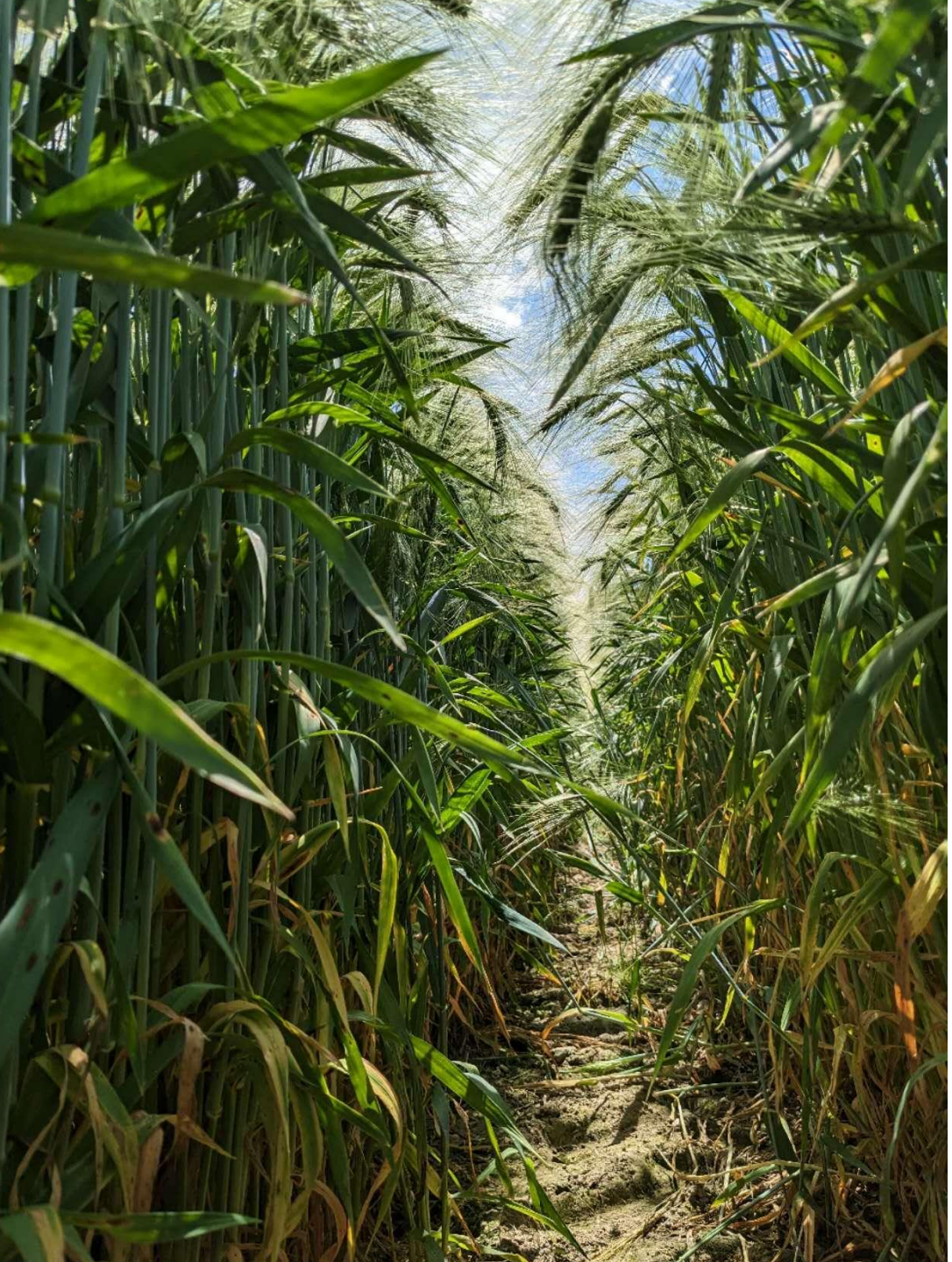


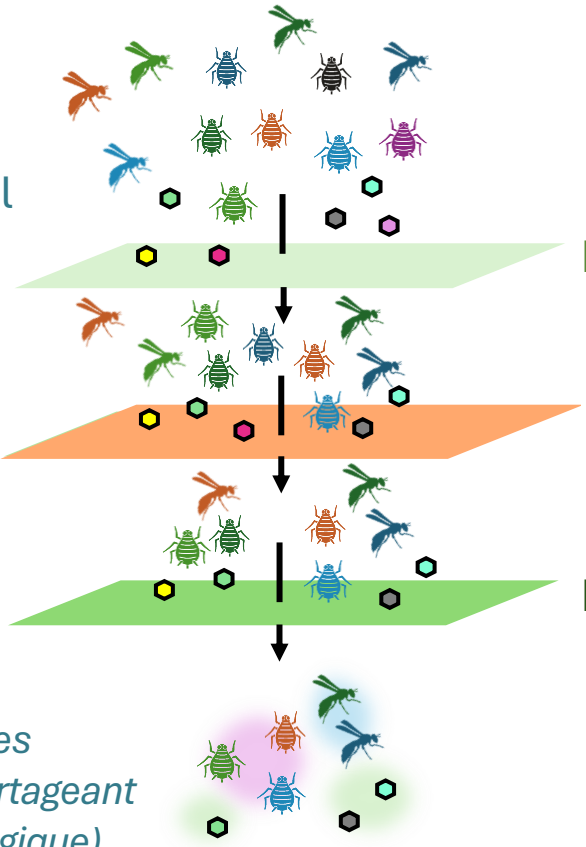
Évolution de la guilde des pucerons des céréales et de leurs ennemis naturels le long d'un gradient longitudinal en Europe : influences du climat et du paysage, et conséquences sur l'épidémiologie des BYDV

Remise de la Médaille d'Argent Dufrenoy
