



Ctifl Balandran

VERGER DIVERSIFIÉ TRÈS BAS INTRANTS : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Jean-Michel RICARD

Marion MICHAUD

Contributions: M.Jay, M.Millan, T.Defert, H.Deguet, M.Gabet, M.Masson,
C.Bourdette, L.Mottet



ALTO : mettre à l'épreuve le concept de verger diversifié et optimisé pour la régulation naturelle

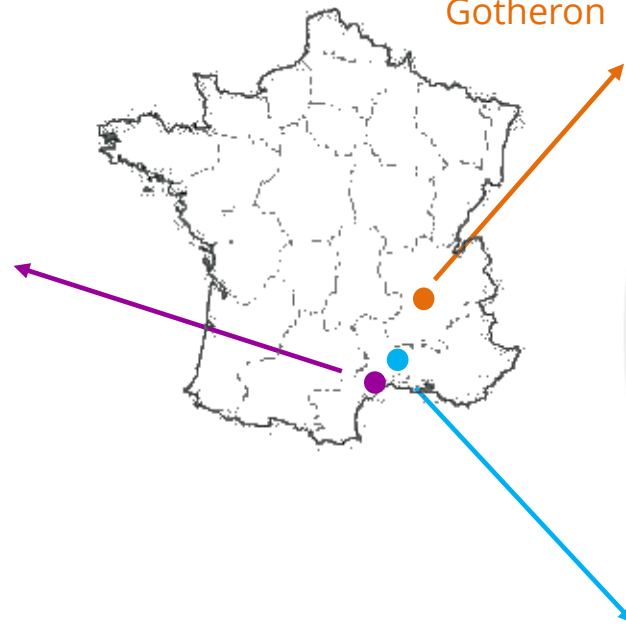
Trois cas d'étude



Site 3 : Restinclières
INRAE UMR ABSys



Site 1 : INRAE
Gotheron



Site 2 : Ctifl Balandran



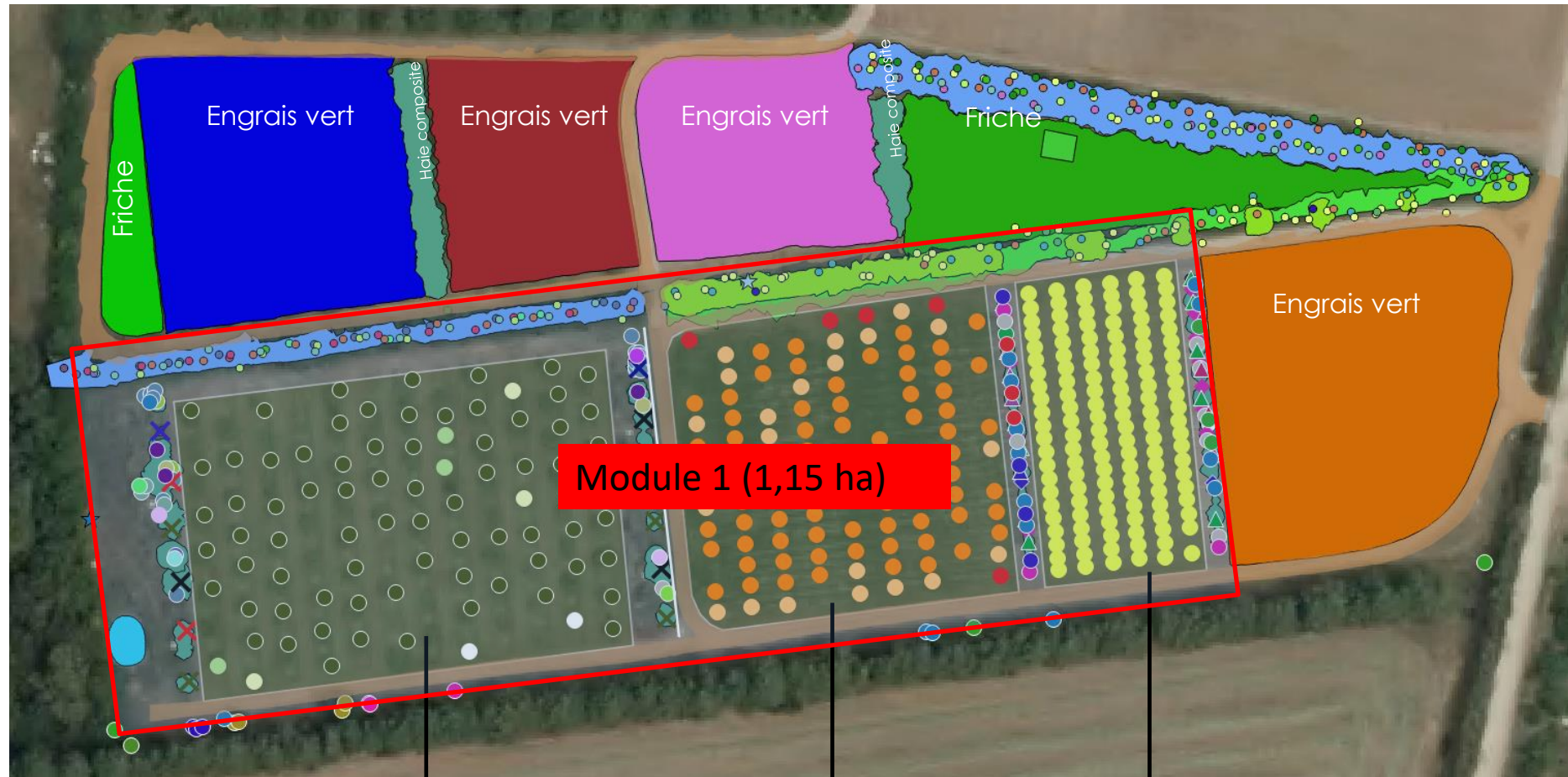
Des espaces de production (très) diversifiés
Le pommier comme espèce commune

Objectifs Alto Ctifl Balandran

- Diversifier un verger existant (abricotier, pêcher, olivier en AB) > verger multi-espèces (“pommier centré”) – **reconception “pas à pas”**.
- Tester la conduite d’un système :
 - sans traitement pesticide impactant la faune auxiliaire = 0 IFT chimique, biocontrôle en excluant azadirachtine et Spinosad, doses réduites Cu et S
 - selon principes de l’agroécologie (travail sol partiel, engrais verts...).
- Favoriser la biodiversité et le service de régulation naturelle > aménagements agroécologiques complémentaires à l’existant et des pratiques culturales adaptées (floraison strates herbacées). Favoriser la fertilité sol.
- Identifier les processus capables d’accroître la capacité “suppressive” de l’espace de production vis à vis des bioagresseurs – Existe-t-il un avantage vis à vis de la régulation à installer des jeunes pommiers dans un système déjà riche en IAE/biodiversité ?
- Déterminer les performances du système : technico-économiques, charge de travail, résilience ?

Le système : état initial en 2018

IAE diversifiées: mare, gîte à reptiles, gîtes à chiroptères, gîte à belette, nichoirs à mésange, nichoir à chouette effraie, haies mixtes (450ml), haies arbustives basse (260ml), haie de cyprès (140ml), zones enherbées en friche (2000m²)



OLIVIER (3590 m²)

ABRICOTIER (2732 m²)

PECHER (1389 m²)

Surface : 2.4 ha

Le système

Surface totale: 1,15 ha
Surface vergers: 0,77 ha

Pommier: 30% - 4 variétés (Opal, Story, Mandy, Garance)

Olivier: 22% - 2 variétés (Picholine, Negrette)

