

Verger Cidricole de Demain : conception, évaluation et diffusion de systèmes de production à haute performance environnementale et économiquement viables

Anne Guerin, Pascale Guillermin, Dominique Biche, Julie Bourbeillon, Nicolas Broussaud, Jean-Charles Cardon, Bruno Corroyer, Nathalie Corroyer, Alice Denis, Hélène Jouve, et al.

▶ **To cite this version:**

Anne Guerin, Pascale Guillermin, Dominique Biche, Julie Bourbeillon, Nicolas Broussaud, et al.. Verger Cidricole de Demain : conception, évaluation et diffusion de systèmes de production à haute performance environnementale et économiquement viables. Innovations Agronomiques, 2017, 55, pp.273 - 287. 10.15454/1.513778793251173E12 . hal-01445662

HAL Id: hal-01445662

https://institut-agro-rennes-angers.hal.science/hal-01445662

Submitted on 25 Jan 2017

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives| 4.0 International License

Verger Cidricole de Demain : conception, évaluation et diffusion de systèmes de production à haute performance environnementale et économiquement viables

Guerin A.[1], Guillermin P.[2], Biche D.[3], Bourbeillon J.[2], Broussaud N.[4], Cardon J-C.[5], Corroyer B.[5], Corroyer N.[5], Denis A.[5], Jouve H.[6], Lemeur E.[7], Le Roux B.[8], Paris D.[9], Petit B.[10], Thiéry D.[11], Didelot F.[10]

Avec la participation des producteurs impliqués dans le projet et accueillant un site d'expérimentation : J-P. Fontaine, V. Brault, G. Decarsin, S. Bidois, J. Besnard, R. Guerin, J. Bauruelle et B. Bancel.

[1] IFPC, La Rangée Chesnel, 61500 Sées
[2] Agrocampus Ouest – Centre d'Angers, 2 rue Le Nôtre – 49045 Angers Cedex 01
[3] Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor, BP 54 – 22190 Plerin
[4] Maison Cidricole de Bretagne, Chambre Régionale d'Agriculture – ZAC Atalante Champeaux – Rond Point Maurice Le Lannou – CS 74223 - 35042 Rennes Cedex
[5] Chambre Régionale d'Agriculture de Normandie, Service Vergers et Produits Cidricoles - 6 rue des Roquemonts - 14053 CAEN Cedex 4
[6] Lycée Professionnel Agricole du Pays de Bray, Le Château, 76220 Brémontier Merval
[7] ACTA Informatique, 149 rue de Bercy, F-75595 Paris, Cedex 12
[8] OP AGRIAL « Pommes destinées à la transformation », 4 rue des Roquemonts 14050 CAEN Cedex
[9] EPLEFPA Alençon-Sées, Rue du 11 Novembre 1918, 61500 Sées
[10] IRHS, INRA, Agrocampus-Ouest, Université d'Angers, SFR 4207 QuaSaV, 49071 Beaucouzé
[11] Les Cidres de Loire, 9 rue André Brouard – BP 70510 – 49105 Angers Cedex 02

Correspondance : anne.guerin@ifpc.eu

Résumé

Le projet « Verger Cidricole de Demain », coordonné par l'IFPC (Institut Français des Productions Cidricoles), vise à concevoir, expérimenter et évaluer des vergers économiquement viables et économes en intrants. Dans une approche dite « système », sont combinées diverses pratiques pour la maitrise des bio-agresseurs et la conduite du verger (entretien du sol, fertilisation, gestion de l'alternance de production…). Le projet s'appuie sur une participation multi-acteurs depuis les étapes de conception et d'implantation des vergers à celles de pilotage et d'évaluation, avec l'originalité d'un dispositif multi-site entièrement implanté chez des producteurs répartis dans le Grand Ouest (9 sites, dont 2 en agriculture biologique). Après 3 ans de suivi, l'enregistrement détaillé des pratiques permet de tirer les premiers enseignements sur les performances, les impacts et le fonctionnement des vergers innovants testés durant leur phase juvénile. Les premiers résultats montrent notamment que les changements de pratiques de fertilisation et d'entretien du sol semblent davantage pénaliser l'entrée en production des systèmes bas-intrants que la réduction des intrants phytosanitaires (hors herbicides). La poursuite des enregistrements, leurs analyses sur plusieurs années et en phase adulte, restent cependant indispensables avant de conclure et de diffuser aux producteurs les combinaisons de pratiques les plus prometteuses.

Mots-clés : Systèmes de culture, co-conception, réduction des intrants, pomme à cidre, évaluation multicritère

Abstract: Verger Cidricole de Demain: design, evaluation and diffusion of economically sustainable cider apple orchard systems with high environmental performances

The "Verger Cidricole de Demain" research project (literally: Cider Apple Orchards of the Future), coordinated by the IFPC (French Institute for Cider Productions), aims at designing, testing and assessing the sustainability of low-input cider apple orchards, which combine, in a systemic approach, a wide range of practices regarding pest control, fertilisers use, management of alternate bearing, etc. From conception and planting of those orchards to their monitoring and assessment, the project is based on multi-stakeholders participation, with an original multi-site network, entirely established under field conditions in commercial cider apple orchards spread out in the greater North Western France region (9 sites, including 2 organic farming sites, under the French AB label). After 3 years of detailed record of the practices on each plot, we were able to draw the first conclusions about performances, impacts and functioning of the innovative orchards, especially during the juvenile phase of their development. First results notably indicated that changes in fertilization and weed control management seem to be more damaging on the start fruiting than pesticide use reduction. Before definitely concluding on the most promising combinations of practices and promoting them to the producers, the monitoring of the practices should continue and analysis should be made during several years in the adult phase of orchard development.

Keywords: Cropping system, co-design, input use reduction, cider apple, multicriteria evaluation

Introduction

La filière cidricole représente un secteur économique important pour les régions de production tant au niveau agricole que de la transformation. Son chiffre d'affaire est estimé à près de 400 millions d'euros, 250 millions pour le cidre (en croissance), 100 millions pour les eaux de vie et mistelles, et 50 millions pour les autres produits, parmi lesquels les jus de pomme et les concentrés riches en polyphénols dont la demande à l'export augmente. Outre l'emploi généré en agriculture, l'aval de la filière représente plus de 1000 emplois pour la collecte, la transformation et la commercialisation. Enfin, son image associée au paysage, à la gastronomie et au patrimoine, génère des retombées pour toute l'économie liée au tourisme des régions concernées.

Couvrant une surface de près de 9 000 ha (en forte croissance), la France possède le plus grand verger cidricole européen, essentiellement implanté dans le Grand-Ouest (Bretagne, Normandie, Pays de Loire). La France est aussi le premier producteur mondial de fruits à cidre. Environ 1 700 producteurs professionnels, auxquels s'ajoutent plusieurs milliers de livreurs potentiels qui en font une activité annexe, assurent une production moyenne de 260 000 tonnes de fruits par an. La majorité des volumes provient de vergers basse-tige semi-intensifs (650 à 1000 arbres/hectare) caractérisé par des variétés plutôt rustiques mais très alternantes, et une récolte mécanique au sol de fruits exclusivement destinés à la transformation.

Implanté massivement dans les années 80, près d'un tiers de ce verger doit être renouvelé d'ici 10 ans pour pallier son vieillissement. Ce contexte de replantation et de croissance incite la filière cidricole à s'interroger sur les systèmes de verger les plus appropriés pour répondre à 3 objectifs majeurs : (1) le développement et la régularité de la production, (2) la réponse aux enjeux environnementaux et sociétaux liés à la protection des cultures, et (3) le déblocage de certaines impasses techniques liées à la réduction du nombre de produits phytosanitaires autorisés.

