

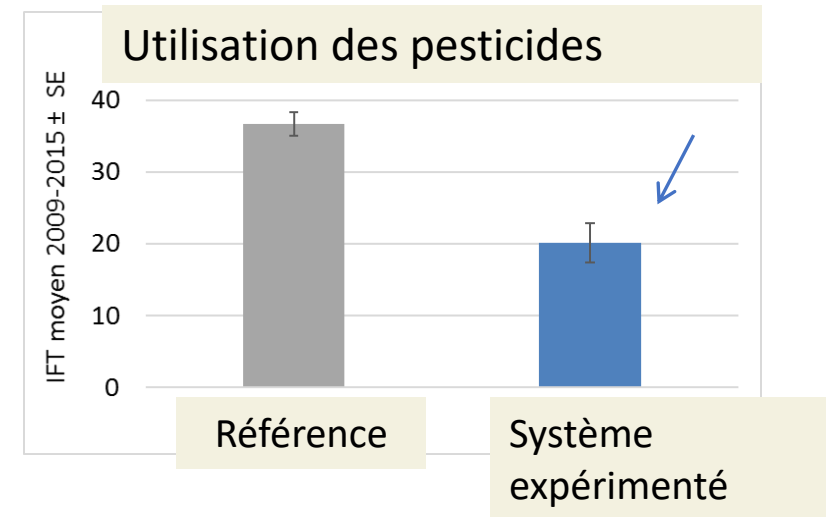
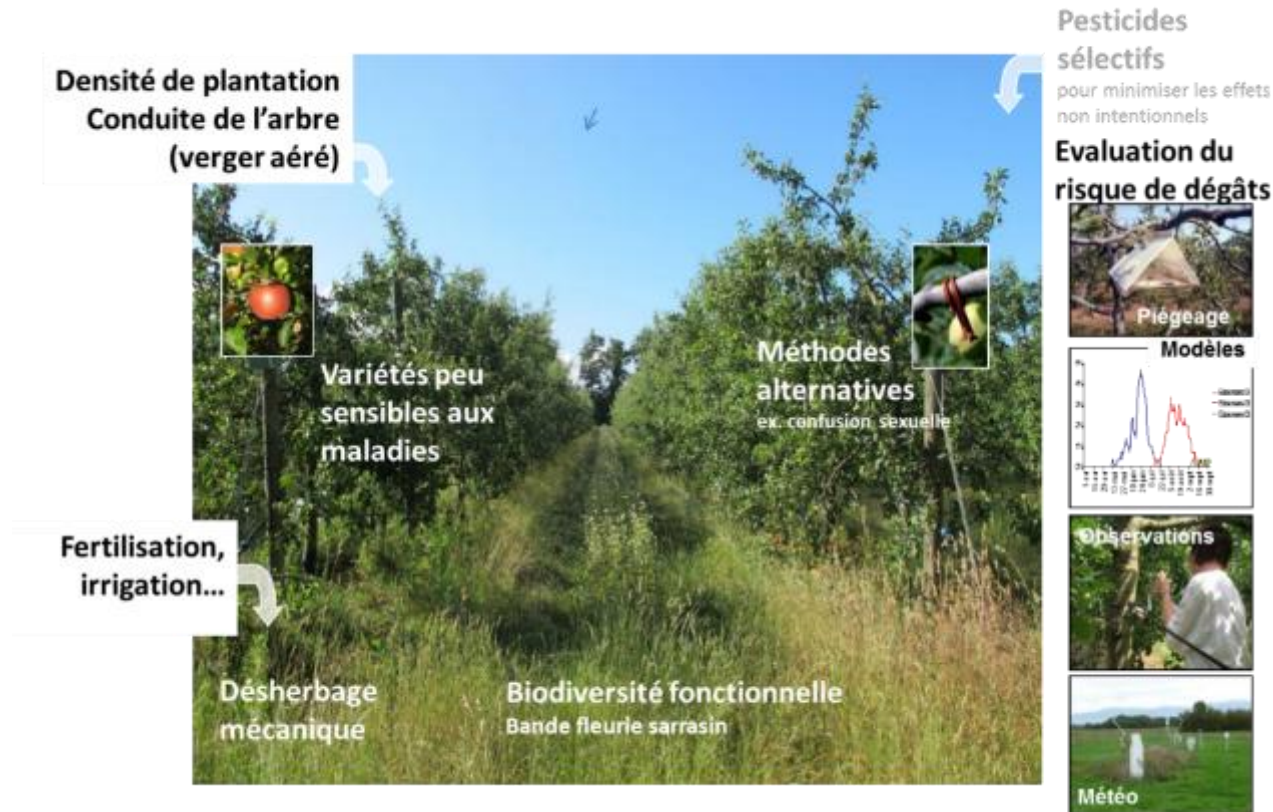


Pourquoi un verger diversifié 0 phyto ?



# Travaux précédents sur la réduction de l'utilisation des pesticides

Exemple : expérimentation BioREco 2005-2015 (INRA Gotheron)



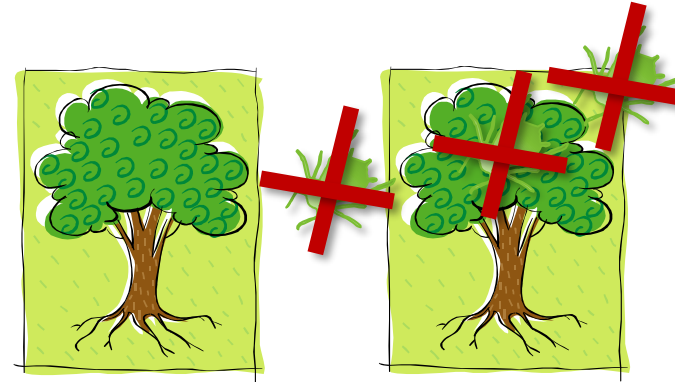
> **Réduction de l'utilisation des pesticides** mais limites du système pour aller au-delà sans perte de rendement ou de qualité du fruit...

**Repenser le verger !**

# Comment repenser l'espace de production ?

> Utiliser la diversité végétale pour créer un espace...

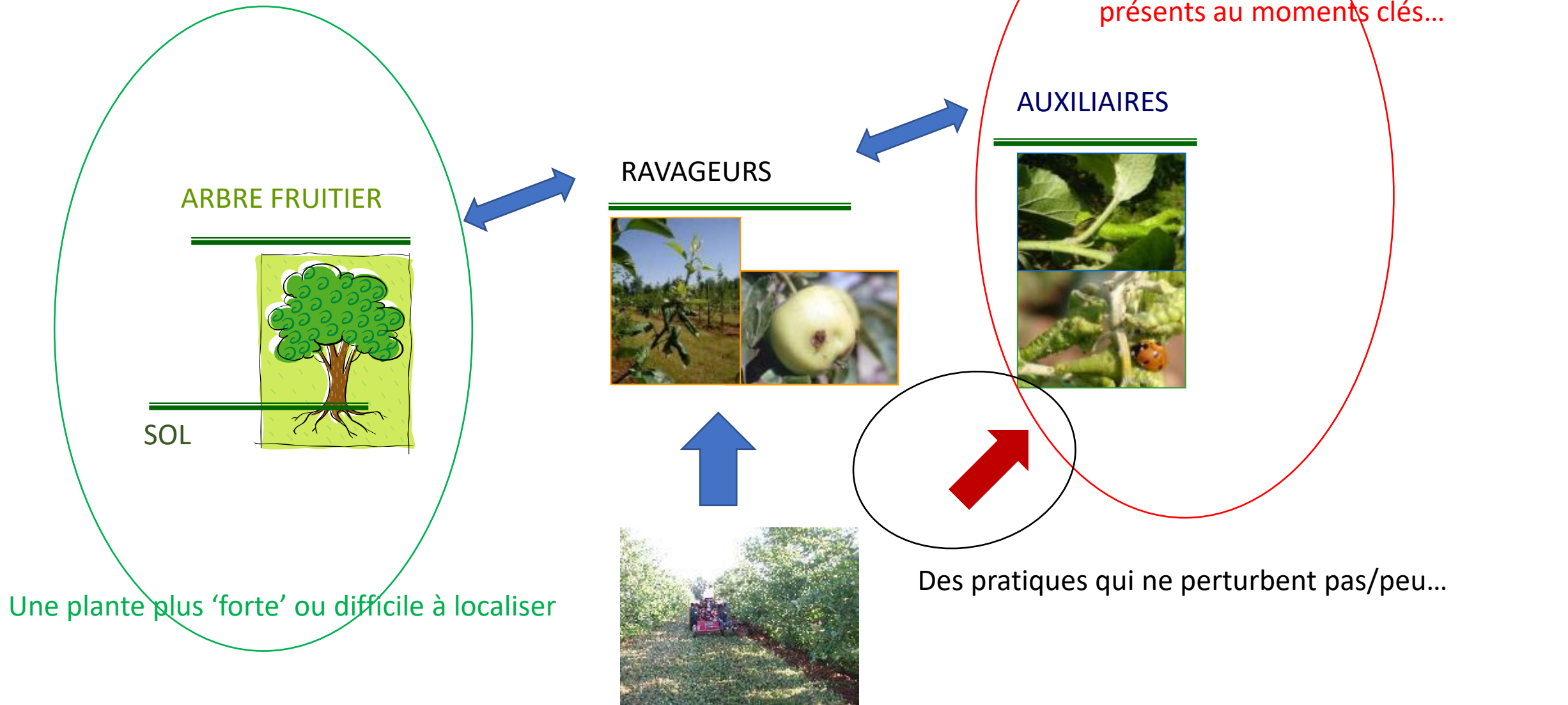
Défavorable aux bio-agresseurs



Accueillant pour les auxiliaires =  
ressources, habitat



# Comment repenser l'espace de production ?



# Divers auxiliaires du verger

Coccinelles



Syrphes



# Divers auxiliaires du verger



Hyménoptère parasitoïde



## ➤ Démarche: co-conception et éco-conception

**14 partenaires** : réseaux d'agriculteurs, enseignement agricole, conseillers, expérimentateurs, naturalistes, scientifiques (sciences biotechniques et sciences humaines)...  
dans le cadre du projet ALTO