Abricotier: 16% - Tomcot

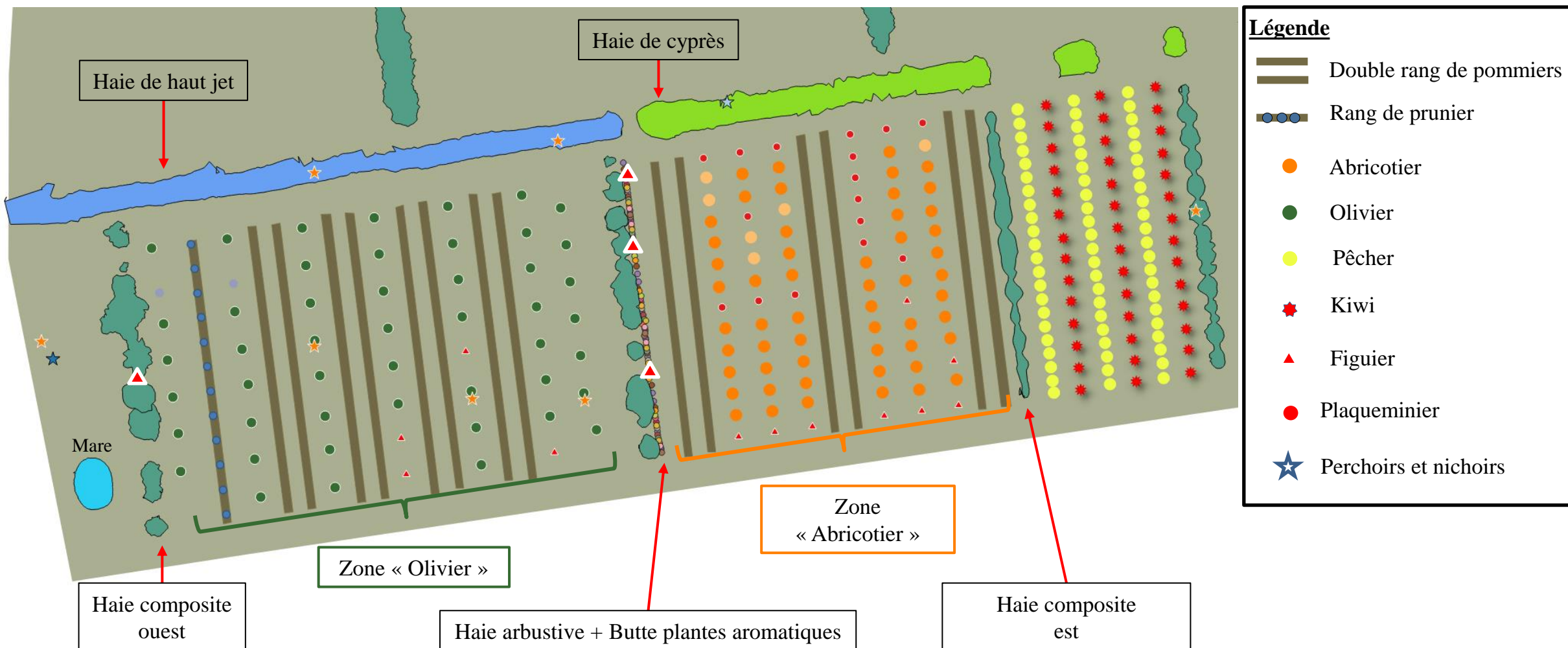
Pêcher: 8,5% - Sweetstar

Kiwi: 8,5%

Figue: 4,5% - 2 variétés

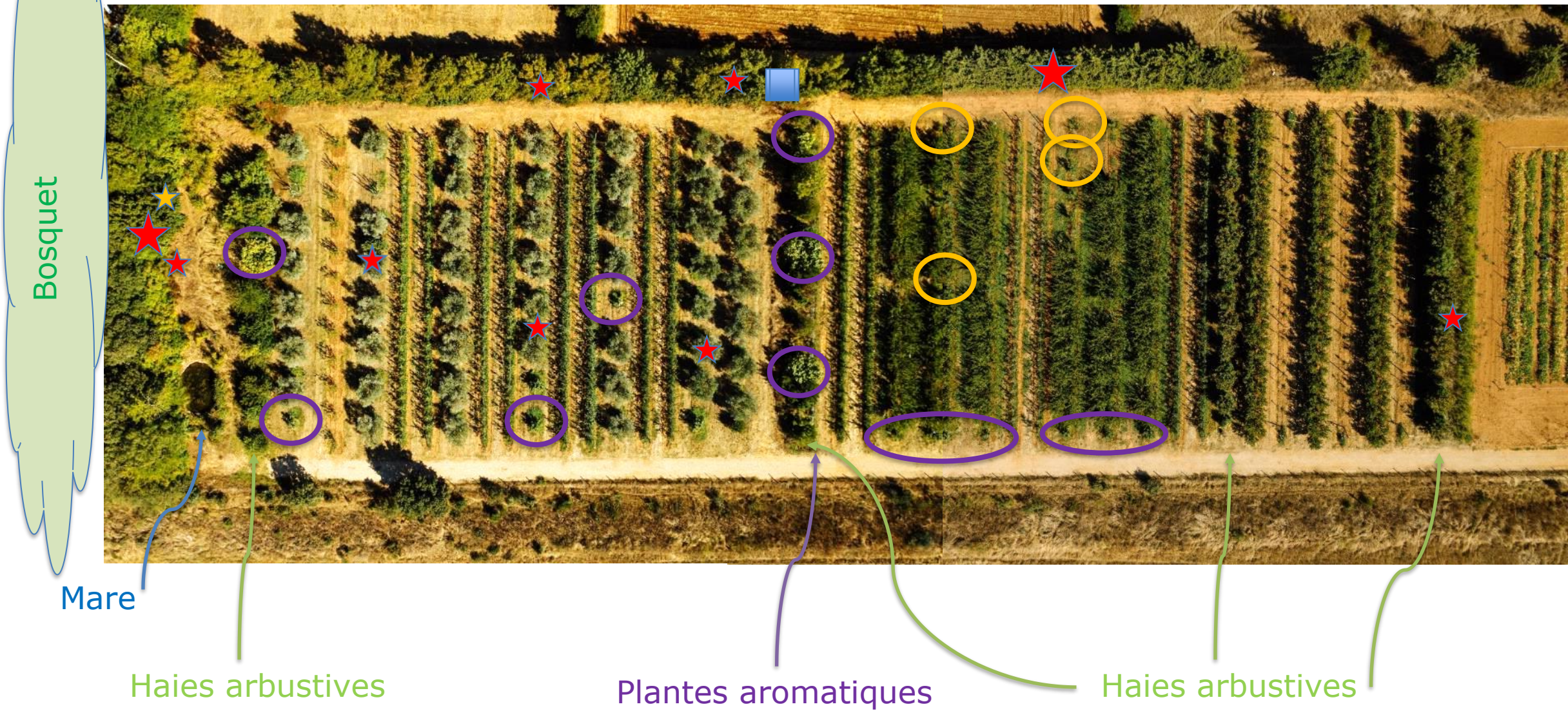
Kaki: 5,5%

Prunier: 4,4 % - 2 variétés



10 Nichoirs (mésanges, C.hulotte, C.Effraie) et gîtes chiroptères

Le système



Bosquet

Mare

Haies arbustives

Plantes aromatiques

Haies arbustives

Pratiques de gestion du sol et leur évolution

- Olivier: enherbement permanent – gyrobroyage « haut » (4x)
- Abricotier, Kaki : système sandwich =désherbage méca intercep (5x)+ broyage déporté sur rang (3x) → enherbement du rang à base Achillée millefeuille (rotofil déporté)
- Pêcher: désherbage mécanique sur le rang → système sandwich (2022) → enherbement du rang à base Achillée millefeuille (rotofil)
- Pommier: travail sol année 1 → système sandwich (rang: fétuque ovine, lotier, trèfle blanc, achillée, véro, alysse) et travail du sol bordures + engrais verts fleuris inter-rang (Féverolle, seigle, radis fourrager) avec destruction rolofaca fin mai
- Figuier : système sandwich → enherbement
- Kiwi: désherbage mécanique → système sandwich → enherbement

Entretien du rang « système sandwich »



Fétuque ovine
Trèfle blanc nain
Lotier
Alysse maritime
Achillée millefeuille
Véronique

Coût graines: 0,18 €/ml
soit environ 450 €/ha

Engrais verts fleuris en inter-rang des pommiers

Semis d'automne : seigle forestier, radis fourrager, féverolle



Engrais verts fleuris en inter-rang des pommiers

Destruction rolofaca fin mai



Engrais verts fleuris en inter-rang des pommiers

Destruction rolofacia fin mai



Engrais verts fleuris en inter-rang des pommiers

Destruction rolofaca fin mai



Pratiques phytosanitaires de biocontrôle et leur évolution

Espèce	Indicateurs	2019	2020	2021	2022	2023	Moyenne
Abricot	IFT Biocontrôle	5	9	7,7	7	2	6,1
	<i>Cuivre métal kg/ha</i>	<i>1,9</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>	<i>1</i>	<i>0,8</i>
Pêche	IFT Biocontrôle	5,4	10	9,3	6,3	3,7	6,9
	<i>Cuivre métal kg/ha</i>	<i>1,1</i>	<i>1,5</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1,5</i>	<i>1,4</i>
Pomme	IFT Biocontrôle	4	14	14,7	12	9,6	12,6*
	<i>Cuivre métal kg/ha</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Olive	IFT Biocontrôle	5,7	5	9	7	8	6,3
	<i>Cuivre métal kg/ha</i>	<i>4,5</i>	<i>4</i>	<i>2,8</i>	<i>3,6</i>	<i>2,5</i>	<i>3,5</i>



*hormis 2019

Figue et Kaki : IFT = 0
Prune: IFT = 1

RESULTATS

Partie 1 : volet Biodiversité

Groupe biologique	Méthode	fréquence	
chiroptères	enregis auto acoustique SM2/SM4 + Sonochiro	3 à 5 sessions de 3 nuits consécutives	2018-2020-2021-2022-2023
rapaces et autres espèces	poteau perchoir + piège photographique	en continu	en place toute l'année
oiseaux nicheurs	pièges photo + points d'écoutes + suivi nichoirs	1x/ tous les 3 ans	2019 inventaire Cogard
mammifères divers au gîte à reptile	piège photographique	en continu	2019-2020
araignées frondaison	BP + frappages	2x/ an	oui
auxiliaires (insectes et araignées)	frappages	2x/an sur haies et arbres fruitiers	2019-2020-2021-2022-2023
Auxiliaires : larves et Adultes de syrphes, cocci, chrysope; forficule; fourmis; momies parasitoïdes	obs visuelle	tous les ans	oui
forficule	pot piège paille	6x/an	oui
carabes et araignées sol	pot barber	3x/an	2019-2020-2021-2022
nématodes libres	prélèvement de terre	1x/3 ans	2020-2022 (projet OptiNEPs)
prédateurs	exposition de proies diverses (cartes puceron, graines, chenilles artificielles)	1x/an	2019-2020-2021-2022
flore	suivi enherbement verger et ensemble des zones enherbées de la zone ALTO + relevés	2x/mois	2019/2020
libellules	captures au filet	échantillonnages réguliers de juillet à début septembre	2019 inventaire - 2020
activité biologique sol	biomasse microbienne et activité enzymatique	1x/3 ans	2018 (abricotiers) - 2019 (olivier pommier pêcher)

Favoriser le gîte et le couvert pour les ennemis naturels : diversité des ressources florales

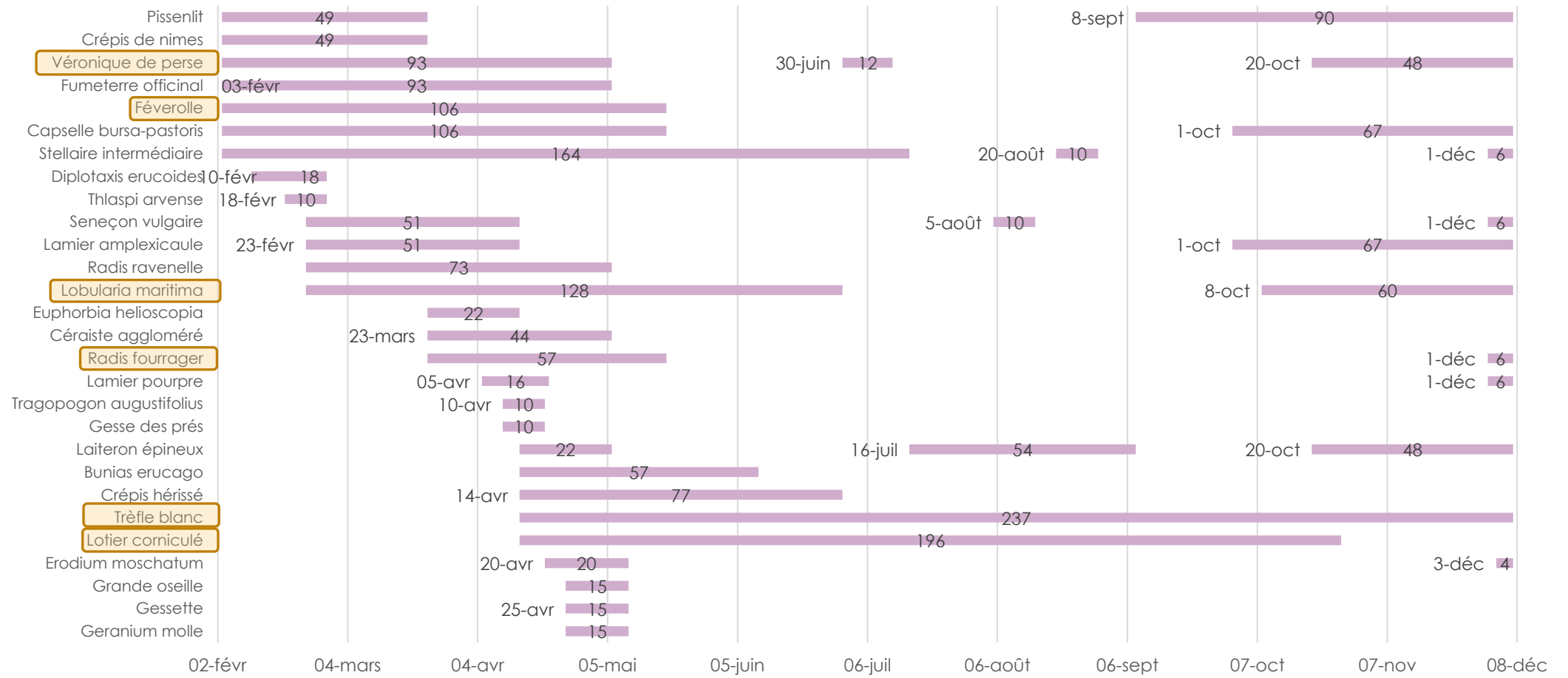


208 espèces de plantes en fleurs – 43 familles – 146 genres
34 espèces les plus présentes : Apiacées, Astéracées, Brassicacées, Fabacées

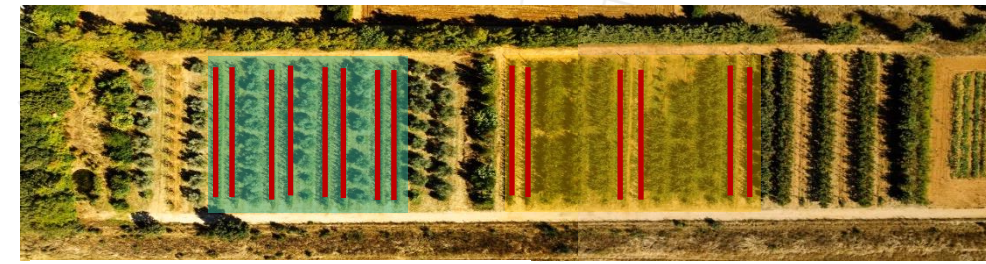
Calendrier des floraisons précoces

28 espèces sur la période puceron cendré

Calendrier de floraison des plantes spontanées et semées des zones Pommiers (floraison avant mai)