Sollicité par les professionnels de la filière, l'IFPC a donc lancé en 2012, le projet multipartenaire « Verger Cidricole de Demain » qui vise à concevoir des vergers innovants répondant à l'ensemble de ces attentes. Dans cette optique, l'utilisation d'une approche dite 'système', est particulièrement adaptée (Simon et al., 2014). En effet, ce type d'approche vise à s'intéresser en priorité au fonctionnement d'un verger dans sa globalité, à l'analyser comme un agroécosystème complexe, où se

développent de nombreuses interactions entre facteurs de production (entretien du sol – alimentation en eau – traitements phytosanitaires, ...), composantes du rendement (vigueur des arbres, biologie florale, état sanitaire de la récolte, …), composantes biophysiques propres à la parcelle ou à son environnement (contexte pédoclimatique, prédateurs et auxiliaires des cultures, éléments paysagers...), et dont il faut comprendre la cohérence d'ensemble en y intégrant le système décisionnel de l'agriculteur à travers la formalisation de ses règles de décision. De manière à faciliter l'appropriation de la démarche et des résultats par les professionnels et acteurs du développement, l'IFPC a également choisi de mener cette étude de longue durée en s'appuyant sur un réseau de parcelles entièrement implanté chez des producteurs.

Enfin, en accord avec les nouvelles méthodes de recherche en agronomie (Meynard, 2012), basées sur des principes de co-élaboration des programmes et de partage des connaissances et compétences autour d'un même objet d'étude, le projet repose sur une participation multi-acteurs (producteurs, entreprises, conseillers, instituts techniques, recherche, enseignement agricole technique et supérieur), depuis les étapes de conception et d'implantation des vergers à celles de pilotage, d'évaluation et d'interprétation des données.

L'objectif final du programme est d'analyser dans quelle mesure et sous quelles conditions la réduction d'intrants peut rester compatible avec une bonne performance économique du verger et une production de qualité apte à satisfaire les attentes de l'aval.

1. Un réseau de 9 sites dans une approche système

1.1 Conception d'un réseau de 9 sites pour expérimenter des systèmes innovants

Suite à des réflexions préliminaires entre acteurs du développement et producteurs, 9 sites en réseau ont été implantés entre 2010 et 2012 chez des producteurs. Ils sont représentatifs de la diversité régionale de la filière en termes géographiques et concernant les pratiques (Conventionnel / Production Fruitière Intégrée (PFI), Agriculture Biologique (AB)).

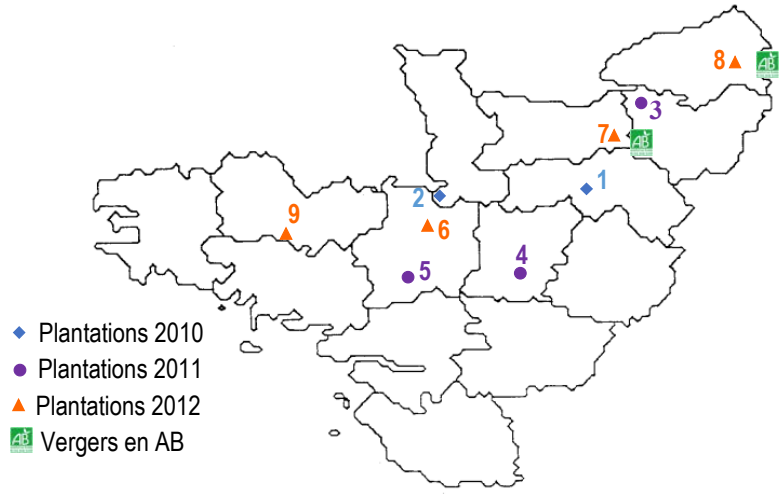


Figure 1 : Répartition géographique des sites expérimentaux dans le Grand-Ouest

Chaque site inclut dans un dispositif comparatif, 2 modalités de systèmes de culture de 1 ha chacune :

- Un système PROD conduit selon les pratiques actuelles du producteur et conforme au cahier des charges PFI pomme à cidre (annexe 1) et/ou AB.
- Un système ECO à plus faible niveau d'intrants, combinant de façon innovante des itinéraires techniques (incluant des pratiques alternatives à la lutte chimique) et mobilisant différents aménagements agro-écologiques spécialement implantés

Sur chaque système, 3 variétés sont plantées sur le porte-greffe M106 classiquement utilisé en cidriculture : Dabinett, Douce de l'Avent$_{cov}$ et Judor, en répétitions sur 3 rangs. Sur chaque site, un binôme producteur-technicien est chargé de conduire le système ECO conformément aux règles de décisions conçues par les partenaires du projet, et de réaliser les observations et mesures nécessaires à la caractérisation des parcelles et aux calculs des indicateurs retenus. Les niveaux d'innovations sont variables sur les 9 parcelles ECO. Les sites 1 à 6 intègrent principalement des techniques alternatives considérées comme réversibles et innovantes à l'échelle du court et du moyen terme. Les sites 7 et 8, en AB, ont mobilisé des pratiques plus risquées car irréversibles (diminution de la densité d'arbres/ha) ou peu testées comme l'introduction d'animaux (moutons pour le site n°8 et volailles pour le n°7), pour leur effet prophylactique supposé sur certains bioagresseurs. Ces deux systèmes sont dits 'en rupture'.

La conception du site 9 s'est basée sur des travaux de recherche et teste « grandeur nature » un schéma de plantation original visant à limiter le développement de la tavelure (Didelot et al., 2007), principale maladie du pommier et dont le contrôle représente l'essentiel de l'utilisation des fongicides. Ainsi, un modèle mathématique, développé par l'équipe Ecofun de l'IRHS-INRA d'Angers-Nantes, a permis de proposer des combinaisons de cultivars, de niveaux de sensibilité différents à la tavelure et un dispositif optimal de leur déploiement spatial. Pour ce site, deux systèmes en mélange variétal sur le rang sont comparés à un système témoin sans mélange :

- Un système « ECO » constitué des 3 variétés présentes sur l'ensemble du réseau, mais mélangées 2 à 2 sur le rang (Judor avec Douce de l'Avent$_{cov}$, puis Judor avec Dabinett).
- Un système « ECO + » comprenant 6 variétés : un rang de mélange de Dabinett, Keramèrecov, Bisquet, en alternance avec un rang en mélange d'Avrolles, Douce de l'Avent$_{cov}$ et Judor.

Parallèlement à l'implantation de cette parcelle, un criblage d'une gamme de variétés cidricoles vis-à-vis de leur résistance à différentes souches de tavelure a été mené par l'équipe Qualipom de l'IRHS-INRA d'Angers-Nantes. Les objectifs sont de proposer aux producteurs d'autres associations variétales intéressantes et de prévoir l'évolution de la sensibilité des vergers cidricoles compte-tenu de l'émergence de nouvelles souches de tavelure (résultats non présentés dans cet article).

1.2 Conception des règles pour le pilotage des systèmes innovants

Le travail de co-conception s'est ensuite poursuivi pour établir les principales stratégies d'intervention à adopter dans les systèmes ECO ainsi que les observations à effectuer pour piloter ces interventions et évaluer leur efficacité. Ces stratégies combinent diverses pratiques concernant aussi bien la maîtrise des bio-agresseurs (avec des produits alternatifs, via des aménagements agro-écologiques favorisant la présence d'auxiliaires, …), que les autres postes de conduite du verger (entretien du sol, fertilisation, gestion de l'alternance, …). Elaborées selon un ordre de priorité imposé par l'âge du verger (et donc concernant les interventions sur jeune verger), elles ont été construites à « dires d'experts », au cours de plusieurs ateliers rassemblant les différents partenaires-experts du projet, et plus particulièrement les conseillers de terrain. Dix règles de décision (RDD) ont ainsi été formalisées : tavelure, puceron cendré, entretien du sol, fertilisation, carpocapse, anthonome, suivi de la faune auxiliaire, régularité de production, liste positive des produits autorisés dans ECO.