Décernée par Académie d'Agriculture Française
Le 23 septembre 2025

La théorie des filtres dans l'assemblage des communautés

Pool régional

Sélection des espèces avec des traits de réponses adaptés



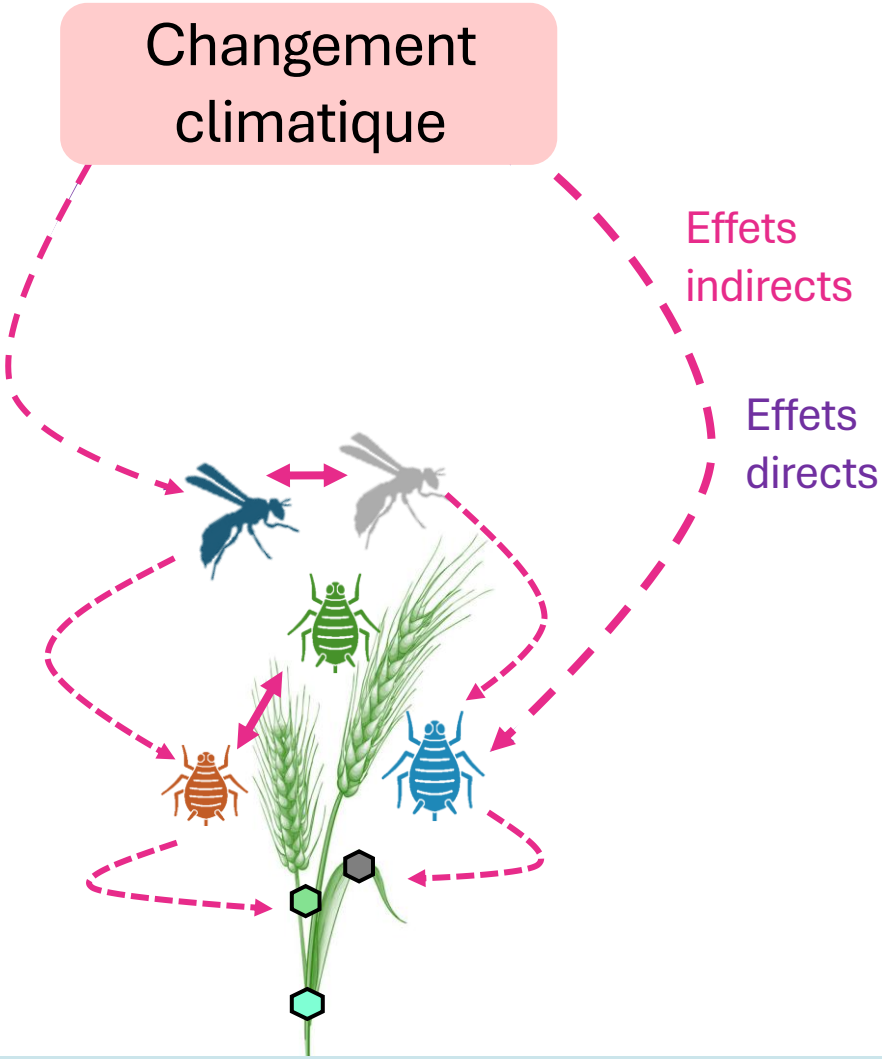
Pool local

= plusieurs guildes (groupes d'espèces partageant la même niche écologique)