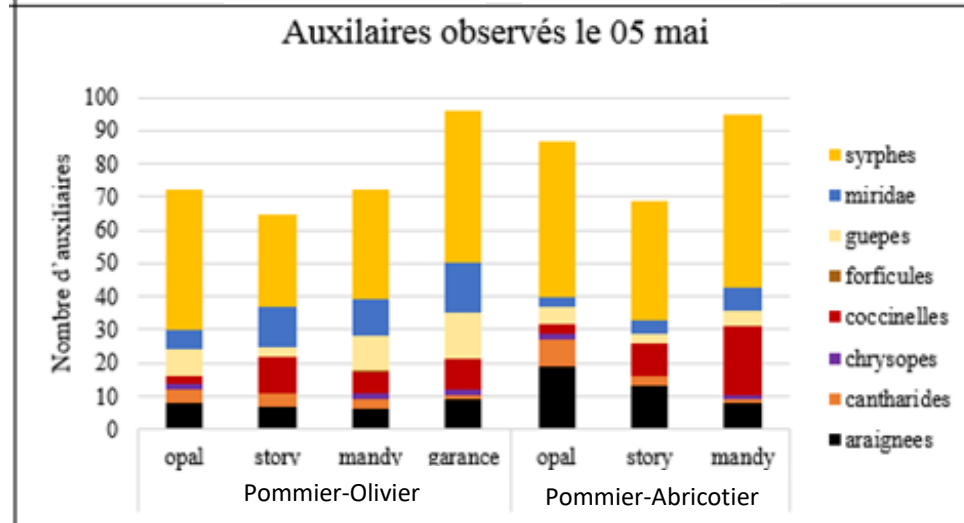
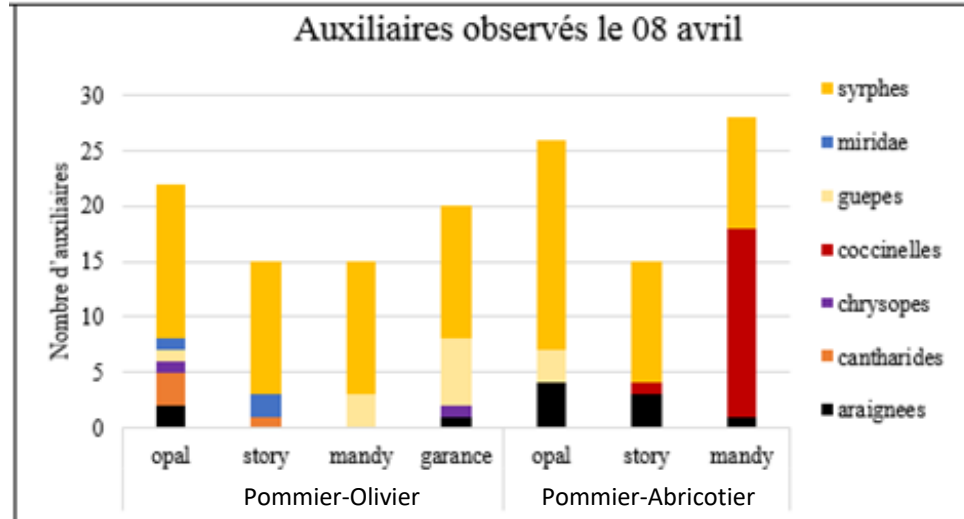


Engrais verts fleuris en inter-rang des pommiers et attractivité des auxiliaires

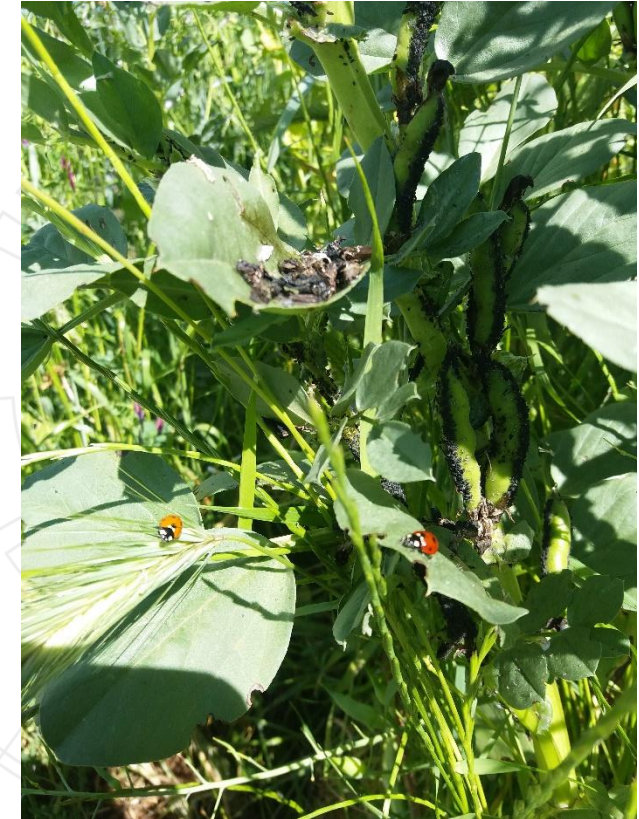


Association Pommier-Olivier

Association Pommier-Abricotier

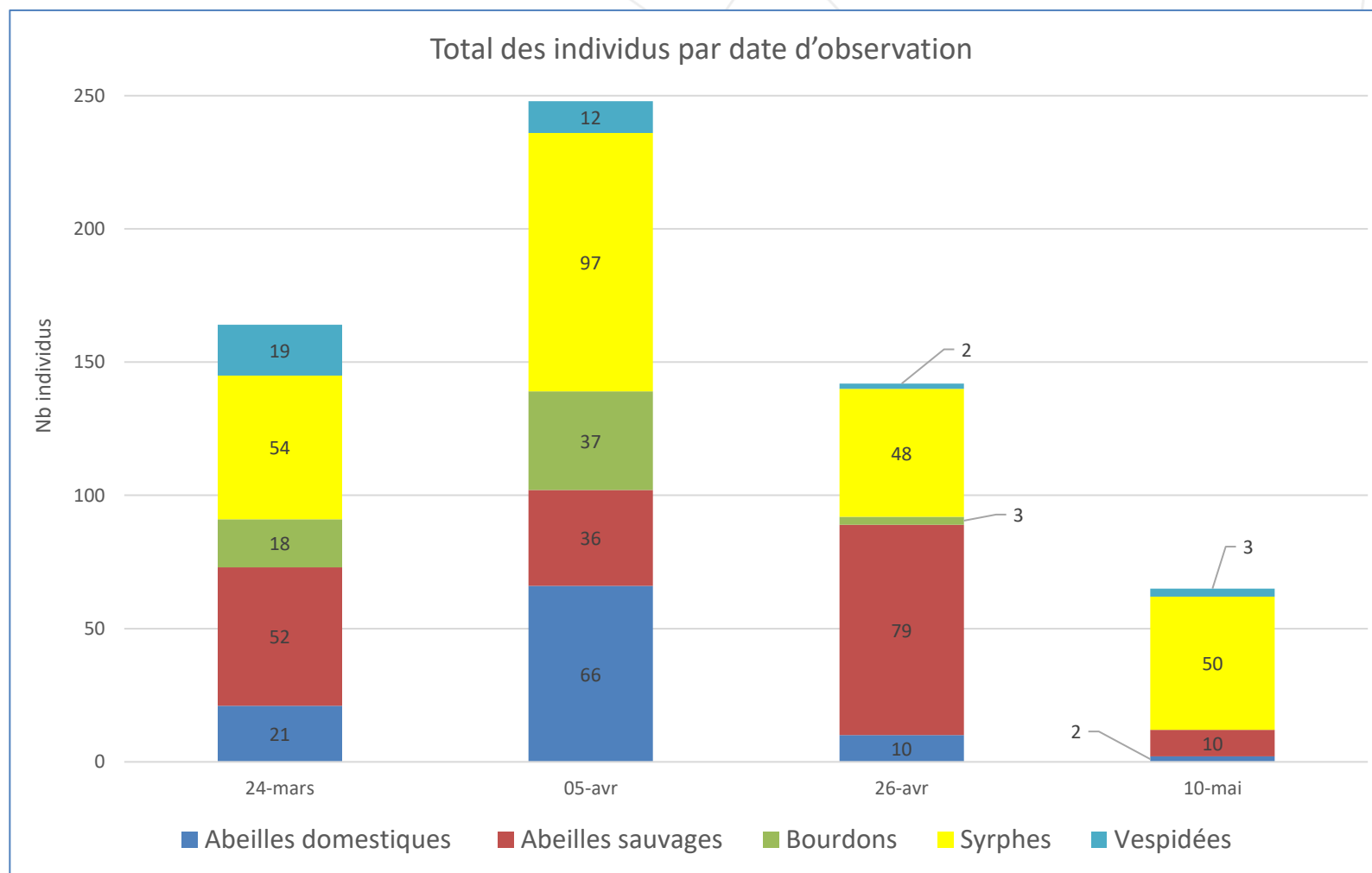


Transect visuels 15'
X 2 personnes

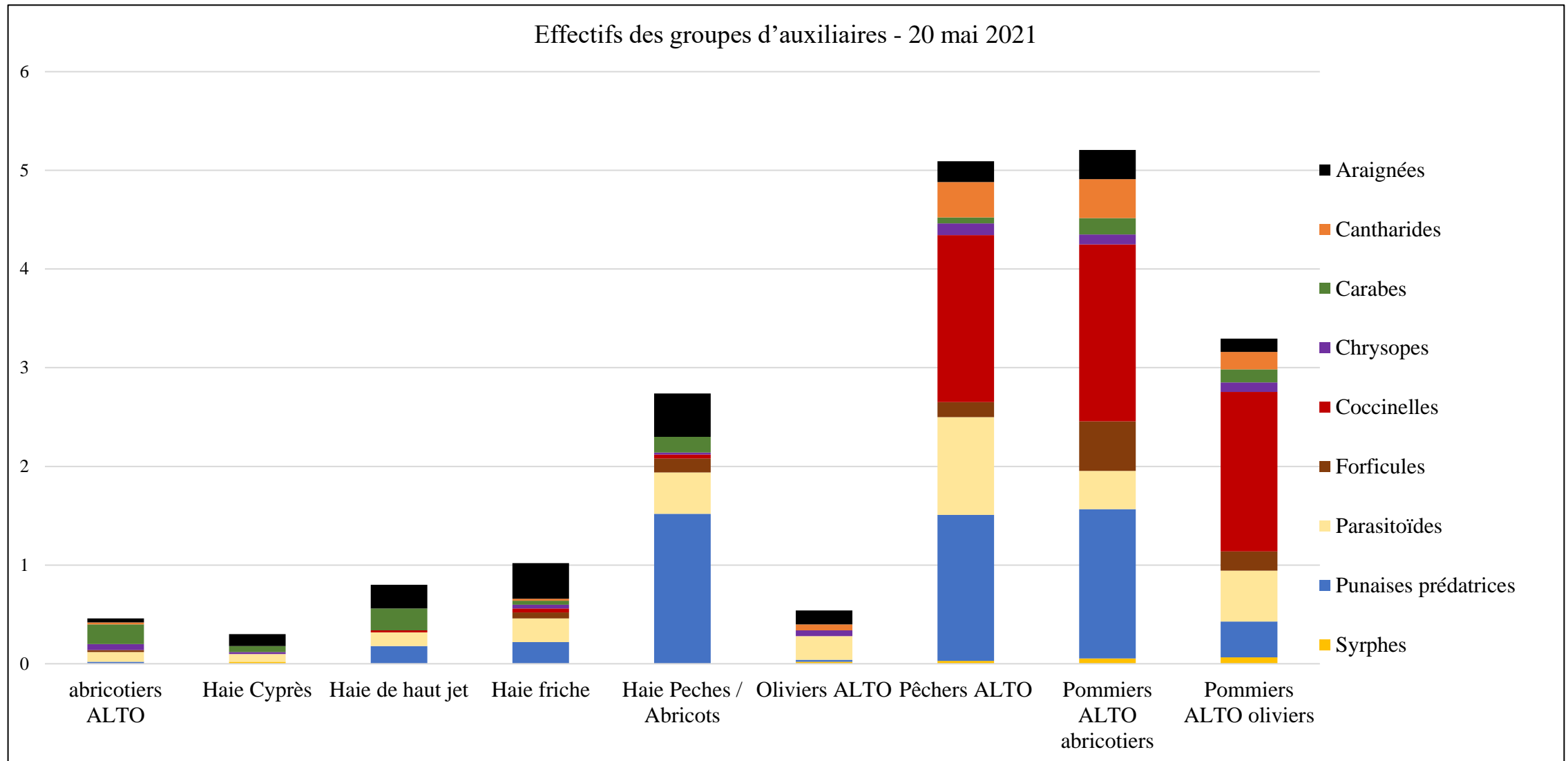


Alto Balandran, 2021

Pollinisateurs sur engrais verts fleuris -2021



Entomofaune auxiliaire dans les haies et vergers (frappages)



