Les pucerons, biologie, cycle, méthodes de lutte

29.11.2022

Louis HAUTIER
Unité Santé des Plantes et forêts
Département Sciences du vivant

l.hautier@cra.wallonie.be

iversité des pucerons : ~ 4 800 espèces dont 1 400 spp en Euro

Diversité de pucerons en betterave

- 34 espèces circulants en betterave (survey bacs jaunes IRBAB 2018)
- Espèces dominantes (14 sites & 5 semaines) :
  - *Aphis spp, Aphis fabae (n= 167)*
  - *Myzus persicae (n=21)*
  - *Protrama ranunculi (n=14)*

Source : https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons

Pomme de terre

Céréales

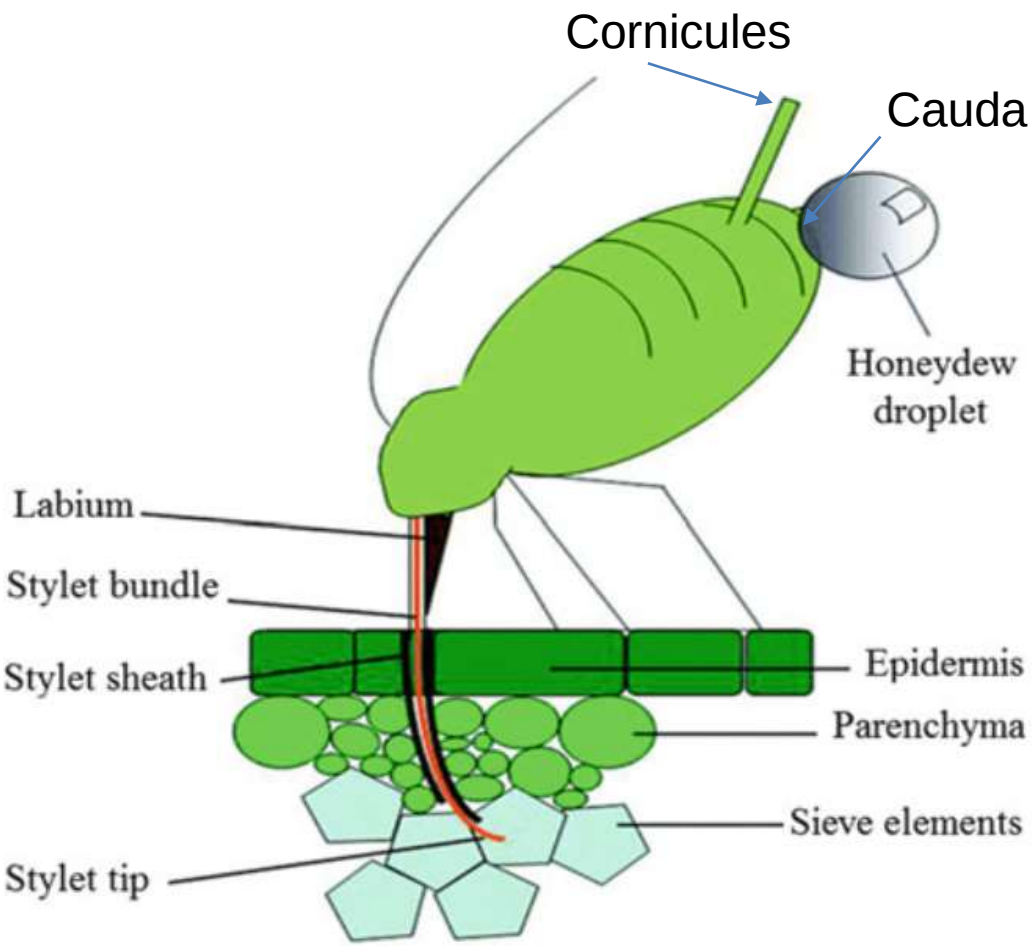
Vecteur BYDV ou JNO
Sitiobion avenae

Vecteur BYDV ou JNO & MMV
Salive toxique pour le maïs
Metopolophium dirhodum

Vecteur BYDV ou JNO
Rhopalosiphum padi

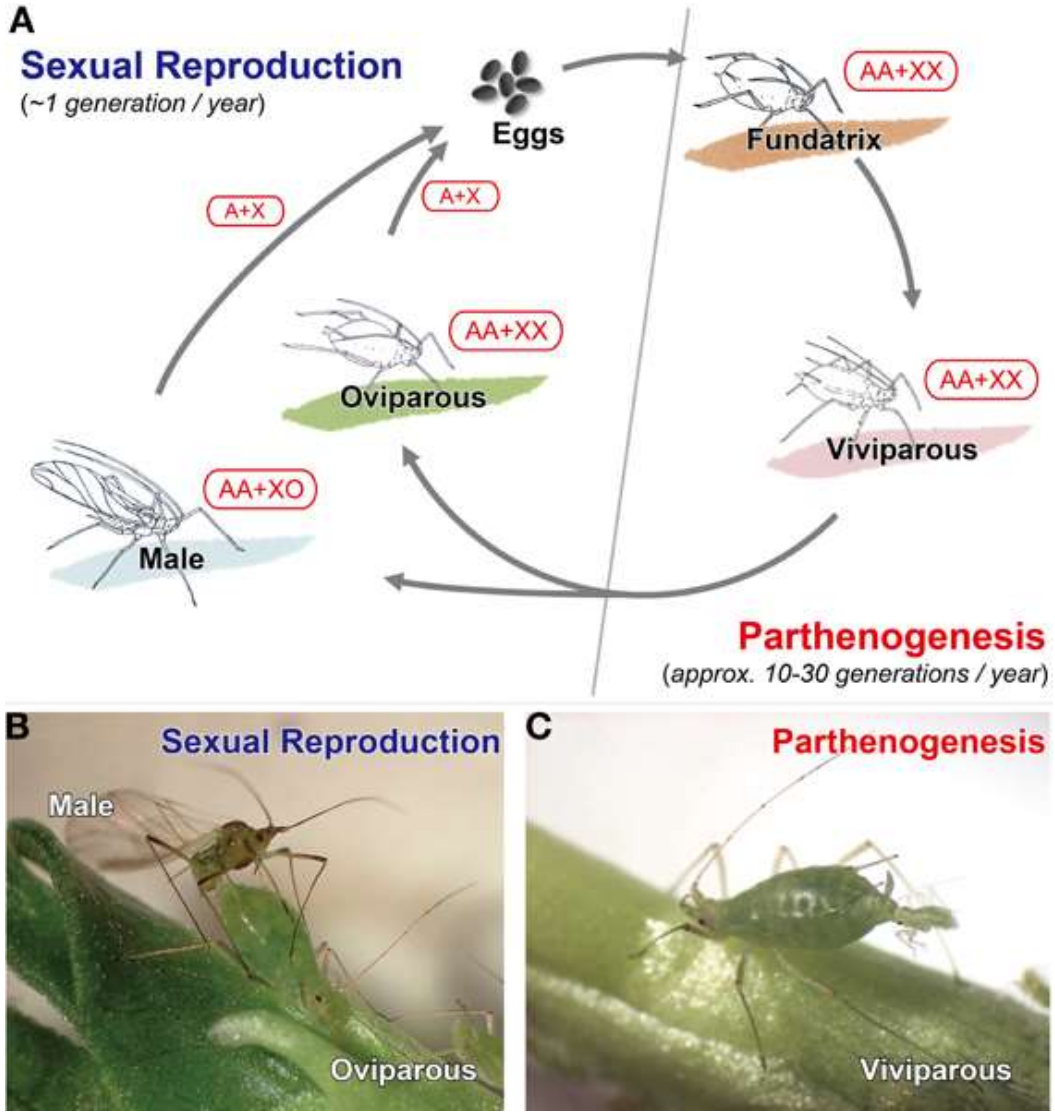
Qu’est-ce qu’un puceron ?

Puceron = insecte piqueur-suceur (Hémiptères, Aphidoidea)



Source : Guerrieri E & Digilio MC (2008). J Plant Interaction

Cycle biologique : reproduction

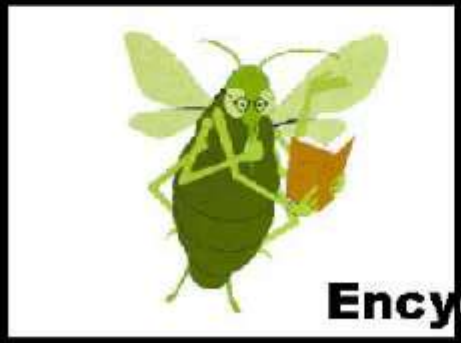


Cycle complet
(holocycle) =
1 génération sexuée
+ plusieurs asexuées

Cycle incomplet
(anholocycle) =
Uniquement
génération asexuée

Source : Ogawa K & Miura T (2014). Frontiers in Physiology.

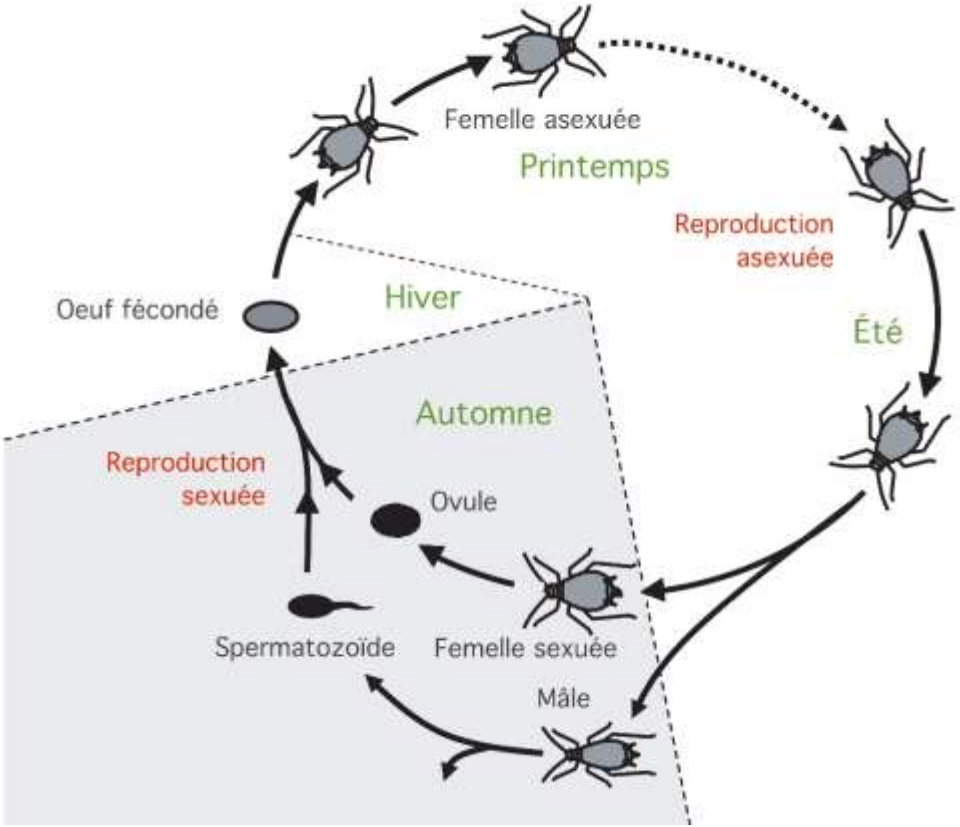
Reproduction par parthénogenèse « larviposition »

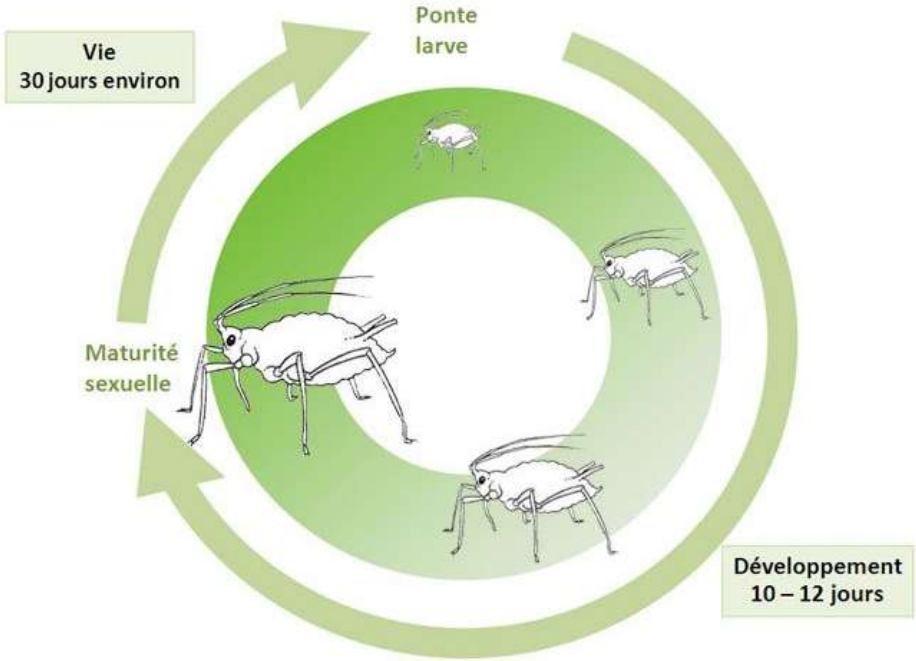


Encyclop'APHID

Cycle biologique : reproduction

10-120 jours
Moyenne 50-60 jours





Pour devenir adulte, un puceron à besoin ~120° C*jour (soit 10 jours à 12° C ou 6 jours à 20° C)

http://ephytia.inra.fr/

www.futura-sciences.com

Fécondité élevée ! (stratégie r)

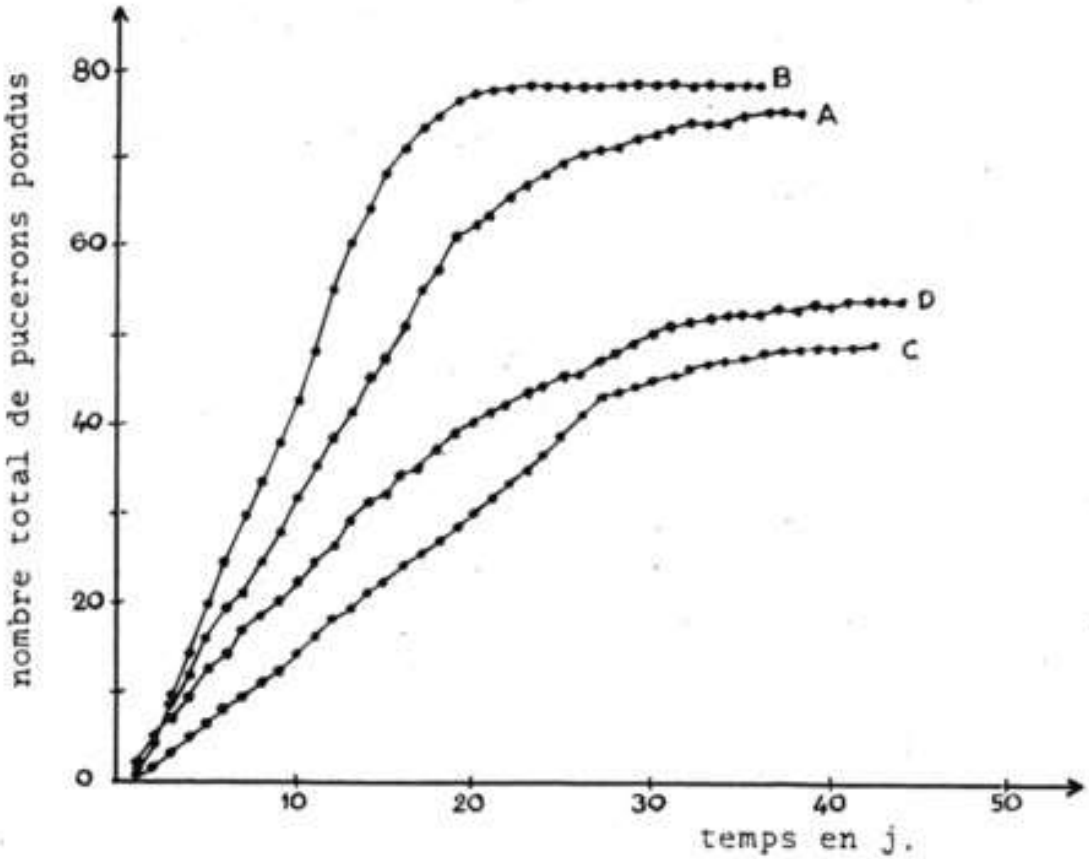


Fig. 5. — Courbes cumulatives de la fécondité en fonction de l'âge des mères sur Chou âgé (A. B) et jeune Chou (C. D).

Longévité et fécondité chez *Myzus persicae* Sulzer, élevé au laboratoire.

Fécondité moyenne par individu par jour : 1,4 à 2,5

1femelle génère ~40 à 80 pucerons

Legay J-M, De Reggi L (1964) la Société Linnéenne de Lyon 33:256–263.

