
Abricotier 2023

MIRAD - Maîtrise des Intrants et des Résidus phytosanitaires pour des vergers d'Abricotiers Durables

Date : 24/11/2023

Rédacteur(s) : CHAMET Christophe ; PERRIN Alexandre (ISARA Lyon)

Essai rattaché à l'action n° :

Titre de l'action : Expérimentation de système agroécologique pour un usage des pesticides en ultime recours.

I. Thème de l'essai

Concevoir et expérimenter des systèmes de vergers permettant une utilisation des pesticides en ultime recours.

II. But de l'essai

- Protéger les vergers d'abricotiers des principaux bioagresseurs tout en diminuant les Indices de Fréquence de Traitement (IFT) par rapport au modèle conventionnel.
- Evaluer la sensibilité des abricotiers vis-à-vis des principaux bioagresseurs en fonction des leviers utilisés (Monilia, Enroulement Chlorotique de l'Abricotier, Bactériose, Pucerons...).
- Connaître le comportement agronomique du verger en fonction des leviers appliqués (vigueur, production, qualité...).

Certains leviers ont été utilisés pour le projet CAP ReD. Une partie d'entre eux est utilisée de nouveau mais complétée par de nouveaux leviers plus innovants afin de réduire les IFT.

III. Matériel et Méthodes

1. Présentation de l'essai

- **Matériel Végétal** : une seule variété d'abricot est utilisée : Delicot COV.
La maturité de ses fruits intervient fin juin / début juillet.
- **Site d'implantation** : site de la SEFRA – Etoile-sur-Rhône (26).
- **Dispositif expérimental** : trois parcelles ont été mise en place afin d'étudier **deux systèmes de réduction d'intrants** en les comparant à un **système conventionnel témoin** :
 - **La parcelle en Agriculture Biologique (BIO)** qui respecte le cahier des charges de l'agriculture biologique tout en s'affranchissant de l'utilisation de produit cuivré.
Les abricotiers présents sur cette parcelle sont conduits en forme palissée pour permettre la mise en place de filets mono-rangs (anti-grêle, anti-insectes et de bâches anti-pluie).
Objectif de réduction de 100% des IFT (hors Biocontrôle).
 - **La parcelle Faibles Intrants (FI ou ECO)** est conduite de manière à réduire l'IFT de 75% par rapport à la parcelle conventionnelle.
Objectif de réduction de dose de 75% des IFT (hors Biocontrôle).
 - **La parcelle Conventionnelle (CONV)** est conduite en système conventionnel (Témoin).

Les parcelles ECO et CONV possèdent également un filet anti-grêle pour sécuriser les analyses annuelles du projet contre d'éventuels dégâts de grêle.

Tableau 1 : Les différents leviers utilisés pour le projet MIRAD

Ravageurs	Maladies	Adventices
<ul style="list-style-type: none">• Substitution par bio contrôle• Filets anti-insectes• Barrière de glu• Poteaux/nichoirs/hôtels à insectes• Haies composites, bandes enherbées• Pièges manuels	<ul style="list-style-type: none">• Prophylaxie• Substitution par bio contrôle• Impasses• Bâche anti-pluie• Réduction de dose	<ul style="list-style-type: none">• Entretien mécanique du sol

2. Variables étudiées

a) Les variables de production et de croissance des arbres :

Le rendement total des parcelles :

Les abricots récoltés sur chaque parcelle (déchets et fruits commercialisables) sont pesés. Le nombre d'arbres par parcelle ainsi que les distances de plantation sont connus. Un rendement en **kg/arbre** et une extrapolation du **rendement/ha** sont calculés.

La vigueur des arbres :

C'est la moyenne de l'ensemble des circonférences des troncs des arbres d'une parcelle.

L'accroissement annuel est la différence entre la circonférence de l'année n et la circonférence n-1.

Le rendement des placettes :

Six placettes de deux arbres sont repérées pour chaque modalité.

Les 12 arbres échantillonnés sont choisis de sorte qu'ils soient « en bonne santé » afin d'avoir un nombre de répétitions suffisant pour réaliser les analyses sur fruits (calibre, dégâts...) et de disposer d'un rendement « théorique » pour chaque modalité.

La majorité des variables liées à la récolte sont obtenues à partir de la récolte de ces placettes.

Les 4 variables suivantes, obtenues avec les placettes sont évaluées avec 6 répétitions par modalités.

Le calibre des fruits et leur catégorie (1 & 2), en pourcentage (calibre A jusqu'à 5A et +) est obtenu en calibrant 8 kg d'abricots par parcelle ; pour les cueilles les plus importantes.

Les dégâts sur fruits, en pourcentage d'attaques/de dégâts sur le poids total (déchets et fruits commercialisables). Pour chaque cueille tous les fruits présents dans les déchets sont scrutés pour déterminer le bioagresseur ou bien le dégât « autre que parasitaire » (frottement...) qui a causé le principal dommage.

Les analyses sur fruits :

La fermeté et le sucre sont deux analyses réalisées sur 60 fruits (10 fruits sur les 6 placettes de récolte) les plus mûrs avec une couleur de fond identique.

La fermeté est effectuée à l'aide d'un duromètre Durofel (résultat sur 100).

Le taux de sucre est réalisé avec un réfractomètre (résultat en °Brix).

La conservation des fruits est réalisée le même jour pour chaque modalité sur 30 fruits par placettes.

Les fruits, issus d'une des cueilles principales sont placés dans des plateaux sans qu'ils ne se touchent entre eux. Le jour de la récolte, ils sont placés en chambre froide (3°C) pendant 24h. Par la suite, ils sont mis en conservation dans une pièce avec des conditions favorisant le développement des champignons (20°C et 80 % d'humidité). Le nombre de fruits pourris est compté tous les deux jours jusqu'au 16^{ème} jour de conservation.

b) Les variables économiques et les variables de gestion des vergers

Les variables économiques :

Elles sont obtenues avec le rendement de la parcelle entière ainsi que les résultats des placettes (calibre, catégorie ...). Le prix de vente des fruits est le prix RNM de la semaine récolte+1 (les abricots sont vendus 1 semaine après récolte).

Plusieurs variables sont étudiées :

- **Le produit/ha** : *kg de fruits commercialisés * prix de vente au kilo (dépend du calibre des fruits).*
- **Coût de production** : *(charges opérationnelles + amortissement annuel) / (produits en kg d'abricots)*

- **La marge/ha** : *produit/ha – coûts d’entretien total*
- **La marge avec amortissement/ha** : *marge/ha – amortissement annuel*

Le temps d’intervention :

Le temps de travaux sur les parcelles représente l’ensemble des opérations réalisées sur chaque parcelle (protection phytosanitaire, taille...). Il est converti en temps (heures) par hectare avec la formule suivante : $\frac{10000 \times x}{y}$ avec *x* : le temps d’intervention sur la parcelle (heures) et *y* : la surface en m² de la parcelle.

Le coût d’entretien :

C’est l’ensemble des coûts (main d’œuvre, traction, matériel...) que les parcelles ont nécessité. Formule : *temps d’intervention par ha (heures) * coût de l’intervention par heure.*

c) Les suivis des bioagresseurs et auxiliaires

Le monilia sur fleurs :

Pour chaque modalité, 50 rameaux à fleurs (bois d’un an contenant des fleurs) ont été repérés sur 10 arbres.

Dès lors que les symptômes du monilia sont identifiables (environ 1 mois après le début de la floraison), un comptage des rameaux moniliés est effectué sur les 50 rameaux repérés précédemment sur chaque arbre. Les résultats se présentent en pourcentage de rameaux moniliés :

Formule : $\frac{\text{nombre de rameaux moniliés}}{\text{nombre de rameaux repérés (50)}} * 100$

L’oïdium sur fruits :

Cette notation intervient après le durcissement du noyau des abricots (début mai). Sur 20 arbres par modalités, 100 fruits ont été observés (50 côté Nord et 50 côté Sud) pour chercher des éventuelles tâches circulaires rougeâtres (symptôme caractéristique de l’oïdium). Le résultat s’exprime en pourcentage de fruits touchés. Formule : $\frac{\text{nombre de fruits oïdiés}}{\text{nombre de fruits observés (100)}} * 100$

Les pucerons :

La présence de puceron est évaluée par une notation de présence sur 10 sur chaque arbre observé. 20 arbres ont été observés sur chacune des trois modalités. Une note se rapprochant de 10 signifie que les pucerons ont colonisé l’arbre en entier. La moyenne des 20 notes est réalisée en fin d’observation.

La rouille :

Cette notation fait intervenir un système de double notation pour évaluer d’une part, l’intensité des symptômes de la rouille sur les feuilles (note sur 10) et d’autre part le pourcentage de défoliation des arbres (note en pourcentage). Ces notations ont été réalisées sur 20 arbres par modalités. Les résultats de ces notations s’expriment également en moyennant l’ensemble des notes.

Les bandes pièges :

L’objectif est d’évaluer la biodiversité des vergers en réalisant des comptages d’araignées auxiliaires :

- Les araignées sauteuses (*Salticidae*)
- Les araignées dites « crabes » (*Philodromidae* et *Thomisidae*)
- Les opilions, communément appelés « faucheuses ».

Ces 3 espèces d'araignées sont retrouvés dans les arbres. Par conséquent, des bandes pièges (carton ondulé) ont été installées sur les charpentières des abricotiers pour leur créer un refuge et ainsi pouvoir les compter. Au total, 10 bandes pièges sont posées par modalité (1 bande piège sur 10 arbres).

Deux périodes de piégeage sont effectuées :

- Au printemps, lorsque les températures se réchauffent
- En automne, pendant la période d'accouplement

Le nombre cumulé des trois espèces cibles sur les 10 bandes pièges par modalité sera calculé.

Les pots barber :

Ce piège fait également parti de l'évaluation de la biodiversité des trois systèmes en piégeant des lycoses, petite araignée sombre chassant uniquement au sol.

Les pots barber sont des pièges localisés sur le sol. Ce sont des pots en plastiques (environ 11 cm de diamètre d'ouverture) qui sont enterrés dans le sol de sorte que leur surface soit en adéquation avec la surface du sol pour que les lycoses tombent dedans lors de leur sortie de chasse. 8 pots barber sont positionnés dans chaque modalité dont la moitié sur les inter-rangs et l'autre moitié sur les rangs de plantation. Un comptage cumulé du nombre de lycoses sur les 8 pièges est effectué sur chaque modalité. De la même manière que les bandes pièges, deux piégeages sont effectués par an (printemps et automne).

3. Conduite de l'essai et leviers utilisés :

Tableau 2 : Caractéristiques des parcelles du projet MIRAD (SEFRA)

	Parcelle conventionnelle (2900m²)	Parcelle Biologique (2500m²)	Parcelle FI (2900m²)
Nombre de rangs en essai	5	9	5
Nombre d'arbres en essai	150	189	150
Distance de plantation (m)	5.5*3.5	3.8*2.5	5.5*3.5
Forme Fruitière	Gobelets	Palmettes	Gobelets
Variété	Delicot COV	Delicot COV	Delicot COV

- **Traitement statistique des résultats** : analyse des résultats avec le logiciel StatBox.
- **Partenariats** : mise en place du projet sur 5 sites expérimentaux :
 - CTIFL de Balandran (30)
 - La SEFRA (26)
 - La Centrex (66)
 - Sud Expé (30)
 - INRAE de Gotheron (26)

Les leviers peuvent différer selon les sites. De ce fait, les caractéristiques des vergers expérimentaux de la SEFRA sont valables uniquement pour ce site. A titre d'exemple, le projet MIRAD s'organise de différente façon à l'INRAE de Gotheron avec la mise en place de trois modalités biologiques avec plusieurs variétés expérimentées.

IV. Résultats

1. Coût d'installation des parcelles

Les arbres ont été plantés le 07 janvier 2019.

La fumure de fond avant plantation a été de 40t/ha de fumier et 10 t/ha de fumier dans la raie de plantation. Concernant la parcelle BIO, du fumier composté bio a été apporté.