Libellules

Verger 11 espèces

Mare et friche 7 espèces

Mare (reproduction) 5 espèces



Crocothemis erythraea



Orthetrum cancellatum



Ischnura elegans



Sympetrum fonscolombii

Régime alimentaire (métabarcoding 2020)

98 échantillons – 7 espèces

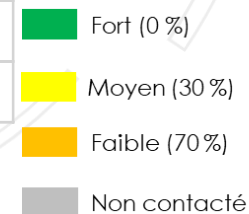
- Araignées : dans 8 spécimens (une dizaine d'espèces)
- Coleoptera : dans 24 spécimens (25 spp. environ : Buprestidae, Cerambycidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Carabidae, Staphylinidae, Coccinellidae...)
- Diptera : 42 échantillons
- Diptera Ceratopogonidae : dans 12 échantillons
- Diptera Chironomidae : 13 échantillons
- Diptera Tephritidae : 2 échantillons
- Diptera Drosophilidae : 2 échantillons
- Hemiptera Aphididae : 3 échantillons
- Hemiptera Cicadellidae : 11 échantillons
- Hemiptera Lygaeidae (Nysius) : 20 échantillons
- Hymenoptera parasitoïdes (Braconidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Sphecidae...) : 20 échantillons
- Hymenoptera Formicidae : 9 échantillons
- Lepidoptera (Tortricidae, Erebidae, Pyralidae...) : 10 échantillons
- Neuroptera (Chrysopidae, Hemerobiidae, Myrmeleontidae...) : 3 échantillons
- Psocodea : 6 échantillons
- Tysanoptera : 3 échantillons
- Odonata (autres que celles étudiées) : 2 échantillons
- Ephemeroptera : 2 échantillons
- Trichoptera : 2 échantillons

Chiroptères

2020

mare	minutes positives moyenne	
Chiro sp.	36,9	5 dates 16 nu
Pipistrelle de Kuhl	35,2	
Pipistrelle pygmée	23,1	
Pipistrelle commune	17,0	
P. Kuhl/P. Nathusius	12,3	
Molosse de Cestoni	2,4	
Noctule de Leisler	0,6	
Vespère de Savi	0,3	
Grand Rhinolophe	0,3	
Minioptère de Schreiber	0,2	
Pipistrelle de Nathusius	0,1	
Oreillard sp.	0,1	
Sérotine commune	0,1	
N. Leisler/S. commune	0,1	
	128,5	

gîte à reptiles	minutes positives moyenne	
Chiro sp.	70,6	5 dates 16 nu
Pipistrelle pygmée	37,1	
Pipistrelle de Kuhl	28,8	
P. Kuhl/P. Nathusius	13,7	
Pipistrelle commune	12,6	
Molosse de Cestoni	1,1	
Oreillard sp.	0,8	
Noctule de Leisler	0,6	
N. Leisler/S. commune	0,3	
Vespère de Savi	0,2	
Minioptère de Schreiber	0,1	
Pipistrelle de Nathusius	0,1	
Sérotine commune	0,1	
	166,0	



12 espèces – 3 espèces de Pipistrelles dominantes

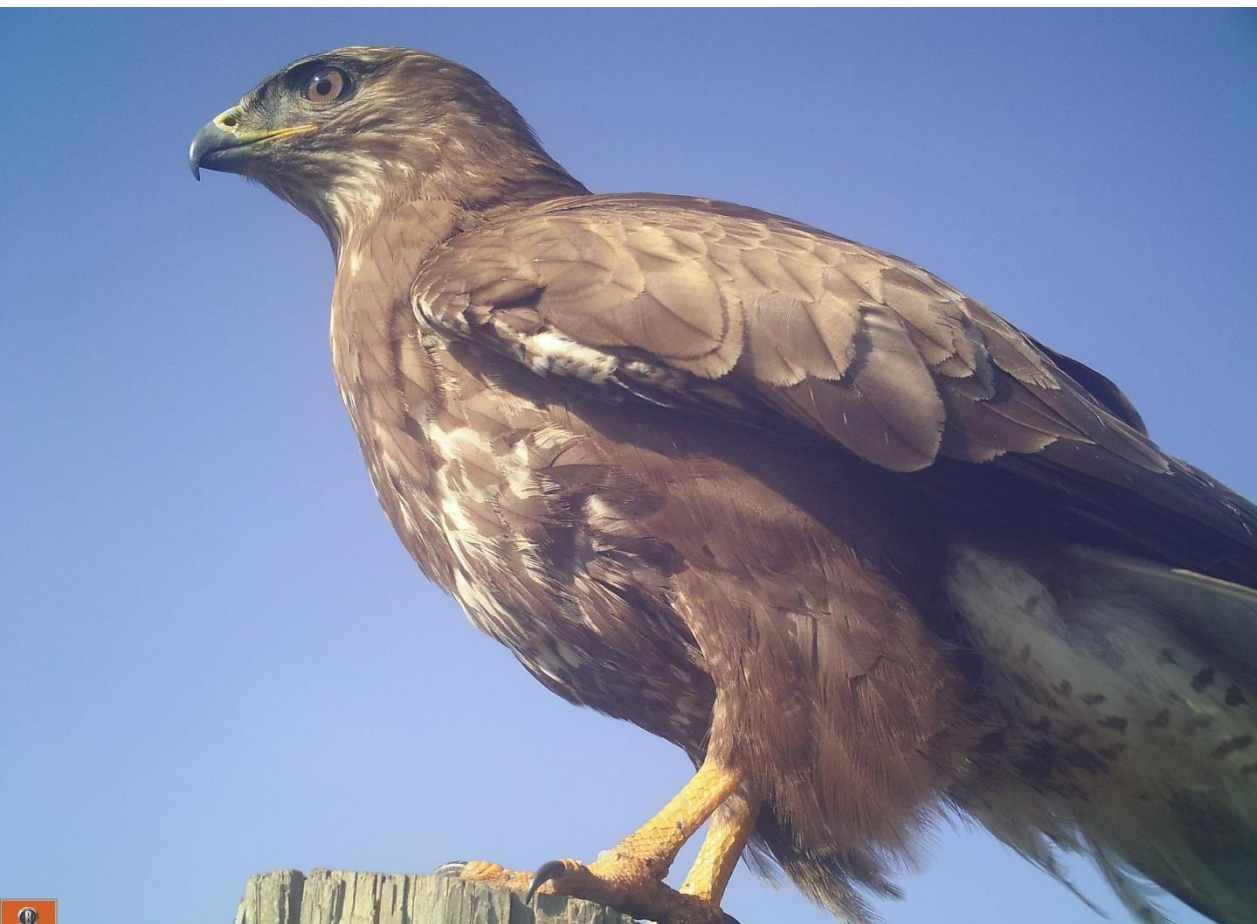
Avifaune : Présence sur les poteaux perchoirs en nombre de jours

		2019-2022
Rapaces	Buse variable	65
	Chevêche d'Athéna	4
	Chouette hulotte	3
	Faucon crécerelle	1
	Grand-duc d'Europe	4
	Milan noir	3
Passereaux	Bruant des roseaux	2
	Bruant zizi	2
	Chardonneret élégant	4
	Gobemouche noir	1
	Mésange bleue	15
	Mésange charbonnière	282
	Mésange sp.	1
	Moineau domestique	5
	Passereau sp.	3
	Pinson des arbres	5
	Pouillot véloce	9
	Rougegorge familier	6
	Rougequeue noir	119
	Serin cini	1

		2019-2022
Autres	Canard colvert	1
	Choucas des tours	398
	Étourneau sansonnet	18
	Geai des chênes	8
	Héron cendré	2
	Héron garde-bœufs	45
	Huppe fasciée	6
	Indéterminé	1
	Merle noir	3
	Oiseau sp.	18
	Pic vert	2
	Pie bavarde	58
	Pie grièche écorcheur	1
	Pigeon ramier	20
	Rollier d'Europe	1

Avifaune : Évolution de la fréquentation entre 2019 et 2022

	Fréquentation en 2019 (345 jours de surveillance)	Fréquentation en 2020 (365 jours de surveillance)	Fréquentation en 2021 (365 jours de surveillance)	Fréquentation en 2022 (352 jours de surveillance)
Cumul de jours de présence toutes espèces	341	271	204	183

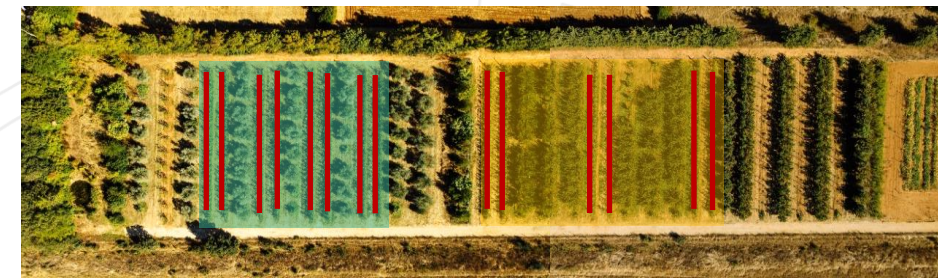


Partie 2 : Quels effets du système mis en place sur la régulation naturelle des ravageurs ? Quelle maîtrise des bioagresseurs ?

- Dynamique de populations puceron cendré et auxiliaires
- Indicateur de prédation : Proies sentinelles
- Suivis temporels des dégâts: carpocapse - teigne olive – mouche olive - puceron farineux



Quels effets des systèmes mis en place sur la régulation naturelle du puceron cendré ?