Ces règles permettent ainsi d'homogénéiser *a minima* le pilotage des 9 systèmes ECO du réseau, mais chaque producteur conserve une certaine marge de manœuvre pour adapter sa stratégie de conduite, en fonction de ses contraintes (contexte pédoclimatique, agro-équipement disponible, …). En ce sens, les 9 systèmes ECO ne peuvent être considérés comme des répétitions. La performance de chaque système sera analysée dans un premier temps en comparaison à la référence PROD située dans le même contexte pédoclimatique. Les RDD permettent par contre de disposer de jeux de données identiques concernant les variables observées sur chaque système, ce qui permet d'envisager ultérieurement une analyse à l'échelle du réseau.

1.3 Méthodes et outils pour l'évaluation des systèmes mis en œuvre

Les variables mesurées et les indicateurs calculés issus des observations se classent en trois catégories. Une quarantaine de variables et d'indicateurs directement issus des relevés et observations de terrain (pression des bioagresseurs, rendement, vigueur, état nutritionnel des arbres, fertilité du sol…) permettent de comparer les performances ECO et PROD sur le plan agronomique.

D'autres indicateurs permettent d'évaluer les impacts environnementaux des itinéraires techniques, ainsi que leurs performances économiques et sociales. Une revue des principaux indicateurs existants a été réalisée pour retenir les plus adaptés au projet (Tableau 1).

	Nom de l'indicateur	Définition de l'indicateur
Indicateurs d'utilisation des pesticides et environnementaux	IFT (Indice Fréquence Traitement)	Indicateur rendant compte de l'intensité d'utilisation des pesticides $\frac{\text{dose appliquée}}{\text{dose homologuée}}$ x % surface traitée
	EIQ (Environmental Impact Quotient)	Indicateurs basés sur la toxicité des matières actives des pesticides pour différents types d'organismes (auxiliaires et abeilles, oiseaux et mammifères, faune aquatique) (Kovach et al., 1992)
	IRPeQ (Indice de Risques des Pesticides du Québec) → 2 sous-indicateurs séparés : - L'Indice de Risque Santé (IRS) - L'Indice de Risque Environnement (IRE)	Indicateurs basés sur la toxicité des matières actives des pesticides et sur leurs conditions d'application (dose, formulation…) (Samuel et al., 2012) - L'IRE considère l'écotoxicité des pesticides pour les organismes terrestres, souterrains et aquatiques. - L'IRS prend en compte les toxicités aiguës (inhalation, contact,…) et chroniques (cancérogénicité, risques pour la reproduction,…) des matières actives pour l'applicateur
	I-Azote$_{ARBO}$	Indicateur de risques de pollutions azotées (risque de lessivage des nitrates, de volatilisation d'ammoniac et d'émissions d'oxyde nitreux (gaz à effet de serre)), basé sur la nature et les modalités d'apports des engrais (Bockstaller et al., 2008 ; Griffith, P., 2004).
	Consommations de carburant (calculs en cours)	Accès indirect aux risques d'émissions de CO_2
Indicateurs économiques	Marge brute (calculs en cours)	
	Coûts de production	Coût total des intrants, de mécanisation et de main d'œuvre
Indicateurs sociaux	Indice de Risque Santé (IRS)	Sous-indicateur IRPeQ de risque des produits phytopharmaceutiques sur la santé humaine
	Temps de travaux	Cumul, répartition annuelle, part des temps de travaux manuels/mécanisés

Tableau 1 : Indicateurs retenus pour évaluer les performances des systèmes testés

Enfin, des méthodes d'évaluation spécifique de la biodiversité (non développées ici) sont mises en œuvre, notamment par des étudiants BTS du lycée agricole de Sées :

- cartographie des infrastructures agro-écologiques autour des parcelles du réseau afin d'évaluer le potentiel d'attractivité des parcelles vis-à-vis des insectes auxiliaires.
- construction d'abris pour les insectes auxiliaires et évaluation de leur efficacité.
- recensement des auxiliaires sur quelques parcelles du réseau, notamment des espèces de rapaces et de chauves-souris.

Une base de données (System@rbo®), adaptée au projet et à l'expérimentation système en arboriculture, a été créée par Agrocampus Ouest et ACTA Informatique pour saisir et stocker toutes les observations faites sur les parcelles. Des développements en cours permettront de visualiser de façon automatisée des synthèses sur les différents indicateurs mentionnés.

2. Systèmes cidricoles bas-intrants : principaux résultats obtenus en phase juvénile du verger

2.1 Niveau de réduction des intrants et impacts environnementaux

2.1.1 Bilan sur les intrants phytosanitaires

Les objectifs de réduction des pesticides affichés dans le projet sont atteints. En effet, pour chaque site, les stratégies individuelles mises en place sur la base des règles de décision communes aboutissent bien à une réduction de l'utilisation des intrants, exprimée par l'IFT, dans la modalité ECO (Figure 2). En moyenne, sur les 3 premières années de plantation, la réduction est de 55% pour les systèmes en production conventionnelle. Pour les parcelles en AB, la moyenne de réduction atteint 57%.

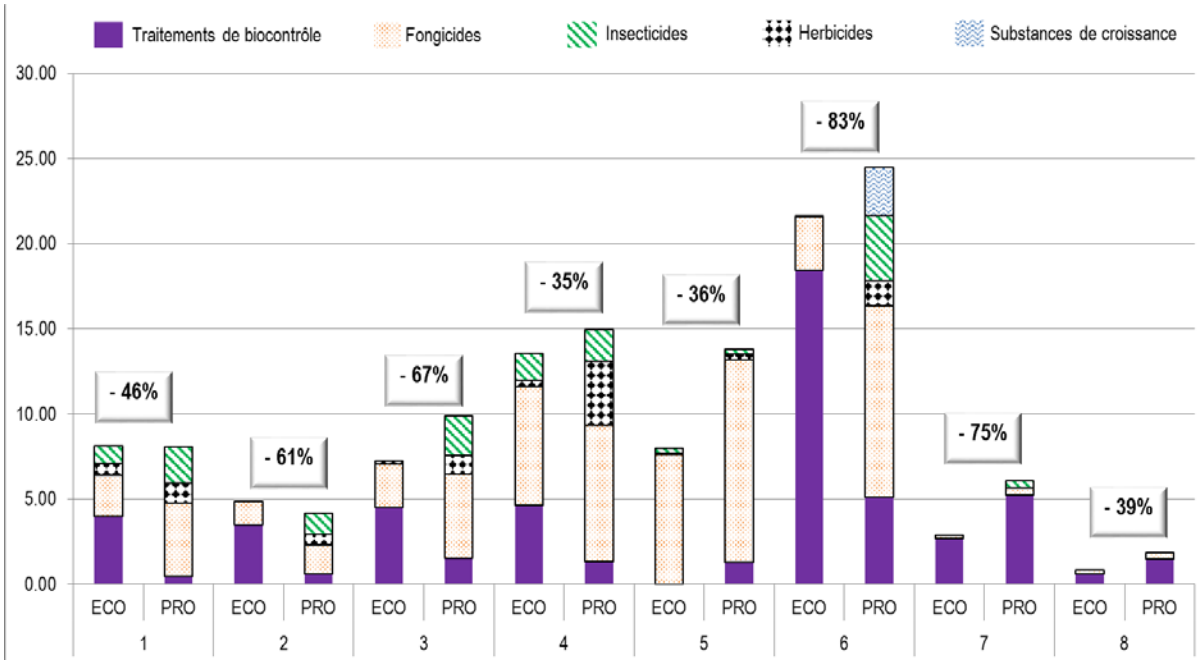
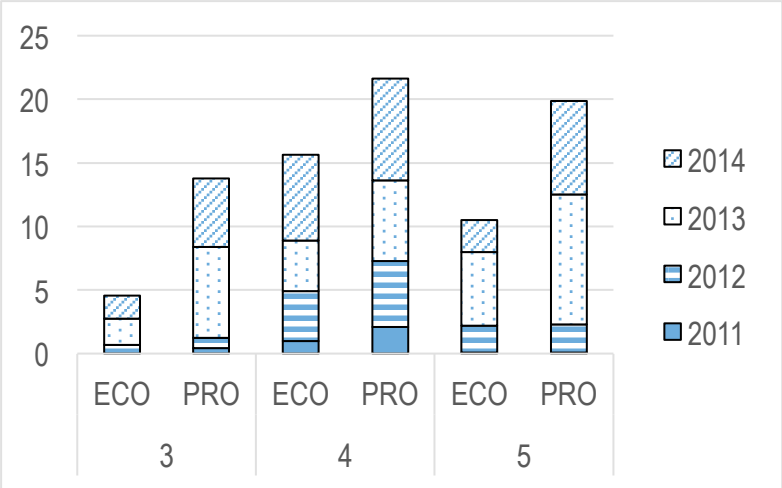


