

Compte-rendu d'essai

Pomme 2016

Evaluation d'un verger de pommiers à très bas niveau d'intrants

Date : 19/04/2017

Rédacteur(s) : Station d'expérimentation Arboricole « La Pugère », CHARREYRON Marie

En collaboration avec : CETA de Cavaillon, REYNOLD Hugues - Chambre d'Agriculture du Vaucluse, RICAUD Vincent - Groupement de Recherche en Agriculture Biologique, LIBOUREL Gilles - GRCETA de Basse Durance, HUCBOURG Bruno
Isabelle BOYER - Ardepi

Essai rattaché à l'action n° : 20.2010.01

Titre de l'action : Evaluation d'un verger de pommiers à très bas niveau d'intrants

1. Thème de l'essai

Les vergers de pommiers sont de forts consommateurs d'intrants, notamment phytosanitaires. Des techniques de réductions partielles d'intrants sont au point, mais la possibilité d'une réduction très importante grâce à une combinaison logique de toutes les techniques est peu explorée.

Le projet a pour objectif principal d'évaluer différents systèmes de production en vergers de pommiers qui visent à réduire voire à supprimer les intrants au verger (réduction de l'emploi des fongicides et des insecticides, ainsi que des volumes d'eau d'irrigation et des quantités de fertilisants - suppression de l'emploi des herbicides), mais aussi de limiter les énergies fossiles par la restriction du nombre de passages d'engins agricoles et ainsi diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

Outre le caractère innovant permettant une réduction drastique de tous les intrants, cette nouvelle conception de verger devra contribuer à assurer la durabilité économique des exploitations.

2. But de l'essai

La limitation des intrants sera modulée en 2 phases, selon l'âge du verger :

- **phase juvénile**, croissance des arbres fruitiers et montée en production.

Cette phase prendra fin lorsque les arbres seront à l'équilibre entre la mise à fruit et le développement végétatif. Durant cette phase, la réduction des intrants ne devrait pas être à l'origine d'une altération durable du développement des arbres fruitiers.

- **phase de pleine production**.

Durant cette phase, la réduction des intrants ne devrait pas être à l'origine d'une mise en péril de la rentabilité économique du verger.

3. Facteurs et modalités étudiés

Facteur étudié : Système de verger

Modalités : système raisonné (RAI), système bas intrants conventionnel (BI) et système bas intrants variété tolérante aux races communes de tavelure (BI RT)

4. Matériel et Méthodes

- Matériel Végétal

Système	Raisonné	Bas Intrants
Variété	Golden 972	Golden 972 et Crimson crisp®
Porte greffe	Pajam® 2 Cepiland	M7
Distance de plantation	4m x 1,25m	5m x 2,5m
Année de 1 ^{ère} feuille	2010	2010
Conduite	Axe centrifuge	Forme libres
Entretien du rang	Chimique	Mécanique
Irrigation	Micro-aspersion	Micro-aspersion
Protection du verger	Filet paragrèle, Application des Références régionales en Production Fruitière Intégrée	Alt'Carpo, Intervention(s) chimique(s) si nécessaire en fonction de la méthode du TRV
Environnement	Absence d'aménagement spécifique	Haies composites, bandes florales, têtes de rang diversifiées

– **Site d'implantation**

Système	Raisonné	Bas intrants
Site	Mallemort (station – P15)	Mallemort (station – P8)
Superficie	0,282 ha	0,15 ha (golden) / 0,2 ha (crimson crisp®)

– **Dispositif expérimental :**

- Essai en randomisation totale à 10 répétitions (2 placettes de 5 arbres) pour le suivi production et gestion de la charge
- Essai en randomisation contrôle sur un échantillon de 200 pousses pris aléatoirement sur 40 arbres par parcelle.

– **Observations et mesures :**

- *Caractérisation du développement végétatif* : mesure de circonférence de tronc lors de la période de repos végétatif sur l'ensemble des arbres des systèmes.
- *Pilotage irrigation* : il est réalisé à partir du suivi des sondes capacitatives Triscan®, en fonction des seuils inférieur et supérieur de la Réserve Facilement Utilisable.
- *Fertilisation* : suivi des reliquats azotés dans la solution du sol à l'aide du RQFLEX Plus.
- *Suivi phytosanitaire* : il comprend :
 - le relevé des pièges carpocapse, tordeuse orientale, pandémis, zeuzère et punaise.
 - le suivi de la pression phytosanitaire sur les vergers avec le contrôle visuel à différentes périodes selon le protocole interne.
- *Récolte* : enregistrement de la date de cueille, du rendement brut. Répartition par catégorie suite à un calibrage électronique.
- *Analyse technico-économique* :
 - enregistrements des intrants (quantité et prix), de la main d'œuvre (temps de travaux des permanents et saisonniers) et de l'utilisation du matériel mécanique (type et durée).

- **Traitement statistique des résultats** : Analyse de la variance à l'aide du logiciel STATBOX pro.

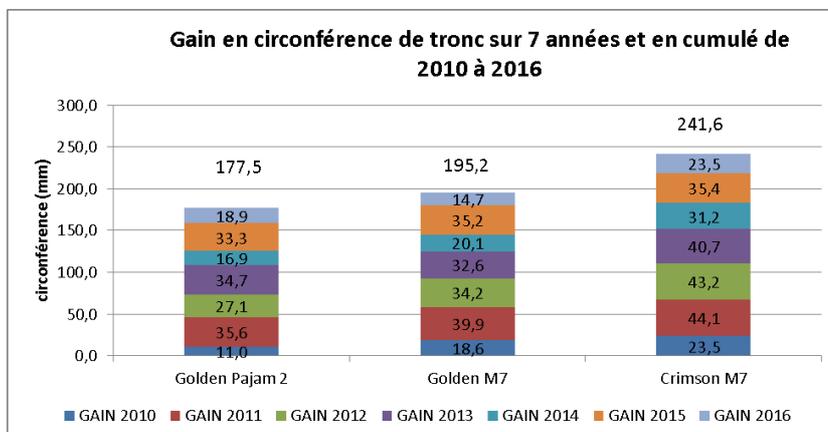
5. Résultats détaillés

- *Caractérisation du développement végétatif :*

Modalité RAI : en 2016, la croissance végétative des arbres a été assez faible pas rapport à 2015. Cette faible croissance végétative s'explique par la charge élevée du verger en 2016. L'alternance du verger se retrouve au niveau de la croissance végétative. En 2014, une forte charge était également observée en parallèle de la faible croissance végétative.

