveau de satisfaction des objectifs en termes d'IFT, de rendement, de qualité, de maîtrise des bioagresseurs...,
- perspectives, actions correctives.

1- DESCRIPTIF DE L'ESSAI

L'essai est installé à Bourran, (44°19'54" N – 0°25'01" E) dans le Lot Et Garonne, Sur les premières terrasses du Lot, terrain de type boulbène, jouissant d'un climat océanique dégradé. L'essai permet la comparaison des performances de deux dispositifs :

- Un « témoin » « producteur », conduit selon les pratiques locales en production intégrée
- Un dispositif « ECO50 » sur lequel plusieurs leviers d'action sont mis en œuvre pour réduire la sensibilité aux maladies. Les traitements phytosanitaires sont raisonnés de manière à réduire d'au moins 50% les IFT par rapport au témoin.

	ECO 50	Témoin
Année plantation	2012	2012
Précédent cultural	fétuque	fétuque
surface	1404 m2	1404 m2
Distance plant. (m)	6X3	6X3
Densité (arbres/ha)	555	555
Variété/PG	Surprise/jaspi	Surprise/jaspi
irrigation	Goutte à goutte pendulaire 4 litres / heures	Circojet pendulaire
Conduite	Gobelet/ taille-arrachage	Gobelet classique
Pilotage irrigation	Limite point flétrissement	Zone de confort hydrique
Entretien du rang	Enherbement total	Désherbage contact
Environnement	Jachère et haies	
Fertilisation	fertirrigation	Sur le rang
Pilotage fertilisation	Analyse végétal+sol	Analyse de sol
Protection phytosanitaire	Cf règles de décisions ci dessus	Calendrier traitement arbo sud ouest *

Les règles de décisions ont été établies qui permettent de réduire au moins 50% les IFT dans le dispositif ECO50, ces règles de décisions sont réévaluées annuellement en tenant compte de l'efficacité et de l'impact des règles de décisions précédentes, des évolutions techniques et réglementaires et enfin de l'âge et de l'état du verger.

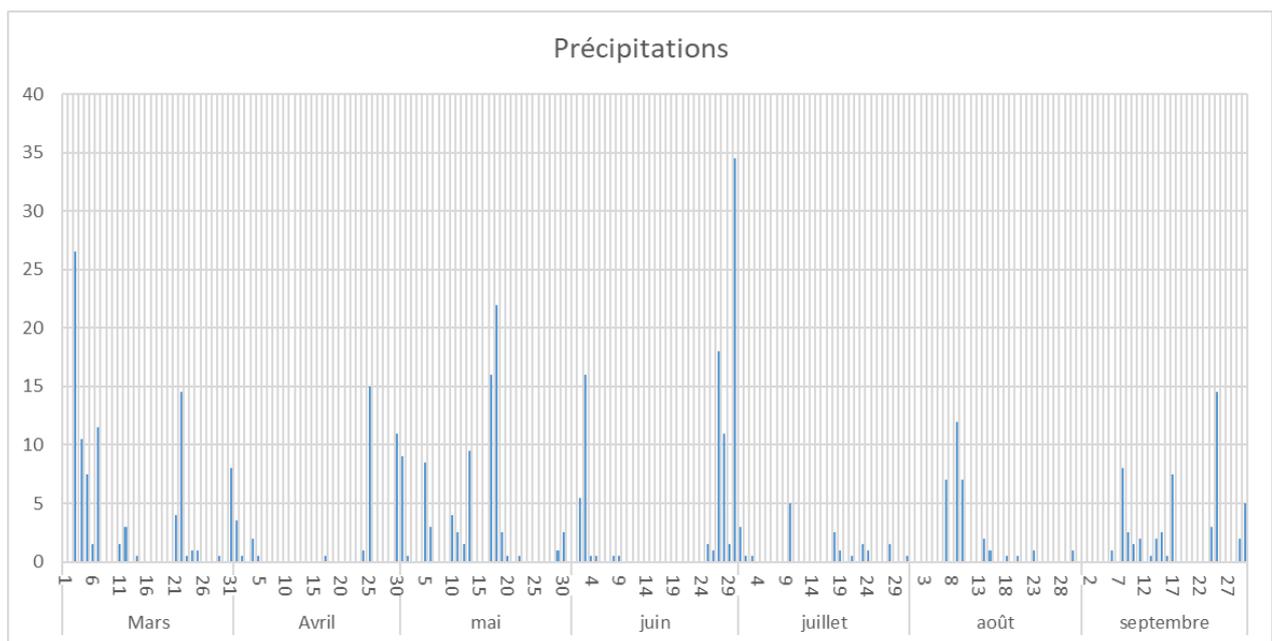
Les règles de décision n'ont pas évolué entre 2016 et 2017. Pour rappel :

Pathogène	Calendrier sud ouest arbo	ECO50
cloque	10 jours après taille systématique à base de cuivre Intervention tous les 10 jours dès stade pointe verte, en fonction de la climatologie et jusqu'au stade 1ere feuille étalée	10 jours après taille systématique à base de cuivre Intervention tous les 10 jours dès stade pointe verte, en fonction de la climatologie et jusqu'au stade 1ere feuille étalée
oïdium	A partir de stade G-H et jusqu'au durcissement du noyau soufre tous les 20 jours dont un mixte monilia Traitement soufre 1 mois avant récolte	Stade J Ctrl 4 si présence Aout septembre si présence
Monilioses et maladies de conservation	1 à 2 traitements sur fleur, mixte fusicocum Puis 2 à 3 traitements dans mois qui précède la récolte	Elimination des rameaux douteux à la taille et des momies – taille/arrachage 1 traitement sur fleur en fonction de la pression de l'année Contrôle des arbres 15 jours avant récolte et seuil de 5% + suivi meteo
Fusicocum	1 à 2 traitements mixtes monilioses sur fleur Suivre chute des feuilles et réaliser plusieurs interventions selon météo	Contrôle en fin de saison et traitement printemps N+1 si nécessaire
Dépérissement bactérien	Dès 20% de feuilles chutées et pendant toute le période de chute 2 à 3 traitements cuivre pleine dose	½ dose cuivre
Stade hivernant des ravageurs	Mars : karaté + huile blanche	Argile 50 kg/ha puis 30 kg/ha

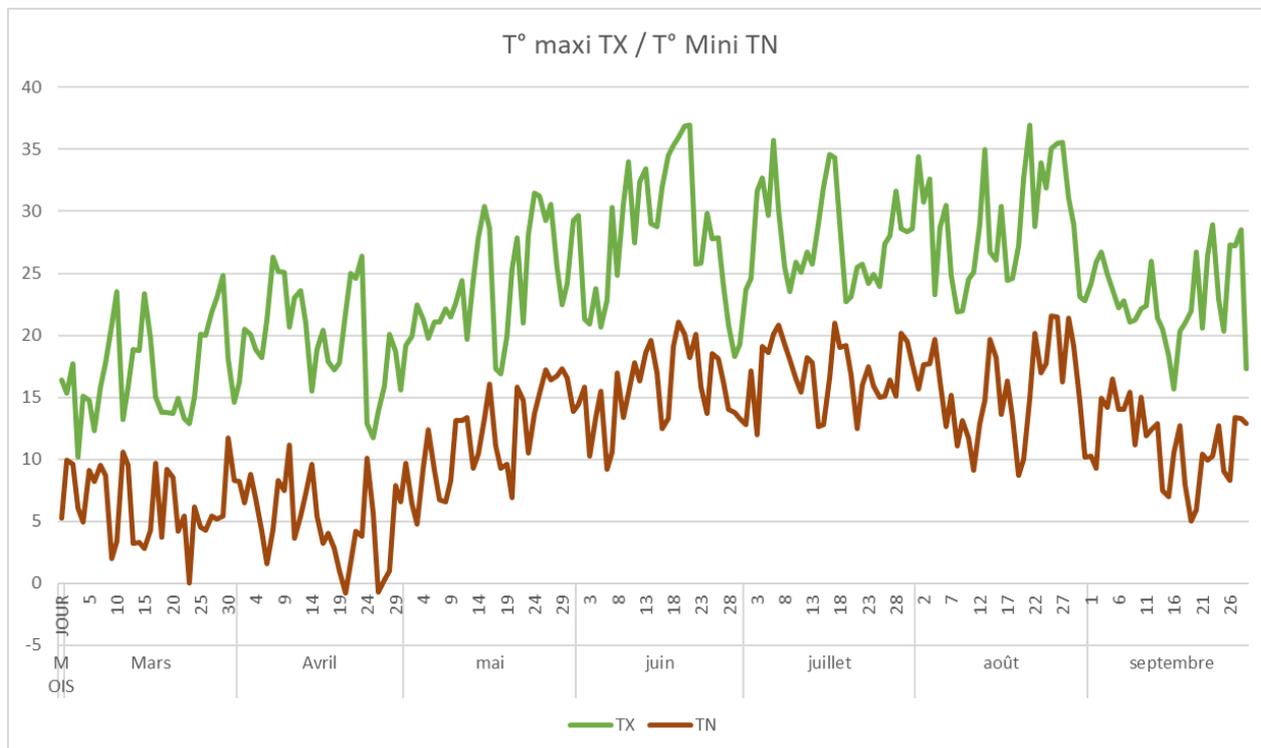
Pucerons verts	Appliquer un karaté (idem stade hivernant des ravageurs) avant floraison puis intervenir dès apparition de pucerons du stade G au début mai	intervenir dès apparition de pucerons du stade G au début mai
Tordeuses orientales	Confusion + traitements des 1 ^{er} 2eme, 3eme et 4eme vol en suivant les bulletins de santé végétale	confusion

2- BILAN CLIMATIQUE 2017 – BOURRAN

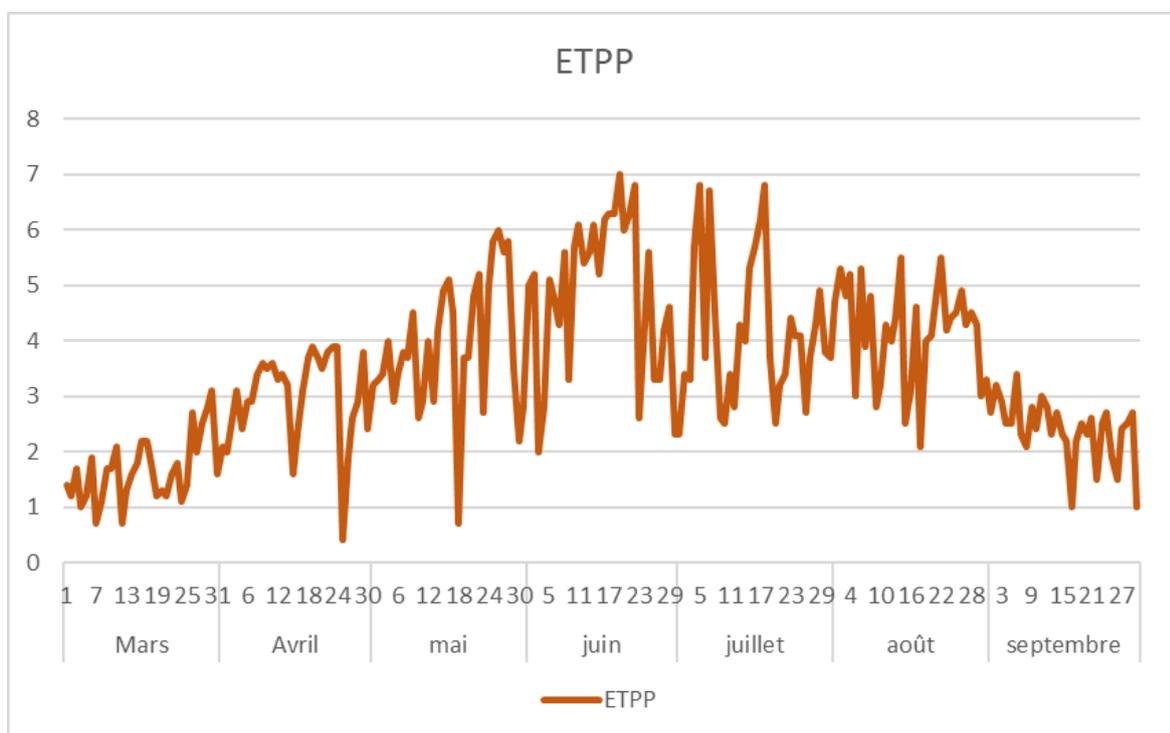
Données climatiques de la station Cimel du site de Bourran – réseau Agroclim –Inra.



Les grosses pluies de la fin du mois de juin ont eu un impact significatif sur les réserves en eau du sol, puisque les sondes ont montré que l'irrigation n'était pas nécessaire jusqu'au 20 juillet. La réserve en eau ayant quasiment atteint la capacité au champ. En revanche juillet et août ont été secs.



Deux jours de gelées en avril, qui n'ont pas eu de conséquence sur les pêchers. A noter un mois de juin particulièrement chaud et juillet août chauds aussi.



ETPP élevé en juin et juillet compensé par une forte réserve en eau.

3- ITINERAIRES TECHNIQUES MIS EN PLACE EN 2016

3-1 Pression en maladies et protection parasitaire

Cloque : pression cloque faible cette année

Oïdium : pas de pression

Monilioses : sur fleur, la pression a été faible. Il a plu abondamment fin juin mais juillet a été très sec et de ce fait la pression monilia a été faible

Pucerons verts : absence de pucerons verts sur pêcher, malgré une présence avérée sur les parcelles de prunier voisines;

Tordeuses orientales : pression moyenne mais qui commence à devenir importante dans le dispositif ECO.

Fusicocum : pas de symptôme

Nous notons des fruits piqués à la récolte, la question se pose de la présence en verger de pêcher de mouches (Suzuki très présente sur les vergers de cerisiers voisins). Des pièges vont être installés en 2018.

Calendrier phytosanitaire en application des règles de décision : Producteur

Date	Operation cible	produit com.	n°lot	aplication dose/ha	volume l/ha
25/02/2017	bacterioses	rsr	14 353 1	12,5kg	400
27 fevrier	cloque	ordoval		2kg	400
03-mars	acarions rouges	oliblan	2012.232.1.09	20L	400
	pucerons	karate zeon	BSN A 1880	7,5cl	
10-mars	cloque	sigma DG	15wgp 0021		400
17-mars	monilioses	topsin		1kg	400
23-mars	desherbage	gallup	497009SEQ0511	2L	100
31-mars	cloque	rhodiasan	G150264091	2,5kg	400
05-avr	oidium	microthiol	09-277-01	7,5 kg	400
18-avr	oidium	microthiol	09-277-01	4kg	400
	tordeuse	calypso	EDFL032524	25cl	400
19-avr	tonte				
19-mai	monilioses	rovral	8834475	1,5L	400
	tordeuse	calypso	EDFL 027187	0,25L	400
01-juin	deshebage	basta	79648650EFKG	1,5	100
03-juil	moniliose	impala	3b1488r301	1L	400

ECO 50

Date	Operation cible	produit com.	n°lot	aplication dose/ha	volume l/ha
25/02/2017	bacterioses	rsr		12,5kg	400
27 fevrier	cloque	ordoval		2kg	400

09-mars	barriere physique	sokalciarbo	A 1 2336	50kg	400
17-mars	monolioses	topsin		1kg	400

3-2 Entretien du rang et de l'Inter-rang

Rang :

	Façons	Matériel Utilisé	Temps passé	Dés herbants	IFT/ha	Gasoil
TEMOIN	2	Renault 80-12 – girotondeuse sans satellite	140 minutes/ha/an	Glyphosate 1l/ha traité Glufosinate 1,2 l/ha traité	0.4	24 litres/ha/an
ECO 50	Girotondeuse en même temps que l'interrang					

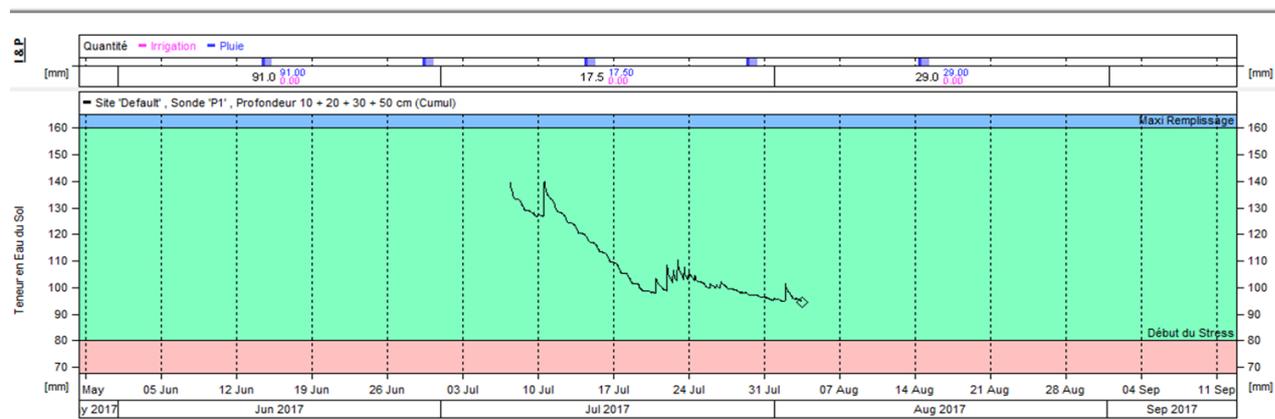
Inter-rang :

	Façons	Matériel utilisé	Temps passé/ha/an	Gasoil/ha/an
TEMOIN	2	Renault 80-12 – girotondeuse sans satellite	140 minutes/ha/an	24 litres/ha/an
ECO 50	2	Renault 80-12 – girotondeuse avec satellite	140 minutes/ha/an	24 litres/ha/an

3-3 Irrigations

Les deux dispositifs sont pilotés par sondes capacitives – le pilotage du dispositif producteur est maintenu dans la zone de confort hydrique, le dispositif ECO50 est piloté de manière à maintenir l'état hydrique du sol à environ 15 mm au-dessus du point de flétrissement.

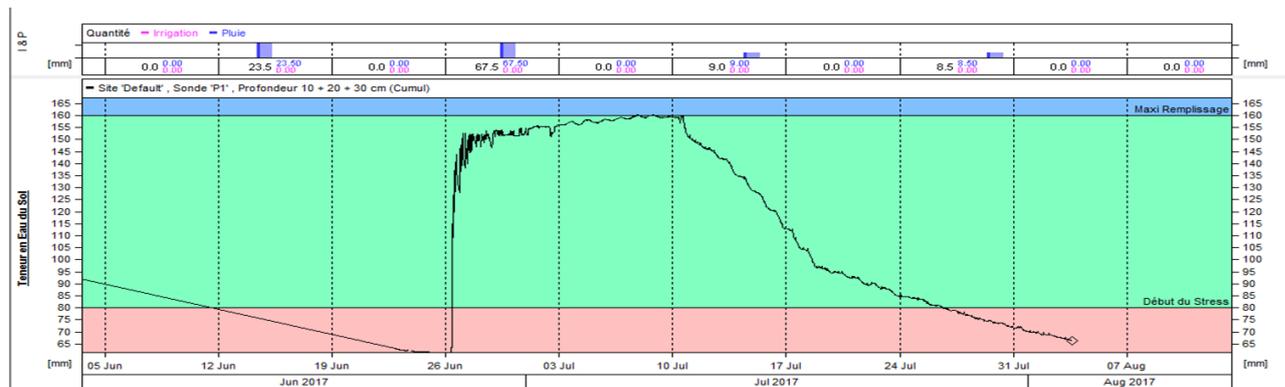
Producteur



A la fin du mois de juin, nous avons constaté que la sonde était défectueuse et avons fait procéder à sa réparation. La courbe ci dessus débute donc vers le 07 juillet et montre que les arbres ont toujours été en zone de confort malgré un arrêt de l'irrigation du 10 au 20 juillet (fortes pluies fin juin).

date	Heure depart	Heure fin	Frequence	Nbre litre ou mm
23-juin	00 H 00	00 H 30	TLJ	7,5
	14 H 00	14 H 30	TLJ	7,5
10-juil	Arrêt		17 jours	255 litres/arbre
20-juil	00 H 00	01 H 00	TLJ	15
	14 H 00	15 H 00	TLJ	15
08-sept	Arrêt		51 jours	1530 litres/arbre
	68 jours d'irrigation			1785 litres/arbre

ECO 50



La sonde fonctionne à partir du 27 juin et nous permet de bien visualiser les pluies abondantes de fin juin/ début juillet. Les teneurs en eau du sol étant très élevées nous avons arrêté les arrosages pour les reprendre le 20/07. Notre arrosage n'a pas été suffisamment abondant pour éviter un décrochage après récolte.

date	Heure depart	Heure fin	Frequence	Nbre litre ou mm
26-juin	22 H 00	22 H 45	TLJ	3 litres
	00 H 00	00 H 45	TLJ	3 litres
	02 H 00	02 H 45	TLJ	3 litres
	06 H 00	06 H 45	TLJ	3 litres
	10 H 00	10 H 45	TLJ	3 litres
	12 H 00	12 H 45	TLJ	3 litres
	14 H 00	14 H 45	TLJ	3 litres
	16 H 00	16 H 45	TLJ	3 litres
10-juil	Arrêt			
20-juil	Reprise			
08-sept	Arrêt			
	65 jours d'irrigation			1560 litres/arbres

3-4 Fumures

	dates	Nature de l'engrais	Mode apport	Matériel	unités	temps	gasoil
témoin	23/05	Nitrate de chaux 18-0-46	Localisé sur le rang	Same 90CV Epandeur centrifuge	62 N	60 minutes/ha /an	3,6 litres/ha/an
	29/06				104 CaO 36 N / 92 K		
ECO 50	23/05	Nitrate de chaux 18-0-46	Localisé sur le rang	Same 90CV Epandeur centrifuge	62 N	60 minutes/ha /an	3,6 litres/ha/an
	29/06				104 CaO 36 N / 92 K		

Afin de favoriser le développement des arbres nous avons augmenté les apports d'azote. Les arbres deviennent adultes et produisent. En 2018 nous apporterons 80 U d'azote dans les deux systèmes.

4- RESULTATS

4-1 Etat parasitaire

CLOQUE: notation sur tous les arbres le 27 avril – note de sévérité de 0 à 5.

0	absence
1	0 à 20% de feuilles atteintes
2	20 à 40%
3	40 à 60%
4	60 à 80%
5	>80%

Producteur: 0 cloque

ECO 50

Classe 0	0 %
Classe 1	86,1 %
Classe 2	13,9 %
Classe 3	0
Classe 4	0
Classe 5	0

La pression est restée faible et la cloque maîtrisée.

OIDIUM: pas de notation car pression nulle

PUCERONS VERTS: observation du 03 avril au 10 juillet une fois par semaine sur 50% des arbres – pas de puceron

TORDEUSE ORIENTALE: notation le 8 juin

Producteur: 22 % des arbres présentent entre 1 et 5 rameaux touchés

ECO 50: 34 % des arbres présentent entre 1 et 5 rameaux touchés

MONILIA SUR FRUITS:

Tous les fruits récoltés sont observés

Producteur: 3,5% de fruits moniliés – ECO 50: 4,5% de fruits moniliés

FRUIT PIQUE a la récolte :Producteur 3,5% - ECO 50 :11,5% ??????

FUSICOCUM: observation tous les arbres le 04 septembre – 0 symptôme

4-2 – IFT sur les deux modalités

producteur	Total+ vert	Total	herbicide	insecticide	fongicide	vert
IFT	13,4	11,4	0,4	3	7	3
Eco 50	Total+ vert	Total	herbicide	insecticide	fongicide	vert
IFT	2,5	1,5	0	0	1,5	1

Le gain en IFT est de 82% mais redescend à 40% si on compare les IFT par tonne produite.

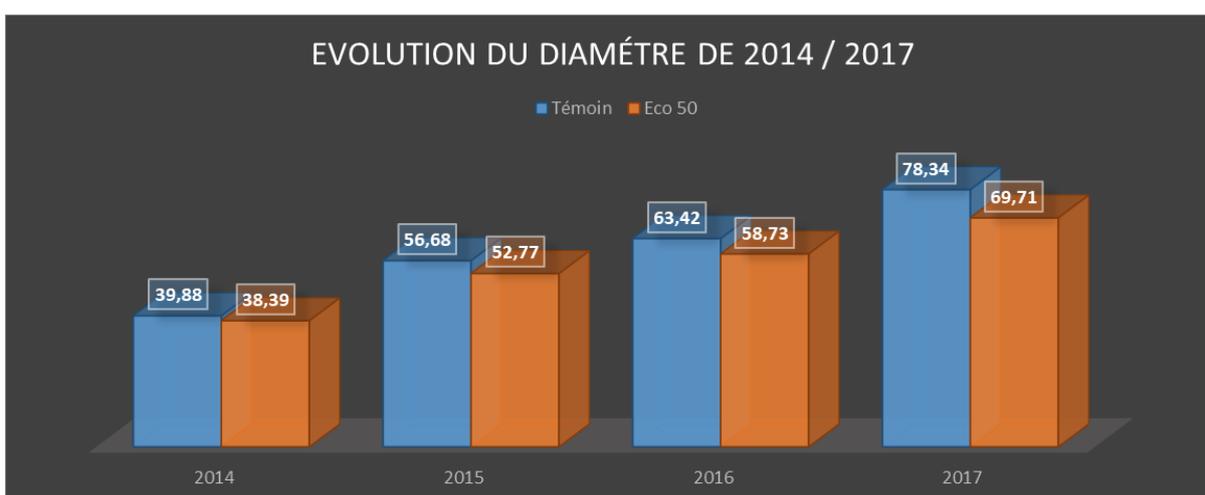
	IFT total + vert	Gain en IFT	IFT/Tonne	Gain IFT/Tonne
PRODUCTEUR	14,4		1.37	
ECO 50	2,5	83 %	0,55	40%

4-3 Etat du végétal

Des **analyses foliaires** mi juillet ont montré des profils très comparables dans les deux modalités, avec des teneurs en azote relativement élevées, des teneurs en phosphore et potassium relativement élevées aussi, liés à des effets de concentration. Si la teneur en magnésium est correcte, elle est un peu déséquilibrée par rapport au potassium et pourrait être légèrement renforcées. (analyses réalisées par laboratoire Aurea – 45160 Ardon)

La **vigueur** est évaluée par la mesure de la croissance du diamètre de l'arbre à 10 cm au-dessus du point de greffe.

	PRODUCTEUR	ECO 50
Diamètre novembre 2016	78,34 cm	69,71 cm
augmentation diamètre 2015/2016	+14,92 cm	+10,98 cm



L'évolution de la vigueur des arbres est à surveillée, car en 2017, la modalité producteur a mieux réagit à l'augmentation d'apport d'azote que la modalité ECO 50.

4-4 La Récolte

La récolte des deux dispositifs a été réalisée en deux passages.

Producteur : 13/07-19/07

ECO 50 : 11/07 – 18/07

	Rdt/ha en T	Calibre (%)		% fruits commercialisables	Indice réfractométrique	AT (pH 8,1)
PRODUCTEUR	10,49	AA	53	96 %	13,5	7,6
		A	42,5			
		B	4			
		C	2			
		D				
ECO50	4,61	AA	23	88,7 %	12,9	7,4
		A	42			
		B	25			
		C	5,5			
		D				

On note que ECO 50 produit deux fois moins que le témoin avec des fruits plus petits mais de maturité équivalente.

Des analyses de **résidus** de produits phytopharmaceutiques ont été réalisées sur fruits à la récolte : on a détecté des traces de Fenbuconazole (Indar) 0,031 mg/kg en dessous de la LMR (0,5) et aucun résidu n'a été détecté sur le dispositif ECO 50. (laboratoire Aurea – 45160 Ardon).

4-5 Marges brutes

Calculé à partir des prix référence et des taux horaires issu du tableau de synthèse des indicateurs.

Producteur : charges : 10869€/ha

CA : 11598€/ha

Marge : + 729 €/ha

ECO 50 : charges : 6414 €/ha

CA : 4248 €/ha

Marge : - 2166€/ha

Nom du site expérimental - Localisation	CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes ; Centre de Balandran (Bellegarde, Gard)
Contact - coordonnées	Christian HILAIRE, Julien RUESCH, Muriel MILLAN 751 chemin de Balandran 30127 BELLEGARDE Tél : 04 66 01 10 54

A. Modification du dispositif expérimental

Aucune modification du protocole n'a été réalisée au cours de la campagne 2017 par rapport à 2016.

B. Bilan de la campagne

I - But de l'essai

L'objectif principal de ce projet est de concevoir et d'évaluer de nouveaux systèmes de culture permettant une réduction importante (au moins -50 %) des indices de fréquence des traitements (IFT) des produits phytosanitaires (PPP). Ces scénarios techniques innovants doivent concilier de hautes performances environnementales (réduction des produits phytosanitaires et des intrants) et des performances technico-économiques permettant d'assurer la durabilité des exploitations agricoles déjà confrontées à une forte concurrence commerciale, tout en favorisant l'obtention de fruits de haute qualité.

Le deuxième objectif est de favoriser le transfert de systèmes économes en intrants aux acteurs de la filière grâce à l'implication des Ingénieurs du réseau FERME Ecophyto travaillant sur le pêcher et à des actions de communication auprès des techniciens du développement, des producteurs et de l'enseignement agricole.

II - Facteurs et modalités étudiés

Les trois systèmes de conduite (PFI : Production Fruitière Intégrée, ECO 50 : réduction 50 % des intrants et AB : agriculture biologique) sont évalués et comparés sur leurs performances technico-économiques mais aussi sur leur effet en termes d'amélioration des performances environnementales.

III - Matériels et méthodes

L'essai est implanté au Ctifl, Centre de Balandran (Bellegarde, 30), aux deux extrémités de la parcelle X (PFI : côté Ouest et ECO 50 : côté Est) et sur la parcelle W (AB), cf.III.2.

III.1 Matériel végétal

- . Variété : TONICSWEET® Sweetstar cov, pêche à chair blanche de maturité tardive
- . Porte-greffe : INRA Amandier x Pêcher INFEL® GF 677
- . Date de plantation : janvier 2013
- . Mode de conduite :
 - o Double Y pour le système PFI ; distances de plantation et densité : 6 x 3,5 m, soit 476 arbres/ha
 - o Y oblique pour les systèmes ECO 50 et AB : distances de plantation et densité : 4.5 x 2.2 m, soit 1010 arbres/ha
- . Type de matériel : œil dormant pour les trois systèmes.
- . Origine des plants : pépinières Millet

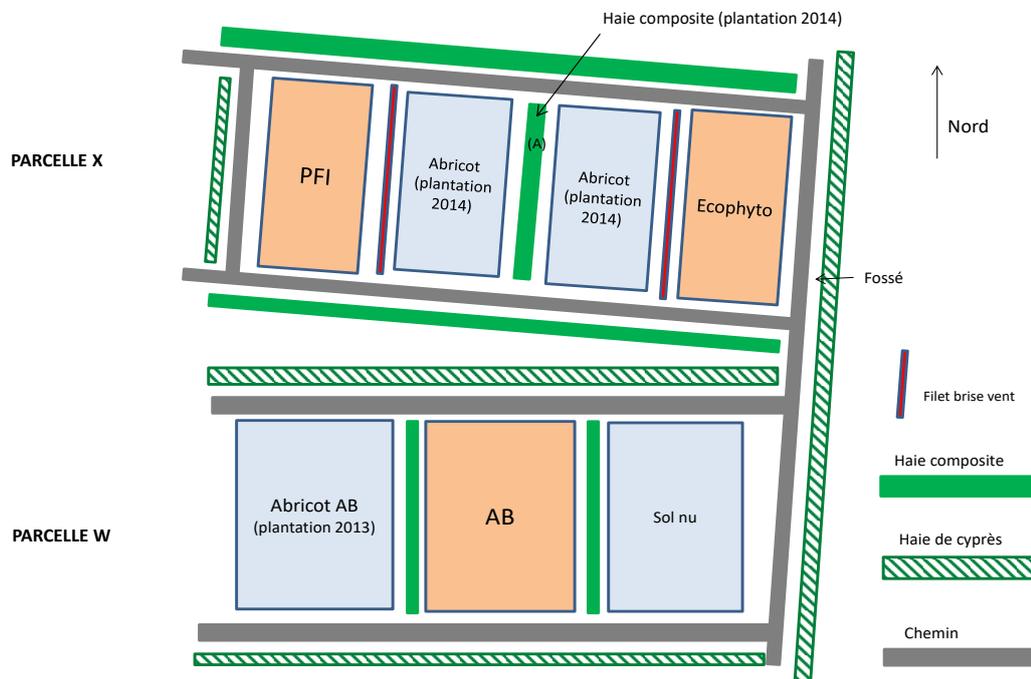
La plantation a été réalisée dans un sol désinfecté (Basamid) pour le système PFI et non désinfecté pour les deux autres systèmes.

III.2 Dispositif expérimental

Caractéristiques des 3 systèmes :

	Systèmes		
	PFI	ECO 50	AB
Variété	TONICSWEET® Sweetstar cov		
Porte-greffe	GF 677		
Mode de conduite	Double Y	Y oblique	
Distances de plantation	6 x 3.50 m	4.5 x 2.20 m	
Densité (arbres/ha)	476	1 010	
Surface des parcelles (en m ²)	2 160	1 620	1 644
Infrastructures Agroécologiques	Haies composites (Nd et Sd)	Haies composites (Nd et Sd) Bandes florales (implantation réalisée en 2015)	Haies composites + bandes florales en bordure et en inter-rang sur 50 cm (implantation réalisée en 2014)
Système d'irrigation	Micro-jets au sol	Micro-jets pendulaires	Goutte à goutte enterré
Gestion de l'irrigation	Bilan hydrique et tensiomètre		
Entretien du sol : inter-rang	Enherbement VV2 (Ray-grass, fétuque, pâturin,...)		Enherbement Ray-grass et pâturin et bande florale au centre
Entretien du sol : sur le rang	Désherbage chimique	Bâche tissée	Désherbage mécanique
Mode d'apports de la fertilisation	Apport au sol (depuis l'année 2015)		Engrais organique soluble Irrigation fertilisante
Raisonnement des doses de fertilisants	Selon les recommandations régionales	Identique à PFI les 2 premières années, puis en fonction de la pousse de l'arbre et du suivi analyses feuilles, fruits et sol + nitrachek	Selon les recommandations Irrigation fertilisante Adaptée à la pousse de l'arbre et du suivi analyses feuilles, fruits et sol + nitrachek

Les trois dispositifs sont localisés dans 2 parcelles (X et W Sud). Le schéma ci-dessous présente l'environnement de ces parcelles. La haie composite (repérée par la lettre A sur le plan) est composée de 4 espèces : laurier tin, noisetier, arbusier et cornouiller. La plantation de cette haie a été réalisée en mars 2014.



La durée de cette expérimentation est de 6 ans (2012 à 2018).

III.3 Observations et mesures

Différents suivis sont réalisés sur les trois systèmes : irrigation (tensiomètre, relevés de compteurs), état nutritionnel (N tester, fruits et rameaux...), auxiliaires (battage, comptabilisation)... La comparaison des différents systèmes se fera à partir des indicateurs suivants :

- Les indicateurs agronomiques :
 - Rendement brut
- Les indicateurs environnementaux :
 - Battage (auxiliaires, faune de la frondaison)
 - Quantité d'azote du sol (Nitratecheck)
- Les indicateurs technico-économiques :
 - Rendement commercialisé
 - Répartition des calibres
 - Répartition commerciale (catégorie Extra, I et II)
 - Enregistrement des temps de travaux, prix de ventes (SNM), passage de tracteurs, matériels utilisés
- Les indicateurs qualitatifs :
 - Qualité (mesures de la teneur en sucres, de la fermeté et de l'acidité avec l'automate *Pimprenelle*)
 - Tenue des fruits (sensibilité aux maladies de conservation sur le 2ème passage de récolte)
- Les indicateurs de pression d'utilisation des intrants et de performances environnementales :
 - Indicateurs pression phytosanitaire
 - IFT total, IFT fongicide, IFT insecticide, IFT herbicide
 - Indicateurs pression intrants
 - Quantité eau d'irrigation
 - Quantité d'engrais
 - Richesse de la biodiversité

IV - Plan de mise en œuvre

IV.1 Caractéristiques du milieu

- Sol : fersiallitique lessivé type "Gress à gapan". Origine : alluvions (cailloutis) rhodaniens en partie recouverts de lœss décalcifié. Classe texturale de l'horizon de surface : texture fine limono-argilo-sableuse (LAS selon le GEPPA 1965), 10 à 60 % de cailloux.
- Climat : méditerranéen.