Photo L. Hautier

Cycle biologique : hôtes

Puceron diécique

Myzus persicae

Hôte I : pêcher ou prunier,

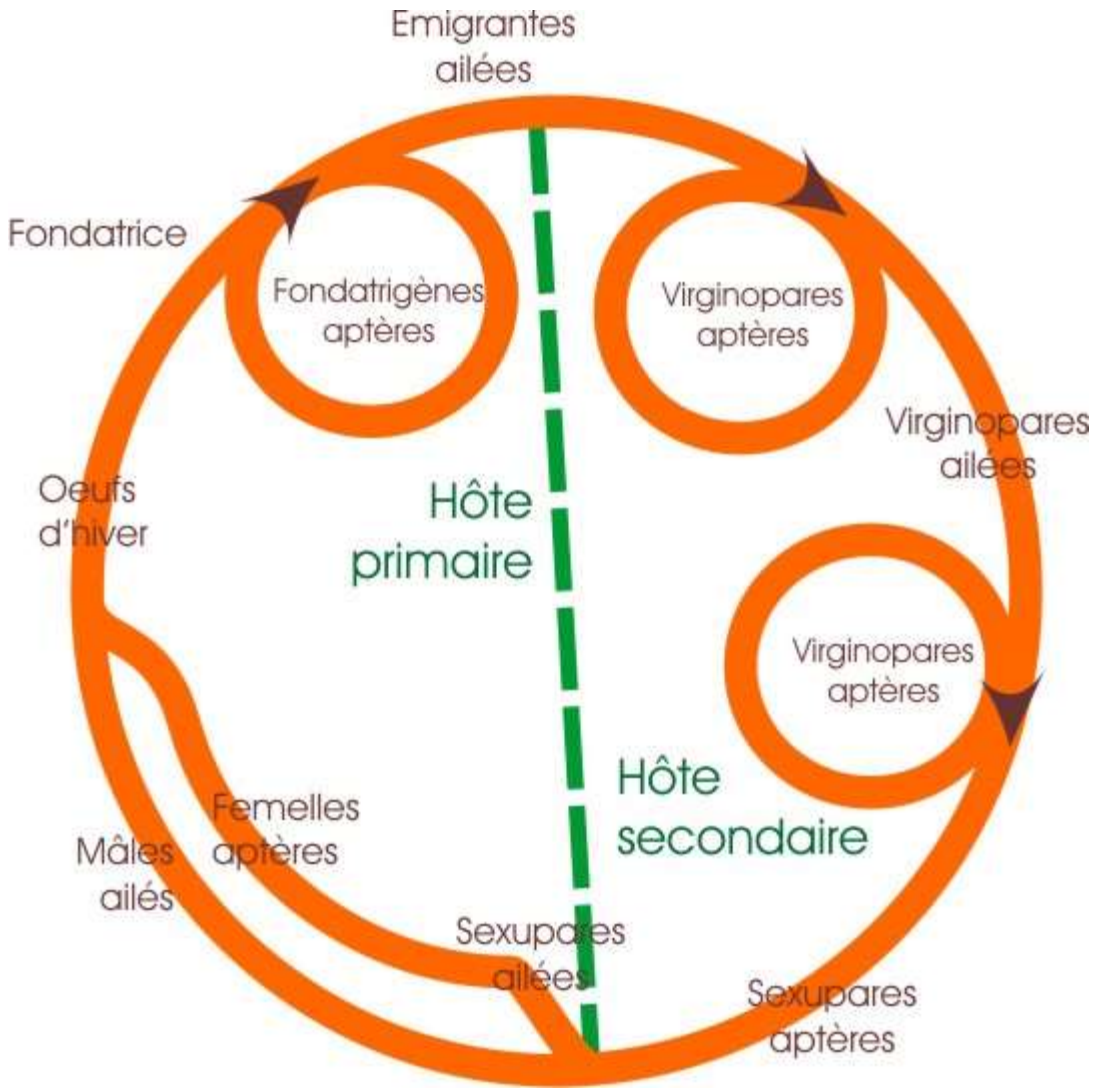
Hôte II : plantes herbacées comme la pomme de terre

Vs.

Puceron monoecique

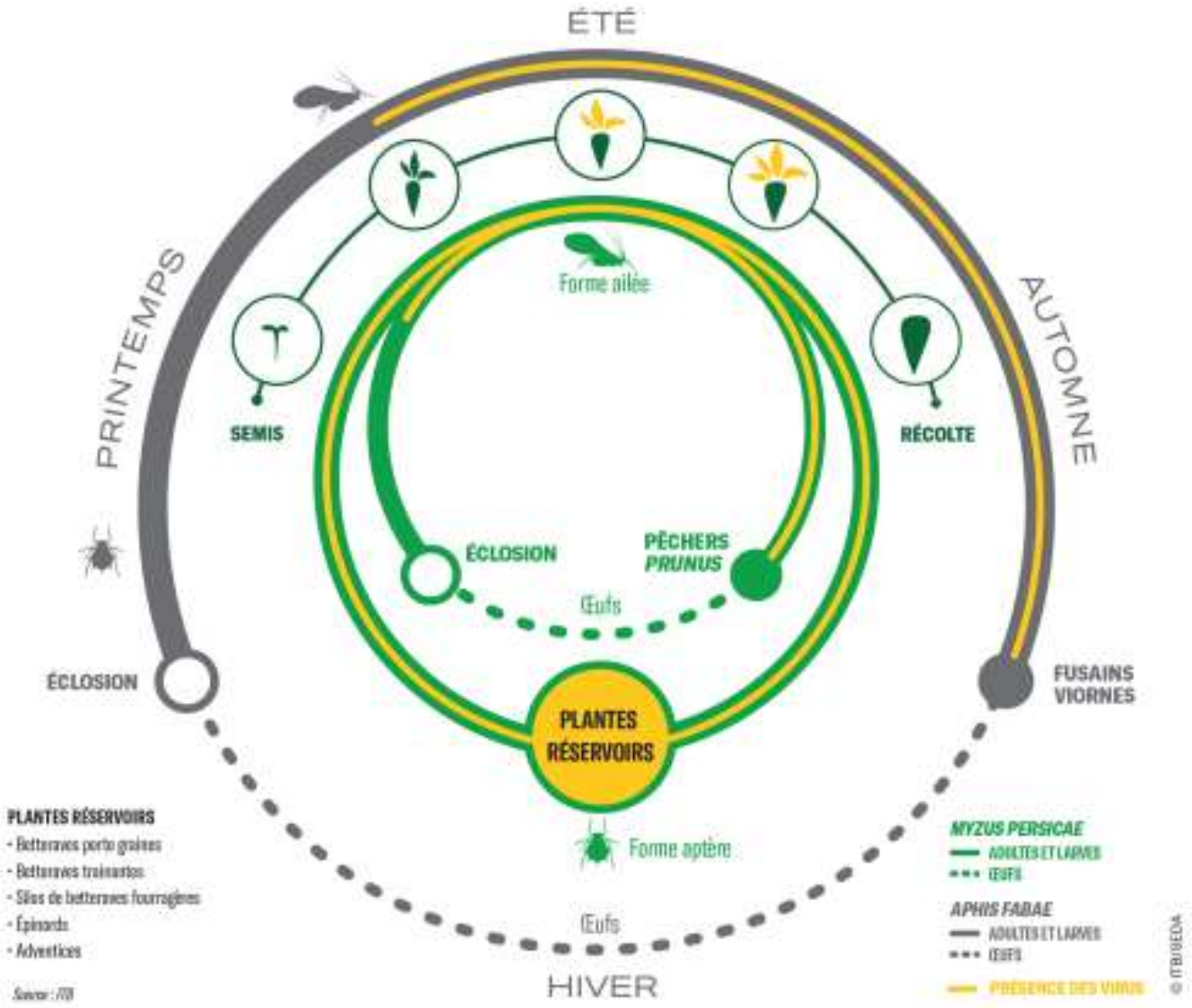
Brevicoryne brassicae

Hôte : crucifères



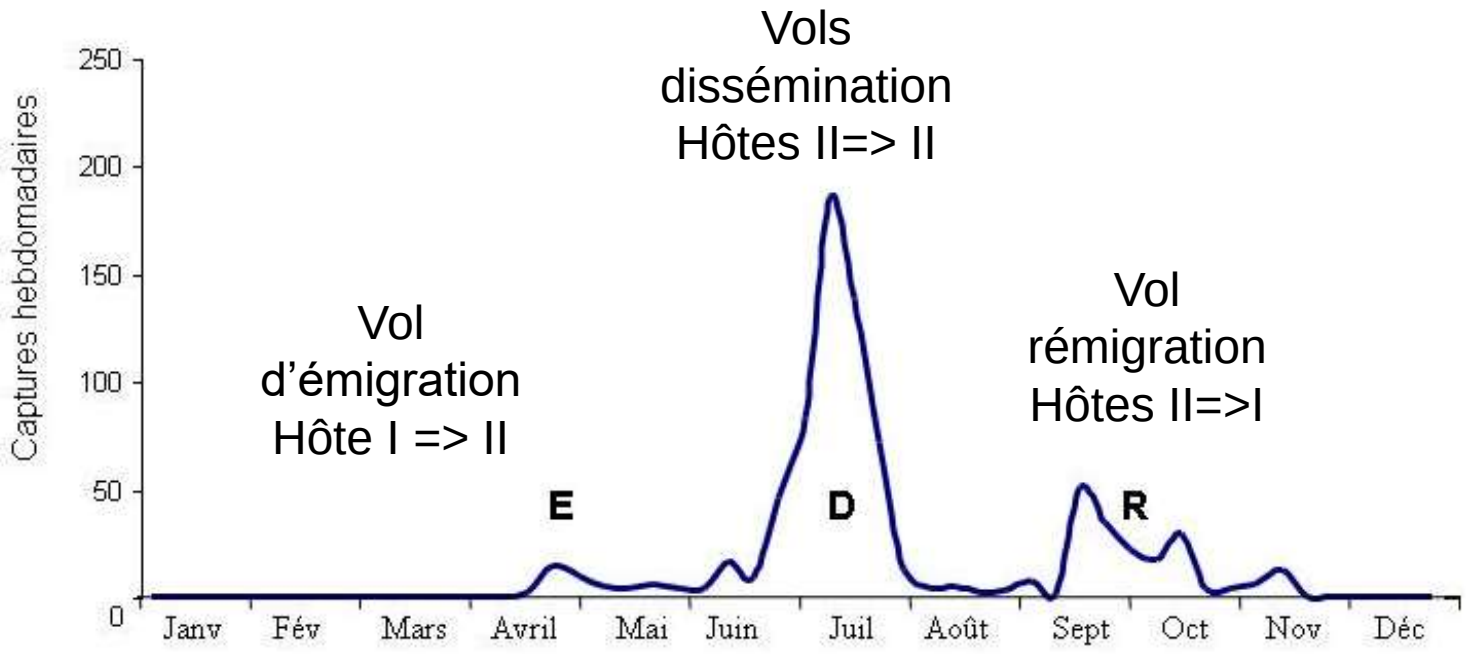
Source : http://taste.versailles.inra.fr/inapg/aphidsmania/viepuceron/reproduction_details.htm

Cycle de *M. persicae* & *A. fabae*



Source ITB

Formations des ailés chez une espèce holocyclique dioecique: *M. persicae*



Les trois périodes de vol observées chez *Myzus persicae* le puceron vert du pêcher

https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons

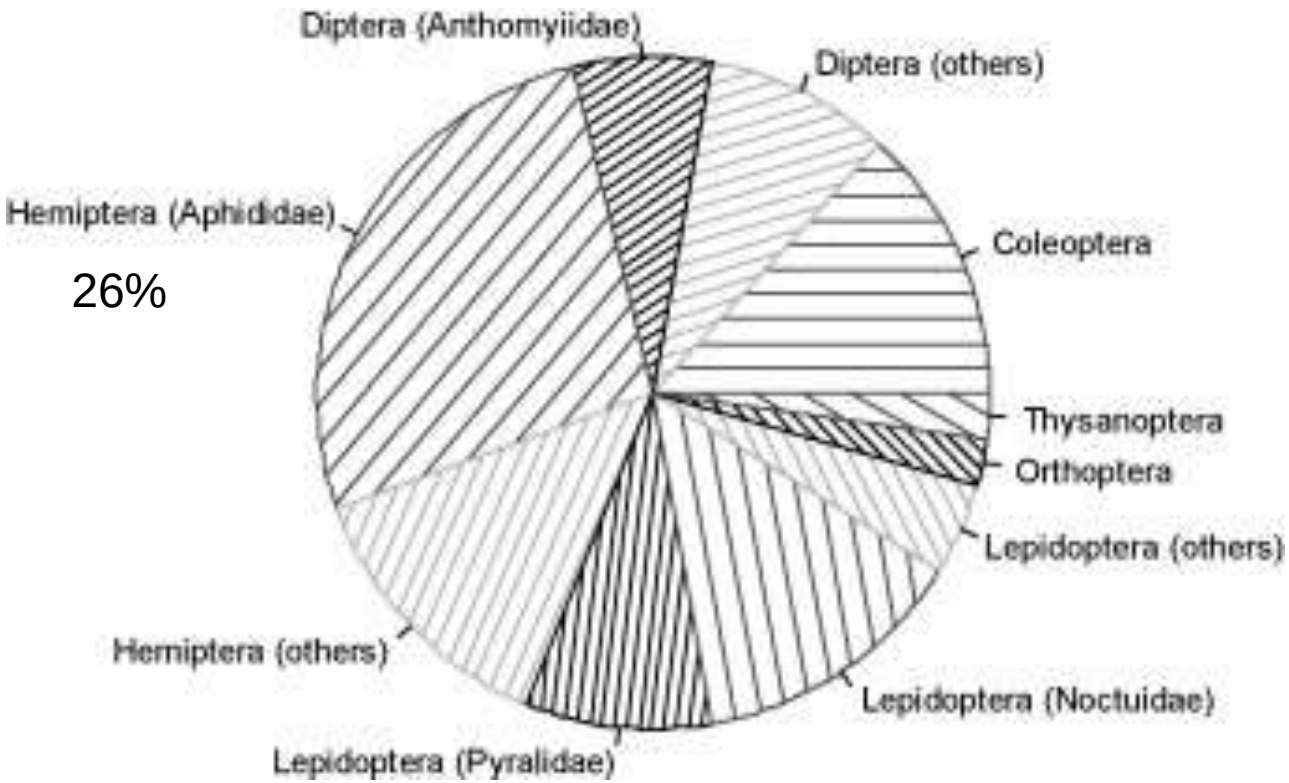
Pucerons femelles issus par parthénogenèse

Fig. 1. Wingless and winged parthenogenetic females of the peach-potato aphid, *Myzus persicae*

Source : Ogawa K & Miura T (2014). Frontiers in Physiology.

Nuisibilité des pucerons ?

Repartition of the taxonomic order of the 45 major insect pests



Source Dedryver C-A, Le Ralec A, Fabre F (2010). Comptes Rendus Biologies

Nuisibilité : Prélèvement de sève

- Affaiblissement de la plante :
  => Problème de remplissage => échaudage, diminution rendement

- Salive toxique : *Metopolophium dirhodum* en maïs

Nuisibilité : Miellat => Fumagine

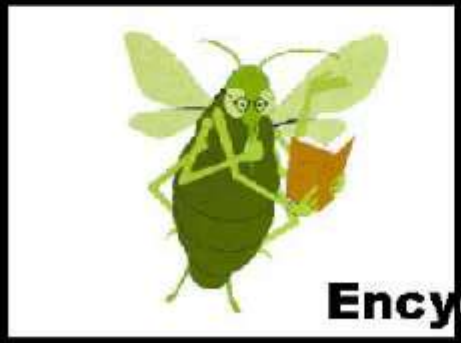
Miellat

> excès de sucre produit par insectes piqueurs-suceurs (pucerons, les aleurodes et les cochenilles)

> support pour le développement de moisissures (fumagine)(*Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Capnodium* sp., *Penicillium* sp)

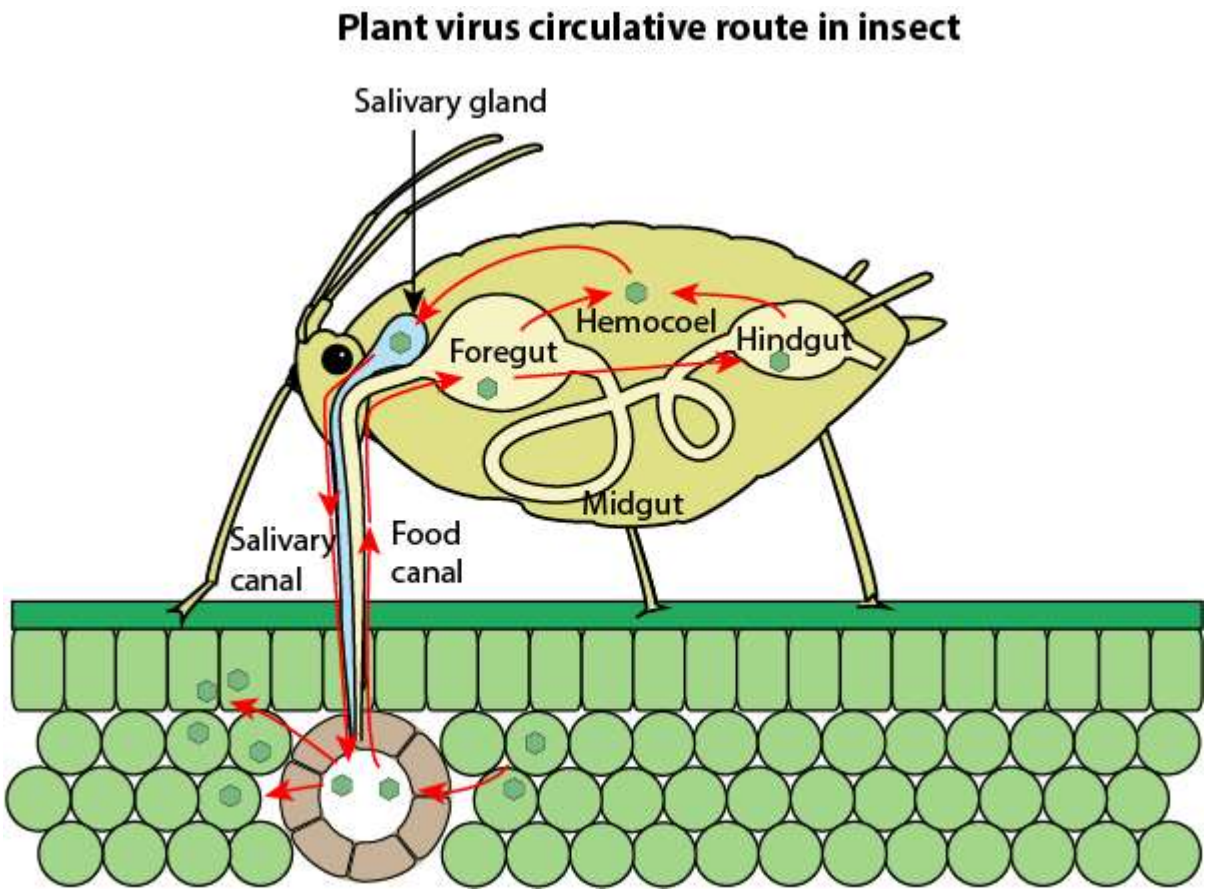
> Fumagine => écran => Pertube la photosynthèse