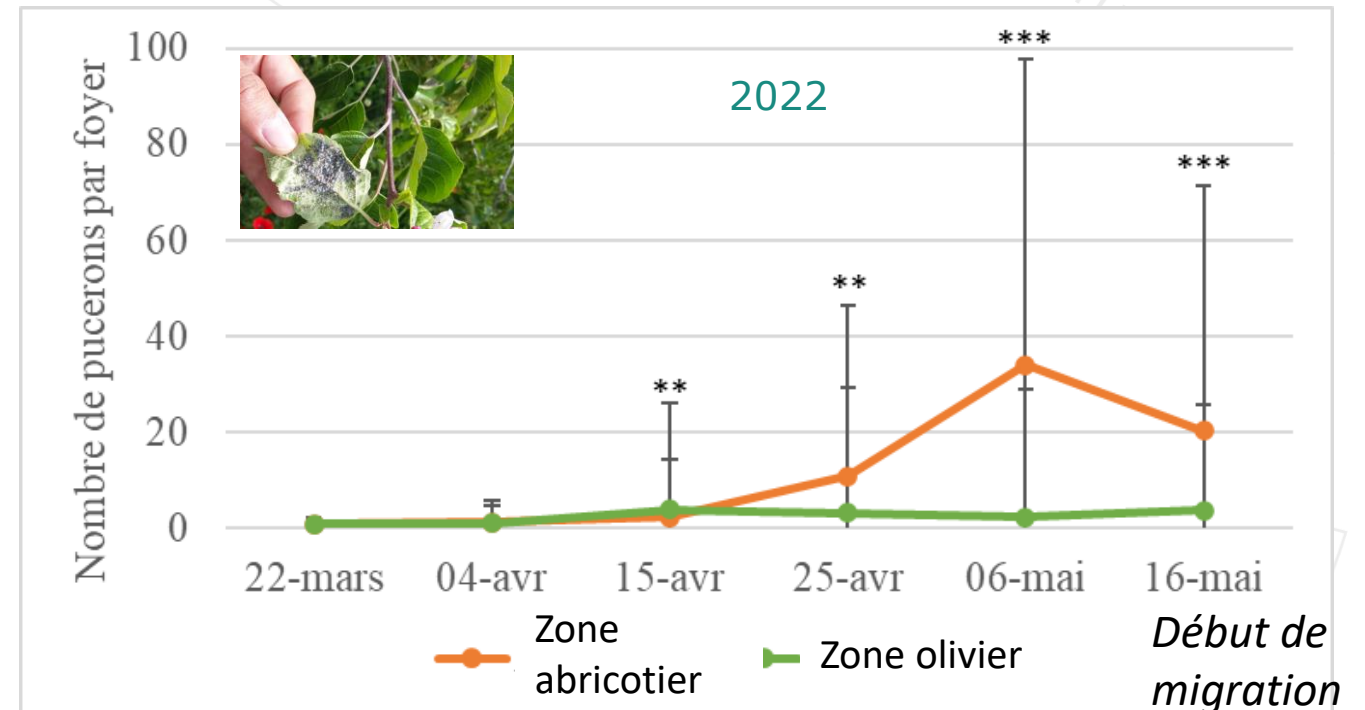


Association Pommier-olivier

Association Pommier-abricotier

Régulation (précoce) dans association pommier-olivier

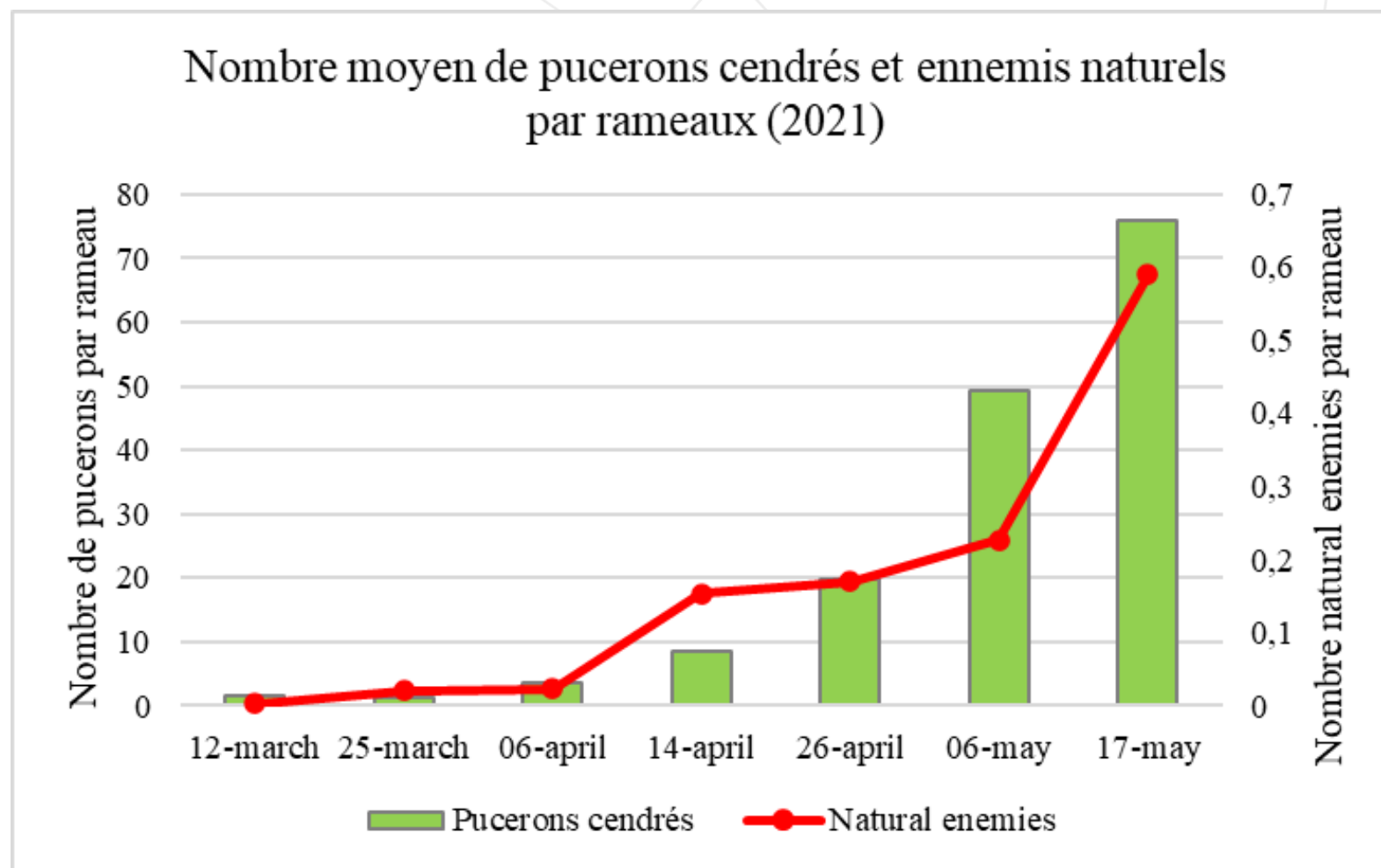
Régulation tardive dans association pommier-abricotier



Nombre moyen de pucerons par rameau en fonction du temps, *test de Wilcoxon*

Nombre moyen de puceron par foyer = moyenne de classe

Les effectifs d'auxiliaires suivent ceux du puceron



Dynamique des auxiliaires au niveau des rameaux

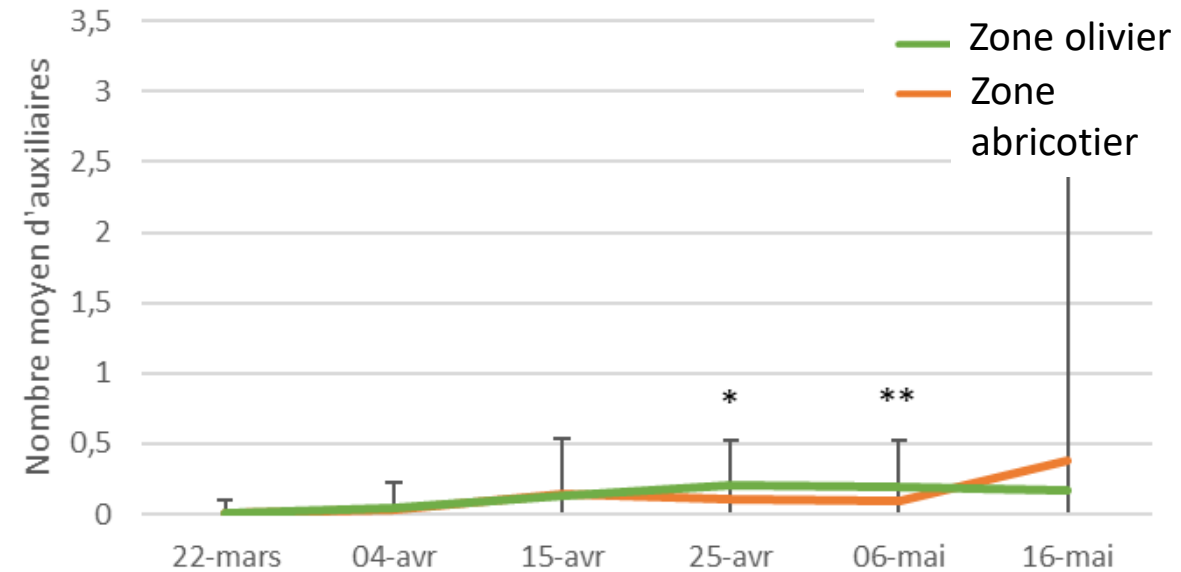
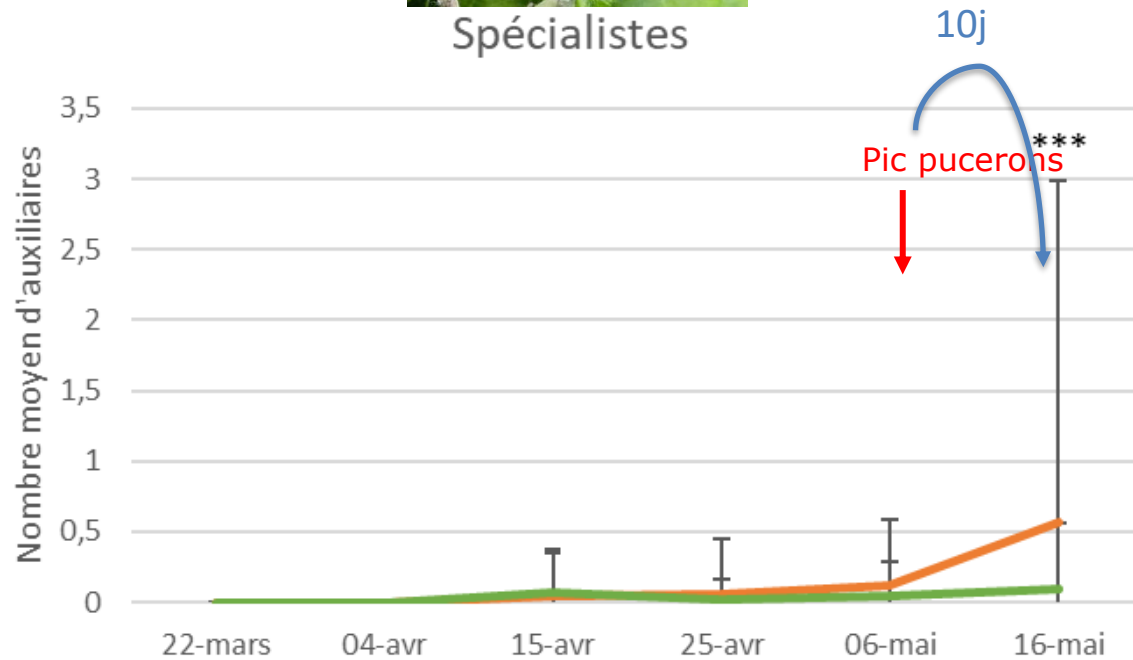


Spécialistes



Généralistes

2022



Nombre moyen d'auxiliaires (spécialistes ou généralistes) par rameau inspecté au cours du temps, *test de Wilcoxon*