Figure 2 : IFT cumulés de la 1ere à la 3ème feuille, pour différentes catégories de pesticides et pourcentage de réduction ECO par rapport à PROD (hors IFT biocontrôle) pour 8 parcelles du réseau (hors parcelle en mélange variétal)

Dans les parcelles conventionnelles, cette baisse résulte en priorité de la réduction des fongicides (en particulier des traitements anti-tavelure), puis des insecticides et enfin des herbicides. Sur la Figure 2, la représentation des valeurs d'IFT biocontrôle, bien que non intégrées dans le calcul du pourcentage de réduction des pesticides, montre l'importance de la substitution des molécules classiques par ces produits de biocontrôle (virus de la granulose, soufre, confusion sexuelle…) lors des traitements ECO. Par rapport aux modalités PROD, leur utilisation a en effet été multipliée par 1,5 en moyenne sur tous les sites.

L'intensité d'utilisation des pesticides et les possibilités de réduction varient cependant selon les années (Figure 3), en fonction des conditions de pression des bioagresseurs, des conditions météorologiques ou de l'âge du verger (verger en production ou non).



% de réduction ECO/PROD				
	2011	2012	2013	2014
3	-100	-17	-71	-66
4	-52	-25	-37	-16
5	0	-4,3	-43	-66

Figure 3 : IFT cumulés de 2011 à 2014, pour les parcelles ECO et PROD des 3 vergers plantés en 2011 et % de réduction des IFT ECO (toutes catégories de pesticides confondues hors biocontrôle) par rapport aux IFT PROD

Au niveau variétal, la réduction ECO/PROD est équivalente pour les 3 variétés mais Dabinett reste la moins traitée, et ce dans les 2 systèmes. Ce résultat peut s'expliquer par une moindre sensibilité de cette variété à la tavelure et par un débourrement plus tardif qui l'expose moins aux contaminations.

Cette diminution de l'utilisation d'intrants réduit également l'impact environnemental. Ainsi, sur les 3 premières années de vie du verger, l'indicateur IRPeQ montre un gain moyen pour les parcelles ECO de l'ordre de 30% sur le plan environnemental (indicateur IRE) et de 40% sur le plan de la santé de l'applicateur (indicateur IRS).

2.1.2 Bilan sur les intrants de type engrais

Concernant les engrais azotés, l'objectif d'une utilisation exclusive d'engrais organiques sur l'ensemble des vergers ECO a été atteint.

Les résultats des calculs de l'indicateur I-Azote (non présentés ici) montrent des risques de pollution azotée globalement faibles pour toutes les parcelles, que ce soit dans PROD ou ECO, attestant de bonnes pratiques de fertilisation des producteurs (apports fractionnés, sans excès, à des dates d'apport cohérentes avec la dynamique d'absorption des arbres).

Compte tenu de ce faible différentiel entre PROD et ECO, l'intérêt du passage aux engrais organiques doit cependant être approfondi par l'étude des cinétiques de minéralisation des différentes formes organiques apportées. De plus, les impacts environnementaux de la fertilisation ne se limitent pas à l'échelle de la parcelle : des différences entre engrais organiques et minéraux peuvent aussi être liées à leur fabrication et à leur transport. Une Analyse de Cycle de Vie des divers intrants permettrait à terme de compléter cette estimation des impacts environnementaux.

2.2 Bilan agronomique

Il s'agit dans ce paragraphe de rendre compte de quelques processus du fonctionnement agroécologique des parcelles, le rendement des parcelles étant abordé par ailleurs dans l'analyse technico-économique.

2.2.1 Effet de la réduction d'intrants sur la maîtrise de la tavelure

La règle de décision mise en œuvre contre la tavelure dans les modalités ECO consiste à intervenir exclusivement en stop ou en curatif, en fonction de l'inoculum d'automne de l'année précédente, de la sensibilité variétale et du niveau de risque de contaminations donné par les modèles tavelure. Elle a conduit à une forte diminution du nombre de traitements (- 40% en moyenne sur les 3 premières

années de vie des vergers ECO de tout le réseau) car seuls les risques avérés ont été couverts sur la période de contaminations primaires (peu de protection justifiée sur contaminations secondaires). Cette stratégie curative systématique reste néanmoins très contraignante et délicate à maitriser pour les producteurs : délai d'intervention nécessairement court et *a fortiori* dépendant de la surface du verger à traiter, conditions météo aléatoires pour la pleine efficacité des produits appliqués, …

Après 4 ans d'application de cette stratégie, la majorité des parcelles ECO présente une fréquence d'attaque inférieure ou équivalente à PROD, toutes variétés confondues. Ainsi, pour la variété sensible Judor (Figure 4), seules 3 situations (sur 31 observées) montrent des résultats nettement moins satisfaisants pour ECO par rapport à PROD sur l'inoculum d'automne (cas du site n°3 en 3ème feuille, du site n°6 en 4ème feuille 4 et du site n°8 en 1ère feuille). La tendance se confirme également sur fruits, où la tavelure ne semble pas avoir eu d'incidence sur la récolte (état sanitaire et rendement).

