

Projet ADOPA : rapport d'essai 2023

Financeurs :



L'objectif du projet ADOPA est d'évaluer l'efficacité de scénarios d'adaptation de la dose de produits phytopharmaceutiques pulvérisés en fonction de l'évolution des stades végétatifs. Ils prennent appui sur les cultures de pêcheurs et d'abricotiers. Deux formes de verger sont étudiées indépendamment, la conduite traditionnelle en « gobelet » et la conduite en haie fruitière plus exceptionnelle sur ces espèces.

La réalisation du projet repose sur :

1. La caractérisation de la végétation pour chacune des formes de verger et des espèces via le calcul d'indicateurs de végétation, soit grâce à des mesures de terrain, soit grâce à des mesures spatiales (satellite et drone).
2. L'évaluation de l'impact des scénarios d'adaptation de la dose basés sur ces indicateurs de végétation et l'évolution des stades végétatifs en fonction des différentes formes de vergers.
3. Le transfert vers la profession grâce à la co-construction des scénarios avec les producteurs et à leur mise en œuvre opérationnelle en fin de projet.

Plus indirectement, le projet vise aussi à démontrer le potentiel d'adaptation de la dose en fonction de la conduite du verger et formule l'hypothèse d'un potentiel de performance plus élevé pour la forme en haie fruitière.



Table des matières

I.	Matériels et méthodes	3
1.	<i>Site d'expérimentation</i>	3
2.	<i>Dispositif expérimental</i>	3
3.	<i>Traitements</i>	4
4.	<i>Notations</i>	5
5.	<i>Analyses statistiques</i>	8
II.	Résultats.....	8
1.	<i>Conditions météorologiques</i>	8
2.	<i>Résultats d'efficacité</i>	9
III.	Conclusions.....	14
	Dispositif expérimental	16



I. Matériels et méthodes

1. Site d'expérimentation

Parcelle de pêcher :

Commune de l'essai : Etoile-sur-rhône

Coordonnées GPS : 44.814004, 4.883463

Variété : Nectarine Surprise

Date de plantation : 2017

Distance de plantation : 6m x 2m

Conduite de la parcelle : verger en gobelet conduit en agriculture conventionnel

Parcelle d'abricotier :

Commune de l'essai : Etoile-sur-rhône

Coordonnées GPS :

Variété : Lido

Date de plantation : 2017

Distance de plantation : 5.5m x 3.5m

Conduite de la parcelle : verger en gobelet conduit en agriculture conventionnel

Cf Annexe I : Plans de masse

2. Dispositif expérimental

Essai conduit en dispositif grande parcelle avec 4 arbres observés au sein de chaque modalité.

Etant donné la nature du dispositif expérimental, il n'est pas prévu de témoin non-traité inclus au dispositif. Cependant les stations accueillent divers essais spécifiques à tel ou tel bioagresseur qui incluent des témoins non-traités. De ce fait, ces témoins serviront d'indicateurs de pression, mais ne seront pas inclus au traitement statistique des données.

3 modalités sont étudiées à la fois sur pêche et abricot :

Modalité référence : utilisation des prescriptions régionales à la dose maximale autorisée ou recommandée.

Modalité TRV (Tree Row Volume). Mesure de l'indicateur TRV en fonction de la mesure de TRV, calcul de la dose par rapport au TRV max :

$$Dose_{TRV} = \frac{Dose_{ha} \times TRV_{calculé}}{TRV_{max}}$$

Pour les pêchers le $TRV_{max} = 29\ 000\ m^3$ pour les abricotiers il est de $22\ 000\ m^3$

Afin d'ajuster la dose au cours de la saison, les mesures de végétation sont effectuées chaque mois jusqu'à la récolte. Une mesure à un instant t correspond à la moyenne de 10 arbres représentatif de la parcelle. A chaque fois ce sont les 10 mêmes arbres qui sont mesurés.

3

Modalité HL (Hectolitre) : Du stade A au stade H : mouillage à 400 l/ha => application de la dose hectolitre sur une base 1000 L (soit 40 % de la dose ha).

Du stade H à la récolte : mouillage à 750 l/ha => application de la dose hectolitre sur une base 1000 L (soit 75 % de la dose ha)

3. Traitements

Le pulvérisateur utilisé est un atomiseur à turbine axiale réglé selon les références régionales.

Pêcher :

Cible	Date	Volume de bouillie / hectare	Précipitation dans l'heure (mm)	Précipitation dans les 24h suivantes (mm)	Température (°C)	Référence	TRV	HL
Cloque	13/02	400	0	0	5°	Champflo 3,7kg/ha	0,95kg/ha -75%	1,48kg/ha -40%
Cloque Puceron	21/02	400	0	0	8°	Nordox 1,67kg/ha Acakill 20L/ha	0,43kg/ha 5,2L/ha -75%	0,67kg/ha 8L/ha -40%
Cloque	13/03	400	0	17.5	15°	Curatio 12L/ha	3,1L/ha -75%	4,8L/ha -40%
Cloque	15/03	400	0	0	10°	Merpan 3kg/ha	0,77kg/ha -75% au lieu de -67%	1,2kg/ha -40%
Cloque	29/03	400	0	0	13°	Syllit 1,65L/ha	0,43L/ha -75% au lieu de -67%	0,66L/ha -40%
Puceron	05/04	400	0	0	18°	Teppeki 0,14kg/ha	0,04kg/ha -75% au lieu de -67%	0,06kg/ha -40%
Oïdium	18/04	400	0	0.5	12°	ColpenDG 5kg/ha	1,3kg/ha -75%	2kg/ha -40%
Puceron Oïdium	26/04	750	0	0	15°	Movento 1,5L/ha ColpenDG 5kg/ha	0,4L/ha 1,3kg/ha -75%	1,13L/ha 3,75kg/ha -25%
Oïdium	10/05	750	0	0	15°	ColpenDG 5kg/ha	1,3kg/ha -75%	3,75kg/ha -25%
Monilia	15/06	750	0	0	25°	Luna 0,5L/ha	0,23L/ha -54%	0,38L/ha -25%