Modalité BI et BI RT : Même constat pour le verger bas intrant : en 2016, la circonférence de tronc est moins élevée qu'en 2015, surtout pour la variété golden,

due à une forte charge sur le verger en 2016. Concernant le verger BI RT, l'alternance de production étant moins marquée d'une année sur l'autre, la croissance végétative suit la même progression, avec un léger déclin d'année en année.



Globalement, la vigueur conférée par le porte greffe M7 induit une croissance de circonférence de tronc en cumulé depuis la plantation, supérieure de 10% pour la variété Golden 972 par rapport au porte-greffes pajam 2. Cette différence tend à diminuer avec l'âge du verger. La croissance en cumulé de la modalité BI RT avec la variété Crimson Crisp® est supérieure de 24% en cumulé par rapport à la modalité BI (variété Golden).

Le porte-greffe M7 induit une vigueur élevée des arbres.

- *Récolte*

En 2016, les récoltes des variétés Crimson crisp® et Golden 972 ont été réalisées à des dates différentes :

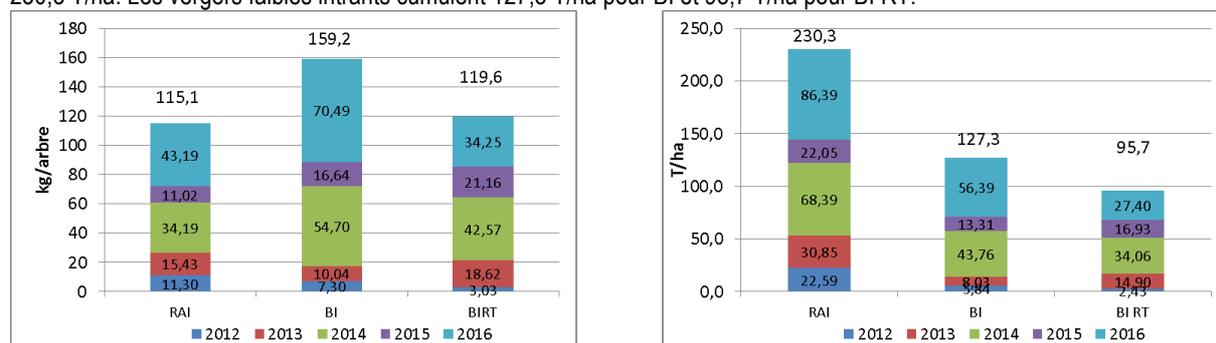
- La variété Crimson BI RT a été récoltée le 05/09,
- Les variétés Golden RAI et BI ont été récoltées respectivement le 28/09 et le 16/09.

En 7^{ème} feuille, la production a été élevée sur les 2 vergers de Golden et stable sur le verger de Crimson. Avec la production élevée en 2014 et faible en 2015, les parcelles sont en alternance. Il faudra porter une attention particulière à l'éclaircissage chimique des arbres sur les prochaines années pour pouvoir casser ce cycle d'alternance engagé sur les deux parcelles Golden. Cette précaution a déjà débuté en 2016, avec un programme d'éclaircissage correspondant à la charge élevée de ces deux parcelles : sur la parcelle RAI : éthéphon petit fruit, NAD et ANA, parcelle BI : NAD + ANA.

En 2016, le verger RAI présente une production de 43 kg/arbre. En cumulé depuis 2012, il obtient un rendement de 115,1 kg/arbre. Le verger BI présente une production de 70,6 kg/arbre en 2016. En cumulé, elle représente 159,2 kg/arbre. C'est le verger qui représente la production la plus élevée depuis 2012. Le verger BI RT obtient en 2016 la production à l'arbre la plus faible avec 34,3 kg/arbre. En cumulé elle représente 119,6 kg/arbre.

En 2016, et pour la 1^{ère} fois depuis l'entrée en production significative des arbres, la parcelle RAI présente une production plus élevée que la parcelle BI RT. Ce gain de production annuel se répercute sur la production cumulée de l'arbre, puisque la différence entre ces deux vergers s'atténue progressivement, malgré le porte-greffe M7. Le verger le plus productif à l'arbre reste la parcelle BI.

Cependant, lorsque l'on regarde le rendement en T/ha, c'est le verger RAI qui obtient le rendement le plus élevé avec 230,3 T/ha. Les vergers faibles intrants cumulent 127,3 T/ha pour BI et 95,7 T/ha pour BI RT.



On se rend compte sur ce dernier graphique, que la vigueur et la production supérieures des arbres de la parcelle BI ne suffisent pas à compenser la faible densité de plantation de 800 arbre/ha.

Il semble qu'en densité de plantation, il ne faut pas descendre en dessous de 1250 à 1500 arbres par hectare pour obtenir un rendement cohérent.

Au niveau du calibre, le verger RAI permet d'obtenir en cumulé depuis 2012, 76,6% de fruit de calibre supérieur à 75 mm. Les vergers BI et BI RT permettent d'obtenir respectivement 49,6% et 53% de fruit de calibre supérieur à 75 mm. En 2016, les vergers RAI et BI RT présentent un pourcentage de fruit de calibre supérieur à 75 mm proche de 73%, ce qui peut s'expliquer par la charge en fruit des arbres plus faible que pour BI Golden.

En cumulé, il semble que le porte-greffe M7 et les restrictions hydriques réalisées sur les parcelles Bas Intrants défavorisent le calibre des fruits.

Ces vergers sont en 5^{ème} année (4^{ème} pour le porte-greffe M7) de production significative. Il faudra attendre plusieurs années encore pour avoir une idée du potentiel de production de ces systèmes. Un des points importants des années à venir est la régulation de la charge sur ces différents vergers, notamment par rapport au cycle d'alternance observé sur les parcelles de Golden.