## ➤ Dispositif expérimental 'Verger circulaire', INRAE Gothéron

### ELEMENTS CLES

- Planté en février 2018 (2019)
- 1,67 ha (haies comprises)
- 216 pommiers ; 45 abricotiers ; 45 pêchers ; 45 pruniers en espèces principales
- 15 espèces et 33 variétés fruitières
- ~25 espèces d'arbres et arbustes de service
- Un agencement spatial pour limiter l'arrivée, l'installation et la dispersion des ravageurs et maladies

➤ Cadre extrême (0 phyto)

➤ Projet 100% prospectif !

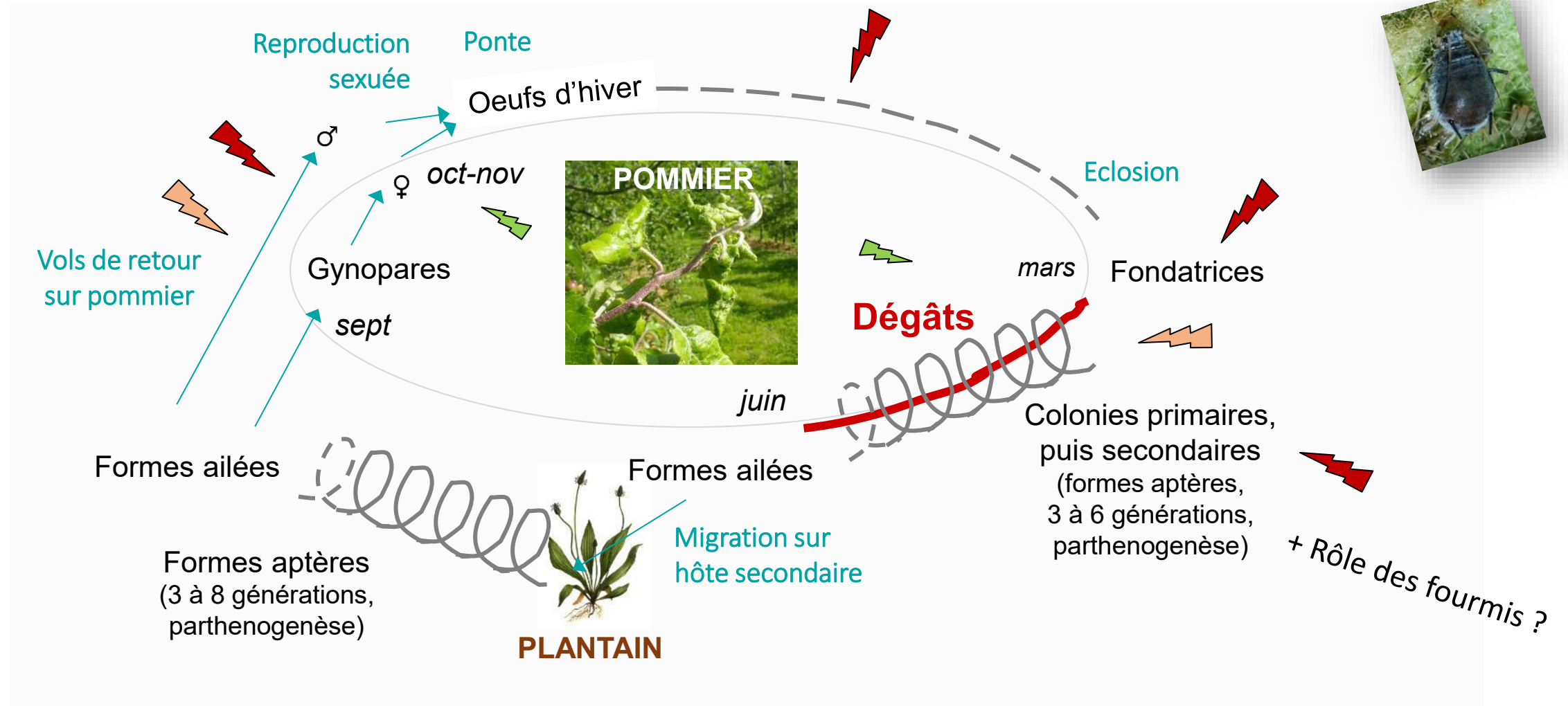


Crédit photo : T. Nicolas

# Exemple puceron cendré du pommier *Dysaphis plantaginea*



# Cycle biologique du puceron cendré *Dysaphis plantaginea* d'après Baggiolini (ACTA, 1974)



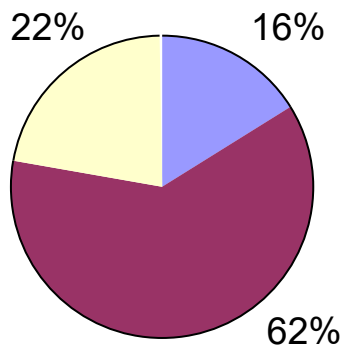
-  Action des auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes / généralistes, spécialistes), à favoriser par des ressources alimentaires et des habitats
-  Pommier plus 'fort' contre le puceron (variété peu sensible, architecture et croissance défavorables au puceron)
-  Plantes de service : mixité végétale pour effets barrière-dilution (vol retour) ; plantes répulsives



# Pommier plus 'fort' contre le puceron cendré : effet de l'architecture de l'arbre

FOCUS

Conduite Solaxe (CS)



- ordre1
- ordre2
- ordre3
- ordre 4

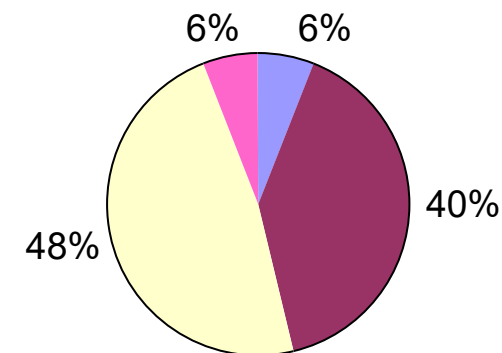


Solaxe



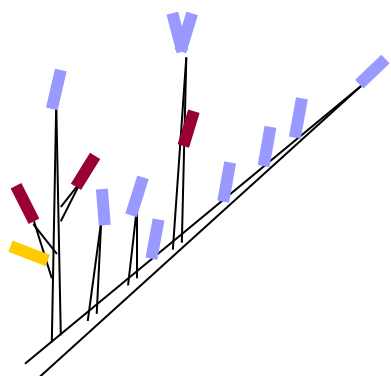
Centrifuge

Conduite centrifuge (CC)

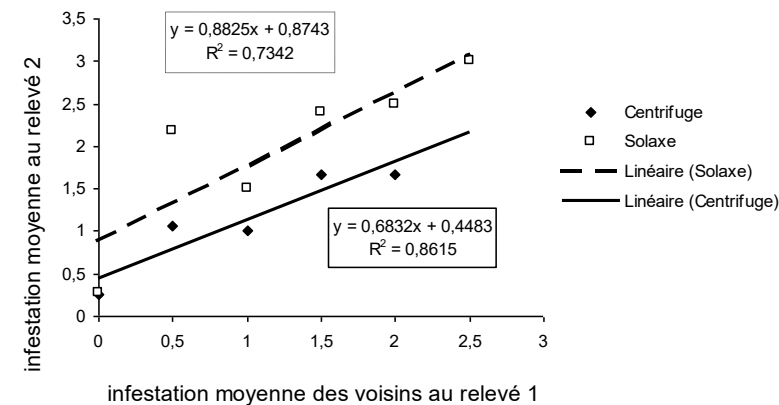


CHI2 = 367.30, 3df, P = 0.0000

## Distribution (%) des rameaux en fonction de leur ordre de ramification (2008)



- Pousse de l'année ordre 1: insertion sur l'axe
- Pousse de l'année ordre 2: insertion sur rameau ordre 1
- Pousse de l'année ordre 3: insertion sur rameau ordre 2
- Ramification d'âge > année en cours