IV.2 Itinéraire technique

- Conduite des arbres : réalisation d'opérations propres aux différents modes de conduite
- Protection phytosanitaire : la culture est conduite selon le cahier de charges propre à chaque système de conduite
- Fertilisation : les doses et le planning de fertilisation sont adaptés à l'âge et au volume des arbres.
- Irrigation :
 - Apport : calcul réalisé en fonction de l'ETP et d'un coefficient arbre adapté à l'âge des arbres. 3 apports sont réalisés par semaine en pleine saison pour le système mini-diffuseur.

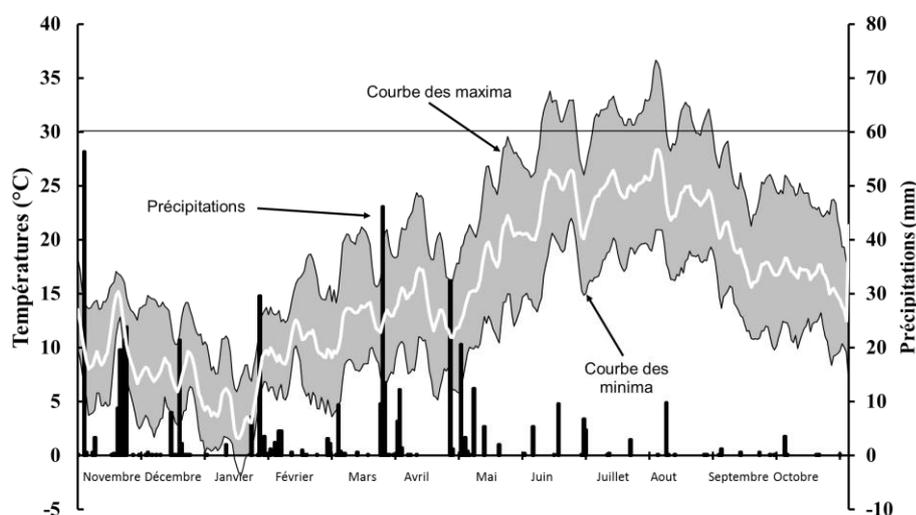
Type de matériel utilisé :

- Mini-diffuseurs Tornado Ray Jet (60 l/h à 1,5 bar) au sol pour le système PFI
- Mini-diffuseurs pendulaires pour le système ECO 50 Jet (60 l/h à 1,5 bar)
- Goutte à goutte enterré pour le système AB (2 rampes par rang, 20 cm de profondeur, 50 cm des arbres).

V - Conditions d'observation

V.1 Conditions climatiques de l'année

Les conditions climatiques de l'année 2016-2017 ont été caractérisées, comme les années précédentes, par un automne et un début d'hiver relativement secs et doux. 540 heures de froid (somme de températures inférieures à 7.2 °C) ont été cumulées au 31 décembre 2016, les besoins en froid ont été satisfaits très tôt (Cf. Graphique ci-dessous).



Les températures du début d'année ont été relativement basses. Le début du mois de février a été plutôt humide, puis les températures ont été relativement « élevées » en fin de mois.

La floraison s'est déroulée dans des conditions favorables et la durée de floraison a été relativement courte. Le taux de nouaison a été très élevé, nécessitant un très fort éclaircissage.

Les conditions climatiques très favorables des mois d'avril et mai ont favorisé une forte croissance des pousses et ont induit une avance de maturité de l'ordre de 10 jours.

A noter que les conditions particulières du mois d'avril ont induit un fort développement du *Xanthomonas*, développement qui s'est poursuivi tout au long de l'été mais qui n'a pas affecté cette variété.

Les mois de juillet et août ont été très secs et très chauds (quasi absence de rosées matinales) favorisant la qualité gustative des fruits (teneur en sucres en particulier), la qualité sanitaire (maladies de conservation), et des récoltes « espacées » liées à l'évolution lente de la maturité des fruits.

VI - Résultats

VI.1 Principales interventions

Différentes opérations ont été réalisées sur les trois systèmes. Elles sont proches pour les systèmes PFI et le système ECO 50. Le système AB a été conduit selon le cahier des charges propre à cette démarche.

Pour les trois systèmes, les principales opérations ont consisté à :

- **PFI :**
 - Taille d'hiver : 14 et 15 décembre 2016
 - Taille en vert (arrachage des gourmands) : début mai 2017
 - Taille en vert complémentaire : 19 juillet
 - Eclaircissage manuel au stade petit fruits : début mai
 - Haubanage des charpentières : pose des piquets le 4 juillet et enlèvement le 30 août
 - Récolte, en 4 passages : 3, 10, 17 et 23 août.

- **Eco 50 :**
 - Taille d'hiver : 13 et 14 décembre 2016
 - Eclaircissage manuel au stade petit fruits : début mai 2017
 - Taille en vert : passage à la barre de coupe sur le haut des arbres (topping) et sur les faces latérales : le 27 juin.
 - Récolte, en 4 passages : 4, 10, 16 et 23 août.

- **AB :**
 - Taille d'hiver : du 15 au 19 décembre 2016
 - Taille en vert (arrachage des gourmands) : 10 mai 2017
 - Eclaircissage manuel au stade petit fruits : du 11 au 16 mai
 - Taille en vert : passage à la barre de coupe sur le haut des arbres (topping) et sur les faces latérales, le 27 juin.
 - Récolte, en 4 passages : 1, 4, 8 et 11 août

VI.2 Interventions phytosanitaires

Différentes interventions ont été réalisées au cours de la campagne, afin de ne pas pénaliser la croissance des pousses et le grossissement des fruits.

La stratégie retenue est adaptée à chaque système :

- ECO 50 : réduction du nombre d'applications par rapport au système PFI
- AB : stratégie conforme au cahier de charge.

Pour les deux systèmes PFI et ECO 50, il n'y a pas eu de problèmes particuliers, hormis une attaque d'acariens sur le système ECO 50 liée à une impasse réalisée sur le premier traitement (14 avril).

Toutes les opérations ont été réalisées avec un pulvérisateur classique.

Dans les tableaux ci-dessous, la catégorisation des produits selon leur appartenance à la liste "Biocontrôle" ou non a été réalisée à partir de la liste de référence émise par le Ministère de l'agriculture en octobre 2017.

• **PFI :**

Date	Type de produit	Bio contrôle	Produit commercial	Cible
30/01/2017	FONGICIDE	non	Nordox 75 WG	Cloque
07/02/2017	INSECTICIDE	oui	Euphytane gold	Puceron/acarien
10/02/2017	FONGICIDE	non	Ordoval	Cloque
	ADJUVANT		Euphytane Gold	
16/02/2017	INSECTICIDE	non	Supreme 20 SG	Puceron
	ADJUVANT		Euphytane Gold	
02/03/2017	FONGICIDE	non	Switch	Monilia
03/04/2017	FONGICIDE	non	Score	Oïdium
	INSECTICIDE	non	Teppeki	Puceron
14/04/2017	INSECTICIDE	non	Agrimec gold	Acarien
	ADJUVANT		Catane	
24/04/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet micro billes	Oidium
	ADJUVANT		Catane	
28/04/2017	CONFUSION	oui	Rak 5	Tordeuse/anarsia
02/05/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet micro billes	Oidium
	ADJUVANT		Catane	
02/06/2017	INSECTICIDE	non	Decis protech	Forficule
	ADJUVANT		Actirob B	
	INSECTICIDE	non	Explicit EC	Tordeuse
21/07/2017	FONGICIDE	non	Horizon arbo	Monilia
	ADJUVANT		Actirob B	
04/08/2017	FONGICIDE	non	Indar EW	Monilia
	ADJUVANT		Actirob B	

Les traitements fongicides ont été réalisés pour lutter contre :

- la cloque (2),
- le monilia sur fleurs (1) et fruits (2),
- l'oïdium (3).

Les traitements insecticides ont été réalisés pour lutter contre :

- les pucerons (3),
- les acariens (2),
- les forficules (1)
- la tordeuse orientale (1).

La mise en place de la confusion sexuelle pour lutter contre la tordeuse orientale du pêcher et Anarsia a été réalisée (Rak 5).

15 interventions phytosanitaires ont été réalisées au cours de l'année dont 3 en bio contrôle et 1 intervention pour de la confusion sexuelle.

• **ECO 50 :**

Date	Type de produit	Bio contrôle	Produit commercial	Cible
18/10/2016	INSECTICIDE	oui	Baïkal WP	Puceron
28/10/2016	INSECTICIDE	oui	Baïkal WP	Puceron
16/11/2016	INSECTICIDE	oui	Baïkal WP	Puceron
17/11/2016	FONGICIDE	non	Nordox 75 WG	Xanthomonas
07/02/2017	INSECTICIDE	oui	Euphytane gold	Puceron/acarien
16/02/2017	INSECTICIDE	non	Supreme 20 SG	Puceron
	ADJUVANT		Euphytane gold	
02/03/2017	FONGICIDE	non	Switch	Monilia
03/04/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet micro billes	Oidium
	INSECTICIDE	non	Teppeki	Puceron
05/04/2017	GLUE	non	Rampastop	Forficule
24/04/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet micro billes	Oidium
	ADJUVANT		Catane	
28/04/2017	CONFUSION	oui	Rak 5	Tordeuse/anarsia
02/05/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet micro billes	Oidium
02/05/2017	ADJUVANT	oui	Catane	
02/06/2017	INSECTICIDE	non	Decis protech	Forficule
	INSECTICIDE	non	Explicit EC	Tordeuse
	ADJUVANT		Actirob B	
26/06/2017	INSECTICIDE	non	Bornéo	Acarien
	ADJUVANT		Euphytane gold	
21/07/2017	FONGICIDE	non	Horizon arbo	Monilia
	ADJUVANT		Actirob B	
04/08/2017	FONGICIDE	non	Indar EW	Monilia
	ADJUVANT		Actirob B	

Les traitements fongicides réalisés ont été pour lutter contre :

- Le xanthomonas (1),
- le monilia sur fleurs (1) et fruits (2),
- l'oïdium (3).

Les traitements insecticides ont été réalisés pour lutter contre :

- les pucerons (5 traitements dont 3 avec des argiles et/ou des huiles minérales),
- les acariens (1),
- les forficules (1),
- la tordeuse orientale (1).

Pour lutter contre la tordeuse orientale du pêcher et l'anarsia, la mise en place de la confusion sexuelle a été réalisée (Rak 5). Pour lutter contre les forficules, une barrière physique à base de glue a été mise sur les troncs.

17 interventions phytosanitaires ont été réalisées au cours de l'année dont 7 avec des produits de bio-contrôle et 1 intervention pour de la confusion sexuelle.

• **AB :**

Date	Type de produit	Bio contrôle	Produit commercial	Cible
18/10/2016	INSECTICIDE	oui	Baïkal WP	Puceron
28/10/2016	INSECTICIDE	oui	Baïkal WP	Puceron
16/11/2016	INSECTICIDE	oui	Baïkal WP	Puceron
17/11/2016	FONGICIDE	non	Nordox 75 WG	Xanthomonas
10/02/2017	FONGICIDE	non	Bouillie Bordelaise	Cloque
10/02/2017	INSECTICIDE	oui	Euphytane Gold	Puceron
20/02/2017	INSECTICIDE	oui	Euphytane Gold	Puceron
24/02/2017	FONGICIDE	oui	Curatio	Cloque
01/03/2017	INSECTICIDE	oui	Euphytane Gold	Puceron
17/03/2017	FONGICIDE	oui	Curatio	Cloque
	ADJUVANT		Euphytane Gold	
03/04/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet	Oïdium
14/04/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet	Oïdium
28/04/2017	CONFUSION	oui	Rak 5	Tordeuse/Anarsia
04/05/2017	FONGICIDE	oui	Thiovit Jet	Oïdium
	ADJUVANT	oui	Catane	
26/05/2017	INSECTICIDE		Savologic	Pucerons farineux
	ADJUVANT		Catane	
07/07/2017	FONGICIDE	oui	Armicarb	Monilia
12/05/2017	GLUE	non	Rampastop	
19/07/2017	FONGICIDE	oui	Armicarb	Monilia

Les traitements fongicides ont été réalisés pour lutter contre :

- le xanthomonas (1 traitement),
- la cloque (3),
- le monilia (2)
- l'oïdium (3).

Les traitements insecticides ont été réalisés pour lutter contre les pucerons (7 traitements dont des traitements avec des argiles, des huiles minérales et du savon noir). La mise en place de la confusion sexuelle pour lutter contre la tordeuse orientale du pêcher et Anarsia a également été mise en place sur cette parcelle (Rak 5).

16 interventions phytosanitaires ont été réalisées au cours de l'année dont 14 avec des produits de bio-contrôle et 1 intervention pour de la confusion sexuelle.

VI.3 Gestion entretien du sol

1 - Entretien du sol sur l'inter rang

Nombre de passage d'outils	PFI	ECO50	AB
Gyrobroyage	5	6	6
Désherbage mécanique (disques à déchausser)	0	0	6

Les temps de main d'œuvre pour :

- le gyrobroyage est inclus dans le forfait de 100h (PFI et ECO 50) ou 40h (AB),
- le désherbage mécanique est rajouté (AB).

2 - Entretien du sol sur le rang

Pour la bande de plantation, différents modes opératoires ont été mis en pratique en fonction des systèmes :

• PFI

L'entretien du sol est réalisé par désherbage chimique sur le rang. Trois interventions ont été réalisées en cours de campagne.

Date	Produit commercial
08/12/2016	Cible ace
	Goal 2
10/05/2017	Touchdown système 4
	Cent 7
30/08/2017	Ormond 450

En décembre et en mai, les applications ont été réalisées en plein localisé sur le rang. La dernière application d'Ormond 450, en août, est appliquée uniquement sur taches.

• ECO 50

Aucune intervention n'a été réalisée sur ce système. Une bâche tissée, posée sur le rang à la plantation, permet de s'affranchir des interventions de désherbage chimique ou mécanique.

• AB

Dans cette modalité, l'entretien sur le rang est réalisé par un travail mécanique du sol. Le désherbage a été réalisé avec un disque en surface (intercep), travail réalisé sur 10-15 cm de profondeur.

6 passages ont été réalisés en 2016-2017, le 14 novembre 2016, 22 février 2017, 20 mars 2017, 19 avril 2017, 20 juin 2017 et 25 septembre 2017.

VI.4 Fertilisation

Les quantités apportées sont exprimées en unités/hectare. Les apports ont été réalisés par épandage sur le rang pour les systèmes PFI et ECO 50 et en fertirrigation sur la partie conduite en AB.

Le bilan et le détail des apports par système de production est le suivant :

• PFI

Date	Fertilisants	N	P	K	MgO
06/09/2016	Ammoniplant	20	0	0	0
14/03/2017	Ammonitrate	5	0	0	0
15/03/2017	Phosphate d'ammoniaque	15	38	0	0
07/04/2017	Ammonitrate	10	0	0	0
11/04/2017	Phosphate d'ammoniaque	10	26	0	0
09/05/2017	Complet 14-08-20	20	11	29	9
26/05/2017	Complet 14-08-20	10	6	14	4
	Nitrate de potasse	10	0	36	0
26/06/2017	Ammonitrate	5	0	0	0

27/06/2017	Nitrate de potasse	16	0	53	0
17/07/2017	Nitrate de potasse	10	0	53	0
17/07/2017	Ammonitrate	10	0	0	0
Total		142	81	185	13

- **ECO 50**

Date	Fertilisants	N	P	K	MgO
06/09/2016	Ammoniplant	20	0	0	0
15/03/2017	Phosphate d'ammoniaque	15	38	0	0
06/04/2017	Ammonitrate	5	0	0	0
11/04/2017	Phosphate d'ammoniaque	15	38	0	0
27/04/2017	Ammonitrate	10	0	0	0
09/05/2017	Complet 14-08-20	15	9	21	6
26/05/2017	Nitrate de potasse	5	0	18	0
	Complet 14-08-20	10	6	14	4
26/06/2017	Nitrate de potasse	11	0	37	0
	Ammonitrate	5	0	0	0
27/06/2017	Ammonitrate	10	0	0	0
	Nitrate de potasse	10	0	36	0
17/07/2017	Nitrate de potasse	16	0	53	0
	Ammonitrate	5	0	0	0
Total		152	91	180	11

- **AB**

Date	Fertilisants	N	P	K	MgO
14/03/17	10-07-00 Angibo	9	6	0	0
29/03/17	Dix 10	8	2	2	0
05/04/17	Liquoby 1100	8	0	0	0
20/04/17	Liquoby 1100	8	0	0	0
20/04/17	Dix 10	9	2	2	0
28/04/17	Dix 10	8	2	2	0
04/05/17	Liquoby 1100	8	0	0	0
15/05/17	Liquoby 427	4	2	8	0
29/05/17	Liquoby 427	4	2	8	0
12/06/17	Liquoby 427	4	2	8	0
26/06/17	Liquoby 427	4	2	8	0
17/07/2017	Liquoby 427	4	2	8	0
26/07/17	Liquoby 427	4	2	8	0
08/08/17	Liquoby 427	4	2	8	0
24/08/17	Liquoby 427	4	2	8	0
Total		93	30	68	0

Pour les 3 systèmes, le niveau de fertilisation a permis un bon développement des arbres, le grossissement des fruits et a favorisé la qualité du bois porteur.

Tableau de synthèse :

	N	P	K	Mg	N (base 100 PFI)
PFI	142	81	167	13	100
ECO50	152	91	179	11	107
AB	93	30	68	0	66

VI.5 Analyses de fruits

Les analyses de fruits ont montré, que ceux de la modalité PFI, présentent des teneurs supérieures pour le phosphore, le potassium, le magnésium, le manganèse et le cuivre.

Les fruits issus de la modalité AB ont une teneur en calcium plus élevée (effet concentration : calibre plus faible).

	Unité	PFI	ECO 50	AB
Matière sèche	% MB	12,1	12,5	13,0
AZOTE	mg/kg MB	1720	1420	1330
PHOSPHORE	mg/kg MB	314	296	282
POTASSIUM	mg/kg MB	2509	2463	2336
CALCIUM	mg/kg MB	186	197	208
MAGNESIUM	mg/kg MB	117	108	108
Oligo-éléments				
Fer	mg/kg MB	2,89	3,78	2,92
Manganèse	mg/kg MB	1,03	0,98	0,84
Cuivre	mg/kg MB	1,16	1,07	1,11
Bore	mg/kg MB	4,65	4,78	4,35
Zinc	mg/kg MB	1,86	2,40	2,03
Sodium	mg/kg MB	1,00	1,00	1,00

VI.6 Analyses de rameaux

Des analyses de rameaux ont été effectuées fin décembre 2016.

	PFI	ECO	BIO	Réf.
Matière sèche (%)	58,13	59,84	59,62	57,28
Poids frais de 30 organes (g)	98,4	115,30	119,60	
RESERVES MINÉRALES (macro-éléments en g/kg MS; oligo-éléments en mg/kg MS)				
Azote	11,41	12,38	10,64	11,34
Phosphore	1,47	1,41	1,48	1,43
Potassium	5,67	5,29	4,96	5,86
Calcium	29,20	30,20	24,70	17,27
Magnésium	1,21	1,24	1,00	1,36
Fer	44,00	64,00	49,00	44,00
Manganèse	12,00	13,00	10,00	20,00
Zinc	40,00	49,00	45,00	40,00
Cuivre	14,00	9,00	8,00	32,00
Bore	19,00	18,00	15,00	20,00
Sodium	0,13	0,14	0,07	
RESERVES ORGANIQUES (g/kg MS)				
Sucres totaux	119,00	116,00	116,00	65,01
Amidon	16,00	15,00	14,00	17,27
Potentiel en Glucides (ST+1.75xAM)	147,00	142,25	140,50	95,24
Potentiel en Glucides / Azote	12,88	11,49	13,20	8,40
Amidon / Sucres	0,13	0,13	0,12	0,27
N / P	7,76	8,78	7,19	7,92
N / K	2,01	2,34	2,15	1,94
N / Ca	0,39	0,41	0,43	0,66
Ca / P	19,86	21,42	16,69	12,07
K / P	3,86	3,75	3,35	4,09
K / Mg	4,69	4,27	4,96	4,29
K / Ca	0,19	0,18	0,20	0,34
Ca / Mg	24,13	24,35	24,70	12,66

Les résultats font apparaitre, pour tous les systèmes, une teneur proche de la référence pour l'azote, une teneur très élevée en calcium, une faible teneur en Cuivre et un bon équilibre entre l'azote et le phosphore. Par contre, les rapports N/Ca et K/Ca sont très déséquilibrés.

VI.7 Irrigation

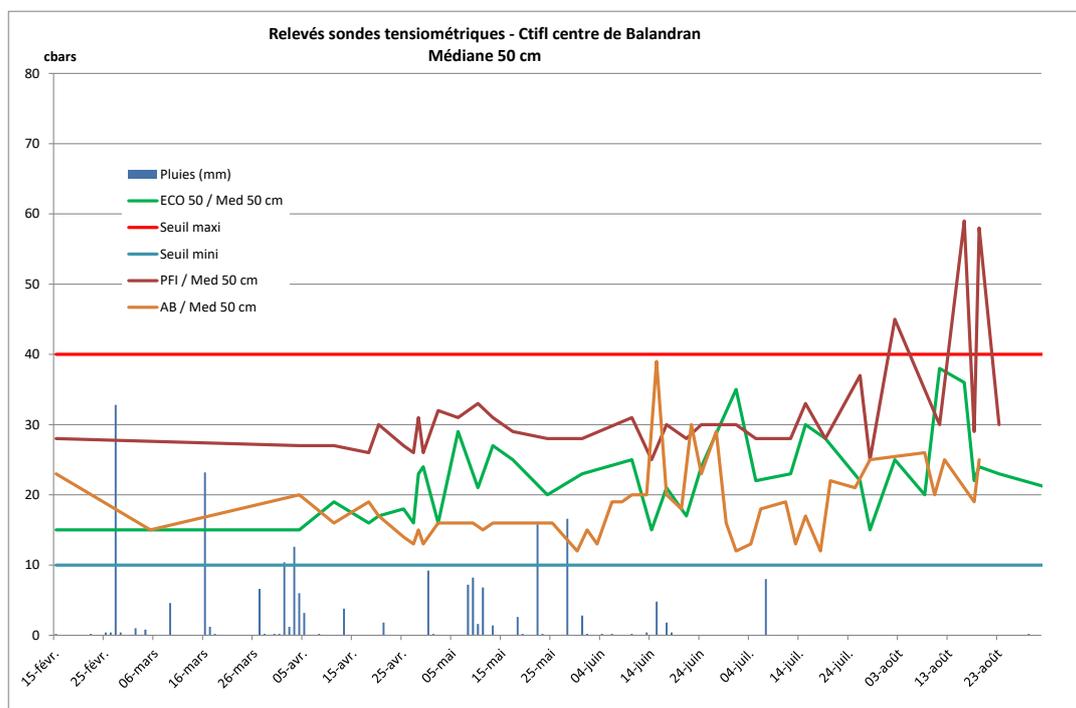
Trois apports par semaine ont été réalisés en pleine saison pour les systèmes PFI et ECO 50.

La dose est calculée en fonction de l'ETP, d'un coefficient arbre adapté à l'âge des arbres et à leur développement au cours de la campagne. De plus, des relevés de sondes tensiométriques sont réalisés deux à trois fois par semaine, le jour précédent l'irrigation. Ils permettent de piloter au mieux les apports.

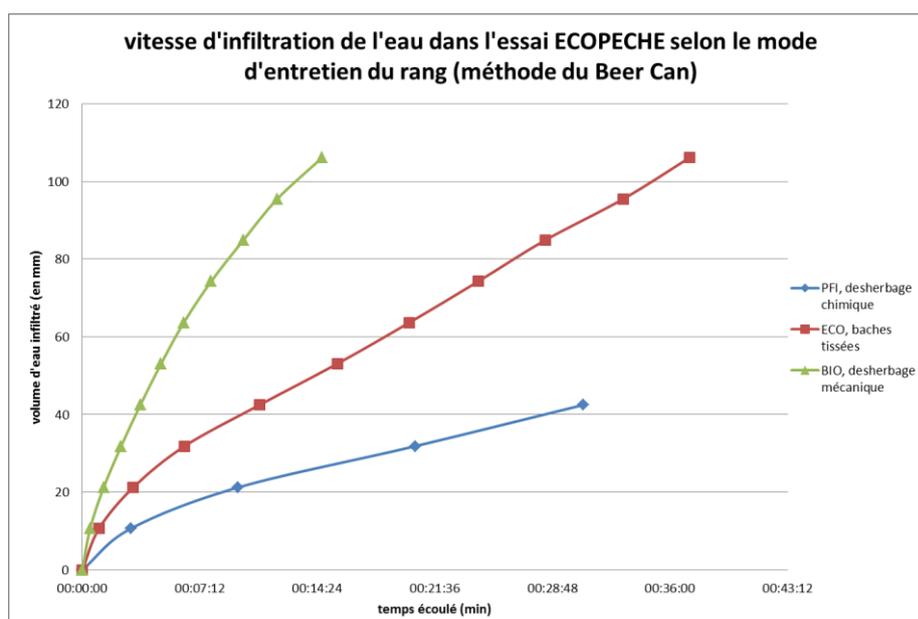
Pour le système ECO 50, une réduction de 20% de la dose par rapport au système PFI a été réalisée tout au long de la saison.

	PFI	ECO 50	AB	Précipitations
Volume (en mm)	836	650	433	142
Indice 100 PFI	100	78	52	

Période du 1 avril au 30 septembre 2017



VI.8 Infiltrométrie



Les courbes représentent la vitesse d'infiltration de l'eau en fonction du temps et des modalités, selon la méthode du Beer Can. Le test est réalisé sur le rang, entre deux arbres.

Le sol du système AB est le plus perméable (vitesse d'infiltration importante). Pour le système PFI, le sol est le moins perméable (plus vite saturé en eau).

Ceci peut s'expliquer par :

- Le sol du rang de la modalité PFI est nu (utilisation des herbicides). Ainsi, il est soumis au tassement lié à la pluie et à l'irrigation et au piétinement (érosion et tassement),

- Une bâche tissée recouvre le rang de la modalité ECO 50. Cette bâche limite l'érosion et le tassement du sol,
- Pour la modalité AB, le sol est temporairement couvert et travaillé (désherbage mécanique). Ces actions favorisent la porosité du sol donc améliore l'infiltration de l'eau.

VI.9 Indice de Fréquence de Traitements

Le tableau ci-dessous présente les Indices de Fréquence de Traitements (IFT) pour la période du 1er octobre 2016 au 30 septembre 2017. Le calcul des IFT est basé sur la dose de produit utilisée et le volume de bouillie utilisé pour chaque parcelle. Les IFT bio-contrôles sont calculés sur la base de la liste des bio-contrôle d'octobre 2017 éditée par le Ministère de l'agriculture.

	IFT insecticides	IFT fongicides	IFT herbicides	IFT chimiques	IFT bio-contrôles	IFT total
PFI	5	5.3	3	13.4	3.1	16.4
ECO 50	5	3.2	0	8.2	6.6	14.8
AB	0	1.5	0	1.5	11.6	13.1

Le système ECO 50 a généré une réduction de **39 %** (IFT chimique) par rapport au système de référence (PFI). Pour le système AB, la réduction d'IFT chimique est de **89 %** par rapport au système de référence (PFI).

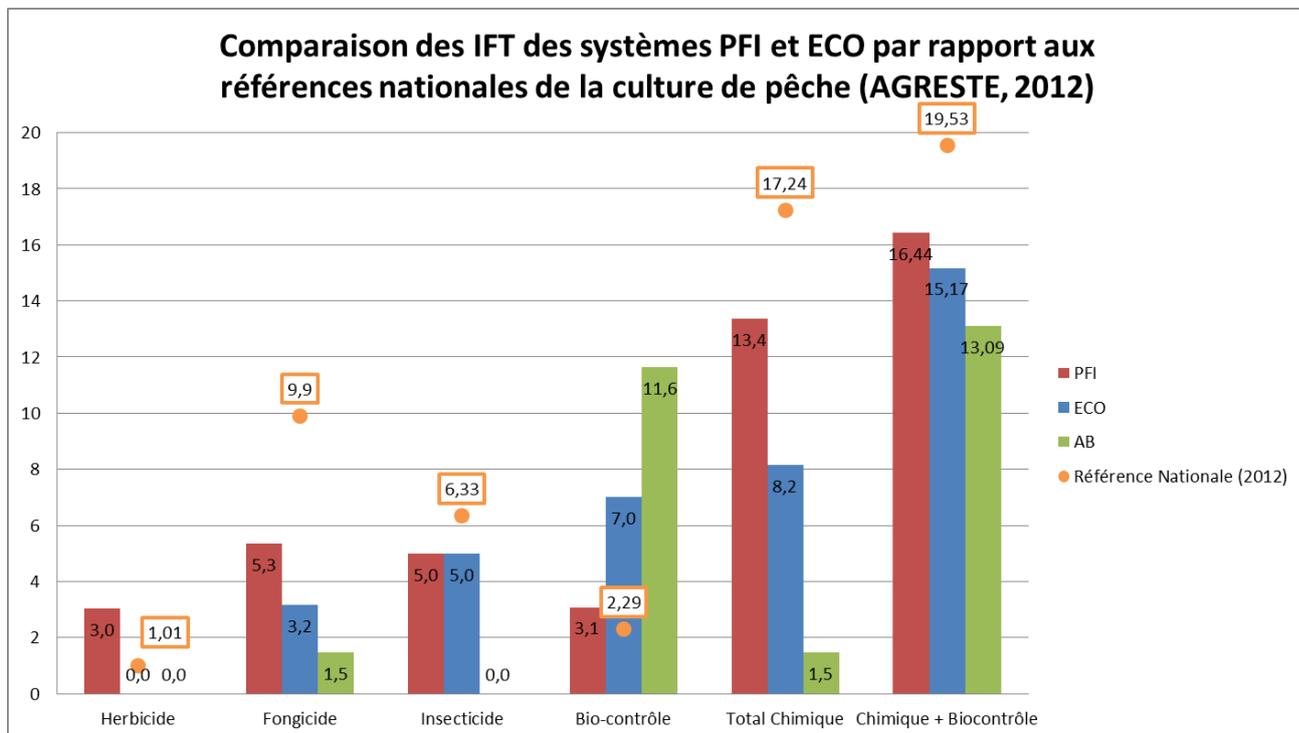
Les IFT sont relativement faibles du fait de conditions climatiques favorables et à une faible pression des ravageurs. Ainsi, il est difficile de tirer une conclusion sur la diminution des IFT chimiques entre PFI et ECO50.

	PFI			ECO50			AB		
	2016	2017	Evolution	2016	2017	Evolution	2016	2017	Evolution
IFT total	30,8	16,4	-47%	17,6	14,8	-16%	13,2	13,1	-1%
IFT chimique	27,8	13,4	-52%	13,2	8,2	-38%	5,6	1,5	-73%
IFT bio contrôle	3	3,1	3%	4,4	6,6	50%	7,6	11,6	53%

Notons qu'entre les campagnes 2016 et 2017 :

- les IFT total sont plus faibles ou identiques (AB) cette année par rapport à la campagne précédente
- le nombre d'IFT chimique pour PFI et AB ont diminué de plus de 50%
- le nombre d'IFT bio contrôle, pour les trois systèmes, a augmenté voire fortement augmenté (ECO50 et AB).

Comparaison avec les références nationales :



Cette réduction a été possible par l'utilisation de deux leviers d'action :

- le désherbage mécanique et/ou le paillage (bâche tissée) pour l'entretien du sol
- la substitution de produits de synthèse par des produits de bio contrôle, liés principalement à l'utilisation de l'argile contre les pucerons à l'automne.

VI.10 Evaluation de la toxicité des produits phytopharmaceutiques (PPP)

L'évaluation des indicateurs de toxicité permet de trouver les PPP les plus impactants pour la santé humaine et l'environnement. Cette évaluation permettra, la saison suivante, d'éviter leur utilisation.

Les tableaux ci-dessous comptent le nombre d'applications présentant un risque potentiel ou un risque grave sur la santé humaine et l'environnement.

Un risque potentiel inclut :

- les risques mineurs (exemple : h317: peut provoquer une allergie cutanée),
- les risques moyens (h319: provoque une sévère irritation des yeux),
- les risques graves (h341: susceptible d'induire des anomalies génétiques ; h410: très toxique pour organismes aquatiques, effet sur le long terme)

Nombre d'applications présentant un risque de toxicité pour la santé humaine		
Modalité	Risque potentiel	Risque grave
PFI	11	6
ECO 50	6	2
AB	1	0

Nombre d'applications présentant un risque de toxicité pour l'environnement		
Modalité	Risque potentiel	Risque grave
PFI	17	14
ECO 50	10	8
AB	2	2

Le système PFI est le système comptabilisant le plus d'applications présentant un risque pour la santé humaine et pour l'environnement.

Pour ECO 50 et AB, les applications présentant des risques graves pour la santé humaine ou l'environnement sont :

ECO50	Fongicide	Insecticide
Risques pour la santé humaine	Horizon Arbo	EXPLICIT EC
Risques graves pour l'environnement	Nordox 75 WG Switch Horizon Arbo Indar EW	Rak 5 Decis Protech Explicit EC Bornéo

AB	Fongicide	Insecticide
Risques graves pour l'environnement	Nordox 75 WG	Rak 5

Ces données permettront l'année suivante de limiter l'usage des PPP cités.

VI.11. Comportement en conservation

60 fruits du calibre dominant ont été prélevés au 2^{ème} passage, avant calibrage. 4 plateaux de 15 fruits ont été mis dans une cellule frigorifique, d'abord à 6°C pendant 2 à 3 jours puis dans une cellule à 21°C (hygrométrie relative : 80%). Les observations ont été réalisées 3 fois par semaine.

	Nombre de jours (1er fruit pourri)	Nombre de jours (50 % fruits pourris)
PFI	8.1	15.9
ECO 50	4.5	7.6
AB	4.0	6.2

Comme les années précédentes, l'apparition de symptômes de monilia (premier fruit pourri et 50% de fruits pourris) est retardée pour le système PFI. Les fruits issus de la conduite PFI ont été conservés près de 2 fois plus longtemps avant observation des premiers fruits pourris et de 50% de fruits pourris. Les deux autres modes de conduite ont généré des dynamiques de pourriture comparables.

VI.12. Résultats agronomiques

1. Production – Calibre

Cinquième pousse en verger, troisième année de production. Quatre passages de récolte ont été réalisés pour les trois systèmes.

1.1. Production totale par hectare, production commercialisée et taux de déchets

	Production totale (T/ha)	Production Commercialisée (T/ha)	Déchets station (T/ha)
PFI	48.3	40.0	8.3
ECO 50	50.2	35.9	14.8
AB	41.9	26.7	15.2

Les niveaux de rendement ont été élevés pour les 3 systèmes.

Les rendements des modalités Eco 50 et PFI sont très proches tandis que la modalité AB est légèrement inférieure.

1.2. Répartition de calibre et poids moyen

La répartition de calibre et le poids moyen des fruits sont très proches pour les systèmes PFI et ECO 50. Pour le système AB, le poids moyen est nettement inférieur.

	% AAA	% AA	% A	% B	% C	% A et +	P. moyen
PFI	6	49	36	8	1	91	158
ECO 50	5	38	44	11	2	87	152
AB	1	14	41	32	2	56	128

2. Teneur en sucres

L'Indice réfractométrique est mesuré grâce à l'automate *Pimprenelle* (% Brix).

	AAA	AA	A	B	IR pondéré moyen
PFI	10.7	10.6	10.3	8.4	10.4
ECO 50	10.1	10.3	9.8	8.8	9.9
AB	/	10.1	/	/	10.1

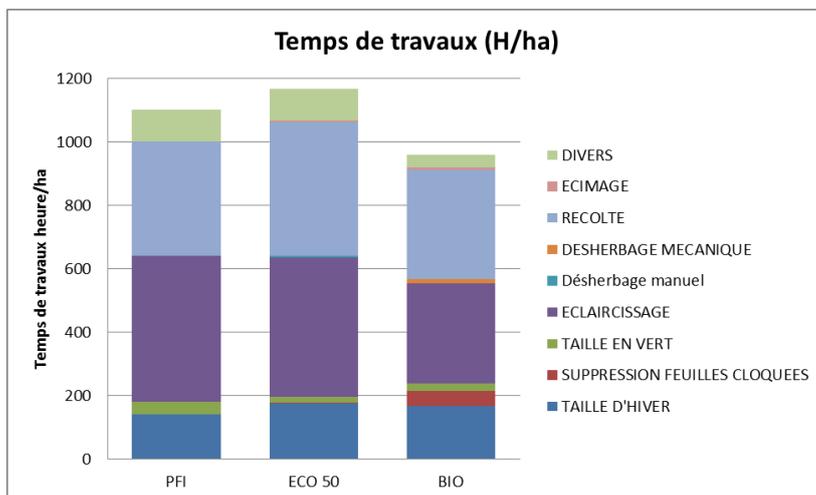
L'I.R. pondéré par calibre montre des niveaux d'IR très comparables pour les 3 modalités.