En 2017, malgré la faible charge en fruit des arbres attendue, un éclaircissage chimique sera sans doute réalisé pour limiter l'alternance à l'arbre.

- Irrigation

Conditions de culture sur la campagne :

En 2016, les pluviométries du printemps ont été faibles durant tout le printemps et quasi absentes de mai à septembre. L'alimentation hydrique des arbres a été assurée par les irrigations en totalité à partir de juin jusqu'à fin septembre.

	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	Total
Pluies « efficaces » (mm)	85	15	35	0	0	0	25	160
Irrigation RAI (mm)	0	20	135	110	165	145	60	635
Irrigation BI (mm)	0	35	35	100	119	115	18	422
Irrigation BI RT (mm)	0	20	15	65	64	75	18	257
ET réf moy	64	91	124	146	163	138	95	
Kc utilisé*	0,5-0,7	0,7-0,9	0,9	0,9-1	1-0,7	0,7	0,7	
ETM / mois	32	73	111	146	163	97	66	688

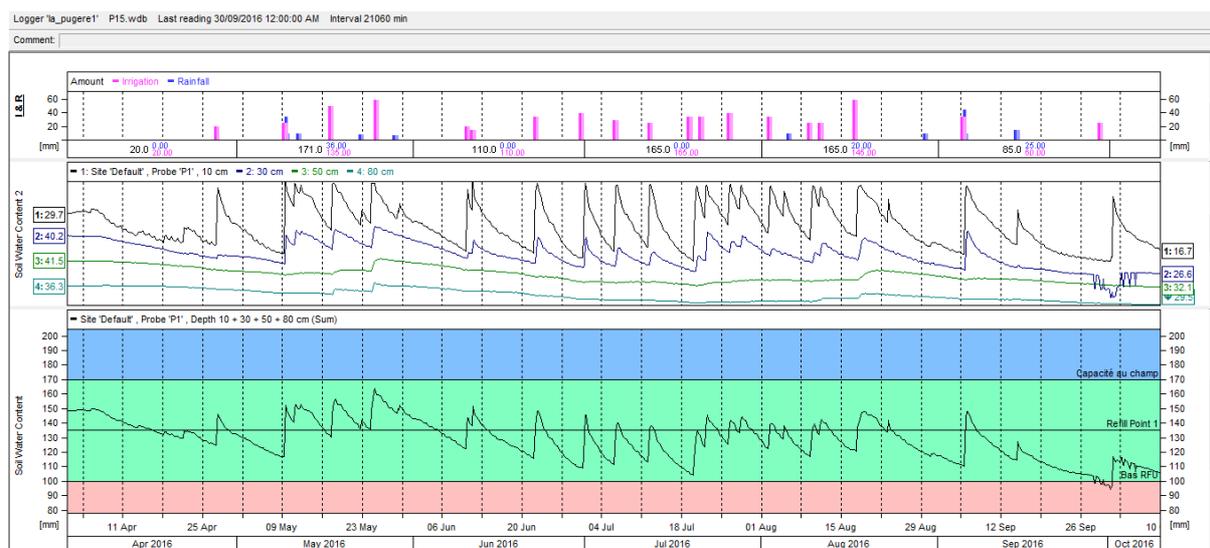
* Référence : Pommier enherbé variété Golden, référence Cirame – Ardepi

Le volume d'eau apporté sur RAI est proche d'une conduite à l'ETM, les variations sont liées au printemps peu pluvieux et au mois d'août très chaud.

La modalité BI montre une réduction du volume d'eau apporté de 38% par rapport à RAI, cette différence significative est en partie liée à une charge de BI inférieure et une conduite de l'irrigation plus modérée.

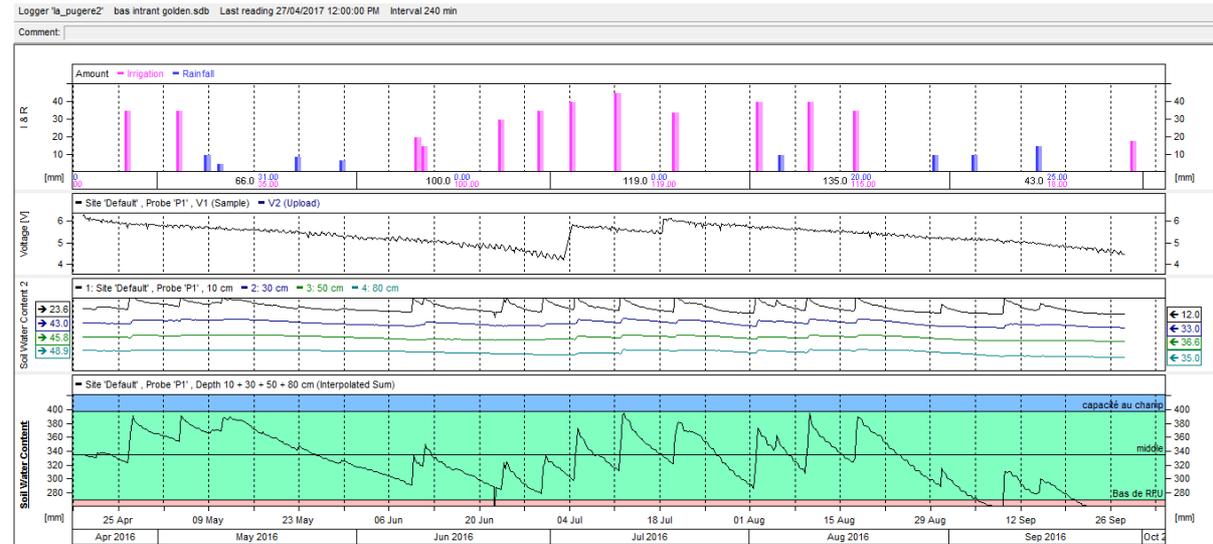
Suivi irrigation des parcelles avec les sondes capacitives :

Modalité RAI :



La consigne de pilotage est de maintenir la parcelle en grand confort hydrique, la courbe des cumulés doit être maintenue sur la partie supérieure de la RFU. En revanche, durant une grande partie de la campagne, la courbe cumulée est en dessous de la consigne. Le choix de réduire l'irrigation a été fait. Le volume d'eau sur la saison a été important du fait de l'absence de pluie durant plusieurs mois.