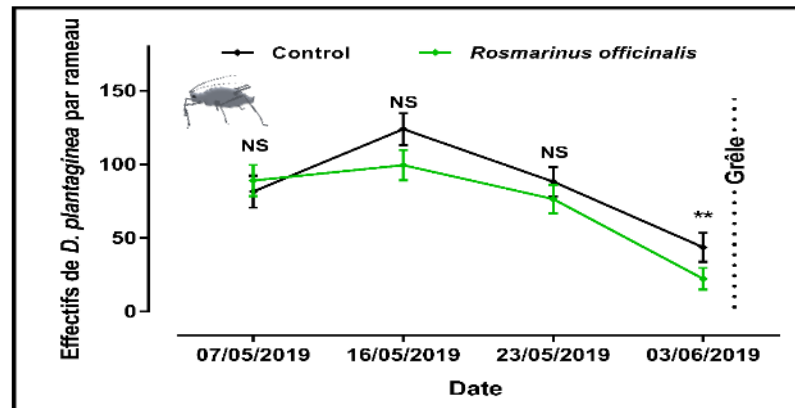
Plantes de service : plantes répulsives pucerons, attractives auxiliaires

FOCUS

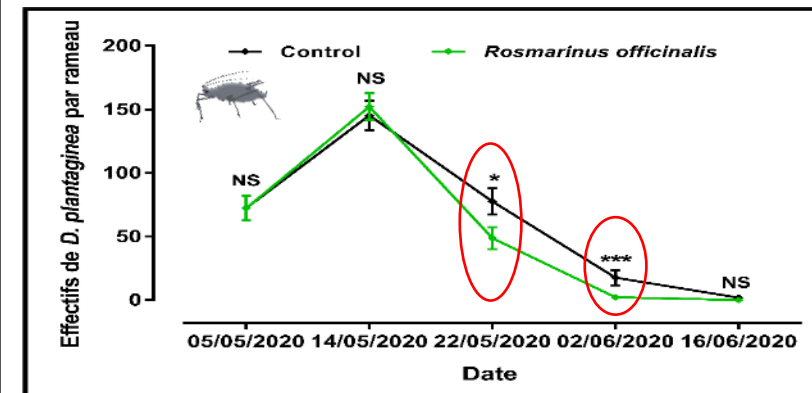


Plantes de romarins (*Rosmarinus officinalis*) associées aux pommiers

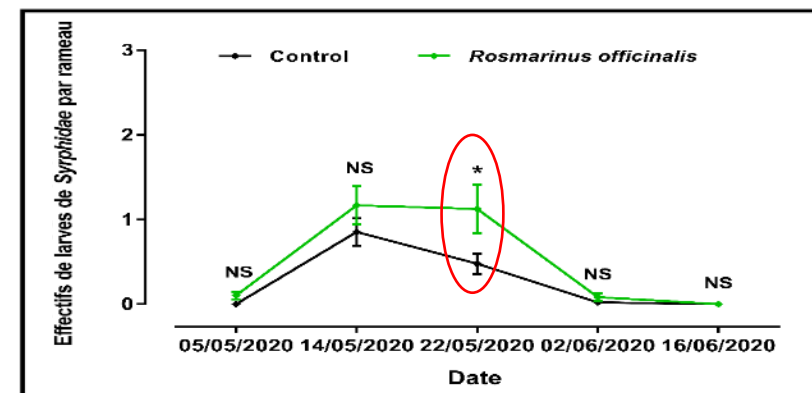
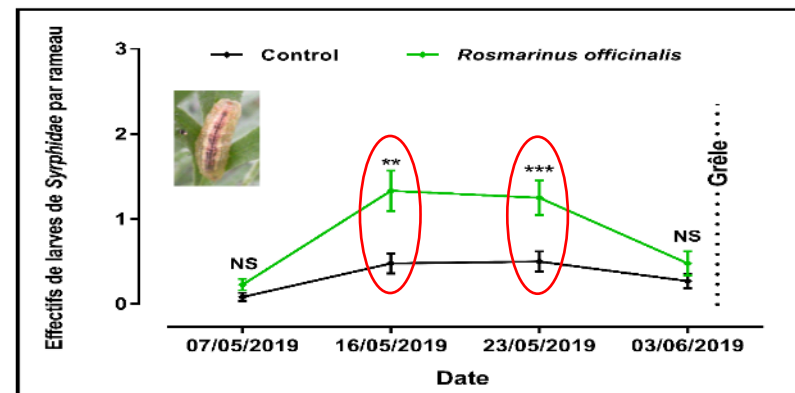
2019



2020



Moins de pucerons à certaines dates en présence de romarins



Abondance de prédateurs plus forte en présence de romarins par rapport au témoin (ex. syrphes ; forficules et araignées, données non montrées) et plus forte prédation avec romarins (cartes de prédation, non présenté).