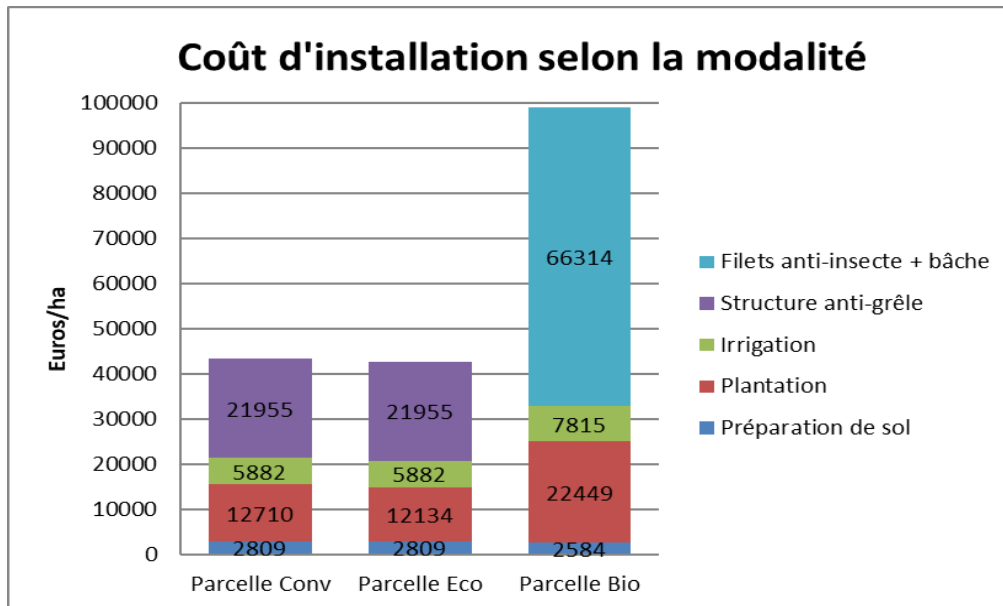


Figure 1 : Graphique résumant le coût d'installation global des parcelles

Le coût le plus élevé revient à la mise en place de la couverture anti-grêle pour la parcelle BIO puisque la mise en place de la bâche anti-pluie et du filet insecte-proof (qui possède des mailles plus petites) est également pris en compte dans ce calcul.

Pour cette installation, la collaboration avec une des rares entreprises capables de mettre en place cette structure justifie le prix encore élevé. Cependant, si ce genre de pratique se développe, d'autres entreprises développeront ce type d'installation et conduira à une baisse du prix.

A noter qu'avec une augmentation de la surface d'installation, le coût des fournitures baisserait.

De plus, le coût de la structure (Figure 1) tient compte des aides de la région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA) sur le matériel (60% du coût du matériel).

Le coût élevé pour la parcelle biologique est également dû à une densité de plantation plus importante (1053 arbres/hectare pour la parcelle biologique contre 517 arbres/hectare pour les deux autres modalités). Davantage d'arbres ont été plantés, justifiant l'augmentation du prix de la plantation (main d'œuvre et plants).

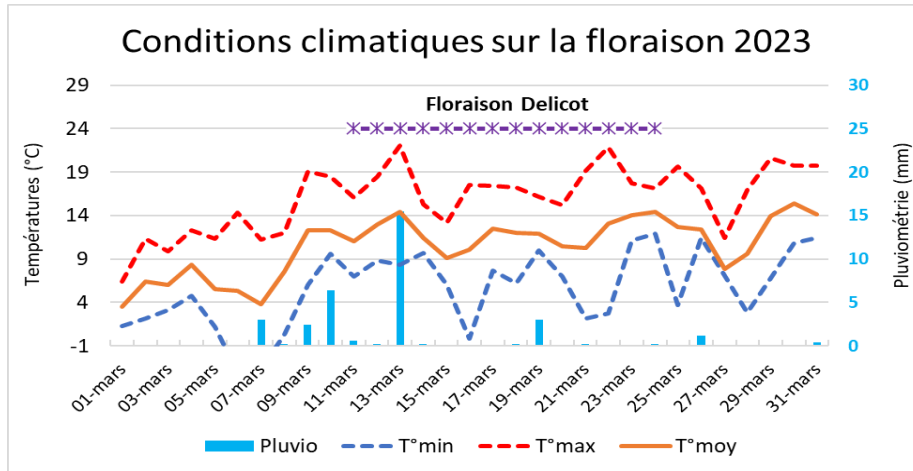
L'investissement de l'installation du verger est amorti sur dix ans :

Tableau 3 : Montant d'amortissement annuel pour le projet MIRAD

Parcelles	Amortissement annuel (€/ha)
CONV	4077
ECO	4295
BIO	9961

2. Conditions climatiques 2023

a) Climatologie pendant la floraison



Les filets mono-rangs (parcelle BIO) ont été dépliés le 06 mars, soit quelques jours avant le début de la floraison.

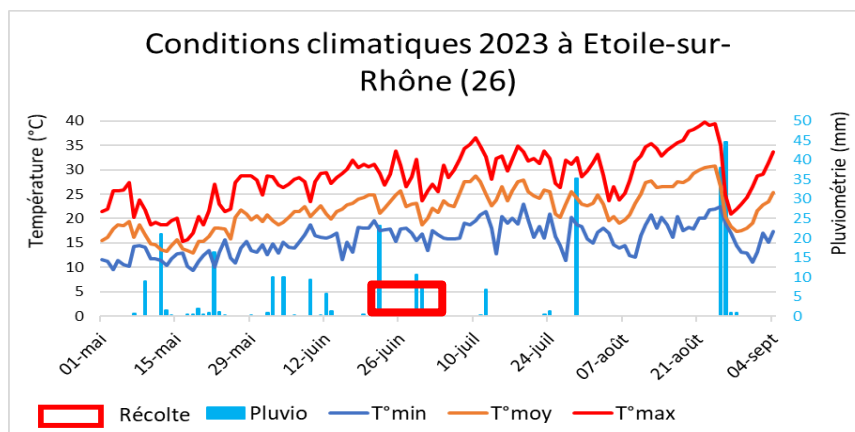
La floraison des parcelles s'est déroulée sans épisode de gel, hormis une faible gelée dans la nuit du 15 au 16 mars (-0,2°C).

Par conséquent, les parcelles n'ont pas nécessité de protection contre les gelées pendant cette première période critique.

Plusieurs épisodes pluvieux ont eu lieu pendant la floraison. Les plus importants ont été enregistrés le 13 et 19 mars mais six autres épisodes de pluie très faibles (0,2 mm) et très peu visibles sur le graphique ont également eu lieu. Par conséquent, l'année 2023 a montré une pression importante pour cette maladie dans les vergers biologiques.

Il sera intéressant d'étudier l'effet des leviers utilisés (bâche plastique, traitements biologiques) sur la parcelle biologique et faibles intrants par rapport au verger conventionnel.

b) Climatologie globale 2023



Un total de 20 mm de précipitation a été enregistré entre le 29 juin et le 01 juillet. Pendant cette période, les trois parcelles MIRAD étaient à maturité (récolte : du 27/06 au 11/07). Là encore, les résultats de conservation des fruits en post récolte permettra d'évaluer l'efficacité des leviers utilisés en 2023.

c) L'épisode de gel 2023

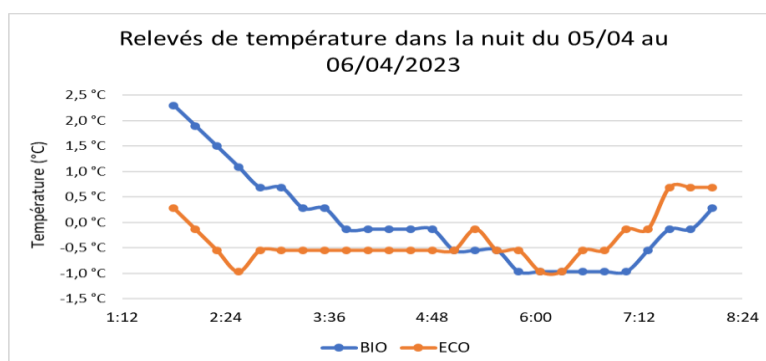


Figure 4 : Gelée début avril

Un épisode de gel a été enregistré début avril, au stade petits fruits (sensibilité des fruits à partir de $-0,5^{\circ}\text{C}$). Les parcelles CONV et ECO ont été protégées par aspersion sur frondaison.

Les températures ne sont pas descendues trop basses mais ont tout de même atteint la valeur de -1°C , sans impact sur la production.

Les filets mono-rangs présents dans la parcelle BIO ont permis de retarder la chute des températures par rapport à la parcelle ECO parce qu'il n'y a pas eu de vent. En effet, les filets mono-rangs permettent de retenir une partie des rayonnements émis par le sol, ce qui permet un gain de température par rapport à un verger sans filet **s'il n'y a pas de vent**. Dès lors que le vent se lève (cas de l'année 2021) le brassage de l'air permet une remontée de température dans les vergers sans filet contrairement aux vergers avec filets (les filets arrêtent le vent).

d) La température sous filet mono-rang

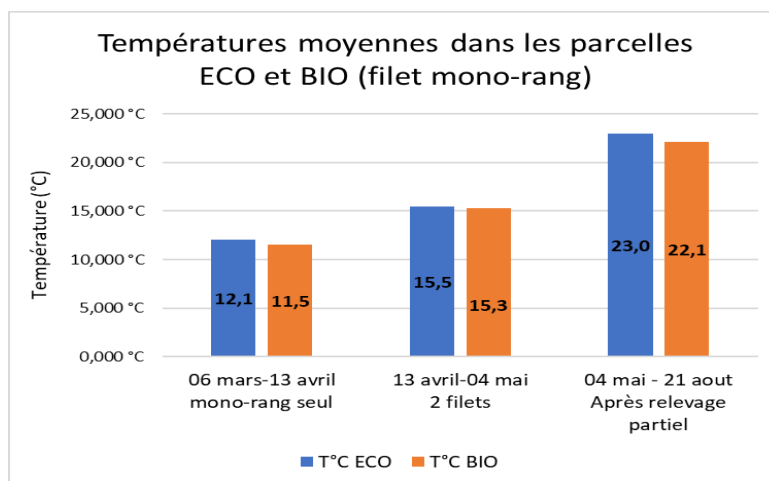


Figure 5 : Comparaison des températures sous filets

La moyenne des températures a été faite sur la parcelle ECO (en bleu, Figure 5) et sur la parcelle BIO (en orange). La parcelle ECO est équipée d'un filet paragrêle « classique » alors que la parcelle BIO possède des filets mono-rangs. Pour étudier l'effet des filets mono-rangs sur la température, cette dernière a été calculée sur trois périodes :

- 06 mars-13 avril : seuls les filets mono-rangs étaient dépliés.
- 13 avril-04 mai : les filets mono-rangs et les filets paragrêles étaient dépliés.
- 04 mai-21 août : les deux types de filets étaient dépliés mais les filets mono-rangs étaient partiellement relevés pour favoriser la coloration des fruits.

Les filets mono-rangs ne semblent pas influencer la température moyenne de la journée (Figure 5) mais des variations de températures peuvent être observées au cours de la journée (Figure 4).

3. Fertilisation

Les mêmes apports ont été faits pour les parcelles CONV et ECO.

La fertilisation dans la parcelle BIO est globalement moins importante en azote et potassium (Tableaux 5 & 6) puisque les arbres ont déjà atteint leurs tailles finales, contrairement aux modalités CONV et ECO. En effet, dans la parcelle biologique, les arbres sont conduits en palmette avec une densité de plantation deux fois supérieure aux modalités CONV et ECO. De ce fait il est nécessaire de contenir la vigueur des arbres tout en réalisant des économies d'intrants.

Tableau 4 : Fertilisation CONV MIRAD 2023

Date	Produit utilisé	kg/ha	UN/Ha	UP/Ha	UK/Ha	UMgO/ha
22-fev	Patenkali	200	0	0	60	20
22-fev	20-7-13	250	50	18	33	0
11-avr	Tropicote	200	31	0	0	0
mai-juin	liquoplant*	400	24	14	48	5
sept	Amnitra*	50	17	0	0	0
Totaux			122	32	141	25

* Fertirrigation (apports fractionnés)

Tableau 5 : Fertilisation ECO MIRAD 2023

Date	Produit utilisé	kg/ha	UN/Ha	UP/Ha	UK/Ha	UMgO/ha
22-fev	Patenkali	200	0	0	60	20
22-fev	20-7-13	250	50	18	33	0
11-avr	Tropicote	200	31	0	0	0
mai-juin	liquoplant*	400	24	14	48	5
sept	Amnitra*	50	17	0	0	0
Totaux			122	32	141	25

* Fertirrigation (apports fractionnés)

Tableau 6 : Fertilisation BIO MIRAD 2023

Date	Produit utilisé	kg/ha	UN/Ha	UP/Ha	UK/Ha	UMgO/ha
22-fev	Amendis	300	21	12	30	0
11-avr	Kiesérite	150	0	0	0	38
11-avr	Amendis	150	18	3	0	0
16-mai	Amendis	300	21	12	30	0
25-août	Amendis	250	18	10	25	0
Totaux			78	37	85	38

4. Irrigation des vergers

L'irrigation est pilotée selon les besoins des arbres. Pour ce faire des sondes tensiométriques ont été placées dans le sol à deux profondeurs (50 et 30 cm) afin d'évaluer la situation hydrique du sol des parcelles.