Modalité BI



La parcelle a été maintenue en grand confort hydrique sur juillet et août afin d'assurer un grossissement des fruits et améliorer la vigueur des arbres. L'irrigation a été fortement réduite à partir du 15 août, la courbe des cumuls descend et respecte la consigne. Le volume d'eau apporté sur cette modalité est de 422 mm.

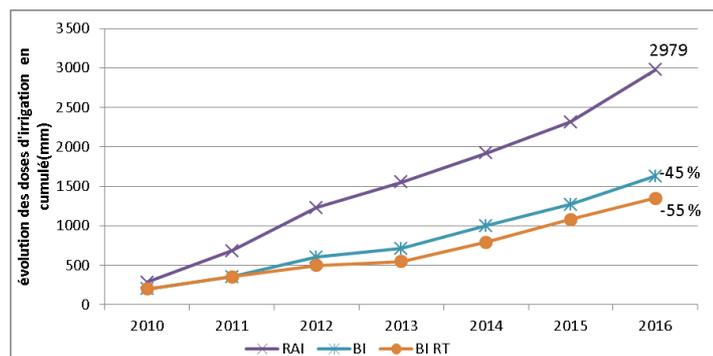
Modalité BI RT



La parcelle a été maintenue proche du bas de la RFU, les arbres ont montré une vigueur importante. Le volume d'eau en profondeur reste constant malgré la réduction des irrigations, il y a des remontées capillaires de profondeur sur cette modalité. La vigueur des arbres sur cette modalité n'est donc pas représentative de la conduite de l'irrigation. Le volume d'eau apporté est de 257 mm.

Le graphique ci-contre présente les évolutions d'apport d'eau en cumulé depuis la plantation. Depuis la mise en place de l'essai, en 2010, on observe bien la réduction des apports d'eau sur les parcelles Bas Intrants par rapport à la parcelle RAI.

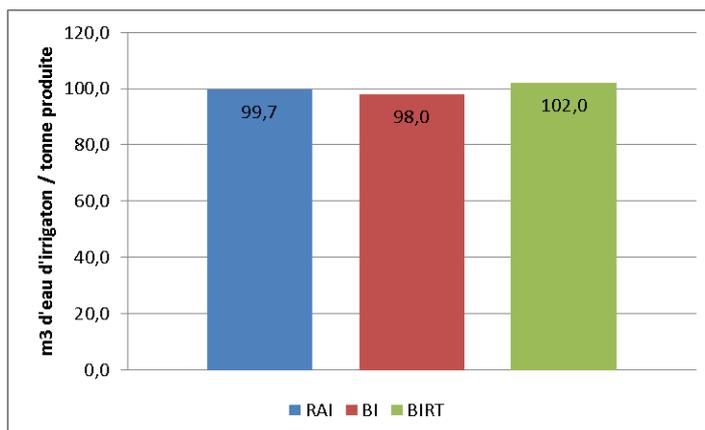
Le suivi, le pilotage de précision et le matériel végétal utilisé, nous ont permis d'économiser 45% et 55% des apports d'eau d'irrigation, respectivement, sur les systèmes BI et BI RT en cumulé depuis 2010.



Néanmoins, sur les années de fortes productions, on s'aperçoit d'après la répartition des calibres, que les restrictions hydriques semblent pénaliser le calibre des fruits. **Il faut être vigilant sur ces années de fort retour à fleur.**

Le graphique ci-contre représente l'efficience des systèmes par rapport à l'irrigation, c'est-à-dire la quantité d'eau d'irrigation par hectare nécessaire pour produire une tonne de fruits par hectare. Les valeurs sont issues des apports d'eau réalisés en cumulé depuis 2012 par hectare divisé par la production totale cumulée à l'ha depuis 2012, année d'entrée en production significative des vergers.

D'après ce graphique il semble que depuis 2012, l'efficience des systèmes par rapport à l'irrigation est identique, c'est-à-dire qu'il faut 99,7m3 d'eau d'irrigation pour produire 1 tonne de fruit sur le verger RAI, 98 m3 pour le verger BI et 102 m3 pour le verger BI RT. Cette efficience tend à s'équilibrer d'année en année entre les différents systèmes avec l'âge des vergers.



Cet indicateur est issu de la moyenne de consommation d'eau pour produire 1T de fruit/ha par année pour chacun des systèmes. Il comprend uniquement l'eau d'irrigation et ne prend pas en compte les précipitations.

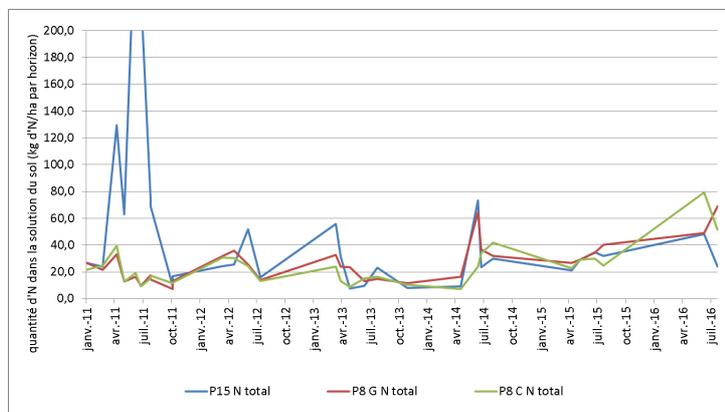
• *Fertilisation:*

Système	Apports 2011	Apport 2012	Apport 2013	Apport 2014	Apport 2015	Apport 2016
RAI	18-46-0 : 170 kg/ha (11 mars) 33-0-0 : 100 kg/ha (1 ^{er} juin)	18-46-0 : 170 kg/ha (29 mars) 33-0-0 : 100 kg/ha (25 avril)	Aucun	19-0-33 : 200 kg/ha (6 juin)	Aucun	48-46-0 : 100 kg/ha (18/03) Vinasse de betterave 3-1-9 : 1000 l/ha (18/4)
BI	Aucun	Aucun	Aucun	19-0-33 : 150 kg/ha (6 juin)	Aucun	Vinasse de betterave 3-1-9 : 1000 l/ha (18/4)
BI RT	Aucun	Aucun	Aucun	Aucune	Aucun	Vinasse de betterave 3-1-9 : 1000 l/ha (18/4)

En 2016, au vu de la forte charge des arbres, des apports ont été réalisés en début de saison sur les 3 parcelles avec de la vinasse de betterave qui a pour but d'améliorer le fonctionnement du sol. Un apport supplémentaire a été réalisé en début de saison sur la parcelle RAI pour compenser la forte floraison du verger.