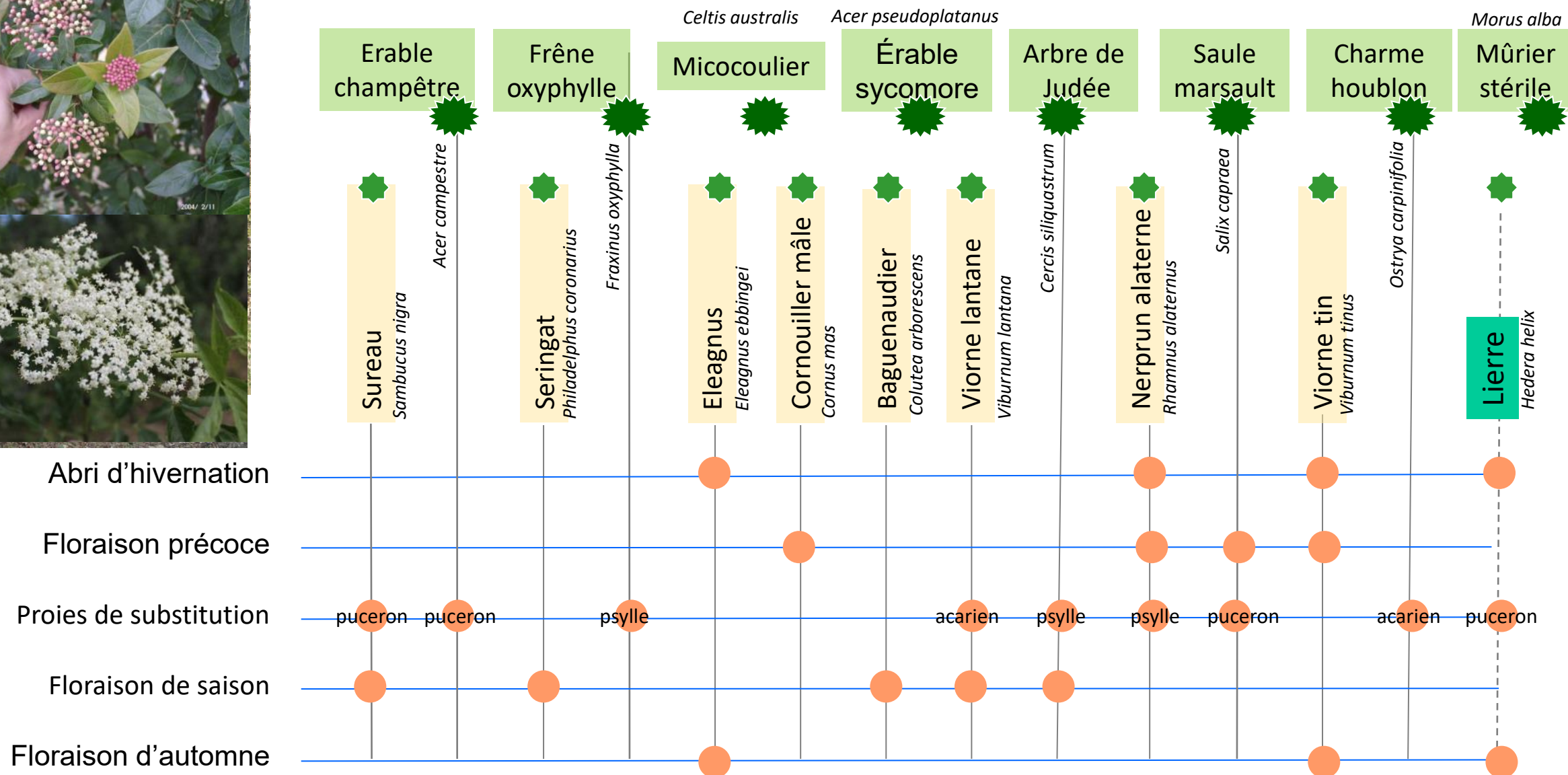


# Action des auxiliaires, à favoriser par des ressources alimentaires et leur succession

FOCUS



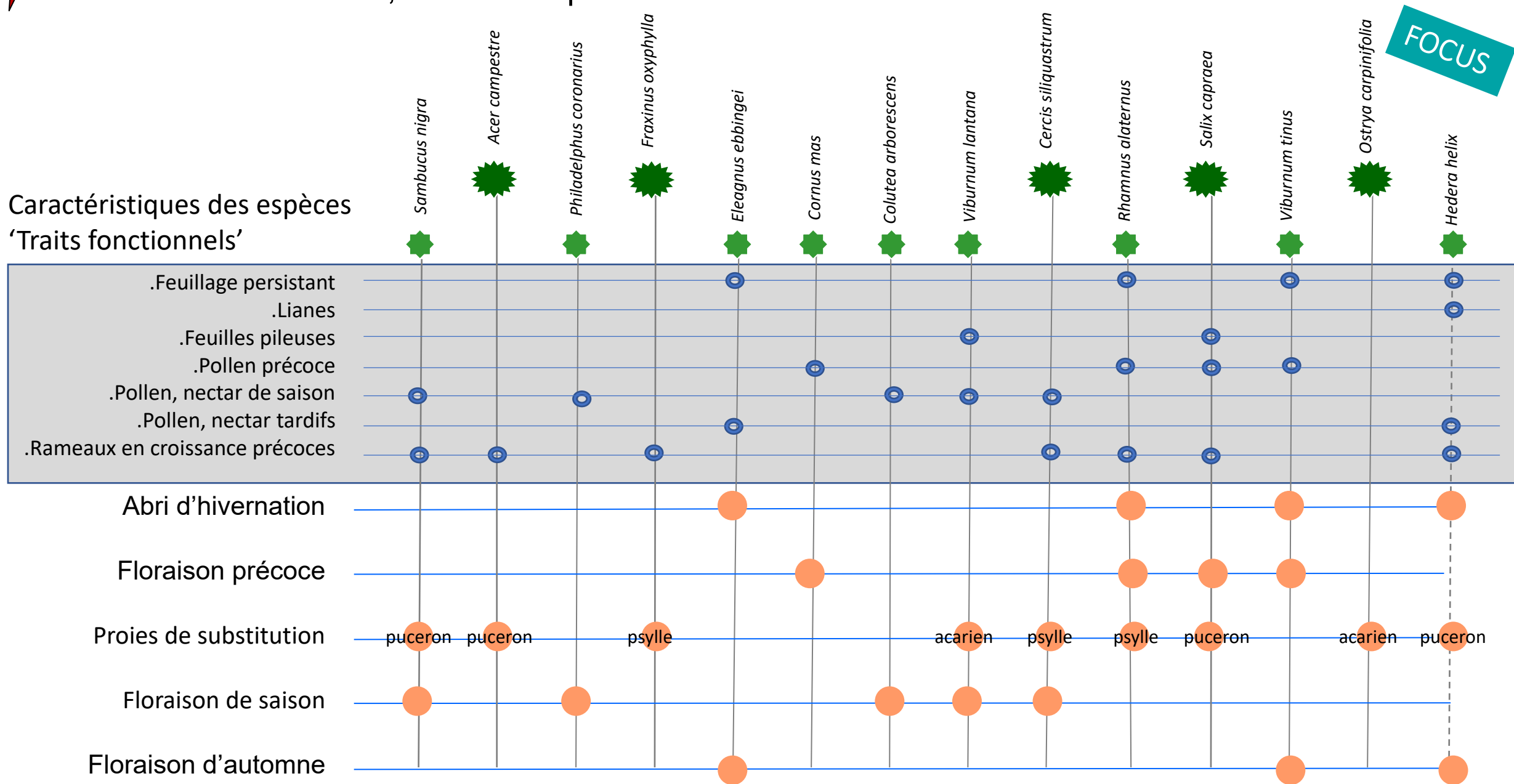
Essences adaptées aux conditions de sol et de climat, implantées en haie double





# Action des auxiliaires, à favoriser par des ressources alimentaires et leur succession

## Caractéristiques des espèces 'Traits fonctionnels'



# Les choix réalisés dans le verger diversifié INRAE Gothéron

*en vue de limiter le puceron cendré*

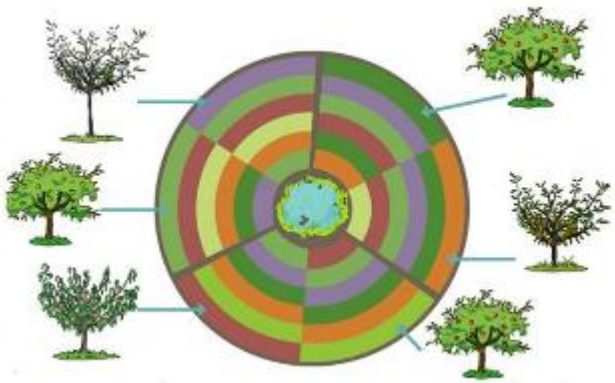
Choix variétaux, mixité végétale, conduite des arbres



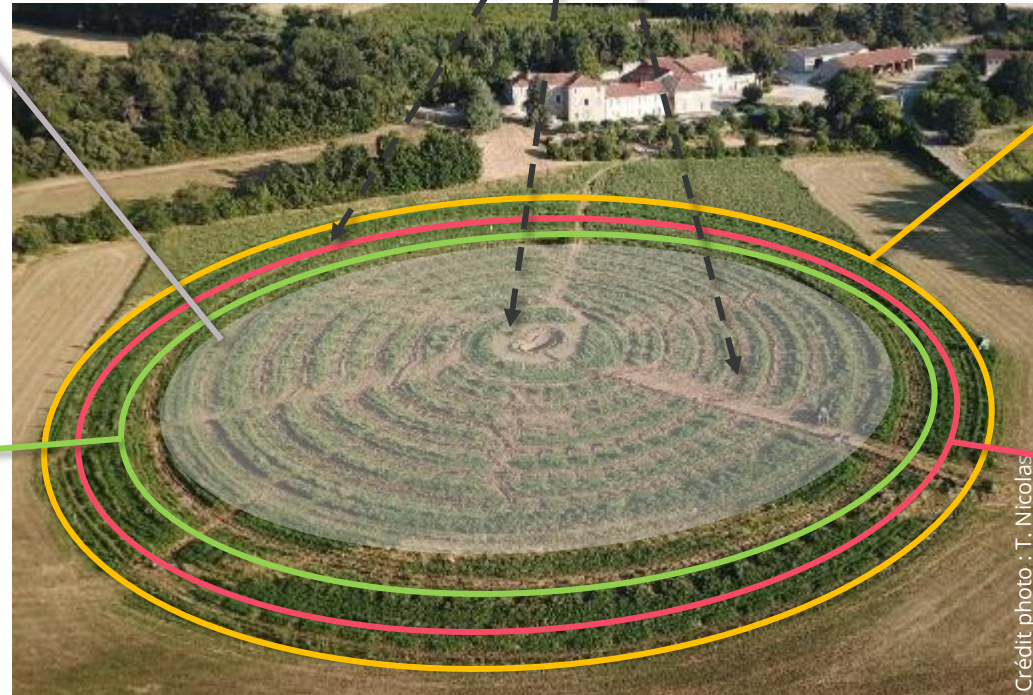
Lutte biologique par conservation -> prédation

Barrière végétale et ressources pour les auxiliaires

Dessins : © INRA C. Ulrich



Barrière végétale



Crédit photo : T. Nicolas

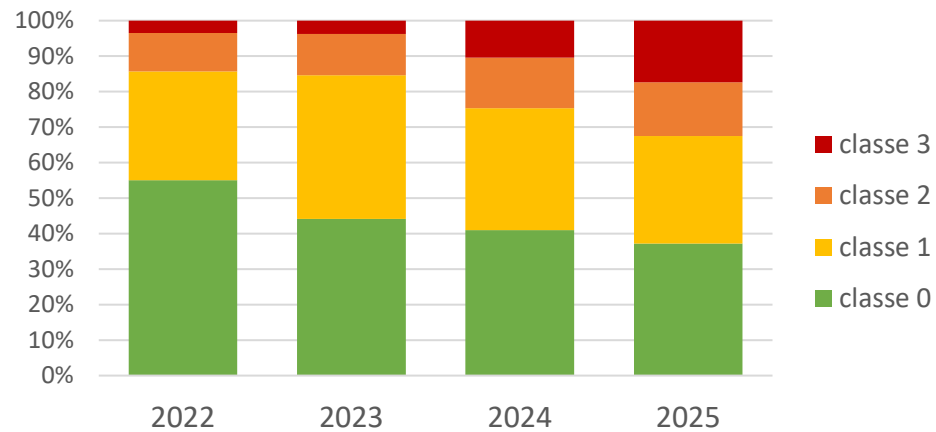
Variétés pommiers 'pièges à pucerons' (variété peu sensible)

## ➤ Maitrise des bioagresseurs (2018-2025) Pommiers verger circulaire

|                        | 2018          | 2019          | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------|---------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>POMMIER</b>         |               |               |      |      |      |      |      |      |
| → Puceron cendré       |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Puceron vert pommier   |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Carpocapse             | pas de fruits | pas de fruits |      |      |      |      |      |      |
| Punaises               | pas de fruits | pas de fruits |      |      |      |      |      |      |
| Zeuzère                |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Mouche méditerranéenne | pas de fruits | pas de fruits |      |      |      |      |      |      |
| Tavelure pommier       |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Oïdium pommier         |               |               |      |      |      |      |      |      |