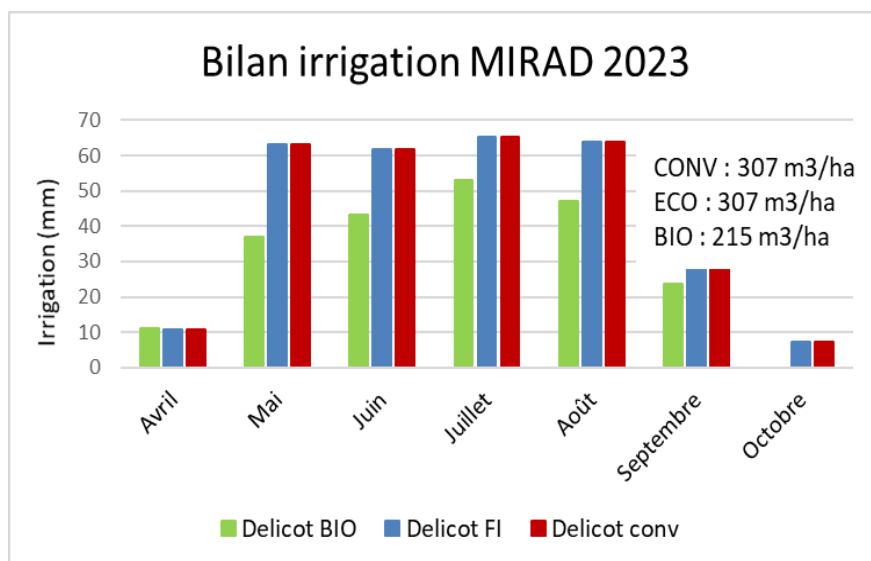


Figure 6 : Irrigation mensuelle des parcelles

L'année 2023 a été très sèche avec seulement 395 mm de précipitations recensées au 30 septembre. Les apports d'eau ont donc été conséquents puisqu'ils se sont élevés à 307 mm pour la parcelle CONV et ECO alors que la parcelle biologique a été irriguée avec seulement 215 mm. Entre les mois d'avril et octobre, l'irrigation représente 42 % de l'ETP pour les parcelles CONV et ECO contre 29 % de l'ETP pour la parcelle BIO.

5. Les relevés tensiométriques

Les relevés tensiométriques effectués montrent une humidité du sol initiale (en sortie d'hiver) différente selon les modalités. En effet, la parcelle faibles intrants apparaît être la plus sèche (Figure 8) avec une valeur de tension du sol très élevée pour la période (environ 140 cb/kPa à 30 cm), vient ensuite la parcelle biologique (70 cb/kPa) puis la parcelle conventionnelle avec une très forte humidité (0 cb/kPa).

Cette première valeur est intéressante pour comparer approximativement la réserve utile (RU) des sols des trois parcelles MIRAD puisqu'aucune irrigation a été réalisée avant le 06 mars inclut.

Cependant, les mesures de l'année 2023 sont uniquement le reflet d'une mesure unique par parcelle. Par conséquent, afin d'avoir une idée plus précise, des répétitions sur la tension hydrique des sols seront faites l'année 2024, avec l'installation de nouvelles sondes tensiométriques sur les parcelles.

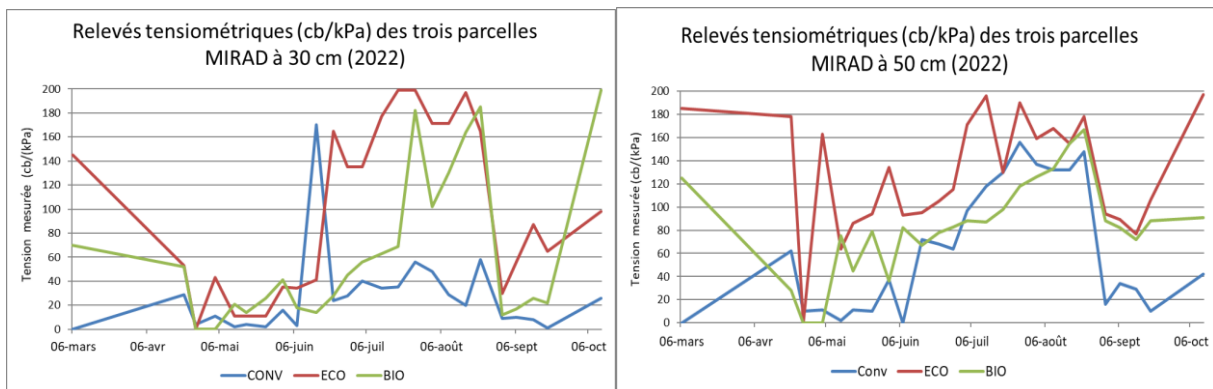


Figure 7 : Humidité du sol à 30 & 50 cm mesurée à l'aide de tensiomètres

Interprétation des tensions du sol à 30 cm :

La première tension apparaît mi-juin avec une augmentation dans la parcelle CONV et ECO. Celle-ci n'aura aucune conséquence sur la parcelle CONV puisqu'elle sera corrigée dès la semaine suivante avec un retour à la « normale ».

Concernant la parcelle ECO, l'évolution a été différente avec une augmentation de cette tension ou au mieux quelques petites baisses jusqu'à mi-août.

L'intervalle « critique » de dessèchement du sol est compris entre mi-juin et mi-août alors que la récolte s'est déroulée fin juin/début juillet. Ce manque d'eau a peut-être impacté le calibre et le poids des fruits, donc indirectement le rendement.

La parcelle BIO n'a pas subi de stress pendant la récolte mais en post récolte la tension du sol a augmenté de manière importante à deux reprises (durant deux semaines).

Interprétation des tensions du sol à 50 cm :

Les tensions relevées à 50 cm de profondeur de sol ne montrent pas de très grandes différences entre les parcelles mais toutes ont connu une diminution de l'humidité du sol après la récolte.

6. Entretien du sol sur le rang

Sur la parcelle CONV, un premier passage mécanique a été nécessaire le 12 janvier pour éliminer les nombreuses adventices qui s'étaient développées depuis le 29 août 2022 (date du dernier passage d'entretien de sol) et aplanir le sol pour améliorer l'efficacité du désherbage chimique. Ensuite, une application combinée d'antigerminatifs et d'un désherbant foliaire a été faite le 14 février, puis un rattrapage foliaire le 31 mai. La nécessité de ne pas dépasser un nombre d'applications ou une dose de matière active par an, ont conduit à désherber mécaniquement en fin de saison à deux reprises, soit 3 passages mécaniques cette année.

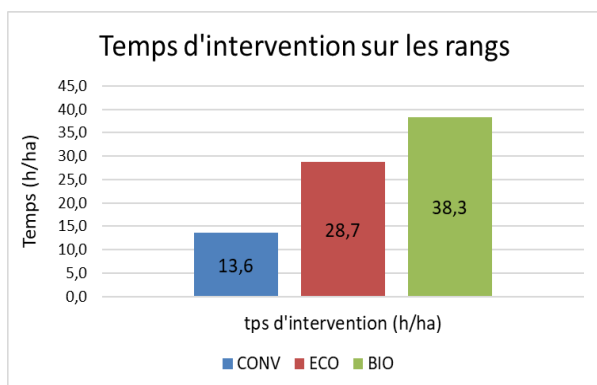


Figure 8 : Détails des temps d'intervention sur MIRAD

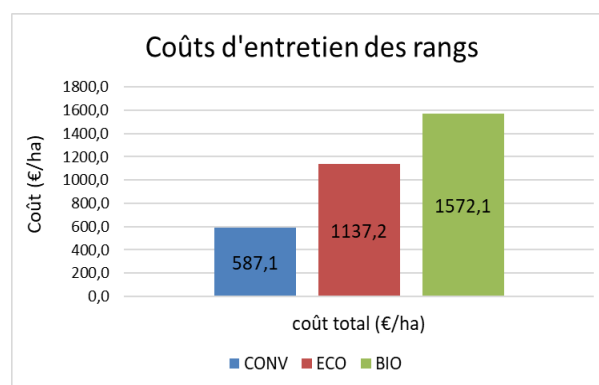


Figure 9 : Détails des coûts d'entretien sur MIRAD

Les parcelles ECO et BIO ont nécessité 6 passages de travail du sol (disques de buttage ou débattage). C'est deux fois plus que la parcelle conventionnelle en raison de la non-utilisation d'herbicide. Par conséquent, le coût d'entretien est plus élevé pour les parcelles ECO et BIO par rapport à la parcelle conventionnelle puisque la quantité de main d'œuvre est plus importante.

De plus, la parcelle biologique nécessite davantage de temps d'intervention et de coût d'entretien par hectare que la parcelle ECO parce qu'elle possède une densité de plantation deux fois plus importante. En effet, la distance des inter-rangs de la parcelle BIO est plus petite que pour les parcelles CONV et ECO ($3,8 < 5,5$ m). Par conséquent, la parcelle BIO possède davantage de mètres linéaires d'abricotiers à entretenir par hectare.

7. Protection phytosanitaire

a) Parcelle conventionnelle (témoin)

Tableau 7 : Chronologie des traitements 2023 sur la parcelle CONV

Date	Ravageur & maladie	Produit utilisé	Dose/ha homolog	Dose/ha utilisée	IFT	IFT vert
06-mars	Bactériose	BB RSR disperss	12,5	6,25	0,5	
06-mars	Cacopsylla pruni	Karaté zéon	0,11	0,11	1,0	
13-mars	Monilia fleurs	Switch	0,2	0,2	1,0	
16-mars	Monilia fleurs	Switch	0,2	0,2	1,0	
22-mars	Monilia fleurs/Oidium	Score	0,2	0,2	1,0	
28-mars	Cacopsylla pruni	Karate zeon	0,11	0,11	1,0	
28-mars	Bactériose	BB RSR DISPERS	12,5	2	0,2	
11-avr	Oidium	Microthiol	7,5	6		0,8
11-avr	Cacopsylla pruni	Decis Pro	0,83	0,83	1,0	
11-avr	Bactériose	BB RSR disperss	12,5	1,3	0,1	
24-avr	Oidium	Score	0,2	0,2	1,0	
16-mai	Forficule	Glu rampostop p		12		
16-mai	Conservation	Signum	0,75	0,45	0,6	
08-juin	Forficule	Glu rampostop p		4		
16-juin	Conservation	Signum	0,75	0,75	1,0	
16-juin	Tordeuses	Mandarin Gold	0,3	0,3	1,0	
Total					10,4	0,8

b) Parcelle faibles intrants

Tableau 8 : Chronologie des traitements 2023 sur la parcelle ECO

Date	Ravageur & maladie	Produit utilisé	Dose/ha homolog	Dose/ha utilisée	IFT	IFT vert
09-fev	pucerons (œufs hiver)	oviphyt	20	20		1,0
16-fev	Cacopsylla pruni	BNA pro	200	150		0,8
01-mars	pucerons (œufs hiver)	Acakill	20	20		1,0
13-mars	monilia fleurs	switch	0,2	0,12	0,6	
16-mars	monilia fleurs	switch	0,2	0,12	0,6	
21-mars	monilia fleurs	Curatio	16	16		1,0
29-mars	pucerons	Surround WP crop	50	30		0,6
11-avr	Oidium	Colpenn DG	7,5	5		0,7
11-avr	Pucerons	Homeoclean	20	10		0,5
20-avr	Oidium	Colpenn DG	7,5	5		0,7
16-mai	Forficules	glu rampastop p		12		
22-mai	Conservation	Curatio	16	12		0,8
08-juin	Forficules	glu rampastop p		4		
19-juin	conservation	JULIETTA	2,5	2,5		1,0
Total					1,2	7,9

Afin d'atteindre l'objectif initial de réduction de 75 % de l'IFT conventionnel (témoin), le nombre ainsi que la dose de produits phytosanitaires d'origine chimiques ont été diminués. Cette année, seuls deux traitements « chimiques » (Switch) ont été conservés sur la parcelle ECO avec une diminution de dose d'application de 40 % (IFT = 0,6) pour contenir le monilia sur fleurs, l'une des principales maladies sur abricots.