Un suivi des reliquats azotés dans la solution du sol a été réalisé à l'aide du RQFLEX Plus.

Le graphique représente la teneur en azote totale de la solution du sol en kg d'azote/ha par horizon. En 2016, la teneur en azote de la solution du sol des 3 parcelles a été mesurée trois fois sur les trois parcelles en juin et juillet. Sur la première mesure en juin, les parcelles de Golden référence et Bas Intrants présentent le même niveau d'azote dans le sol. En revanche, la parcelle Crimson présente un taux plus élevé. Ces observations ne reflètent pas les apports réalisés en début de saison sur les différentes parcelles. Au mois de juillet, les teneurs chutent pour Golden RAI et Crimson BI RT et à l'inverse augmentent pour Golden BI.



Il ne semble pas y avoir de lien avec la charge en fruit des arbres, les deux parcelles Golden sont très chargées mais les concentrations d'azote évoluent à l'inverse.

En parallèle de ces relevés, des analyses de rameaux et de feuilles sont réalisées pour affiner les apports.

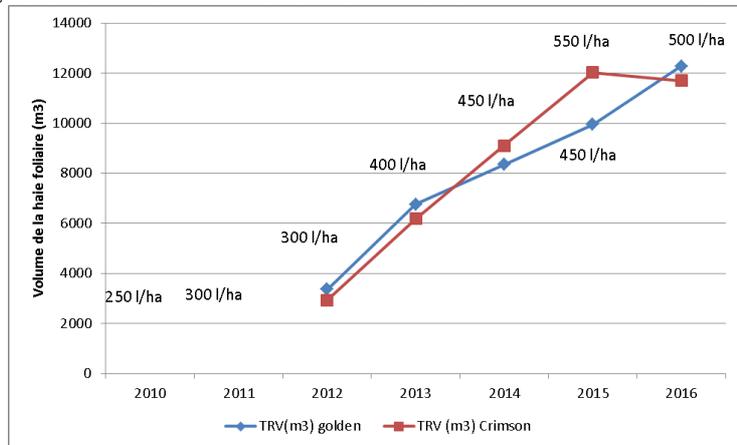
- **IFT**

Concernant la protection phytosanitaire, le site de la Pugère a essayé d'adapter la quantité de produit au volume de la haie foliaire sur les vergers bas intrants. Pour ce faire, nous calculons un volume de haie à l'aide de la formule du TRV. Cette mesure est réalisée 2 fois en saison (au débourrement et à la nouaison) et nous permet d'obtenir un volume de haie. Ce volume (m3) est ensuite transformé en volume de bouillie grâce à une formule :

Volume de bouillie = TRV*0.02+200.

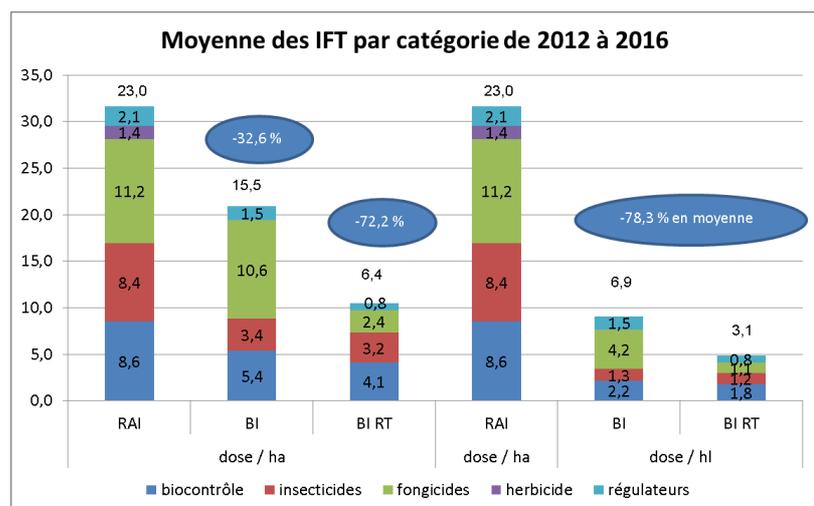
Après avoir calculé ce volume, nous pouvons appliquer les produits à la dose hl.

En 2016, les mesures des deux vergers nous ont conduits à utiliser un volume de 500 l/ha pour les deux vergers bas intrants. Les volumes ont évolué progressivement chaque année depuis 2010 en fonction du volume de haie foliaire.



Le graphique ci-dessous présente la moyenne des IFT de 2010 à 2016 en fonction de la cible. La première partie représente les IFT en fonction de la dose ha, la seconde représente les IFT en fonction de la dose hl. Ceci nous permet d'apprécier l'économie réalisée grâce à l'adaptation des doses en fonction du volume de la haie foliaire et de l'utilisation de la dose hl. Ce graphique permet aussi de suivre l'utilisation des produits de bio-contrôle qui ne représente pas d'IFT chimique. Cet IFT est calculé à partir de la liste de produit de NODU vert mise à jour en 2015.

En moyenne, le verger RAI utilise 8,6 IFT de bio-contrôle, c'est une moyenne qui est gonflée sur les 1^{ères} années de vie du verger, car la confusion contre le carpocapse n'était pas mise en place. Elle l'a été à partir de 2013. Cet IFT représente donc en grande partie les traitements à base de virus de la granulose, de bacille thuringiensis contre la zeuzère et les gibbérellines contre la rugosité. Sur les vergers BI et BI RT ces produits sont moins utilisés du fait du filet alt'carpo®.