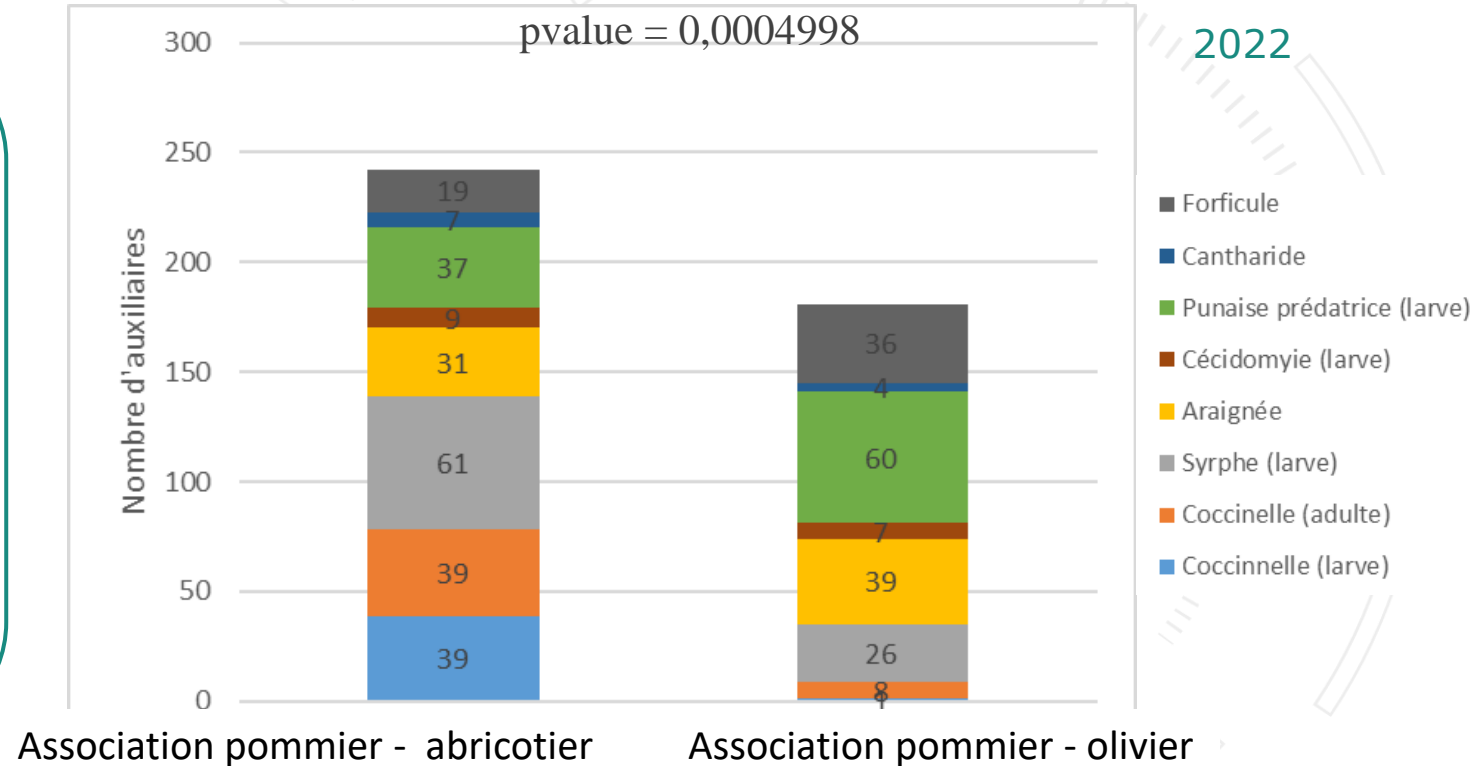
Auxiliaires spécialistes : effectif corrélé au nombre de pucerons avec pic décalé dans le temps (10 jours après pic pucerons)

Auxiliaires généralistes : effectif +/- constant

La dynamique des auxiliaires dans le feuillage des pommiers (frappages)

Plus de prédateurs **spécialistes** dans association Pommier-Abricotier

Plus de prédateurs **généralistes** dans association Pommier-Olivier

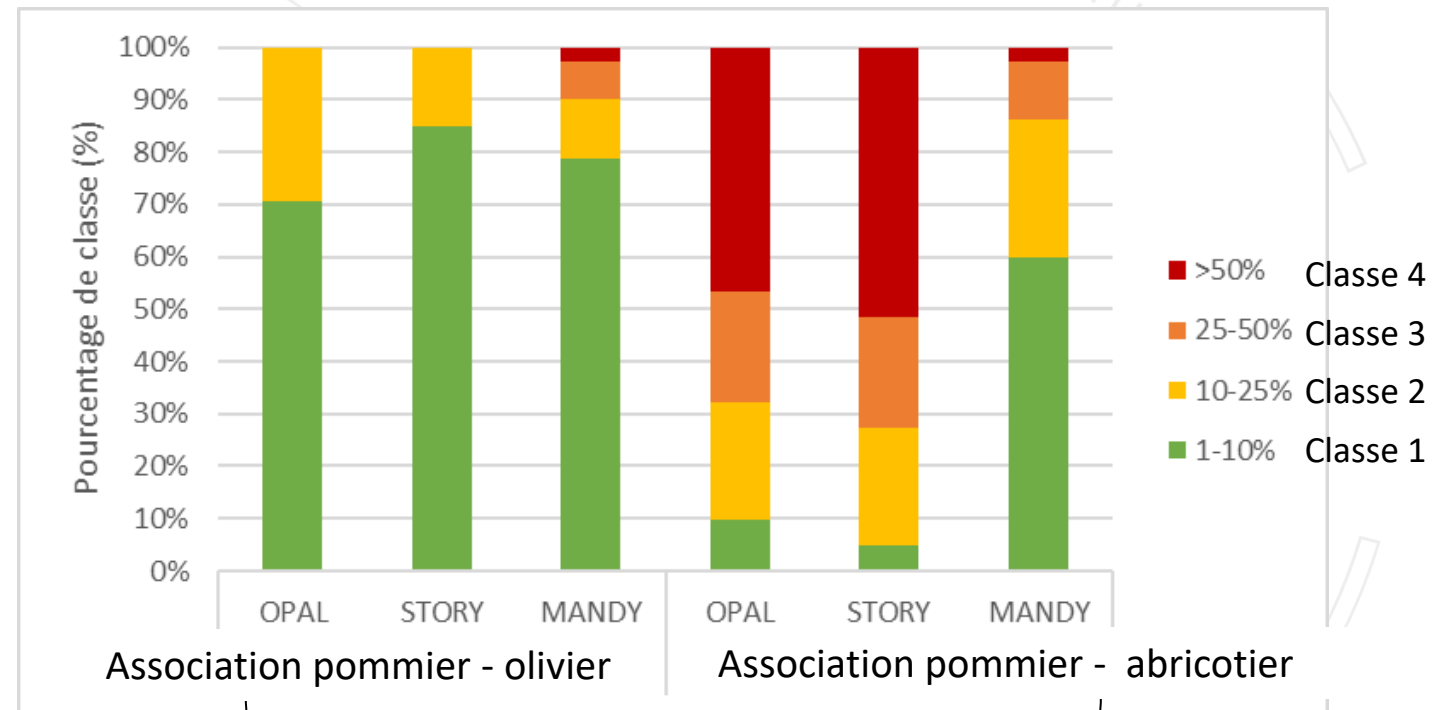


Nombre d'auxiliaires observés au niveau des rameaux au hasard, toutes dates confondues

Symptômes finaux de l'infestation du puceron cendré au niveau des arbres entiers



- **Moins d'infestation du puceron dans l'association pommier-olivier**
- **Dégâts sur fruit** : 2x plus de dégâts dans la zone Abricotier (16%) que dans la zone Olivier (7%)
- Dans la **zone Olivier**, dégâts « **agronomiquement acceptables** » = **régulation agronomique**



Proportion des classes de symptômes selon les variétés et les zones du verger, *test de Fisher*



ÉTUDE DES INTERACTIONS FOURMIS-PUCERONS-AUXILIAIRES ET EXPERIMENTATION DE L'EXCLUSION

Suivi de **rameaux infestés marqués** sur des **branches marquées**
Toutes les semaines, 6 sessions

TEMOIN

15 branches par zone

L'accès à la branche par les fourmis n'est pas limité

EXCLUSION

15 branches par zone

Exclusion des fourmis à l'aide de glue anti insecte RAMPASTOP

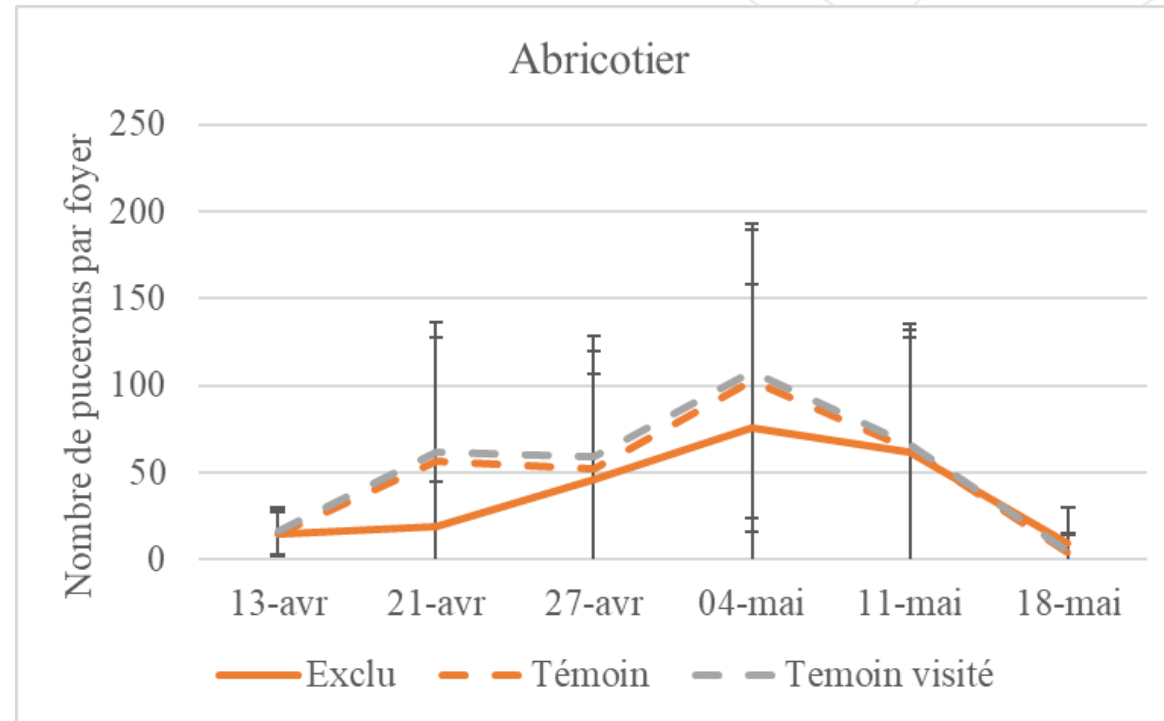
A l'échelle des branches: % de rameaux infestés → informe sur la dispersion

A l'échelle des rameaux infestés marqués: nombre de pucerons en classe, nombre de fourmis et nombre, nature et stade des auxiliaires observés

- Ajout d'un nouveau rameau infesté marqué par branche
- Entretien de l'exclusion