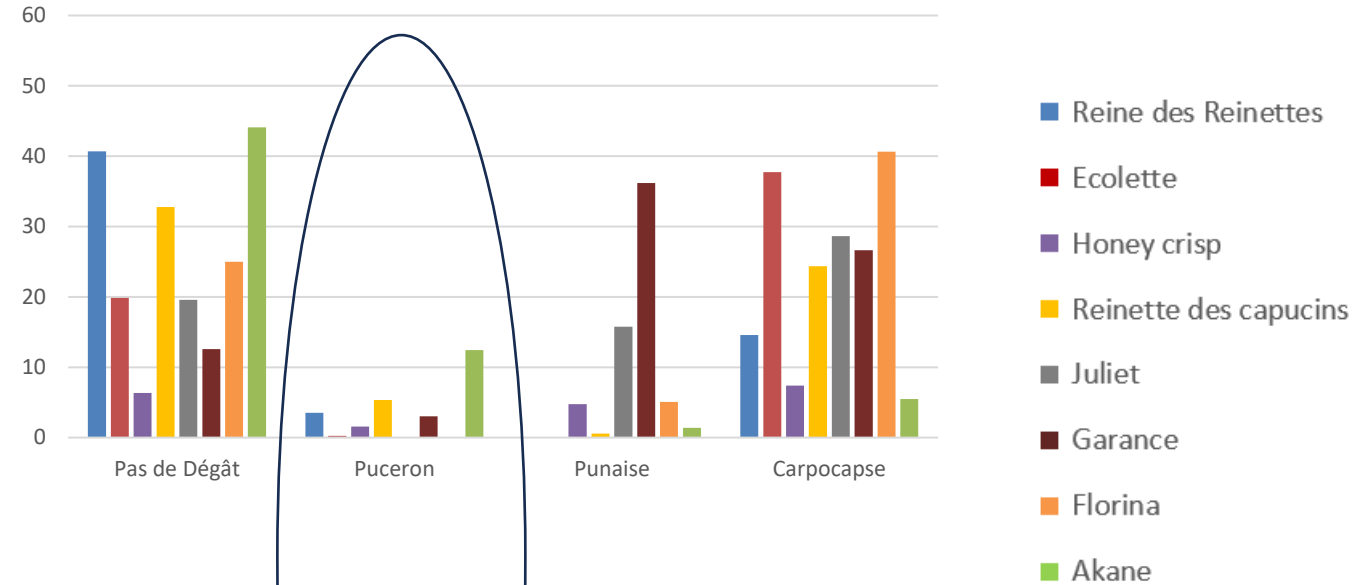
# ➤ Maitrise du puceron cendré du pommier - Verger circulaire

Nombre d'arbres (toutes variétés confondues)  
par classe d'infestation de puceron cendré

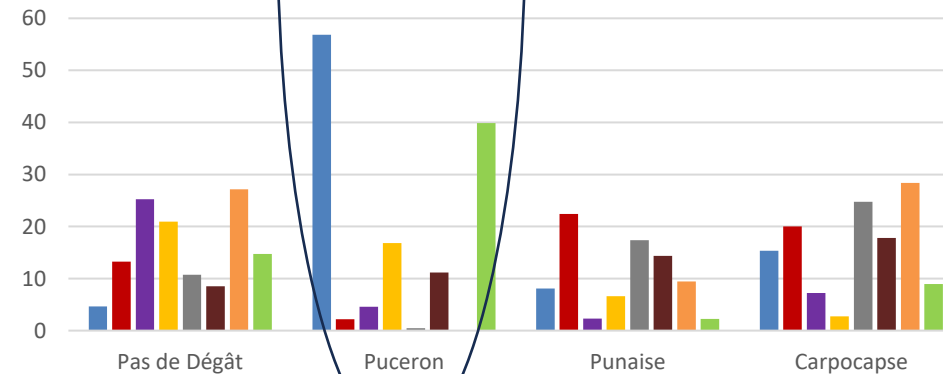


Moyenne classes :  
0 absence d'infestation  
1 faible (<10% rameaux)  
2 moyen (11-50%)  
3 forte (> 50%)