Concernant les insecticides, le filet alt'carpo® nous permet d'économiser

en moyenne 5 IFT (zeuzère et carpo principalement). De plus la volonté est de ne pas réaliser de traitement en post floral contre le puceron cendré sur les vergers bas intrants, sauf en cas de forte pression.

Concernant les fongicides, aucun risque n'est pris sur le verger BI, l'IFT de différence correspond à l'utilisation de soufre contre la tavelure.

Par rapport au verger BI RT, le levier génétique nous permet d'économiser en moyenne 8,8 IFT, une grande partie de la protection fongique est réalisée avec des produits de bio-contrôle. Néanmoins, ces applications ont principalement pour cible l'oïdium et non la tavelure.

Les IFT de bio-contrôle sur les vergers bas intrants sont principalement du soufre, des huiles minérales et des gibbérellines. Ce dernier est utilisé uniquement sur golden contre le russeting.

Ces observations correspondaient à l'IFT obtenu avec la dose ha. En utilisant comme levier la protection mécanique, les règles de décision, les produits de bio-contrôles et le seuil de présence, nous arrivons à diminuer de 32,6% les IFT sur le verger BI par rapport au verger RAI. Si on rajoute le levier génétique, nous arrivons à diminuer de 72,2 % les IFT sur le verger BI RT avec la variété résistante tavelure.

En plus de ces différents leviers, sur les vergers bas intrants, l'ensemble des produits est utilisé à la dose hl, hormis les produits d'éclaircissage. En considérant l'utilisation de la dose hl avec une adaptation au volume de la haie foliaire, nous

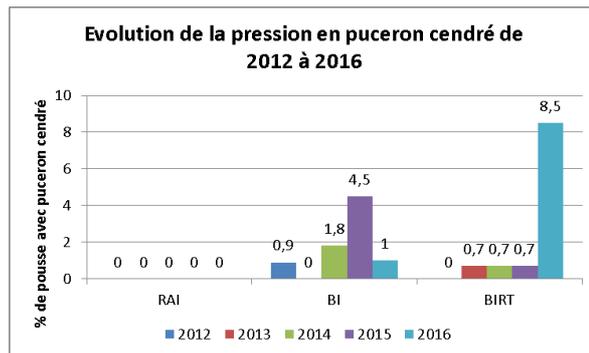
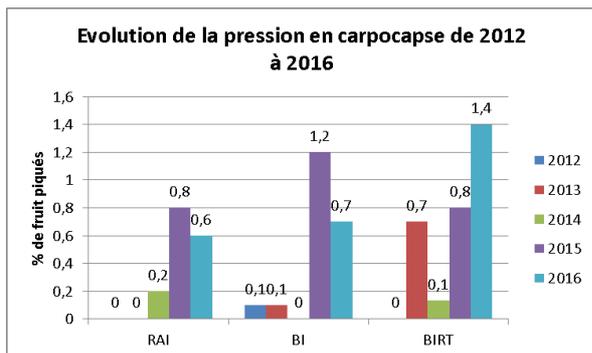
pouvons diminuer de 78,3 % en moyenne les IFT depuis 2012 par rapport au verger RAI. Par rapport à l'utilisation de la dose ha sur ces mêmes vergers, l'utilisation de la dose hl nous permet d'économiser en moyenne 54% d'IFT.

Ces données nous amènent à nous poser la question de l'état phytosanitaire du verger.

- *Evaluation de la pression en bio-agresseurs*

Concernant les principaux bio-agresseurs, puceron cendré, tavelure, oïdium et carpocapse, des suivis sont réalisés en verger. Ces contrôles nous permettent de suivre l'évolution de la pression et aussi de prévoir les traitements à réaliser. Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution de la pression dans les 3 vergers au cours des années.

✓ Pression ravageurs



Concernant le carpocapse, en 2016, nous jugeons la pression assez forte sur les vergers de la Pugère. Les chiffres du graphique présentent la pression au moment de la récolte. Sur le verger RAI, depuis la mise en place de la confusion en 2014, malgré les traitements d'accompagnement, on observe une légère présence qui ne dépasse pas 0,8% de fruits touchés. Cette pression reste stable d'année en année. Sur les vergers bas intrants, sous filets, la pression semble assez élevée et évolue d'année en année, ce qui nous a amené à appliquer un traitement à base de virus de la granulose pour limiter la progression du carpocapse en G2. Cette montée de pression est à surveiller les années à venir.

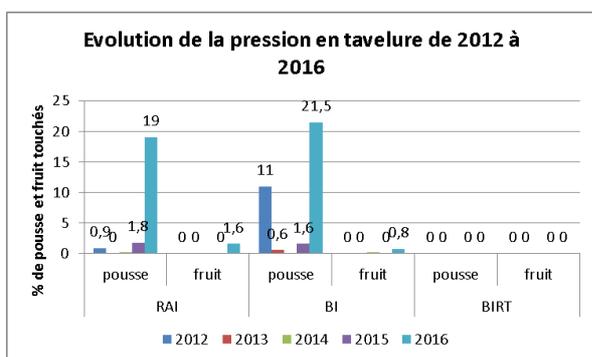
En 2016, la pression en puceron cendré a été très élevée avec un hiver 2015-2016 doux et une chute des feuilles très tardive. Les chiffres indiqués dans le graphique ci-dessus représentent la date de contrôle à la mi-mai, où la pression est la plus représentative et reflète l'efficacité de la stratégie de traitement, y compris du post-floral. Nous mettons en avant le fait que la parcelle RAI ne présente aucun foyer à cette date de contrôle sur les différentes années. En revanche, on observe une pression élevée sur les vergers BI et BI RT sur les deux dernières années. Cela nous a poussé en 2016 à intervenir à la dose pleine en post floral pour stopper le développement des pucerons. Malgré cette intervention, des dégâts ont été observés sur fruits.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées :

- la pression est trop forte et les traitements en pré floral ne sont pas suffisants pour limiter les infestations. La solution serait de ré-intervenir en post floral.
- les demi-doses ne suffisent pas
- une résistance est apparue avec l'utilisation des doses réduites.