Afin de contrôler les autres bioagresseurs des produits de biocontrôle ont été utilisés.

Tableau 9 : Substitution des produits conventionnels (ECO)

Bioagresseurs	Produits de Biocontrôle
Pucerons	Acakill, Oviphyt
<i>Cacopsylla pruni</i>	BNA pro
Maladies de conservation	Curatio, Julietta
Oidium	Colpenn DG

c) Parcelle biologique

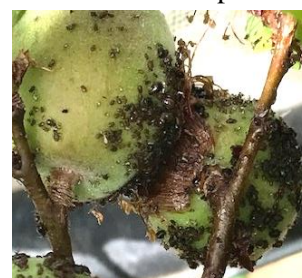
Tableau 10 : Chronologie des traitements 2023 sur la parcelle BIO

Date	Ravageur & maladie	Produit utilisé	Dose/ha homolog	Dose/ha utilisée	IFT vert
09-fev	pucerons (œufs hiver)	oviphyt	20	20	1
16-fev	Cacopsylla pruni	BNA pro	200	150	0,75
01-mars	pucerons (œufs hiver)	Acakill	20	20	1
06-avr	Oidium	Colpenn DG	7,5	7,5	1
06-avr	Pucerons	Homéoclean	20	20	1
13-avr	Pucerons	Lovell*	20	2	0,1
24-avr	Pucerons	Homéoclean	20	10	0,5
28-avr	Pucerons	Neemazal	3	3	1
04-mai	Pucerons	Homéoclean	20	20	1
17-mai	Forficules	Glu rampastop p		13	
09-juin	Forficules	Glu rampastop p		5	
Total					7,4

* Application localisée sur foyers de pucerons

Une application de BNA a été faite au 17 février puisque le vol de psylle avait débuté et que les filets mono-rangs n'étaient pas encore fermés (inconvenient de dépendre d'un prestataire de service pour les filets).

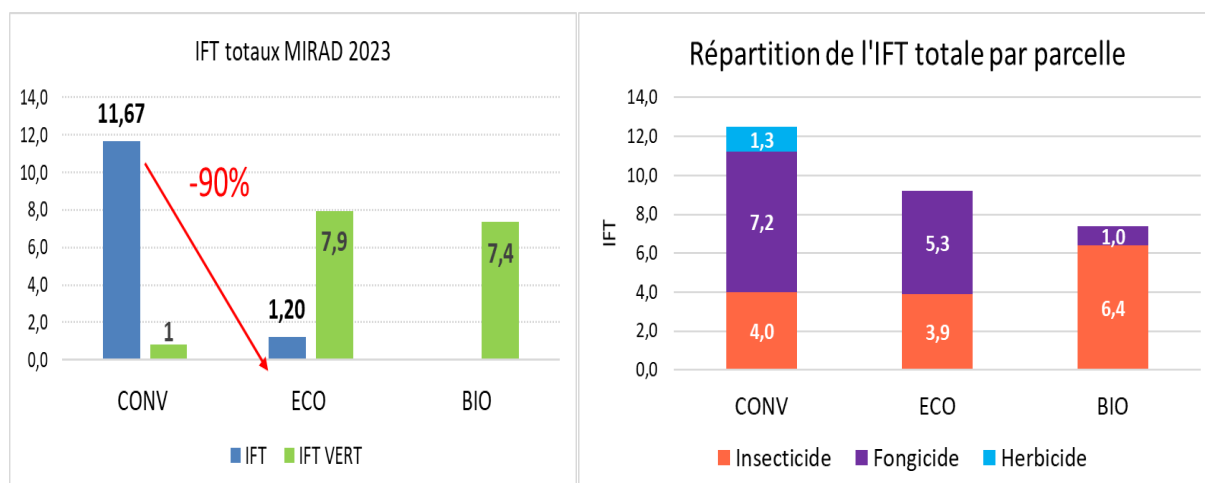
De nombreuses huiles ont été utilisées pour faire face aux attaques de pucerons noirs (*Brachycaudus persicae*) qui ont débuté après la mi-mars. Un relevage partiel des filets a été nécessaire aux endroits colonisés par les pucerons pour faciliter le passage des huiles. Malheureusement les colonies de pucerons noirs se sont intensifiées et n'ont pas été perturbées. Il a été nécessaire d'appliquer une dose de Neemazal® le 28 avril pour les éradiquer. Au final, aucun arbre n'a eu de problème mais une partie de la parcelle a vu ses fruits marqués par les pucerons.



Abricots bio couverts de pucerons

La petite colonie repérée mi-mars s'est vite démultipliée, au point de devenir un réel problème pour les abricotiers. Si cela se présente une nouvelle fois, une ou plusieurs intervention(s) manuelle(s) de savon noir serai(en)t justifiable(s) dès l'apparition des premières colonies.

d) Comparatif phytosanitaire



La baisse d'IFT chimique (en bleu, Figure 10) a été de 90 % pour la partie ECO. L'objectif de réduction de 75 % a donc été atteint, il reste à observer les conséquences sur le rendement et sur les résultats économiques de la parcelle.

Quant à la parcelle BIO, l'ensemble des produits utilisés ont été biologiques et tous, ont été des produits sans cuivre.

Globalement, que ce soit des produits de biocontrôle ou non, les fongicides restent la famille la plus utilisée pour les parcelles ECO et CONV, contrairement à la parcelle BIO qui a vu son nombre d'application augmenter drastiquement en raison du problème de pucerons noirs.

8. Floraison 2023

L'année 2023 a connu un retard dans la floraison de quinze jours par rapport aux deux dernières années qui étaient précoces.

Ce décalage de la floraison dans le temps a notamment permis d'éviter les deux épisodes de gels des nuits du 06 & 07 mars (-4 & -3,6°C).

Tableau 11 : Dates de floraison 2023

Parcelles	Début de floraison (F5%)	Pleine floraison (F3)	Fin de floraison	Floribondité Note /9
CONV	11-mars	14/03/2023	23-mars	7
ECO	13-mars	15/03/2023	24-mars	6
BIO	11-mars	14/03/2023	23-mars	6

L'intensité de floraison a été homogène sur les parcelles. La parcelle BIO n'a pas été impactée par la présence de bâches anti-pluie et de filets mono-rangs puisque la floribondité est très proche de la parcelle CONV et similaire à la parcelle ECO, qui quant à elles possèdent uniquement un filet anti-grêle qui impacte moins la diffusion de lumière.

La parcelle ECO n'a pas été impactée par l'attaque de rouille qui a eu lieu en octobre 2022.

En effet, la protection mono-rang de la parcelle biologique diminue la luminosité, paramètre corrélé positivement avec l'induction florale. Le relevé partiel (à hauteur d'Homme) des filets mono-rangs à partir de mi-mai depuis 2022 a permis au verger d'avoir une bonne induction florale.



Floraison BIO



Floraison ECO

9. Suivis des bioagresseurs

a) *Monilia* sur fleurs

Comme évoqué précédemment, il y a eu « seulement » 15mm de pluie pendant la floraison, au stade F2 environ. Cependant, la pression 2023 en *monilia* sur fleurs a été très importante en vergers biologiques. De plus, la variété Delicot COV, variété présente dans les trois parcelles MIRAD s'est montrée assez sensible cette année dans un autre essai mené à la SEFRA, sans aucune protection contre cette maladie. En effet, le pourcentage de rameaux attaqués dans les vergers sans traitement a atteint 65% en moyenne.

Aucune attaque n'a été relevée sur la parcelle CONV et très peu sur la parcelle ECO (0,3 %, Figure 12). Statistiquement les parcelles CONV et ECO ne sont pas différentes entre elles mais elles le sont, toutes deux, par rapport à la parcelle BIO (Mann-Whitney, $n = 10$, p -value < 0,05).

Finalement, des réductions de dose de 40% (parcelle ECO) n'ont pas entraîné beaucoup plus d'attaques de *monilia* que la modalité témoin dans un contexte 2023 pourtant compliqué avec le *monilia* sur fleurs.

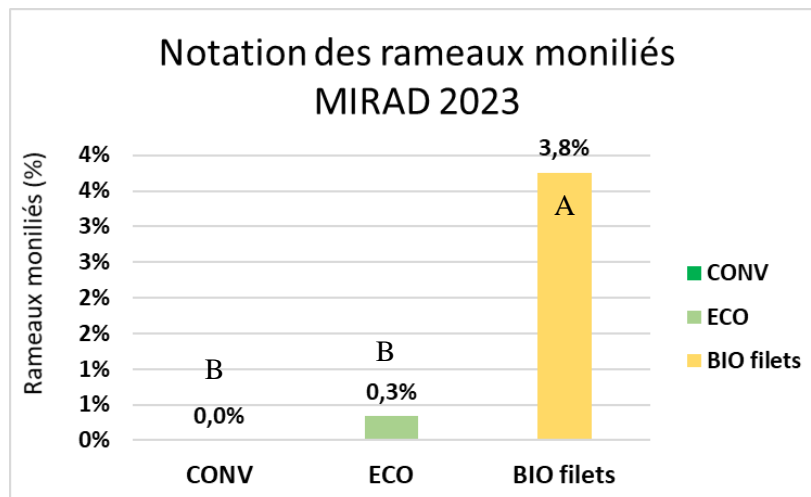


Figure 10 : Résultats du suivi sur le *monilia* sur fleurs

La parcelle BIO a eu une attaque plus importante que les deux autres modalités en moyenne (3,8% de rameaux attaqués).

Cependant, les deux ou trois premiers arbres situés en bordure des rangs n'ont pas été correctement protégés des petites pluies et ont eu de fortes attaques.

Une taille d'assainissement a été faite sur les arbres de bordures et plus généralement sur la totalité de la parcelle (**temps de taille *monilia* : 75h/ha**).

Un test sur verger biologique sans protection physique mais avec protection par produit biologique (Curatio®) a montré une attaque plus importante que les résultats obtenus sous filets avec 13,8% de rameaux attaqués.

La bâche anti-pluie et le filet anti-insecte ont certes permis de contrôler l'apparition de cette maladie mais n'ont pas empêché un passage manuel pour supprimer les parties atteintes, trop nombreuses pour faire l'impasse. Il faut tout de même noter que la bâche plastique commence à se dégrader, laissant quelques ouvertures à la pluie et augmentant le risque de *monilia*.



Bâche endommagée

b) Pucerons

La stratégie mise en place semble avoir permis de mieux réguler les pucerons verts (*Phorodon humulifoliae*) : application d'huiles sur les œufs avant la floraison (et avant dépliage du filet).

Cependant, le puceron noir (*Brachycaudus persicae*) est arrivé dans la parcelle BIO début avril. Sa présence a été observée initialement près d'une haie bordant la parcelle (orientée Est). Ce puceron émerge du sol au début du printemps, ce qui explique que les huiles d'hiver n'aient pas été efficaces contre cette espèce. Les rameaux situés en bas des arbres ont été les premiers touchés mais l'inefficacité des huiles (barrière du filet ?) et l'absence d'auxiliaires ont causé une augmentation de la population (26/04, Figure 13). Finalement, la population de pucerons noirs a été gérée avec une application de Neemazal® fin avril (présence nulle au 12/05, Figure 13).

Le relevé partiel des filets sur les rangs attaqués n'a pas permis d'attirer assez d'auxiliaires. Afin d'en attirer davantage, une bande fleurie le long de la parcelle est envisagée en 2024.

Si le temps le permet, une application manuelle de savon noir localisée sur les premiers foyers pourrait également être envisageable en 2024. En effet, lorsque les foyers se développent, l'utilisation d'huile n'est pas très efficace à cause du filet et du nombre trop important de pucerons noirs qui se réfugient à l'intérieur des grappes de fruits avant éclaircissage.