% de dégâts récolte 2024

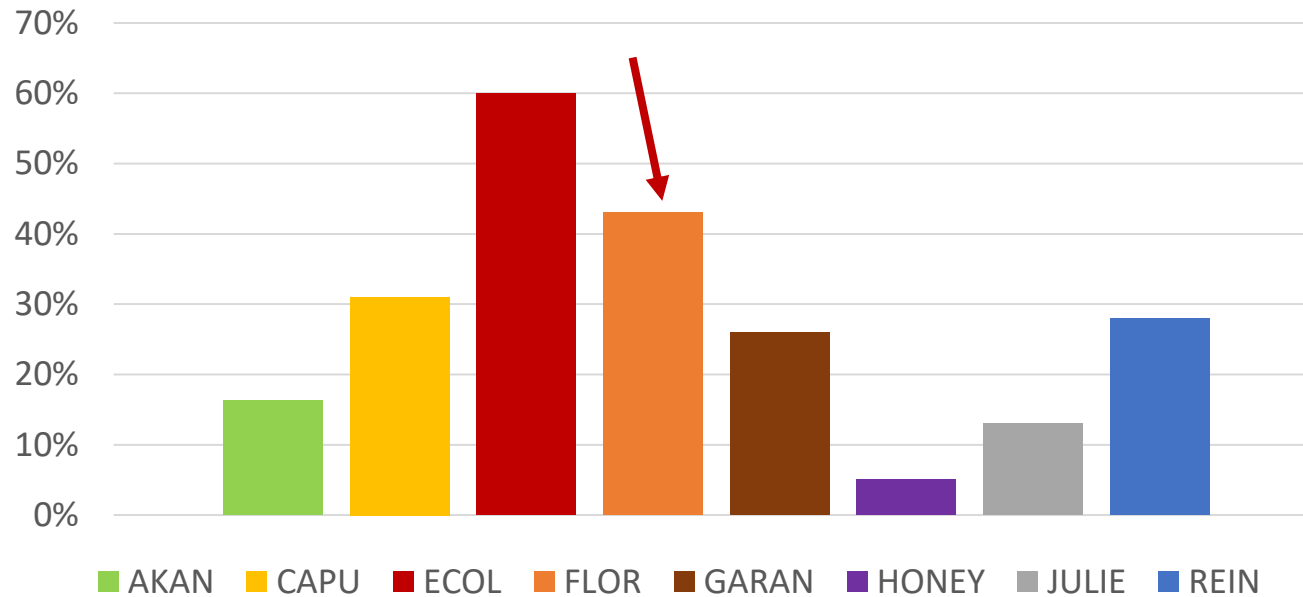


% de dégâts récolte 2025

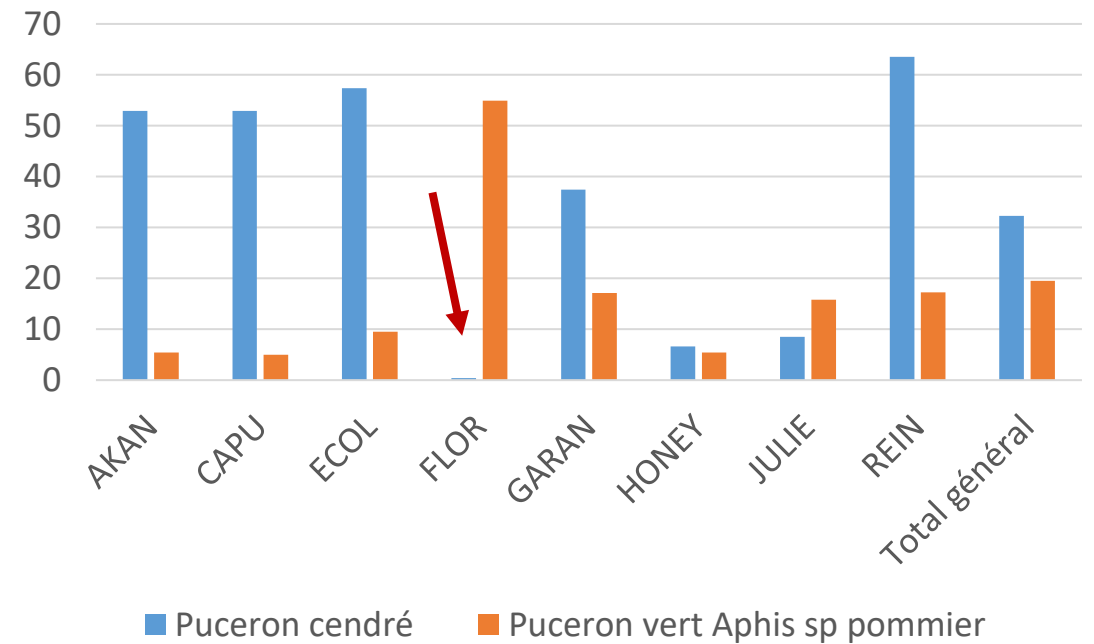


## ➤ Maitrise du puceron cendré du pommier - Verger circulaire

Taux infestation par les fondatrices de puceron cendré en 2025



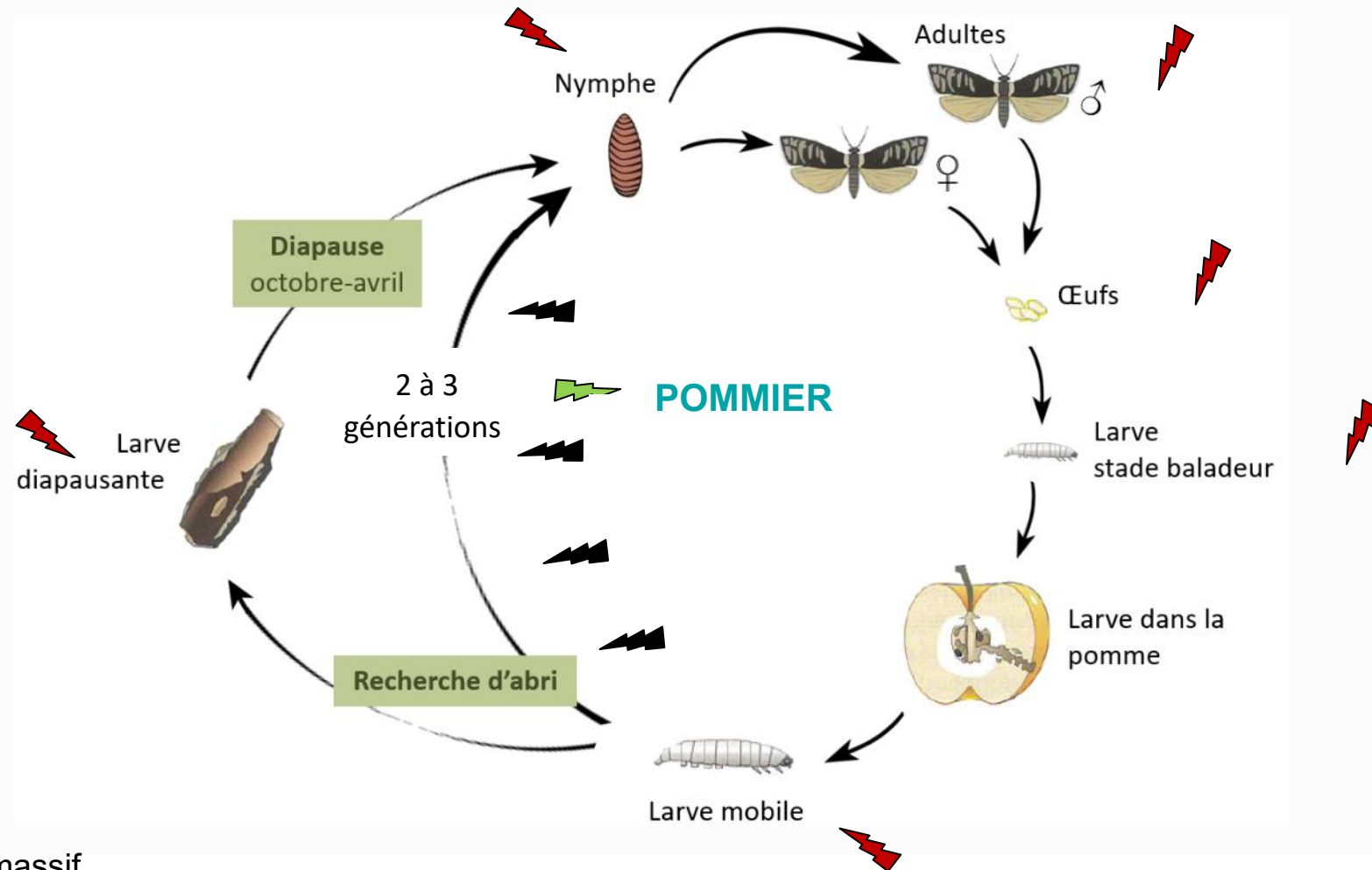
Nombre moyen de pucerons par rameau en 2025



## Exemple carpocapse *Cydia pomonella*



# Cycle biologique du carpocapse *Cydia pomonella* d'après Ricard et al. (2012)



Piégeage massif



Action des auxiliaires (prédateurs, parasitoïdes / généralistes, spécialistes), à favoriser par des ressources alimentaires et des habitats



Pommier 'évitant' la dernière génération

# Les choix réalisés dans le verger diversifié INRAE Gothenon

*en vue de limiter le carpocapse*

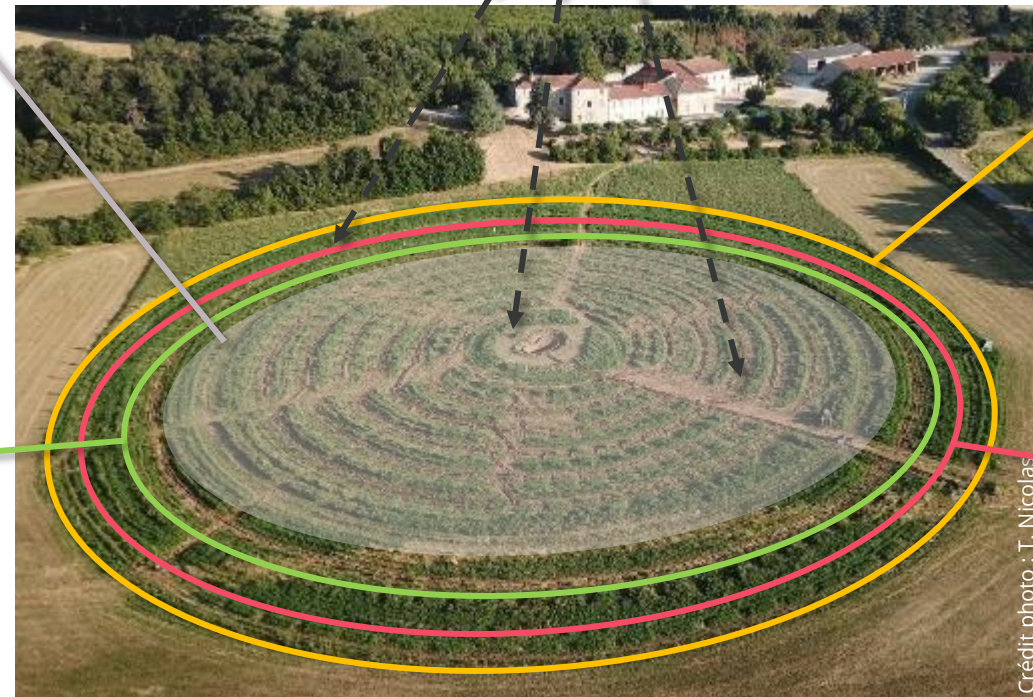
Piégeage massif et augmentorium



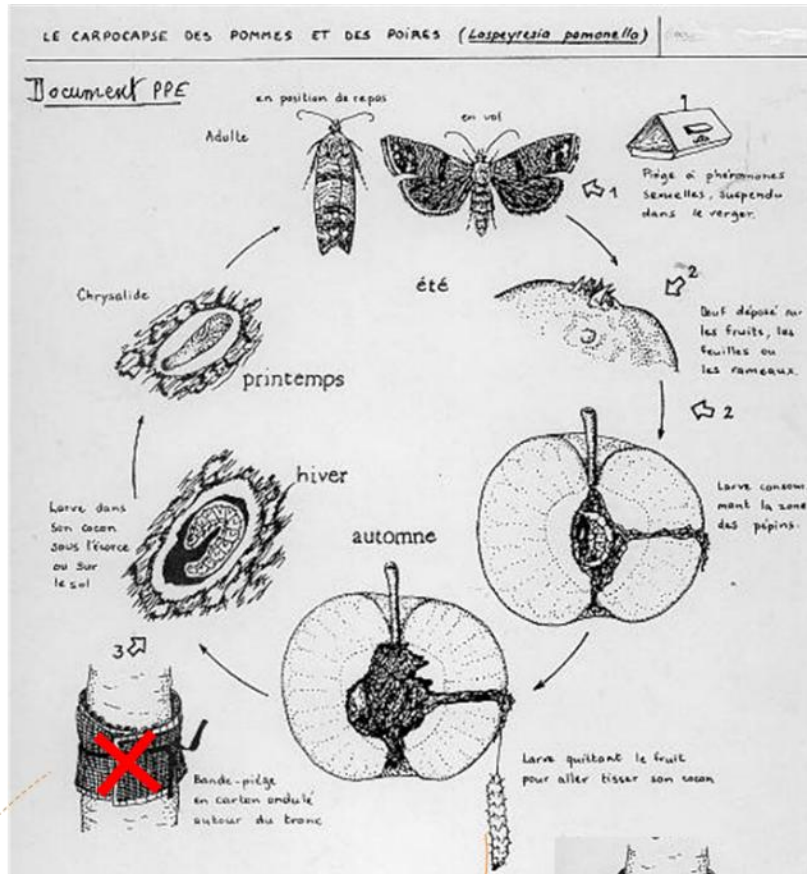
Barrière végétale et ressources pour les auxiliaires

Barrière végétale

Variétés pommiers précoce évitant ~1.5 générations de carpocapse



# Piégeage massif et 'augmentorium'

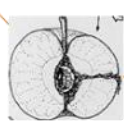
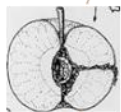
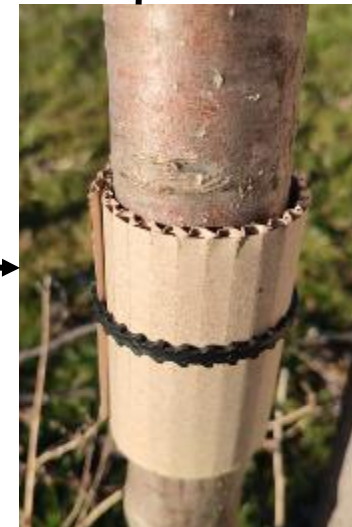