EFFET SUR LA DYNAMIQUE DE POPULATION DU PUCERON CENDRÉ



Nombre de pucerons par rameau selon les modalités en fonction du temps

Nombre de pucerons par foyer = moyenne de classe

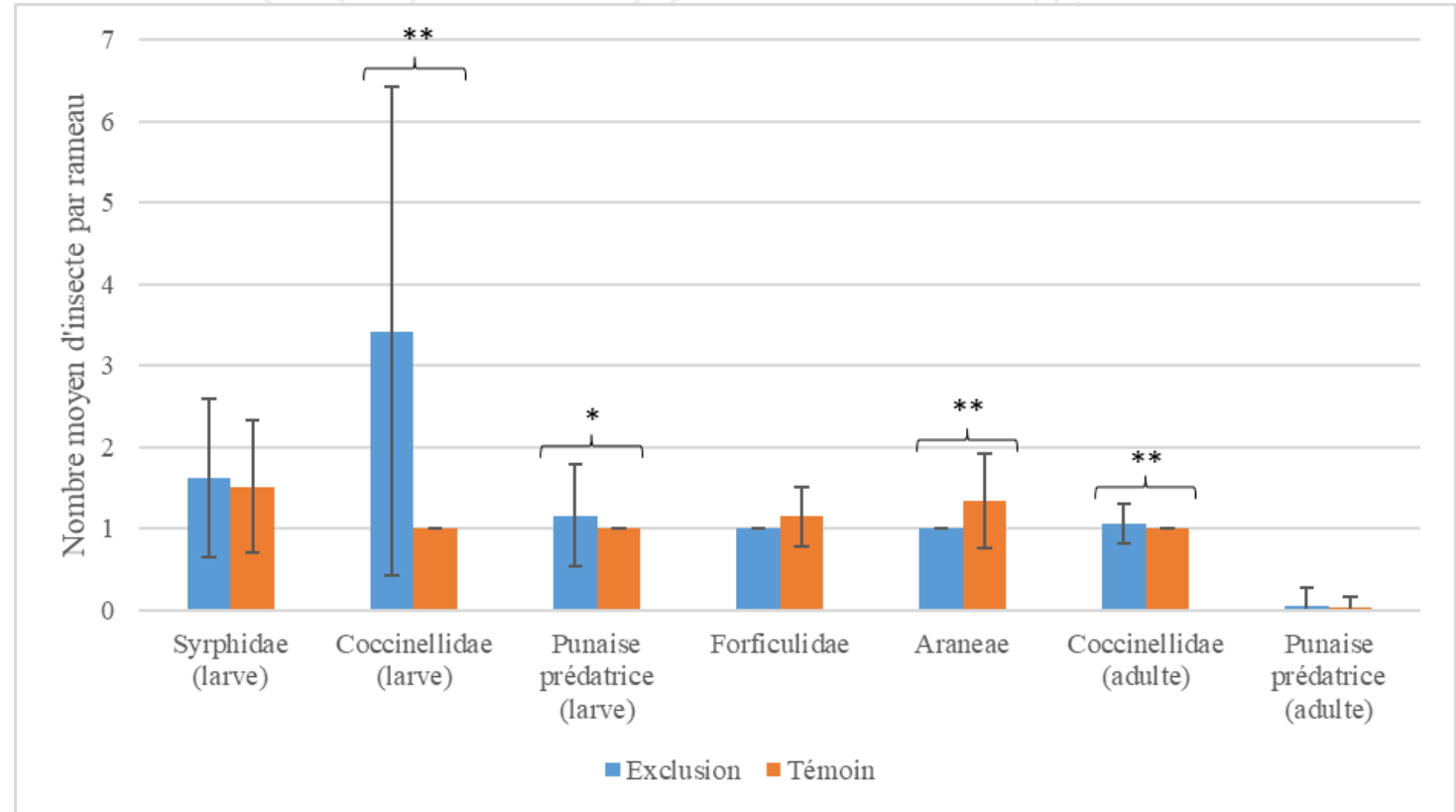
EFFET SUR LES COMMUNAUTÉS D'AUXILIAIRES

Toutes dates confondues,
l'exclusion :

+ Coccinellidae (larve et
adulte)

+ Punaises prédatrices
(larves)

- Araneae



Nombre moyen d'insectes en fonction de la modalité dans la zone
Abricotier, toutes dates confondues, Test de Wilcoxon

Variabilité de maîtrise des autres ravageurs et maladies



Espèce	Indicateurs	2019	2020	2021	2022	2023	Déchets (verger + station) moyen
Abricot	ECA (psylle)	😊	😊	😊	😊	😊	21%
	Monilia fleur	😊	😊	😞	😊	😐	
	Forficules	😊	😊	😐	😊	😊	
Pêche	Cloque	😊	😊	😊	😞	😊	50%
	Monilia fruit	😐	😐	😐	😞	😊	
	Puceron vert	😊	😊	😐	😐	😊	
	Puceron farineux	😞	😞	😊	😊	😞	
	Forficules	😐	😐	😐	😊	😊	
Prune	Rouille	😊	😞	😊	😐	😊	

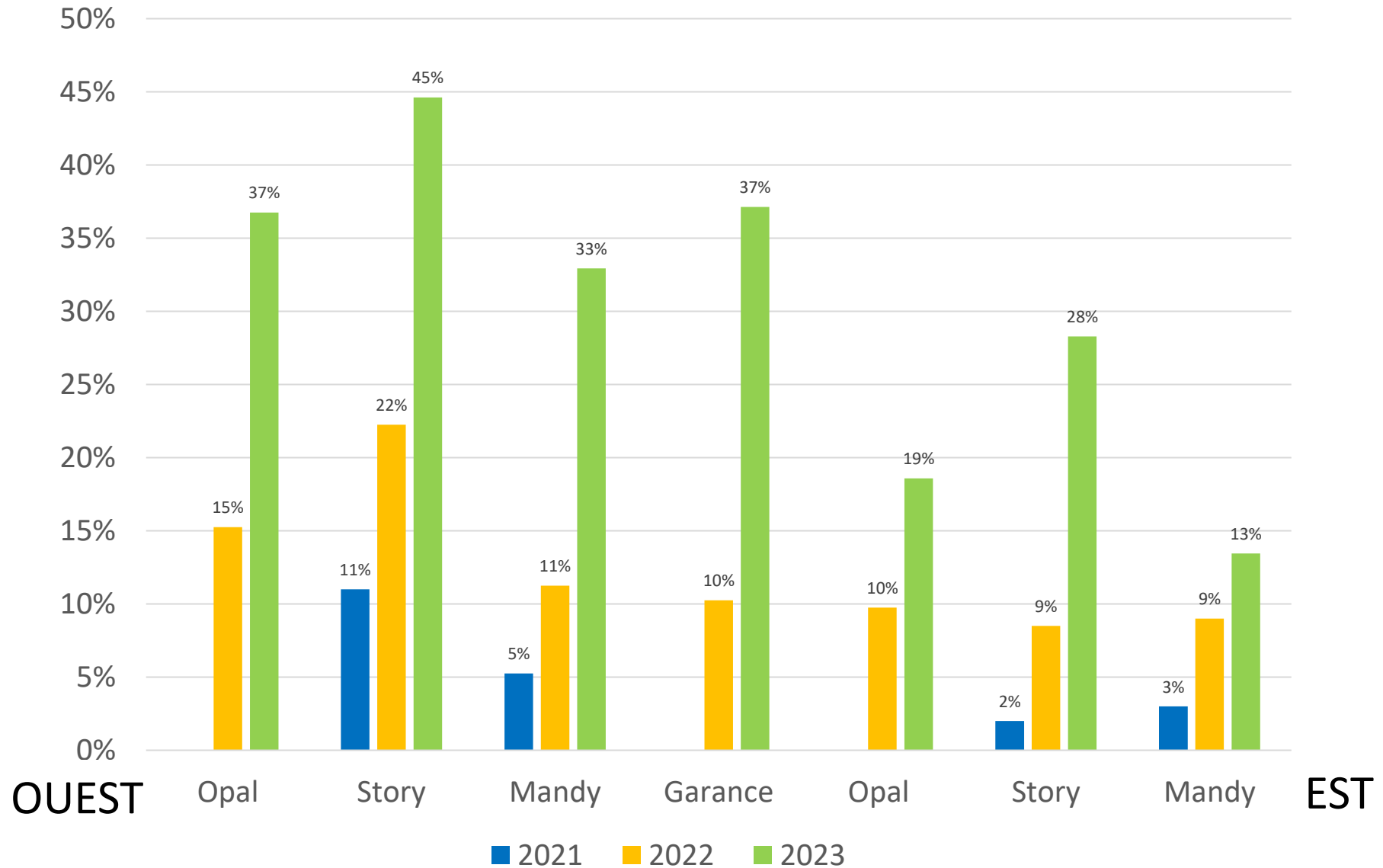
Variabilité de maîtrise des autres ravageurs et maladies

Espèce	Indicateurs	2019	2020	2021	2022	2023	Déchets (verger + station) moyen
Pomme (4 var)	Puceron cendré	-	☹️	☹️	😐	😊	25%
	Carpocapse	-	😊	😊	😐	☹️	
	Zeuzère Hoplocampe	-	☹️	😐	😐	😊	
Olive	Mouche	😐	😊	😊	😊	😊	0%
	Teigne (fruits)	😐	😊	😊	😊	😊	
	Œil de paon	😊	😐	☹️	😐	😊	
	Cercosporiose	😐	☹️	😊	😐	😊	
Kaki	Ceratite				☹️	?	20%



Variabilité spatiale et temporelle: dégâts carpocapse pomme

Dégâts de *C. pomonella* en fin de G3



Pas de suivi sur Opal et Garance en 2021 : pas de fruits suite au gel

Partie 3: les performances



Garance

Productions

Espèce	Indicateurs	2019	2020	2021	2022	2023
Abricot	Rdt comm (T/ha)	16,1	3,5*	0,5*	14	11,2
	<i>Déchet (verger et station en %)</i>	21	23	-	23	2,5
Pêche	Rdt comm (T/ha)	4,9	6,4	3,4*	19,7	13,3
	<i>Déchet (verger et station en %)</i>	62	48	-	50	50
Pomme (4 var)	Rdt comm moyen (T/ha)	-	6,8	8,5	13,8 (8,4 à 18,5)	4 (1,6 à 9,1)
	<i>Déchet (verger et station en %)</i>	-	22	26	21	
Olive	Rdt comm (T/ha)	7,2	3,3	10	2,8	8,2
	<i>Litre huile/ha</i>	1027	560	1677	310	1263

2023

Espèces nouvelles: 5^{ème} feuille.

Abricotier et pêcher: 11^{ème} feuille

Oliviers: 17^{ème} feuille

* gel



Productions

Espèce	Indicateurs	2019	2020	2021	2022	2023
Figue	Rdt comm (kg/arbre)	-	-	5,5	9	22
	<i>Déchet (verger et station en %)</i>	-	-	36	35	29
Kaki	Rdt comm (kg/arbre)	-	-	0,3	7,7	7,4
	<i>Déchet (verger et station en %)</i>	-	-	32	31	22