TOP Monilia	03/07	750	0	0	24°	Karate 0,11L/ha Signum 0,75kg/ha	0,05L/ha 0,35kg/ha -54%	0,08L/ha 0,56kg/ha -25%
--------------------	-------	-----	---	---	-----	---	-------------------------------	-------------------------------

Tableau III. Positionnement réel des traitements et conditions d'applications sur pêcher

Abricot :

Cible	Date	Volume de bouillie / hectare	Précipitation dans l'heure (mm)	Précipitation dans les 24h suivantes (mm)	Température (°C)	Référence	TRV	HL
Monilia	15/03	400	0	0	10°	Switch 0,24kg/ha	0,19kg/ha -20%	0,096kg/ha -40%
Oïdium	17/04	400	0	0	10°	Sercadis 0,15L/ha	0,085L/ha -43%	0,06L/ha -40%
TOP Charançon	10/05	750	0	0	15°	Karate 0,11L/ha	0,06L/ha -45%	0,08L/ha -28%
Coryneum	24/05	750	0	0	18°	Signum 0,75L/ha	0,42L/ha -44%	0,56L/ha -25%
Monilia	09/06	750	0	9	21°	Signum 0,75L/ha	0,68L/ha -9%	0,56L/ha -25%

Tableau IV. Positionnement réel des traitements et conditions d'applications sur abricotier

4. Notations

Les principaux bioagresseurs concernés par le dispositif et sur lesquels seront réalisés les notations sont les suivants :

	Pêcher	Abricotier
Maladies	Cloque, Oïdium, (Rouille), Monilia et maladies de conservation	Monilia fleur, Rouille, (tavelure), oïdium
Ravageurs	Puceron, Thrips, (TOP), forficule	Forficule, (TOP)

Tableau V. Bioagresseurs suivis dans le dispositif

Afin de suivre le plus pertinemment possible l'état sanitaire des différentes modalités du dispositif, des observations régulières sont réalisées.

Pêcher

Cloque : dès que la présence de symptômes est constatée dans des parcelles de témoins non traité (exclues du dispositif ADOPA), un comptage est réalisé. Sur les arbres de chaque parcelle élémentaire, le **nombre de foyers de cloque** est comptabilisé. Dans le cas où un rameau est atteint dans son ensemble, on considère comme foyer, une zone de la taille d'une paume de main. Ainsi, un même rameau peut présenter plusieurs foyers.

Puceron : les observations démarrent dès l'apparition des premiers foyers dans les témoins (exclus du dispositif ADOPA) et se poursuivent à la fréquence de 7 à 10 jours jusqu'à la chute des populations (3 à 4 observations). L'essai peut être arrêté prématurément en cas d'infestation majeure. A chaque observation, il s'agit de sélectionner **100 pousses aléatoirement par parcelles élémentaire** (50 par face). Les observations sont réalisées à hauteur d'homme. Pour chaque pousse, une classe d'intensité est indiquée selon le nombre de puceron observé :

Classe d'abondance	Nombre de pucerons
A	Aucun puceron
B	1-5
C	6-25
D	26-50
E	51-125
F	> 125

Lors de l'analyse des données, la valeur attribuée pour chaque pousse correspond à la valeur moyenne de la classe, c'est-à-dire la somme des deux bornes divisées par 2. Par exemple, pour la classe D, la valeur correspond à $(26+50)/2$, c'est-à-dire qu'un foyer classé en classe D, contient 38 pucerons. Ce traitement des données facilite ensuite l'analyse par les outils statistiques. Pour la classe F, le nombre de 200 pucerons est attribué.

Ci-dessous les valeurs attribuées pour chaque classe :

Classe d'abondance	Nombre de pucerons	Nombre de pucerons calculé
A	Aucun puceron	0
B	1-5	3
C	6-25	15,5
D	26-50	38
E	51-125	88
F	> 125	200

On peut ainsi réaliser l'analyse sur deux variables :

La fréquence, c'est-à-dire pour chaque parcelle élémentaire, le nombre de pousse contenant au moins 1 puceron pour 100 pousses, soit le pourcentage de foyers actifs.

6

C'est-à-dire $F = \frac{(100 - \text{nombre de pousse en classe A})}{100} \%$

L'intensité : c'est-à-dire pour chaque parcelle élémentaire, le nombre moyen de pucerons dans les foyers actifs :

$$I = \frac{\text{somme du nombre de puceron calculés par arbre}}{100 - \text{nombre de pousses en classe A}}$$

Oïdium : 50 fruits sont observés et le nombre de fruits présentant des dégâts d'oïdium est relevé.

TOP / Anarsia : l'observation sur pousse est réalisée de façon opportuniste si des dégâts sont constatés lors des tours de parcelles et de la surveillance du verger. Il s'agit de sélectionner 50 pousses par arbre de chaque parcelle élémentaire et de dénombrer le nombre de pousses minées. A la récolte, les dégâts sur fruits seront également relevés.