Production de miellat

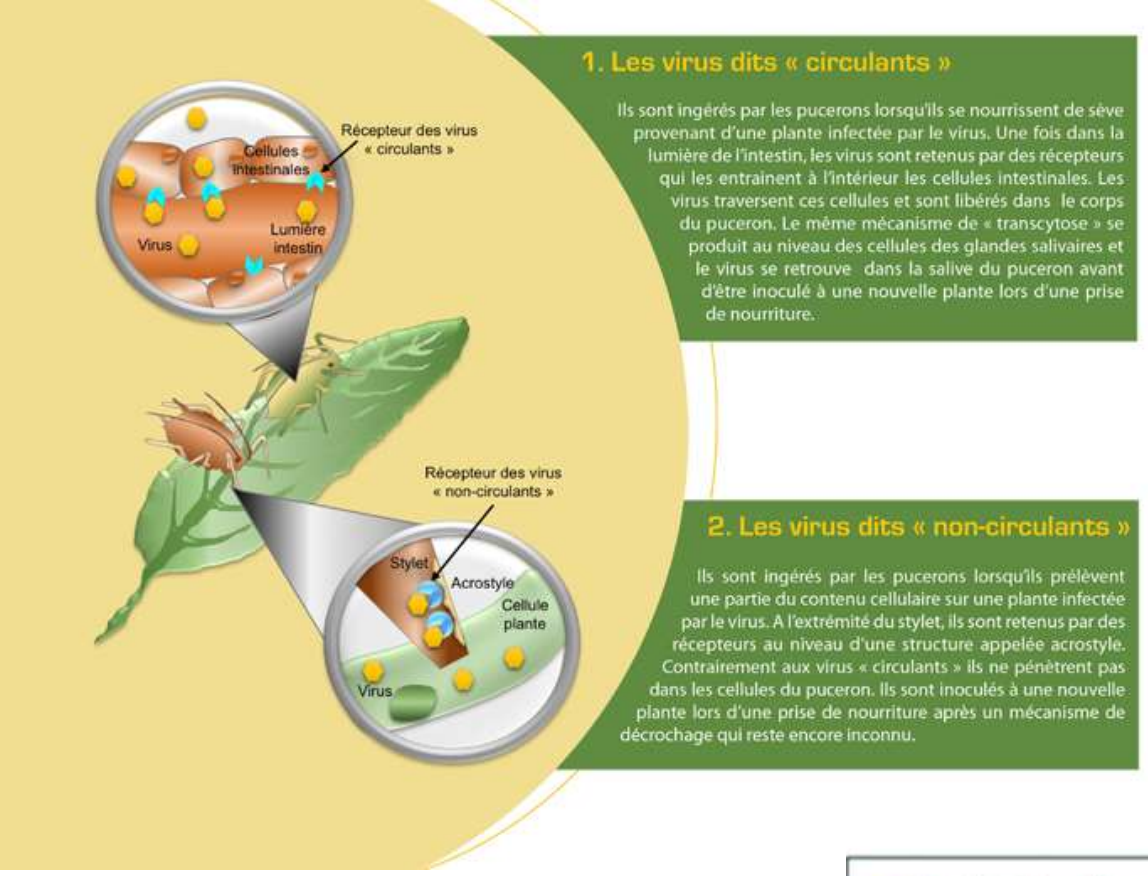


Encyclop'APHID

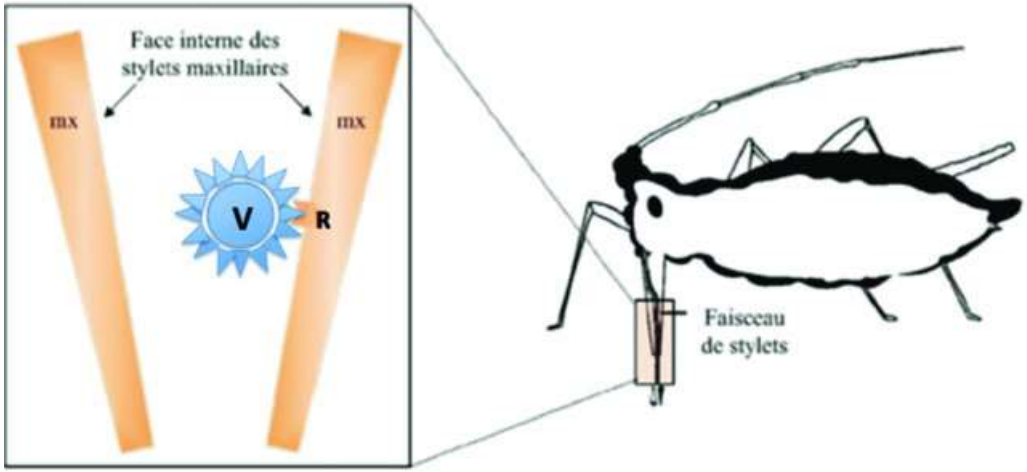
Nuisibilité : viroses transmisses



https://viralzone.expasy.org/3738

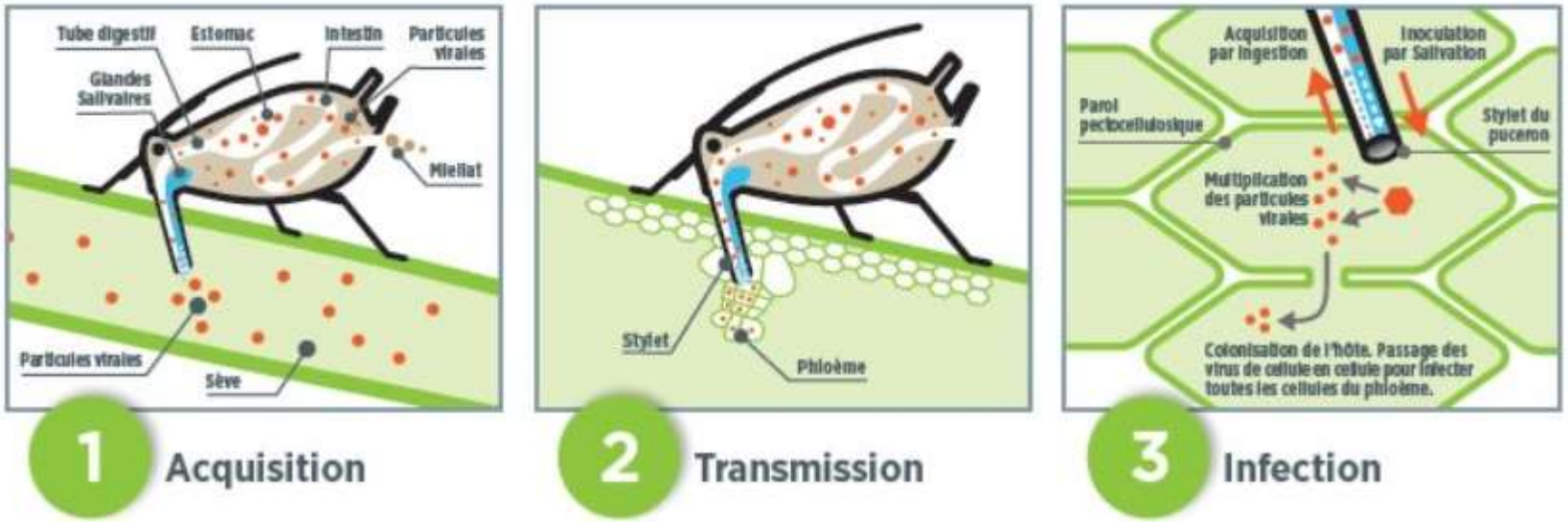


Virus persistants (Beet mild yellowing virus, BMYV) vs. non-persistants (Potato Virus Y, PVY)



https://www.inrae.fr/actualites/sante-plantes-pistes-empecher-transmission-virus-pucerons, M. Mulot 2018

LES ÉTAPES DE LA CIRCULATION DES POLEOVIRUS.



(1) Prélèvement des particules virales et accumulation dans le corps (persistant) ou dans les pièces buccales (semipersistant ~ 48h)
(2) Inoculation par la salive lors des piqûres d'alimentation (salive contaminée)
(3) Virus pénètre dans la cellule suite à la piqûre, se multiplie, s'accumule et circule dans la plante

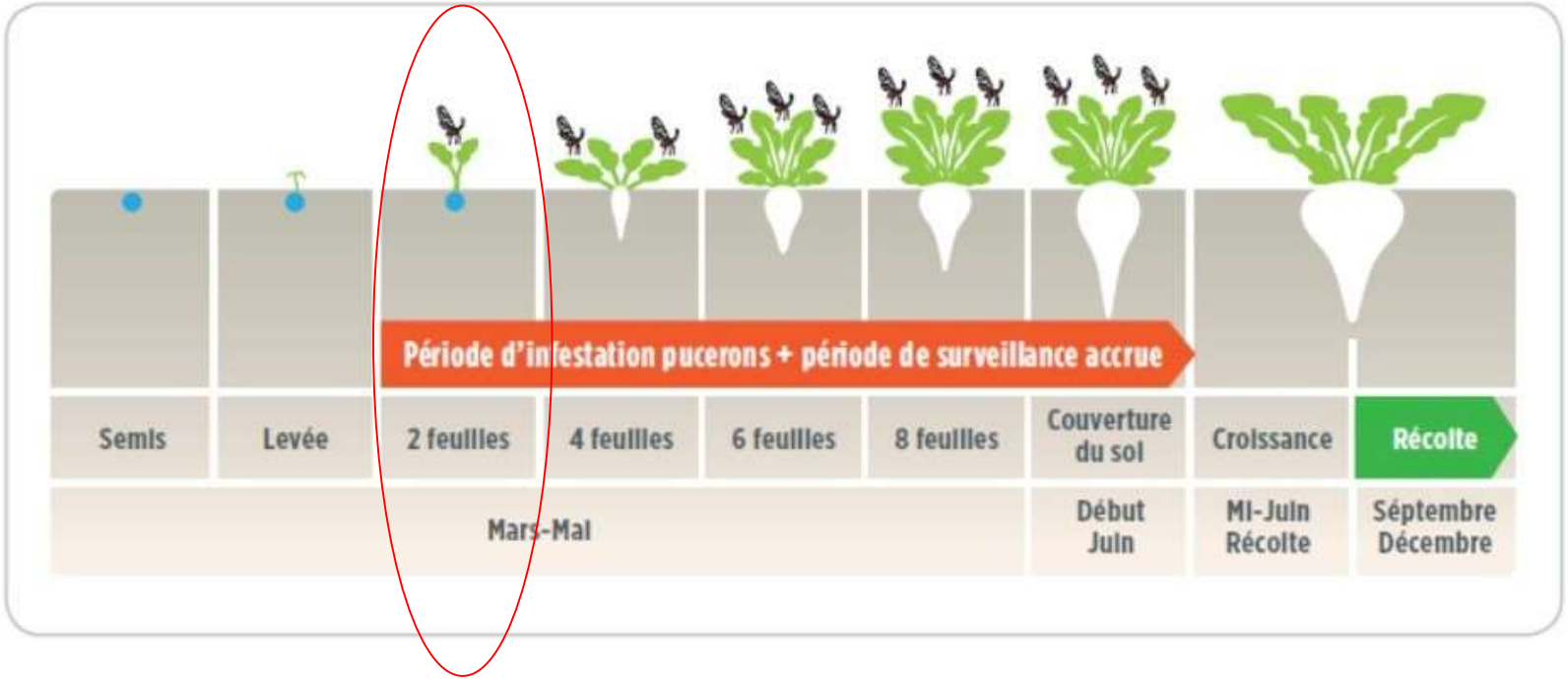
ABBRÉVIATION	NOM ANGLAIS	NOM FRANÇAIS	GENRE	VECTEUR PRINCIPAL	MODE DE PROPAGATION
BMYV	Beet Mild Yellowing Virus	Virus de la jaunisse modérée	Polerovirus	*M.Persicae*	Persistant non propagatif
BYV	Beet Yellow Virus	Virus de la jaunisse grave	Closterovirus	*M.Persicae* *A.fabae*	Semi-persistant non propagatif
BWYV*	Beet Western Yellow Virus	Virus de la jaunisse occidentale	Polerovirus	*M.Persicae*	Persistant non propagatif
BChV	Beet chlorosis Virus	-	Polerovirus	*M.Persicae*	Persistant non propagatif

* Non présent en Europe.

Source www.sv-online.fr

Période de risque

La période de risque correspond à la durée de vol, croisée avec le stade de sensibilité de la betterave qui peut être affectée par les pucerons. Elle commence dès l'apparition des premiers pucerons dans la parcelle soit du stade 2 feuilles jusqu'à la couverture du sol.



BBCH12

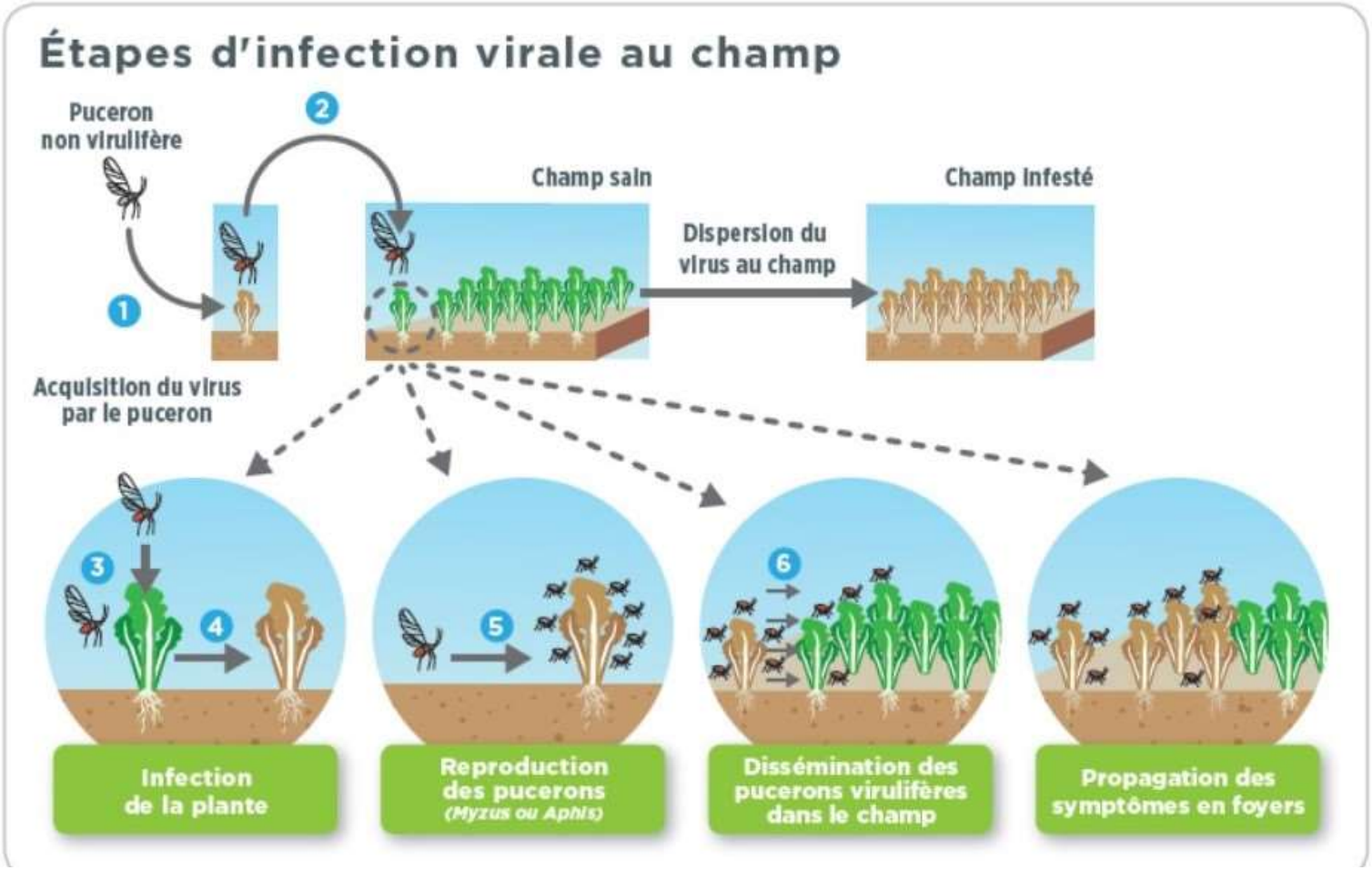
Source www.sv-online.fr

Les étapes d'infection au champ

1 - Vol de pucerons *Myzus Persicae* sur champ de betteraves à partir du stade 2 feuilles.