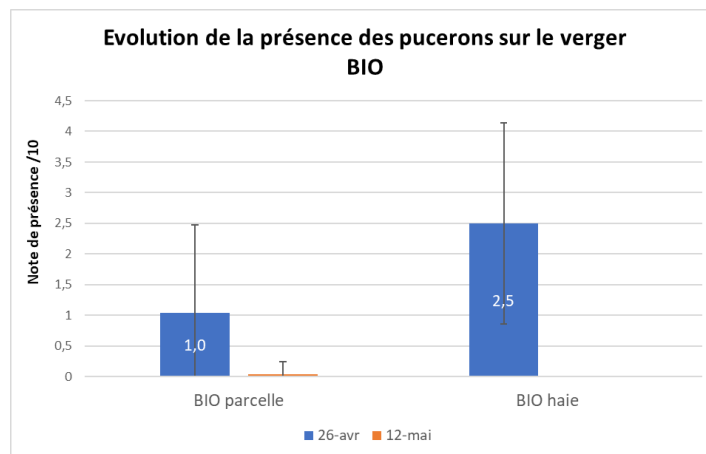


Figure 11 : Notation de pucerons noirs sur la parcelle MIRAD BIO

Les parcelles CONV et ECO n'ont pas subi d'attaques de pucerons en 2023 contrairement à la parcelle biologique (Figure 13). Toutefois, la parcelle BIO n'a pas enregistré de dégâts sur les arbres mais les fruits de la parcelle ont, eux, été impactés (cf. Dégâts de maladies et ravageurs sur fruits à la récolte).

La pression de pucerons a été hétérogène sur la parcelle biologique avec davantage de pucerons sur le côté Est (Bio haie) que l'Ouest de la parcelle (Bio parcelle). Par conséquent, deux notations différentes ont été faites sur les moitiés de la parcelle sans différence significative.

c) Oïdium sur fruits

Tableau 12 : Notation oïdium sur 20 arbres en choisissant 100 fruits pour chaque arbre (09/05).

CONV	ECO	BIO
0,35 % (AB)	0,20 % (B)	0,79 % (A)

Les attaques sont très faibles dans les trois modalités. La protection de la parcelle ECO et BIO avec l'utilisation de produits biologiques (Soufre mouillable) a été efficace au même titre que les traitements conventionnels. Cependant, la parcelle ECO a significativement moins de fruits oïdiés que la parcelle biologique (Mann-Whitney 5 %, n = 20, p-value < 0,05). Le fongicide biologique aurait une meilleure efficacité que la protection physique (bâche et filets mono-rangs).

d) Rouille sur feuillage

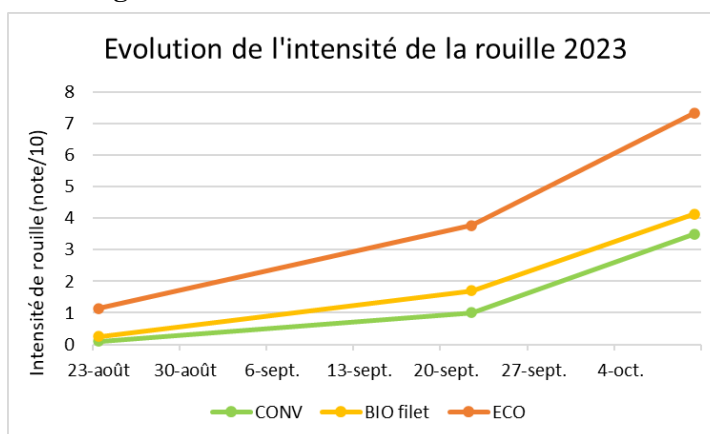


Figure 12 : Notations de la rouille sur MIRAD

La rouille peut perturber la mise en réserve de l'arbre si elle se déclare trop tôt dans la saison. De plus, cette maladie peut provoquer une diminution de la floraison l'année suivante.

Trois notations ont été faites et des différences sont visibles statistiquement (Bonferroni 5 %, n = 20, p-value < 0,05) à partir de la notation du 22 septembre (après les précipitations importantes de fin août) entre la parcelle ECO et les parcelles CONV et BIO.

La parcelle BIO s'est bien comportée face à cette maladie cryptogamique avec une note moyenne ne s'éloignant jamais beaucoup de la note de la parcelle conventionnelle.

La parcelle ECO a connu un peu plus de difficulté vis-à-vis de la rouille avec une intensité fin septembre proche de 4/10, soit 2 points de plus que la parcelle BIO et 2,8 points par rapport au conventionnel. La maladie a ensuite progressé jusqu'à mi-octobre où quelques arbres de la parcelle ECO ont commencé une défoliation non négligeable (25 % en moyenne contre 1 % pour le BIO et 0 % pour le CONV). Cependant, la rouille n'aura pas de conséquences négatives sur la mise en réserve des arbres à cette période de l'année. De plus, la défoliation du mois de septembre permettra peut-être de limiter la présence de pucerons verts dans le verger ECO puisque c'est à cette période qu'ils reviennent sur les abricotiers (hôtes primaires des pucerons).

Finalement, les filets mono-rangs se sont bien comportés en 2023 avec peu d'attaques de rouille en verger biologique, contrairement au verger ECO qui n'a pas reçu de traitement spécifique. Ces résultats confirment ce qui a été observé les années précédentes.

10. Mortalités d'arbres

L'ECA est toujours peu présent pour tirer des conclusions sur l'efficacité du filet mono-rang en BIO, ou l'absence de traitements insecticides en ECO.

La parcelle conventionnelle a, comme chaque année, subi le moins de mortalité avec 0,7 % d'arbres morts (Plomb et chancre bactérien). Les parcelles BIO et ECO ont eu respectivement 1,8 % et 6 % d'arbres morts.

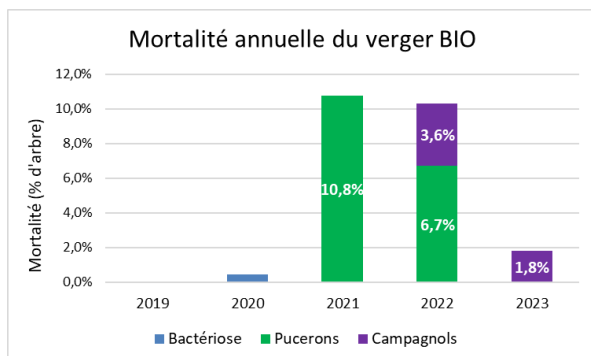


Figure 13 : Mortalités du verger BIO



Dégât de campagnol au niveau du collet d'un abricotier

La mortalité totale est importante dans la parcelle BIO, essentiellement à cause des attaques de pucerons verts 2021 & 2022 et des attaques de campagnols 2022.

Les problèmes de pucerons verts ont été réglés sur la parcelle BIO avec l'application de plusieurs huiles et les nouvelles attaques de campagnols sont en diminution grâce au piégeage.

Depuis 2019, 23 % des arbres dans la parcelle BIO sont morts (Tableau 13). Par conséquent, le rendement de la parcelle est considérablement impacté.

Tableau 13 : Mortalité totale des parcelles (2019-2023)

En % d'arbres sur la parcelle	CONV	ECO	BIO
Mortalités	2,70%	12,70%	23,30%

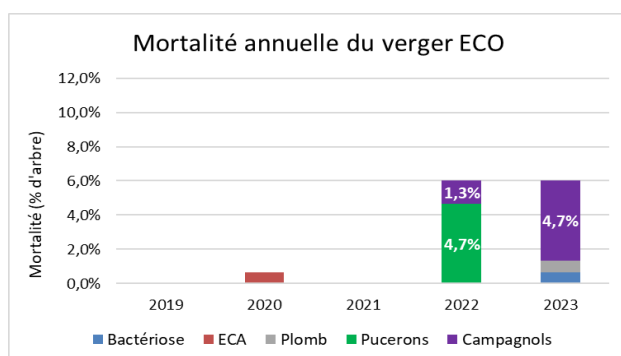


Figure 14 : Mortalité du verger ECO



Flétrissement des feuilles (campagnol)

Les problèmes de pucerons ont également été réglés sur la parcelle ECO avec l'application de plusieurs huiles. De plus, **les nouvelles attaques de campagnols** sont en diminution grâce au piégeage.

En effet, le pourcentage d'arbres morts en 2023 à cause des campagnols résulte d'attaques 2022 pour la majorité des cas.

La mortalité totale s'élève à 12,7 %, ce qui diminue également de manière importante le rendement de la parcelle.

La parcelle conventionnelle a très peu de mortalité puisque les problèmes de pucerons sont gérés par des insecticides et les campagnols n'ont pas occasionnés beaucoup de dégâts.

11.Auxiliaires des cultures

L'objectif est de comparer la quantité d'araignées présentes sur les trois parcelles essais (Conventionnelle témoin, Faibles intrants et Biologiques). Les lycoses, *Salitricidae*, *philodromidae* et *Thomisidae* sont les quatre espèces d'araignées ciblées par les suivis biodiversité.

En effet, ces araignées consomment une multitude d'insectes, de pucerons et sont considérées comme des auxiliaires de culture pour les vergers.



a) Bandes pièges

Pour le suivi de la biodiversité, le protocole recommande de suivre le nombre d'araignées présentes dans chacune des parcelles. Le suivi est réalisé sur 3 espèces, facilement identifiables :



Araignée crabe



Opilion



Araignée sauteuse

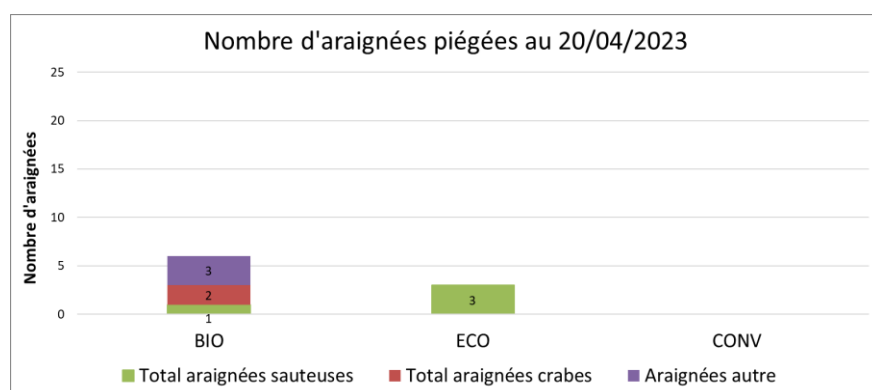


Figure 15 : 1^{er} suivi araignées 2023

Le nombre d'araignées relevées a été très faible lors du premier piégeage de printemps 2023. Par conséquent, aucune différence significative n'a été observée. Un relevé des pièges quelques jours après une journée de pluie et des conditions n'ayant pas permis le séchage des bandes cartonnées ont peut-être perturbé l'activité des araignées.

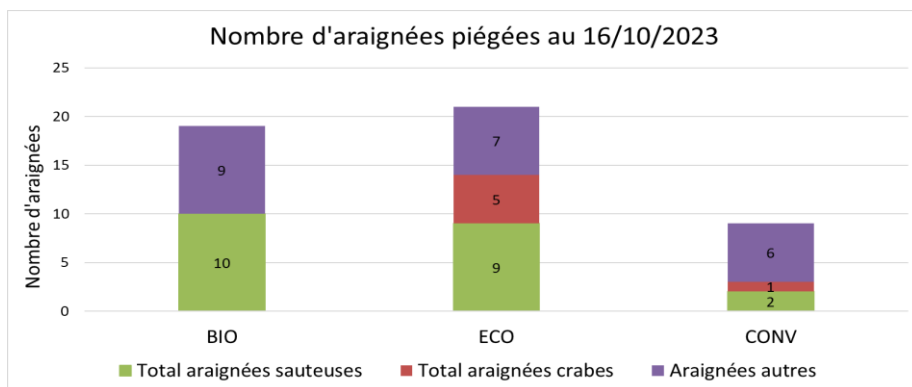


Figure 16 : 2^{ème} suivi araignées 2023

Le deuxième relevé a été beaucoup plus prolifique que le premier avec un nombre d'araignées total important. En plus des conditions climatiques chaudes et ensoleillées du mois d'octobre, ce mois est censé être le plus dynamique sur les déplacements d'araignées avec la saison de reproduction.

Les araignées ciblées (araignées sauteuses et crabes) ont été plus nombreuses dans la parcelle ECO (Newman-Keuls, $n = 10$, p -value < 0,05) avec un total de 14 araignées sur les 10 pièges. La parcelle CONV contient la plus faible quantité d'araignées avec 3 araignées ciblées au total. Pour finir, le verger biologique se situe entre les vergers ECO et CONV au niveau statistique avec 10 araignées, uniquement des *Salitricidae*.