Abricotier

Monilia : on évalue le nombre de fleurs moniliées par bouquet et le nombre total de fleurs par bouquet sur 10 rameaux par parcelle élémentaire en fin de floraison. Puis également le nombre de pousses desséchées sur 100 rameaux par arbre en essai (1 mois après fin fleur).

Oïdium : 50 fruits sont observés et le nombre de fruits présentant des dégâts d'oïdium est relevé. Une notation est réalisée à la fin du durcissement du noyau et une avant la récolte.

TOP : l'observation sur pousse est réalisée de façon opportuniste si des dégâts sont constatés lors des tours de parcelles et de la surveillance du verger. Il s'agit de sélectionner 50 pousses par arbre de chaque parcelle élémentaire et de dénombrer le nombre de pousses minées. A la récolte, les dégâts sur fruits seront également relevés.

A la récolte

A la récolte, nous effectuons une observation phytosanitaire au verger pour évaluer la présence des dégâts sur fruits. 200 fruits par modalité sont observés. Le protocole prévoit d'observer les fruits sur leurs branches, sans les cueillir. Sur cet échantillon, nous prenons note de tous les dégâts présents avec le but d'obtenir un état phytosanitaire complet du verger avant les opérations de tri au moment de la récolte. Nous discriminons les fruits en trois classes (« sains », « déclassé commercialisables », « non commercialisables ») en fonction de la gravité des dégâts visibles. Un fruit est considéré sain quand aucun dégât ou des dégâts très légers sont présents, alors qu'un fruit « déclassé commercialisable » présente des dégâts sur moins de 50% de sa surface. Enfin, un fruit « non commercialisable » présente des dégâts sur plus d'un certain pourcentage de la surface (20 – 50%) selon le bioagresseur spécifique.

Indicateurs économiques : Le rendement total (donc poids à chaque cueille) ainsi que la répartition par calibre sont notés sur chaque parcelle élémentaire.

Maladie de conservation : La méthode appliquée dans cet essai correspond la méthode n°233 de la CEB, qui vise à quantifier le nombre de fruits atteints par les maladies suivantes : *Monilia*, *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium expansum* et *Alternaria alternata*. Le protocole consiste à cueillir 44 fruits par répétition au moment de la récolte et à les placer en maturation accélérée dans une salle climatisée à 21°C (+/- 1°C), avec une hygrométrie relative de 80%. Les fruits sont disposés en plateaux alvéolés (2 plateaux de 22 fruits par



répétition). Les fruits ne doivent présenter aucun défaut d'aspect. Dès la mise en conservation et pendant 2 semaines, les fruits pourris sont dénombrés et les maladies identifiées tous les deux jours.

5. Analyses statistiques

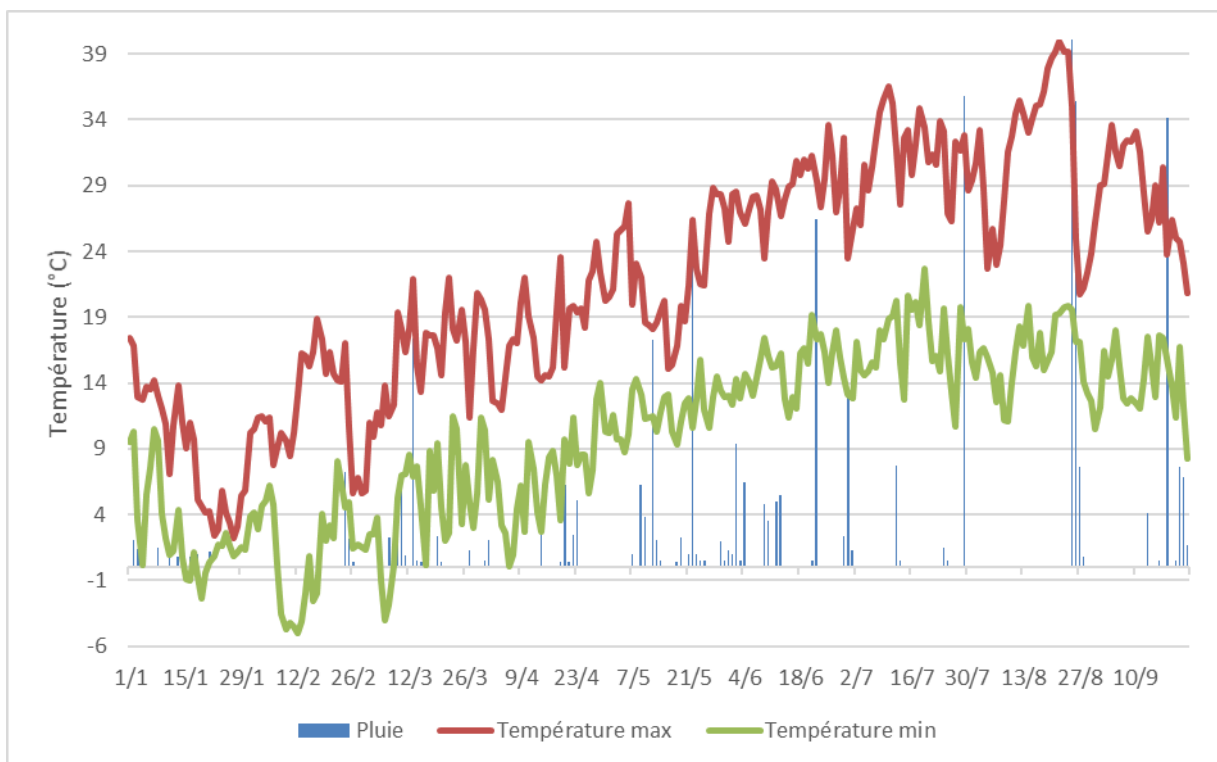
L'analyse de donnée est réalisée sur le logiciel Rstudio, avec un risque alpha de 0.05. Après une vérification de la normalité des données et de l'homogénéité des variances, un test ANOVA est réalisé. Lorsque les conditions ne sont pas réunies, les données sont transformées par logarithme ou arcsin, puis une ANOVA est à nouveau appliquée. Cependant, si les prérequis ne sont toujours pas respectés, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis est réalisé sur les données brutes.