2 - Infection primaire : Arrivée des pucerons ailés dont certains sont virulifères (en rouge) et vont contaminer les plantes.

3 - Dissémination secondaire : Elle va se faire par des pucerons aptères (*Aphis fabae*) en forme de taches autour des foyers de contamination. Les jeunes aptères devenus trop nombreux colonisent les plantes adjacentes propageant le virus s'ils sont virulifères.



Source www.sv-online.fr

Ronds de jaunisse en betteraves

Source ITB

Jaunisse nanisante de l’orge (JNO)

vecteur *Rhopalosiphum padi* + virus BYDV

Facteurs favorables aux pucerons ?

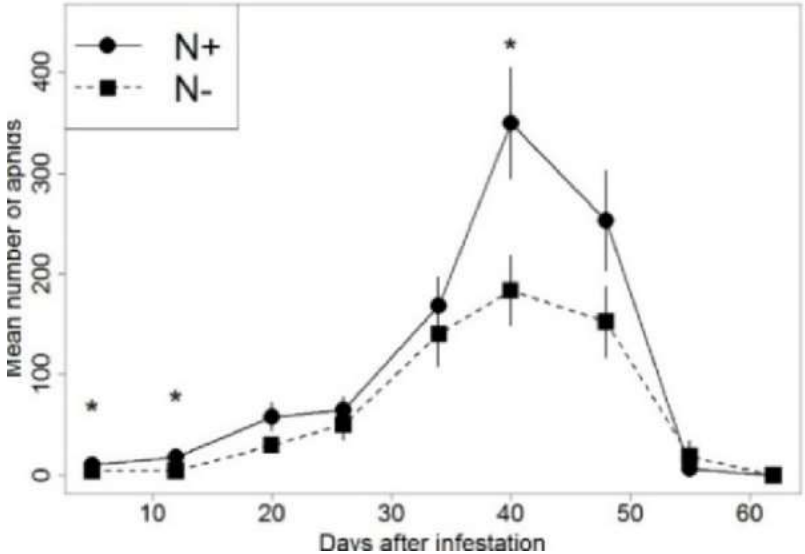
Facteurs favorables

- **Température optimale de multiplication**
  - ~ 20- 22° C
  - ↑ 2° C => 18 => 23 générations

- **Excès d'azote**

- **(Fourmis >< auxiliaires)**

Effects of nitrogen fertilization and vegetative growth on the population dynamics of the aphid, *Myzus persicae* , in the peach tree, *Prunus persica*



Rousselin A, Sauge MH, Vercambre G, et al (2016) Acta Hortic 137–144. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1137.19

Research Article

Pest Manag Sci 2019; **75**: 466–475

Received: 10 January 2018 Revised: 6 July 2018 Accepted article published: 12 July 2018 Published online in Wiley Online Library: 3 September 2018

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.5140

Elevated temperature reduces wheat grain yield by increasing pests and decreasing soil mutualists

Baoliang Tian,[a] Zhenzhen Yu,[a] Yingchun Pei,[a] Zhen Zhang,[a] Evan Siemann,[b] Shiqiang Wan[a] and Jianqing Ding[a*]

Modification de la phénologie et de la dynamique de la population de pucerons

Effet de la température à plusieurs niveaux !

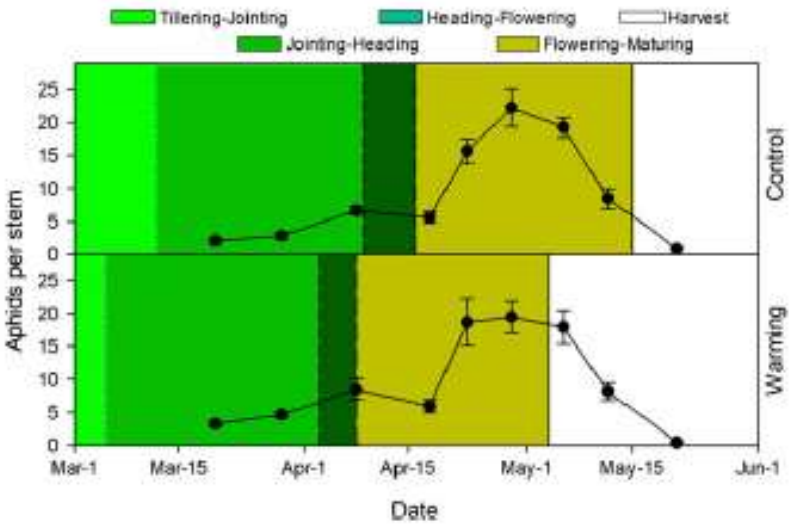


Figure 7. Effects of warming treatment on wheat phenological phase and aphid population dynamics. Lines with errors indicate the number of aphids per stem (means ± standard error) in year two (2016–2017). Different color squares indicate the phenological phases.

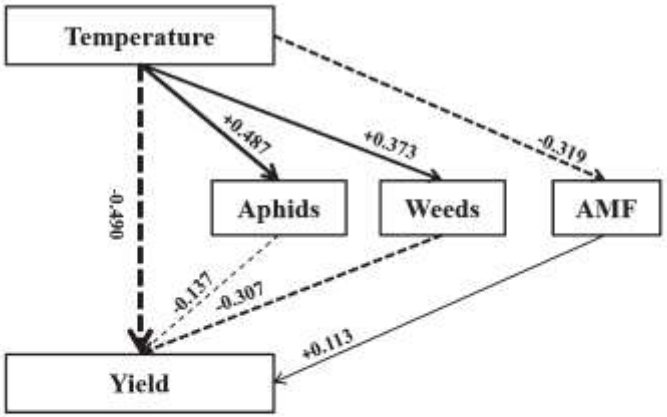
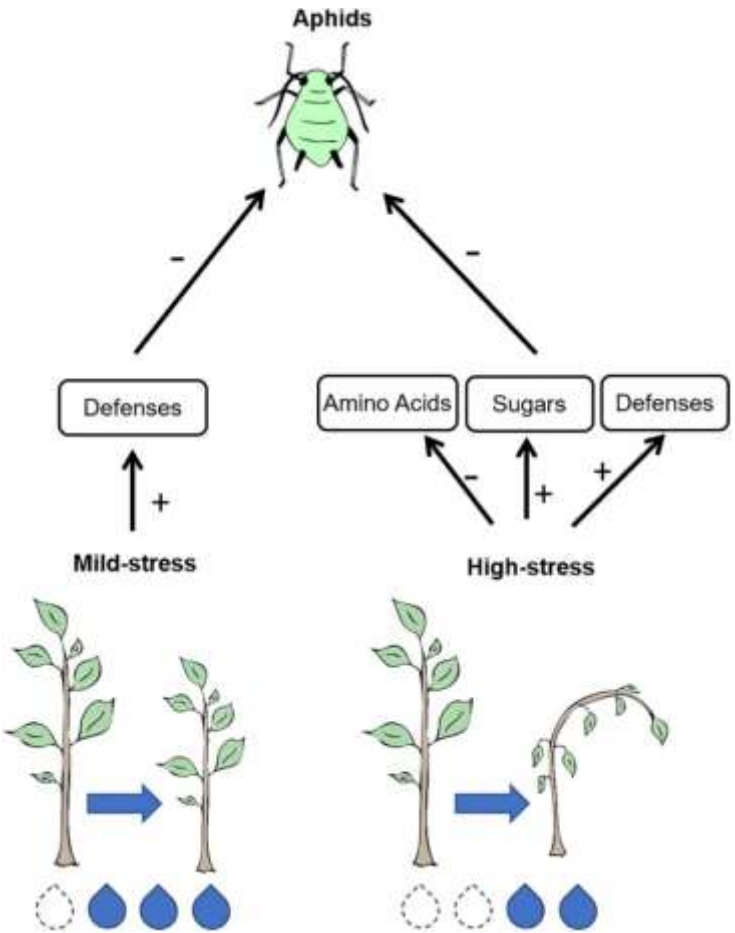


Figure 8. Effect of elevated temperature on aphids, weeds, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and yield. The results of structural equation modeling (SEM) showing the direct effect of varying soil temperature, and indirect effects via aphid abundance, AMF colonization, and weed abundance, on wheat yield in year one. Positive effects are shown with solid arrows and negative effects are shown with dashed arrows. The width of arrows and the numbers next to arrows indicate the strength of the effect as a standardized regression coefficient. All paths shown were significant at $P < 0.05$.

Facteurs défavorables aux pucerons ?

Abiotiques

- **Température arrêt de multiplication**
  - Tmin : < ~4° C
  - Tmax : > ~25-30° C
- **Sécheresse => Stress hydrique**
- **Pluies intenses**



Source: Kansman JT, Basu S, Casteel CL, et al (2022)

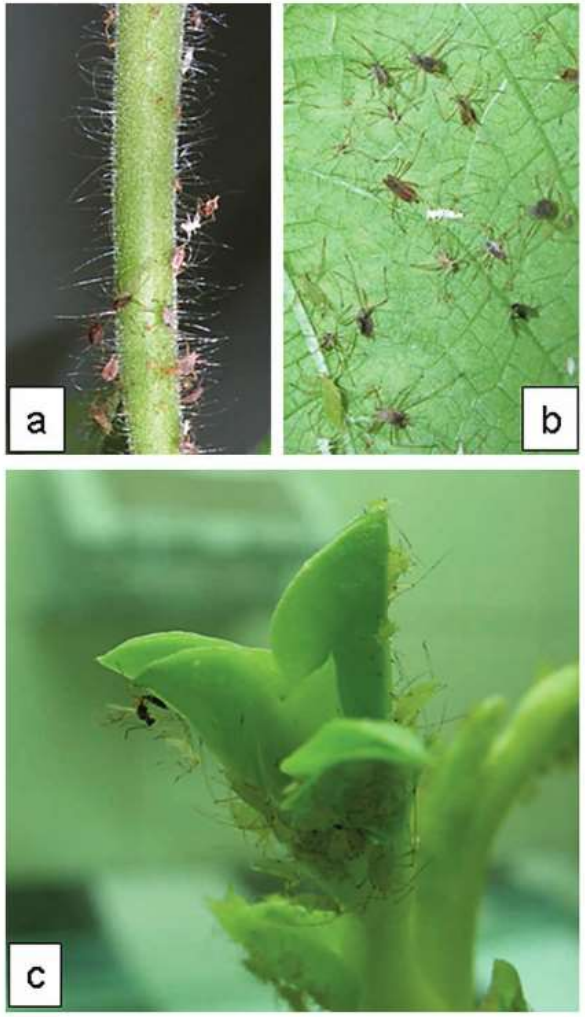
Biotiques

Plantes (défense directe)

- Structures: trichomes (a)
- Composés organiques :
  glycosides cyanogène (ex. prunasine) (b)
- Composé organiques volatiles (COV)

Organismes (défense indirecte)

- Entomophthorales
- Parasitoïdes (c)
- Prédateurs généralistes
- Prédateurs spécialistes (aphidiphages)



Source : Guerrieri E & Digilio MC (2008). J Plant Interaction

Variation in susceptibility of rapeseed cultivars to the peach potato aphid

Fig. 3 Cumulative proportion of *Myzus persicae* reaching phloem phase on *Brassica napus* cultivars studied

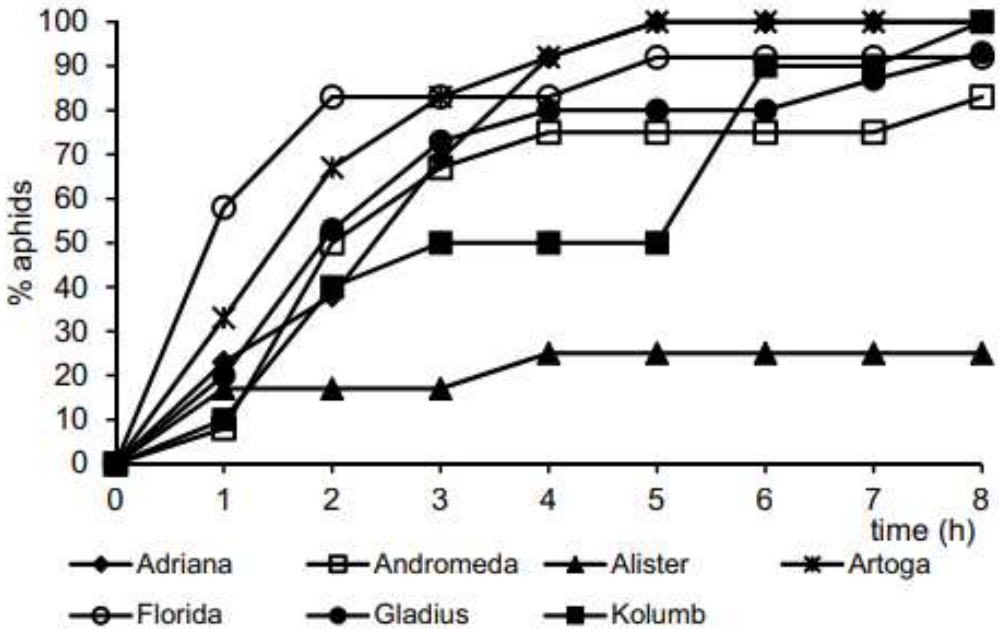
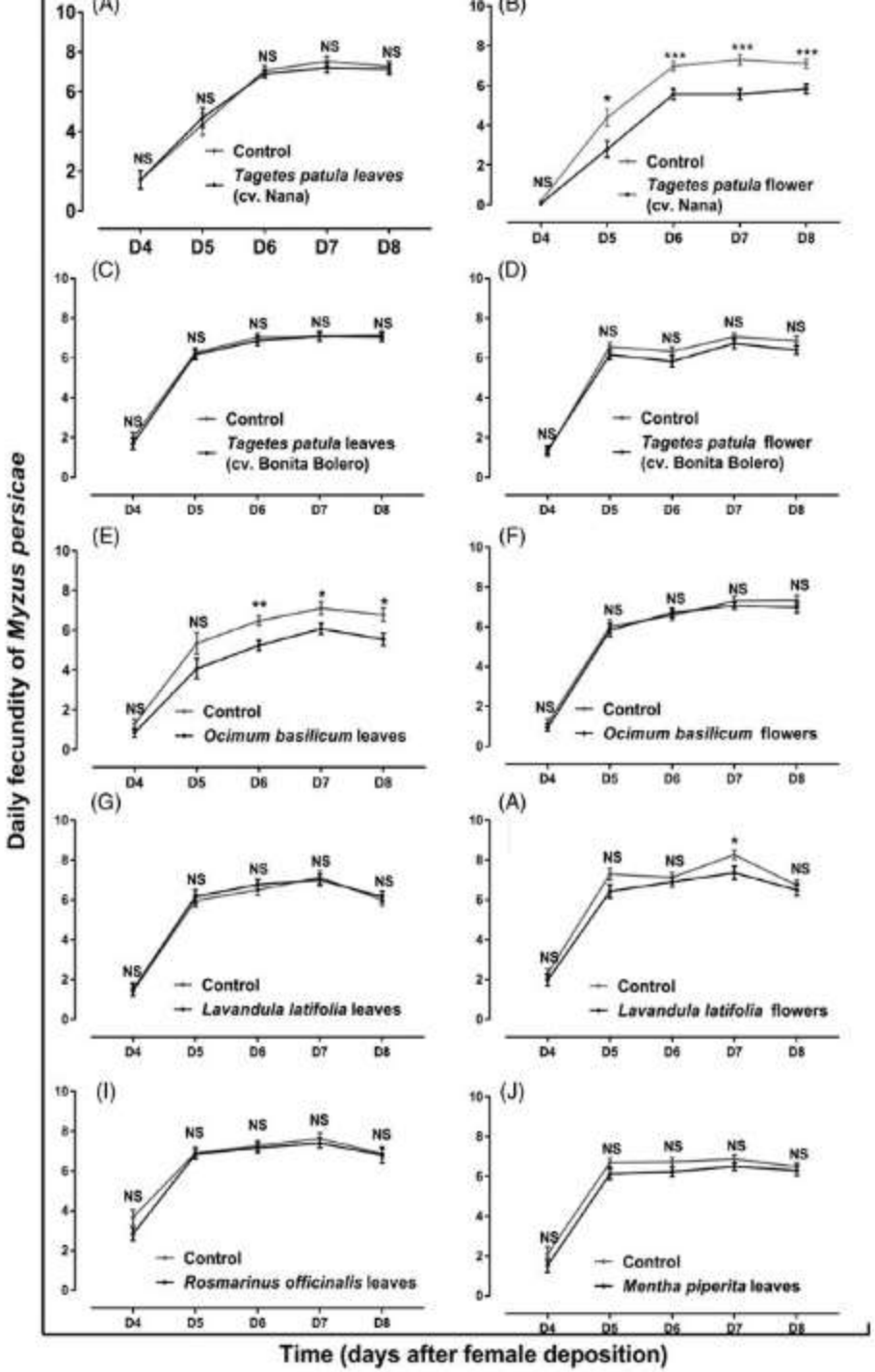