Dans le contexte d'octobre 2023, les deux parcelles avec réduction d'intrants ont vu leur nombre d'araignées augmenter par rapport aux années antérieures. De plus, ces parcelles possèdent davantage d'araignées que la parcelle conventionnelle. La réduction de produits phytosanitaires chimiques aurait permis d'augmenter le nombre d'araignées auxiliaires mais les résultats seront à confirmer l'année prochaine.

12.Pots barber

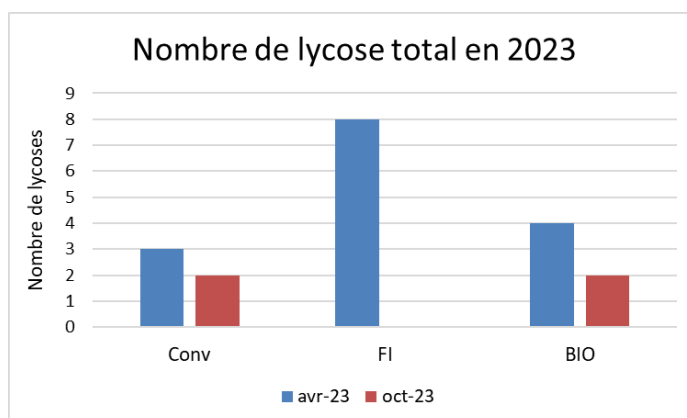


Figure 17 : Suivis des lycoses 2023

Les deux relevés 2023 n'ont pas permis d'établir des différences statistiques entre les modalités. Le nombre d'araignées piégées est assez faible dans les trois modalités même si une moyenne d'une lycose par piège a été observée au printemps 2023 dans la parcelle ECO (Figure 19).

13. La vigueur des arbres

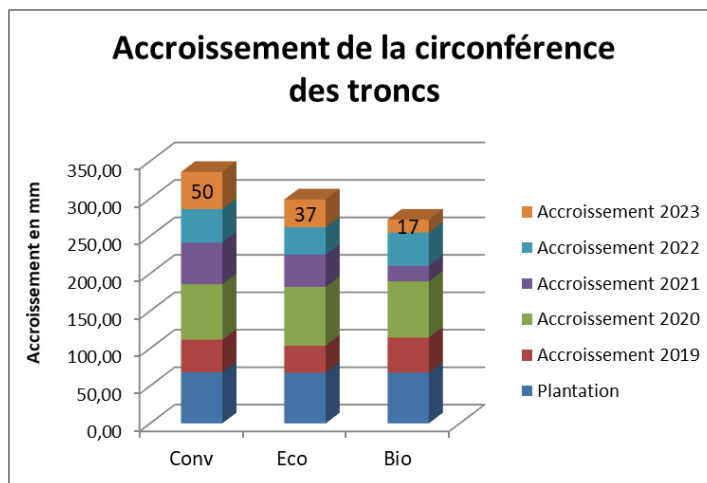


Figure 18 : Evaluation de la vigueur des arbres

La parcelle conventionnelle a atteint une circonférence moyenne de 335 mm alors que la parcelle ECO à une circonférence moyenne de 299 mm. Une baisse est visible mais elle ne se vérifie pas statistiquement. Cependant l'accroissement 2023 est plus élevée statistiquement pour la parcelle conventionnelle (Newman-Keuls, $n = 3$ rangs, p -value $< 0,05$) de 12,6 mm par rapport à la parcelle ECO. Cette croissance moins importante serait peut-être due à des conditions de sols différents (plus filtrants) que la parcelle conventionnelle. Un déficit hydrique aurait alors participé à cette croissance modérée. La deuxième hypothèse serait la conséquence de l'attaque de pucerons 2021 et/ou les attaques partiels de campagnols sur certains arbres, faisant baisser la moyenne de la parcelle.

Pour rappel, la parcelle biologique est conduite en palmette (forme différente que les modalités CONV et ECO). De ce fait il n'est pas possible de comparer sa vigueur avec les deux autres modalités. En effet, avec une densité de plantation deux fois plus importante, les abricotiers ont atteint leur taille adulte et se font concurrence, ce qui justifie l'accroissement 2023 plus faible que les parcelles menées en gobelets.

14. Récolte 2023

a) La production des vergers

La récolte s'est déroulée en 5 ou 6 passages entre le 26 juin et le 11 juillet.

Les filets mono-rangs présents sur la parcelle biologique ont retardé le début de la récolte de 4 jours par rapport à la parcelle faibles intrants.

Les résultats des variables ont été obtenus à partir de six placettes (6*2 arbres par parcelles) en s'assurant que les arbres échantillonnés soient **en bonne santé** (Tableau 14) pour avoir un maximum de données disponibles et ainsi, réaliser des tests statistiques suffisamment puissants.

Cependant le fait de ne pas prendre en compte les arbres morts ou bien mourants ne permet pas d'être précis sur le rendement total de la parcelle (il sera surestimé).

Les poids totaux des parcelles entières (Tableau 15) ont été relevés afin d'être plus précis sur la réalité du projet en prenant en compte les mortalités.

Tableau 14 : Résultats des 6 placettes

	CONV	ECO	BIO
Nb de fruits/arbre	809,2	650,9	454,4
Nb de fruits/cm ² de section de troncs	9,0	9,2	7,7
Poids total kg/arbre	58,7	42,6	35,5
Récolte kg/arbre	54,1	40,1	28,9
chute kg/arbre	2,5	1,5	2,3
Ecart kg/arbre	2,1	1,0	4,3
Pmf g	72,8	66,1	79,3
T/ha com	28,1	20,8	30,5
T/ha tot	30,5	22,1	37,4

Tableau 15 : Résultats de la parcelle entière

	CONV	ECO	BIO
Poids total kg/arbre	49,9	30,4	20,9
Récolte kg/arbre	47,9	29,2	18,7
Ecart total kg/a	1,80	1,0	1,99
T/ha tot	25,9	15,8	22,0
T/ha com	24,8	15,2	19,7

Comparaison des deux systèmes en forme gobelets :

Le rendement du système conventionnel (parcelle entière) a été le plus important (Tableau 15). Le poids commercial est de 37 % supérieur à la parcelle faibles intrants. En effet, la parcelle CONV contient moins d'arbres morts que la parcelle ECO mais ce n'est pas la seule raison à ce meilleur rendement : en prenant uniquement en compte les 12 arbres « en bonne santé » par modalité (Tableau 14) la production est significativement plus élevée pour la parcelle conventionnelle (Newman-Keuls, $n = 6$, p -value < 0,05) avec 8 t/ha commercialisés supplémentaires. Cette différence s'explique par :

- Une vigueur des arbres supérieure
- Un nombre de fruits par arbre plus élevé pour la modalité CONV
- Un poids des fruits supérieur.



Parcelle CONV & ECO

Enfin, la parcelle CONV est plus productive que la parcelle ECO parce qu'elle a moins de mortalité ET la vigueur (le volume aussi) des arbres conventionnels est supérieur à celle des arbres en ECO.

Comparaison des parcelles CONV et BIO :

Concernant la parcelle biologique, son rendement (parcelle entière) de 19,7 t/ha commercialisé se situe entre les deux autres modalités. Ce rendement obtenu est assez satisfaisant

Son rendement est certes, plus faible que le conventionnel à cause, là aussi, des mortalités en BIO mais le prix des abricots biologiques au kilo, plus élevé que le conventionnel permettra de compenser cette perte de rendement.



Parcelle BIO

Après avoir expliqué les résultats de la parcelle biologique entière, comportant de nombreux arbres morts (23 %), il est pertinent de s'intéresser aux rendements « théoriques » obtenus avec les échantillons (Tableau 14).

La parcelle biologique aurait statistiquement un meilleur rendement que la parcelle CONV (Tableau 14) sans les mortalités dues aux dégâts occasionnés par les pucerons en 2021 ainsi que les campagnols (Newman-Keuls, $n = 6$, $p\text{-value} < 0,05$). En effet, la parcelle BIO a 2,4 t/ha commercialisés de plus que la parcelle conventionnelle. Sachant que le prix des abricots bio est supérieur aux prix des abricots conventionnels, le système biologique présent à la SEFRA est encourageant avec les résultats de l'année 2023.

Enfin, la parcelle conventionnelle a un meilleur rendement 2023 grâce à son faible taux de mortalité par rapport à la parcelle biologique. Cependant, le rendement théorique (si la parcelle biologique n'avait pas subi autant de mortalité) est plus important pour la parcelle BIO que la parcelle CONV.

La parcelle ECO apparaît comme la moins productive de ce projet. En effet, les résultats de la parcelle entière sont certes impactés par la mortalité d'arbres due aux restrictions phytosanitaires chimiques mais le rendement théorique (des placettes/Tableau 14) apparaît également comme le plus faible avec 7,3 t/ha commercialisé de moins que le conventionnel et 9,7 t/ha commercialisés de moins que la parcelle biologique.

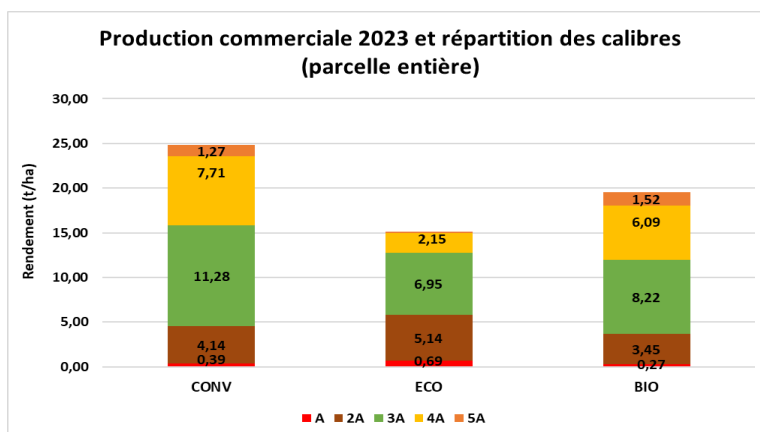


Figure 19 : Production 2023 et calibres

Comme abordé sur la page précédente, le calibre des fruits (poids) a été important pour la parcelle biologique ainsi que la parcelle conventionnelle (calibre 3A/4A). A l'inverse, la parcelle faibles intrants a produit des fruits avec une tendance d'un calibre 2A/3A.

Il est possible de visualiser la différence de couleur blush entre la parcelle biologique et la parcelle faibles intrants (photos ci-dessous). La coloration des fruits biologiques avait été très affectée par les bâches plastiques + filets en 2020. Elle a été améliorée en 2023 en remontant partiellement les filets des deux côtés début mai. Ces relevages ont permis d'obtenir une couleur de fond orange des abricots.



Toutefois, la coloration des fruits a été moindre en BIO avec très peu de coloration blush sur les fruits, contrairement aux deux autres parcelles.

15. Dégâts de maladies et ravageurs sur fruits à la récolte

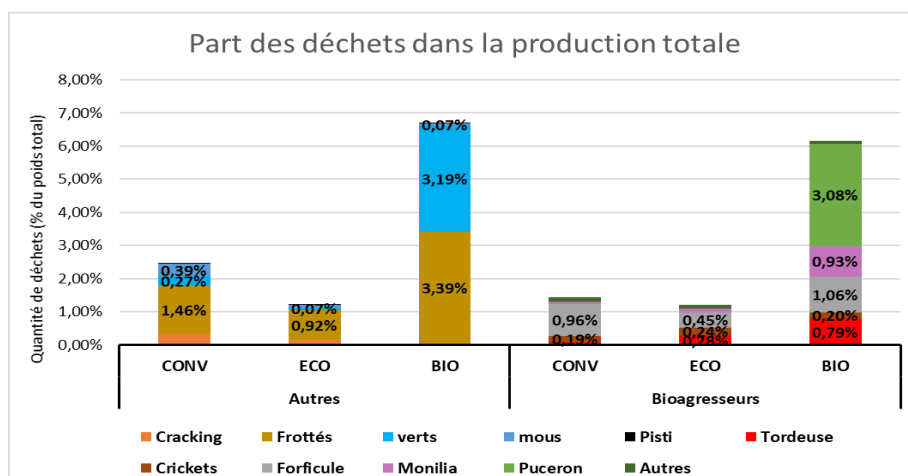


Figure 20 : Pourcentage de déchets sur la récolte totale

Tout d'abord, la gestion des forficules s'est assez bien passée en 2023 pour l'ensemble des modalités. Les glus conventionnelle et biologique sur le tronc ont bien fonctionné cette année, à condition d'être vigilant sur tous les ponts possibles. Un deuxième passage (complément de glu) a été fait, ce qui a permis de limiter les dégâts de forficules même avec la glu biologique, ce qui n'avait pas été le cas en 2022 (1 seule application).