Les effets bloc sont vérifiés pour toutes les analyses.

L'efficacité est calculée par la formule d'Abbott.

II. Résultats

1. Conditions météorologiques



Graphique I. Conditions météorologiques pendant l'essai

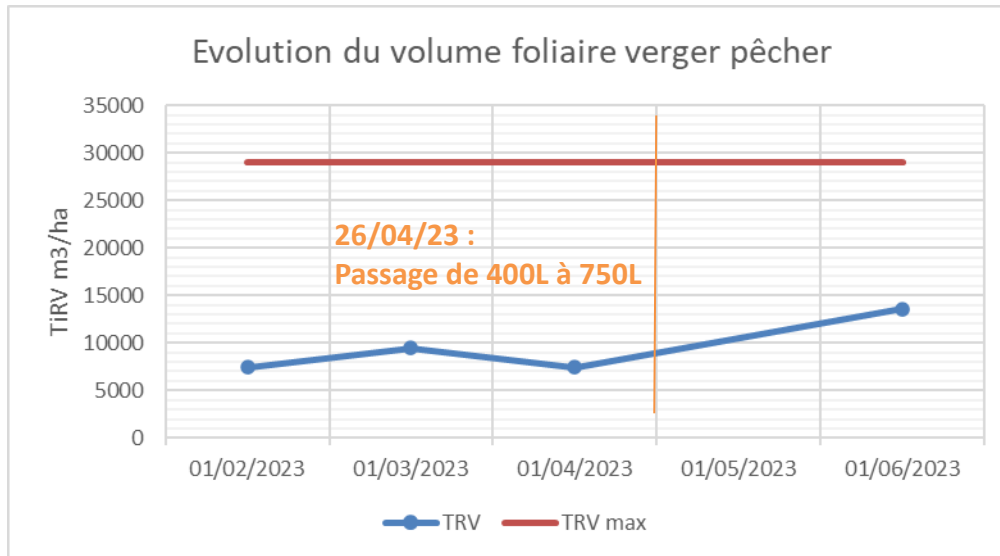
L'hivers 2023 a été particulièrement sec, les pluies étant arrivées qu'à partir de mai. Donc le printemps et l'été ont été relativement pluvieux. Au niveau des températures, il y a eu des phases plutôt froides en février avec de nombreux épisodes de gel. Cette année, un léger gel tardif a été noté début avril avec des températures de -1°C en plein champs. L'été n'a pas été trop caniculaire non plus, sauf à la fin août où une semaine avec des températures à plus de 35°C ont été relevées.



2. Résultats d'efficacité

Evolution foliaire :

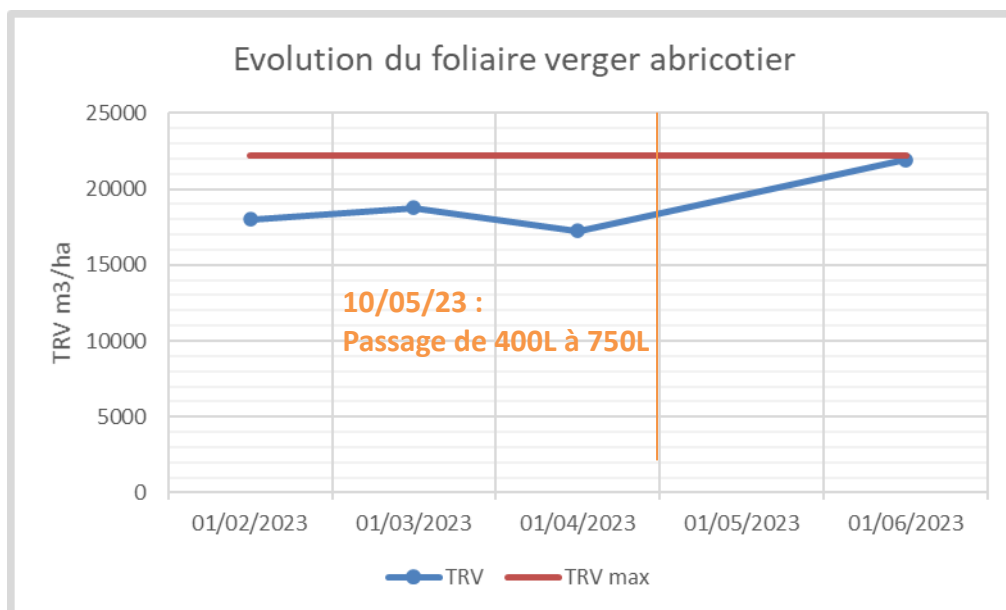
Sur pêcher : de base, ce sont de petits arbres en lien avec la distance de plantation sur le rang et le mode de conduite. Il y a donc une forte réduction de dose sur cette modalité.



Graphique II. Evolution foliaire sur le verger de pêcher

On note une faible évolution du TRV au cours de la saison. Il y a une petite régression en avril pouvant être liée à la prise de mesure (qui reste difficilement précise) ou à une éventuelle intervention sur le verger type taille en vert.