VI.13. Temps de travaux

Les temps de travaux regroupent le temps des principales interventions manuelles et mécaniques réalisées tout au long de la saison : taille d'hiver, taille en vert, éclaircissage...

Pour les trois systèmes, le rajout de 100 à 40 heures par hectare forfaitaires prend en compte le suivi de l'irrigation, de l'état sanitaire, la réalisation des applications phytosanitaires, le désherbage,...

En heure / Ha	PFI	ECO 50	BIO
TAILLE D'HIVER	141	174	168
SUPPRESSION FEUILLES CLOQUEES		5	46
TAILLE EN VERT	38	17	24
ECLAIRCISSEMENT	463	440	316
DESHERBAGE MANUEL	0	5	0
DESHERBAGE MECANIQUE			12
RECOLTE	359	421	346
ECIMAGE		6	6
DIVERS	100	100	40
TOTAL	1101	1168	959
Base 100 PFI	100	106	87



Exprimé en pourcentage, sur la base 100 pour le système PFI, le système ECO 50 est un peu plus chronophage : +6%. Contrairement, au système AB qui utilise -13% (éclaircissage et récolte) de temps par rapport à PFI.

1. Performances des systèmes

Chaque système est comparé selon ses performances agronomiques, économiques et environnementales. Cette comparaison permet d'identifier les points positifs et les points négatifs. *In fine*, ces points permettront d'axer les pratiques de production pour améliorer les différentes performances.

1.1. Performances agronomiques

	PFI	ECO 50	AB
Production Totale (T/ha)	48,3	50,2	41,9
Unité d'azote U d'N / T produite	2,9	3,0	2,1
mm d'irrigation / T produite	17	13	10

Le système ECO50 a généré la plus forte production. Le système AB (irrigation goutte à goutte enterré) a permis de réduire les quantités d'eau et de fertilisants apportées.

1.2. Performances technico-économique

	PFI	ECO50	AB
Heures / T produite	23	23	23
Heures / T Commercialisée	28	33	36
Heures / T Commercialisée cal A et +	30	37	64
Coût de production* / Kg produit	0,32	0,34	0,43
Coût de production* / Kg Commercialisée	0,35	0,47	0,66
Marge relative** / T Commercialisée	822	773	1972

* Coûts MO + ferti + irrig + Phyto

** Marge relative = CA Bord Verg - Mo

Le système PFI est le plus performant pour le ratio temps de travail et production (production totale et commercialisée), il en est de même pour les coûts de production.

Cette performance s'explique par :

- une production supérieure
- faibles coûts des PPP (chimique) par rapport aux produits de biocontrôle

Pour le système ECO 50, Les ratios considérés sont performants, hormis pour les heures par tonnes commercialisées de calibre A et +.

Pour le système AB, les ratios sont relativement performants pour les heures par tonnes produites et nettement insuffisants pour les heures par tonnes commercialisées de calibre A et +. Néanmoins, le système AB est le plus avantageux en termes de marge relative (prix de vente supérieure).

1.3. Performance environnementale

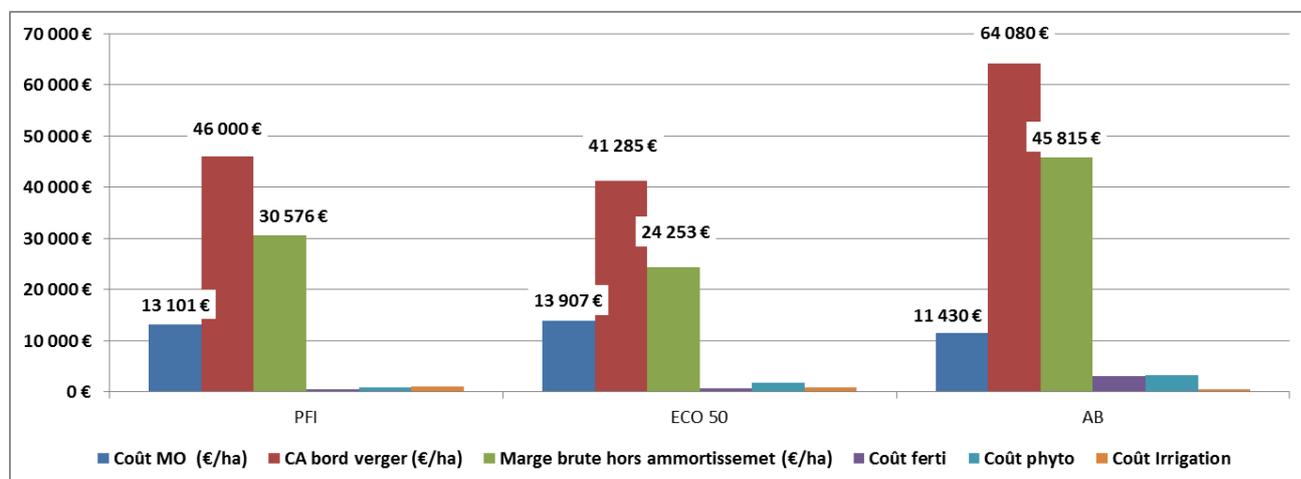
	PFI	ECO50	AB
IFT total / T produite	0,32	0,30	0,32
Nombre IFT chimique	12,35	8,16	1,46
IFT chimique / T produite	0,26	0,16	0,03

2. Bilan économique

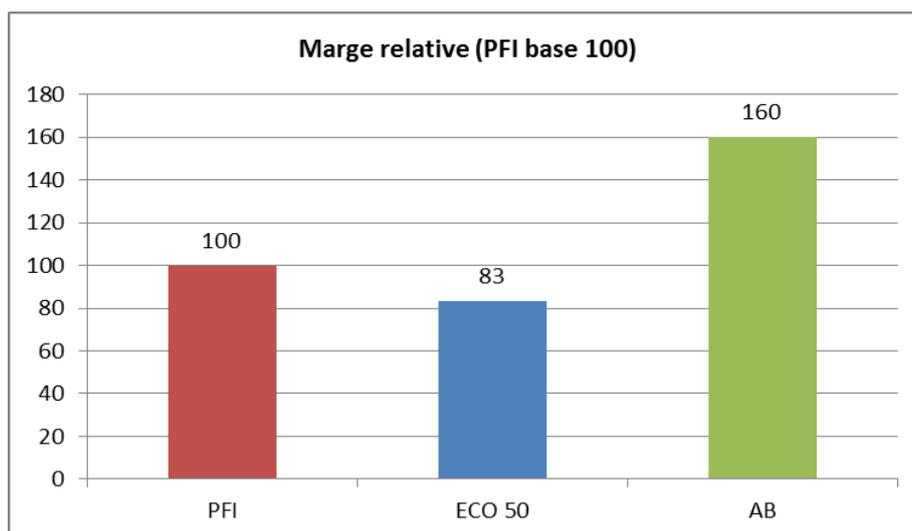
Le système AB a permis d'obtenir le chiffre d'affaire le plus important (prix de vente supérieure).

La main d'œuvre est le poste de travail le plus onéreux, notamment pour les systèmes PFI et AB (éclaircissage et récolte). Pour le système AB se rajoutent la charge des produits phytosanitaires (biocontrôle).

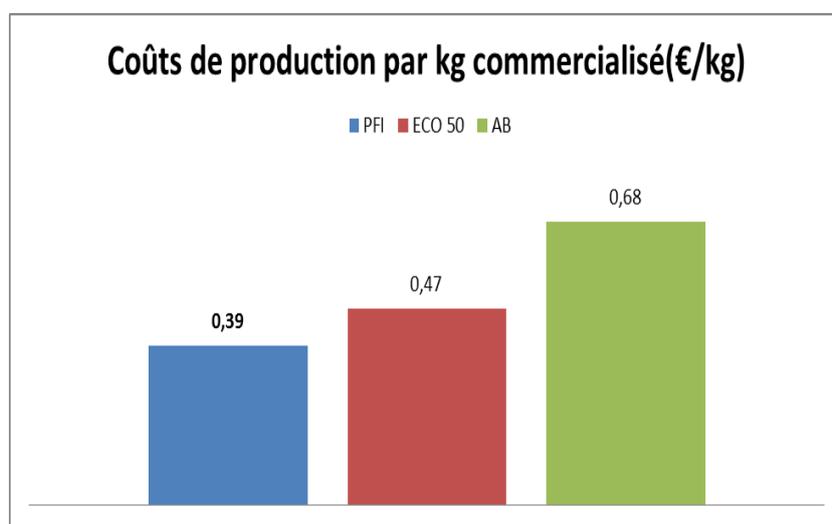
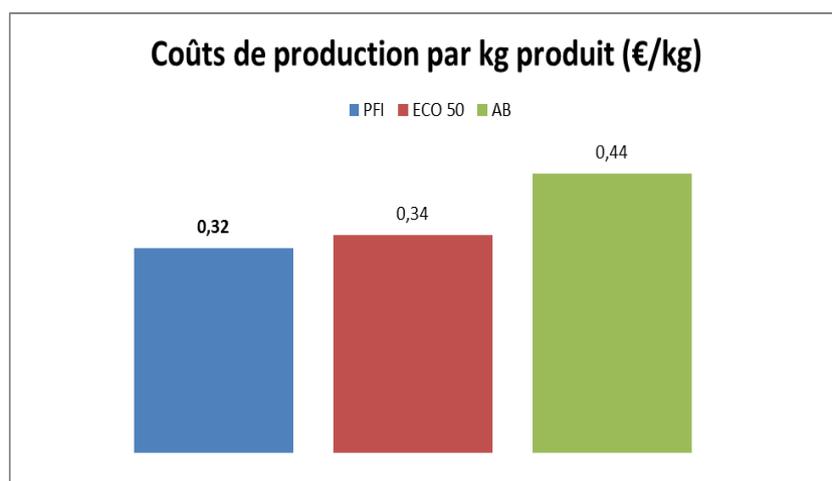
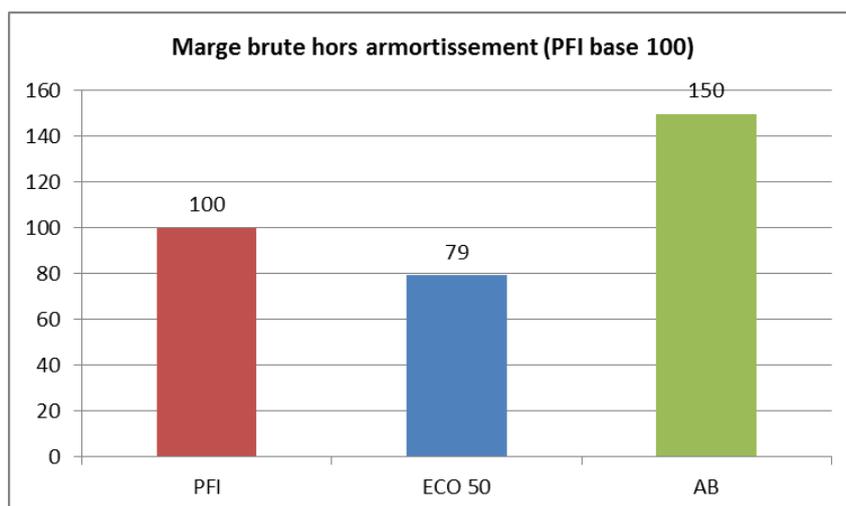
Bilan économique – Campagne 2016-2017



La marge relative, qui correspond à la différence entre le chiffre d'affaire et les coûts de main-d'œuvre, est en faveur du système AB (+60% par rapport à PFI).



C'est également le cas pour la marge brute (différence entre vente des fruits et les charges). Le système AB est à +50% alors que ECO50 à -21%, par rapport à PFI.



C. Retours d'expérience Glyphosate et Néonicotinoïde

Au cours de la campagne, différentes applications ont été réalisées dont certaines à base de glyphosate ou appartenant au groupe des néonicotinoïdes.

Glyphosate

Le glyphosate est utilisé sur la parcelle de référence conduite en PFI uniquement. Des traitements sont réalisés 2 à 3 fois par an. Ceux-ci sont réalisés sur le rang de plantation pour les deux premières applications et uniquement sur les taches pour la troisième. Les doses utilisées sont d'environ 1.5 à 2 L/ha. La bonne efficacité permet le maintien d'un verger « propre ».

Le tableau ci-contre donne les herbicides utilisés avec leurs substances actives.

Date	Produit commercial	Substances actives
08/12/2016	Cible ace	Glyphosate sel d'isopropylamine
	Goal 2	Oxyfluorène
10/05/2017	Touchdown système 4	Glyphosate sel de d'ammonium
	Cent 7	Isoxabène
30/08/2017	Ormond 450	Glyphosate sel d'isopropylamine

Des alternatives au désherbage chimique ont été mises en place sur les modalités Eco 50 et AB :

- Eco 50

Une bâche tissée a été placée sur le rang dès la plantation du verger. Sa perméabilité permet une bonne diffusion de l'eau d'irrigation et de la fertilisation.

Elle permet de bloquer le développement des adventices de manière très efficace et demande un entretien réduit.

Cependant, un certain nombre de limites sont observé :

- Microclimat sous la bâche tissée (le sol reste plus chaud et plus humide que sur un sol nu),
- Offre un abri potentiel pour les forficules et campagnols,
- Doit d'être posée sur une largeur suffisante pour éviter les "ponts" générés par les bandes herbeuses situées à la limite bâche tissée / inter rang
- Nécessite un minimum d'entretien pour éliminer les plantes "rampantes" qui recouvrent la bâche tissée

- AB

L'entretien sur le rang est réalisé par un travail du sol régulier. Cette technique est efficace et permet une bonne maîtrise des adventices mais nécessite des interventions fréquentes. Par ailleurs, c'est une intervention coûteuse en temps et en énergie (avancée lente du tracteur).

Depuis les applications réalisées au cours de l'année 2016, certains herbicides ont été retirés du marché. C'est le cas de Cible Ace et de Goal 2E.

Néonicotinoïdes

Des insecticides de la famille des néonicotinoïdes ont été utilisés à plusieurs reprises :

- modalité PFI : 1 seule application en 2015, 2016 et 2017,
- modalité Eco 50 : 1 seule application en 2015 et 2017.

Ces applications (produit commercial : Supreme 20 SG, matière active : acétamipride) ont été réalisées à une dose de 0.25 l/ha pour lutter contre les pucerons. Ce produit a montré une bonne efficacité.

Des modes de lutte alternatifs ont été mis la modalité Eco 50 et ont consisté à réaliser des traitements à base d'huiles minérales.

D. Conclusions/Perspectives

Les arbres des trois systèmes ont atteint leur 5^{ème} feuille et trois récoltes ont été réalisées. Les résultats agronomiques sont satisfaisants pour les trois systèmes. Pour les résultats technico-économiques, le système PFI reste le plus performant. Hormis, sur les marges car le prix de vente des fruits en AB sont supérieurs.

D'après la synthèse des premiers résultats sur le réseau Dephy-ferme (Ministère de l'Agriculture, 2014), les trois systèmes testés sur le centre Ctifl de Balandran sont très économes en IFT (car inférieur à la référence de 22 IFT).

Dans les conditions de réalisation de l'étude, le nombre d'IFT chimique est relativement limité pour le système PFI, ce qui rend l'objectif de -50% IFT chimique difficilement atteignable.

L'objectif est de maintenir voir diminuer les IFT si la pression des ravageurs et des maladies le permettent.

Pour cela, les bandes florales vont être maintenues sur les systèmes AB et ECO 50 (l'objectif est d'enrichir la biodiversité des auxiliaires).

Dans le but de réduire la prolifération des forficules et ainsi diminuer le pourcentage de déchets de fruits, une étude, portant sur le piégeage massif, sera mise en place en 2018. Elle consistera en un suivi des populations et la détermination d'un nombre optimale de pièges.

De plus, en s'appuyant sur les phrases de risques, certains PPP seront remplacés ou réduits en 2018. Enfin, suite aux retours d'expériences sur les néonicotinoïdes, l'application dans le système ECO 50 des PPP contenant une de ces matières actives sera exclue du système.

La dernière campagne sera déterminante pour valider les systèmes de conduites testés, notamment en termes de répétabilité des résultats (résilience des systèmes en place d'un point de vue agronomique, économique et environnemental).

A L'ECHELLE DES SITES EXPERIMENTAUX

Présentez les résultats obtenus à l'échelle des sites du projet en utilisant la trame ci-dessous.

Nom du site expérimental - Localisation	SEFRA 2485, route des Pécolets 26800 – ETOILE SUR RHONE
Contact - coordonnées	Yannick Montrognon, et Baptiste Labeyrie Yannick.montrognon@sefra.fr Tel : 04 75 60 77 77

A. Modification du dispositif expérimental

Avec une très grosse pression en Sharka, nous avons été contraints d'arracher le système « raisonné » en fin d'année 2017. Tous les suivis ont néanmoins pu être réalisés pour cette année.

B. Bilan de la campagne

1. Description, objectifs des systèmes et gestion des intrants

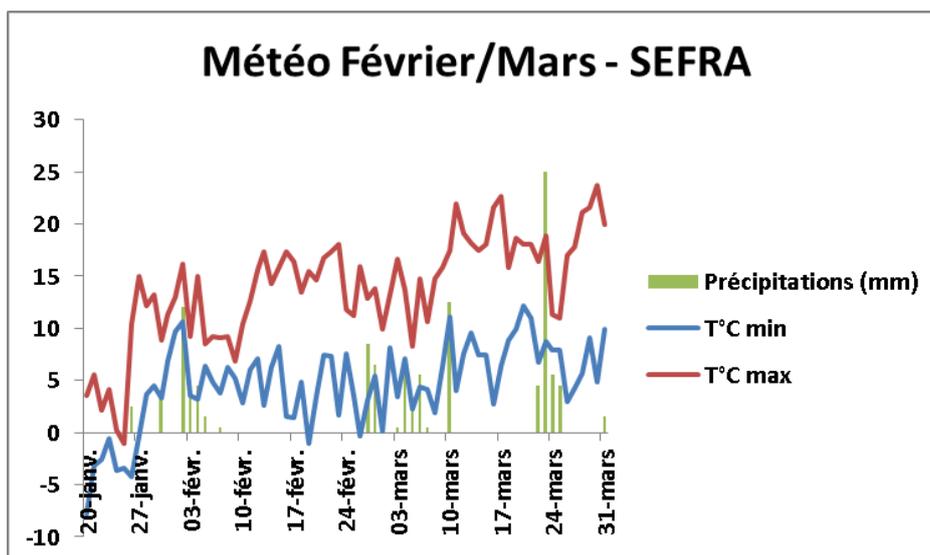
Description et objectifs des systèmes :

	RAI	FI	AB
VARIETE	NECTASWEET® Nectardream cov		
PORTE-GREFFE	GF 677		
CONDUITE	YY		
DISTANCE DE PLANTATION	6 * 3,5 m	6 * 3 m	6 * 3 m
OBJECTIFS DE PRODUCTION	Production commercialisable optimale et régulière	Maintenir la performance économique tout en limitant les intrants ; réduction de - 30 à - 50 %	Production commercialisable optimale

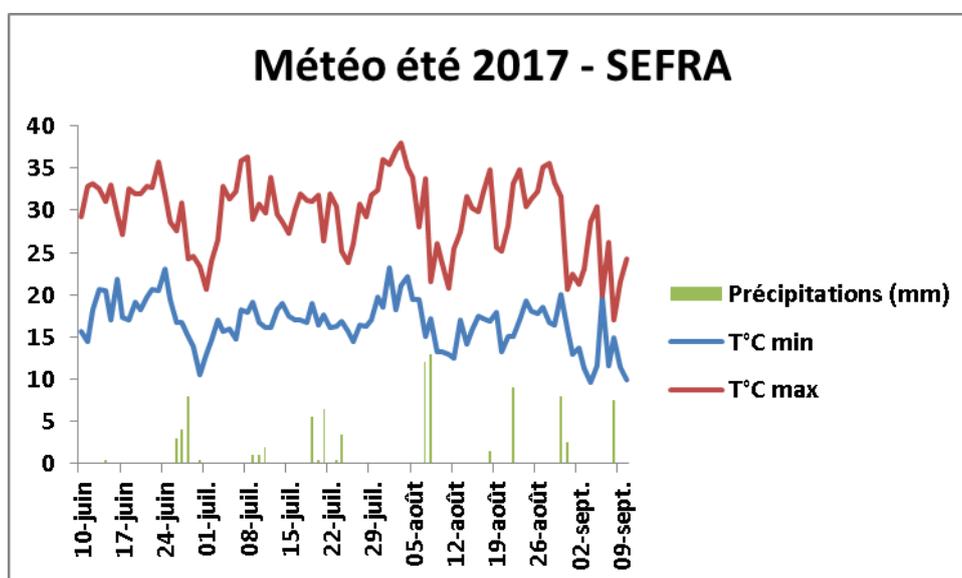
Gestion des intrants :

		RAI	FI	AB
IRRIGATION	TYPE	Micro-aspersion	Irrigation entérée	Micro-aspersion pendulaire
	DOSES	Doses(mm) = k*ETP - P (déclenchement par tensiométrie)		
FERTILISATION	TYPE	Epanrages + irrigations fertilisantes		
	DOSES	Besoins	Idem RAI en n1 et n2 puis RAI - 30%	Besoins
DESHERBAGE	TYPE	Chimique	Chimique n1 et n2 puis mécanique	Mécanique
	OUTILS	Rampe	Brosse (Naturagriff)	Disques
PHYTO	STRATEGIE	PFI	Eviter les insecticides Eviter produit T ou T+ Réduire les fongicides en ayant une prise de risque limitée	Protection avec produits utilisables en AB

2. Données climatiques et conséquences



Nous pouvons noter l'absence d'épisodes de gel en février et mars. Les conditions de pollinisation se sont bien déroulées (début de floraison le 12 mars pour Nectardream cov) avec des températures douces et sèches. La nouaison a été importante, ce qui a entraîné un éclaircissage important. Le potentiel de production a été élevé.



L'été 2017 a été très chaud et sec. Les conditions de production ont été plutôt bonnes même si l'épisode pluvieux de début août a entraîné la présence de quelques fruits pourris dans notre essai.

A noter aussi, une pression importante en forficules.

3. Principales opérations culturales

Parcelle AB :

- Tailles : 1 en hiver, 2 tailles en vert
- Eclaircissage : 1 passage en mai
- Désherbage mécanique : 5 passages (disques)
- Inter-rang : 2 broyages et 2 tontes

Parcelle faibles intrants :

- Tailles : 1 en hiver, 2 tailles en vert

- Eclaircissage : 1 passage en mai
- Désherbage mécanique : 6 passages (5 de brosses et 1 de disques)
- Inter-rang : 2 broyages et 2 tontes

Parcelle raisonnée :

- Tailles : 1 en hiver, 2 tailles en vert
- Eclaircissage : 1 passage en mai
- Herbicides : 3 traitements
- Inter-rang : 3 broyages et 2 tontes

4. Résultats

Bilan eau et azote

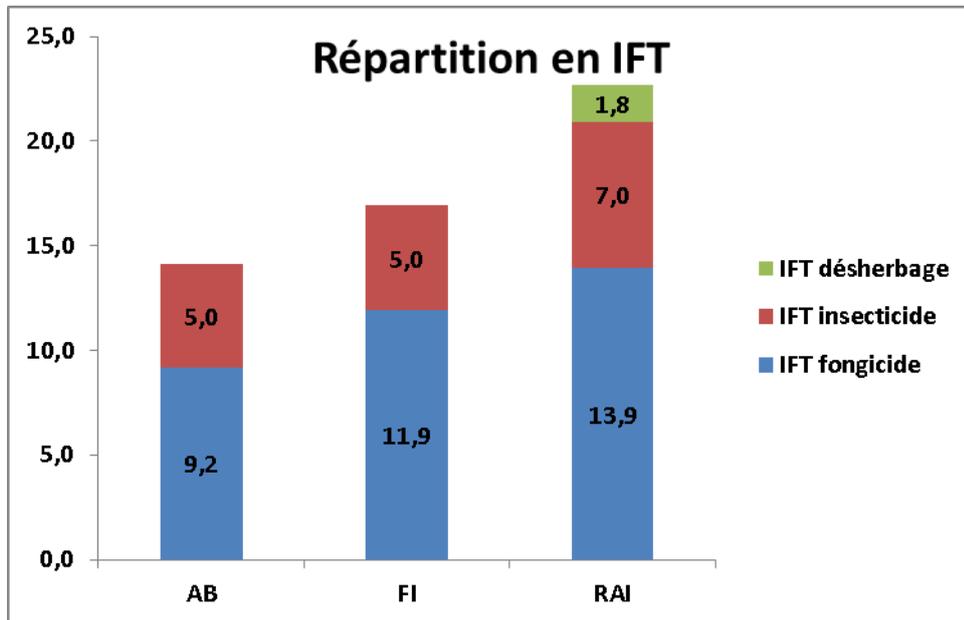
		RAI	FI	AB
N-P-K-Mg (en unités/ha)	2017	171-85-246-47	121-63-177-41	135-75-168-25
Mode de fertilisation		épandages + irrigations fertilisantes	épandages + irrigations fertilisantes	épandages + irrigations fertilisantes
Irrigation 2017 (en mm)		397	386	394

Indice de Fréquence de Traitements (IFT) et bilan sanitaire

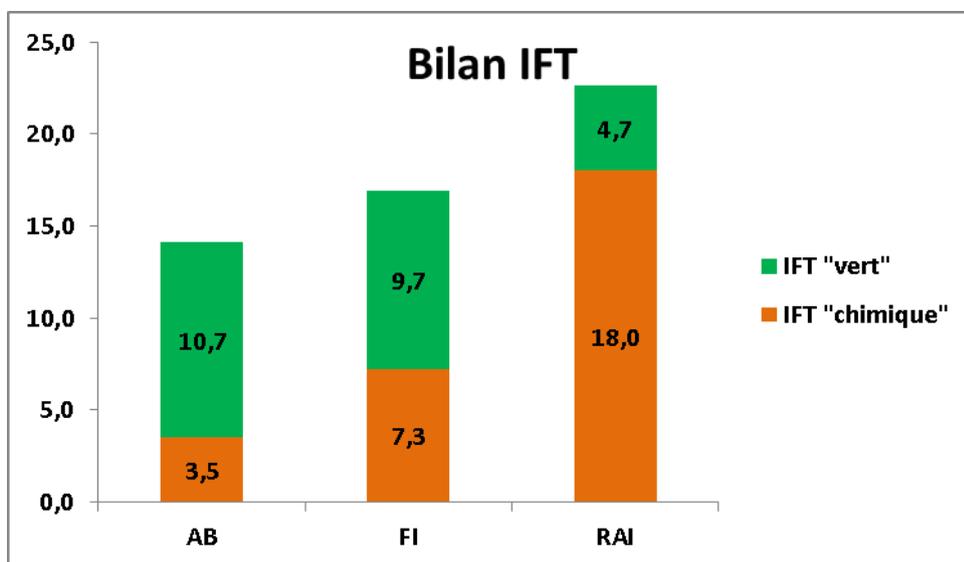
- Les traitements

	RAI	FI	AB
Cloque	1 Nordox 75 WG à 1/2 dose 1 Thionic autodispersible 2 Ordoval 1 Syllit	1 Nordox 75 WG à 1/2 dose 2 Ordoval 1 Syllit	2 Nordox 75 WG 1/2 dose 3 Nordox 75 WG 1/4 dose
Oïdium	2 Nimrod 1 score 3 Colpenn DG (dt 1 à 5kg)	5 Colpenn DG (dt 1 à 5kg) 1 Nimrod	6 Colpenn DG (dt 1 à 5kg)
Monilioses	1 Signum 1 Impala	1 Signum 1 Impala	
Pucerons	1 Ovipron plus 1 Teppeki 1 Karaté Zeon	2 Ovipron plus 2 Sokalciarbo WP	2 Ovipron plus 2 Sokalciarbo WP
Tordeuse orientale	RAK 5	RAK 5	RAK 5
Thrips californien	1 Orytis		
Forficules	1 Decis protech		
Bactérioses	1 Kocide 35 DF		
Adventice	1 Touchdown Systeme 4 2 Basta F1		

- L'IFT



Le système « AB » présente l'IFT le plus faible avec notamment l'absence de désherbants chimiques. Il est aussi intéressant de noter que les fongicides représentent une partie importante des IFT pour tous les systèmes.



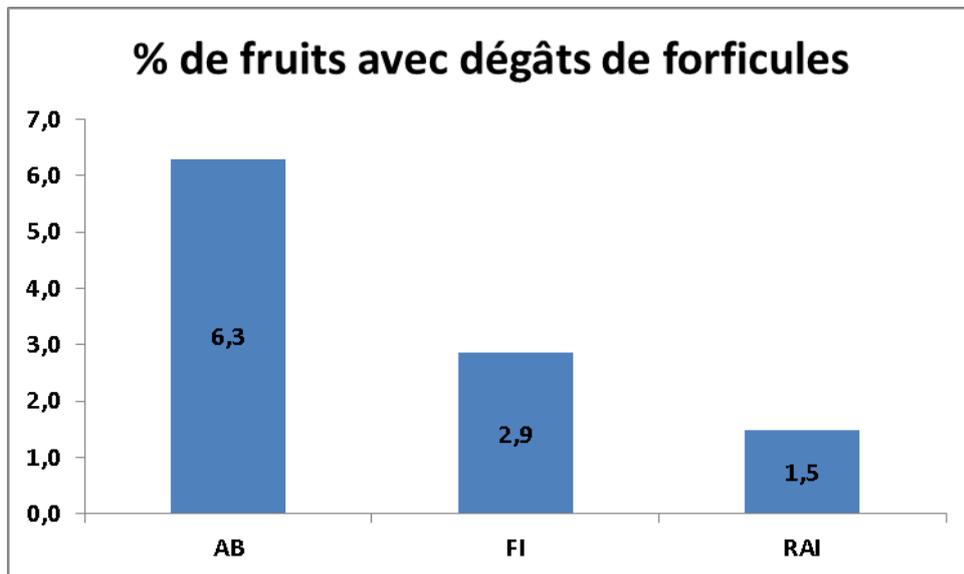
Pour le système « AB », la majorité des traitements sont « verts » avec notamment l'utilisation de soufre, d'huile et d'argile. Pour le système « RAI », la majorité des traitements sont chimiques. Le système « FI » se place à un niveau intermédiaire.

Les IFT « chimiques » ont été réduits de 60% entre les systèmes « RAI » et « FI ».

- Bilan sanitaire / stratégie

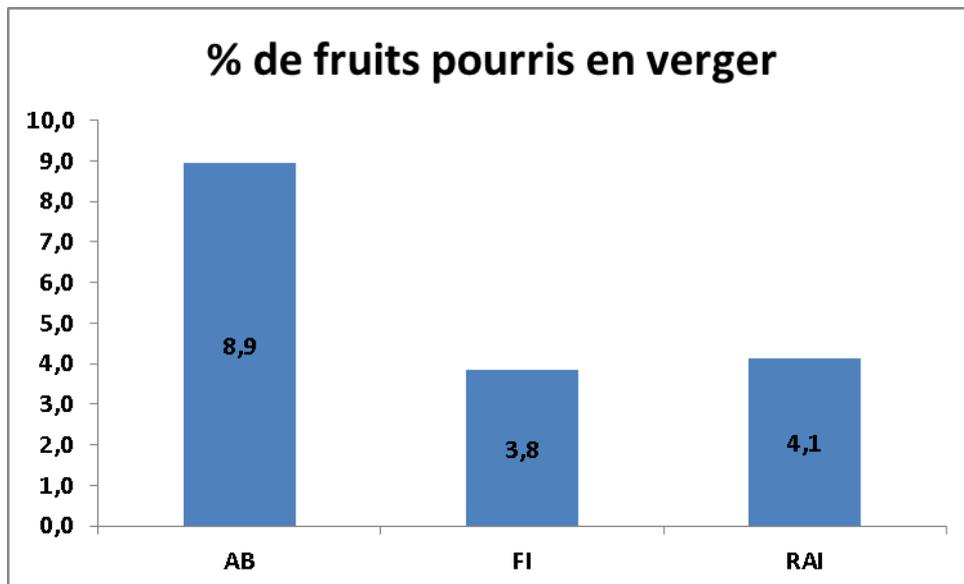
☐ Ravageurs :

- Assez efficace sur les 3 systèmes. Cependant, présence assez importante de dégâts de forficules dans le système « AB ». Tolérance de cicadelles vertes de la vigne dans les systèmes « FI et AB » car les arbres sont adultes.



Maladies :

- Efficace sur la cloque et l'oïdium. L'absence de produits efficaces contre le monilia en AB rend la lutte compliquée.



Adventices :

- Efficace sur les 3 systèmes. Le désherbage mécanique avec brosses, utilisé dans le système « faibles intrants » est le moins efficace.

- Bilan de l'efficacité des leviers alternatifs

Confusion sexuelle :

- Efficace sur les trois systèmes pour la tordeuse orientale

Les huiles et l'argile :

- Bonne maîtrise des pucerons en AB (efficacité de l'argile à évaluer)

Le soufre :

- Maîtrise de l'oïdium cette année

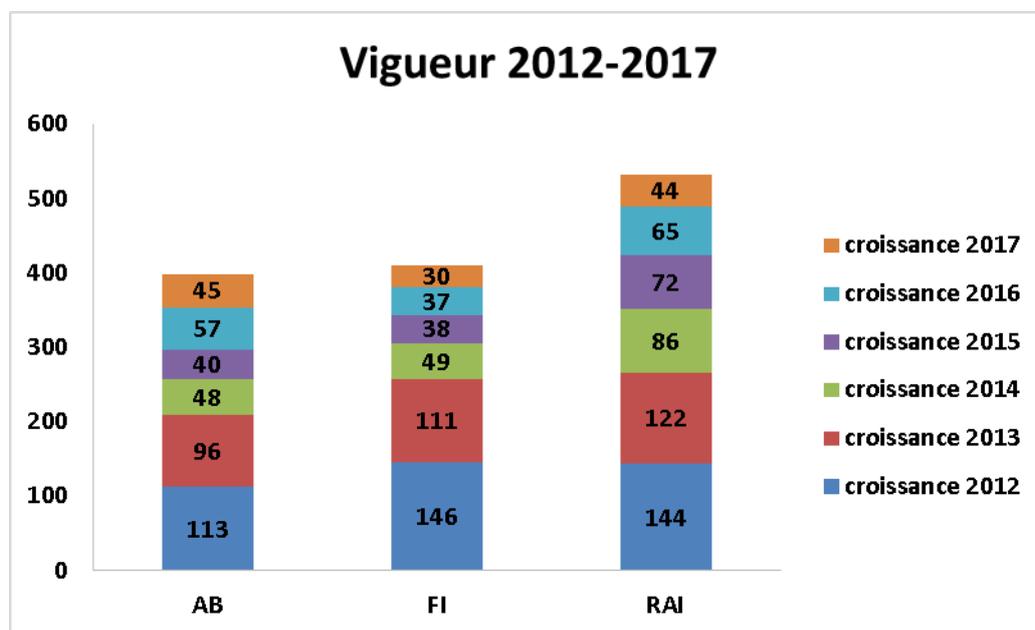
La glu :

- la glu AB est moins efficace contre les forficules que la glu classique, ou qu'un traitement chimique.

Performances agronomiques et technico-économiques

- La vigueur

Afin d'évaluer la vigueur des arbres, des mesures de circonférences de troncs sont réalisées chaque automne.

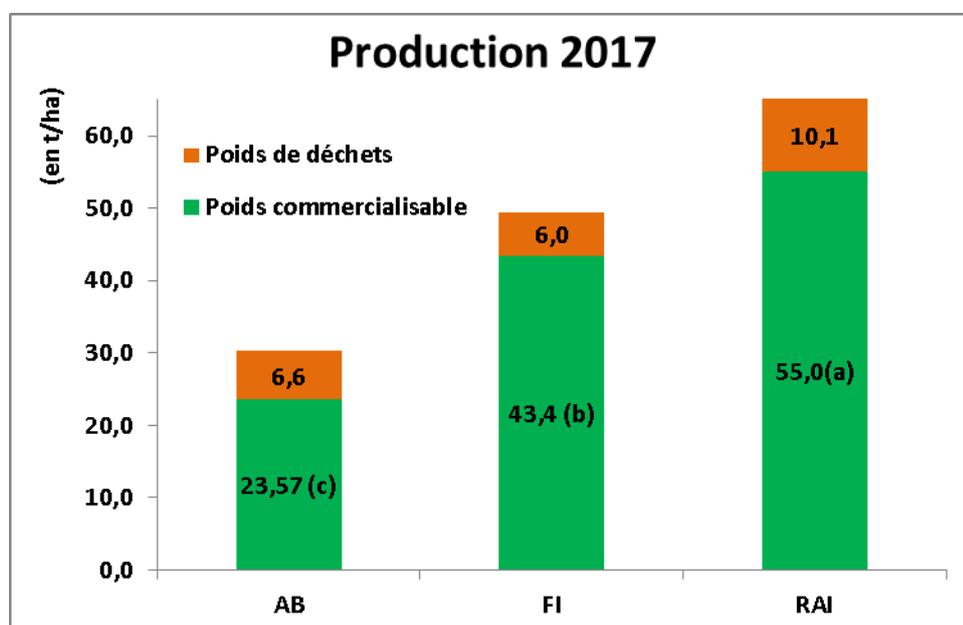


Le système « AB » a obtenu une croissance identique à celle du système « raisonné » en 2017. Par contre le système « faibles intrants » manque clairement de vigueur. La réduction de 30% en fertilisation le pénalise fortement.