Les déchets de récolte restent néanmoins significativement plus élevés pour la parcelle biologique (Newman -Keuls, $n = 6$, $p\text{-value} < 0,05$) avec 65 % de déchets supplémentaires par rapport à la parcelle conventionnelle et 81 % par rapport à la parcelle faibles intrants.

Pour la parcelle biologique, les principaux dégâts en 2023 ont été les fruits frottés/brulés par les filets mono-rangs et les dégâts de pucerons noirs (points rougeâtres sur les fruits, photo ci-contre). Les fruits verts représentent plus de 3% de dégâts pour la parcelle biologique mais cette proportion est due à la dernière passe où les quelques fruits restants au cœur des arbres (maturité retardée à cause des filets) ont été récoltés afin d'éviter une dernière passe.



Dégâts de pucerons

16. Les analyses qualitatives des fruits et analyse de résidus

Tableau 16 : Analyses des fruits

Analyses	CONV	ECO	BIO
Fermeté (Durofel)	66,5	74,0	71,2
Taux de sucre (% Brix)	12,7	11,7	10,4

Aucune différence significative n'est relevée pour la fermeté. Cependant, les abricots de la parcelle conventionnelle semblent avoir été ramassés à une maturité un peu plus avancée que les deux autres parcelles.

Il apparaît alors logique que le taux de sucre des abricots conventionnels soit supérieur aux deux autres modalités (Newman-Keuls, $n = 6$, p -value $< 0,05$). La parcelle biologique a un taux de sucre plus faible que la parcelle faibles intrants (Newman-Keuls, $n = 6$) alors que sa fermeté est plus faible (maturité plus avancée). La baisse de luminosité due à la bâche et aux filets a peut-être contribué à ce résultat.

L'analyse de résidus faite sur les fruits de la partie ECO n'a montré aucune présence de pesticides (Laboratoire Phytocontrol / 3 juillet). Ce qui était l'objectif sur cette modalité.

17. Suivi post récolte

- La parcelle conventionnelle a été protégée par un traitement fongicide (17 jours avant le suivi post récolte)
- La parcelle faibles intrants a reçu un traitement fongicide de biocontrôle (14 jours avant le suivi post récolte)
- La parcelle biologique n'a reçu aucun traitement mais elle dispose de bâche anti-pluie et de filet mono-rangs pour éviter que les abricotiers soient en contact avec la pluie.

Tableau 17 : Traitements de conservation

Dates	Traitements	CONV	ECO	BIO
16/05	Signum®			
16/06	Signum®			
19/06	Julietta®			

L'absence de traitement de conservation sur la parcelle BIO s'explique par la présence d'une protection contre la pluie (bâche anti-pluie, positionnée au-dessus des abricotiers).

De la même manière que les années précédentes, 6 échantillons de 30 fruits par modalité ont été mis en conservation (température de 20°C et hygrométrie $>80\%$), avec un suivi des fruits atteints tous les 2 jours.

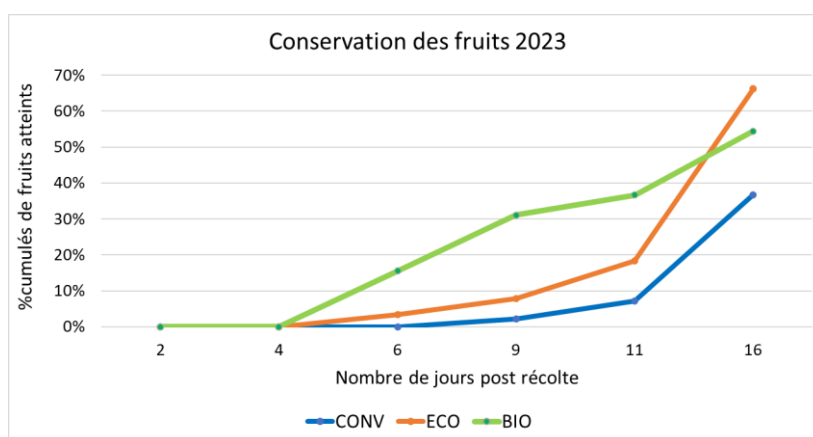


Figure 21 : Conservation des fruits

- Les abricots se sont comportés de la même manière jusqu'au quatrième jour de conservation (Récolte J+5).
- A partir du 6^{ème} jour, 16% des abricots biologiques ont été atteints par des maladies de conservations alors que la modalité ECO présentait 3% de dégâts seulement. La parcelle témoin (CONV) ne possédait aucun fruit endommagé à 6 jours de conservation. **Au 6^{ème} jour, les fruits de la parcelle biologique sont significativement plus atteints que ceux de la parcelle conventionnelle. Il en est de même pour la parcelle ECO qui présente statistiquement**

davantage de dégâts que la parcelle conventionnelle (même si cela ne semble pas réellement différent sur le graphique).

- Le 9^{ème} jour de conservation a montré une intensification de fruits endommagés pour la parcelle biologique avec 31% de dégâts. La parcelle ECO s'est, quant à elle bien comportée puisqu'elle ne comptait que 8% de dégâts, soit seulement 6% de plus que la parcelle témoin.

Les fruits biologiques sont statistiquement plus atteints par les maladies de conservations que les modalités CONV et ECO.

- Enfin, le 11^{ème} jour a mis en évidence une différence un peu plus importante entre la parcelle ECO et CONV avec 11% de fruits endommagés en plus pour la parcelle ECO.

Cette année, la parcelle biologique, protégée par la bâche anti-pluie s'est montrée la plus favorable aux maladies de conservation après récolte, ce qui n'était pas le cas l'année 2022 (conservation similaire au conventionnel au 9^{ème} jour). Le monilia sur fleurs, présent sur 3,8 % des rameaux (cf. Figure 12) sur cette parcelle a peut-être contribué au développement du monilia sur fruit. De plus, la bâche a été endommagée à plusieurs reprises et les filets ont été relevés partiellement des deux côtés (pour augmenter la coloration des fruits), permettant à l'eau de pluie de s'infiltrer sous les filets.

La parcelle ECO, avec le traitement biologique quelques jours avant la récolte s'est très bien comportée par rapport au témoin traité conventionnellement. Toutefois, le calibre des fruits, plus petit sur la parcelle ECO que sur les parcelles CONV et BIO peut être une explication du bon comportement de la parcelle ECO. En effet, plus le calibre est important, plus il y a de risques d'avoir la présence de microfissures sur les fruits, créant des portes d'entrée pour les champignons.

18. Production cumulée depuis plantation

a) La production réelle des vergers

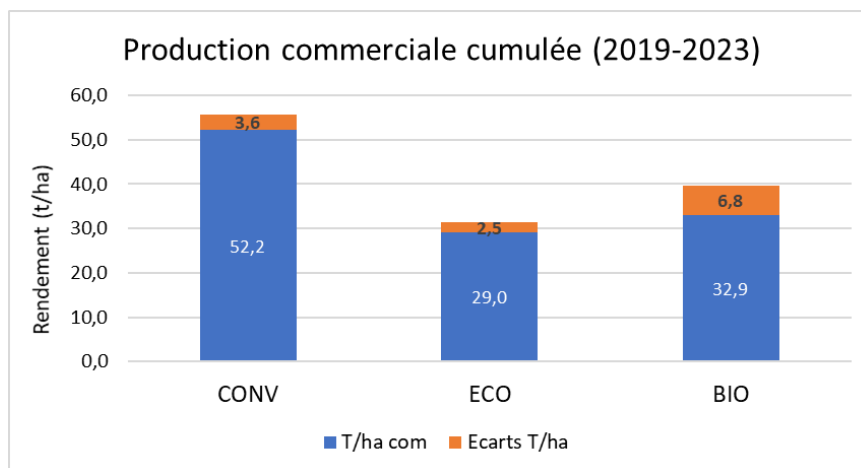


Figure 22 : Production cumulée MIRAD (2019-2023)

En fin de 5^{ème} année, on note une diminution de la production d'environ 44% pour la parcelle ECO et 37 % pour la parcelle BIO par rapport à la parcelle CONV.

Ces différences peuvent s'expliquer par des attaques de bioagresseurs importantes sur la parcelle ECO (12 % de mortalité) et sur la parcelle BIO (24 %). Les campagnols mais surtout les pucerons verts en sont la cause avec une très forte attaque en 2021, dès que les abricotiers commençaient à atteindre un développement correct. Par conséquent, les parcelles possèdent de nombreux arbres morts, certes

replantés mais qui n'ont pour l'instant donné aucune production. Le gel de 2021 a par ailleurs affecté 100% de la récolte dans la parcelle BIO, alors que les parcelles CONV et ECO avaient pu être sauvées partiellement.

En partant du principe que la gestion des pucerons verts avec deux applications d'huiles pendant l'hiver est acquise et que les campagnols sont contrôlés par le piégeage, les différences de rendement seraient moins importantes avec la parcelle conventionnelle.

19. Coût de production et résultats économiques

a) Temps de travaux

La parcelle BIO a nécessité un temps d'entretien supérieur aux parcelles CONV et ECO.

Le temps de taille de la parcelle biologique a été très important en 2023 avec 40 % de temps supplémentaires que la parcelle conventionnelle (Figure 25). Cette parcelle a été atteinte par davantage de pousses moniliées au printemps qui ont engendré une taille de nettoyage (75h/ha). Les autres opérations de taille (taille en vert, post-récolte...) sont également plus coûteuses en temps de travaux puisque les arbres, conduits en palmette, sont plus hauts que les gobelets et nécessitent l'utilisation de brouettes ou de plateformes surélevées qui augmentent le temps de taille.



Cette année, le rendement de la parcelle BIO a été important, mais n'a pas été supérieur à la parcelle conventionnelle. Cependant, le temps de récolte de la parcelle BIO est le plus important. La hauteur des arbres et le tri des abricots non commercialisables (davantage de déchets que les deux autres modalités) sont les explications de cette augmentation de travail.

La gestion des filets mono-rangs (pliage, repliages partiels ...) nécessite davantage de temps de main d'œuvre que les filets paragrêles « standards ».

Le temps d'éclaircissage a été moins important pour la parcelle BIO.