Sur abricot : les arbres sont de gros gobelet, donc le TRV mesuré est proche du TRV max et finit pas l'atteindre à l'approche de la maturité donc il y a très peu de réduction de dose en fin de saison.



Graphique III. Evolution foliaire sur le verger d'abricot

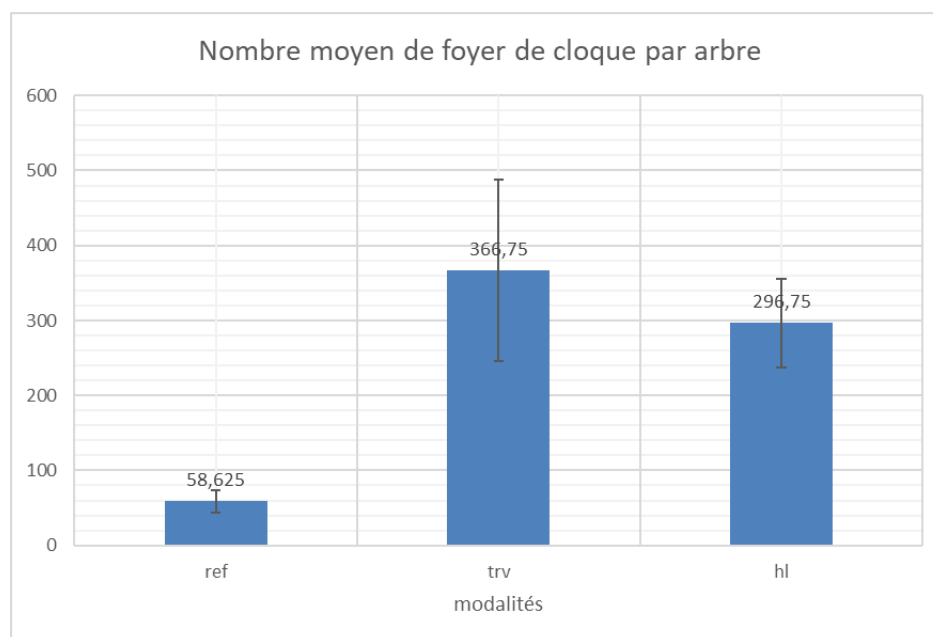
Sur abricot également, il y a une faible évolution du TRV au cours de la saison et cette même régression observée en avril.

Résultats sur pêcher :

- Cloque :

	Moyenne nb foyer/arbre	% efficacité	Gpe Stat.
REF	58.6		A
TRV	366.8	/	B
HL	296.8	/	B

Tableau VI. Résultats cloque sur pêcher



Graphique IV. Résultats cloque sur pêcher

Cette année 2023 est une année avec une forte pression en cloque.

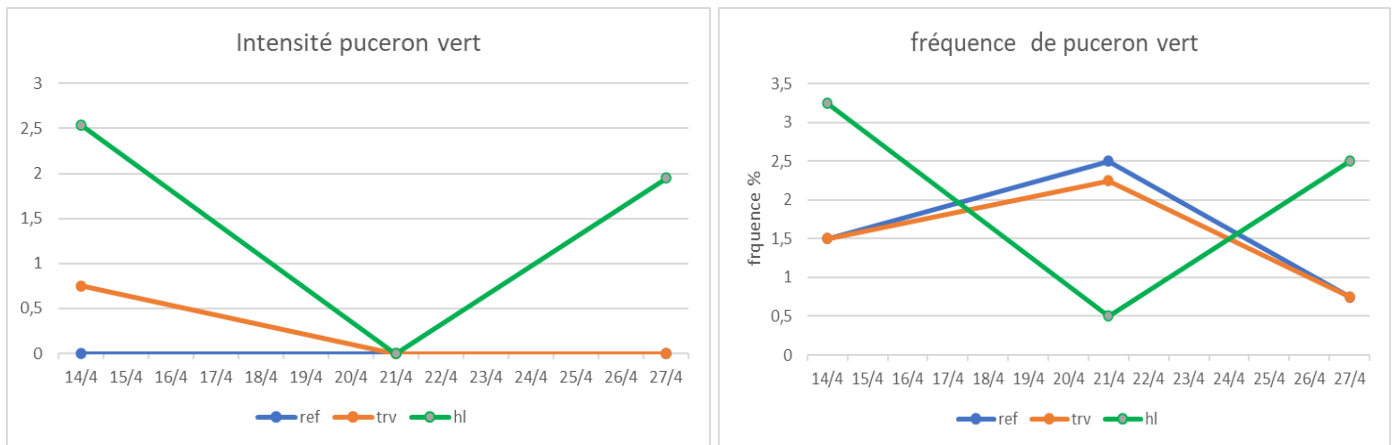
Les dégâts sont significativement plus importants sur les modalités TRV et HL qui ont eu une réduction de dose de 75 et 40%, assez similaire entre TRV et HL donc fort impact peu importe la réduction.

- Pucerons :

Un témoin non traité sur une autre variété mais toute proche du verger d'essai indique une pression en puceron verte modérée pour cette année 2023. En effet, après évolution des populations, ces témoins atteignent une moyenne de 25% de pousses atteintes à la mi-mai. La pression en puceron noir est bien plus faible par contre.