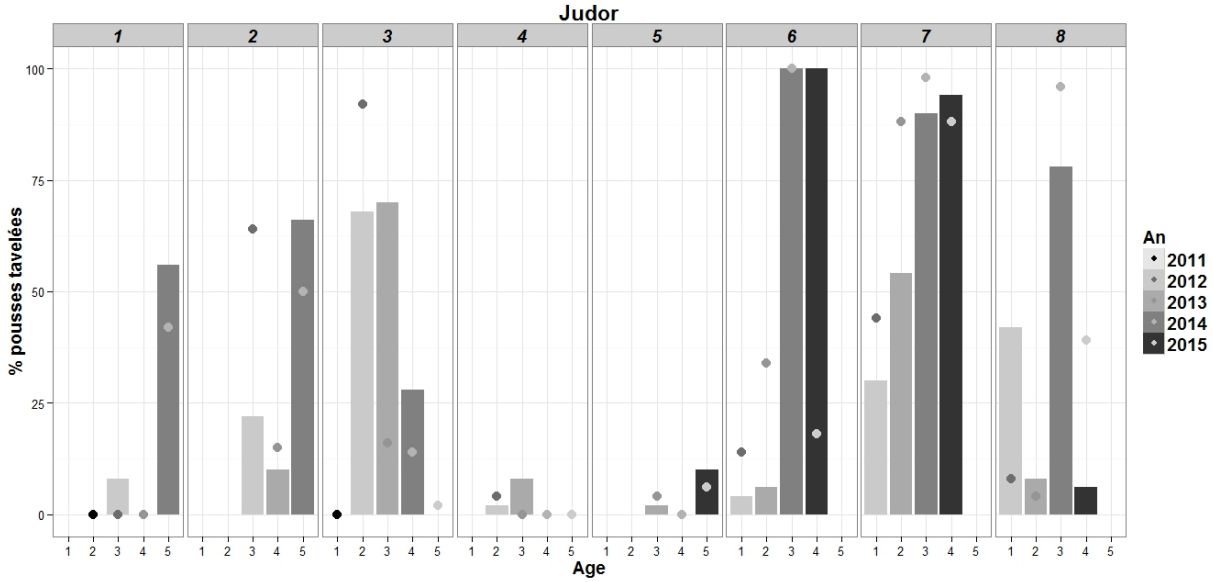


Figure 4 : Pourcentage de pousses tavelées à l'automne pour les parcelles ECO des sites n°1 à 8 selon l'âge du verger et les années (focus sur la variété sensible Judor). Les points associés à chaque histogramme représentent les résultats obtenus sur les parcelles PROD.

Il est nécessaire de poursuivre l'expérimentation avant de conclure sur la performance de cette stratégie à plus long terme. On observe ainsi en 2014 une hausse de la pression tavelure sur Judor sur la majorité des parcelles, aussi bien dans PROD que dans ECO. En pomme à cidre, il est en effet fréquent que l'inoculum tavelure ne s'installe que très progressivement. La pression tavelure pouvant augmenter avec l'âge du verger, il conviendra de voir dans quelle mesure il est possible de poursuivre une telle réduction de l'usage de fongicides. De plus, une utilisation exclusive de produits à action curative peut induire des risques de résistances.

2.2.2 Effet du mélange variétal sur la maîtrise de la tavelure

Pour la parcelle en mélange variétal, sans traitement contre la tavelure depuis la plantation, les observations sur feuilles en fin de contaminations primaires (fin juin - début juillet) montrent que la maladie s'est répandue à l'ensemble du verger. Aucun contournement ou érosion de la résistance variétale n'a cependant été mis en évidence entre 2013 et 2015. Il existe de fortes différences de sensibilité entre les variétés (résultats non présentés ici), Judor étant la variété la plus sensible. Présente dans les trois parcelles, elle a donc permis d'évaluer l'efficacité des mélanges.

Les statistiques montrent une diminution significative de l'intensité d'attaque à partir de 2014 lorsque Judor est mélangée sur le rang avec une ou deux autres variétés (diminution respective de -21 % pour ECO et de -29 % pour ECO+) par rapport à la même variété implantée en pur (parcelle PROD).

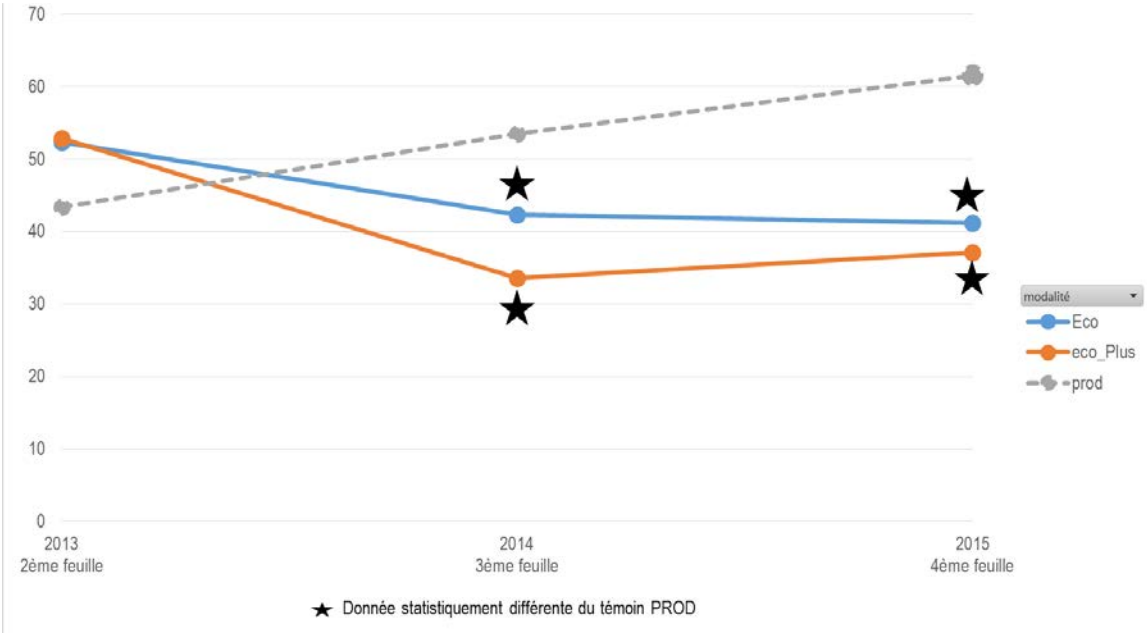


Figure 5: Evolution du pourcentage de feuilles tavelées en fin de contaminations primaires entre 2013 et 2015 sur la variété Judor dans les parcelles PROD (témoin non en mélange variétal), ECO (mélange de 3 variétés, 2 à 2 sur le rang) et ECO + (mélange de 6 variété, 3 à 3 sur le rang)

Sur fruits, en 2014, première année de production significative de la parcelle, l'incidence avant récolte de la maladie sur Judor était significativement plus faible dans la parcelle en mélange ECO que dans le témoin PROD, avec une réduction moyenne de 23% (pas de différence significative pour la parcelle ECO +). Même si cette réduction était d'un ordre de grandeur non négligeable, la proportion de fruits touchés restait élevée (supérieur à 40%). Cependant, dans le contexte de la production cidricole (fruits transformés), cette présence de taches sur fruits a été sans incidence sur la récolte 2014. La disparition des effets secondaires de certains fongicides anti-tavelure du fait de leur suppression depuis la plantation a cependant engendré le développement d'autres maladies. C'est notamment le cas du chancre, particulièrement présent au printemps 2014 (pression depuis en baisse suite à des traitements cupriques automnaux) et aussi de l'anthracnose du pommier.

En conclusion, la réduction de maladie sur feuilles et fruits de la variété sensible Judor dans les parcelles en mélange confirme un premier intérêt des mélanges variétaux dans un itinéraire excluant tout traitement anti-tavelure. Mais cette tendance demande à être confirmée dans le temps afin de valider le modèle mathématique. Dans un second temps, il serait intéressant de tester les mélanges variétaux avec un programme de traitements allégé afin de préciser les performances de ce levier et sa gestion opérationnelle en exploitation pour réduire les fongicides.

2.2.3 Effet de la réduction d'intrants sur la maîtrise des ravageurs

Outre la suppression de certains traitements précoces (contre l'anthonome, huiles minérales contre les stades hivernants, etc.), des aphicides et de certains traitements contre le carpocapse, la réduction des insecticides dans ECO (-61% en moyenne sur les 3 premières feuilles des 6 sites conventionnels) résulte du remplacement des insecticides de synthèse par des produits de biocontrôle (virus de la granulose, confusion sexuelle, …).