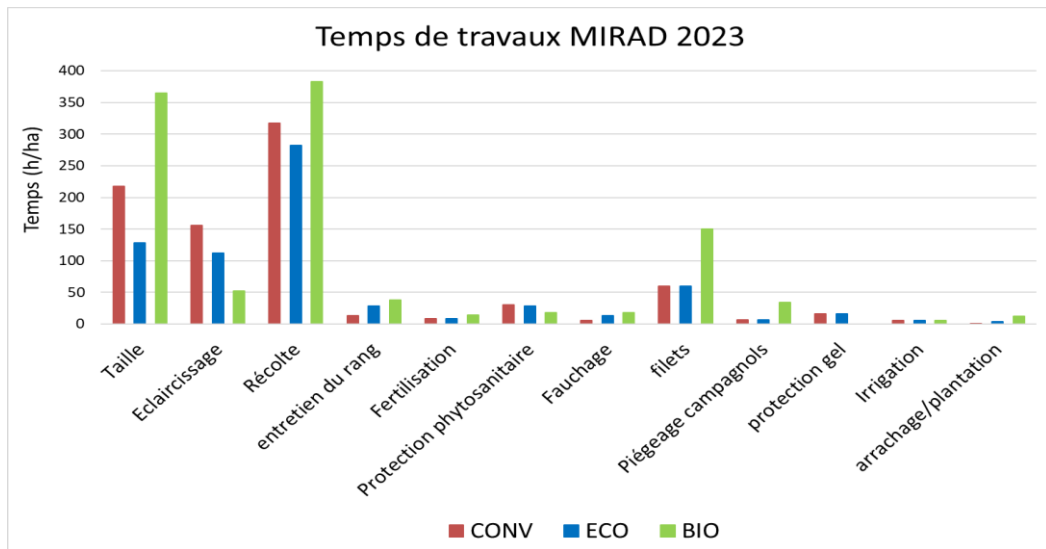


Figure 23 : Temps de travaux MIRAD

20. Coût de l'entretien

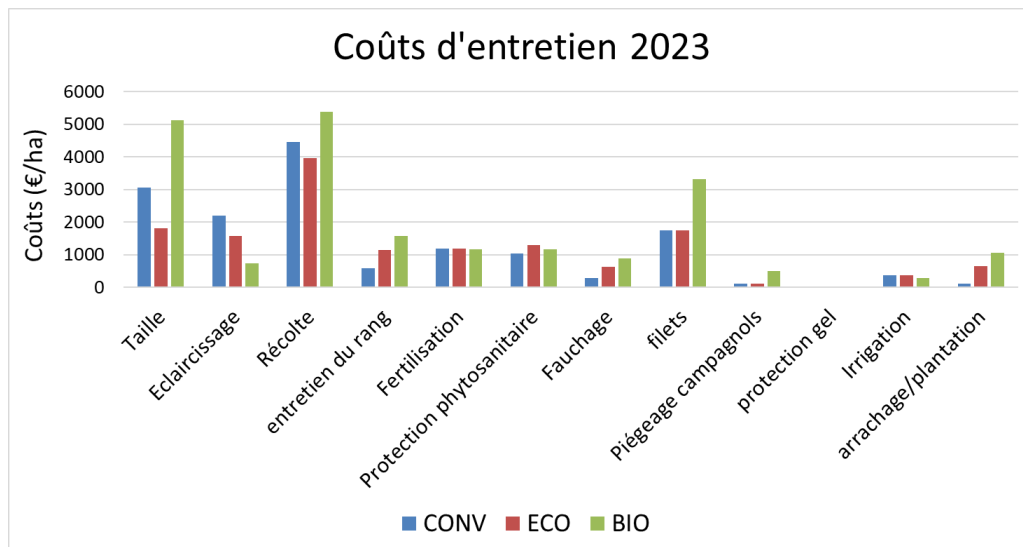


Figure 24 : Coût d'entretien MIRAD

Les coûts d'entretien suivent la même logique que les temps de travaux.

Tableau 18 : Charges opérationnelles et coût de production (des charges opérationnelles)

En €/ha	Charges opérationnelles	Coûts de production/kg d'abricots
CONV	15101	0,61
ECO	14447	0,95
BIO	21143	1,07

La parcelle ECO a le moins de charges avec un temps de récolte et de taille moins important (les arbres ont moins poussé que le conventionnel et ont moins production).

Cependant, le cout de production/kg d'abricots est plus élevé pour la parcelle ECO que la parcelle CONV. En effet, la production a été plus importante pour la parcelle conventionnelle, ce qui a permis de mieux amortir les charges opérationnelles.

21. Résultats économiques

a) Les indicateurs en 2023

Les prix de vente des abricots sont issus des prix RNM pour les périodes concernées :

Prix de vente bord verger = (prix de la semaine récolte +1 – coûts de conditionnement).

Cette année, le coût de conditionnement a été estimé à 0,80 €/kg d'abricots (Prix RNM en conditionnement en plateau et non en vrac).

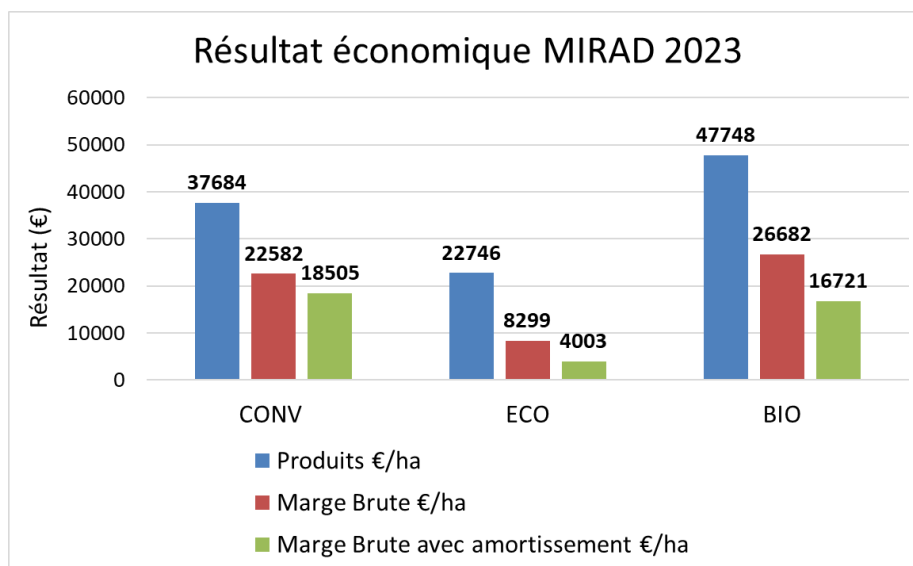
Tableau 19 : Prix RNM des abricots au kilo

Calibre	CONV	BIO
6A et +	1,8	2,6
5A	1,8	2,6
4A	1,8	2,6
3A	1,8	2,6
2A	1,5	2,4
A	1,1	2,25
B	0	1,52
cat 2	0	1,52

Tableau 20 : Prix de vente moyens des abricots au kilo

CONV	ECO	BIO
1,52	1,50	2,42

En moyenne, le prix de vente des abricots biologiques a été supérieur de 61 % par rapport aux abricots conventionnels (tableau 20).



Bien que la parcelle BIO ait été affectée par de nombreuses mortalités, son produit/ha est supérieur de 10 000 € par rapport à la parcelle conventionnelle en raison du prix des abricots biologiques, plus intéressant que les abricots conventionnels (Tableau 19). La parcelle ECO a un produit/ha plus de deux fois moins important que la parcelle biologique. En effet, cette parcelle est en réduction d'intrants mais bénéficie du même prix que la parcelle conventionnelle. Contrairement au BIO, la parcelle ECO ne peut pas compenser une perte de rendement par un prix plus élevé.

Le paramètre le plus important au niveau comptable est la marge avec amortissement. Bien que le chiffre d'affaires de la parcelle biologique soit le plus élevé (47748 €/ha), sa marge avec amortissement est inférieure à la parcelle conventionnelle puisque son amortissement annuel (Tableau 3) est bien plus élevé que les autres modalités (coût des filets et des arbres supplémentaires).

Enfin, les parcelles conventionnelle et biologique ont un bon résultat économique en 2023, contrairement, à la parcelle ECO qui est la moins performante cette année. En effet, la perte de rendement sans compensation de prix a été dommageable par cette modalité qui ne réalise que 4000 € de marge.

b) Le retour sur investissement

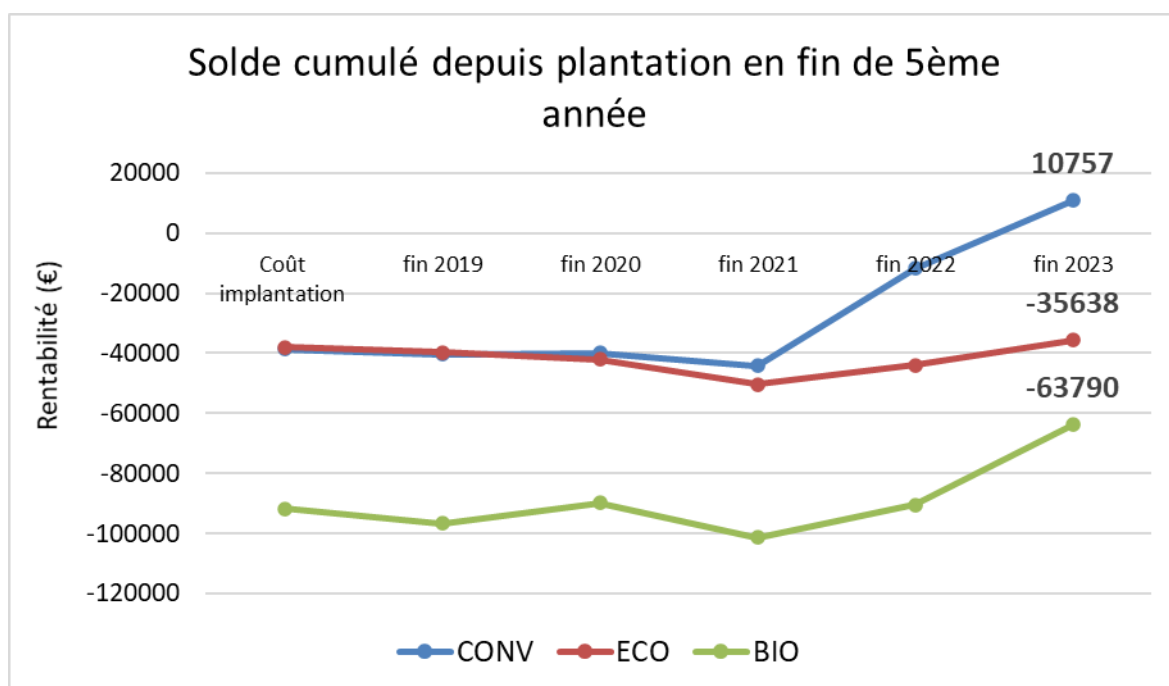


Figure 25 : Solde cumulé depuis plantation

Les résultats ne prennent pas en compte les charges de structures. Par conséquent, le solde cumulé est légèrement surestimé.

Le système conventionnel a un retour sur investissement positif depuis 2023 grâce à une production importante depuis 2 ans. Bien que les parcelles CONV et ECO avaient un investissement initial similaire, le retour sur investissement n'est pas aussi rapide pour la parcelle ECO.

La productivité moyenne de ce verger à cause des attaques de pucerons (2021) et de campagnols (2021 & 2022) ainsi qu'à une vigueur des arbres inférieure au système conventionnel a seulement permis le remboursement de 2500 € de l'investissement.

La parcelle BIO avait un investissement plus de deux fois supérieur aux deux autres modalités en raison du prix plus élevé des filets mono-rangs par rapport aux filets paragrêles. De plus, ce verger n'a pas eu de production en 2021 à cause du gel et a également connu de nombreuses mortalités (pucerons et campagnols). Finalement, le verger BIO n'a pas atteint un retour sur investissement positif en 2023 puisqu'il reste encore à rembourser 64 000 €, soit deux tiers de l'investissement initial.

V. Conclusions

L'année 2023 n'a pas été perturbée par gelées comme 2021 et 2022. En effet, le décalage de la floraison de quinze jours par rapport à l'année 2022 a permis d'éviter les gels pendant la floraison.

La parcelle biologique a subi une attaque de pucerons noirs au stade jeune fruit, causant des dégâts directement sur les fruits dus aux diverses piqûres des pucerons. Les arbres n'ont pas été perturbés grâce à l'élimination des pucerons fin avril (Neemazal®).

Quelques attaques de campagnols 2023 ont été de nouveau constatées dans les trois parcelles. Par conséquent, le piégeage sera maintenu cet hiver pour contrôler leur population.

La protection phytosanitaire allégée dans le verger ECO a permis de réduire les IFT de 90% par rapport au conventionnel, sans conséquence sur beaucoup de ravageurs et maladies...mais c'est une prise de risque, comme nous avons pu le constater en 2021, avec des ravageurs émergents en verger d'abricotiers, comme *Myzus persicae*.

Aucune conclusion ne peut être faite sur l'effet du filet mono-rang vis-à-vis de l'ECA : 1 seul arbre atteint sur l'ensemble des 3 parcelles sur toute la durée de l'expérimentation.

Au niveau économique les meilleurs résultats sont enregistrés avec la modalité conventionnelle ainsi que la modalité biologique cette année grâce à un rendement très satisfaisant (si on prend en compte les 24 % de mortalité dans la parcelle BIO) et grâce au prix de vente plus intéressant des abricots biologiques que les abricots conventionnels. En revanche, la bâche anti-pluie commence à se détériorer. Il faudrait réfléchir à la remplacer dans les années à venir, ce qui augmenterait l'investissement de 66 000 € supplémentaires.

La modalité ECO est la moins productive et la moins rentable en 2023. En effet, la vigueur des arbres n'a pas été bonne cette année, tout comme le rendement avec un nombre de fruits et un calibre inférieur à la parcelle conventionnelle. La fertilisation a pourtant été la même sur les deux parcelles. Une hypothèse serait des conditions de sol différentes que la parcelle conventionnelle. En effet, les tensiomètres ont été assez élevés cette année dans le verger ECO bien que l'irrigation ait été similaire à la parcelle CONV. L'année prochaine, les tensiomètres seront démultipliés pour plus de précision dans l'irrigation.