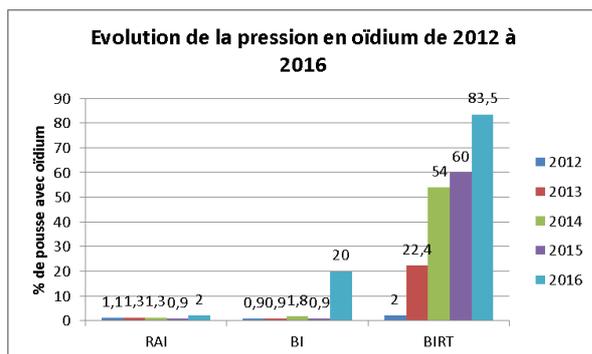
Ces hypothèses seront vérifiées les prochaines années.

✓ Pression fongique



En 2016, la pression en tavelure était assez faible malgré les chiffres présentés dans le graphique ci-dessus. Ces chiffres présentent le pourcentage de pousses tavelées en fin de contamination primaire. Dans un premier temps, on remarque que la variété Crimson ne présente pas de tavelure. Au bout de 7 années de traitements réalisés à demi-dose au maximum, il n'y a pas de contournement de la résistance. En revanche, on observe des pourcentages de pousses tavelées élevées dans les vergers de Golden RAI et BI avec respectivement 19% et 21,5% de pousse touchées. Cette présence a pour cause l'absence de couverture d'un épisode de projection élevé, fin mars. On remarque cependant que malgré une dose réduite sur le verger Golden BI avec des produits identiques, le pourcentage de pousses touchées ne

présente pas une forte différence avec la parcelle Golden RAI. Malgré cette pression élevée sur pousse, le pourcentage de fruits touchés à la récolte reste faible.



Concernant la pression en oïdium, elle a été élevée en 2016. Le graphique ci-dessus représente l'évolution de la pression en fin d'arrêt de croissance de pousse mi-juin. Dans un premier temps, on observe que la parcelle RAI reste assez propre depuis la mise en place de l'essai. Peu d'anti-oïdium sont réalisés en spécifique, néanmoins l'action des strobilurines utilisées contre la tavelure permet en parallèle de lutter contre l'oïdium. Sur le verger BI, on constate que la pression augmente significativement en 2016, certainement en partie due à la forte pression, mais aussi à l'inoculum de la parcelle Crimson BI RT qui présente en 2016, 83,5% de pousses oïdiées.

La pression ne cesse d'augmenter depuis 2013. Il semble que la diminution des antifongiques pour lutter contre la tavelure et la diminution des doses entraîne une augmentation de la pression. C'est une des limites observées concernant le levier génétique. La diminution de certains traitements dus à la résistance provoque le développement d'autres maladies fongiques. Depuis 2016 et jusqu'à assainissement de la parcelle, les doses des produits utilisés contre l'oïdium seront réalisées en dose pleine, hormis pour le soufre en cas de forte chaleur.

En parallèle, un passage de prophylaxie manuel sera réalisé sur cette parcelle. Sur Golden, les doses seront toujours réalisées à dose réduite.

Enfin, concernant le carpocapse en 2015, année de forte pression, une pression commençait à s'installer sur le verger sous filet en fin de G1, 2 traitements à base de virus de la granulose ont été réalisés pour assainir la situation et ne pas laisser monter la pression sous filet.

A la récolte, l'ensemble des vergers présentaient quelques fruits piqués. En 2016, une attention particulière sera portée sur l'évolution de la pression, notamment sous les filets.

Un des risques lié à l'utilisation des doses hl est l'apparition de résistance. A terme, il sera intéressant de réaliser des analyses afin de déterminer leur apparition.

De plus, cet usage peut avoir un effet non négligeable sur la pérennité du verger avec la création d'un inoculum élevé, c'est ce qui est en train de se produire avec l'oïdium sur la parcelle Crimson BI RT.

- Temps de travaux

Le graphique ci-contre représente le temps moyen passé par année sur les différents chantiers : récolte, gestion de la charge, architecture, protection phytosanitaire et travail du sol.

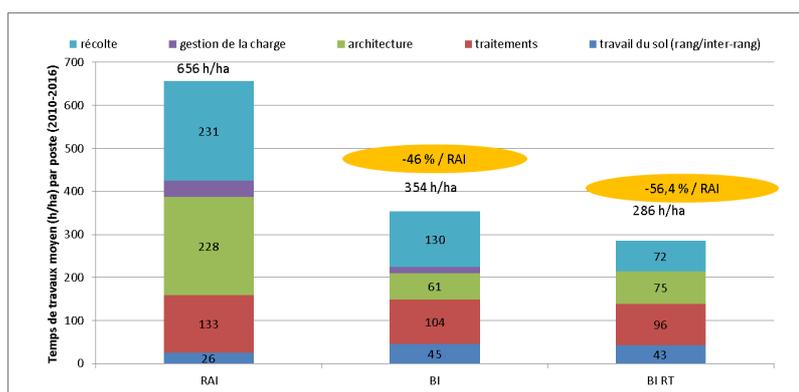
On remarque que les différences se jouent surtout sur les chantiers de récolte (corrélé à la production) et de taille. Concernant l'éclaircissage manuel, c'est un chantier qui peut être discriminant, dans certains cas, pour nos vergers, ce n'est pas le cas.

La gestion globale des vergers BI et BI RT nous permet de diminuer respectivement de 46% et de 56% le temps de travail en verger.

La différence entre les temps de travaux s'est principalement accrue à partir de la 1ère année de récolte significative en 2012. Les temps de travaux de récolte sont représentatifs de la production en tonnage par hectare observée dans les graphiques précédents.

Concernant l'architecture, la différence est en partie due à un temps d'attachage sur la modalité RAI qui n'est pas réalisé sur les parcelles BI et BI RT et sur une taille plus libre des arbres. En 2016, le temps de taille de la parcelle RAI a augmenté pour entamer un chantier de restructuration du verger, en diminuant le nombre de branches par arbre afin de limiter le phénomène d'alternance. Ce chantier a induit une augmentation des temps de travaux qui devrait se poursuivre sur la taille de 2017.