G1

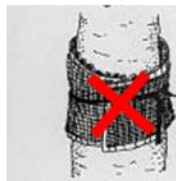


Parasitoïde le plus courant à Goheron : *Ascogaster quadridendata*

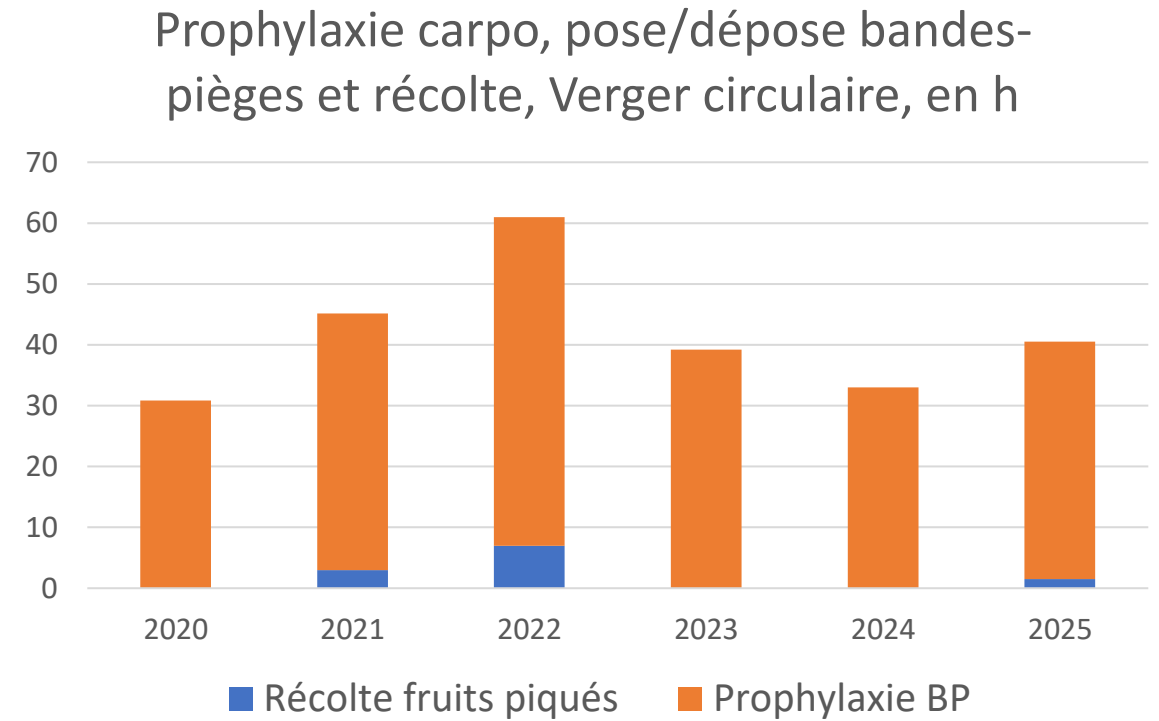
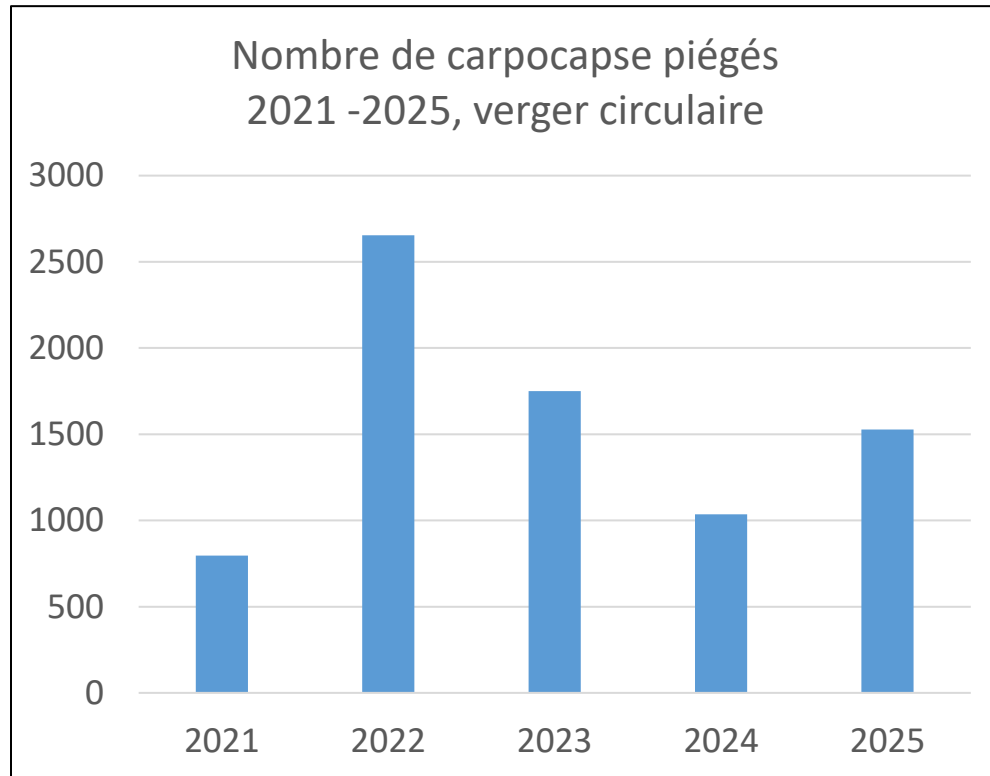
Cf thèse Mariline Maalouly  
<https://theses.hal.science/teI-01124267/document>



G3



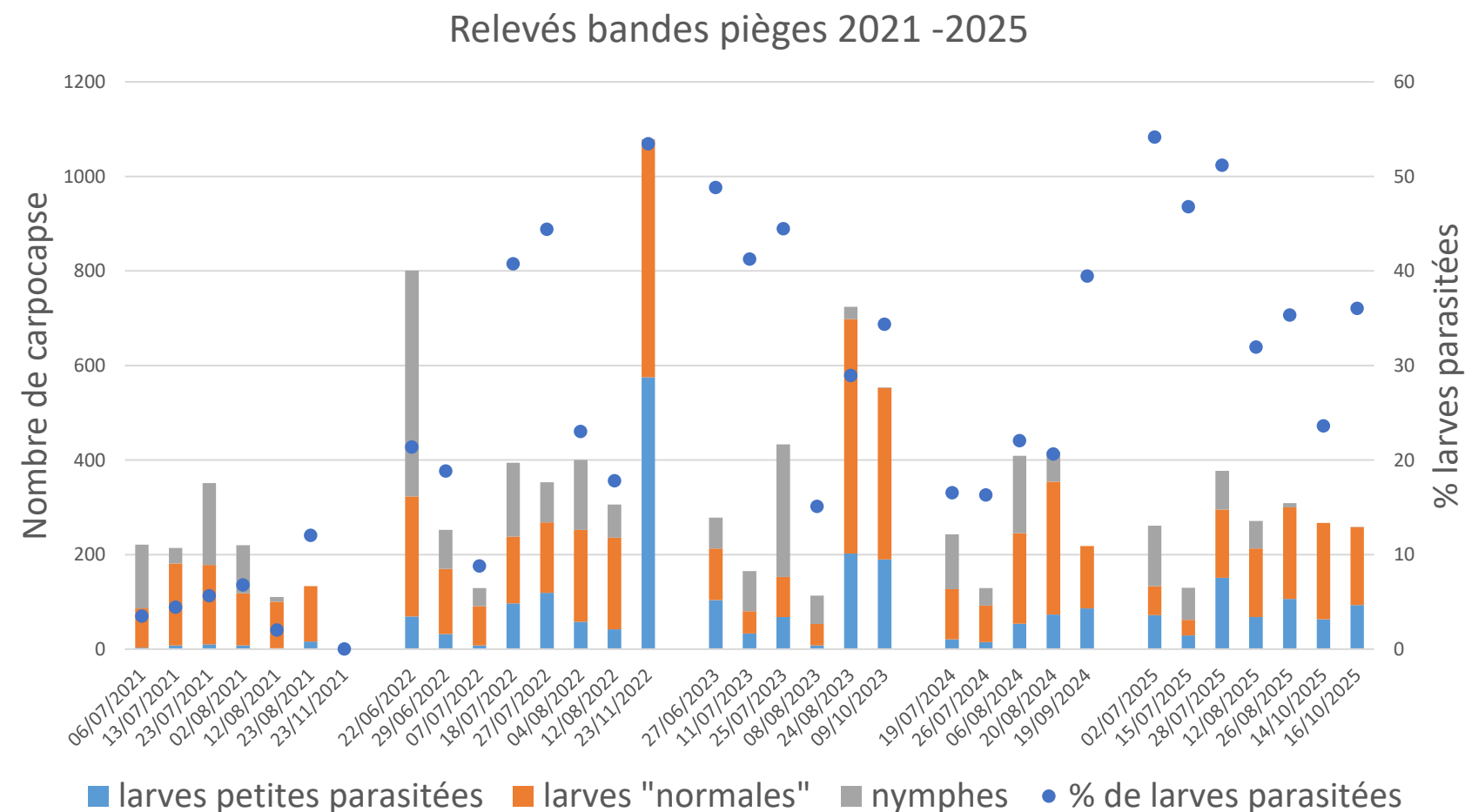
# Piégeage massif et 'augmentorium'