Table 3 Glucosinolate profiles of oilseed rape *Brassica napus* cultivars studied

	Adriana	Alister	Andromeda	Artoga	Florida	Gladius	Kolumb
Aliphatic							
Glucoallysin	0.106 ± 0.001	0.243 ± 0.001	0.066 ± 0.004	0.117 ± 0.006	0.250 ± 0.004	0.049 ± 0.001	0.064 ± 0.000
Glucobrassicanapin	0.486 ± 0.006	0.619 ± 0.019	0.371 ± 0.018	0.441 ± 0.001	0.419 ± 0.021	0.573 ± 0.021	0.523 ± 0.023
Gluconapin	0.184 ± 0.006	0.154 ± 0.007	0.109 ± 0.005	0.357 ± 0.010	0.108 ± 0.008	0.180 ± 0.011	0.120 ± 0.010
Gluconapoliferin	0.098 ± 0.004	0.251 ± 0.011	0.059 ± 0.004	0.099 ± 0.001	0.130 ± 0.006	0.047 ± 0.000	0.068 ± 0.004
Progoitrin	0.556 ± 0.024	1.051 ± 0.031	0.659 ± 0.003	0.759 ± 0.016	1.083 ± 0.013	0.570 ± 0.009	0.650 ± 0.004
Indole							
Glucobrassicin	0.079 ± 0.011	0.106 ± 0.003	0.095 ± 0.001	0.094 ± 0.007	0.059 ± 0.004	0.046 ± 0.006	0.079 ± 0.005
4-OH-glucobrassicin	0.860 ± 0.005	0.806 ± 0.011	0.477 ± 0.023	0.858 ± 0.038	0.862 ± 0.025	0.887 ± 0.038	0.814 ± 0.005
Total	2.368 ± 0.017	3.229 ± 0.061	1.834 ± 0.049	2.723 ± 0.065	2.910 ± 0.046	2.351 ± 0.075	2.317 ± 0.015

Values are means (± SD), μM/g dry weight

Kordan B, Wróblewska-Kurdyk A, Bocianowski J, et al (2021) Variation in susceptibility of rapeseed cultivars to the peach potato aphid. J Pest Sci 94:435–449. https://doi.org/10.1007/s10340-020-01270-2

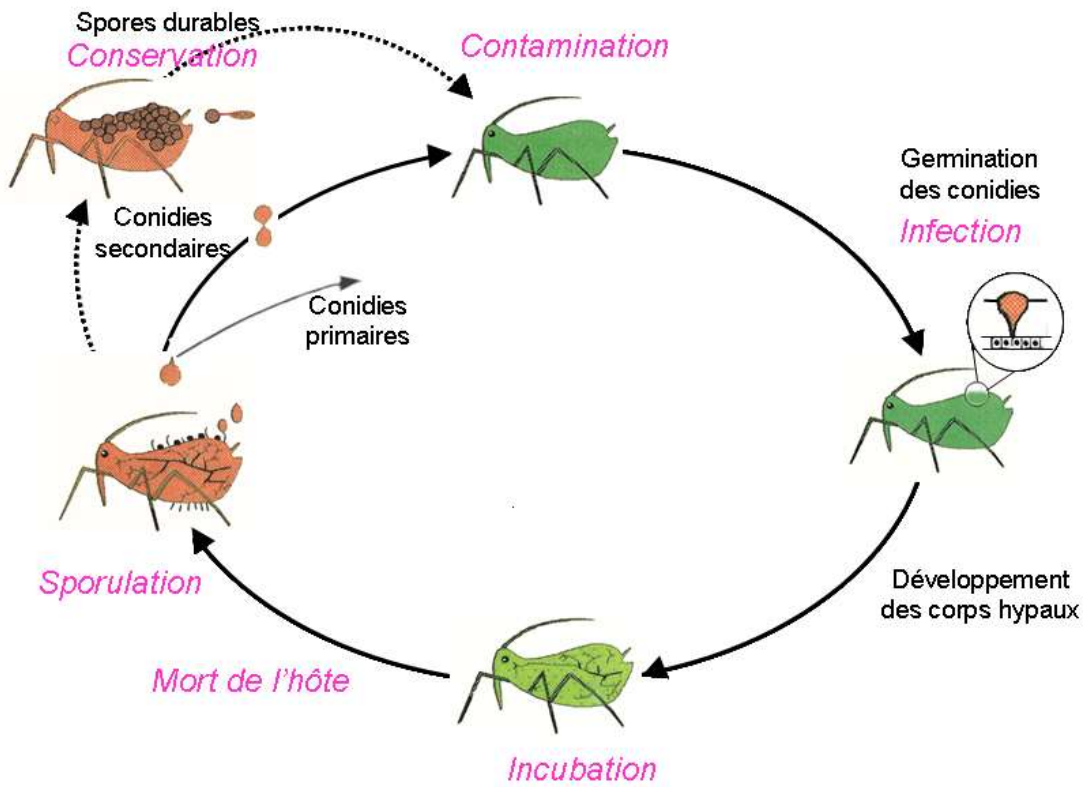


Non-host volatiles disturb the feeding behavior and reduce the fecundity of the green peach aphid, *Myzus persicae*

Dardouri T, Gomez L, Ameline A, et al (2021). Pest Manag Sci 77:1705–1713.

Les entomophthorales

Entomophthorales



Cycle infectieux des Entomophthorales parmi une population de pucerons.

Cycle des espèces pouvant former des spores durables

Exemple d'*Erynia neoaphidis* (Rem.& Hem)

https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons/Pucerons-et-milieu/Antagonistes/Entomophthorales/Cycle-biologique