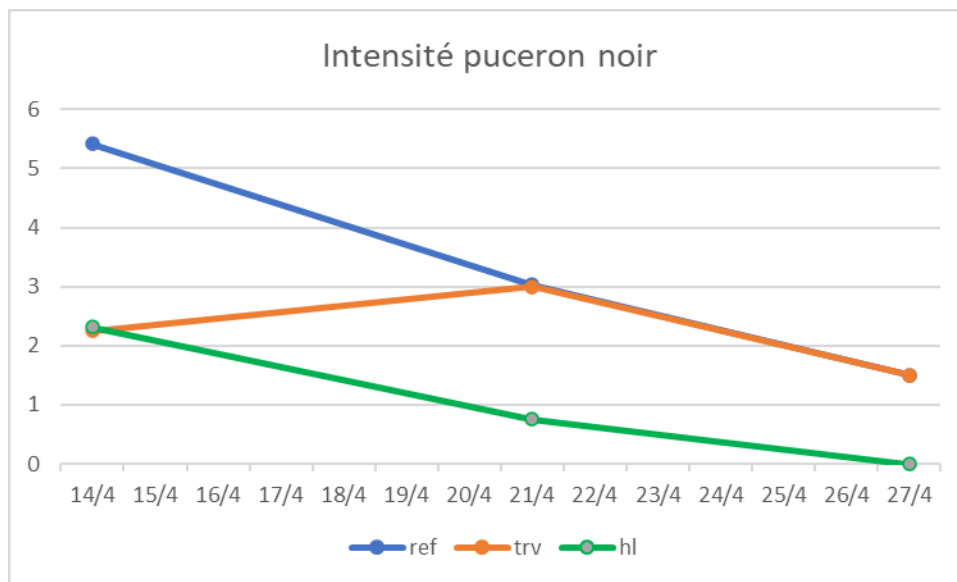
On note que sur l'essai ADOPA, on atteint maximum 3% de pousses atteintes, ce qui reste donc très faible. Il n'y aucune différence entre les modalités et pas d'augmentations des populations après plusieurs dates de notations. Ainsi, on peut ici estimer que la baisse de dose ne semble pas avoir eu d'impact sur l'efficacité contre le puceron vert.





Graphique V. Résultats pucerons verts sur pêcher

Sur pucerons noirs, on ne note pas de tendances particulières. Les traitements, peu importe la dose, ont permis de réduire et maîtriser la présence des pucerons noirs dans le verger.



Graphique VI. Résultats pucerons noirs sur pêcher

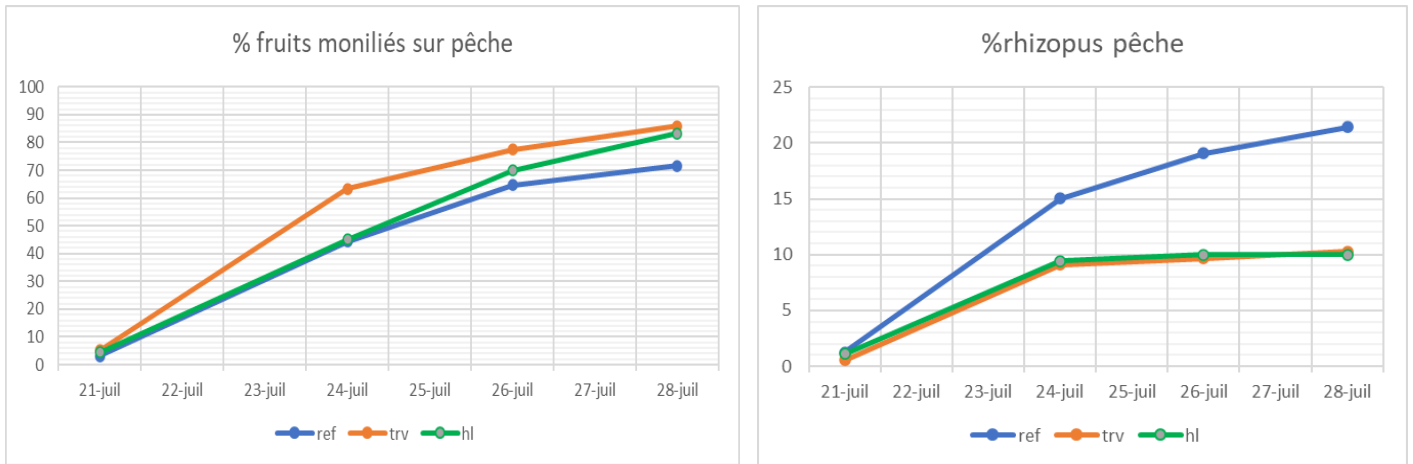
- Oïdium :

Il y a moins de 2% de fruits atteints par des symptômes d'oïdium juste avant récolte et il n'y a pas d'arbres témoins à proximité, on ne peut donc pas conclure quant à l'impact des baisses de doses sur cette maladie.

- Maladies de conservation :

Les nombreuses pluies et l'humidité importante ont provoquées une très forte pression en 2023 en monilioses que ce soit au verger ou en conservation. En effet, en post-récolte, l'augmentation des fruits pourris est rapide et très forte avec plus de 50% de fruits atteints après seulement 3 jours. Ceci est également lié à une stratégie avant récolte allégée puisqu'habituellement, une variété de saison comme celle-ci est assez peu sensible et 2 traitements suffisent.





Graphique VII. Résultats maladies de conservation sur pêcher

Il n'y a pas de différences significatives entre les modalités mais il paraît difficile de conclure puisque toutes les modalités ont une efficacité médiocre voir nulle.