2022 : calage de la technique

5 à 8 relevés par an en fonction du cycle du carpocapse (~220 arbres)

# Piégeage massif et 'augmentorium' pour la gestion du carpocapse



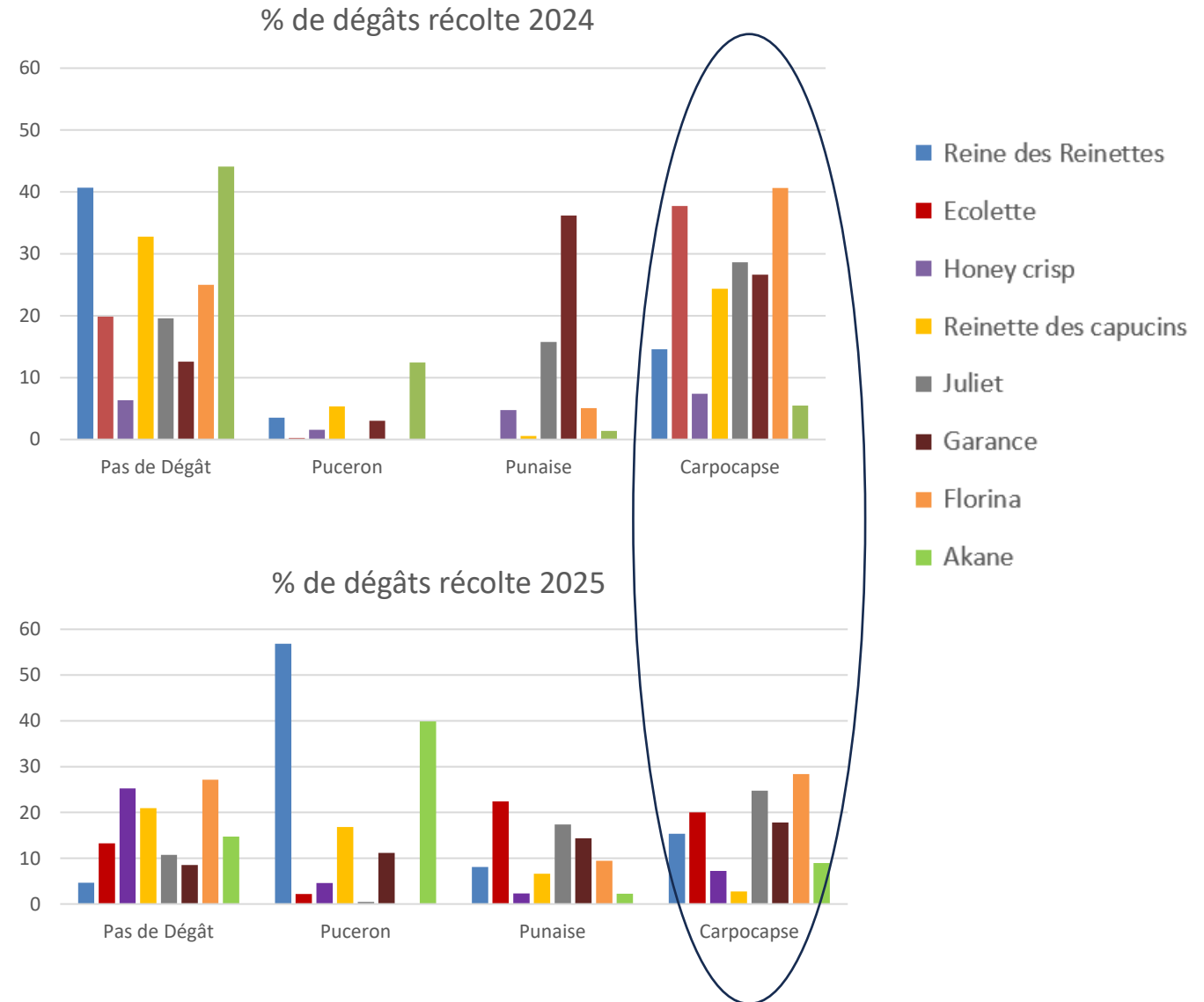
## ➤ Maitrise des bioagresseurs (2018-2025) Pommiers verger circulaire

|                        | 2018          | 2019          | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|------------------------|---------------|---------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>POMMIER</b>         |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Puceron cendré         |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Puceron vert pommier   |               |               |      |      |      |      |      |      |
| ➔ Carpocapse           | pas de fruits | pas de fruits |      |      |      |      |      |      |
| Punaises               | pas de fruits | pas de fruits |      |      |      |      |      |      |
| Zeuzère                |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Mouche méditerranéenne | pas de fruits | pas de fruits |      |      |      |      |      |      |
| Tavelure pommier       |               |               |      |      |      |      |      |      |
| Oïdium pommier         |               |               |      |      |      |      |      |      |

## ➤ Contrôle du carpocapse - Verger circulaire

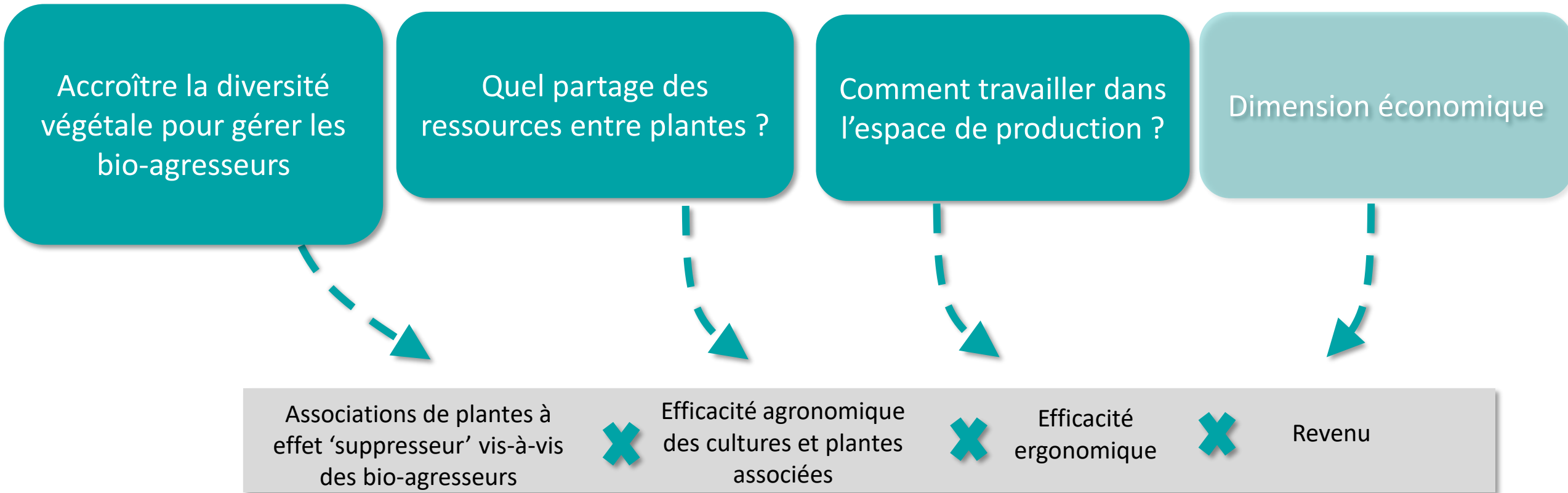
Des dégâts élevés MAIS  
-0 protection et 0 confusion  
-pas d'augmentation au fil des années

A confirmer dans la durée...





## ➤ Approche globale



Faire des compromis entre ces différentes dimensions...



Merci de votre attention !



Pour en savoir plus



<https://www.verger-circulaire-inrae.fr>

<https://www6.paca.inrae.fr/ueri>

<https://ecophytopic.fr/dephy/concevoir-son-systeme/projet-alto>

Contacts INRAE Goheron : [sylvaine.simon@inrae.fr](mailto:sylvaine.simon@inrae.fr); [solene.borne@inrae.fr](mailto:solene.borne@inrae.fr)



Tous crédits photo INRAE sauf mention contraire

# WEBINAIRES DEPHY FERME

C'est le moment  
d'échanger, à vous  
de jouer !



INRAE



ADABIO

Le réseau de  
l'agriculture  
biologique de l'Ain,  
l'Isère, la Savoie et  
la Haute-Savoie



AGRIBIO  
RHÔNE & LOIRE

Action de la stratégie Ecophyto 2030 pilotée par les ministères chargés de l'Agriculture, de l'Environnement, de la Santé et de la Recherche, avec le soutien financier de l'Office français de la biodiversité et de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

Financé dans le cadre  
de la stratégie **ecophyto**



Avec le  
soutien  
financier  
de