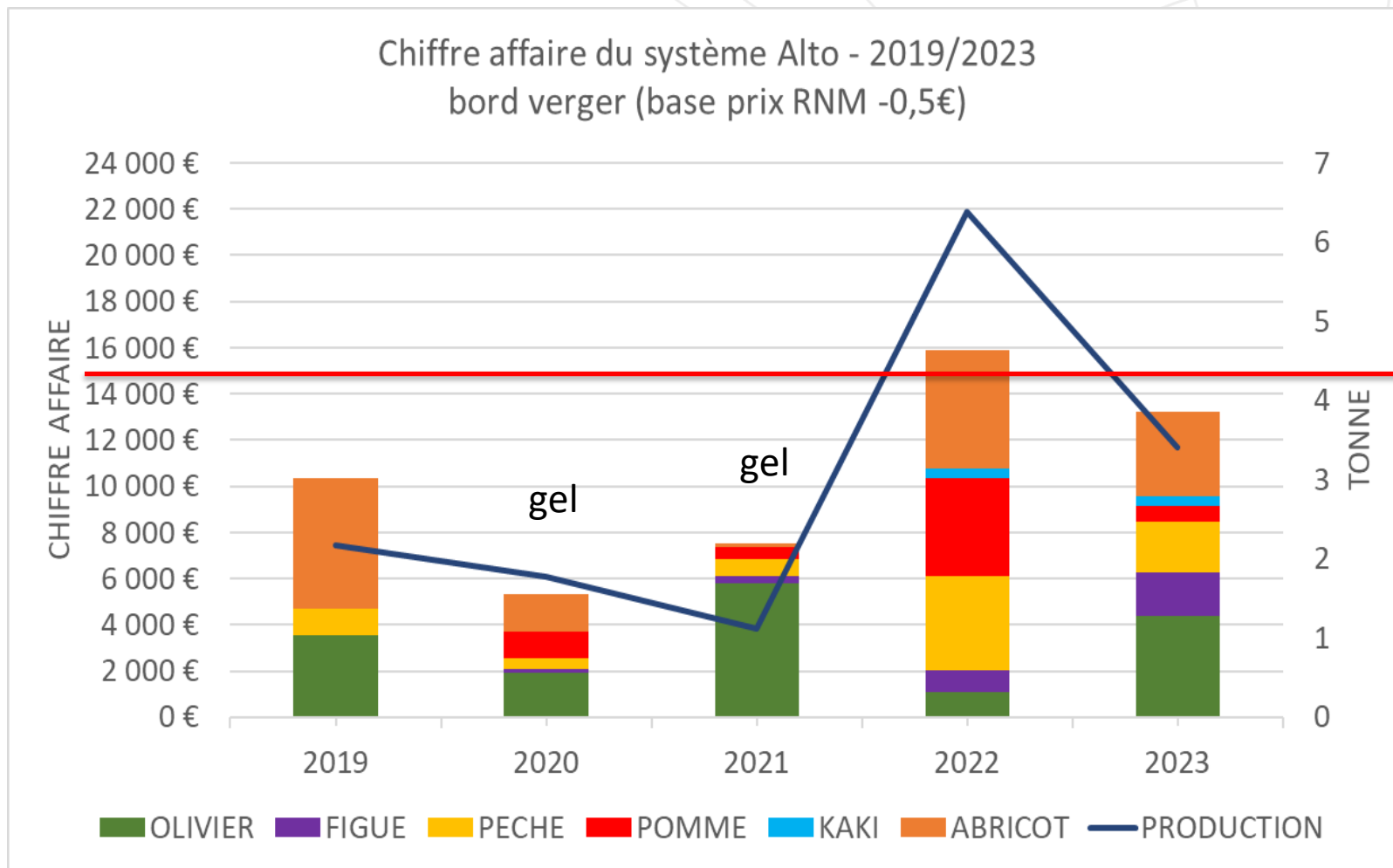


Prune et kiwi pas de production

Chiffre d'affaire calculé du système

Prix au kg RNM cours
expédition AB Sud Est - 0,5
€/kg conditionnement

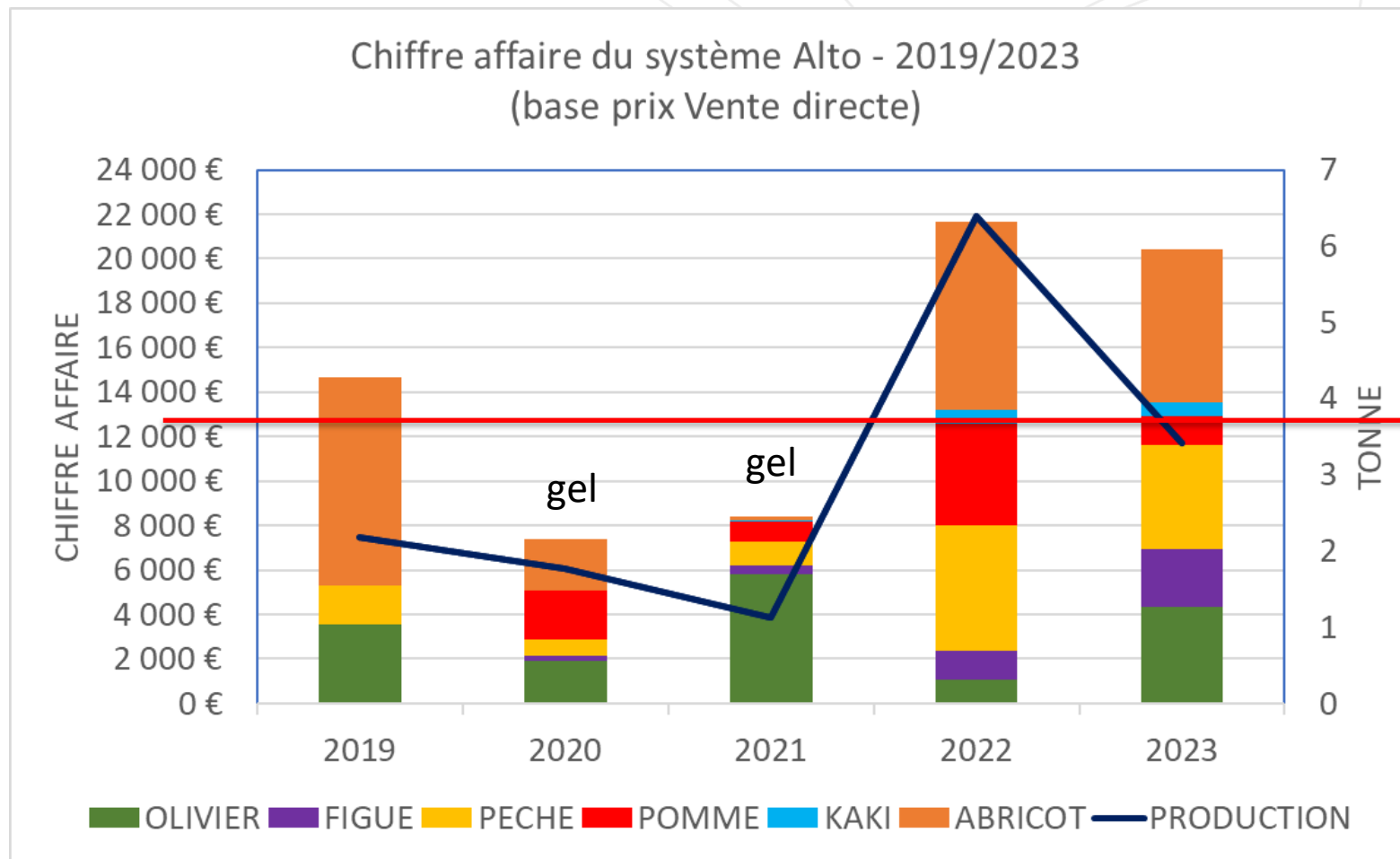
- pomme 1,1 à 1,2 €
- abricot (cal. 2A) : 3,9€ (2020) puis 3,5 (2022) et 3€ en 2023
- pêche (cal.A et +) : 3,6€ puis 3,4€ (2022) et 2,5€ en 2023
- huile olive 20€/litre
- figue 5,50€
- kaki 2,8€



Temps MO moyen
1000 h/an (0,7 ETP)

Cout MO 15 000€/an

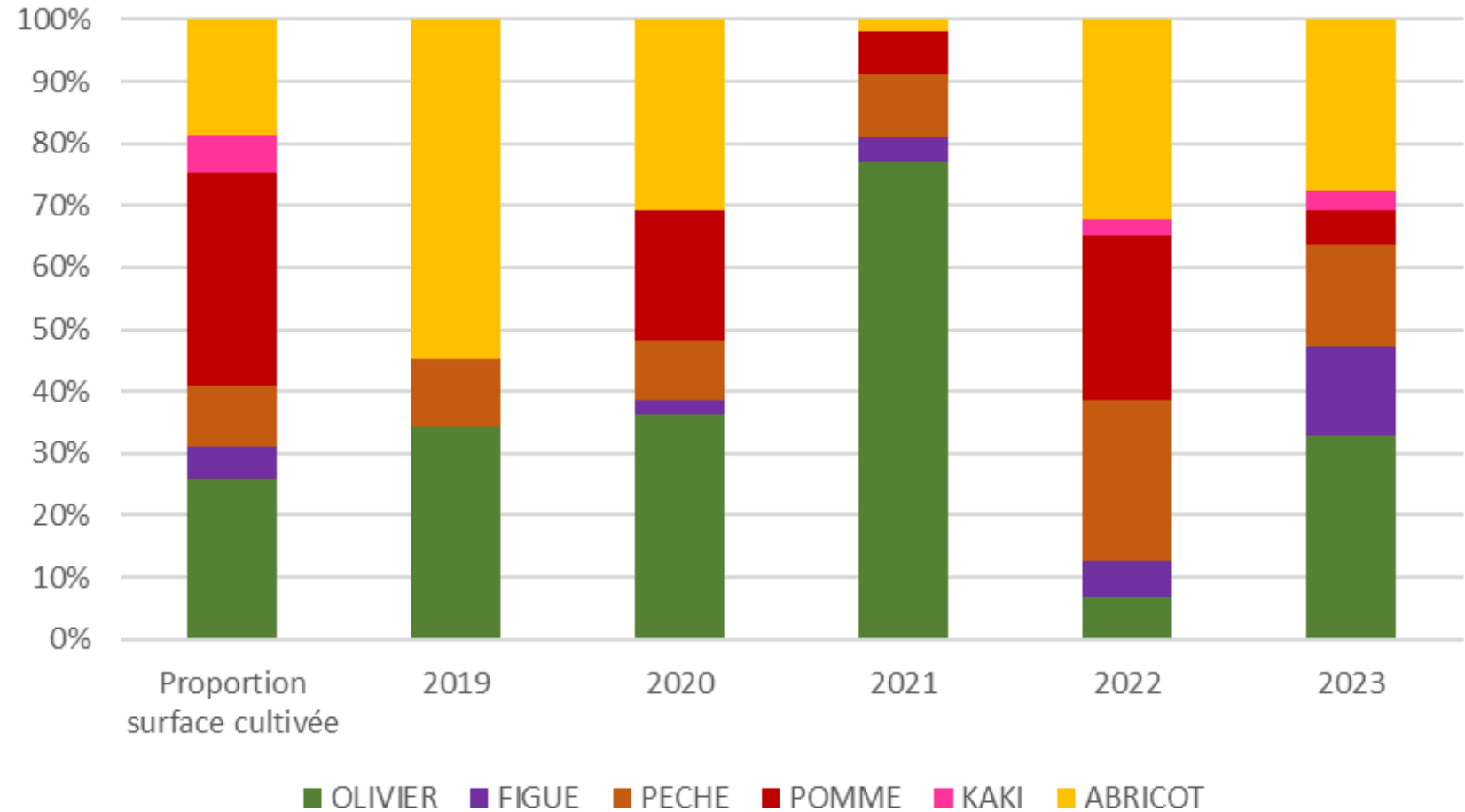
Chiffre d'affaire calculé du système - valorisation en vente directe



Prix vente directe
 pomme 2,20
 abricot et pêche 5,50€
 huile olive 20€/litre
 figue 7,5€
 kaki 4€

Base:
Bord verger prix RNM
AB Sud-est – 0,50€/kg
conditionnement

Contribution des espèces au chiffre d'affaire du système selon les années



Conclusion sur le verger Alto après 5 ans

- ✓ Système encore jeune: 6 espèces en production / 8
- ✓ Le système favorise la biodiversité vertébrés et invertébrés – complémentarité des aménagements (mare, friche, haies, enherbements, gites, nichoirs) et une forte prédation (carte de proies sentinelles).
- ✓ Variabilité de la Régulation naturelle selon les années et les ravageurs : niveau « relativement » bas de nombreux ravageurs (~10 à 20% dégâts / ravageur ou maladie) mais cumul préjudiciable
- ✓ Quelques ravageurs non maîtrisés: le puceron en pommier n'est maîtrisé que sur une partie de la parcelle (interaction avec fourmis + effet spatial et/ou interaction entre cultures?) - La pression carpocapse est très forte en 2023.
- ✓ Avantage vis à vis de la régulation naturelle à installer des jeunes pommiers dans un système déjà riche en aménagements et biodiversité peu évident sans réelle référence.

Conclusion sur le verger Alto après 5 ans

- ✓ La performance économique du système dans son ensemble encore difficile à évaluer:
 - Productions irrégulières mais complémentarité entre espèces (repartition des risques), déchets importants (20% min) > nécessité d'une valorisation particulière (transformation, vente directe)
- ✓ La conduite de ce système multi-espèces exige:
 - beaucoup d'attention et de temps d'observation
 - des connaissances et compétences larges
 - certaines pratiques agroécologiques peuvent entraîner des difficultés mise en oeuvre ou d'organisation du travail : engrais verts.
- ✓ La charge de travail s'étale toute l'année : "préoccupation de février à novembre"
- ✓ Satisfaction importante du personnel travaillant dans ce verger diversifié

Productions et valorisations

- 4 Mémoires de fin d'étude sur la régulation naturelle (2019 à 2022)
- Base de données sur plusieurs groupes biologiques
- Articles: Info-Ctifl N° 361, 2020 ; Info-Ctifl N°378, 2022
- Nombreuses présentations orales
- 150 Visiteurs/an (aprenants, techniciens, producteurs..)