- La qualité du bois

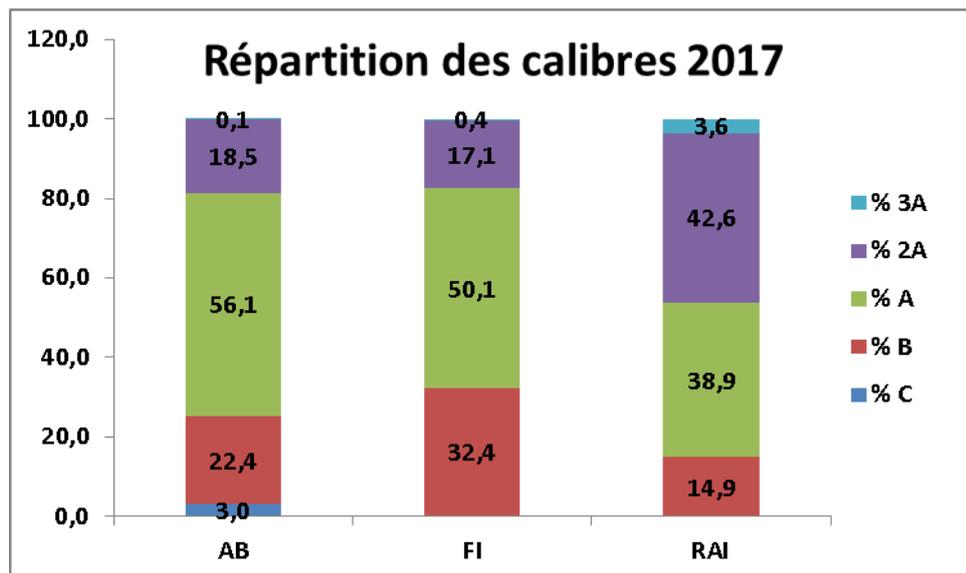
La qualité des rameaux mixtes est très différente d'un système à l'autre. Le système « raisonné » présente le plus grand nombre de reperçements et une meilleure qualité de rameaux mixtes. C'est dans les systèmes « AB » et « Faibles intrants » où le nombre de reperçements est le plus faible.

- La production



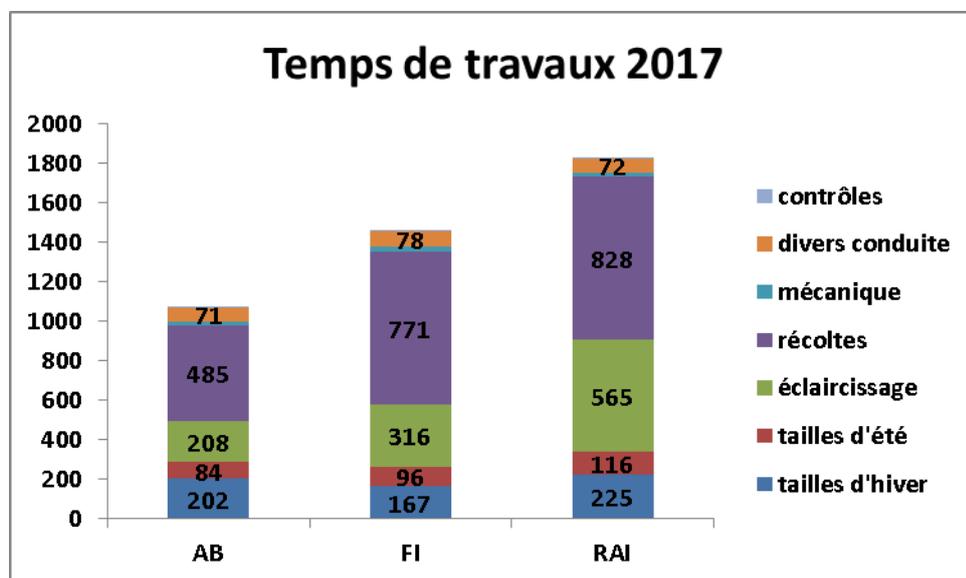
Si l'on observe les rendements, le système « raisonné » est clairement le plus performant. Le système « AB » est le moins performant. Le système « faibles intrants » manque clairement de vigueur (-30%

de fertilisation). Ce qui pénalise fortement sa production. A noter fin juillet, un épisode de siroco important. Le système d'irrigation enterré du système « faibles intrants » n'a pas permis de remonter la faible hygrométrie de l'air. Le calibre a alors été très clairement pénalisé.



Le calibre dominant est le 2A pour le système « raisonné » et le A pour les systèmes « faibles intrants et AB »

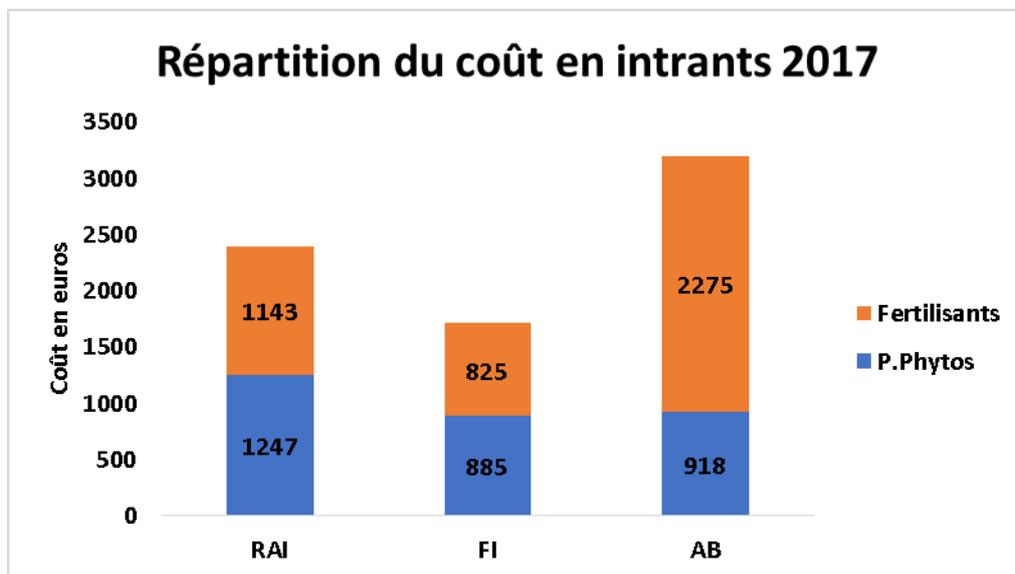
- Les temps de travaux



La répartition des heures de main d'œuvre est représentative de la vigueur des arbres, de la charge en fruits et des choix de conduite. Ainsi le système « raisonné » présente le total d'heures de main d'œuvre le plus élevé avec notamment des temps de taille, d'éclaircissage et de récolte plus importants que les autres systèmes.

A noter qu'en 2017, les temps de travaux sont élevés. Ce qui est dû à un éclaircissage record.

- Coût des intrants (fertilisants + protection phytosanitaire)



Le système « AB » présente le coût le plus élevé en intrants avec notamment l'introduction d'irrigations fertilisantes qui ont un coût assez élevé.

Le système « FI » présente les coûts en intrants les plus faibles. Ce qui est dû à la forte réduction du nombre de traitements mais aussi à la réduction de 30% de fertilisants par rapport au système « RAI ».

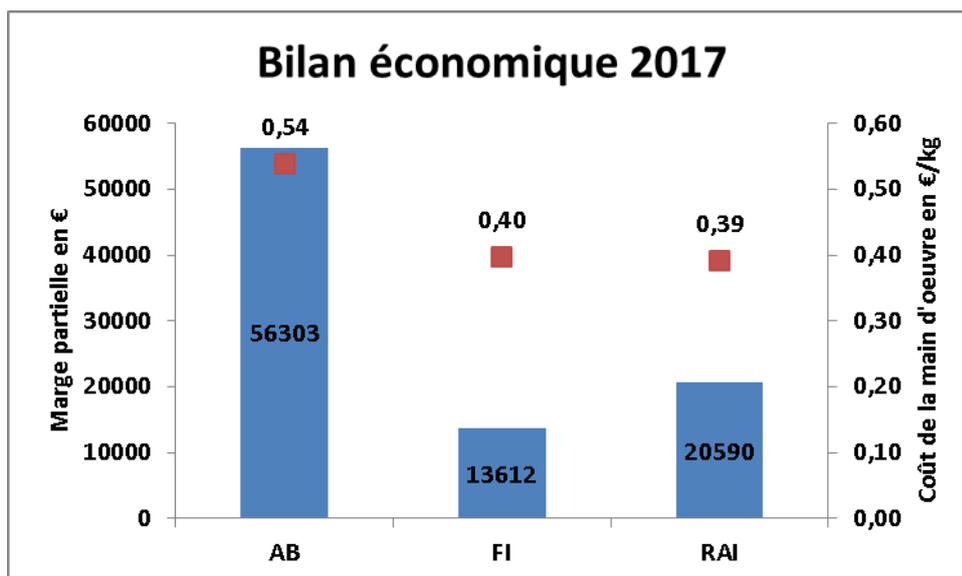
- Bilan économique

Les prix de vente de fruits (moyen en €) qui ont permis de réaliser ce bilan sont ceux de l'AOP.

Raisonné : 0.81

Faibles intrants : 0.75

AB : 3.06



Malgré sa faible production, le système « AB » présente la meilleure marge partielle grâce à un prix de vente élevé.

Le système « faibles intrants » est clairement le moins rentable à cause de sa production moins importante que le système « raisonné ».

5. Bilan / perspectives

Bilan 2017

- Vigueur : la réduction de 30% en fertilisants et le système d'irrigation enterré, pénalisent trop fortement la vigueur du système « faibles intrants ».
- Production : le système raisonné est le plus performant
- Phyto : en AB, le monilia est problématique. La glu AB manque d'efficacité contre les forficules. A noter, une bonne gestion des bio-agresseurs dans le système faibles intrants.
- Bilan économique : le système « AB » a permis d'obtenir une marge partielle élevée grâce aux prix de vente élevé de ses fruits. Le système « faibles intrants » étudié n'est clairement pas rentable.

Perspectives/Evolutions

- Les résultats doivent encore être confirmés les prochaines années. Pour l'instant, il n'a pas de perspectives de réduction des IFT pour le monilia car il n'existe pas de solutions alternatives efficaces.
- Le système « raisonné » est arraché pour cause de Sharka ».

C. Retours d'expérience Glyphosate, Néonicotinoïde, Traitement de semences

Glyphosate

Le glyphosate a été utilisé une fois dans le système « raisonné » depuis sa plantation. Il ne fait pas partie de la stratégie de désherbage du système où le Basta F1 est plutôt utilisé. Le désherbage mécanique utilisé dans le système « AB » (disques) est très efficace car notre terrain est adapté (pas trop de cailloux et pas en pente).

Néonicotinoïdes

Le Calyspo a été utilisé 2 fois dans le système « raisonné » mais lors de différentes années. Il est intéressant car il permet de lutter contre plusieurs bio-agresseurs en même temps comme la tordeuse orientale et les pucerons. Il a une action secondaire contre les forficules. Les années suivantes, il a été remplacé par le Karaté Zéon qui dispose d'une efficacité similaire.

Dans les systèmes « AB et FI », l'utilisation de la confusion sexuelle permet une bonne maîtrise de la tordeuse orientale. Dans ces systèmes là, les pucerons bruns ou noirs sont tolérés.

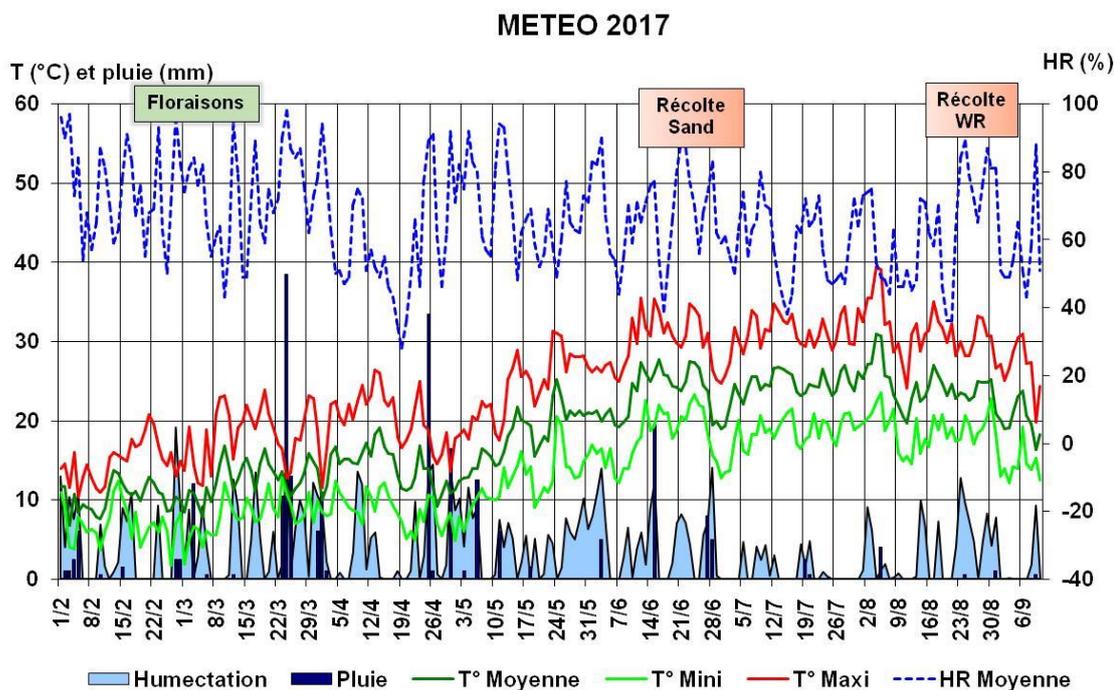
Nom du site expérimental - Localisation	Site SUDEXPE St Gilles St Gilles (30)
Contact - coordonnées	Valérie GALLIA // Maëlle GUIRAUD 517 Chemin du Mas d'Asport, 30800 St Gilles vgallia@surdexpe.net // mguiraud@sudexpe.net Tel : 04.66.28.23.36 // 04 66 28 23 37

BILAN DE LA CAMPAGNE

A. Conditions de la campagne 2017

1. Conditions climatiques

Après un hiver froid et souvent pluvieux, le début du printemps est doux et humide. La végétation présente une légère avance par rapport à la normale (2 à 3 jours) et 7 à 8 jours par rapport à 2016. Les floraisons sont précoces et groupées. L'été et l'automne sont caractérisés par une forte sécheresse (environ 65 mm entre le mois de mai et le mois d'octobre). Les sols étaient correctement pourvus en eau dès le début de la saison ce qui n'a pas engendré des irrigations excessives. La période sèche s'est prolongée jusqu'en fin d'hiver puisque qu'il n'a quasiment pas plu jusqu'à la fin de l'année 2017.



2. Saison végétative et production

Les besoins en froids ont été rapidement satisfaits et les températures douces de la mi-fin février ont permis un démarrage rapide de la végétation et de la floraison. La semaine de froid en début du mois de mars a ralenti les arbres, mais ils ont cependant conservé leur précocité, avec pour certaines variétés jusqu'à une semaine.

La floraison a été bonne et de qualité, tout comme la nouaison, ce qui a généré des travaux d'éclaircissage conséquents. Les arbres étaient correctement chargés, même parfois trop.

L'absence de forts épisodes orageux (épisodes cévenols) que les récoltes se déroulent dans de bonnes conditions.

3. Pression phytosanitaire

En Costières et sur les parcelles de SUDEXPE au cours de la saison 2017, les risques de **cloque** étaient assez faibles au vu de la météo. D'une manière générale la pression a été assez faible et la cloque bien gérée.

L'**oïdium** a été bien géré malgré une pression forte. En revanche, il y a eu quelques problèmes à cause de la **rouille** avec des symptômes sur fruits. Malgré l'été sec, la pression a été forte sur les parcelles à historique, avec parfois des apparitions de symptômes précoces sur feuille.

La présence de mistral tout au long de la saison a fortement diminué les risques de **maladies de conservations**. Les quelques orages localisés ont pu causer des dégâts, mais globalement la pression a été faible cette année.

La **tordeuse orientale** n'a globalement pas généré trop de dégâts, la première génération a fortement été perturbée par les conditions météo. Quant aux secondes et troisièmes générations, il y a eu très peu de piégeages et de dégâts.

Sur le site de Sudexpé Saint-Gilles, nous avons subi une forte attaque de **thrips** sur fleurs qui a engendré de forts dégâts, ce qui n'a pas été le cas partout dans la région.

Enfin, l'arrivée **des pucerons** a été précoce, la pression a été forte, mais ce bio-agresseur a été bien géré.

B. Essai 1 – Western Red : gestion des systèmes et résultats obtenus

1. Dispositif expérimental

Plantation : Janvier 2010

Variété : Western Red – Nectarine jaune tardive (septembre). Elle est réputée plutôt rustique face aux maladies et ravageurs. Sa maturité tardive l'expose au « cortège » total du parasitisme rencontré en verger. Elle est de bonne vigueur.

Porte-greffe : Monclar : (PG pêcher de vigueur correcte, bien adapté aux sols de Costières).

Surface consacrée : 1872 m². Cette surface est suffisante pour procéder à des enregistrements de temps de travaux (taille, éclaircissage, récoltes...). En surface brute, près de 0.6 ha sont investis puisque les blocs sont séparés par une haie composite à feuillage persistant (limite des risques de dérives de produits phytosanitaires).

2. Description des modalités

2.1 Modalité 1 : Le système raisonné

Il s'agit d'un système conduit selon des pratiques représentatives de celles des arboriculteurs, intégrant les avancées techniques et en respect des cahiers des charges.

Phytosanitaire

Avertissements Sud Arbo®, observations, confusion TOP. Désherbage chimique. Traitements raisonnés.

Fertilisation

Fertilisation minérale au sol, fractionnée en 4 apports localisés sur la bande. Fertilisation en fonction du potentiel de production (50T/ha). Validation par suivi analytique

Le plan prévisionnel de fumure utilise la formule 90 U + 1.3 U par tonne de potentiel pour l'azote.

Irrigation

Microjets – 1 par arbre – RONDO buse rouge 70 l/h Maille 18 m² - Débit 3.89 mm/h. Apports basés selon les préconisations BRL et affinés par un suivi tensiométrique. Apports hebdomadaires à bi hebdomadaires.

2.2 Modalité 2 : Le système Bas Intrants

L'objectif de gestion de cette modalité est de réduire l'usage des intrants (phytosanitaires, fertilisants, eau).

Phytosanitaire

Avertissements Sud Arbo®, observations, confusion TOP. Désherbage mécanique. Impasses sur certains bioagresseurs secondaires et substitution par des produits verts. Objectif de réduction de 50 à 30% de l'IFT.

Fertilisation

Fertirrigation. Fertilisation en fonction du potentiel de production (30T/ha) Validation par suivi analytique.

Le plan prévisionnel de fumure utilise la formule 90 U + 1.3 U par tonne de potentiel pour l'azote.

Irrigation

Goutte-à-goutte posé dans des rigoles de 10 cm de profondeur. Apports basés selon les préconisations BRL et affinés par un suivi tensiométrique. Doses journalière fractionnée en deux ou trois apports.

3. Résultats 2017

3.1 Fertilisation

L'objectif de l'essai était de réduire l'utilisation des intrants, notamment les engrais minéraux. Pour l'atteindre, les doses de fertilisants ont été réduites les premières années pour la modalité Bas-Intrants (BI). Cependant, cela a pénalisé la croissance des arbres : ils ont aujourd'hui un potentiel de production moindre. Le potentiel a été estimé à 30T/ha pour les arbres BI et 50 T/ha pour les arbres raisonnés en début de saison. Les apports de fertilisants ont été adaptés en conséquence.

Nous veillons à interrompre les apports dans les 3 semaines qui précèdent la récolte pour tenter de limiter les risques de microfissures d'épiderme et les problèmes de monilia qui en découlent.

Le tableau suivant récapitule les apports effectués.

	Unités N H/ha	Unités P2O5/Ha	Unités K2O/Ha
Bilan annuel Raisonné	160	60	240
Bilan annuel Bas intrants	121	39	182
% de réduction Bas intrants/ Raisonné	24%	35%	24%

3.2 Irrigation

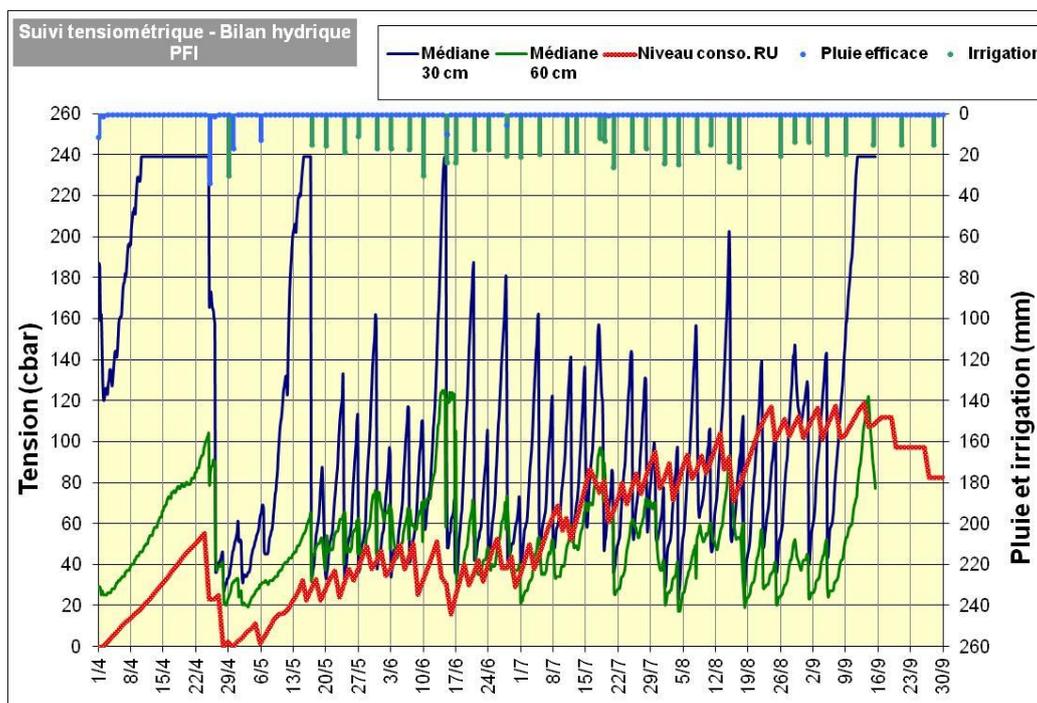
Synthèse sur le matériel et le pilotage

Le système de goutte-à-goutte pour la modalité Bas Intrants était initialement enterré. Depuis 2016 il a été remonté en surface suite à des problèmes d'intrusions racinaires dans les goutteurs. Cette année, les rampes ont été placées dans des rigoles de 10 cm de profondeur suite à des problèmes de gestion de l'enherbement.

Gestion de l'irrigation en 2017

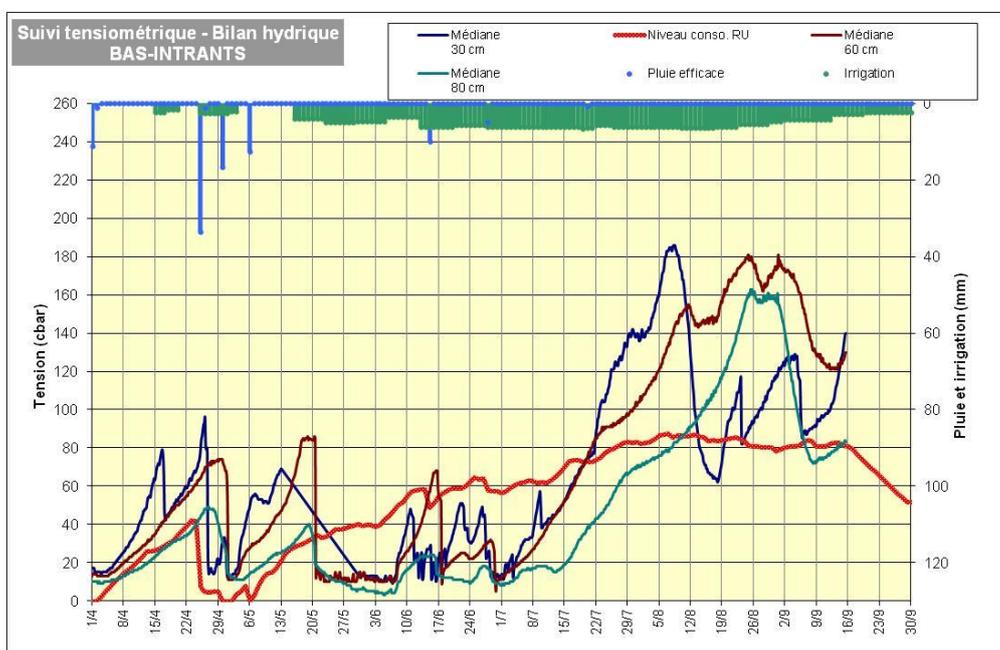
Il a été décidé de ne pas différencier les deux modalités. 733mm d'eau ont été apportés du 28/04/17 au 27/09/17 pour la modalité Raisonnée et du 14/04/17 au 29/09/17 pour la modalité Eco.

Le suivi tensiométrique continu est réalisé grâce à la mise en place de deux moniteurs collectant 6 sondes chacun. Ces relevés, collectés sur PC portable hebdomadairement nous permettent de générer un graphique des valeurs médianes illustrées ci-dessous.



La courbe rouge indique la consommation théorique de l'eau de la réserve utile du sol. Elle augmente à partir de début juillet jusqu'à mi-septembre, ce qui correspond environ à la récolte des fruits.

La courbe bleue (médiane à 30 cm) montre que les apports d'eau sont consommés. Les tensios baissent lors des apports d'irrigation puis remonte. L'irrigation est confortable, sans être excessive. Lors des apports d'eau, la courbe verte à 60 cm ne descend pas « trop bas », les irrigations sont optimisées et peu d'eau est « perdue » en profondeur.



Sur ce graphique, malgré un démarrage compliqué en début de saison, les apports d'irrigations sont très confortables. Les courbes de médiane 30 et 60 sont largement en dessous de la courbe de la consommation théorique de l'eau de la réserve utile du sol et les tensions du sol sont inférieures à 20 cbar.

A partir de mi-juillet, des problèmes de débit sur la parcelle ne nous permettent pas d'apporter la suffisante, ce qui a grandement fait augmenter les tensions à 30 cm et en profondeur.

Vers la mi-août la situation s'est rattrapée et nous sommes redescendus à des tensions « normales » et acceptables.

Après la récolte qui a eu lieu à la fin du mois d'août les apports sont diminués fortement ce qui fait remonter les tensions dans le sol.

Malgré des courbes qui montrent des apports à priori insuffisants, le contrôle régulier de la parcelle n'a pas permis de suspecter un grand manque d'eau. Peut-être la période « sèche » entre mi-juillet et mi-août aura peut-être eu une influence sur la répartition des calibres, mais nous ne pouvons pas l'affirmer.

3.3 Gestion de l'enherbement

Le tableau suivant récapitule le nombre et le type d'interventions pour la gestion de l'enherbement sur le rang et la gestion de l'inter-rang. Le désherbage chimique est uniquement utilisé sur la partie Raisonnée (RAI) afin d'atteindre l'objectif zéro herbicide sur la partie BI.

Gestion de l'enherbement		
Interventions	RAI	BI
Désherbage chimique (Vertical et Chardol 600)	2	0
Tonte inter-rang	2	1
Désherbage Kuhn	0	2
TOTAL	4	3

Le rang de la modalité BI est entretenu grâce à la tonte déportée. Le déploiement du goutte-à-goutte en surface avait rendu difficile l'entretien du rang en 2016.

En 2017, les rampes ont été placées au fond de rigoles de ce qui a permis une gestion plus simplifiée de l'enherbement par rapport à 2016.

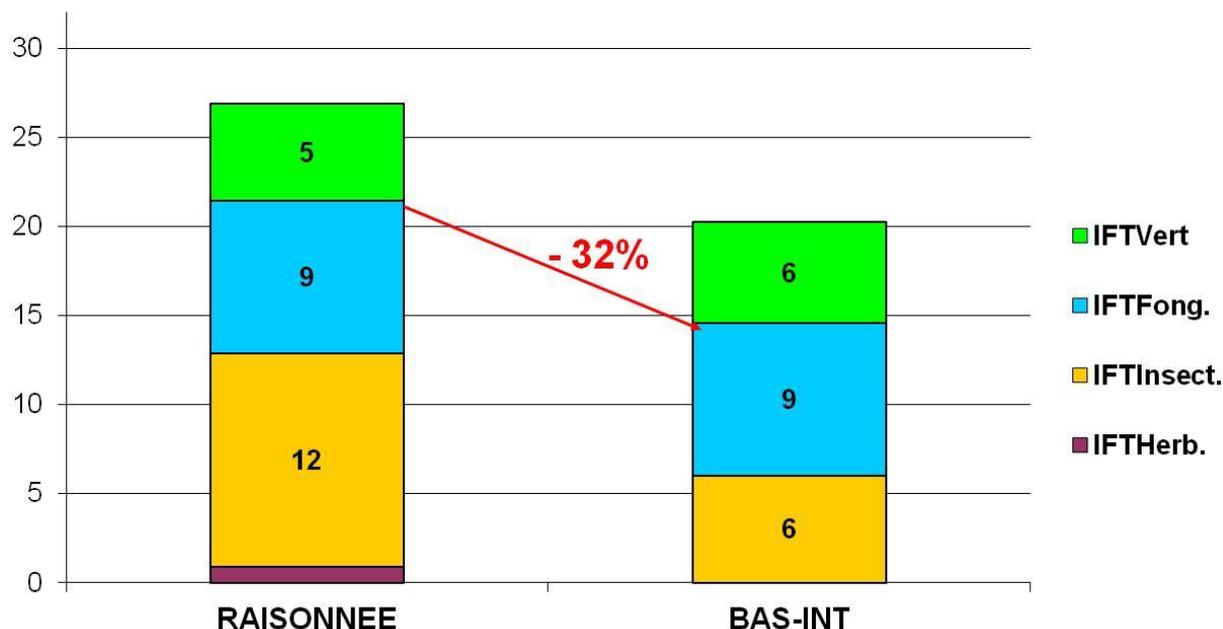
3.4 Protection phytosanitaire

Le tableau ci-dessous est le calendrier de traitement de la parcelle. Il montre les différences entre les deux modalités.

			PFI	ECO
30/1	Cloque	BOUILLIE BORD. RSR	6,25	6,25
		31/1 - 5/2	11,5 mm	
13/2	Cloque	ORDOVAL	2,5	2,5
		15/2	1,5 mm	
23/2	Pucerons	SUPREME 20 SG	0,25	0,25
	Stade hiv rav	CATANE	5	5
	Cochenilles	ADMIRAL	0,3	0,3
23/2	Cloque	ORDOVAL	2,5	2,5
		27-28/2 et 3/3	17 mm	
8/3	Cloque	SIGMA DG	3	3
15/3	Thrips meri	KLARTAN	0,6	0
21/3	Cloque	SYLLIT	2,25	2,25
22/3	Top	RAK 5	500	500
		23-25/3	62 mm	
29/3	Thrips meri	KARATE ZEON	0,11	0
		31/3-2/4	18 mm	
7/4	Oïdium	THIOVIT JET	7,5	7,5
	Pucerons	MOVENTO	1,9	1,9
	Top	PROCLAIM	2	2
14/4	Acarie	AGRIMEC PRO	0,75	0
		HELIOSOL	1,5	0
21/4	Oïdium	THIOVIT JET	5	5
	Top	PROCLAIM	2	2
		25-26/4	34,5 mm	
		30/4	16,5 mm	
5/5	Oïdium	SIGNUM	0,6	0,6
		6/5	12,5 mm	
		11/5	6 mm	
17/5	Cochenilles	MOVENTO	1,9	0
		18/5	1,5 mm	
26/5	Top	INSEGAR	0,6	0
	Oïdium	SIGNUM	0,6	0,6
2/6	Top	CORAGEN	0,175	0,175
		3/6	5 mm	
		15/6	19,5 mm	
		27-28/6	13 mm	
18/7	Top	IMIDAN 50 WG	1,5	0
		19-20/7	3 mm	
21/7	Top	DELFIN		1
28/7	Malcons	KRUGA	2	2
4/8	Malcons	LUNA Expérience	0,5	0,5
		5/8	4 mm	
11/8	Malcons	KRUGA	2	2
		21/8	R1	
		24/8	0,5 mm	
		25/8	R2	
		29/8	R3	
		4/9	R4	

On s'aperçoit ainsi que sur la modalité bas-intrants une impasse complète a été faite sur le thrips meridionalis et les acariens, une impasse partielle sur les cochenilles et la tordeuse orientale du pêcher et le désherbage chimique abandonné. Contre la tordeuse orientale en plus des impasses testées, les traitements en compléments de la confusion chimique sont substitués par les nodus verts.

ECOPECHE : IFT sur Bas-Intrants 2017



Grâce à la stratégie mise en œuvre le minimum de réduction de 30% d'IFT chimique sur la modalité BI est atteint.

3.5 Suivi des bioagresseurs

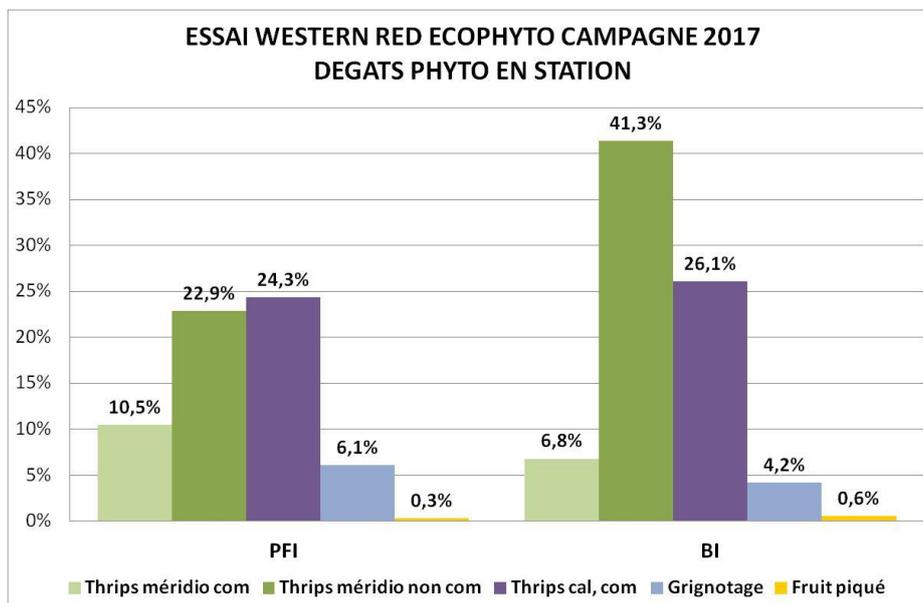
Tout au long de la saison, un suivi hebdomadaire de type BSV est réalisé sur les parcelles en essai afin de vérifier leur l'état sanitaire, ce qui nous permet d'appliquer nos règles de décisions et de déclencher ou non les traitements.

En plus de ce suivi hebdomadaire, des notations sont réalisées si nécessaire pour vérifier l'efficacité des traitements réalisés.

Nous n'avons pas observés de différences assez marquée pour déclencher des notations au cours de la saison sur les bio-agresseurs comme la cloque, la tordeuse orientale ou les pucerons.