Par ailleurs, plusieurs RDD fixent des seuils de présence pour déclencher une intervention. Pour l'anthonome, ces seuils n'ont pas encore été atteints faute de pression et compte-tenu de la jeunesse des vergers. Les traitements n'ont donc pas été réalisés et ce, sans dégât.

Concernant le carpocapse, la lutte contre ce ravageur en contexte cidricole consiste à réduire le nombre de fruits s'altérant au sol, afin de limiter les problèmes de conservation lors de la récolte. Les traitements débutent donc lorsque le verger commence à produire significativement. Parallèlement, dans le contexte climatique du nord-ouest, il existe 1 seule voire 2 générations. De ce fait, le nombre d'interventions est souvent très limité voire inexistant en verger cidricole. Il apparait alors difficile de réduire les traitements mais il est possible de jouer sur le choix des produits qui peut moduler l'impact environnemental. Dans ce contexte, après 3 ans d'études en phase de jeunesse des vergers, peu de producteurs ont pu changer leurs pratiques dans les systèmes ECO.

Pour le puceron cendré, autre ravageur majeur du pommier cidricole, les interventions sont courantes en jeune verger compte-tenu des dégâts importants que peut occasionner ce ravageur à ce stade de développement de l'arbre. Dans ECO, la stratégie retenue est de miser sur la régulation naturelle, via la mise en place d'infrastructures agro-écologiques pour augmenter la quantité d'auxiliaires et l'élévation des seuils de traitements pour retarder au maximum les interventions. Entre 2012 et 2014, du fait des différences de pression de ce ravageur selon les sites et les années, les parcelles ECO n'ont pas toujours réussi à mettre en œuvre des stratégies de traitements contre le puceron cendré différentes de celles de PROD. Lorsque les conditions météo et le contexte de production du verger l'ont permis, l'impact des changements de pratiques dans ECO variait selon les sites et les années. Mais la majorité des parcelles ECO présentait plus de dégâts que sur les systèmes PROD (Figure 6). Bien que plus faible, la tendance est similaire pour les systèmes sans changement de pratiques ce qui constitue un résultat non attendu à approfondir ultérieurement s'il se confirme. Outre l'incidence sur la production annuelle, il reste à évaluer l'impact sur les arbres à plus long terme.

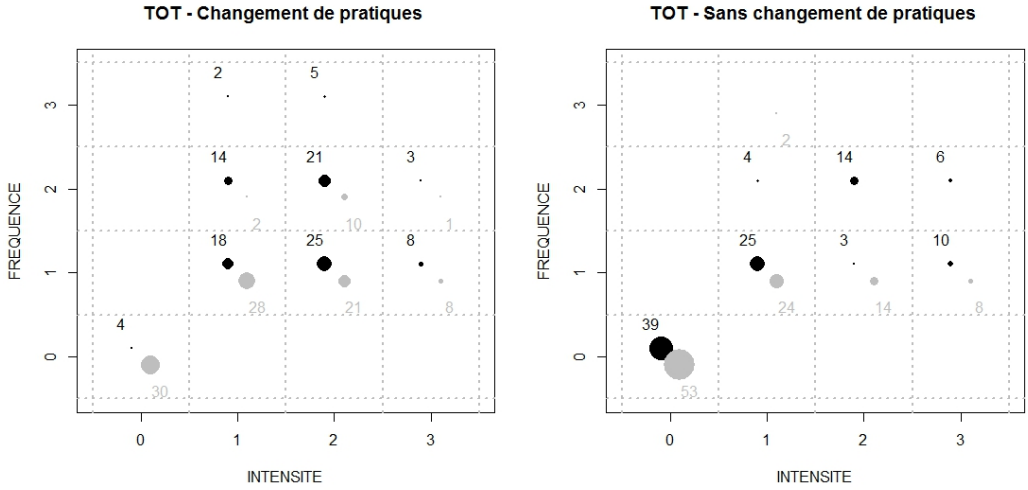


Figure 6 : Bilan qualitatif 2012-2014 des dégâts de puceron cendré, toutes variétés confondues, sur les sites ayant pu mettre en œuvre des changements de pratiques dans ECO (à gauche) ou non (à droite). Résultats pour les deux modalités : ECO en noir et PROD en gris. Les dégâts ont été estimés par une note d'intensité d'attaque à l'arbre croisée à une note de fréquence d'arbres attaqués (notes allant de 0 à 3). Le diamètre des cercles est proportionnel au pourcentage d'attribution de chaque note, indiqué également par le chiffre.

2.2.4 Effet de la réduction d'intrants, des changements de pratiques de fertilisation et d'entretien du sol sur l'état nutritionnel du verger

La mise en place d'alternatives aux herbicides a permis de réduire la valeur de l'IFT herbicide dans les parcelles conventionnelles (-80% en moyenne sur les 3 premières feuilles), mais nécessite de repenser la gestion du sol sur le rang. En fonction de son contexte, chaque producteur a opté, dans ECO, pour l'alternative de son choix : plantation sur bâche (plastique ou tissée), mulch de copeaux de bois, enherbement, etc. Sur certaines parcelles ECO, la gestion de l'inter-rang se veut également innovante : implantation de bandes fleuries pour attirer la faune auxiliaire et favoriser la régulation naturelle.

Combinées aux changements de pratiques de fertilisation azotée, ces méthodes alternatives d'entretien du rang et de l'inter-rang appliquées dans ECO ont induit des différences non négligeables sur l'état nutritionnel des arbres, exprimé par l'analyse minérale des feuilles (Figure 7), qui ont pu être préjudiciables à la croissance et au développement des arbres (Figure 8) et/ou des fruits. Sur certaines parcelles ECO, les couverts végétaux mis en place sur le rang et/ou l'inter-rang, parfois combinés à des systèmes plantés sur bâche ou sur mulch, ont probablement induit des concurrences hydriques et/ou azotées sur les jeunes arbres. Des modifications des équilibres minéraux du sol ont aussi pu conduire à une moindre disponibilité ou à un blocage de l'absorption racinaire de certains composés du sol.