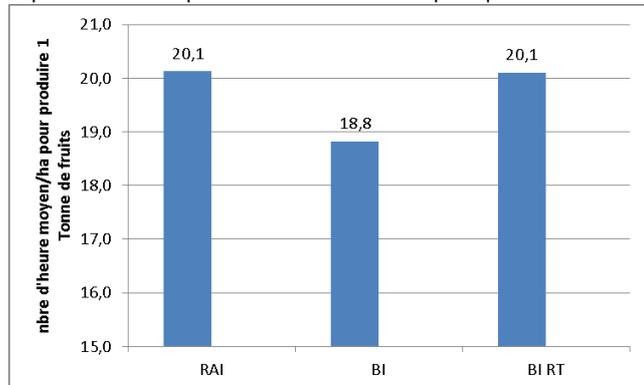
On remarque aussi une différence au niveau du temps de travail du sol, notamment pour l'entretien du rang de plantation. Le verger RAI présente un temps moyen plus faible que sur les vergers BI et BI RT. Cette différence est notable surtout sur les



deux premières années de vie du verger, en défaveur du désherbage mécanique, qui est plus délicat sur les jeunes plantations par rapport au désherbage chimique.

Concernant les temps de traitements, ils sont proportionnels aux leviers mis en place sur les parcelles BI et BI RT.

Pour évaluer les performances agro-économiques du verger, il est intéressant de connaître le nombre d'heures passées pour produire une tonne de fruit. Le graphique ci-dessous représente le temps de travail / ha réalisé pour produire 1 tonne de fruits sur les différents vergers. Ce rapport est issu du temps de travail cumulé depuis la plantation divisé par la production cumulée depuis 2012.



Le graphique ci-contre nous montre que depuis la plantation, c'est le verger BI qui est le plus efficient. Il faut en moyenne 19 heures pour produire une tonne de fruits. Pour les vergers RAI et BI RT, il ne faut qu'une heure de plus pour produire 1 tonne de fruit.

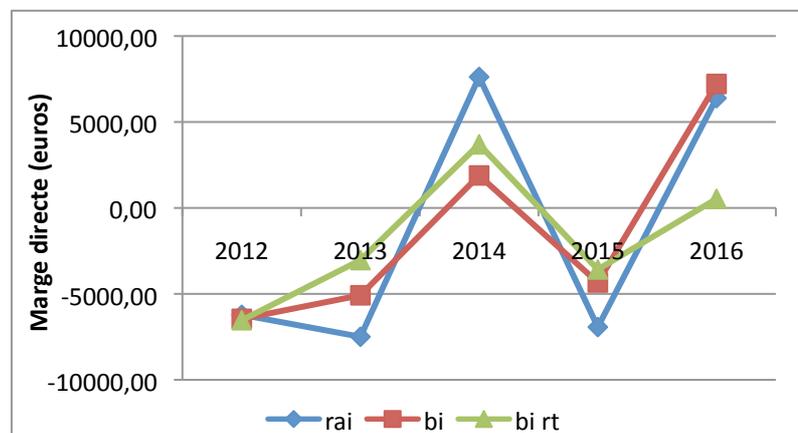
En fonction des années de production et de l'alternance de la parcelle, l'équilibre est différent. Pour les deux dernières années de production, c'est la parcelle RAI qui est la moins efficiente. Si les temps de travaux et la production continue dans ce sens, il semble que ce soient les vergers BI et BI RT qui deviennent les plus efficaces.

- *Analyse économique*

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de la marge directe en euros. Le calcul de la marge directe prend en compte :

- Le coût de plantation (filet, palissage, scions, MO, système d'irrigation) + le coût de production sur 2010 et 2011.
- Le coût de main d'œuvre, le coût des intrants (produits phytosanitaires, irrigation et fertilisation), le nombre d'heures de mécanisation du tracteur (traitements, fertilisation et travail du sol), le nombre d'heures de fonctionnement du pulvérisateur pour les traitements.
- Amortissement du coût de plantation sur 20 ans
- Amortissement du filet sur 8 ans
- Coût de rémunération des fruits : 0,35 cts du kilo pour chacun des systèmes.

Ce graphique met nettement en évidence les années d'alternance des systèmes. Néanmoins, ce que l'on peut retenir est que malgré des rendements inférieurs pour les parcelles BI et BI RT, les systèmes restent proches du verger RAI. En 2016, le verger BI dépasse même le verger RAI, alors que le verger BI RT reste plus faible avec une marge proche de 0. Cependant en cumulé, ces systèmes présentent une marge négative.



6. Conclusions de l'essai

Depuis la mise en place du verger en 2010, les résultats montrent qu'une diminution des intrants est possible en produits phytosanitaires, en irrigation, en fertilisation et en temps de travaux en comparaison à un système dit de référence. Seulement, les rendements sont plus faibles pour les vergers bas intrants que pour le verger RAI. Malgré une production à l'arbre supérieure pour les parcelles bas intrants par rapport à la parcelle RAI, la production en T/ha reste inférieure du fait de l'extensification des vergers.

Si on considère comme indicateur le temps moyen nécessaire pour produire une tonne de fruits depuis 2010, il semble que le système BI soit le plus efficient au bout de 7 années de suivi avec 5 années de production. Les vergers RAI et BI RT restent cependant proches du verger BI.

L'étude reste à poursuivre sur la phase vieillissante du verger. Notamment au niveau de la régularité de production, un des points essentiels de la pérennité du verger.

Un des enseignements que l'on peut tirer de ce projet, est que diminuer les densités des plantations est difficile à combler par l'augmentation de production des arbres. Il ne faudrait pas descendre en dessous de 1200 à 1500 arbres par hectare pour que les vergers restent concurrentiels en terme de production. Néanmoins, cela aurait un impact sur les temps de travaux.

L'étude économique menée sur ces premières années de suivi indique que les vergers BI et BI RT restent, malgré leur faible production, proches du verger RAI.

Cette étude est à poursuivre sur la phase vieillissante du verger.