▪ Notations à la récolte

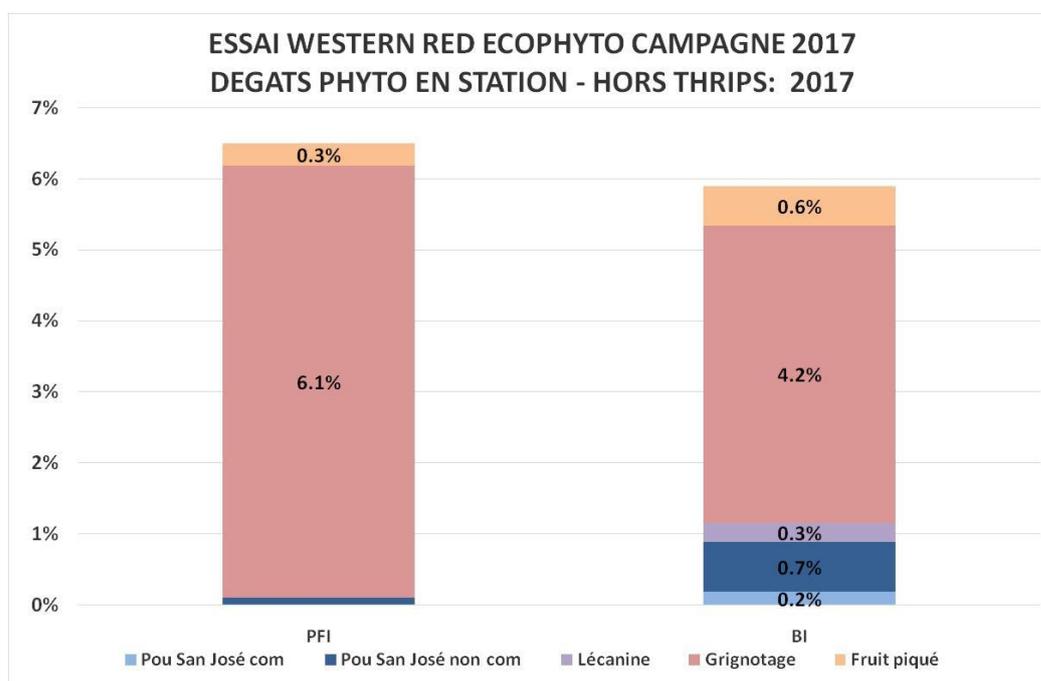
Une notation à chaque passage de récolte est réalisée en station, sur 50 fruits pour chaque répétition par modalité. Tous les types de dégâts sont dénombrés dans un premier temps. Dans un second temps, une seconde notation, « qualité commerciale », est réalisée pour estimer les pertes dues aux attaques des différents bioagresseurs. Cette notation permet de ne pas surestimer les pertes calculées directement avec les dégâts phytosanitaires.



On constate que la majorité des dégâts sont causés par les thrips méridionalis. Les dégâts non commercialisables sont statistiquement plus importants sur la modalité BI que sur RAI car une impasse a été tentée. Cependant au vu de l'importance des dégâts sur la modalité RAI et malgré une protection classique basée sur KLARTAN + KARATE ZEON, nous nous demandons si cette attaque n'est pas causée par du thrips californien au moment de la fleur. Les dégâts de thrips « commercialisable » sont acceptables puisqu'ils ne déclassent pas les fruits et permettent leur commercialisation.

D'autres dégâts de « grignotages » (escargots essentiellement) sont importants mais aucune protection n'a eu lieu. Depuis deux campagnes nous constatons une augmentation de ces dégâts. Il faudra envisager pour l'année prochaine une protection.

Le graphique ci-dessous est le même que le précédent sans les dégâts de thrips. Il permet de mieux visualiser les dégâts mineurs liés aux autre bio-agresseurs.

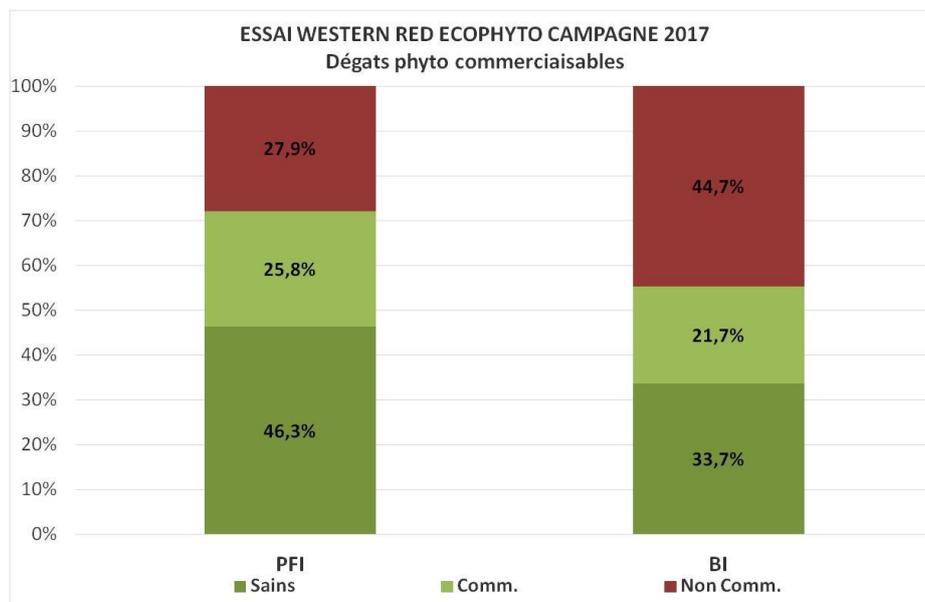


Moins d'un pourcent des fruits par modalité sont touchés par la TOP, ce qui confirme la faible pression sur cette variété tardive.

L'impasse partielle tentée sur les cochenilles et la forte pression dans la modalité BI les années précédentes nous permet de déceler une pression un peu plus importante dans cette modalité.

Concernant la notation « qualité commerciale », elle a été réalisée selon 3 classes :

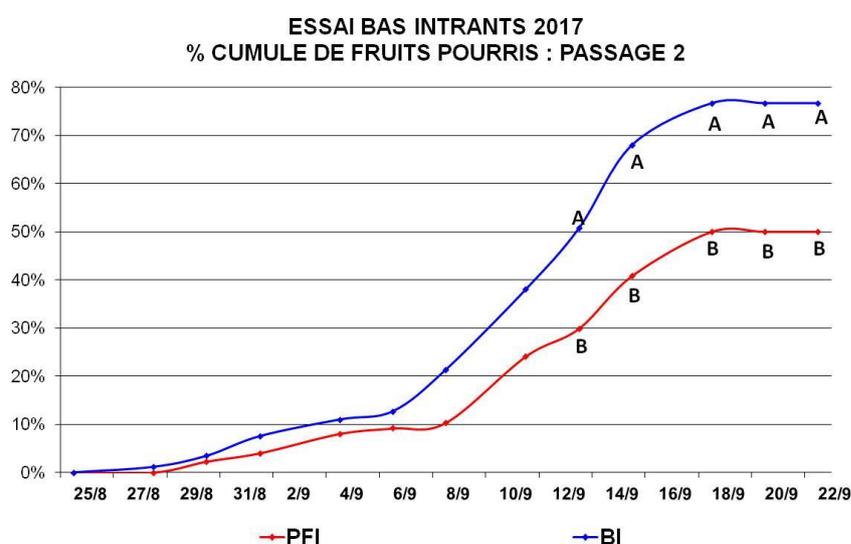
- les fruits sains sans symptômes,
- les fruits commercialisables avec des symptômes acceptables jusqu'en catégorie 2,
- les fruits non commercialisables qui présentent des symptômes entraînant un déclassement (blessures d'épidermes et/ou symptômes très concentrés).



Les quantités de fruits non commercialisables sont significativement différentes entre les deux modalités. La majeure partie des fruits non commercialisables est due au thrips.

▪ Notations post-récolte

Les prélèvements de fruits ont eu lieu sur le plus gros passage de récolte, soit le second. Quatre répétitions de 44 fruits par modalité du calibre dominant et de maturité comparable ont été observées.



Globalement, les fruits ont une très bonne tenue post-récolte car les 50% de fruits pourris sont atteints environ 20 jours après la mise en conservation. Même si la stratégie phytosanitaire appliquée est identique, la tenue est moins bonne pour les fruits BI que les fruits PFI, alors que la stratégie de protection phytosanitaire est la même.

Les arbres sont globalement moins chargés et les fruits moins gros (cf. 3.6 Résultats agronomiques). Nous expliquons ce comportement par une accumulation de l'inoculum assez importante depuis

plusieurs années. A priori, les mesures prophylactiques n'ont pas réussi à assainir le verger en début de campagne.

3.6 Résultats agronomiques

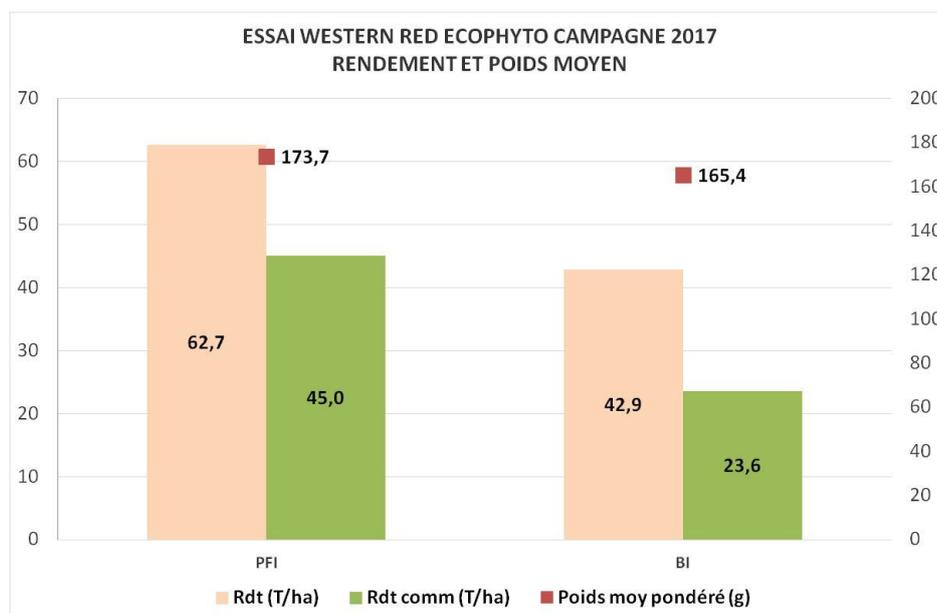
Le graphique ci-après récapitule la production brute de la campagne et la production commercialisée.

Les objectifs de rendement sont largement atteints cette année et supérieurs à nos attentes. En effet, la production visée pour la modalité PFI était de 50 tonnes/hectares et de 30 tonnes/hectares pour la modalité BI.

Les références pour Western Red (Source base EFI® CTIFL) indiquent que le rendement médian pour la variété se situe à 34.6 T/Ha, les vergers performants sont au-delà de 48 T/Ha. La modalité PFI se situe dans la classe des vergers performants, pas la modalité BI. Rappelons que la variété étudiée est tardive et qu'il est important d'avoir des rendements élevés pour se prémunir des risques de monilioses.

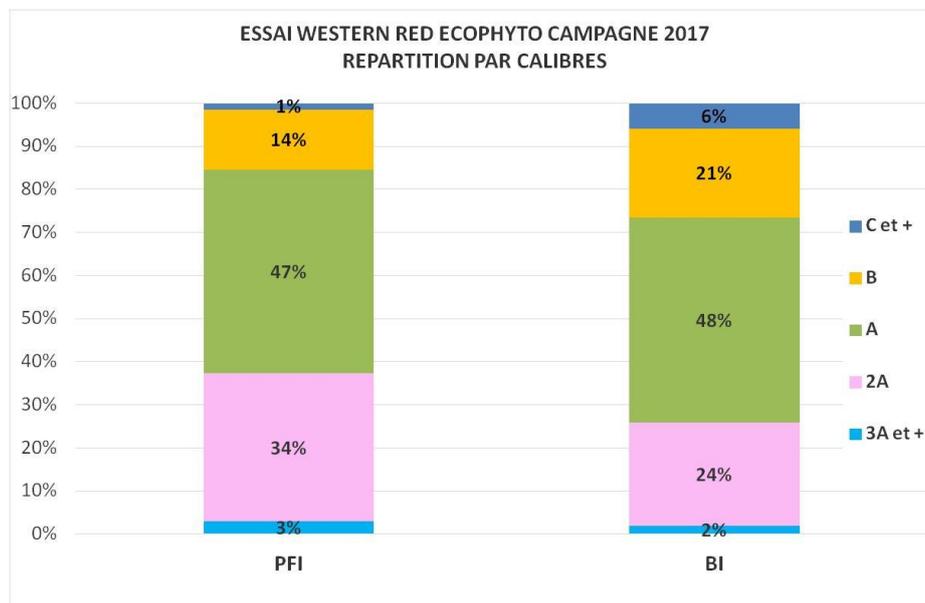
Les rendements totaux et commercialisés sont significativement différents entre les deux modalités. Les poids moyens pondérés ne sont pas significativement différents et sont satisfaisants pour les deux modalités.

Le rendement de la modalité BI est 30% plus faible que celui de la modalité PFI ; 50% plus faible si l'on considère le rendement commercialisé. Les écarts entre rendement brut et rendement commercialisé sont majoritairement imputables au thrips meridionalis.



Le graphe ci-dessous représente la répartition des fruits par calibre. Les proportions de fruits des différents calibres ne sont pas significativement différentes entre les deux modalités.

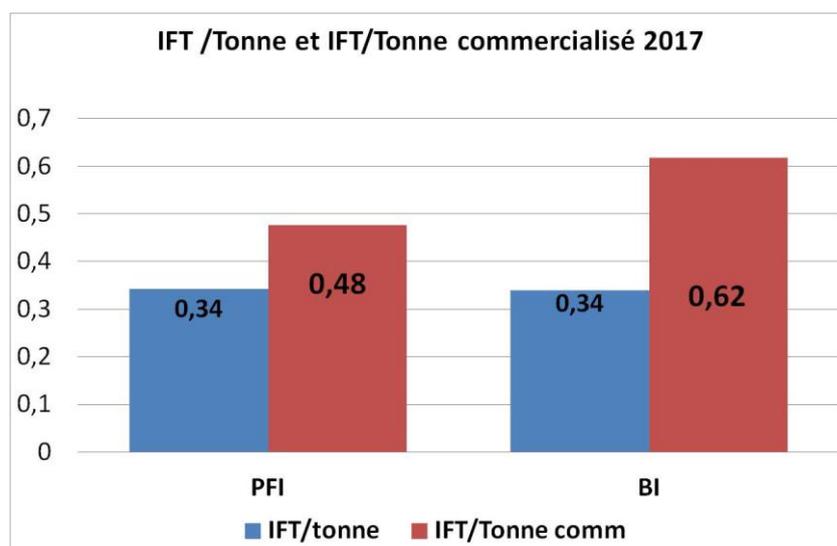
On observe cependant une plus forte proportion de fruits A et + pour la modalité PFI que BI (84 contre 74%). Les vergers « jugés » performants sur cet indicateurs indiquent 89 % de A et +. Pour notre part, il nous paraît très risqué d'aller sur un calibre plus important sur ce créneau de maturité (monilia).



Sur chaque passage de récolte et sur chaque répétition de chaque modalité, 20 fruits du calibre dominant de la modalité sont analysés par le robot Pimprenelle. La fermeté est identique entre les deux modalités. Les fruits BI sont légèrement moins acides et plus sucrés ce qui s'explique par la différence de charge des arbres.

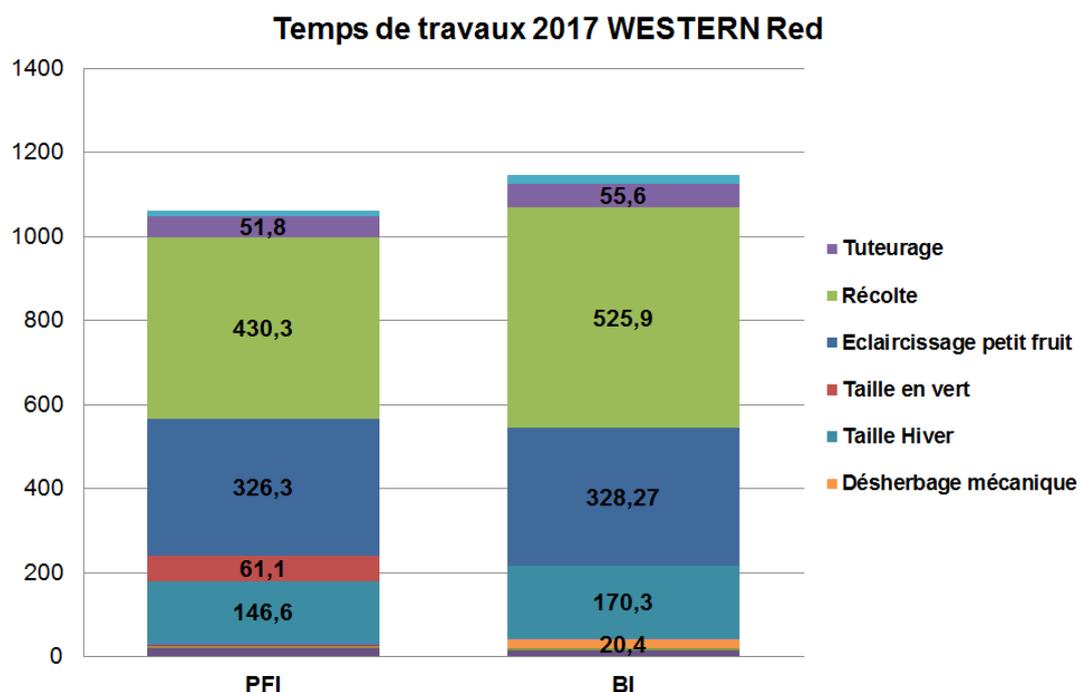
Modalité	Fermeté	Acidité	Indice de réfraction
PFI	4,5	11,6 ^a	11,9 ^a
BI	4,2	12,6 ^b	12,7 ^b

Le graphe suivant présente les IFT par tonne produite et tonne commercialisée. C'est un indicateur de la performance du système.



La plus faible production du verger BI se répercute sur cet indicateur : les deux systèmes ont la même efficacité du point de vue des produits phytosanitaires. Les fortes pertes de production dues au thrips rendent le système BI moins efficace si l'on considère la production commercialisée.

3.7 Temps de travaux



Les vergers demandent 1050 pour PFI et 1125 pour BI d'heures de travail par hectare.

Les temps de travaux dans la modalité Bas-intrants a augmenté depuis que nous avons décidé de remonté en surface le goutte à goutte et enterré dans les rigoles. En effet, les rigoles font perdre du temps pour tous les travaux nécessitant l'utilisation des échelles.

Le temps de travail médian de référence pour Western Red sur EFI® est 850h, celui d'un verger performant de 650h. Les vergers testés se situent bien au-delà. Cela est dû au fait que les rendements obtenus sont élevés, qu'il y a eu une très bonne floraison et nouaison qui ont demandé des travaux d'éclaircissages importants.

3.8 Résultats économiques

Le tableau suivant présente les résultats économiques. Le prix de vente considère le prix de vente au kilo des données SNM une semaine après le plus gros passage de récolte (31/08/2017) et est pondéré en fonction du calibre. Le coût intègre les coûts de la main d'œuvre, des intrants et les charges de mécanisation.

	Prod. T/ha	Prix vente bord champs	Prix moyen au kilo	Coût bord champs	Coût moyen au kilo	Marge opérationnelle	Marge au kilo
PFI	44,5	48 690 €	1,09 €	16 173 €	0,36 €	32 517 €	0,73 €
BI	23,8	23 411 €	0,98 €	16 364 €	0,69 €	7 047 €	0,30 €
Ecart BI/PFI	-47%	-52%	-10%	1%	89%	-78%	-59%

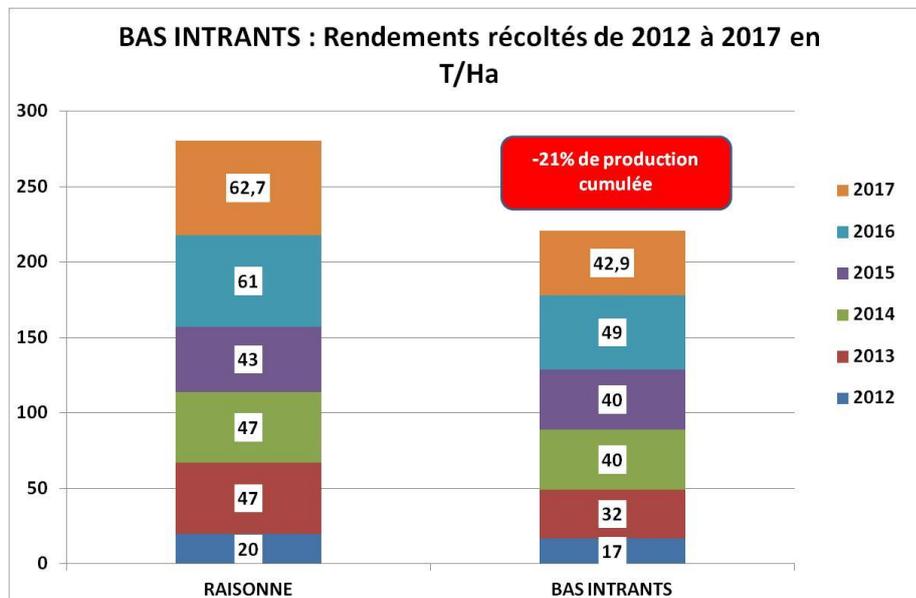
Le système BI est très nettement moins rentable que le système classique. Si les coûts à l'hectare sont environ similaires pour les deux vergers, le BI génère deux fois moins de bénéfices car la production était deux fois moins importante que celle du PFI. De plus, le prix moyen au kilo est moins « bon » dans la modalité BI car la répartition des calibres est moins bonne : il y a moins de production de A et + qui est mieux valorisée.

Les coûts au kilo s'en trouvent augmentés de manière très importante (89%). Ainsi un kilo de fruits BI rapporte 0,30€ tandis qu'un kilo de fruits PFI rapporte 0,73€ soit une différence de 60%. Les coûts pris en compte ne tiennent compte que des coûts de production bords champs : le calcul complet des coûts révélerait sans doute que le système BI n'est pas rentable.

4. Indicateurs de performances

L'objectif du système Bas Intrants est de réduire la quantité d'intrants employés pour mener à bien une production. Nous nous intéressons ici à la performance globale des systèmes sur les 7 années d'expérimentation ainsi qu'aux ratios intrants/volume de production (inverse de l'efficacité).

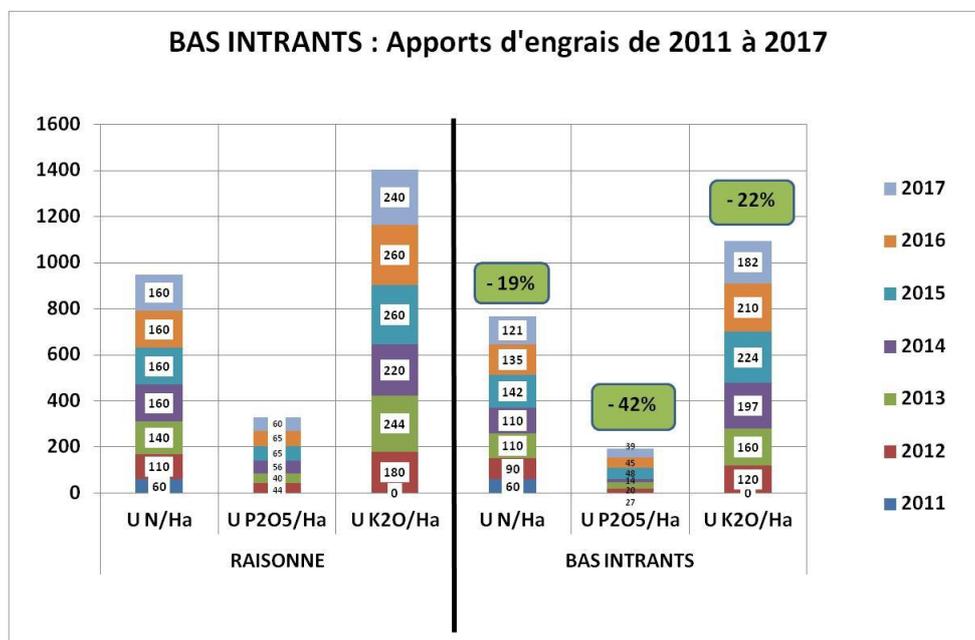
VII - 4.1 Rendements cumulés 2011 – 2017



Sur l'ensemble de la vie des vergers, le système BI a produit 20% de fruits en moins que le système raisonné.

Néanmoins, les résultats sont satisfaisants. D'après les références EFI®, la modalité Bas Intrants est performante la modalité Raisonnée est très performante.

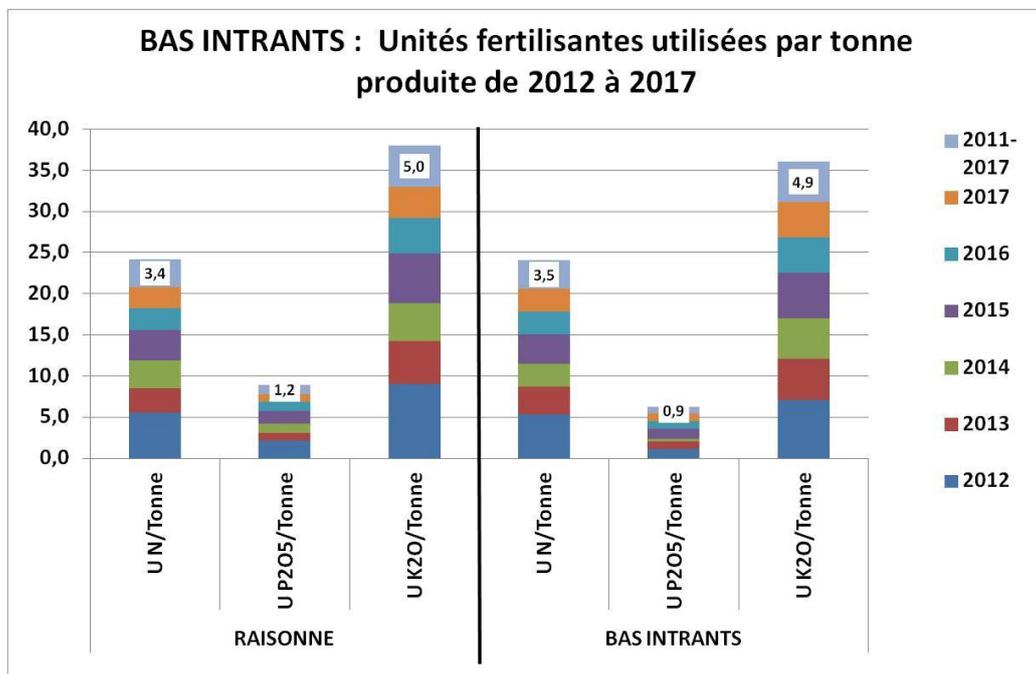
4.2 Fertilisation



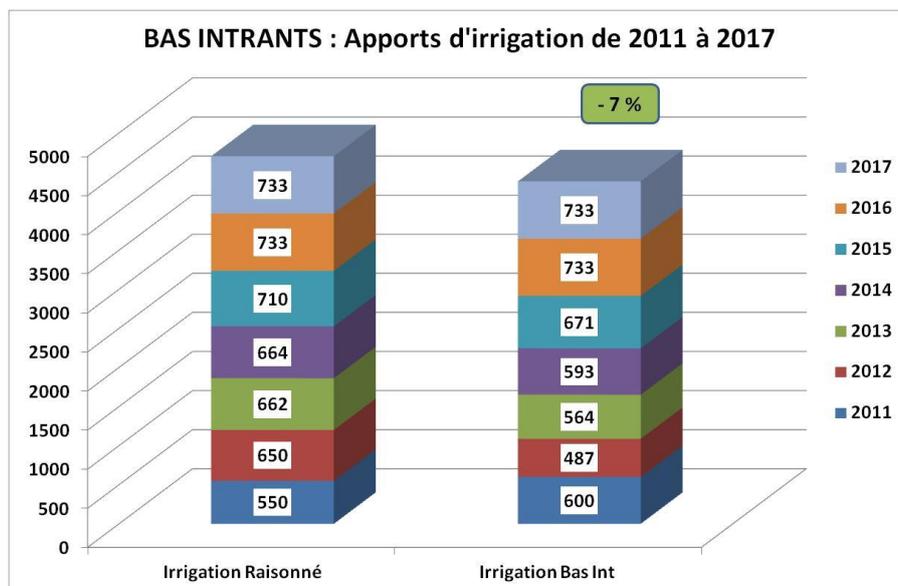
On constate une réduction de 19 % de la fertilisation azotée. La restriction des premières années a sans doute pénalisé la croissance des arbres et affecté leur potentiel de production, ce qui explique de différentiel de production de 20% en défaveur de la modalité Bas-Intrant évoqué plus haut. La fertilisation moindre par la suite a été réalisée pour s'adapter au potentiel de production des

arbres. Le niveau de fertilisation azotée ne paraît pas être un levier pertinent. Dans une moindre mesure, c'est aussi le cas pour la potasse. La forte baisse du phosphore apportée ne paraît pas pénalisante.

Le graphique suivant présente le ratio entre les unités fertilisantes et les tonnes produites. On peut donc constater que la fertilisation est d'efficacité comparable sur les 2 modalités.

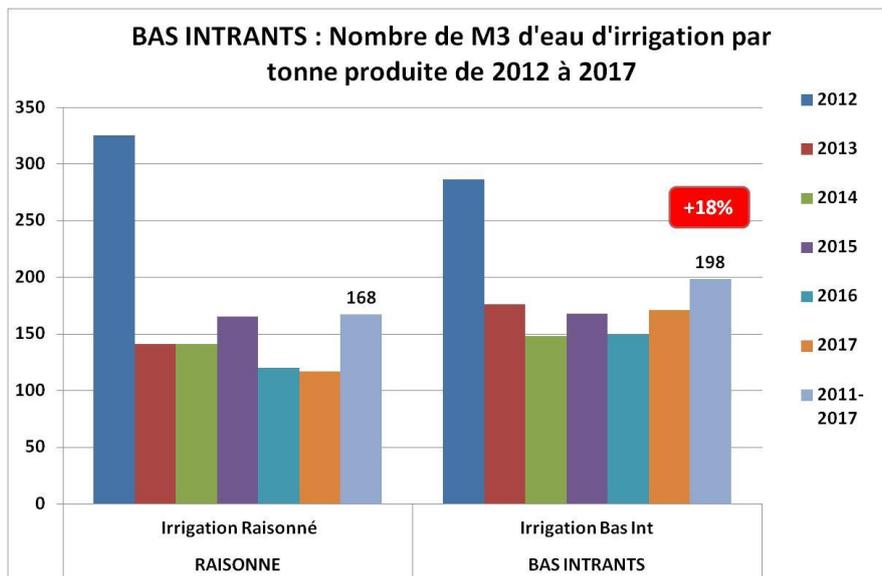


4.3 Irrigation



La modalité Bas Intrants a été irriguée 8% de moins que la modalité raisonnée. Cela est insignifiant, en particulier en termes de coût/ha. La modalité raisonnée est irriguée de façon très optimisée, sans prise de risque d'être limitant, mais sans risque d'excès non plus : nous avons prouvé dans des essais préalables que cela pouvait être très préjudiciable. La marge de progrès possible sur Bas Intrants s'en trouve donc réduite. Précisions enfin, que nous n'avons pas été en mesure de prouver que le goutte-à-goutte enterré puisse être moins favorable aux maladies de conservation qu'un microjet parfaitement réglé et maîtrisé.

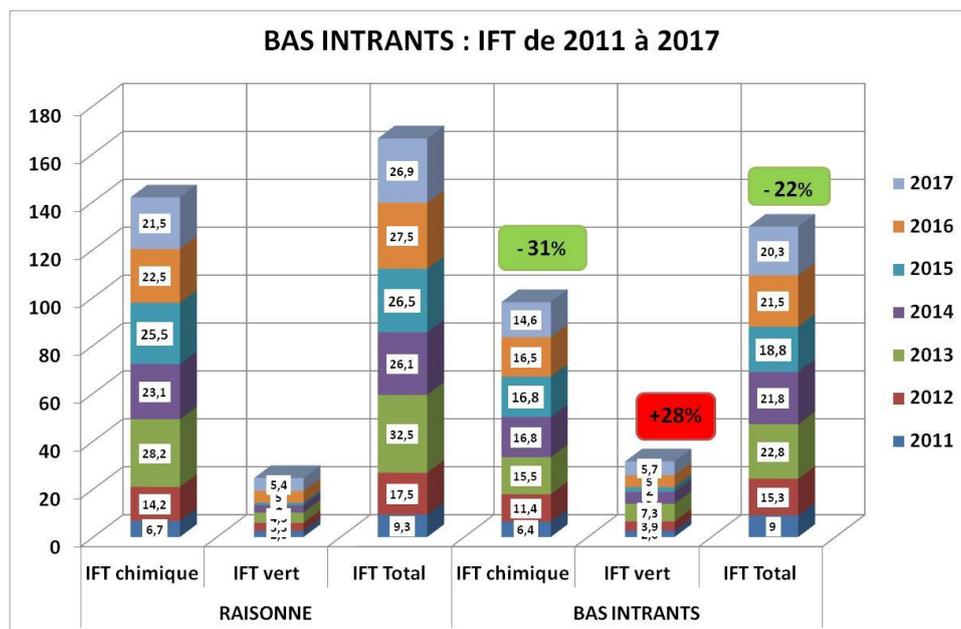
Le graphique suivant présente les m³ d'eau d'irrigation utilisés par tonne produite.



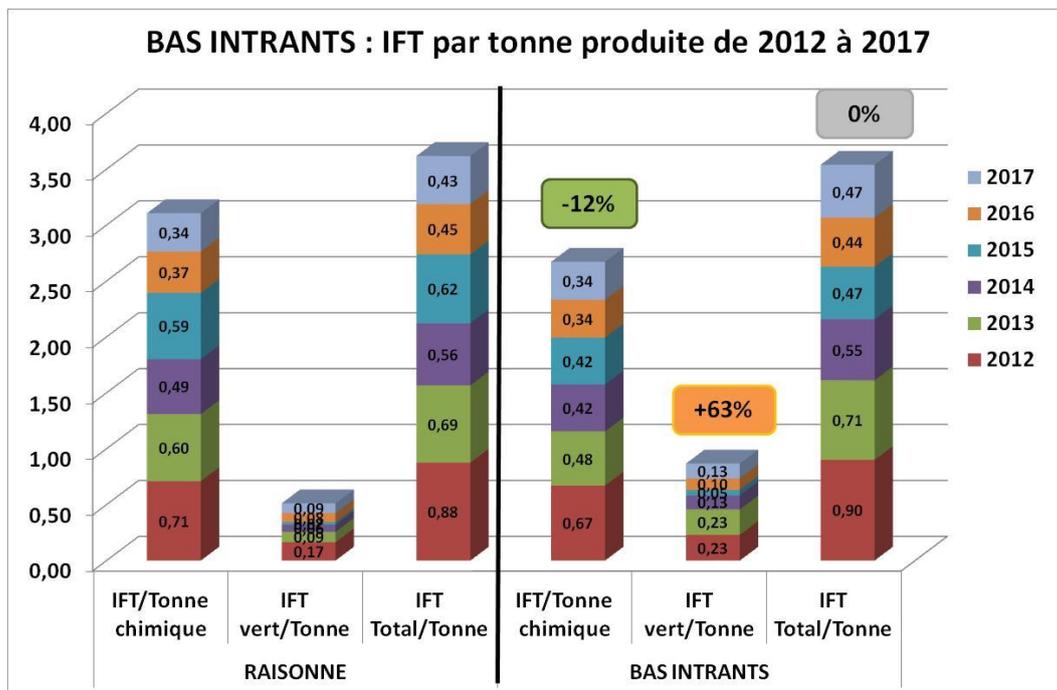
Ce ratio est moins bon pour la modalité BI que pour la modalité raisonnée. Les baisses de rendements ont été plus importantes que les baisses de quantités d'eau. Tout comme pour la fertilisation azotée, les pratiques étant déjà très bien optimisées pour la modalité raisonnée, il y a peu à attendre de ce levier.

4.4 IFT

Le graphique ci-dessous présente les IFT pour les années 2011 à 2017. Le calcul a été fait pour toutes les années avec la nouvelle formule de l'IFT (formule de l'ancien IFU), le soufre est également compté en nodu verts.



L'IFT chimique cumulé a été réduit de 30%, ce qui était l'objectif minimal. Une partie de cette réduction a été obtenue par l'emploi d'IFT vert.