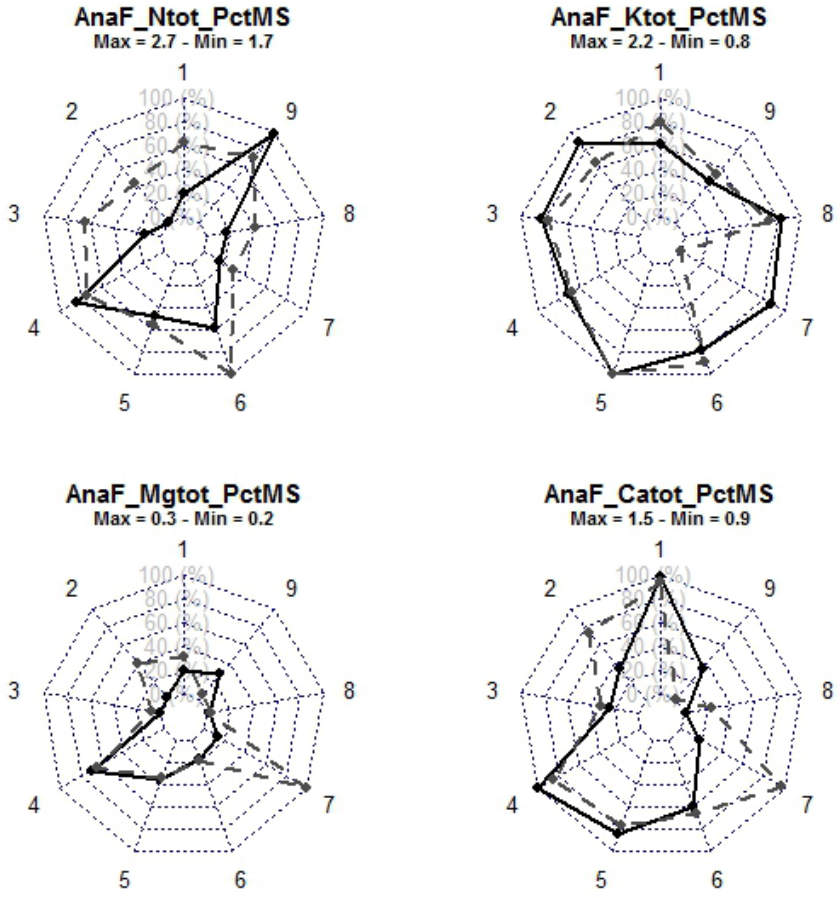


Figure 7 : Teneur foliaire de divers éléments minéraux des 18 systèmes (mesuré 60 jours après floraison et moyenné sur les 2ème, 3ème à 4ème feuilles) exprimée en pourcentage de la teneur foliaire maximale observée sur le réseau pour chaque élément: azote total (en haut à gauche), potassium (en haut à droite), magnésium (en bas à gauche) et calcium (en bas à droite). ECO est en noir et PROD en gris pointillés.

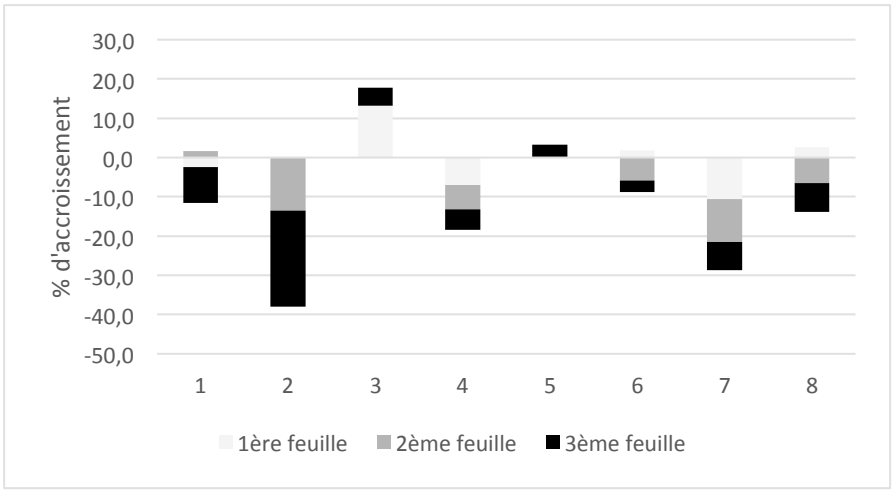


Figure 8 : Différence du taux d'accroissement des circonférences de troncs dans ECO par rapport à celles dans PROD, selon l'âge de verger, pour les sites n°1 à 8

2.3 Premier bilan technico-économique

Fin 2015, 5 des 9 vergers du réseau avaient entre 3 et 4 années de production, alors que pour d'autres, 2015 n'était que la deuxième récolte. Ces données permettent néanmoins de tirer un premier bilan technico-économique basé sur le rendement des parcelles (Figure 9).

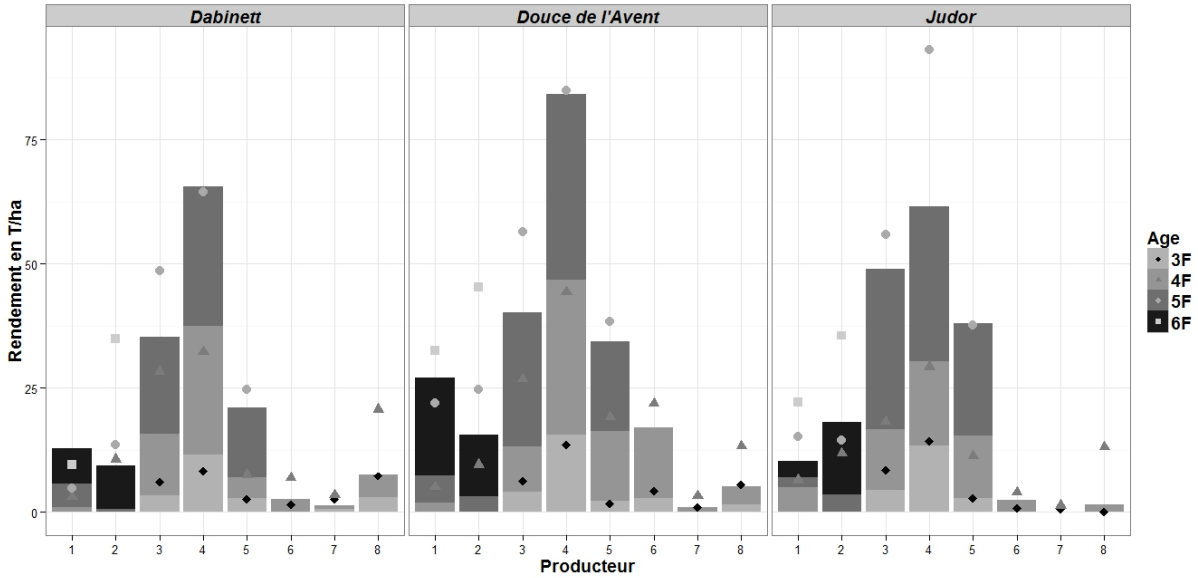


Figure 9 : Rendements cumulés pour les 3 variétés des parcelles ECO des sites n°1 à 8 selon l'âge du verger. Les points associés à chaque histogramme représentent les résultats obtenus sur les parcelles PROD.

Les deux parcelles implantées en 2010 (site n° 1 et 2) ont eu une entrée en production particulièrement tardive (4ème feuille à la fois pour PROD et ECO). Par conséquence, les rendements cumulés après 3 années de production restent inférieurs aux attentes dans les 2 systèmes et pour les 3 variétés. Les systèmes ECO sont globalement plus pénalisés sur ces 2 sites.

Pour les sites n°3 à 5 (plantation en 2011), l'entrée en production est plus conforme aux attentes bien que variable selon les sites et les variétés. Les rendements cumulés de la 3ème feuille à la 5ème feuille, sont dans la majorité des cas inférieurs dans les systèmes ECO. Cette différence de rendements cumulés entre PROD et ECO résulte pour l'essentiel des résultats peu satisfaisants des parcelles ECO

en 2015 sur plusieurs sites et variétés. En effet, en 3 et 4ème feuilles, les rendements annuels sur les 3 sites et pour les 3 variétés étaient équivalents voire supérieurs à ceux de PROD.

Enfin pour les parcelles plantées en 2012 (sites n°6 à 8), il est plus difficile d'avoir du recul après seulement 2 années de production et avec une entrée en production qui reste faible et décevante pour les deux modalités. Sur des tonnages cumulés dépassant rarement 15 tonnes/hectare sur chacun des 3 sites et des 3 variétés, les rendements sont inférieurs dans ECO.