Les prédateurs généralistes

Les chrysopes

Chrysopes adultes

Chrysopa phyllochroma

Chrysopa phyllochroma

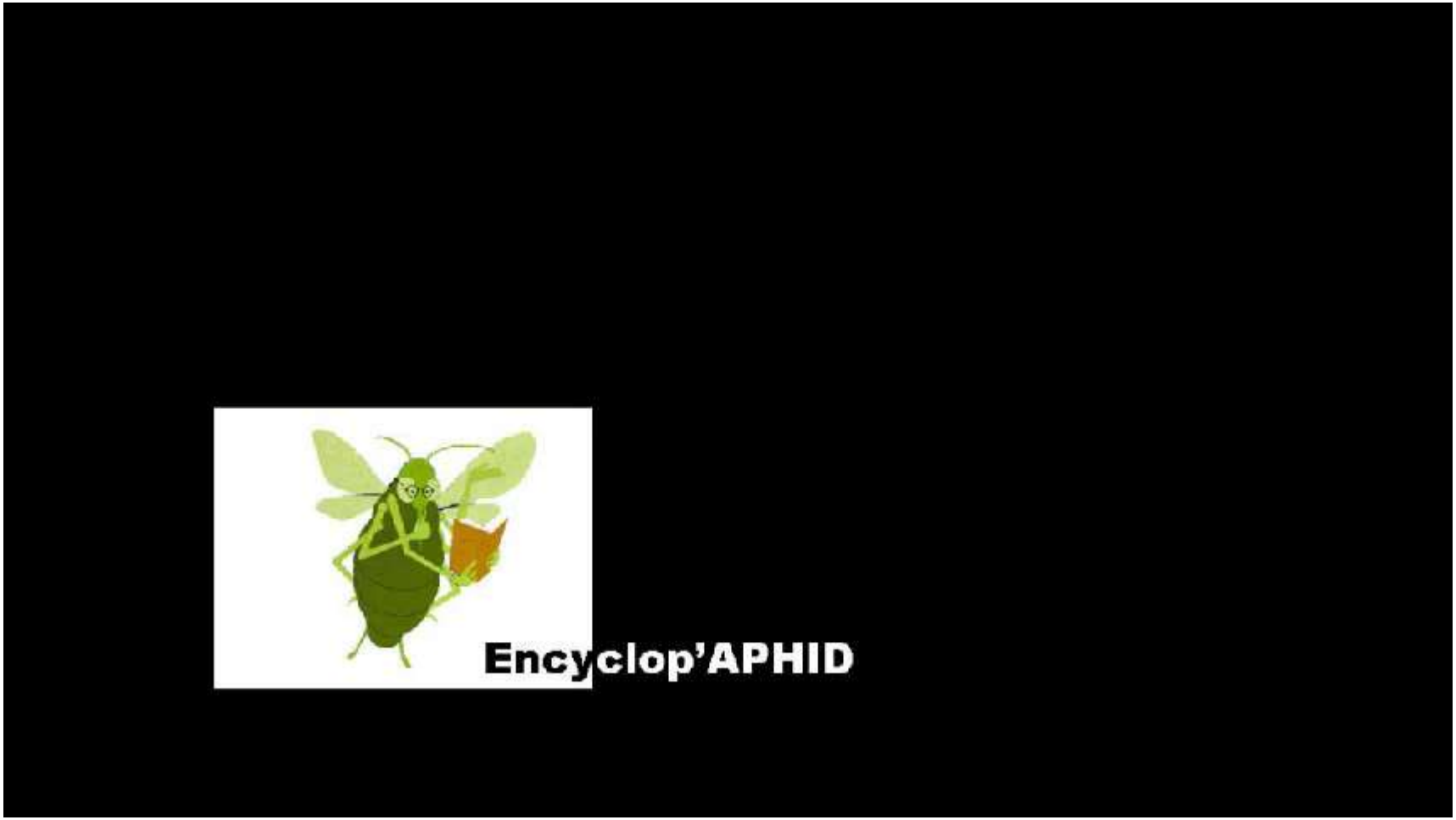
Nineta flava

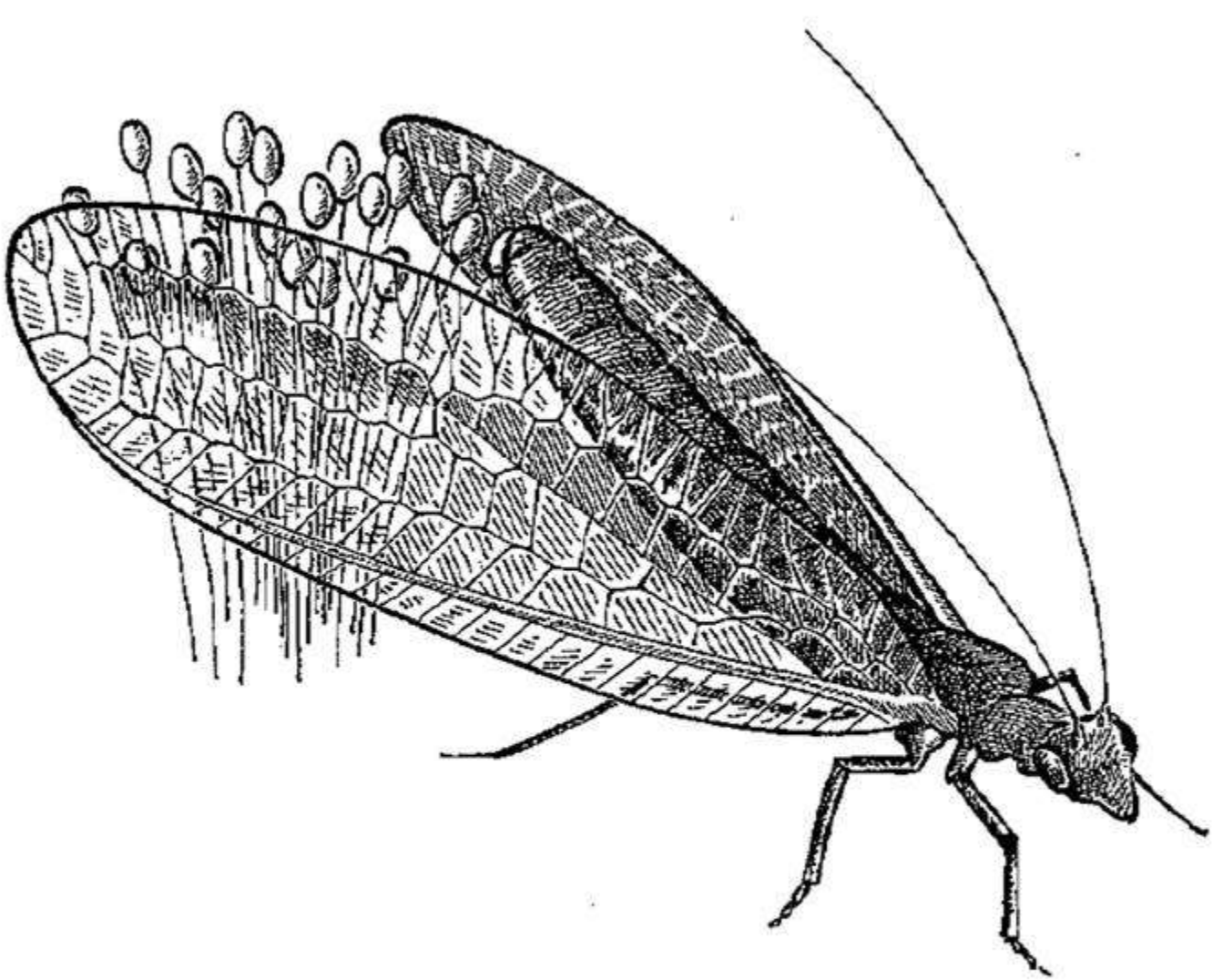
Chrysopa phyllochroma

Photos : G. San Martin

Larve de chrysope

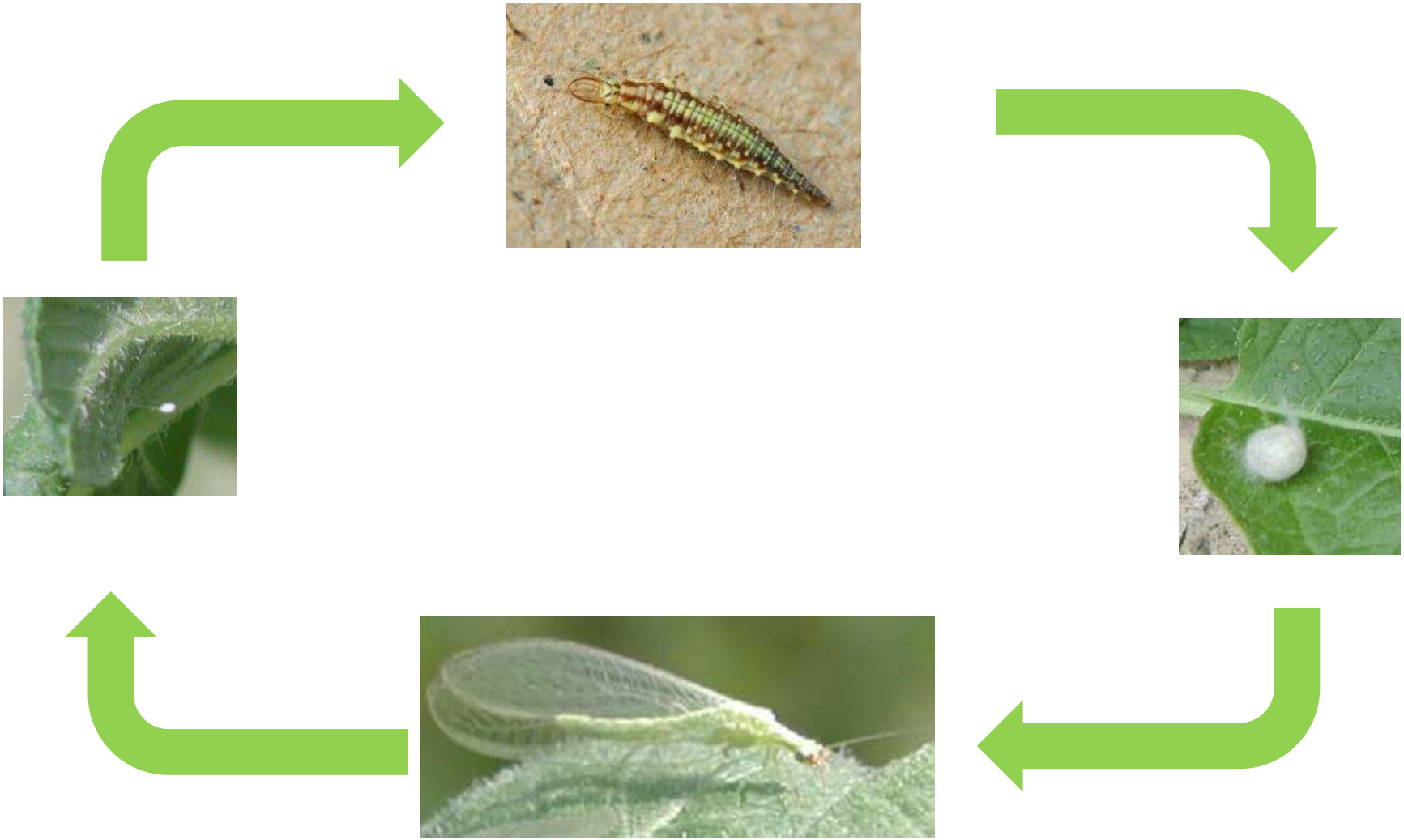
Prédation par *C. carnea*





Source : La Hulotte

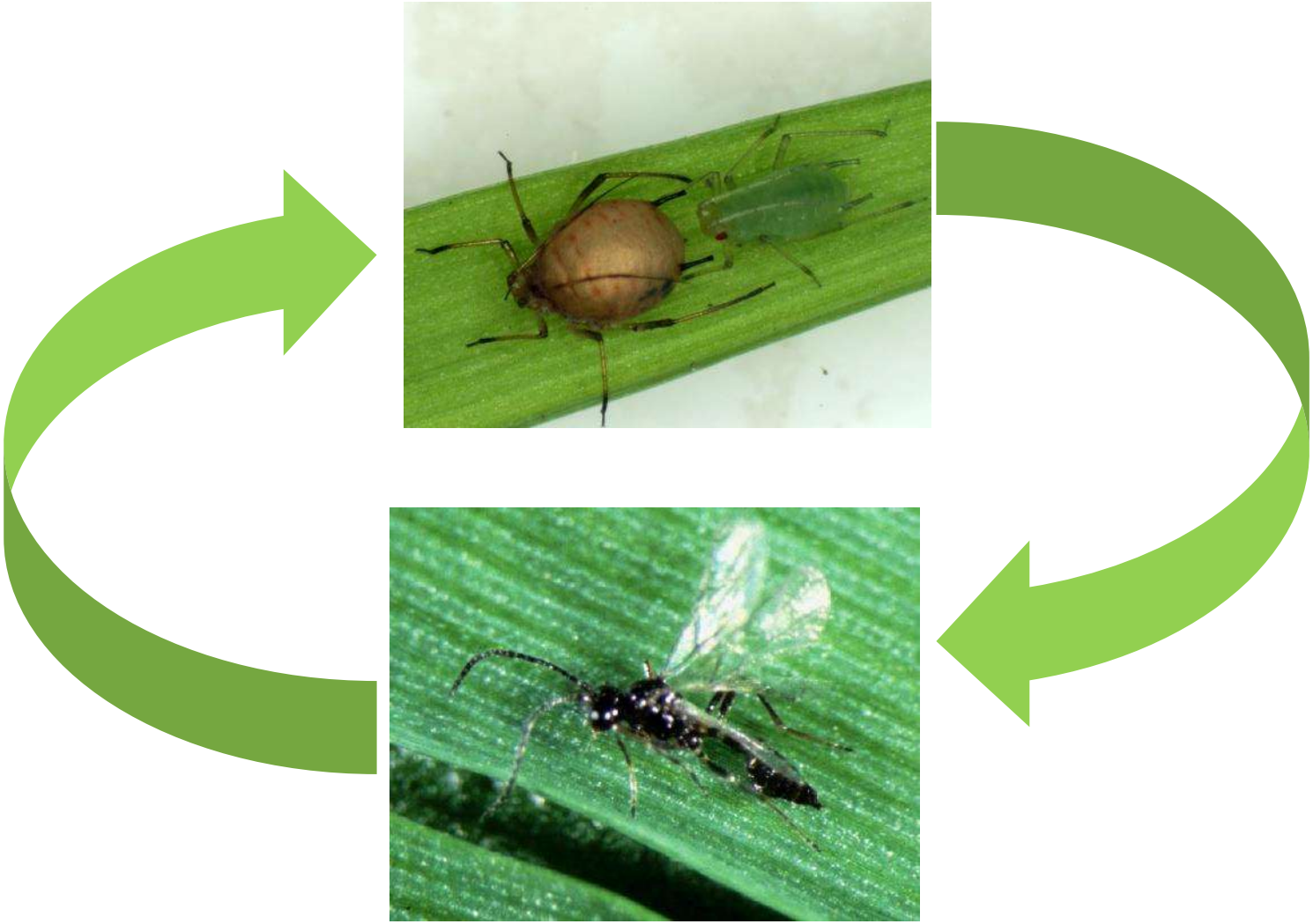
Cycle chrysope

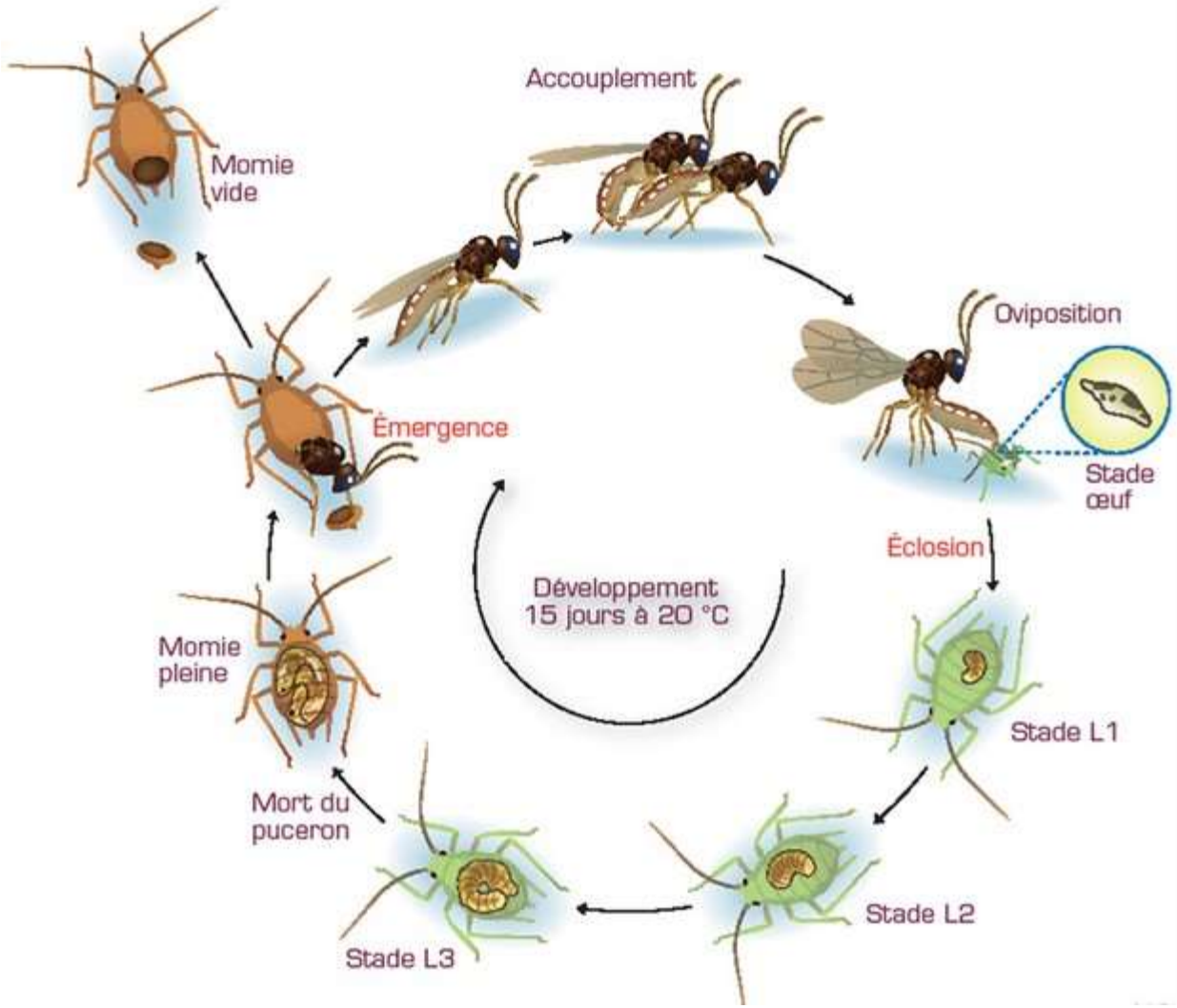


Les parasitoïdes

Hyménoptères parasitoïdes

Cycle parasitoïde Braconidae





https://www6.inrae.fr/encyclopedie-pucerons

Les prédateurs spécialistes (aphidiphages)

Les coccinelles

Pictures : G. San Martin, L. Hautier

I: imago

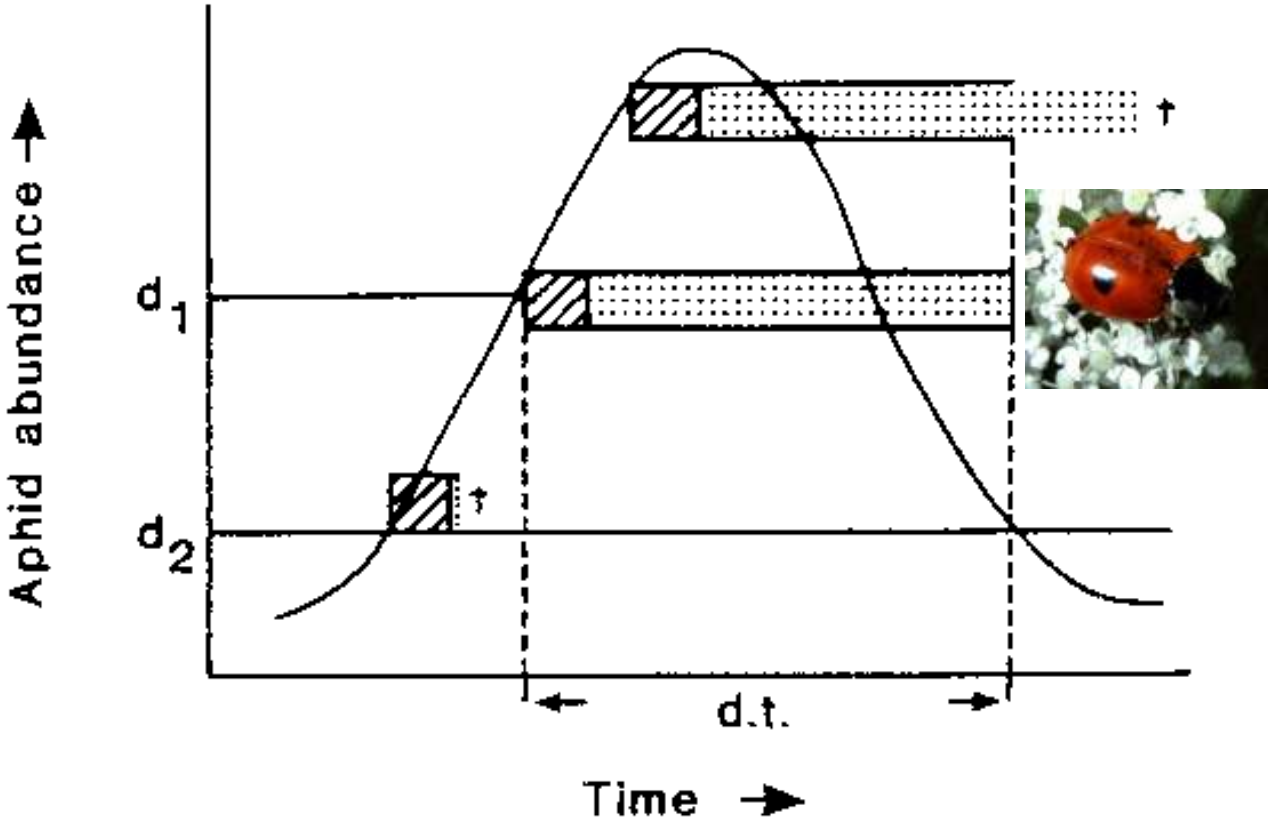
P: pupa

E: eggs

L4 ← L3 ← L2 ← L1: 1st larval stage

G. San Martin & L. Hautier

Stratégie de ponte chez les coccinelles



Hemptinne et al. 1992

Syrphes

Les syrphes

Aphidiphages

Episyrphus balteatus

Sphaerophoria scripta

Saprophages / détritiphages

Eristalis pertinax

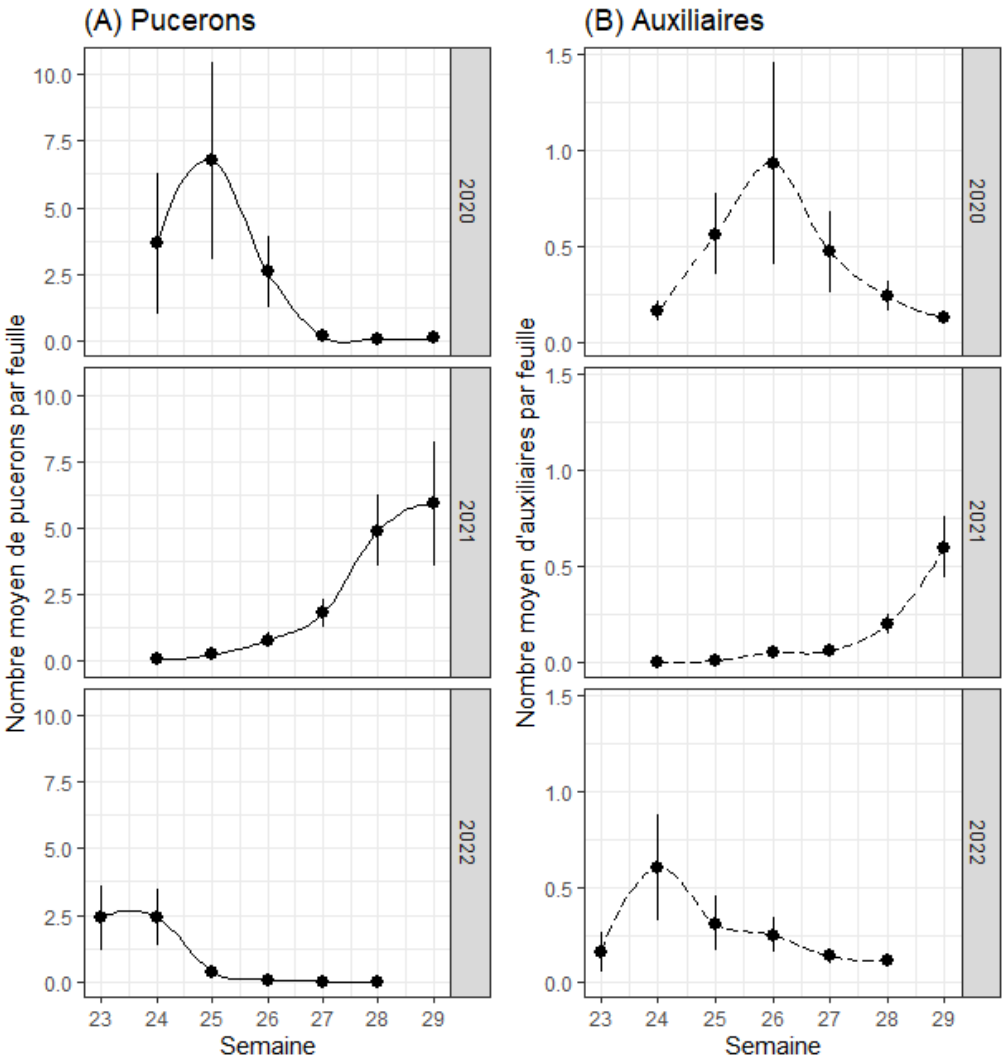
Volucella pellucens

Photo : SYRFID

Larves de syrphe aphidiphage

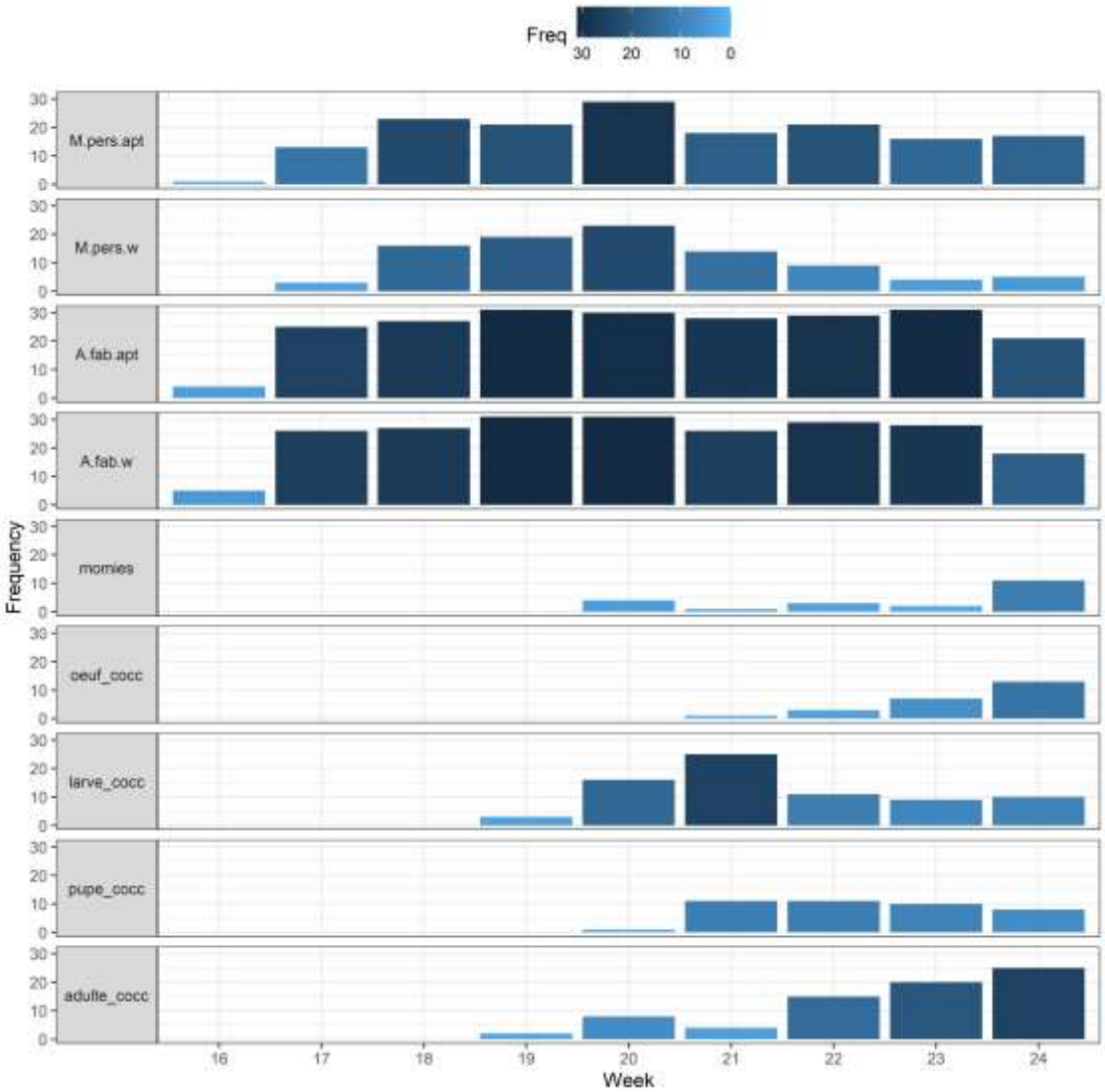
Cycle syrphe

FIWAP : Phénologie des pucerons et des auxiliaires en pommes de terre *(n= ~15 champs)*