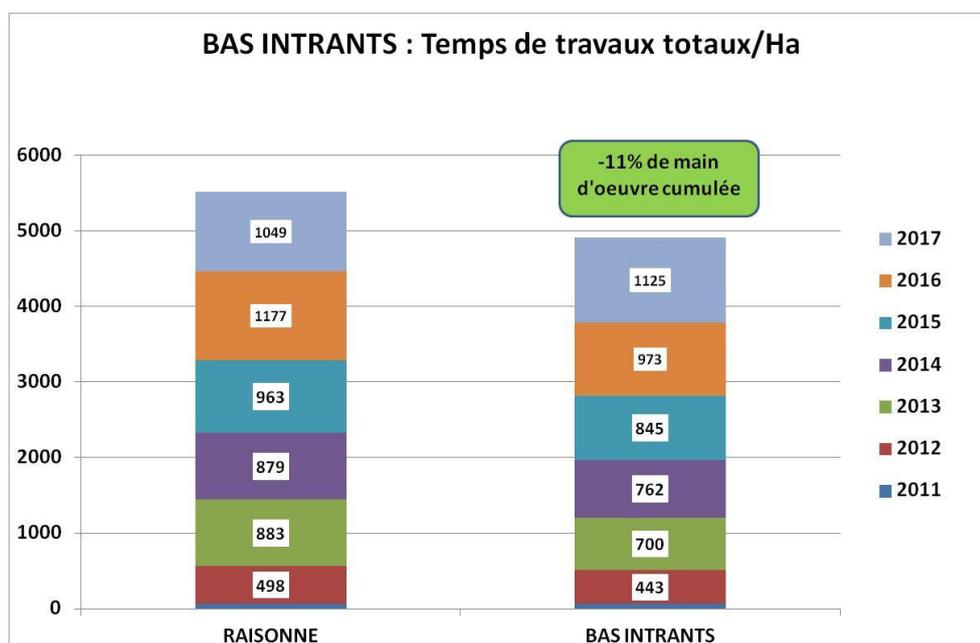


Le graphique ci-dessus montre les IFT par tonne produite. L'IFT chimique par tonne produite est réduit de 12% pour la modalité BI (3,11 à 2,67 en cumulé de 2012 à 2017). Cependant, si l'on considère l'IFT total (chimique + vert), les résultats sont identiques (3,64 contre 3,52). Beaucoup des efforts entrepris pour diminuer l'emploi des produits phytosanitaires (à l'hectare) ne se traduisent pas par moins d'IFT/volume de production car les écarts de rendement sont trop importants. Il semble en revanche que quand on est en année plus difficile du point de vue phytosanitaire (ex : années 2013 et 2015) les écarts de ratios se creusent en faveur de BI.

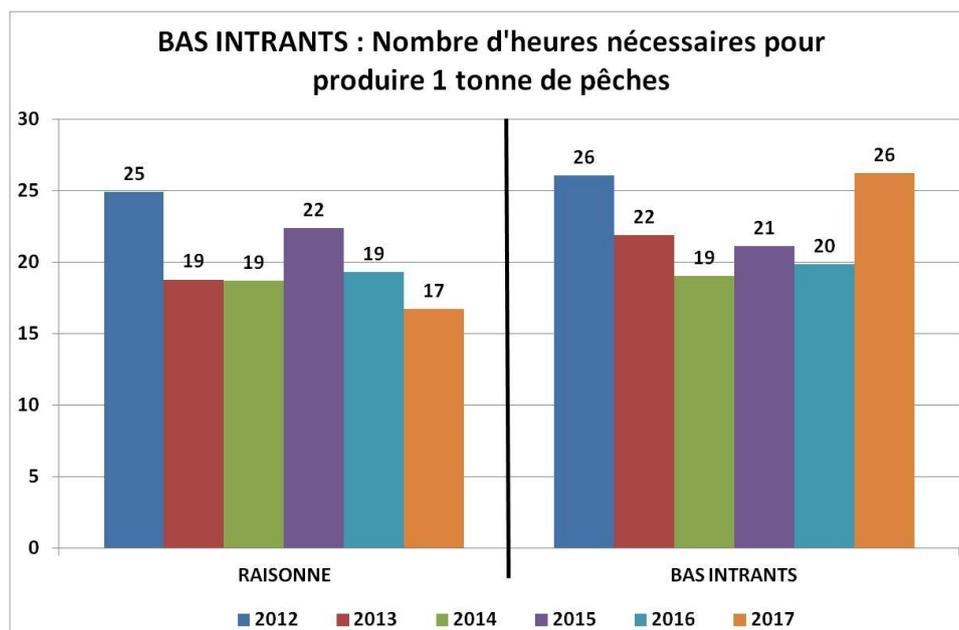
4.5 Temps de travaux

La modalité Bas Intrants génère en moyenne moins de travail :

- Etant moins productive, le chantier de récolte en est proportionnellement allégé ;
- Elle nécessite un peu moins de taille d'hiver et souvent beaucoup moins de temps en taille en vert.
- Les arbres sont moins volumineux, plus accessibles.



On peut rappeler pour chacune des modalités, le nombre d'heures qui se sont avérées nécessaires pour produire une tonne de nectarines sur les différentes années.



Ce graphique montre qu'il faut le même temps pour produire une tonne de fruits de l'une ou l'autre des modalités (1 à 3h de différence), excepté en 2017. On observe 9h de différence, en défaveur de la modalité BI. Cela est dû au temps de récolte qui est anormalement élevé pour des raisons évoquées précédemment.

5. Conclusions et perspectives.

L'objectif initial était de réduire les intrants tout en préservant la rentabilité technico économique du verger. La modalité raisonnée est très optimisée et ce en restant sur des itinéraires très classiques, pragmatiques et simples à mettre en œuvre. Elle confirme ici sa pertinence et sa compétitivité. Faire mieux ou au moins aussi bien avec moins devient donc difficile, d'où la moindre performance de la modalité Bas Intrants.

Plusieurs points sont à retenir de l'essai.

L'itinéraire « raisonné » est très performant et les techniques et stratégies mises en œuvre sont efficaces d'un point de vue agronomique, phytosanitaire et économique.

Les leviers irrigation et fertilisation sont déterminants dans la performance du verger. Ils ne constituent pas ici des leviers de réduction intéressants. Même si le verger est moins poussant et demande moins de temps de travaux (ex : taille), il en devient moins productif et qualité et quantité. Les apports minéraux sont déjà très optimisés pour des vergers comme ceux-ci et calculés au mieux. Concernant plus précisément l'irrigation, Le système goutte-à-goutte a bien fonctionné les 4 premières années. Par la suite, les problèmes de colmatage liés à des intrusions racinaires ont débuté progressivement pour devenir insurmontables en 6^{ème} année (2016) nous conduisant à redéployer un goutte-à-goutte en surface malgré une maintenance parfaitement effectuée (1 purge de chaque rampe (2/rang) chaque semaine et une injection d'acide chlorhydrique par campagne). Nous pensons que l'origine des problèmes provient des restrictions hydriques réalisées en 3^{ème} feuille qui ont incité les racines à coloniser le réseau. Le sol étant excessivement filtrant, il ne permettait pas au bulbe de se développer latéralement. Cela a donc entraîné la concentration du système racinaire autour du tuyau. Le système de goutte-à-goutte enterré pourrait s'envisager dans des sols plus limono-argileux, moins filtrants et sans restriction hydrique trop excessive.

Concernant les outils de pilotage, nous retiendrons que les sondes capacitatives Netasense sont performantes et fiables dans le temps (aucune panne constatée). Elles présentent en outre l'avantage de ne pas présenter de problème de décrochages tels que ceux que l'on peut déplorer avec des watermarks. Les watermarks, raccordés ici à des moniteurs ont eu un fonctionnement très satisfaisants néanmoins.

La suppression du désherbage chimique paraît possible avec le goutte-à-goutte enterré ou d'autres techniques, mais elle pourra nécessiter d'autres équipements (matériel) et peut être une majoration des apports d'eau et des investissements

L'objectif de réduire de 30% l'utilisation des produits phytosanitaires a été atteint. Concernant les maladies de conservation, il n'est guère possible de faire mieux que ce qui a été fait pour les deux modalités. Le monilia sur une variété tardive comme WesternRed est un problème majeur sur lequel il est très difficile de prendre des risques et de trouver des leviers d'actions efficaces. Le levier d'action de la fertilisation avait été dans un premier temps utilisé dans cet objectif. La diminution de la fertilisation devait rendre le verger moins poussant, donc avec moins d'humidité et donc un microclimat au cœur des arbres moins favorable au monilia.

Les tentatives d'allègement de protection sur tel ou tel bioagresseur sont remises en question chaque année. Un bioagresseur peut se montrer facile à maîtriser une année et revenir très virulent sans forcément laisser le temps de réagir efficacement (ex : Pou de San José en 2016). L'expression de l'intensité de la protection phytosanitaire par un calcul d'IFT est insuffisante. Si la baisse d'IFT s'accompagne d'une baisse de rendement commercialisable le système est-il réellement durable ? C'est ce que l'on observe sur la modalité BI. La problématique des résidus n'est pas considérée non plus, de même que la toxicité des produits alors qu'il s'agit d'enjeux cruciaux.

Si on veut espérer améliorer les performances environnementales des vergers de pêchers, il convient de re-conceptualiser plus radicalement le verger. C'est ce qui est mis en œuvre pour l'essai suivant ECO INNOVANT Sandine implanté en 2013.

C. Essai 2 – Sandine : gestion des systèmes et résultats obtenus

1. Objectif de l'essai

L'essai fait partie du projet DEPHY EXPE EcoPêche qui vise à expérimenter des vergers innovants pour atteindre la réduction de 50 % des produits phytosanitaires. Il s'inscrit dans la continuité de l'essai Bas Intrants sur la variété Western Red. L'essai a été planté en février 2013 et comporte deux modalités :

- PFI (production fruitière intégrée) ou référence de conduite producteur qui visera à optimiser la rentabilité économique.
- Eco Innovant sur laquelle sont mises en place plusieurs techniques permettant de réduire les IFT (objectif 50% en moyenne sur la durée de l'essai) tout en maintenant la rentabilité économique du système. Sur cette modalité, des stratégies innovantes sont testées à plusieurs phases de l'itinéraire technique. Elles concernent principalement la forme de conduite des arbres, la pulvérisation, les doses de traitement et l'entretien du rang de plantation.

2. Dispositif expérimental et modalités

2.1 Le verger

- Plantation Février 2013 à œil dormant (pépinières VEAUUVY).
- Variété : SANDINE® Monrun (COV) – Nectarine blanche de saison – Forts potentiels agronomiques et gustatifs.
- Porte greffe : Monclar (pêcher)
- Surface consacrée = 3912 m² au total. Surface suffisante pour enregistrer des temps de travaux et des données agro météo parcellaires.

2.2 Modalité PFI – Témoin

- Conduite en Double Y taillé tiré.
- Distances de plantation = 6 m x 3 m soit 556 arb/Ha.
- Inter rang enherbé (semi Fétuque – Ray Gras) tondu.
- Rang désherbage chimique (50 %) surface.
- Irrigation = Micro jet Tornado – Méthode de pilotage – Bilan hydrique + validation tensio – 1 à 2 arrosages semaine. Déclenchements et contrôles de débit et d'apport par station COMSAG.
- Fertilisation à l'épandeur en localisé en 3 – 4 apports.
- Traitements phytosanitaires à 750 l de volume de bouillie / Ha quand les arbres seront adultes. Pulvérisateur « classique route ».



2.3 Modalité Eco-Innovant



- Conduite en mur fruitier sans palissage.
- Distance de plantation 5 x 2.25 soit 889 arb/Ha.
- Inter rang enherbé (semis Fétuque – Ray Gras et Sain Foin pour enrichir le sol en azote. Tendu ou couché.

- Rang : bâche tissé (largeur utile 1.20 m) 0 herbicide.
- Irrigation : goutte à goutte double rampe au sol sous bâche. Méthode pilotage par mesures capacitives (3 sondes Décagone). Contrôle tensiométrique. De 2 à 3 arrosages/jour. Déclenchements et contrôles de débit et d'apport par station COMSAG
- Fertilisation en injection dans l'irrigation. Fort fractionnement.
- Traitement phytosanitaire : intégration de toutes les biotechnologies existantes, volume de pulvérisation réduit (400 l/Ha). Réduction de doses. Pulvérisateur tangentiel. Possibilité de couvrir rangs avec filets



3. Moyens mis en œuvre

3.1 Gestion des irrigations

- La Société TCSD COMSAG met à notre disposition une station de gestion (ouverture et fermeture) des 2 électrovannes et d'enregistrement des 2 compteurs volumétriques affectés aux 2 modalités.
- Les données collectées sont envoyées sur le serveur Web COMSAG permettant depuis tout accès à internet (PC, Tablettes, Smartphone) de :
 - Programmer – interrompre les arrosages.
 - Contrôler en continu les débits des réseaux et les volumes apportés.
 - Editer une traçabilité graphique ou tableau des apports.

	MODALITE ECO INNOVANT	MODALITE PFI	INTERETS
1 Electrovanne radio piloté	X	X	Automatisation
1 compteur enregistreur	X	X	Contrôle des débits. Traçabilité des apports
3 batteries de 2 tensios (30 – 70 cm)	X	X	Validation des pratiques / Modalité Témoin
3 sondes capacitives Decagon 5 HS (30 – 50 – 70 cm)	X	Non pertinent	Outil de pilotage pour modalité Eco Innovante

Courant 2015, en partenariat avec la Société COMSAG, nous avons testé un dendromètre de branches (mesures type PEPISTA) sur la modalité ECO. Ce dendromètre mesure la croissance de la branche, en continu, ainsi que les ACD (Amplitudes de Contraction Diurne). Ces 2 variables indiquent l'état hydrique de l'arbre.

Depuis, ce dispositif a aussi été implanté sur la modalité PFI.

3.2 Suivi agrométéo

- Equipement des 2 modalités de 2 postes TCSD COMSAG aussi consultables sur le Web Comsag. Le tableau ci-dessous récapitule toutes les variables récupérées.

	MODALITE ECO INNOVANT	MODALITE TEMOIN	INTERETS
Température sèche	1	1	Vérifier si le micro climat est influencé par la forme des arbres
Hygrométrie	1	1	
Température humide	1	-	
Humectation feuille	1	-	
Pluviométrie	1	-	Suffisant
Anémomètre – Girouette Pyranomètre	Implantés sur une autre parcelle à moins de 200 m		Calcul ETP – Conditions de vent ...
Température sol	1	1	Incidence bâche tissée

4. Résultats 2017

L'année 2017 est la seconde année de production du verger Eco Innovant.

4.1 Gestion de l'enherbement

Les tableaux suivants présentent le nombre et le type d'interventions pour la gestion de l'enherbement ainsi que le cahier d'exploitation. Le désherbage chimique est uniquement utilisé sur la partie PFI afin d'atteindre l'objectif zéro herbicide sur la partie Eco.

Gestion de l'enherbement		
Interventions	PFI	ECO
Désherbage chimique	2	0
Tonte inter-rang (Votex)	3	4
TOTAL	5	4

4.2 Protection phytosanitaire

Pour cette campagne, nous avons poursuivi la différenciation du matériel de pulvérisation et des doses utilisées pour les deux modalités. La modalité ECO a été traitée avec un pulvérisateur

tangentiel à 400 l/ha, à des doses adaptées selon les bio-agresseurs et leurs pressions. Pour la modalité PFI, nous utilisons un pulvérisateur classique à 750 l/ha avec des doses pleines. Ci-dessous, le calendrier de traitements réalisés sur chaque modalité.

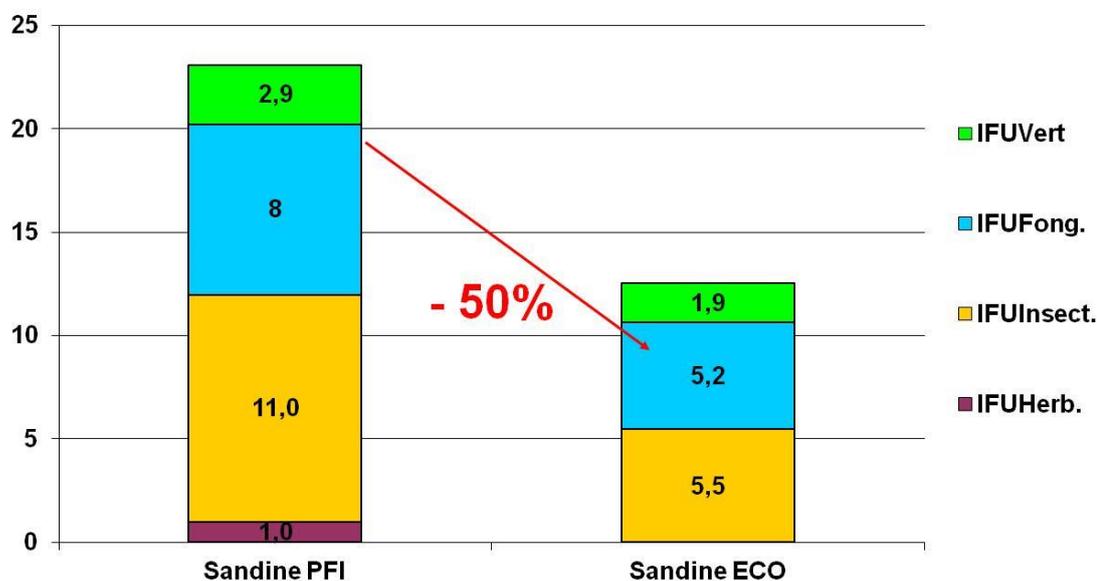
Cahier d'exploitation Sandine 2017		PFI		ECO
		Puvé	Classique	Tangentiel
		Mouillage	750 l/ha	400 l/ha
		Dose	Pleine	Adaptée
30/1	Cloque	BOUILLIE BORD. RSR	6,25	
		31/1 - 5/2	11,5 mm	
13/2	Cloque	ORDOVAL	2,5	1,25
		15/2	1,5 mm	
23/2	Pucerons	SUPREME 20 SG	0,25	0,125
	Stade hiv rav	CATANE	5	2,5
	Cochenilles	ADMIRAL	0,3	0,15
24/2	Cloque	ORDOVAL	2,5	1,25
		27-28/2 et 3/3	17 mm	
8/3	Cloque	SIGMA DG	3	1,5
15/3	Thrips meri	KLARTAN	0,6	0,3
21/3	Cloque	SYLLIT	2,25	1,125
22/3	Top	RAK 5	500	
		23-25/3	62 mm	
29/3	Thrips meri	KARATE ZEON	0,11	
		31/3-2/4	18 mm	
7/4	Oïdium	THIOVIT JET	7,5	3,75
	Cochenilles	MOVENTO	1,9	0,75
	Top	PROCLAIM	2	1
14/4	Acarie	AGRIMEC PRO	0,75	
		HELIOSOL	1,5	
21/4	Oïdium	THIOVIT JET	5	2,5
	Top	PROCLAIM	2	1
		25-26/4	34,5 mm	
		30/4	16,5 mm	
5/5	Oïdium	SIGNUM	0,6	0,3
		6/5	12,5 mm	
		11/5	6 mm	
		18/5	1,5 mm	
26/5	Top	INSEGAR	0,6	
	Oïdium	SIGNUM	0,6	
8/6	Top	CORAGEN	0,175	0,175
		3/6	5 mm	
		15/6	19,5 mm	
		27-28/6	13 mm	
22/6	Top	DELEGATE	Erreur de l'exploit: traitement pas fait	0,24
	Conservation	INDAR EW		0,8
		19-20/7	3 mm	
30/6	Top	DECIS PROTECH	0,83	0,664
	Conservation	LUNA EXP.	0,5	0,4
7/7	Conservation	ROVRAL WG	1	0,8
		13/7	R1	
		17/7	R2	
		20/7	R3	
		24/7	R4	
		27/7	R5	
18/8	Rouille	DITHANE NEOTECH	2	1

Les traitements contre les maladies de conservation ont été réalisés à 80% de la dose ainsi que les derniers traitements contre la tordeuse orientale du pêcher (80 ou 100% de la dose). Les autres traitements sont réalisés à 50% de la dose. Une impasse complète a été réalisée sur les

acariens et des impasses partielles sur le *thrips meridionalis*, la tordeuse orientale et l'oïdium (un traitement non effectué).

La stratégie mise en place a permis de réduire l'IFT chimique de moitié sur la modalité Eco par rapport à la modalité PFI. L'objectif est atteint. La réduction des doses a permis de limiter l'utilisation de produits classés en IFT vert.

ECOPECHE : IFT sur Eco Innovant 2017



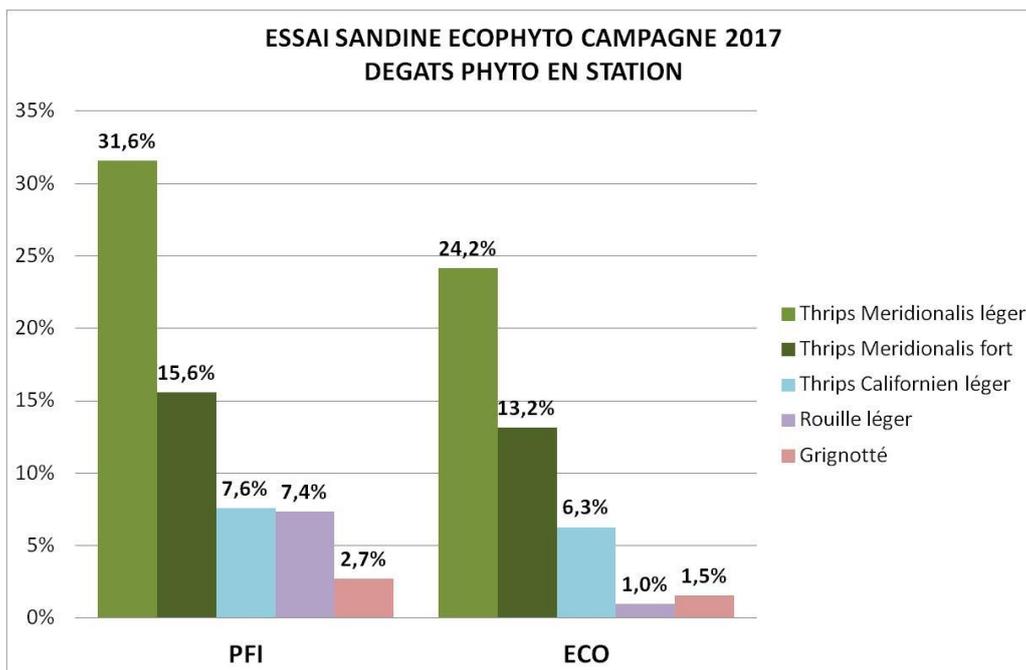
4.2 Suivi des bioagresseurs

Tout comme pour la variété WesternRed, tout au long de la saison, un suivi hebdomadaire de type BSV est réalisé sur les parcelles en essai afin de vérifier leur l'état sanitaire, ce qui nous permet d'appliquer nos règles de décisions et de déclencher ou non les traitements.

En plus de ce suivi hebdomadaire, des notations sont réalisées si nécessaire pour vérifier l'efficacité des traitements réalisés. Nous n'avons pas observé de différences assez marquées pour déclencher des notations au cours de la saison sur les bio-agresseurs comme la cloque, la tordeuse orientale ou les pucerons.

Notations à la récolte

Une notation à chaque passage de récolte est réalisée en station, sur 50 fruits pour chaque répétition par modalité. Tous les types de dégâts sont dénombrés dans un premier temps. Dans un second temps, une seconde notation est réalisée pour estimer les pertes dues aux attaques des différents bioagresseurs. Cette notation permet de ne pas surestimer les pertes calculées directement avec les dégâts phytosanitaires.



La majorité des dégâts observés est imputable au thrips, *meridionalis* surtout mais californien également. On constate que les fruits de la modalité Eco présentent moins de dégâts que ceux de la modalité PFI malgré une impasse tentée et un traitement réalisé à 50% de la dose. On suppose que cette différence est due à la forme des arbres. Dans la modalité Eco les arbres sont plus plats, plus exposés au vent et aux conditions météorologiques qui déplaisent aux thrips. Cependant, aucune des observations n'est statistiquement significativement différente entre les deux modalités.

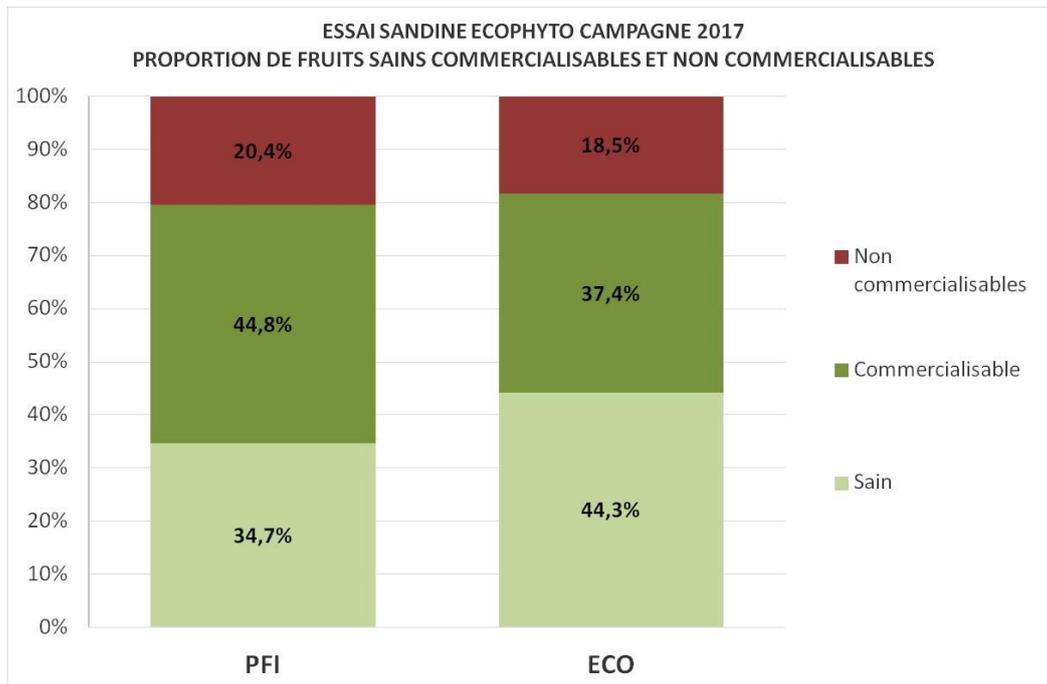
Des dégâts importants de rouille sont également observés dans la modalité PFI, et sont beaucoup moins importants dans la modalité ECO. La différence est statistiquement significative. Tout comme précédemment pour le thrips, la protection a été allégée dans la modalité ECO. Les traitements réalisés n'ont pas été spécifiques à la rouille mais les traitements dirigés contre l'oïdium avec le SIGNUM ont une efficacité secondaire. Deux traitements ont été réalisés en PFI ; un seul à demi-dose sur la modalité ECO. Cette différence de dégâts peut s'expliquer aussi par la forme des arbres, plus plate en ECO, donc plus aérée, mais peut-être également par le système d'irrigation. En effet, la partie ECO qui est en goutte à goutte sous la bâche tissée, serait moins humide et le feuillage moins touché lors des irrigations ce qui limiterait la contamination et la propagation de la rouille.

Les fruits grignotés sont des fruits qui ont été mangé par un ravageur mais que nous n'avons pas pu identifier. Des attaques d'escargots et / ou de criquets sont suspectés.

Concernant la notation « qualité commerciale », elle a été réalisée selon 3 classes :

- les fruits sains sans symptômes,
- les fruits commercialisables avec des symptômes acceptables jusqu'en catégorie 2,
- les fruits non commercialisables qui présentent des symptômes entraînant un déclassement (blessures d'épidermes et/ou symptômes très concentrés).

Les quantités de fruits non commercialisables et sains ne sont pas significativement différentes entre les deux modalités.



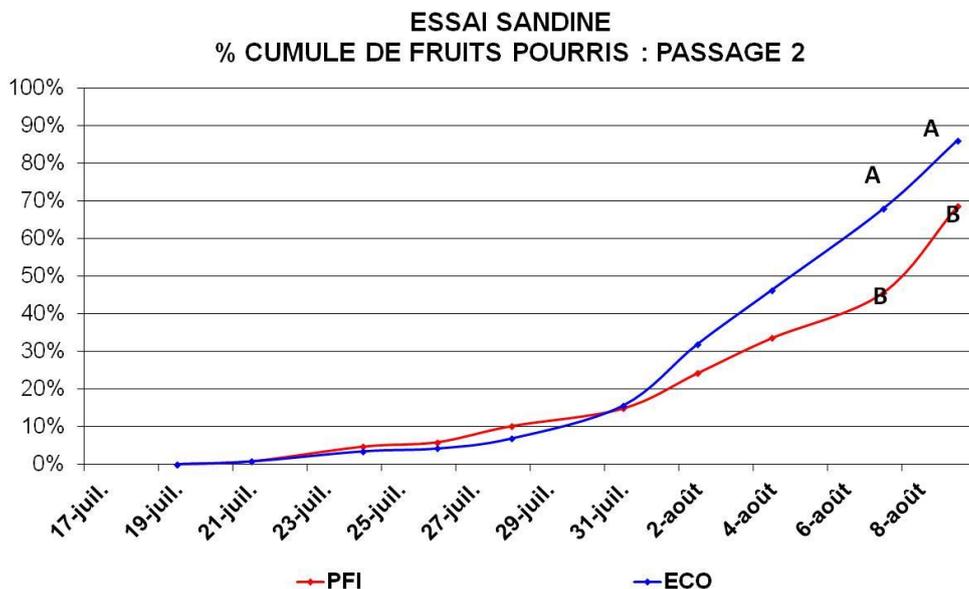
Les fruits non commercialisables comprennent les dégâts de thrips forts ainsi que les grignotages qui ont amenés à un déclassement automatique des fruits. Les pertes sont équivalentes dans les deux modalités et restent importantes.

Les dégâts commercialisables comprennent tous les autres défauts notés légers et la quantité de fruits commercialisables est plus importante dans la modalité PFI.

Le pourcentage de fruits sains est supérieur dans la modalité ECO mais non significatif.

Notations post-récolte

Le suivi de l'évolution des fruits en post-récolte pour voir le comportement des maladies de conservation en chambre climatisée. Les prélèvements de fruits ont eu lieu sur le plus gros passage de récolte, soit le second. Six répétitions de 44 fruits par modalité du calibre dominant et de maturité comparable ont été observées.



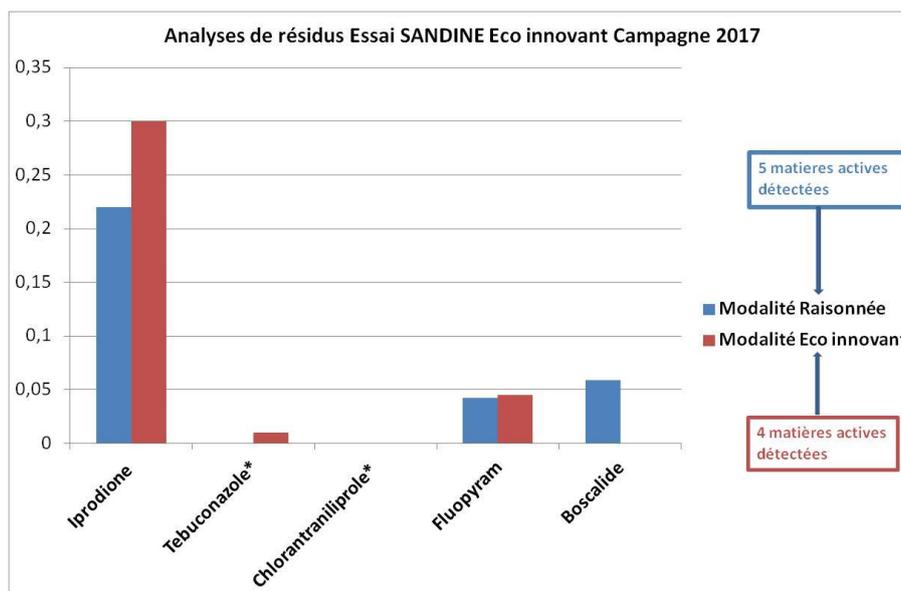
Les deux modalités ont reçu deux traitements contre les maladies de conservation. Les traitements de la modalité ECO ont été effectués à 80% de la dose avec un mouillage de 400l/ha. Suite à une erreur, un traitement n'a pas été fait sur la modalité PFI.

On ne constate des différences significatives dans la vitesse de pourrissement qu'au bout de 3 semaines de conservation. La modalité Eco pourrait alors plus vite que la modalité PFI. Les fruits étant d'un calibre plus petit, ils présentaient sans doute moins de microfissures, favorables au développement du monilia. Il manque un traitement sur les fruits PFI, suite à l'erreur expliquée précédemment.

Le monilia est le champignon dominant dans les deux modalités.

5.3 Analyses de résidus

Avant la récolte une analyse de résidus est réalisée. Les fruits sont prélevés la veille du premier passage de récolte et envoyés pour analyse à un laboratoire spécialisé.



Cinq matières actives ont été détectées pour les fruits de la modalité raisonnée et quatre pour ceux d'Eco. Dans tous les cas le seuil de la LMR n'est jamais dépassé.

L'Iprodione (ROVRAL WG) est retrouvé en plus grande quantité dans la partie ECO. Ce traitement a été réalisé à 80% de la dose pour la modalité ECO contre 100% en PFI. Ce décalage pourrait être le résultat d'une plus grande proportion de bouillie atteignant la cible (produit plus concentré, arbres plus plats), ou bien un effet de prélèvement.

4.4 Fertilisation

Le mode d'apport et les bilans annuels diffèrent entre les 2 modalités. Sur la modalité PFI, les apports sont faits au sol, en localisé sur la bande désherbée et fractionnés. Sur la modalité Eco-Innovant, les arbres sont fertilisés par fertirrigation. Le tableau ci-dessous récapitule les apports.

	Unités N H/ha	Unités P2O5/Ha	Unités K2O/Ha
Bilan annuel PFI	160	60	240
Bilan annuel ECO	121	39	182
% de réduction Eco/Raisonné	-24%	-35%	-24%

Les apports d'éléments fertilisants ont été réduits de 25 à 35% sur la modalité Eco selon les éléments. Cette année, les arbres n'étaient pas très poussant, une taille en vert n'a pas été nécessaire sur la modalité ECO. Un excès d'eau en début de saison et peut-être le manque de fertilisation peuvent avoir joué. Pour ne pas pénaliser les arbres sur les prochaines campagnes, les deux modalités seront traitées de la même manière.

4.5 Irrigation

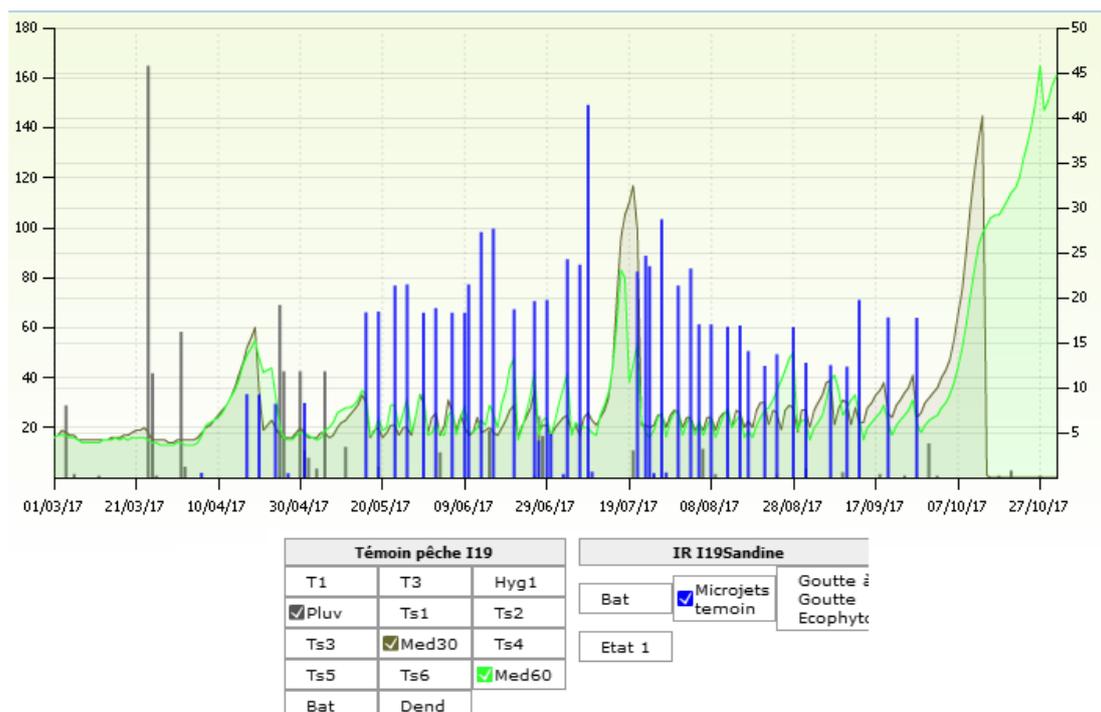
Les 2 systèmes d'irrigation choisis engendrent des rythmes d'apport différents pour optimiser l'efficacité. Les apports sont hebdomadaires à bi hebdomadaires pour la modalité PFI et calculés selon la méthode bilan hydrique, modulés par les tensiomètres. Les apports sont journaliers pour la modalité Eco (deux à trois fois par jour). Le tableau suivant récapitule les quantités totales apportées.