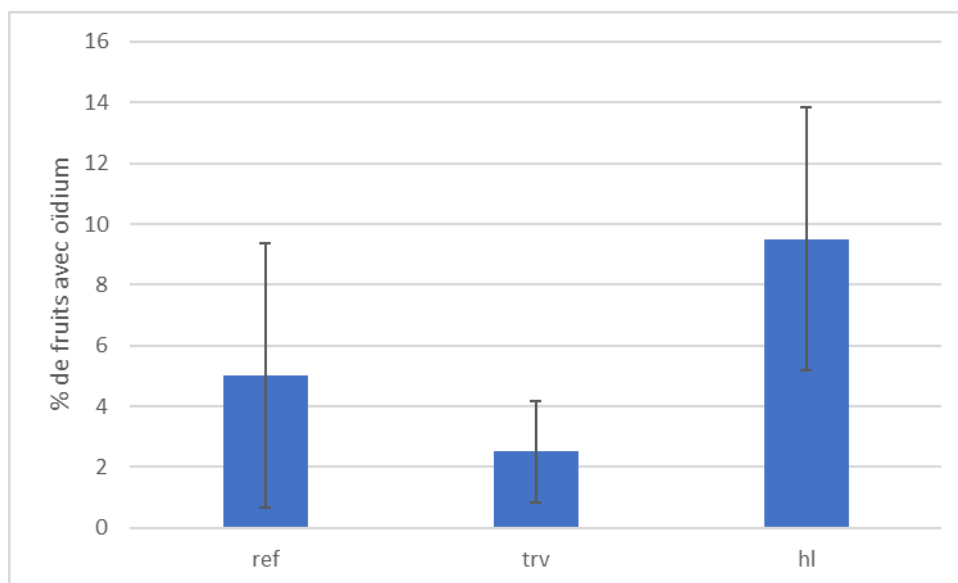
Résultats sur abricotiers :

- Monilioses sur fleurs :

Un témoin non traité sur la même variété était présent sur le verger et celui-ci ne présentait en moyenne que 0.2% de fleurs moniliées et 2 rameaux atteints 1 mois après floraison. La pression est donc trop faible.

- Oïdium :

Sur fruits, la pression est faible en 2023 mais peut tout de même être observée. Il y a une très forte variabilité dans le verger, et les tendances éventuellement observées ne sont pas particulièrement logiques puisque la réduction de dose est à ce moment là identique entre la modalité TRV et la modalité HL.

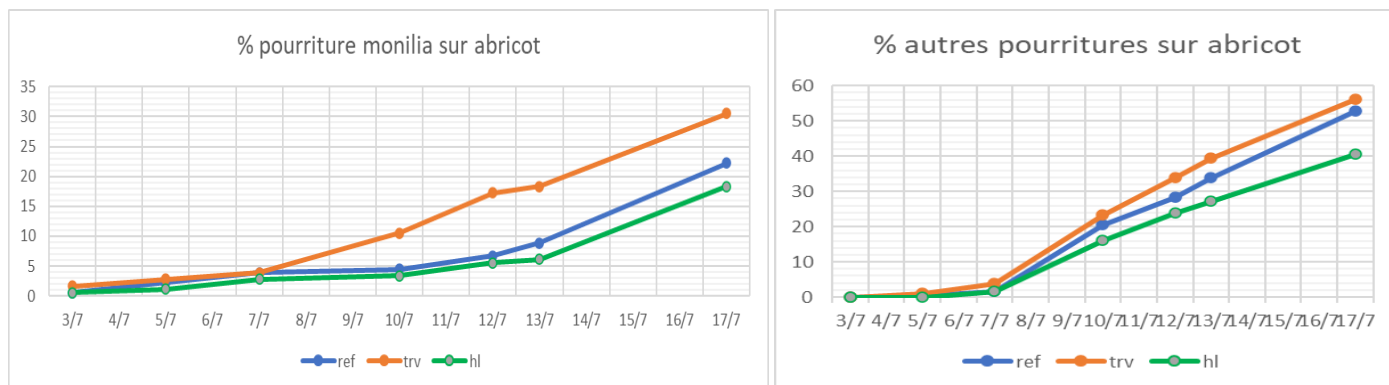


Graphique VIII. Résultats oïdium sur abricotier



- Maladies de conservation :

La pression en monilioses est plutôt faible à modérée cette année sur abricot (20 à 30% de fruits atteints après 15 jours) mais il y a eu une plus forte pression de penicillium ce qui entraîne un taux de fruits pourris totaux très élevés au bout de 15 jours (60 à 90%).



Graphique IX. Résultats maladie de conservation sur abricotier

	% fruits moniliés 10/07/23	% fruits moniliés 13/07/23	% efficacité	Gpe Stat.
REF	4.4	8.9		B
TRV	10.6	18.3	/	A
HL	3.3	6.1	/	B

Tableau VII. Résultats monilioses sur abricotier

Après 1 semaine en conservation, une différence significative est notée entre TRV et les deux autres modalités sur les monilioses, il y a plus de fruits atteints sur cette modalité. Ici aussi, ce résultat est surprenant puisque la réduction de dose est plus faible sur la modalité TRV que sur la modalité HL.