S'ils appellent déjà à la vigilance pour certains sites, ces valeurs de rendement sont bien sûr à préciser sur plusieurs années, avec la montée en production des arbres et du fait d'un début d'alternance observé sur certaines parcelles, confirmé par certains taux de floraison (non montrés ici). Par ailleurs d'autres indicateurs doivent être mobilisés pour évaluer la performance globale (économique et sociale) des systèmes ECO : coûts des intrants (en fonction de la quantité et de la nature de l'intrant), temps de travaux, marge brute,…

Les premiers calculs ont ainsi montré que les charges liées aux produits phytosanitaires avaient diminué de 15 % en moyenne sur les 3 premières feuilles des vergers ECO, avec des différences selon les produits et les producteurs. Par contre, le coût de la fertilisation augmente pour certaines parcelles en raison du prix élevé de certains engrais organiques. Des produits phytosanitaires ont aussi été remplacés par des interventions mécaniques : le temps et le type de travaux effectués ne sont pas les mêmes entre ECO et PROD. La part de travaux non motorisés a été plus importante dans ECO, suite à la suppression des herbicides et une substitution par la gestion mécanique de l'enherbement de la ligne de plantation. Pour réduire l'utilisation des herbicides sur plusieurs années, d'autres producteurs ont fait le choix de planter sur bâche tissée (durée de vie plus longue que les bâches plastiques plus couramment utilisées). Ces investissements restent couteux.

Conclusion

Les résultats acquis après 3 ans d'études montrent quelques premières tendances des performances des systèmes ECO en phase juvénile :

- Un bilan environnemental positif lié à la réduction de toutes les catégories de pesticides, en particulier les fongicides, et ce sans impact notoire sur la tavelure, principale maladie du pommier cidricole, à confirmer avec le vieillissement des arbres.
- Une gestion difficile des changements de pratiques de fertilisation et d'entretien du sol qui semblent impacter négativement la disponibilité de l'eau et des éléments minéraux du sol et pourraient expliquer les premiers rendements insuffisants et la moindre croissance des arbres observée sur certains sites ECO.
- L'importance d'un calcul précis, et sur plusieurs années, du ratio rendement – coût de production, seul capable de rendre compte sur le long terme de la performance économique globale de chaque système. C'est probablement sur l'ajustement de cet équilibre à partir d'indicateurs adéquats que pourront se définir les systèmes performants de demain.

Basés sur seulement 3 années de relevés en phase d'installation du verger et de début de mise à fruit, nous considérons aujourd'hui que ces résultats ne sont que partiellement transférables et valorisables auprès des producteurs. Il est nécessaire de les enrichir en poursuivant l'analyse sur la phase adulte du verger.

C'est l'objectif de la 2ème phase du projet Verger Cidricole de Demain, lauréat d'un nouvel appel à projet CASDAR pour la période 2015-2018, qui intégrera la phase de montée en production et l'aval de la filière en s'intéressant aux aptitudes technologiques des fruits issus de parcelles ECO et à la qualité des produits finis.

En parallèle, il est aussi nécessaire de développer des travaux d'expérimentation et de recherche sur le thème de l'alimentation de l'arbre et de la fertilité des sols pour répondre aux questions soulevées par le projet sur cette thématique.

Par ailleurs, sur le volet régulation naturelle des ravageurs, tel que le puceron cendré, les premiers résultats (non présentés ici) attestent d'un potentiel contrôle des populations de pucerons par les auxiliaires des cultures, favorisé par certaines infrastructures agro-écologiques (bandes fleuries notamment). Afin de mieux comprendre les processus qui sous-tendent ces interactions ravageurs/auxiliaires/infrastructures agro-écologiques et fournir des leviers d'actions aux producteurs, une thèse CIFRE a été initiée par l'IFPC en 2014 sur le sujet en s'appuyant sur le dispositif du projet Verger Cidricole de Demain et en partenariat avec l'unité Plantes et Systèmes de culture Horticoles de l'INRA d'Avignon et l'Institut de Génétique, Environnement et Protection des Plantes de Rennes.

Démarrée dès le début du programme, l'évaluation en serre de 88 variétés à cidre sur différents critères dont la sensibilité à la tavelure confirme la variabilité du matériel végétal disponible. Ces premières études se poursuivront pour mieux comprendre les interactions génotypes x environnement et permettront de mieux raisonner le choix du matériel végétal dans les préconisations sur les vergers cidricoles de demain.

La méthodologie de co-conception des systèmes et de co-analyse des résultats, bien qu'assez chronophage s'est révélée riche en enseignements et doit être poursuivie. Encore porteuses de nombreuses interrogations en termes méthodologiques (animation des réunions, modes de prises de décisions, entretien de la motivation,…), ces approches participatives multi-acteurs permettent de combiner plusieurs types de savoirs (du savoir basé sur l'observation de terrain au savoir plus académique), de croiser les points de vue et d'aborder de façon plus efficace des systèmes complexes tels que les vergers. Ainsi, même si certaines règles de décisions élaborées en début de projet ont subi quelques évolutions, les principales décisions prises par le groupe se sont révélées pertinentes.

Enfin, outre l'acquisition de références sur des systèmes cidricoles « économes en intrants », le projet a également permis la production d'un certain nombre d'outils génériques (base de données, liste d'indicateurs et d'outils retenus pour évaluer les parcelles, méthodologie…) qui pourront être remobilisés par l'ensemble de la filière arboriculture et/ou dans le cadre d'autres essais systèmes en cultures pérennes.

Remerciements

Ce projet a reçu le soutien financier du CASDAR, des régions Bretagne, Normandie, Pays de la Loire, et de l'Unicid.

Références bibliographiques

Bockstaller C., Girardin P., 2008. Mode de calcul des indicateurs agri-environnementaux de la méthode INDIGO. UMR Nancy-Université-INRA Agronomie et Environnement Nancy-Colmar.

Didelot F., Brun L., Parisi L., 2007. Effects of cultivar mixtures on scab control in apple orchards. Plant Pathology 56, 1014-1022.

Griffith P., 2004. Construction d'un tableau de bord arbo-environnemental à partir de la méthode INDIGO. UMR INPL- INRA Agronomie et Environnement Nancy-Colmar.

Kovach J., Petzoldt C., Degni J., Tette J., 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin 39, 1–8.

Meynard, J.M., 2012. La reconception est en marche ! Innovations Agronomiques 20, 143-153.

Samuel O., Dion S., St-Laurent L., April M.-H., 2012. Indicateur de risque des pesticides du Québec – IRPeQ – Santé et environnement [en ligne]. Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de

l'Alimentation/ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs/Institut national de santé publique du Québec, 48 p.

Simon S., Plénet D., Alaphilippe A., Guillermin P., 2014. Méthodologie de l'approche système en arboriculture. INRA, 24 pages.

Annexe 1 - Cahier des charges PFI en production de pomme à cidre

La production fruitière intégrée est un système de production mettant en œuvre un ensemble de techniques culturales prenant en compte les potentialités locales et satisfaisant les exigences écologiques, économiques et sanitaires en vue d'obtenir une récolte de qualité optimale.

Au début des années 90, l'IFPC a mis en place des essais visant à adapter le concept PFI dans le contexte du verger cidricole.

Rédigé par un groupe de travail constitué des conseillers techniques de terrain et l'IFPC, et validé par les professionnels, le cahier des charges donne des définitions, propose des objectifs, impose des obligations et mentionne des recommandations. L'ensemble vise à donner aux professionnels les éléments techniques pour garantir une production de fruits de qualité appropriée aux besoins de la transformation. Ces éléments sont déclinés en thématiques : implantation du verger, entretien du sol, fertilisation, conduite de l'arbre, éclaircissage, gestion des bioagresseurs et récolte.

Centré sur le respect de l'environnement, ce cahier des charges correspond aux règles de production dont les partenaires de la filière ont décidé de se doter dans le cadre des approches « agriculture raisonnée ». Son actualisation annuelle permet de prendre en compte les évolutions et acquis techniques nouveaux qui vont concourir aux objectifs. Par une démarche volontaire, le producteur s'engage à respecter 3 principes : la Production de fruits de qualité, le recours à des pratiques respectueuses de l'environnement et la traçabilité

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)