Modalité	Quantité apportée (mm)	Total Pluies (avril à septembre) (mm)
PFI	787	132
ECO	612	
% de réduction Eco/PFI	-22%	

Le graphique ci-dessous indique la médiane des relevés tensiométriques à 30 et 60 cm (Med30 et Med60), la pluviométrie et les apports d'eau réalisés sur la modalité PFI sur l'essentiel de la période d'irrigation.

Le printemps assez pluvieux surtout fin avril/début fin, nous avait obligés à arrêter les irrigations. L'automne a été très sec (premières pluies début novembre) ce qui a contraint à irriguer jusque tard dans la saison (début octobre).

Pluviométrie, irrigation et tensiométrie, Sandine PFI 2017

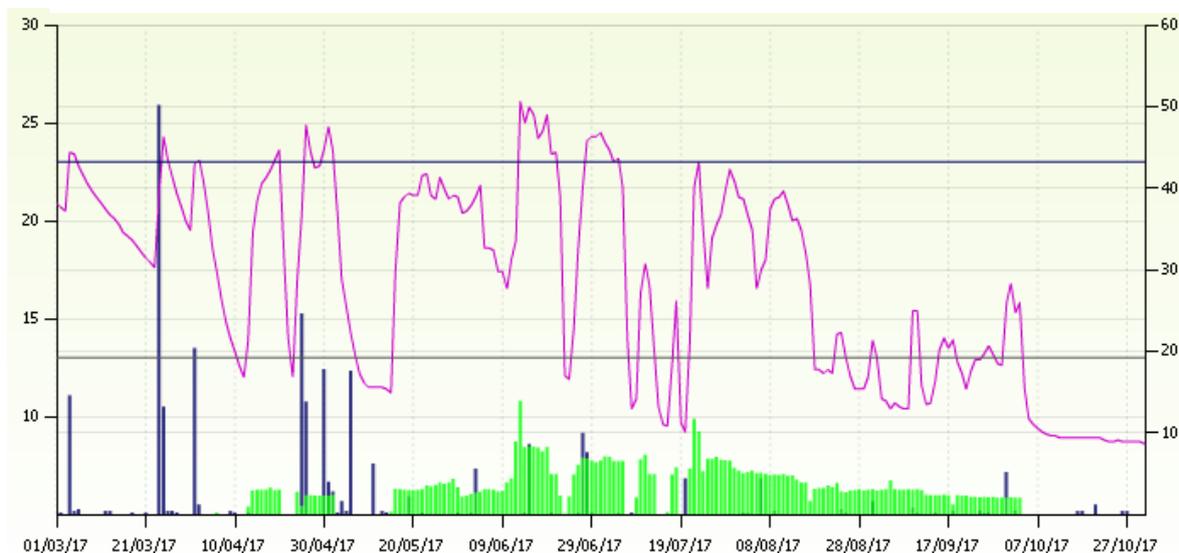


L'irrigation sur la modalité PFI est bien gérée. Au vue du comportement des courbes (Med30 = médiane des tensiomètres à 30 cm et Med60 = médiane à 60 cm), les tensions du sol sont correctes et toujours maintenues à un seuil de 30 cb. Autour du 10 juillet, proche de la récolte, on constate une forte augmentation des tensions et une absence d'arrosage. Un problème technique avec le panneau solaire à empêcher l'ouverture et la fermeture des sondes. Bien que ces

technologies soient très confortables, il est indispensable d'effectuer des contrôles réguliers des équipements.

Sur la graphique suivant sont représentés les irrigations et la pluviométrie sur l'essentiel de la période. La sonde Decagon 2 est la sonde capacitive située à 30 cm de profondeur ainsi que le seuil de capacité au champ et de recharge. Le seuil de capacité au champ de la parcelle a été placé suite aux observations d'hiver. L'objectif est de situer la courbe entre la capacité au champ (courbe Cap.Champ 2) et la Réserve Facilement Utilisable (courbe Recharge, 2/3 de la CAC) soit dans notre cas entre 23% et 13% d'eau à 30 cm de profondeur.

Pluviométrie, irrigation et tensiométrie, Sandine Eco, 2017



Ecophyto pêche I19			IR I19Sandine	
T1	T2	T3	Bat	Microjets témoin
Hyg1	<input checked="" type="checkbox"/> Pluv	Hum		<input checked="" type="checkbox"/> Goutte à Goutte Ecophyto
Dend	Decagon1	<input checked="" type="checkbox"/> Decagon2	Etat 1	
Decagon3	Cap. Champ 2	<input checked="" type="checkbox"/> Recharge 2		

Nous sommes partis de l'hypothèse que la modalité Eco, conduite en mur fruitier, est moins volumineuse que la modalité PFI et aurait donc besoin de moins d'eau. Des mesures de volume de frondaison ont montré que ce volume était inférieur de 40% pour les arbres ECO par rapport aux PFI en début de saison. Une réduction de 40% du coefficient cultural sur la modalité ECO a donc été mise en place en début de saison. Cependant, au cours de la saison grâce à une surveillance des arbres complémentaires à la surveillance des sondes, les arbres paraissaient souffrir de la sécheresse, nous avons atténués la restriction d'eau effectuée. Elle est au final en moyenne de 20% sur la saison.

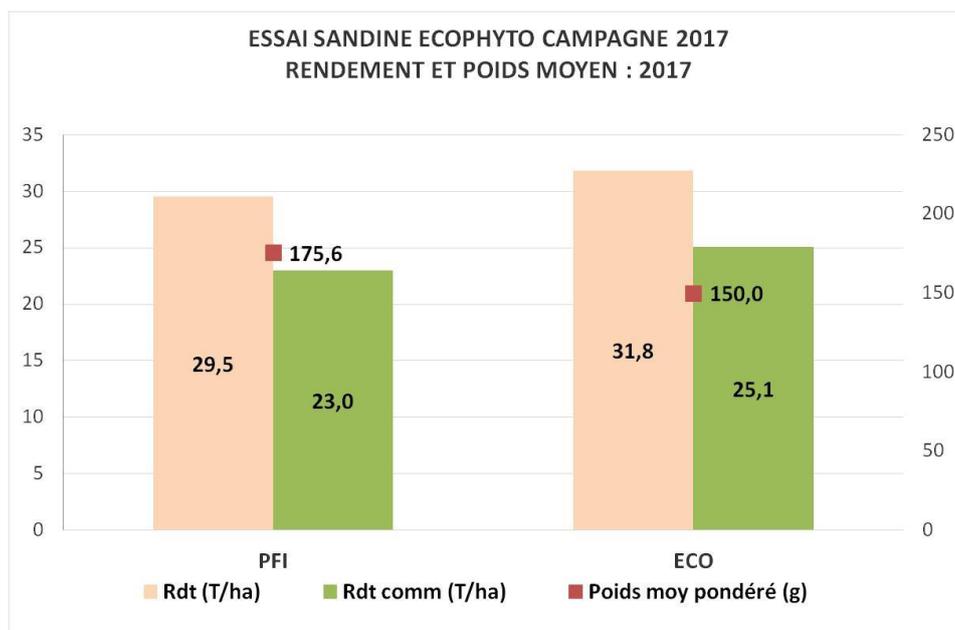
Mis à part quelques petits incidents techniques, la courbe est globalement maintenue dans l'intervalle fixé plus haut. A partir de mi-août, les valeurs sont plus basses et flirtent plus avec le seuil car la récolte était, les apports d'eau avaient été diminués car les besoins des arbres après récolte sont diminués.

4.6 Résultats agronomiques

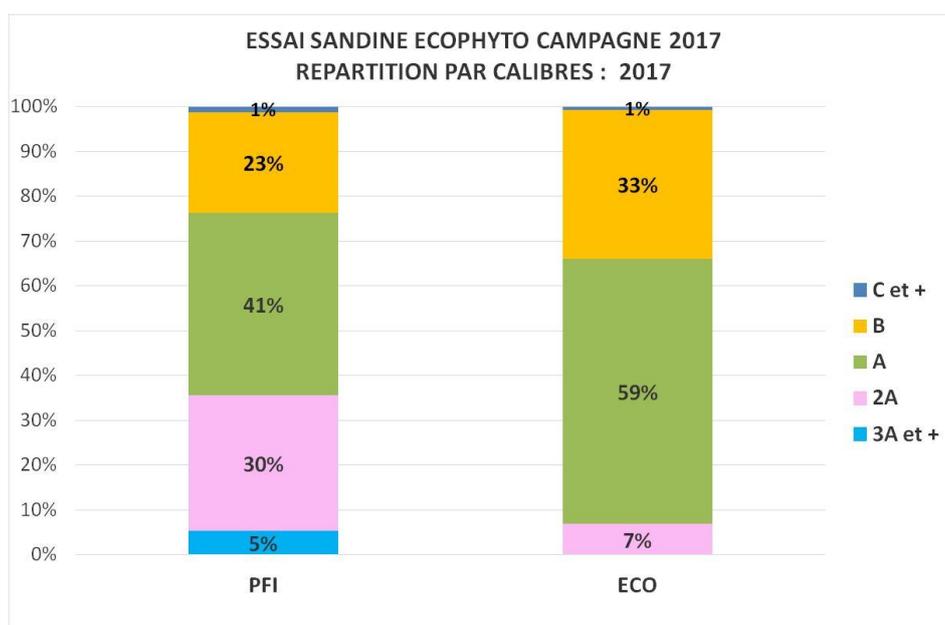
Cette campagne est la seconde année de production intéressante et significative. La production est satisfaisante pour les deux modalités bien qu'un peu en dessous du potentiel de production de cette variété pour un verger de cet âge.

Le graphique ci-après récapitule la production brute de la campagne et la production commercialisée. Les rendements totaux et commercialisés ne sont pas significativement différents

entre les deux modalités. Les fruits de la modalité PFI sont significativement plus gros que ceux de la modalité Eco.



Le graphe ci-dessous représente la répartition des fruits par calibre. La proportion de fruits de calibre A est significativement différente entre les deux modalités. Même si le calibre A est dominant dans la modalité Eco, la proportion en 2A est plus faible et la proportion de B plus importante, ce qui est plus gênant dans la commercialisation. Il semblerait que les différents stress hydriques et la diminution de la fertilisation ait pu jouer sur les calibres. Cette différence de répartition de calibres explique la différence de poids moyens significatifs.

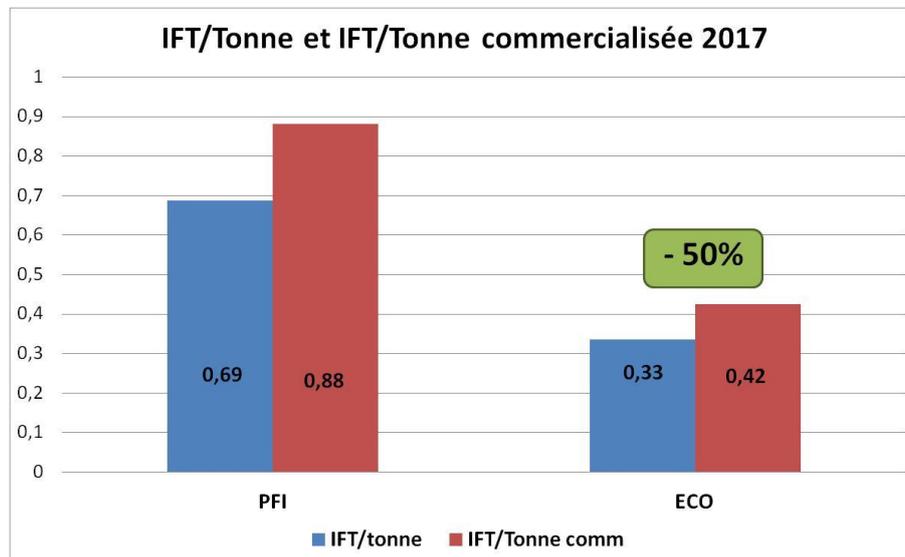


Sur chaque passage de récolte, 20 fruits par répétitions du calibre dominant de la modalité sont analysés par le robot Pimprenelle.

Modalité	Fermeté	Acidité	Indice de réfraction
PFI	5,5 ^a	4,7	11,5
ECO	4,4 ^b	5,2	10,0

La modalité PFI semblait avoir un peu d'avance de maturité par rapport à la modalité ECO. Les fruits sont récoltés à la même date et n'ont donc pas forcément le même niveau de maturité. Les différences observées ne sont cependant pas significatives.

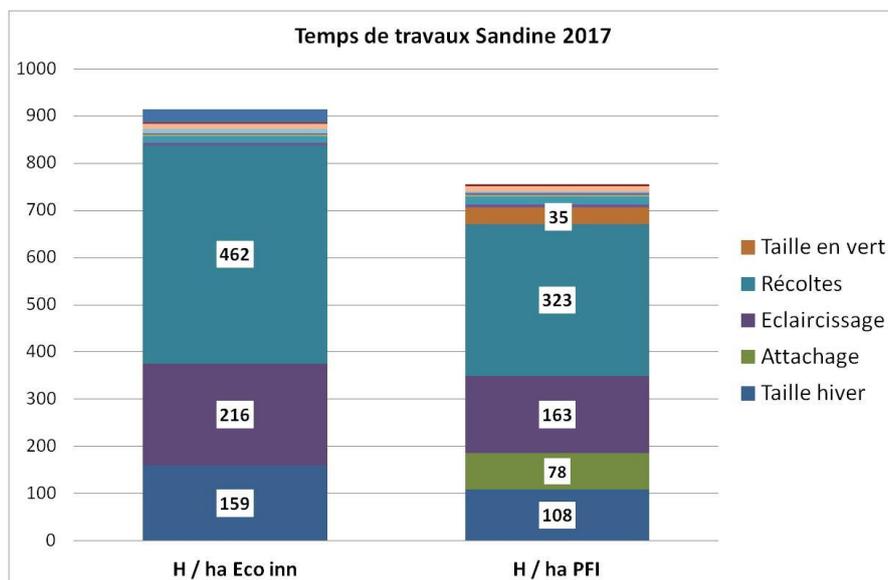
Le graphe suivant présente les IFT par tonne produite et tonne commercialisée. C'est un indicateur de la performance du système.



Les bons résultats du système du point de vue phytosanitaire sont confirmés : on observe division de moitié de l'IFT par tonne produite et tonne commercialisée. Le système Eco est plus efficace du point de vue des intrants phytosanitaires que le système PFI. Cela pourrait s'expliquer par la pulvérisation tangentielle qui permet de mieux cibler l'apport du produit à la plante, mais également par une production plus importante qui en plus de la diminution des PPP permet de faire diminuer ce ratio. Les pertes de fruits étant moins importantes dans la modalité ECO, le ratio IFT/Tonne commercialisée reste meilleur par rapport à celui de PFI.

4.7 Temps de travaux

Toutes les interventions qui ont lieu dans la parcelle sont enregistrées et comptabilisées pour être analysées.



La modalité Eco a généré plus de temps de travail : la densité de plantation et la conduite en mur fruitier entraîne une augmentation du temps nécessaires à ces tâches. La modalité Eco réalise un tonnage à l'hectare équivalent à la modalité PFI mais avec un nombre de fruits plus important (210 000 contre 170 000) et qui plus est, avec un calibre plus petit: il y a donc plus de fruits à ramasser et il faut plus de temps pour ramasser un même poids de pêche pour la modalité ECO. Cette modalité entraîne 200h de travail de plus que la moyenne observée dans les vergers classiques (710h, EFI®).

Les travaux de taille s'équilibrent entre les deux modalités : la taille en hiver est plus longue pour les arbres Eco mais les arbres PFI nécessitent une taille en vert.

4.8 Résultats économiques

Le tableau suivant présente les résultats économiques. Le prix de vente considère le prix de vente au kilo des données SNM une semaine après le plus gros passage de récolte (31/07/2017) et est pondéré en fonction du calibre. Le coût intègre les coûts de la main d'œuvre, des intrants et les charges de mécanisation.

	Prod. T/ha	Prix vente bord champs	Prix moyen au kilo	Coût bord champs	Coût moyen au kilo	Marge opérationnelle	Marge au kilo
PFI	23	25 177 €	1,10 €	12 412 €	0,54 €	12 946 €	0,56 €
ECO	25,1	24 831 €	0,99 €	13 929 €	0,55 €	11 016 €	0,44 €
Ecart ECO/PFI	9%	-1%	-10%	12%	3%	-15%	-22%

La modalité Eco a coûté plus chère à produire du fait du temps d'éclaircissage et de récolte plus importants. Ramenés au kilo de fruits, le surcoût est néanmoins négligeable. Elle rapporte 10% de moins au kilo car ses fruits sont principalement de calibre A contre 2A pour la modalité PFI. La marge opérationnelle est au final 15% inférieure à la modalité PFI, 22% inférieure si l'on considère la marge au kilo.

5. Conclusions et perspectives

Cette année est la seconde campagne significative où des premières conclusions semblent se profiler.

Malgré des pertes importantes cette années dues au thrips, les dégâts restent moins importants dans la modalité ECO.

La stratégie phytosanitaire et les leviers mis en œuvre semblent efficaces puisque la quantité de fruits sains est significativement meilleure pour la modalité ECO. Rappelons que malgré le thrips, l'année d'un point de vue phytosanitaire a été une année relativement « facile » sur les principaux bio-agresseurs.

Les réductions hydriques entamées cette saison étaient un peu ambitieuses et la technique de réduction un peu empirique. L'objectif de réduction était de 40% sur la saison déterminée à partir des mesures foliaires. La surveillance régulières des arbres et des sondes ont montrés que l'ont « jouait » avec le feu. Au final la réduction a été de 20%.

En 2018, nous débuterons avec une restriction de 20%. Nous nous autoriserons d'aller au-delà si l'on juge qu'il n'y aura pas de risques pour la récolte et les arbres car l'irrigation n'est pas un intrant sur lequel on veut réduire. De plus, nous avons montrés avec l'essai WesternRed que ce levier n'est pas des plus pertinents et efficace à utiliser.

Il en est de même pour la fertilisation. Il n'y aura peu voire pas de différenciation sur la modalité Eco pour les même raisons que l'irrigation.

D'un point de vue agronomique, la modalité Eco se montre plus productive et autant performante que la modalité PFI avec une marge de progrès à faire essentiellement sur la répartition de calibre.

En revanche, lors de l'analyse économique la modalité Eco n'est plus autant performante, notamment à cause de la répartition de calibre moins bien valorisée et qui augmente les coûts de production.

Malgré deux campagnes significatives d'observations, il est nécessaire de poursuivre et multiplier autant que possible les observations pour pouvoir tirer des conclusions.

A L'ECHELLE DES SITES EXPERIMENTAUX

Présentez les résultats obtenus à l'échelle des sites du projet en utilisant la trame ci-dessous.

Nom du site expérimental - Localisation	Station régionale d'expérimentation fruits et légumes Sica CENTREX Mas FAIVRE 66440 TORREILLES
Contact - coordonnées	Eric HOSTALNOU Chambre d'agriculture des Pyrénées Orientales/Sica CENTREX e.hostalnou@pyrenees-orientales.chambagri.fr 04.68.35.74.16

A. Modification du dispositif expérimental

Préciser si des modifications au niveau des sites expérimentaux et des systèmes de cultures testés ont eu lieu en 2017. Si tel est le cas, indiquer la nature et le contexte de ces changements.

L'objectif est de travailler sur la réduction des intrants phyto soit directement (méthodes alternatives, réductions de doses, impasses...) soit indirectement (prophylaxie, fertilisation et irrigation à condition que l'impact soit direct sur les phytos...).

En 2013 et 2014

Modalité PFI 100 % : objectif suivre les pratiques « moyennes » des producteurs en se basant sur des observations hebdomadaires en saison et les « avertissements » établis par le service technique de la chambre d'agriculture. Sur cette modalité, le rang est entretenu par désherbage chimique (pratique majoritaire chez les arboriculteurs).

Modalité ECO 50 % : objectif à partir de la modalité PFI 100 % essayer par l'utilisation de méthodes alternatives, réduction de doses, impasses, haie multi-espèces, bandes fleuries... d'atteindre une IFT inférieure de 50 % à la modalité de référence. Sur cette modalité, le rang est entretenu mécaniquement (tonte).

En 2015 et 2016

Compte tenu de la faible vigueur observée sur la modalité non désherbée et pour pérenniser les observations, il a été décidé de faire évoluer le dispositif expérimental au niveau de l'entretien du rang

Chacune des 2 modalités initiales ont été divisées en 2 afin de vérifier le comportement

- d'un verger désherbé depuis la plantation et conduit en PFI
- d'un verger enherbé depuis la plantation et conduit en ECO
- d'un verger désherbé les 2 premières années et enherbé à partir de la 3ème année et conduit en ECO
- un verger enherbé les 2 premières années et désherbé à partir de la 3ème année et conduit en PFI

En 2017, la division de la parcelle en 4 modalités est maintenue. Par contre, les systèmes de culture ont été modifiés

. La modalité PFI est maintenue. C'est la modalité de référence qui permet de positionner les résultats des autres modalités à une référence standard de production conventionnelle raisonnée.

. Une des 2 modalités ECO est maintenue. C'est la modalité qui correspond aux objectifs de l'AAP expé-écophyto à savoir la réduction de 50 % des IFT chimiques

. Une des 2 modalités ECO évolue et se rapproche d'une conduite en AB au niveau des interventions de protection phytosanitaires on l'appellera ECO +

. Une des 2 modalités PFI évolue avec un nouvel objectif, l'obtention de fruits présentant « 0 résidus de pesticides » dans les fruits on l'appellera « 0 RES »

Ces différentes modifications sont la conséquence des échanges avec l'IR et les agriculteurs membres du réseau fermes dephy pêche 66 et avec les responsables des Organisations de Producteurs qui sont de plus en plus intéressés et attentifs à cet essai expé-écophyto. Ils attendent que les résultats de cet essai leur permettent d'adapter leurs stratégies aux nouvelles attentes sociétales et de la distribution.

D'autre part en matière de fertilisation et d'irrigation pour essayer de compenser les écarts de comportement des différentes modalités initiées par l'entretien des premières années, le choix a été fait de conduire toutes les modalités avec la même stratégie de fertilisation et d'entretien du rang à savoir une stratégie en agriculture conventionnelle.

B. Bilan de la campagne

Après avoir rappelé les objectifs de chaque système expérimenté, décrire de façon synthétique les travaux réalisés, les résultats de la campagne 2017 et indiquer les faits marquants de l'année :

- *bilan climatique et pressions biotiques de la campagne écoulée,*
- *échec/réussite de la mise en œuvre des leviers d'action ou règles de décision prévues,*
- *niveau de satisfaction des objectifs en termes d'IFT, de rendement, de qualité, de maîtrise des bioagresseurs...,*
- *perspectives, actions correctives.*

1. dispositif Expérimental

Le dispositif est actuellement composé de 4 modalités. Plantation Janvier 2013

Modalités :

PFI : modalité désherbée sur le rang depuis la plantation. Protection phytosanitaire proche de celle d'un arboriculteur en production raisonnée. Peu de méthodes alternatives courantes (confusion anarsia, piégeage massif cératite, 1 application de soufre/oïdium)

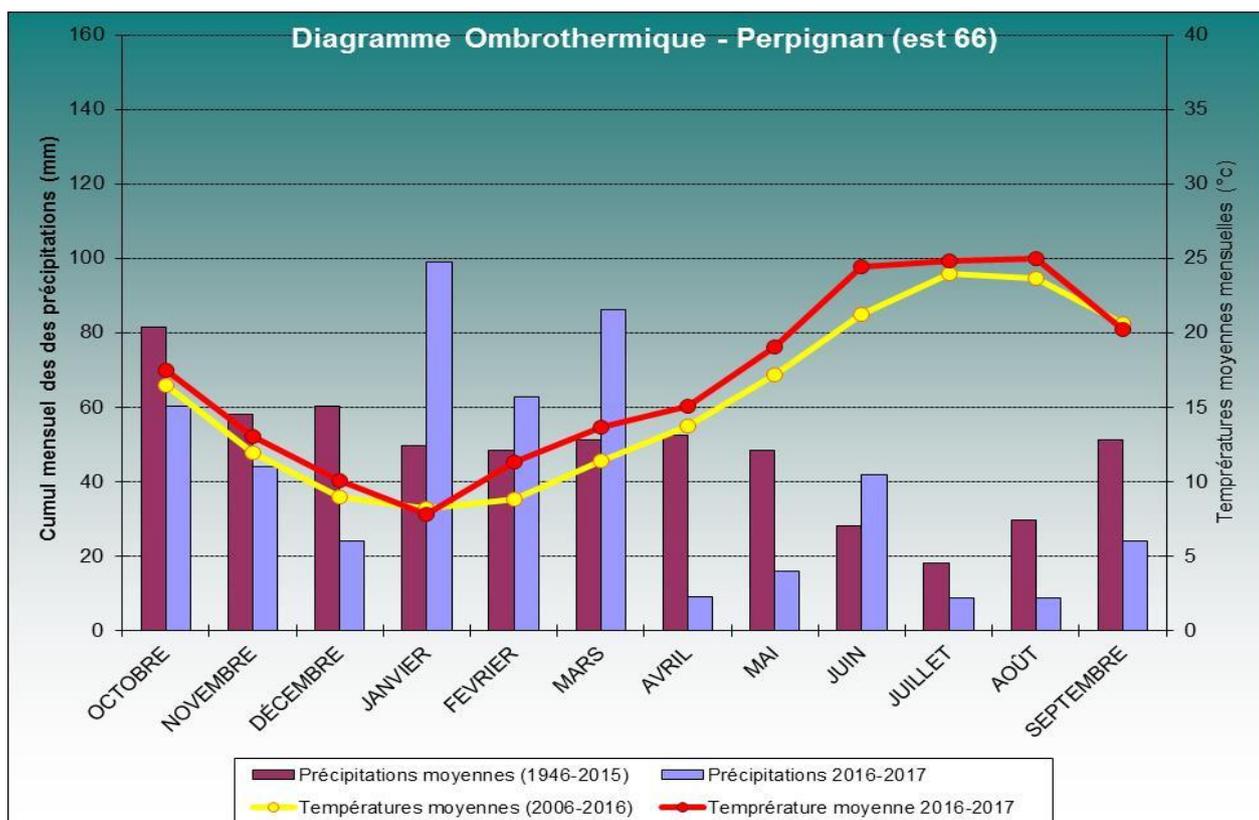
0 RES : modalité 0 résidus de pesticides dans les fruits, désherbée sur le rang à la plantation , enherbée de Janvier 2015 à Décembre 2016 puis à nouveau désherbée. Au niveau de la protection phytosanitaire en début de saison et après récolte, la stratégie de cette modalité est identique à celle de la modalité PFI. A l'approche de la récolte, la stratégie est proche d'une stratégie AB moins certains produits qui laissent des traces de résidus à la récolte (spinosad).

ECO : modalité enherbée sur le rang à la plantation puis désherbée à partir de Janvier 2015

Utilisation autant que possible de méthodes alternatives (argile/puceron, soufre/oïdium, sérénade/monilia). Protection phytosanitaire conventionnelle si forte pression et risque important de perte de récolte ou de végétation (1 intervention Monilia fruits en 2017)

ECO + : modalité enherbée sur le rang depuis la plantation et désherbée depuis Janvier 2017. Comme pour la modalité ECO, protection phytosanitaire avec objectif de réduction de 50 % des IFT mais en n'utilisant que des produits de protection phytosanitaire contre les bioagresseurs utilisables en AB

2 Bilan climatique 2017



Hiver 2016 /2017 : arrosé, moyennement froid (825 h)

Printemps : chaud, peu venté

Vague de froid fin avril (nuit 21 avril - 0,5° t humide, Canigou blanc le 27 avril)

Été chaud et sec

3 LES TRAVAUX REALISES EN 2017

Malgré le fait qu'on se trouve en 5^{ème} feuille, la charge a été moyenne à faible pour la variété notamment sur les 2 modalités enherbées depuis la plantation. Les arbres enherbés au cours des deux premières années de plantation présentent un volume significativement inférieur à ceux qui ont été désherbés dès la plantation.

Les mesures de circonférence de tronc montrent pourtant un retour à une certaine homogénéité entre les modalités mais la croissance des branches semble en retard par rapport à la croissance des troncs.

L'hétérogénéité de la charge n'est donc pas due aux stratégies de protection phytosanitaires et aux différents systèmes de culture mis en place depuis ces deux dernières années. Mais ce sont les conséquences des décisions prises à la plantation en matière d'entretien du rang. Il n'est donc pas possible de travailler à la comparaison entre les modalités sur la base du niveau de rendement. Par contre, on peut travailler sur l'impact direct des bioagresseurs sur les fruits, impact qui se traduit par des écarts de tri.

3.1 LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE

La climatologie de l'année a été marquée par un mois de Janvier plutôt froid, puis des températures au dessus des moyennes jusqu'à la récolte. En matière de précipitations, elles ont été supérieures à la moyenne de Janvier à mars puis globalement déficitaires.

Calendrier de protection phytosanitaire des 4 modalités

date	Ravageur/maladie	PFI	0 RES	ECO	ECO +
19-janv	cloque	BB RSR	BB RSR	BB RSR	BB RSR
10-févr	cloque	BB RSR	BB RSR	BB RSR	BB RSR
21-févr	cloque + puceron vert	BB RSR	BB RSR	BB RSR	BB RSR
		Acakill	Acakill	Acakill	Acakill
27-févr	cloque	Ordoval			
	pucerons	supreme			
01-mars	cloque			BB RSR	BB RSR
	pucerons			Acakill	Acakill
09-mars	cloque	Ordoval	Ordoval	BB RSR	BB RSR
	pucerons			Acakill	Acakill
17-mars	cloque	Syllit	Syllit	Champ flo	Champ flo
	Thrips	karate zeon	karate zeon		
30-mars	oidium	bogard	bogard		
	oidium			curatio	curatio
	pucerons			argile	argile
10-avr	oidium	thiovit jet	thiovit jet	thiovit jet	thiovit jet
	pucerons	tepeki	tepeki		
	pucerons			argile	argile
21-avr	oidium	indar	indar	thiovit jet + argile	thiovit jet + argile
04-mai	oidium	indar	indar		
26-mai	oidium	signum + affirm	thiovit jet + delfin	thiovit jet + delfin	thiovit jet + delfin
09-juin	cératite	décis trap	décis trap	décis trap	décis trap
07-juil	thrips + monilia	luna + jokari	serenade	serenade	serenade + succes
17-juil	thrips + monilia	success 4 + switch	serenade	success 4 + switch	serenade + success 4
05-sept	pucerons	karate zeon	karate zeon	karate zeon	success

La modalité PFI a fait l'objet d'une protection classique dans un contexte de pression cloque et oidium moyennes, de pression puceron et monilia fruits faibles.

Cette pression parasitaire globalement faible est liée aux conditions pédoclimatiques de la zone. Cette année, les précipitations de Février et de Mars ont fait craindre une forte pression cloque d'où la décision d'appliquer une stratégie de bon niveau de protection sur les modalités PFI et « 0 Résidus ». Mais malgré des conditions humides, les comptages ont montré des niveaux de dégâts très faibles.

Pour la modalité PFI, sur toutes les spécialités commerciales utilisées, seul le soufre, la confusion sexuelle anarsia et le piégeage massif cératite sont comptabilisés en IFT biocontrôle .

Au final, la modalité PFI présente un IFT total hors herbicide de 21 dont 4 IFT vert.

La modalité 0 Résidus a fait l'objet d'une protection proche de la modalité PFI jusqu'au 26 Mai. De cette date jusqu'à la récolte, seuls des produits de bio contrôle ne présentant pas de risque de laisser des traces de résidus de pesticides dans les fruits ont été utilisés.

Au final, la modalité 0 Résidus présente un IFT total hors herbicide de 19 dont 8 IFT vert.

La modalité ECO a fait l'objet d'une protection allégée si on la compare à la modalité PFI. Ce fut le cas pour la protection contre l'oidium, le monilia sur fruits (avec une intervention contre 3), le

thrips (avec 1 intervention contre 2). Au final, la modalité ECO présente un IFT total hors herbicide de 18 dont 13 IFT vert.

La modalité ECO + s'inspire de la modalité ECO avec en plus l'objectif de n'utiliser que des produits autorisés en agriculture biologique.

Pour l'oïdium on n'utilise que du soufre, pas d'aphicide ni d'anti monilia de synthèse.

Au final, la modalité ECO + présente un bilan de 19 IFT total hors herbicide, dont 14 IFT vert.

Pour cette 5^{ème} année de plantation, la protection phytosanitaire hors herbicide montre pour les 3 modalités une réduction significative des IFT chimiques comparées à la modalité PFI.

Il faut également noter que la modalité PFI se situe sur des niveaux standard si on la compare aux IFTs du réseau fermes pêche 66.

	IFT Total HH		IFT Chimique HH		IFT Vert HH	
PFI	21		17		4	
0 RES	19	-9.5%	11	-35%	8	+100%
ECO	18	-14%	5	-70%	13	+225%
ECO +	19	-9.5%	5	-70%	14	+250%

L'objectif de réduction de 50 % des IFT chimiques est atteint et même dépassé pour les 2 modalités ECO

3.2 L'ENTRETIEN DU SOL

Tout au cours de cet essai, des modifications ont été apportées sur la stratégie d'entretien du rang avec toujours 2 solutions : soit l'entretien par herbicide, soit l'entretien par tonte.

Le tableau ci-dessous permet de suivre ces évolutions entre 2013 et 2017

	2013	2014	2015	2016	2017
PFI			ENHERBE		
0 RES					
ECO	ENHERBE				
ECO +	ENHERBE				

Entre 2013 et 2016, 2 modalités n'ont pas connu de changement de stratégie. Il s'agit de la modalité 0 Résidus qui a été désherbée tous les ans et de la modalité ECO + qui a été enherbée depuis la plantation.

2 modalités ont vu leur entretien évoluer avec la modalité PFI désherbée de la plantation à fin 2014 puis enherbée jusqu'à fin 2016 et la modalité ECO + enherbée de la plantation à fin 2014 puis désherbée.

Ces évolutions du dispositif au niveau de l'entretien du rang ont permis dans un premier temps de montrer et de quantifier l'effet pénalisant de l'enherbement du rang par rapport à une conduite désherbée et ce sans faire varier l'alimentation hydrominérale.

Puis dans un second temps, une relative réversibilité des effets de ces stratégies comme le montre le graphique de l'évolution des circonférences des troncs.

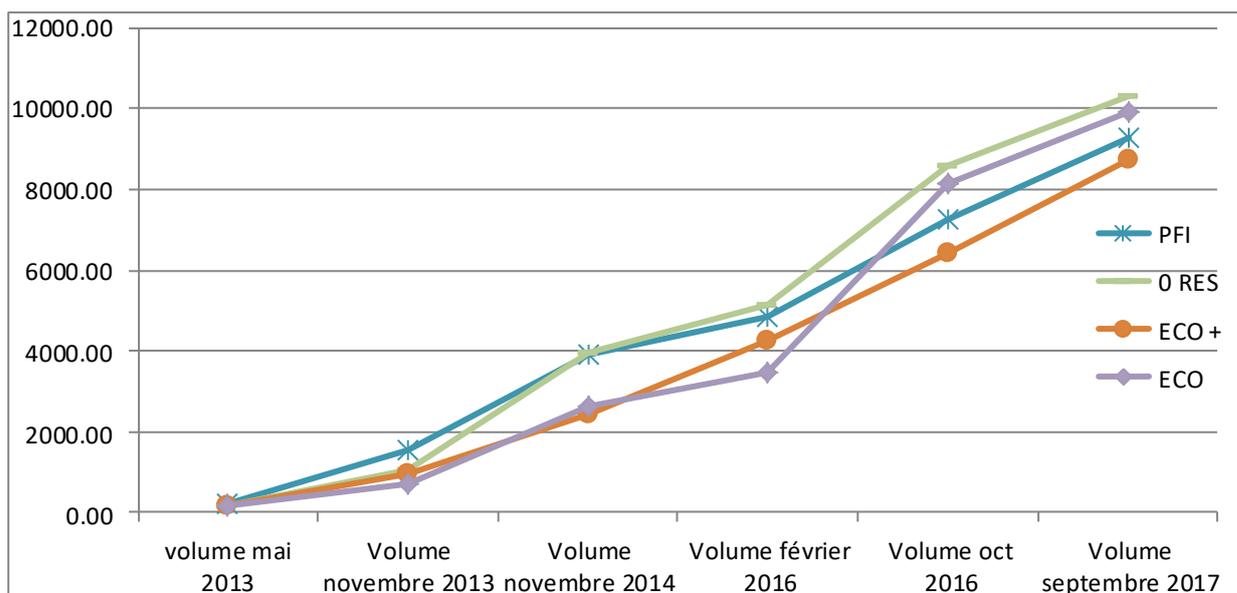
Mais globalement, l'effet trop pénalisant de l'enherbement du rang a conduit à supprimer ce mode d'action et généraliser l'utilisation d'herbicides à partir de début 2017 sur toutes les modalités.