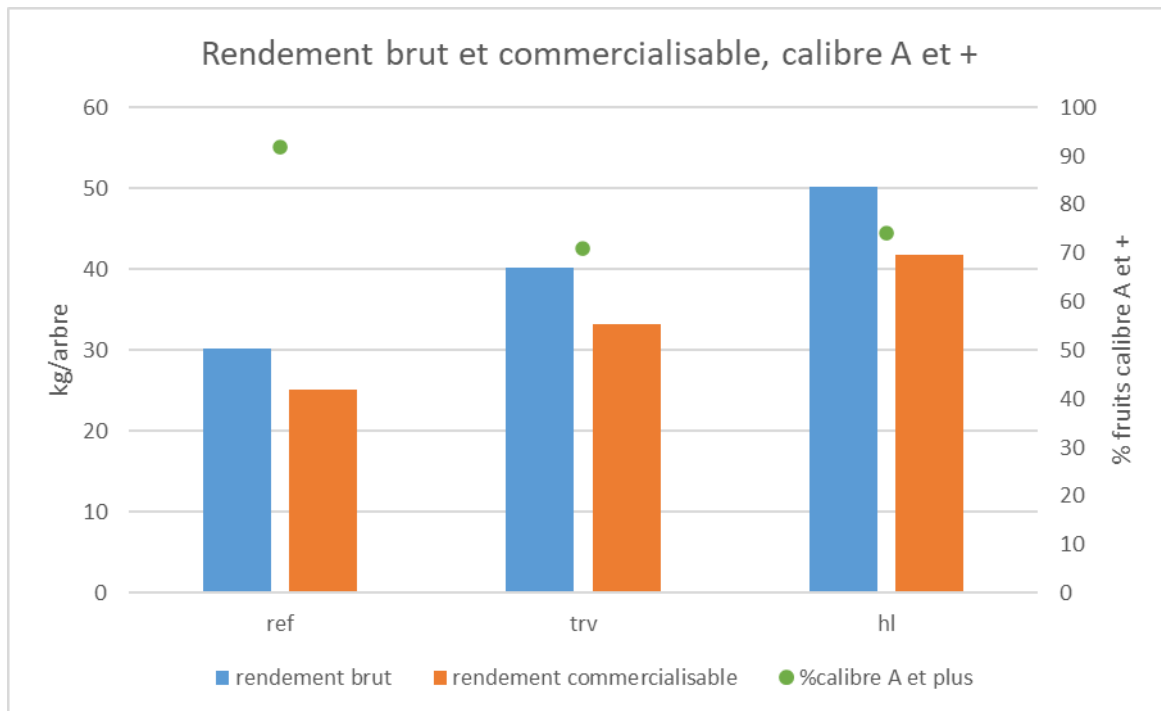
Sur le pourcentage de pourriture totale (moniliose et autres), il n'y a pas de différences statistiques.

Rendement et calibre :

Etant donné qu'il n'y a pas eu d'impact des bioagresseurs sur abricotier, l'analyse du rendement et calibre ne s'est pas avérée nécessaire.

Sur pêcher par contre, le fort impact des baisses de dose sur la cloque et le fort taux de fruits pourris à la récolte pourrait avoir un impact sur le rendement.





Graphique X. Résultats Rendement/Calibre sur pêcher

Finalement, le rendement est plus faible sur la modalité de référence, probablement lié à un effet parcelle. Pour cette année, il ne semble donc pas y avoir eu d'impact sur le rendement.

III. Conclusions

Sur abricot, la réduction des doses sur TRV et HL est de maximum 40%. Il n'y a pas eu une pression élevée sur la plupart des bioagresseurs, sauf sur les maladies de conservation.

- ⇒ Pas de conclusion possible sur monilia fleurs, oïdium
- ⇒ Pas d'impact de la réduction de doses fongicides sur les maladies de conservation

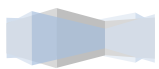
Sur pêche, la réduction des doses a été plus importante qu'en abricot, jusqu'à 75% sur TRV et jusqu'à 40% sur HL.

La pression sur oïdium est nulle, elle est faible à moyenne sur pucerons et forte pression cloque et maladies de conservation.

- ⇒ Très fort impact de la réduction de dose sur cloque, 40% c'est déjà trop
- ⇒ Pas d'impact de la réduction de dose sur pucerons verts ou noirs
- ⇒ Pas d'impact de la réduction de dose sur maladies de conservation.
- ⇒ Pas d'impact a priori des dégâts cloque ou monilioses sur le rendement de 2023, mais attention pour 2024 !



Annexes





Ref

abricotier

52	52	52
51	51	51
50	50	50
49	49	49
48	48	48
47	47	47
46	46	46
45	45	0
44	44	44
43	43	43
42	42	42
41	41	41
40	40	40
39	39	0
38	38	38
37	37	37
0	36	36
35	35	35
34	34	34
33	33	33
32	32	32
31	31	31
30	30	30
29	29	29
28	28	28
27	27	27
26	26	26
25	25	25
24	24	24
23	23	23
22	22	22
21	21	21
20	20	20
19	19	19
18	18	18
17	17	17
16	16	16
15	15	15
14	14	14
13	13	13
12	12	12
11	11	11
10	10	10
9	9	9
8	8	8
7	7	7
6	6	6
5	5	5
4	4	4
3	3	3
2	2	2
1	1	1
51	52	53

Réduction dose1
TRV

Réduction dose 2
HL

chemin

Surprise

52	52	52
51	51	51
50	50	50
49	49	49
48	48	48
47	47	47
46	46	46
45	45	0
44	44	44
43	43	43
42	42	42
41	41	41
40	40	40
39	39	0
38	38	38
37	37	37
36	36	36
35	35	35
34	34	34
33	33	33
32	32	32
31	31	31
30	30	30
29	29	29
28	28	28
27	27	27
26	26	26
25	25	25
24	24	24
23	23	23
22	22	22
21	21	21
20	20	20
19	19	19
18	18	18
17	17	17
16	16	16
15	15	15
14	14	14
13	13	13
12	12	12
11	11	11
10	10	10
9	9	9
8	8	8
7	7	7
6	6	6
5	5	5
4	4	4
3	3	3
2	2	2
1	1	1
54	54	55