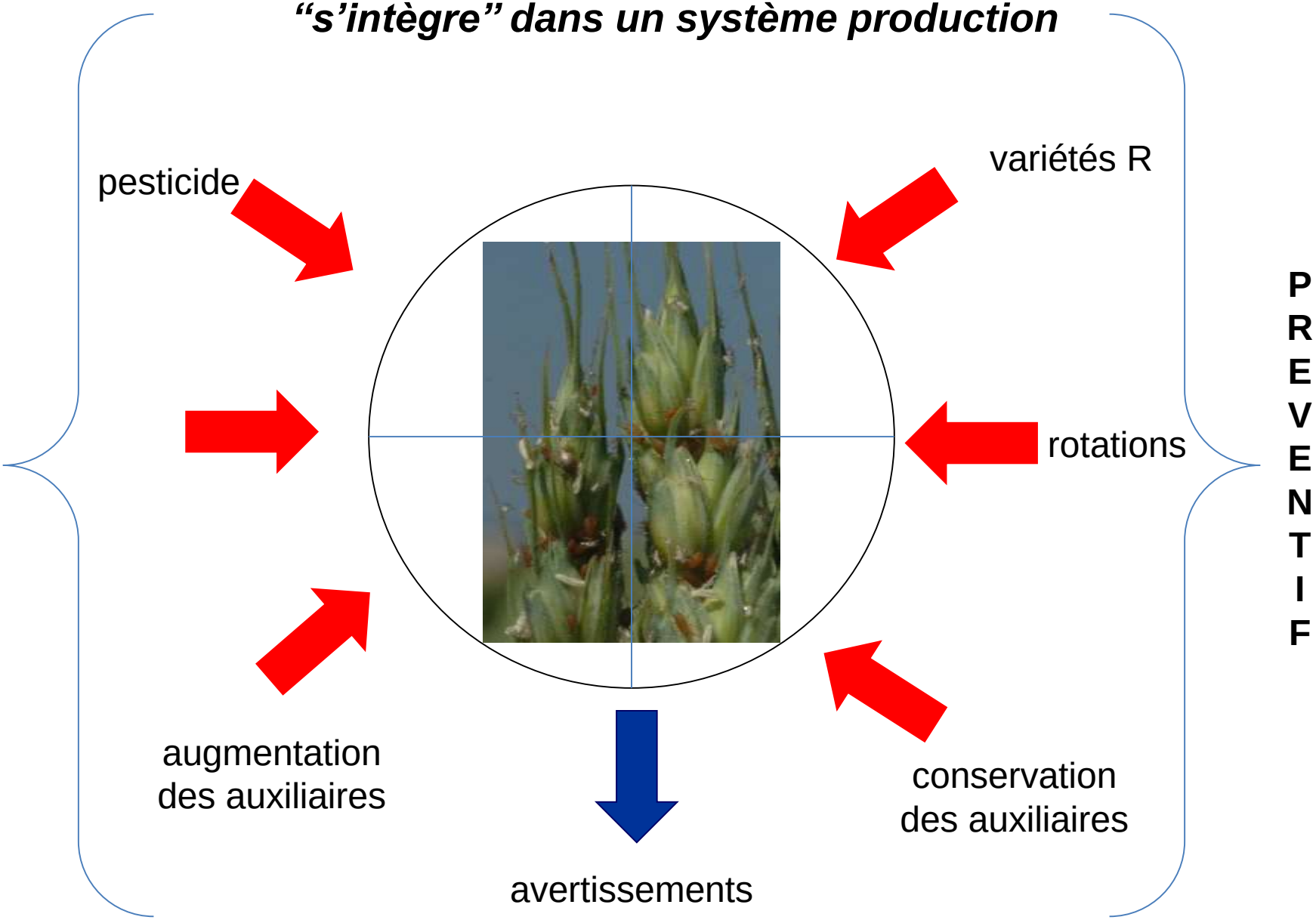
Projet VIROBETT : Phénologie des pucerons et des auxiliaires en betteraves 2022

(n= 32 champs)



Lutter contre les pucerons

La lutte intégrée (IPM), une lutte qui
"intègre" différentes méthodes de lutte
"s'intègre" dans un système production



Monitoring à la parcelle

Comptages visuels

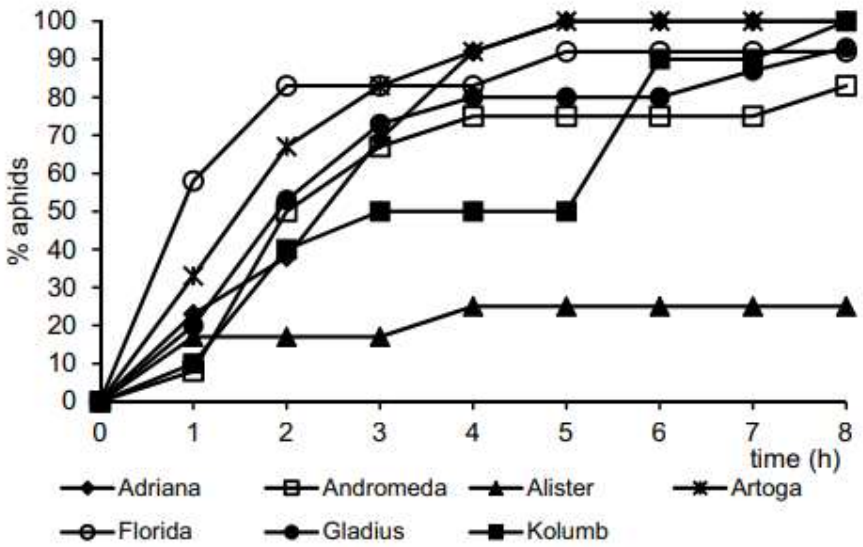
Piégeage

BS : 40 plantes, pdt : 2x100 feuilles (inf&sup)

Lutte culturale

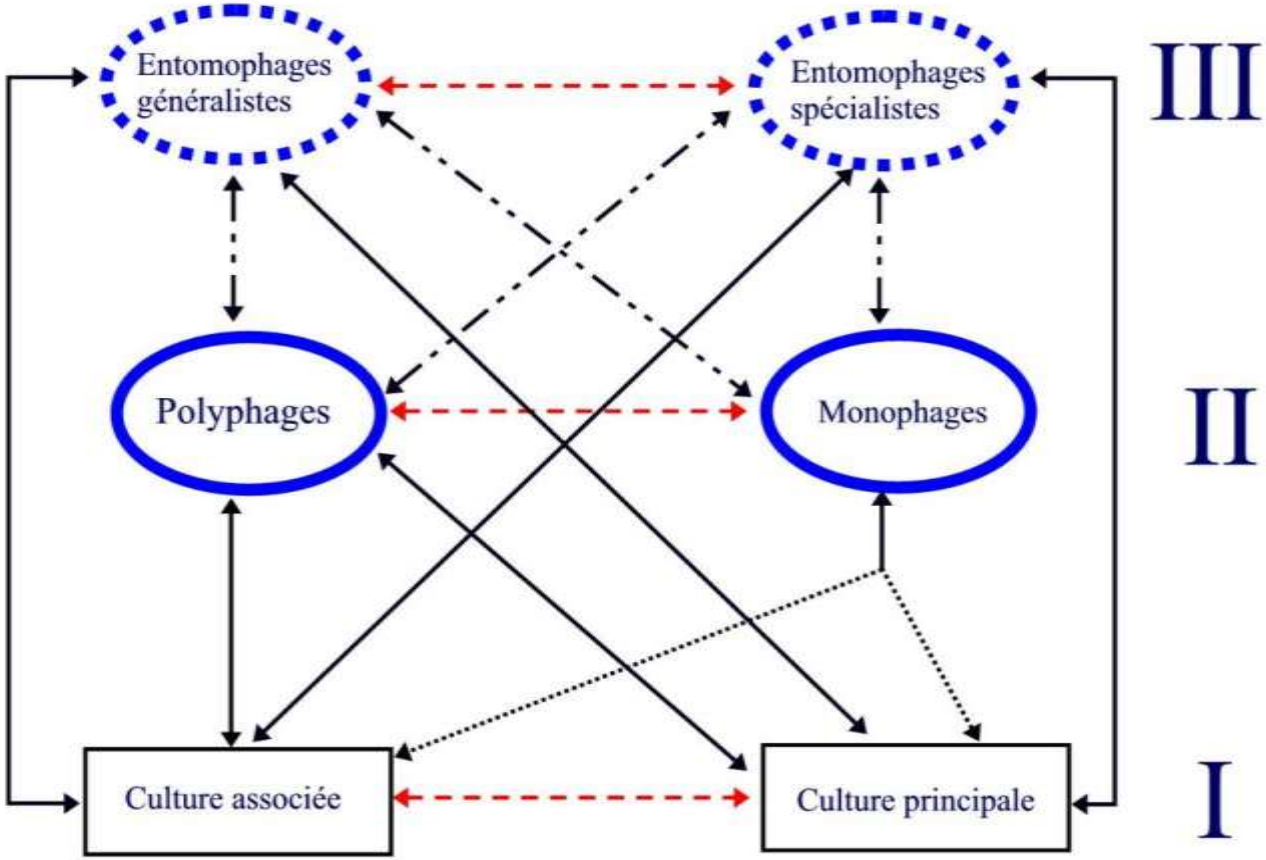
- **Variétés**
  - (résistantes) vs tolérantes aux pucerons
  - (résistantes) vs tolérantes aux virus
- **Associations culturales**
- **Rotations & paysage**

Fig. 3 Cumulative proportion of *Myzus persicae* reaching phloem phase on *Brassica napus* cultivars studied



Kordan B, Wróblewska-Kurdyk A, Bocianowski J, et al (2021) Variation in susceptibility of rapeseed cultivars to the peach potato aphid. J Pest Sci 94:435–449. https://doi.org/10.1007/s10340-020-01270-2

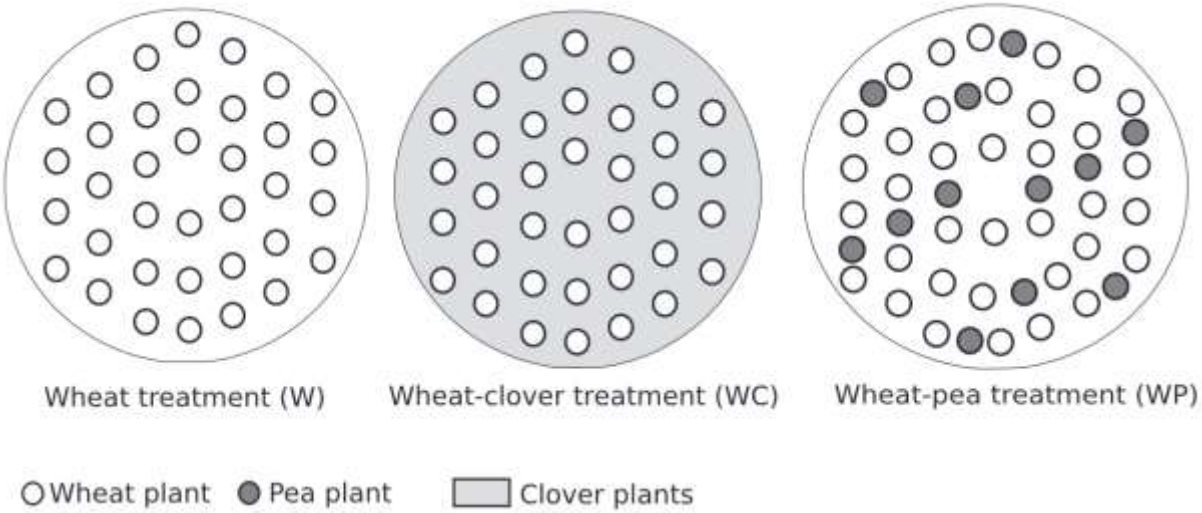
Les associations culturales :
attirer les ennemis naturels et/ou dissuader les ravageurs