On observe d'ailleurs que le retour à une conduite unique du rang, à savoir le désherbage, a généré une croissance significative sur toutes les modalités.

On peut en conclure :

- Que l'impact de l'enherbement du rang sur la croissance des arbres a été proportionnel à la durée pendant laquelle s'est exprimée cette concurrence
- Que la réaction est quasi immédiate dans un sens avec une perte de vigueur mais aussi dans l'autre avec un gain de vigueur en fonction du traitement

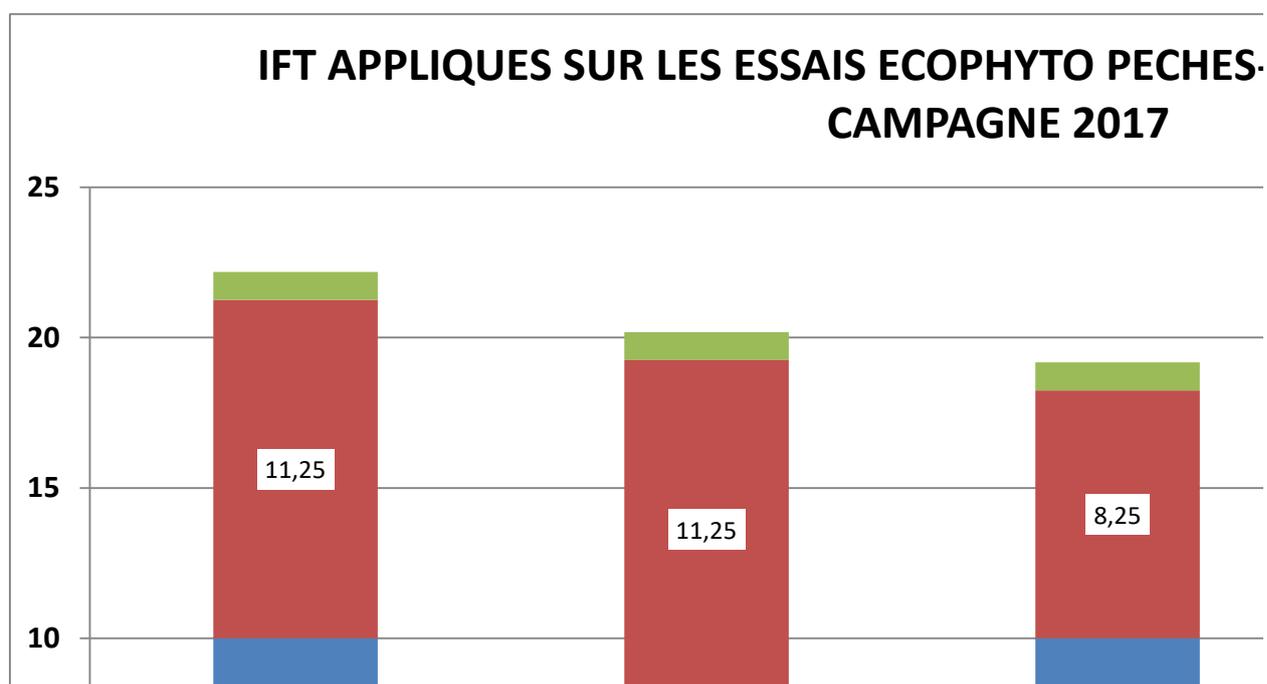
- Que l'impact final de la concurrence semble légèrement différent si cette concurrence est appliquée sur les 1^{ère} et 2^{ème} années après la plantation ou sur les 3^{ème} et 4^{ème} années après la plantation avec plus de vigueur pour la modalité ECO + en comparaison à la modalité PFI.



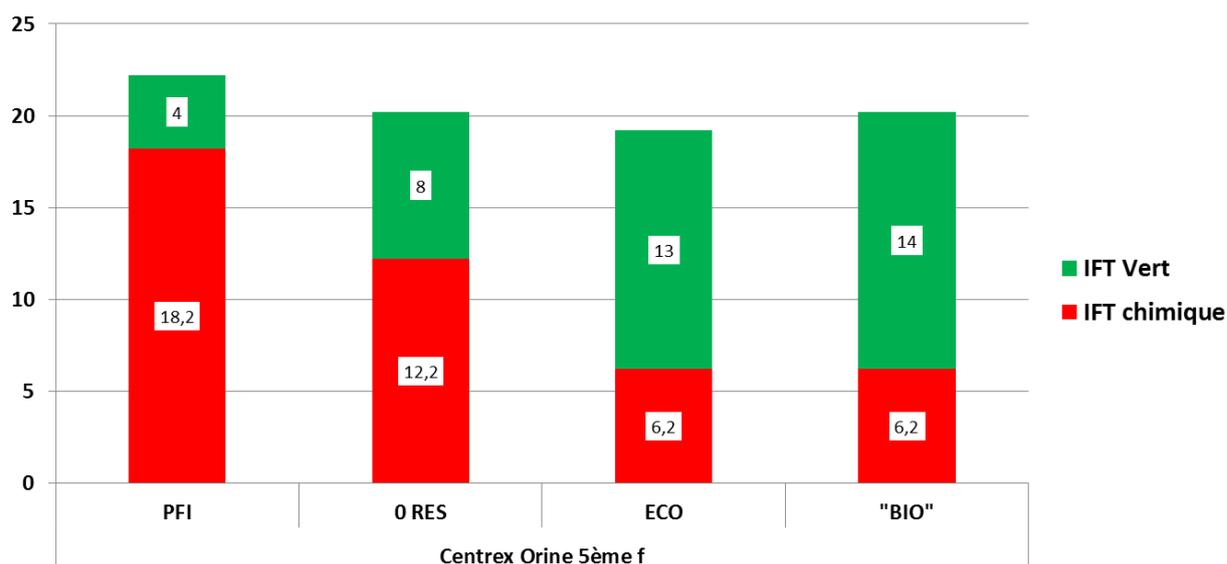
En 2017, 4 applications d'herbicide ont été nécessaires à obtenir un rang propre avec peu, voire pas de développement d'adventices sur le rang. Compte tenu de la surface dés herbée, qui représente 32% de la surface du verger, les 4 applications représentent un IFT herbicide de 1.2.

On peut remarquer que dans le dispositif EXPEECOPHYTO CAPRED qui est un dispositif jumeau d'ECOPECHE sur le site de la Sica Centrex, on arrive aux mêmes observations et aux mêmes conclusions avec les mêmes modalités (variété d'abricotiers ROYAL ROUSSILLON, porte greffe TORINEL).

3.3 BILAN DES IFT



IFT TOTAUX CHIMIQUES ET VERTS APPLIQUES SUR LES ESSAIS ECOPHYTO ECOPECHE CAMPAGNE 2017



	IFT Total		IFT Chimique		IFT Vert	
	Valeur	% Changement	Valeur	% Changement	Valeur	% Changement
PFI	22.2		18.2		4	
0 RES	20.2	-9%	12.2	-33%	8	+100%
ECO	19.2	-13.5%	6.2	-66%	13	+225 %
ECO +	20.2	-9%	6.2	-66%	14	+250%

Le bilan des IFT entre les 4 modalités montre :

- 1 réduction de 22.2 à 19.2 pour l'IFT total soit une baisse de 13.5 %
- 1 réduction de 18.2 à 6.2 pour l'IFT chimique soit une baisse de 66%
- 1 augmentation de 4 à 14 de l'IFT vert soit une augmentation de + 250 %

3.4 AUTRES TRAVAUX 2017

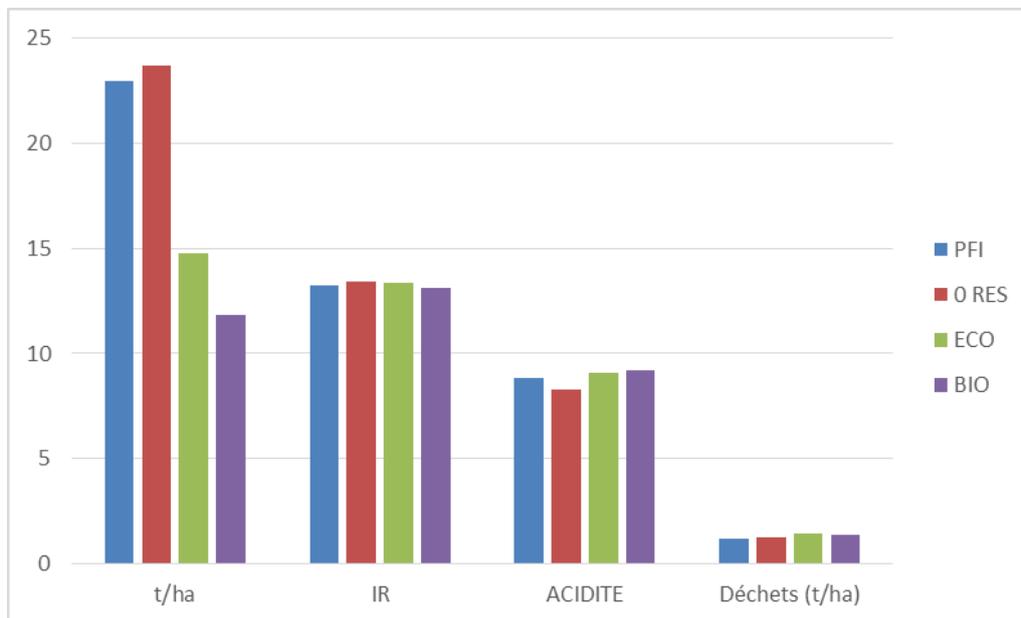
La fertilisation et l'irrigation ont été conduites de manière identique pour les 4 modalités.

3.5 PERSPECTIVES 2018- ACTIONS CORRECTIVES

Pas de modification de dispositif expérimental en 2018. La sixième année devrait permettre de consolider les résultats agronomiques mais aussi économiques des différents systèmes de culture avec des niveaux de production qu'on peut espérer plus importants pour toutes les modalités.

3.6 OBSERVATIONS, COMPTAGES

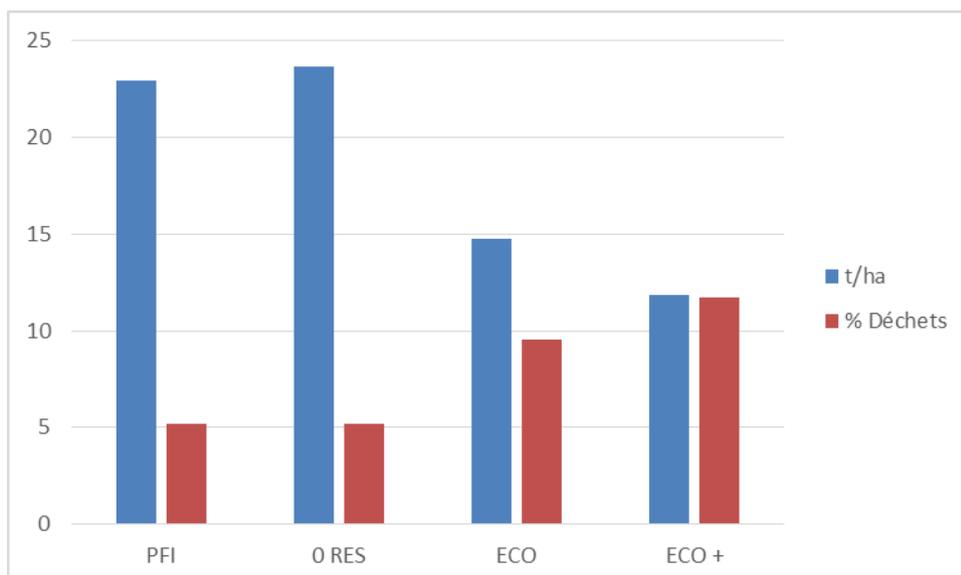
Cette 5^{ème} feuille a été la première année de production pour toutes les modalités, avec un retard de croissance qu'on peut à ce stade estimer à l'équivalent d'un an de plantation pour les modalités enherbées à la plantation.



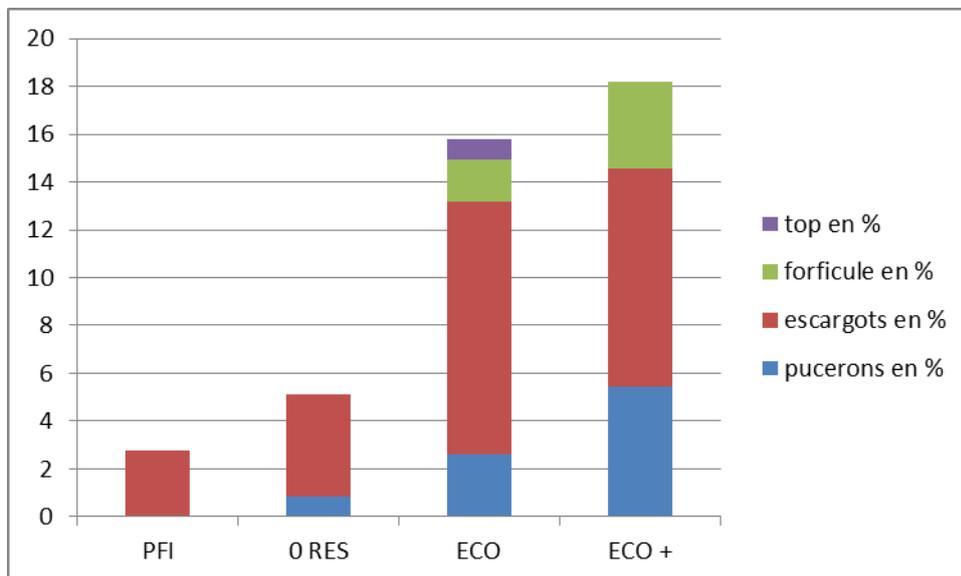
Au niveau du tonnage récolté, pour les 2 modalités PFI et 0 RES qui ont été désherbées à la plantation, les arbres ont atteint une taille qui explique que leur rendement soit nettement supérieur à celui des modalités ECO et ECO +, enherbées à la plantation, et dont les arbres sont nettement moins développés.

La différence entre la modalité ECO et la modalité ECO + qui a très peu produit, est sans doute liée au fait que la première a été désherbée à partir de Janvier 2015 alors que la seconde à partir de Janvier 2017.

Les niveaux de sucre et d'acidité ne sont pas significativement différents entre les modalités et « standards » pour la variété.



Au niveau des pourcentages de pertes liées à des fruits écartés au conditionnement, les modalités PFI et 0 RES présentent des niveaux de déchets relativement classiques. Par contre, les modalités ECO et ECO + se situe au double des valeurs précédentes.

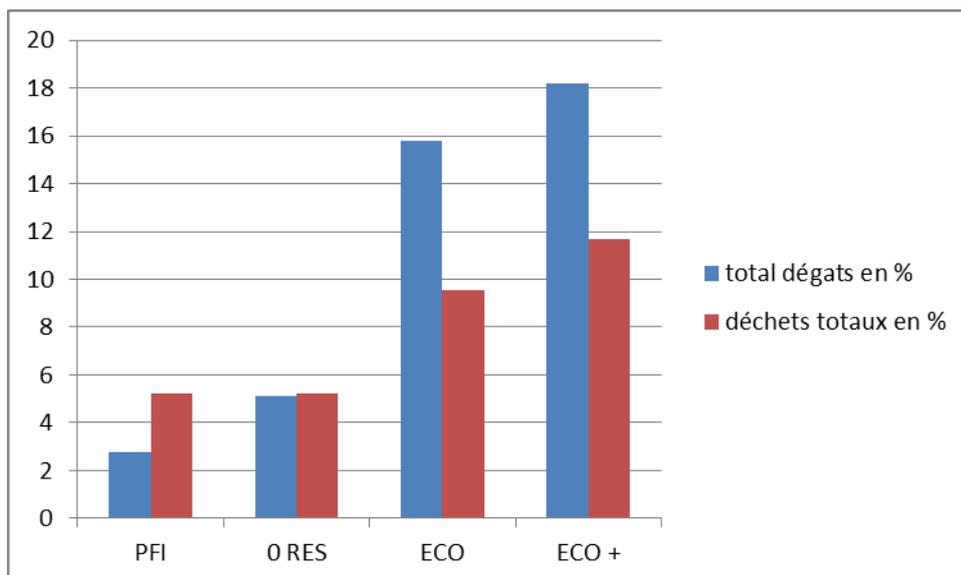


Le graphique ci-dessous montre les fruits présentant des traces ou dégâts liés à des bioagresseurs. Ces traces ont été surtout causées par des escargots (ou limaces ?) qui ont rongé l'épiderme, des perforations des fruits causés par des forficules ou des déformations des fruits causées par des piqures de pucerons. On a également signalé un dégât de chenille carpophage (anarsia ou tordeuse orientale ?). Le chiffre présenté qui représente les dégâts liés à ces bioagresseurs prend en compte la moindre perforation de l'épiderme, même minimale, et qui ne justifie pas toujours d'écarter le fruit mais c'est un indicateur de la pression du parasite.

Seule la modalité PFI a fait l'objet d'un traitement aphicide de synthèse avant fleur, selon les règles de décision, la modalité 0 RES aurait également dû être traitée avec cet insecticide avant fleur mais il y a eu une erreur dans la chaîne de communication sur l'exploitation.

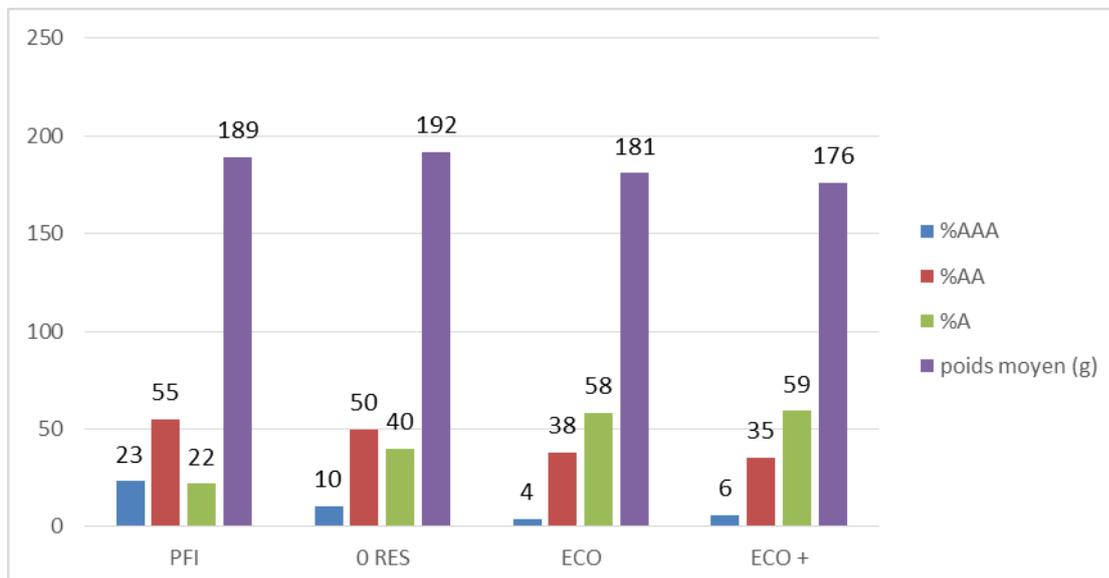
Seules les modalités PFI et 0 RES ont fait l'objet d'un traitement aphicide après fleur.

Ces interventions expliquent les différences observées au niveau des traces de puceron mais aussi d'escargots et de forficules.



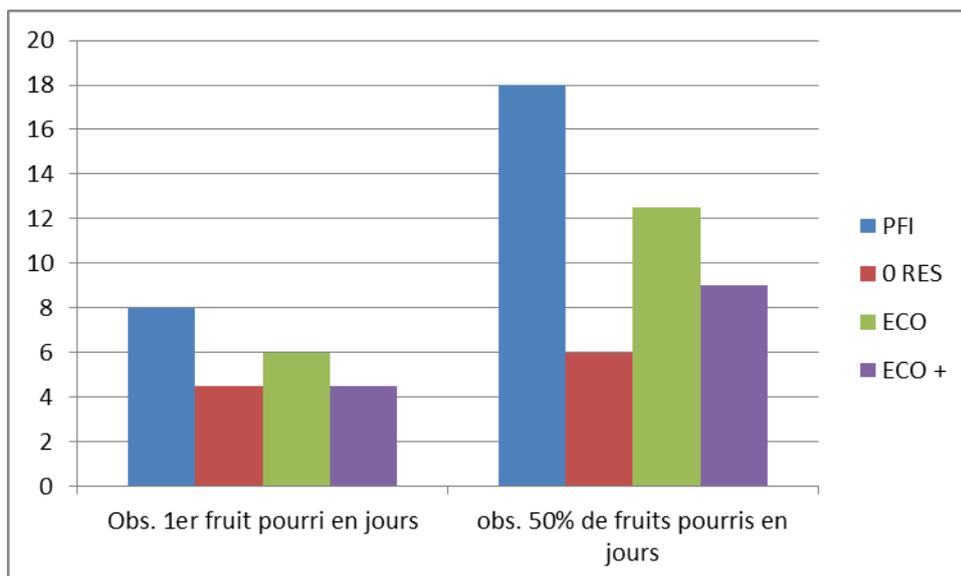
Si on observe les déchets liés aux bioagresseurs, on remarque qu'ils sont globalement corrélés aux traces liées aux bioagresseurs.

Répartition des calibres par modalités



Ce graphique montre que les poids moyens de fruits sont peu différents entre les modalités et ce malgré des niveaux de rendements très différents. Les modalités PFI et 0 RES présentent un poids moyen de fruit légèrement supérieur malgré des rendements nettement supérieurs.

Au niveau de la répartition des calibres, l'écart est plus accentué avec pour les modalités les moins vigoureuses (ECO et ECO+) une part de calibre A supérieure aux autres modalités qui présentent des calibres supérieurs (AA et AAA). Vigueur et calibres sont corrélés dans la mesure où la charge a été adaptée au potentiel de l'arbre (taille + éclaircissage).



Au niveau de la conservation, nous avons appliqué le protocole utilisé dans le cadre des vergers de comportement (charte nationale), c'est-à-dire après récolte, calibrage et conditionnement en plateaux alvéolés, passage en chambre froide pendant 48 h, puis en chambre climatisée à 23-24 °C. Observation des fruits tous les 2 jours.

Les données présentées représentent la moyenne des résultats obtenus pour les 2 premiers passages de récolte.

Pour les paramètres premier fruit pourri en nombre de jours et 50 % de fruits pourris, on remarque que seule la modalité PFI semble se détacher avec une durée de vie post récolte plus longue. La modalité ECO semble présenter un meilleur comportement que les modalités 0 RES et ECO + même si les écarts sont limités.

Si on analyse ces résultats à l'aune des calendriers de traitements on remarque que les interventions avec des fongicides de synthèse à l'approche de la récolte font la différence. La modalité PFI a fait l'objet de 3 interventions spécifiques ou mixtes à R – 61, R – 19 et R – 9 avec des résultats très

satisfaisants en matière de conservation post récolte.

La modalité ECO a fait l'objet d'une seule intervention spécifique à R – 9 avec des résultats très corrects.

Les modalités 0 RES et ECO + ont été protégées avec des fongicides biocontrôle sur la base de 2 applications à R – 19 et R – 9 et des résultats sans doute trop justes pour un circuit de commercialisation classique et des risques de refus à la réception pour le producteur.

Pour la modalité 0 RES, on peut remarquer que les applications de fongicides de la famille des triazoles utilisés contre l'oïdium mais présentant a priori une activité secondaire contre le monilia n'ont eu aucun effet significatif. La date d'application se situant loin de la récolte (R - 83 j) explique sans doute ce résultat.

Ces observations confirment que pour le type variétal étudié à savoir une nectarine de saison, la protection contre les maladies de conservation en général et le monilia en particulier reste un enjeu majeur de la stratégie de protection du verger de pêches et de nectarines. Contrairement à d'autres bioagresseurs les méthodes alternatives proposées présentent un déficit d'efficacité qui n'est pas acceptable dans les conditions de l'essai et pour une valorisation des fruits en circuit long.

On peut également remarquer qu'en 2017, les conditions climatiques n'ont pas été très favorables aux maladies de conservation. Les écarts entre les modalités traitées avec une ou plusieurs applications de fongicides de synthèse et les modalités traitées avec des produits de biocontrôle auraient pu être bien plus importants si les conditions climatiques avaient été plus favorables aux monilioses.

Actuellement, à côté de la production biologique, apparaissent des démarches de production garantissant l'absence de résidus de pesticides dans les fruits. Dans nos conditions pédoclimatiques, et pour ce créneau de maturité, il semble difficile d'intégrer ce type de démarche sans prendre des risques importants. On peut remarquer que les résultats obtenus dans le cadre de l'expé-écophyto CAPRED sur l'espèce abricot sont très différents et que ces démarches pourraient tout à fait être envisagées en tout cas dans les conditions de l'essai (variété, conditions pédoclimatiques...).

3.7 ANALYSES DE RESIDUS

L'objectif des dispositifs expéécophyto est de réduire l'utilisation des intrants phytosanitaires et l'indicateur le plus couramment retenu est l'IFT. Il nous a semblé intéressant de compléter cet indicateur par une autre qui est le nombre de résidus de produits phytosanitaires présents dans les fruits à la récolte. Contrairement à l'IFT, cet indicateur est couramment utilisé dans le secteur des fruits et légumes puisqu'il est inclus dans les exigences de nombreux cahiers des charges de distributeurs en Europe (Allemagne, Royaume Uni...).

Dans la modalité 0 Résidus, nous avons mis comme objectif premier du système de culture, l'absence de résidu de pesticide à la récolte. Pour cela, nous avons fait l'impasse sur certaines interventions à l'approche de la récolte ou substitué des produits « traçables » par d'autres « intraçables » comme le soufre par exemple.

Pour vérifier cet indicateur résidus, cette première année de production, nous avons réalisé des analyses de résidus sur les fruits à la récolte sur le premier passage.

Nature de l'échantillon : NECTARINE- PFI-VARIETE ORINE

RESULTATS D'ANALYSES (Détail des paramètres recherchés en page(s) suivante(s))

Pesticide	Résultat en mg/kg	LMR en mg/kg
Boscalid	0.019	Europe Pêches = 5
Cyprodinil*	0.059	Europe Pêches = 2
Fludioxonil	0.042	Europe Pêches = 10
Fluopyram	0.017	Europe Pêches = 1.5
Spinosyn A*	0.020	-
Spinosyn D*	0.009	-
Spinosad, somme Spinosyn A et Spinosyn D	0.029	Europe Pêches = 0.6

Pour la modalité PFI, 5 matières actives ont été détectées. Si on fait la somme des % des valeurs détectés par rapport aux valeurs des lmr (Arfd) on obtient 9.71%, ce qui montre qu'au total on n'est qu'à moins de 10% du total des LMR.

Nature de l'échantillon : NECTARINE ECO-VARIETE ORINE

RESULTATS D'ANALYSES (Détail des paramètres recherchés en page(s) suivante(s))

Pesticide	Résultat en mg/kg	LMR en mg/kg
Cyprodinil*	0.18	Europe Pêches = 2
Fludioxonil	0.098	Europe Pêches = 10
Spinosyn A*	0.061	-
Spinosyn D*	0.026	-
Spinosad, somme Spinosyn A et Spinosyn D	0.087	Europe Pêches = 0.6

Pour la modalité ECO, 3 matières actives ont été détectées. Si on fait la somme des % des valeurs détectés par rapport aux valeurs des lmr (Arfd) on obtient 24.48%, ce qui montre qu'au total on n'est qu'à moins de 25 % du total des LMR.

Nature de l'échantillon : NECTARINE BIO-VARIETE ORINE

RESULTATS D'ANALYSES (Détail des paramètres recherchés en page(s) suivante(s))

Pesticide	Résultat en mg/kg	LMR en mg/kg
Spinosyn A*	0.027	-
Spinosyn D*	0.011	-
Spinosad, somme Spinosyn A et Spinosyn D	0.038	Europe Pêches = 0.6

Pour la modalité ECO + , 1 matière active a été détectée. Si on fait la somme des % des valeurs détectés par rapport aux valeurs des lmr (Arfd) on obtient 6.33%, ce qui montre qu'au total on n'est qu'à moins de 7 % du total des LMR.

Nature de l'échantillon : NECTARINE ORES-VARIETE ORINE

RESULTATS D'ANALYSES (Détail des paramètres recherchés en page(s) suivante(s))

Pesticide	Résultat en mg/kg	LMR en mg/kg
Imidacloprid	0.016	Europe Pêches = 0.5

Pour la modalité 0 RES, nous avons eu la surprise d'avoir 1 matière active détectée malgré la stratégie mise en œuvre. Et surprise d'autant plus grande que la matière active détectée par le laboratoire ne fait pas partie des matières actives utilisées dans le calendrier de traitement de cette modalité, ni même des autres modalités ni même sur l'exploitation de la station et ce depuis plus de 2 ans. Le mystère reste donc entier sur la présence de ces résidus d'imidaclopride. Pollution de l'échantillon au laboratoire ? Problème d'analyse ? Pollution au verger ? Nous nous sommes aperçu de ce problème 3 semaines après l'analyse et l'échantillon de « secours » conservé par la laboratoire avait été détruit (15 j de stockage habituellement).

Si on analyse ces différents résultats, on observe que

- qu'elles que soient les modalités on se situe toujours très en dessous des différentes LMR (maxi 14.5%).
- Le nombre de matière active détecté est directement lié à la pression de la protection phytosanitaire à base de produits de synthèse

- Même les modalités ECO et ECO + présentent des résidus, alors que la modalité ECO + par exemple se base sur une stratégie de protection phytosanitaire en AB
- Hormis l'accident de l'imidaclopride, la stratégie 0 résidus a atteint son objectif
- Qu'on n'est pas à l'abri d'un accident, d'un problème extérieur... Ce qui doit servir d'avertissement si on veut revendiquer commercialement cette absence de résidus.

Ces résultats doivent être confirmés plusieurs années, dans des conditions d'années climatiques différentes, sur des niveaux de charges normaux pour être vérifiés et confirmés. Ils seront sans doute difficile à extrapoler à d'autres types variétaux et encore plus à d'autres conditions pédoclimatiques mais ils permettent de montrer que cet objectif est difficilement accessible dans nos conditions sans pénaliser la qualité de la récolte.

C. Retours d'expérience Glyphosate, Néonicotinoïde,

Nous souhaitons recueillir vos retours d'expérience sur l'utilisation dans vos systèmes du glyphosate, des néonicotinoïdes et des traitements de semences, et/ou de l'expérimentation d'alternatives. N'hésitez pas à rédiger une réponse par système si cela est justifié, en considérant la durée totale de l'expérimentation.

Ce recensement nous servira à mieux cerner les usages et alternatives testées dans le réseau EXPE.

Glyphosate

Dans vos systèmes, avez-vous recours au glyphosate ?

- *Si oui, pour quel(s) usage(s) (cultures/intercultures concernées, cible(s), dose moyenne, fréquence d'utilisation, efficacité, ...) ?
Avez-vous mis en place des leviers alternatifs ? si oui, lesquels ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si volontairement vous n'y avez pas recours, décrire les leviers alternatifs mis en place ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si vous n'y avez pas recours parce que vous n'êtes pas concerné, le préciser (ex. système hors sol, ...).*

Un des objectifs de cet essai était de proposer un SDC sans herbicide de synthèse sachant que le SDC de référence faisait appel à l'utilisation de glufosinate de la plantation à la fin de la 2^{ème} feuille et de glyphosate à partir de la 3^{ème} feuille (verger adulte). L'IFT herbicide pour le SDC de référence était de 0.93 (année 1 à 2) puis 1.2 (année 3 et 4).

L'alternative choisie était la tonte de l'enherbement spontané sur le rang. Dans les conditions de l'essai et sans modifier les apports d'irrigation et de fertilisation entre les modalités désherbées et enherbées, la méthode alternative choisie a donné de très mauvais résultats notamment en matière de croissance et de vigueur des arbres et donc de rapidité de mise à fruit et de production et ce que cette méthode soit appliquée de la plantation à la 2^{ème} feuille ou à partir de la 3^{ème} feuille.

Si bien qu'à partir de la 5^{ème} feuille la méthode alternative de tonte sur le rang a été abandonnée pour toutes les modalités.

La recherche d'une méthode alternative (intercepts ? brosses ? rasettes ? mulch ?...) efficace sur tous les paramètres : agronomiques, environnementaux, économiques est un enjeu majeur pour l'arboriculture et en particulier la culture de l'abricotier dans nos conditions pédoclimatiques.

Des travaux doivent être poursuivis dans ce domaine mais un essai système aussi « large » que celui-là n'est sans doute pas l'outil le plus adapté pour aboutir.

Néonicotinoïdes

Dans vos systèmes, avez-vous recours aux néonicotinoïdes ?

- *Si oui, pour quel(s) usage(s) (cultures concernées, type de produits, cibles, fréquence d'utilisation, efficacité, ...) ?
Avez-vous mis en place des leviers alternatifs ? si oui, lesquels ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si volontairement vous n'y avez pas recours, décrire les leviers alternatifs mis en place ? en êtes-vous satisfait (faisabilité, efficacité, ...) ?*
- *Si vous n'y avez pas recours parce que vous n'êtes pas concerné, le préciser.*

Dans nos conditions pédoclimatiques et compte tenu de la pression des bioagresseurs, les systèmes de culture courants chez les arboriculteurs en pêche-nectarine font appel à l'utilisation de néonicotinoïdes principalement contre les pucerons. La modalité PFI, proche des pratiques des producteurs fait appel à un produit de cette famille en traitement pré floral. Les autres modalités ne font pas appel à ce produit.

La modalité 0 RES qui utilise un aphicide de synthèse d'une autre famille après fleur présente quelques dégâts de pucerons sur fruit.

Les modalités ECO et ECO + qui n'utilisent pas d'aphicides de synthèse présentent des dégâts significatifs de pucerons sur fruits.

Cet essai et les suivis réalisés dans le réseau dephy fermes pêche 66 montre qu'il existe des aphicides de synthèse efficaces comme le teppeki ou le movento. De plus le teppeki vient d'être autorisé avant fleur pour remplacer le supreme avant floraison.

La disparition des néonicotinoïdes supprime des aphicides efficaces et un mode d'action spécifique dans un programme visant à lutter contre les résistances. Mais à court terme il existe d'autres aphicides de synthèse de substitution qu'il faudra utiliser en veillant à éviter l'apparition de résistances.

Les méthodes alternatives et de biocontrôle présentent une certaine efficacité mais inférieure et souvent insuffisante dans une conduite en agriculture conventionnelle.

En PFI, l'observation, la combinaison d'outils de biocontrôle et d'outils conventionnels va devoir se généraliser dans les prochaines années.

Aucun SDC de l'essai n'utilise cette famille de produits.

Pour la protection contre les chenilles carpophages (anarsia, grapholita) nous faisons appel à une lutte par confusion sexuelle qui peut éventuellement être complétée par des applications d'insecticides de la famille des pyréthrénoïdes de synthèse (cible forficule, effet secondaire lépidoptères).

L'absence de pucerons « classiques » sur cette espèce et dans nos conditions explique également le fait que nous n'utilisons pas d'insecticide de la famille des néonicotinoïdes.

ANNEXE : Liste des documents élaborés et diffusés sur EcoPêche

Flyer : Projet EXPE EcoPêche et CAP ReD (élaboré avec l'AOP Pêches et Abricots de France)

Flyer de présentation de l'essai EXPE EcoPêche site Sica CENTREX (Chambre d'Agriculture des Pyrénées Orientales)

Articles : Revue Réussir Fruits & Légumes n° 372, mai 2017, 45-55

Dossier Pêche « La Pêche réduit ses phytos » rédigé par la journaliste Maude Le Corre suite à des interviews des partenaires du projet EcoPêche et des arboriculteurs des réseaux FERMES (GRCETA de Basse Durance, des Pyrénées Orientales et Drôme-Ardèche). Articles décrivant l'intérêt de différentes méthodes alternatives pour réduire les phytosanitaires en production de pêche,.