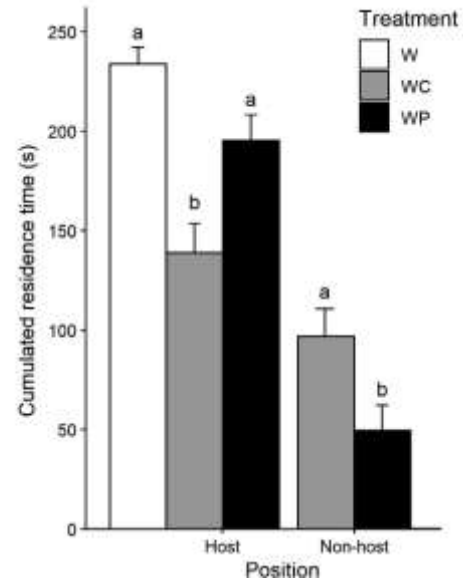


Les associations culturales

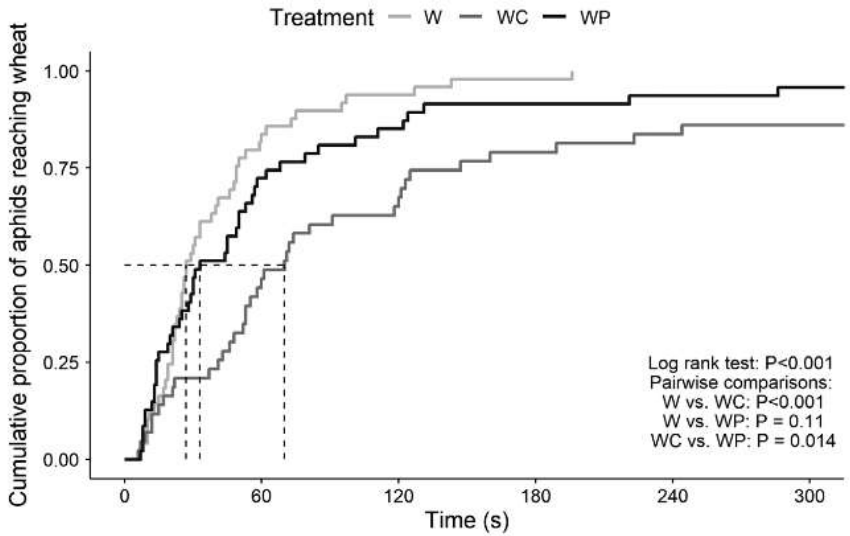
Intercroping

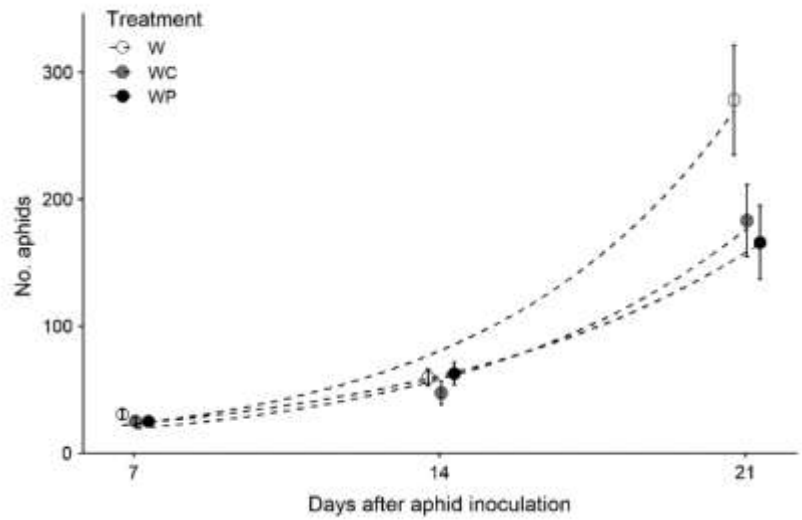
Mixcroping





HOST LOCATION IMPACT





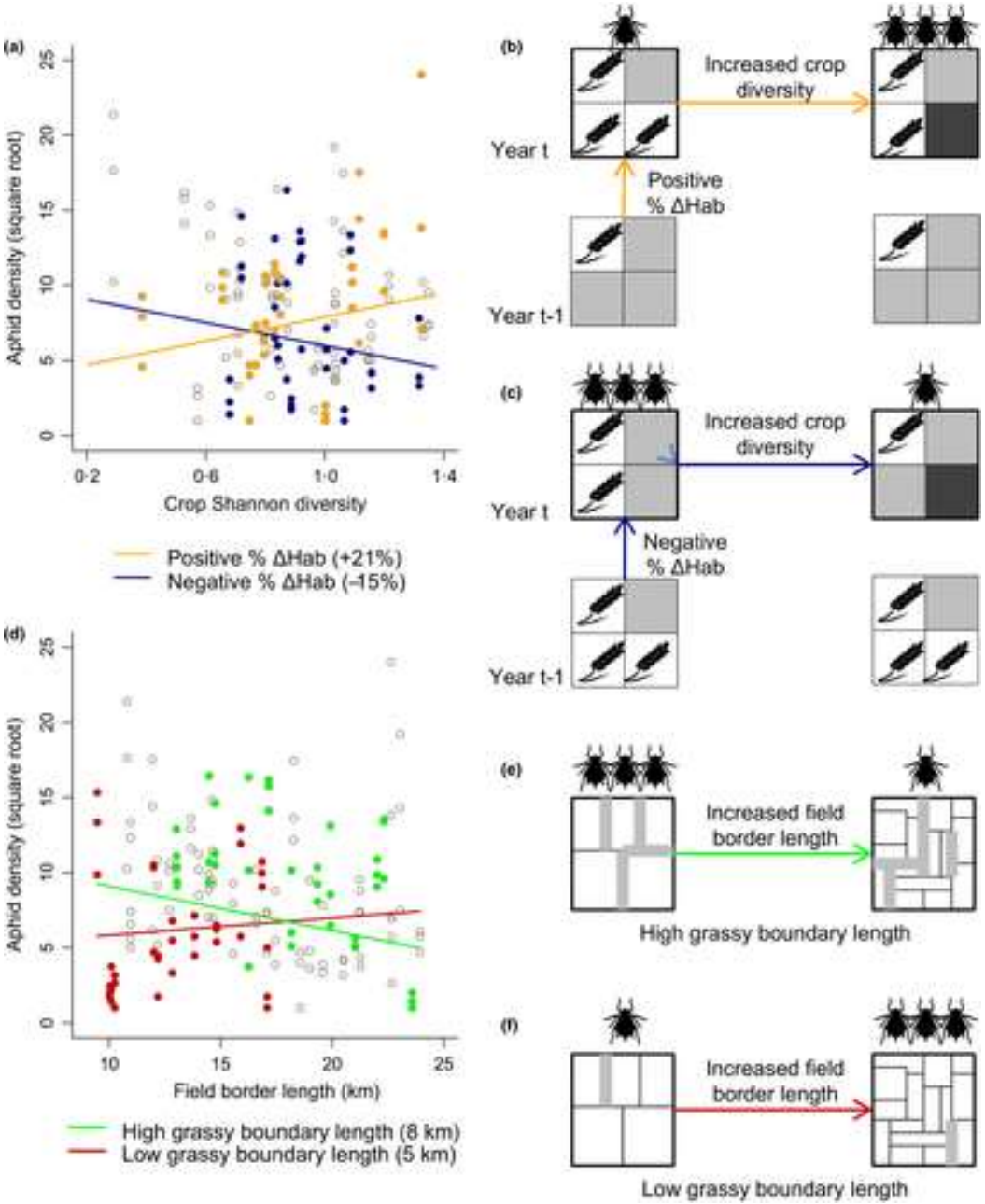
Mansion-Vaquié A, Ferrer A, Ramon-Portugal F, et al (2020) Intercropping impacts the host location behaviour and population growth of aphids. Entomol Exp Appl 168:41–52. https://doi.org/10.1111/eea.12848

Associations & réduction des nuisibles

CROP	INTERCROP	PEST(S) REDUCED	MECHANISMS
Apple	*Phacelia* sp., *Eryngium* sp.	San Jose scale, aphid	Parasitic wasps
Barley	Alfalfa, red clover	Aphid	Predators
Brussels sprouts	Weedy ground cover	Imported cabbage butterfly	Predators
	French beans, grasses	Aphid	Physical interference
	White clover	Cabbage root fly, aphid, white cabbage butterfly	Visual masking
	Clover	Aphid	Physical interference
Carrots	Onion	Carrot fly	Chemical repellent
Cauliflower	White or red clover	Cabbage aphid, imported cabbage butterfly	Physical interference,
Cucumber	Corn, broccoli	Striped cucumber beetle	Physical interference
Radish	Broccoli	Green peach aphid	Parasitic wasps
Squash	Corn	Cucumber beetle	Physical interference
	Corn, cow pea	Western flower thrips	Predators
Tomato	Cabbage	Flea beetle	Chemical repellent
	Cabbage	Diamondback moth	Chemical repellent

(Altieri, Nicholls, Fritz 2014)

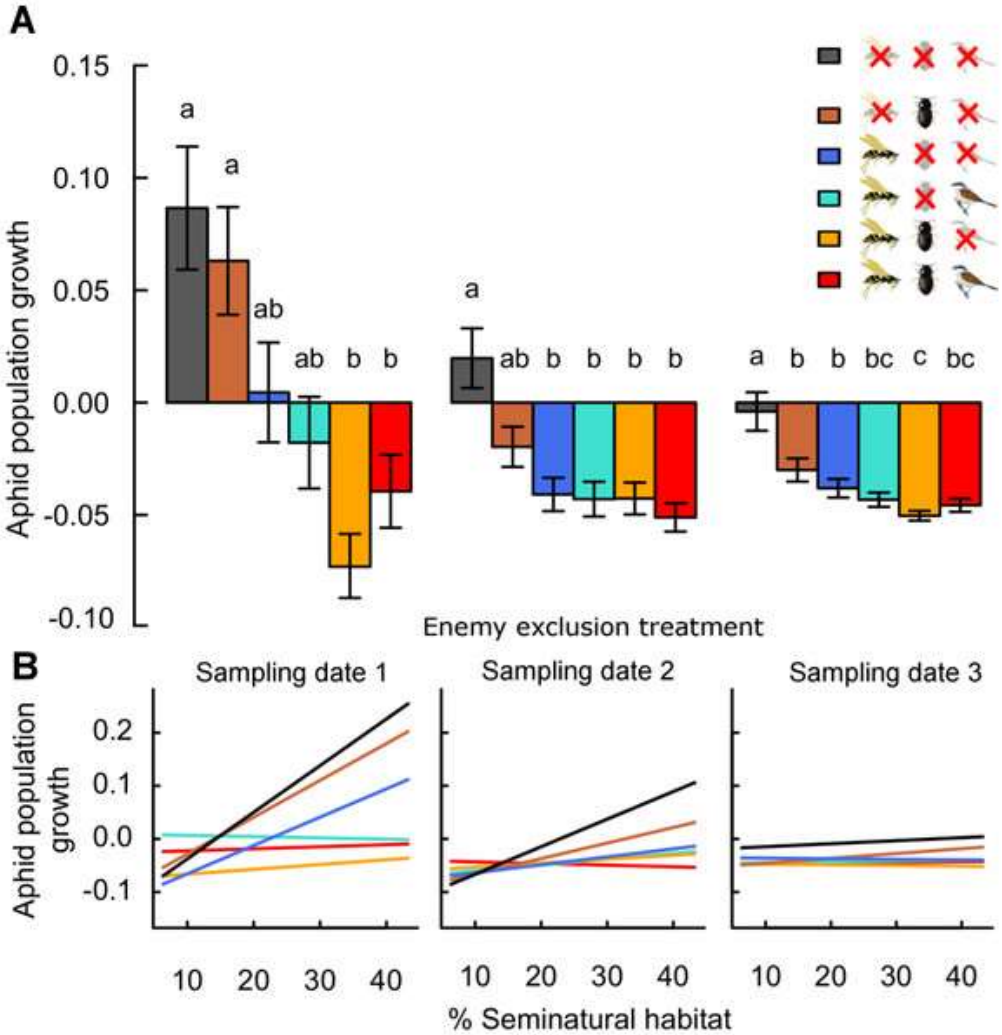
Effet de la rotation et des bordures des champs

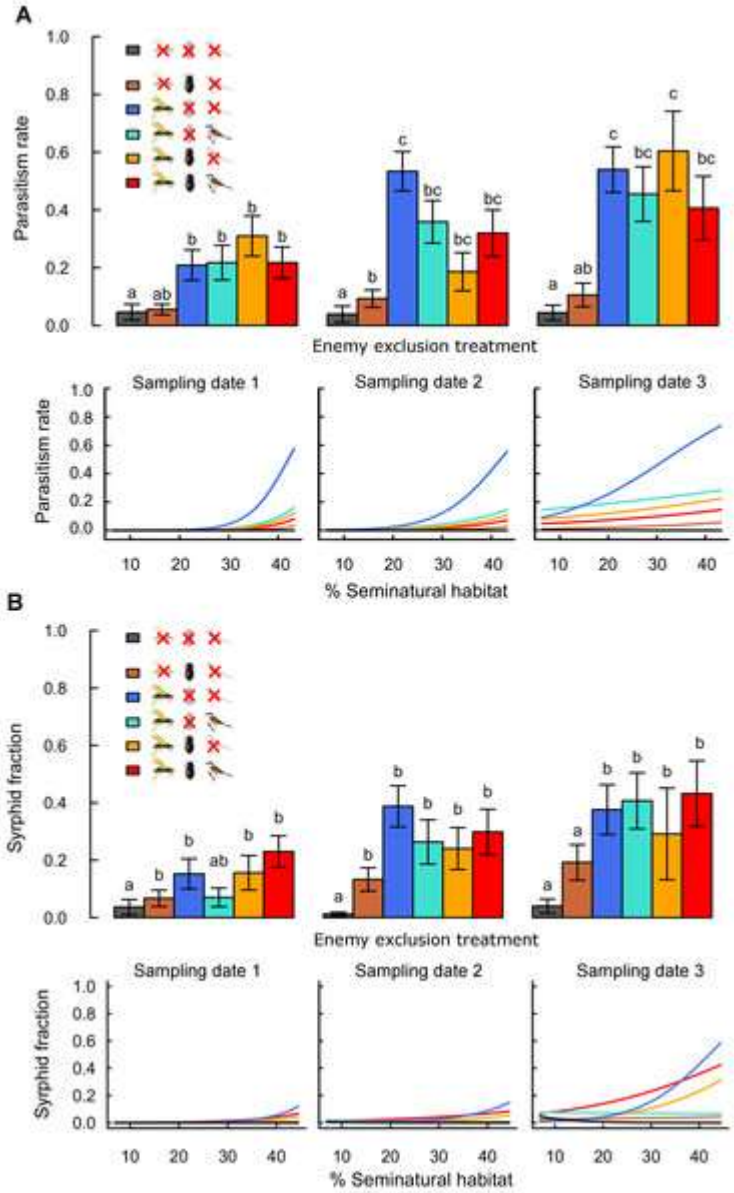


Bosem Baillod A, Tscharntke T, Clough Y, Batáry P (2017) Landscape-scale interactions of spatial and temporal cropland heterogeneity drive biological control of cereal aphids. Journal of Applied Ecology 54:1804–1813. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12910

Lutte biologique

Importance de la diversité dans le contrôle des pucerons





Martin EA, Reineking B, Seo B, Steffan-Dewenter I (2015) Pest control of aphids depends on landscape complexity and natural enemy interactions. PeerJ 3:e1095. https://doi.org/10.7717/peerj.1095

Comment attirer les auxiliaires dans une parcelle ?

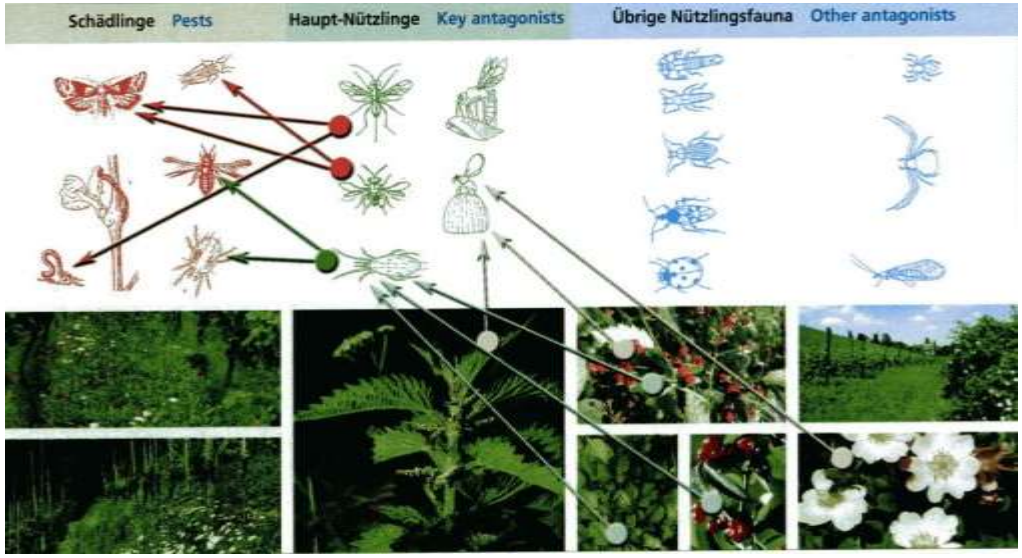
« Assurer le gîte et le couvert »

<u>En bordure de la parcelle</u>

- haies
- bandes fleuries

<u>A l'intérieur de la parcelle</u>

- couvert végétal,
- associations culturales



Boller et al. 2004

Les bandes fleuries

Quelques plantes attractives pour les insectes utiles

Ombellifères

Carum carvi
Coriandrum sativum
Anethum graveolens
Foeniculum vulgare
Ammi majus
Daucus carota
Ammi visnaga
Pastinaca sativa

Astéracées

Gaillardia spp.
Echinacea spp.
Coreopsis spp.
Solidago spp.
Helianthus spp.
Tanacetum vulgare
Achillea spp.

Légumineuses

Medicago sativa
Vicia grandiflora
Vicia fava
Vicia villosa
Melilotus officinalis

Brassicacées

Aurinium saxatilis
Berteroa incana
Brassica spp.
Lobularia maritima
Barbarea vulgaris
Brassica kaber

Divers

Fagopyrum esculentum
Potentilla spp.

(Altieri, Nicholls, Fritz 2014)

Lutte chimique

Traitements antipucerons *(https://fytoweb.be/fr)*

- **Huiles minérales et végétales (attention phytotoxicité)**
  - huile de paraffine, huile de colza

- **Substances diverses**
  - Acides gras en C7-C18 et C18-insaturés, sels de potassium
  - Maltodextrine

- **Insecticides issus de végétaux**
  - Pyréthrines, azadirachtine
  - Huile essentielle d'orange

- **Insecticides de synthèses**
  - Carbamates : pirimicarbe
  - Pyréhtrinoides : deltaméthrine, cyperméthrine, λ-cyhalothrine, tau-fluvalinate,
  - Dérivés d'acide tétronique et tétramique : spirotetramat*
  - Pyridine : flonicamid
  - Butenolide : flupyradifurone

/!\ Attention aux résistances aux pyréthrinoides /!
/!\ Attention à la sélectivité à l'égard des insectes utiles /!

4 traitements avec un insecticide
non sélectif (dimethoate) !

Sélectivité des insecticides à l'égard des insectes utiles en pommes de terre (FIWAP)

Sélectivité des pesticides vis-à-vis des insectes utiles en pommes de terre - 03.04.2020

Jusqu'au 10 Juin Peu d'insectes utiles	Du 10 au 30 Juin Colonisation par les hyménoptères parasites	Du 1er au 31 Juillet Colonisation par les syrphes et coccinelles	Après le 1er Aout Peu d'insectes utiles
	Insecticides	**Insecticides**	
	ACETAMIPRID	ACETAMIPRID	
	ALPHA-CYPERMETHRINE	ALPHA-CYPERMETHRINE	
	AZADIRACHTINE**	AZADIRACHTINE**	
	BETA-CYFLUTHRINE	BETA-CYFLUTHRINE	
	CHLORANTRANILIPROLE	CHLORANTRANILIPROLE	
	CYANTRANILIPROLE	CYANTRANILIPROLE	
	CYPERMETHRINE	CYPERMETHRINE	
	DELTAMETHRINE	DELTAMETHRINE	
	ESFENVALERATE	ESFENVALERATE	
	FLONICAMIDE	FLONICAMIDE	
	LAMBDA -CYHALOTHRINE	LAMBDA -CYHALOTHRINE	
	LAMBDA -CYHALOTHRINE + PIRIMICARBE	LAMBDA -CYHALOTHRINE + PIRIMICARB	
	PIRIMICARBE	PIRIMICARBE	
	PYRETHRINES + HUILE DE COLZA**	PYRETHRINES + HUILE DE COLZA**	
	PYRETHRINES + PIPERONYL BUTOXIDE**	PYRETHRINES + PIPERONYL BUTOXIDE**	
	SPINOSAD**	SPINOSAD**	
	SPIROTETRAMATE	SPIROTETRAMATE	
	TAU-FLUVALINATE	TAU-FLUVALINATE	
	THIACLOPRID	THIACLOPRID	
	ZETACYPERMETHRINE	ZETACYPERMETHRINE	

Légende

- Produit sélectif
- Produit moyennement sélectif
- Produit peu sélectif
- Produit non sélectif

**Autorisé en Agriculture bio

Wallonie recherche CRA-W