Paysage

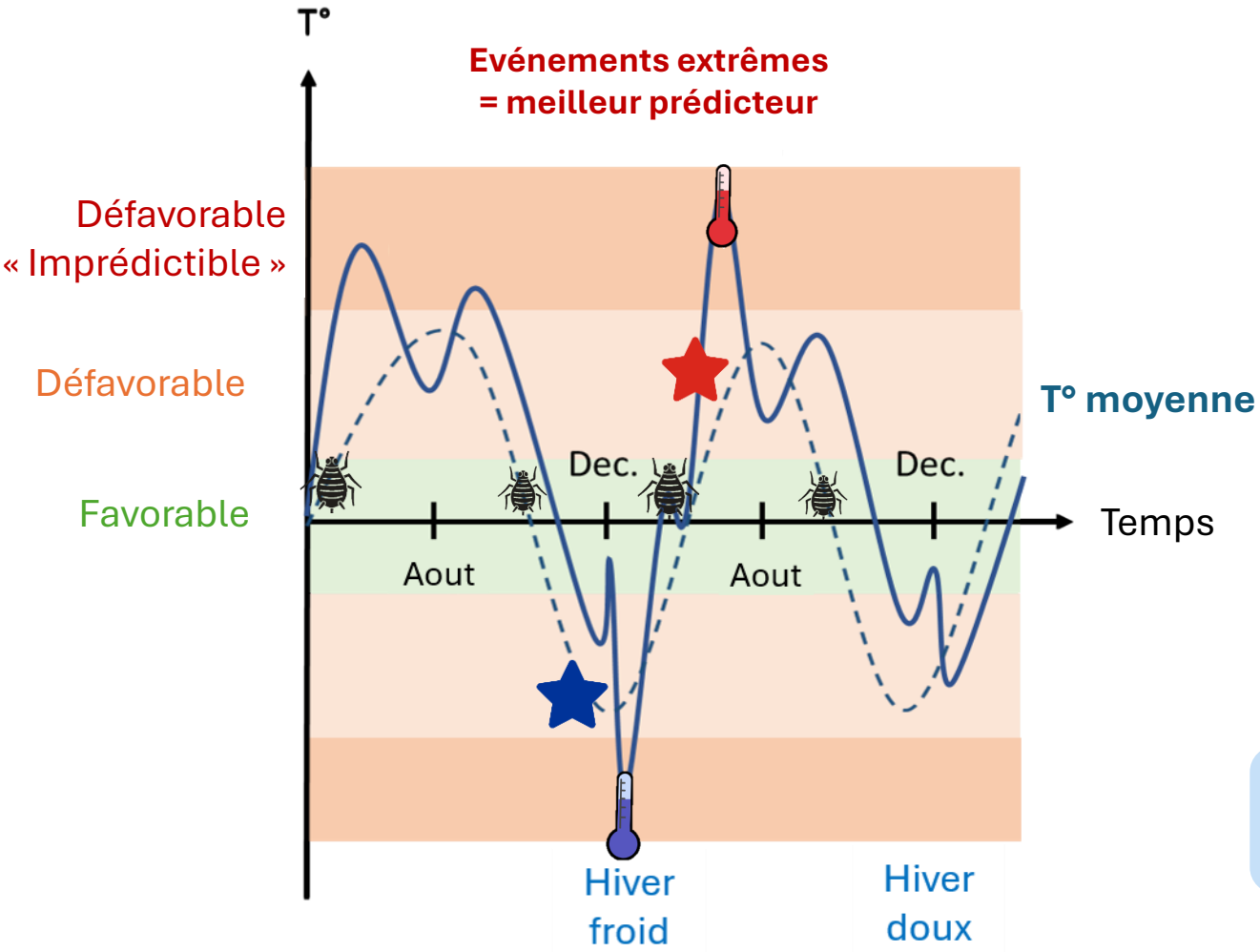
Abiotique = filtre principal

Biotique
- Compétition
- Prédation
- Infection par un pathogène



Root, 1967 ; Lavorel et al., 1997; Lavorel & Garnier, 2002 ; Wiik & Ewaldz, 2009 ; Kroshan et al., 2011 ; Ma & Ma, 2012 Jones & Barbett, 2012 ; Ma et al., 2015

Changement climatique : un moteur important de l'évolution des ectothermes



Ectothermes = sensibles à la T°

Changement climatique

↗ T° moyenne

↗ Evénements extrêmes

STRESS MODÉRÉ

STRESS INTENSE

Actif

Inactif

Comportements

Réponses physiologiques

Diapause

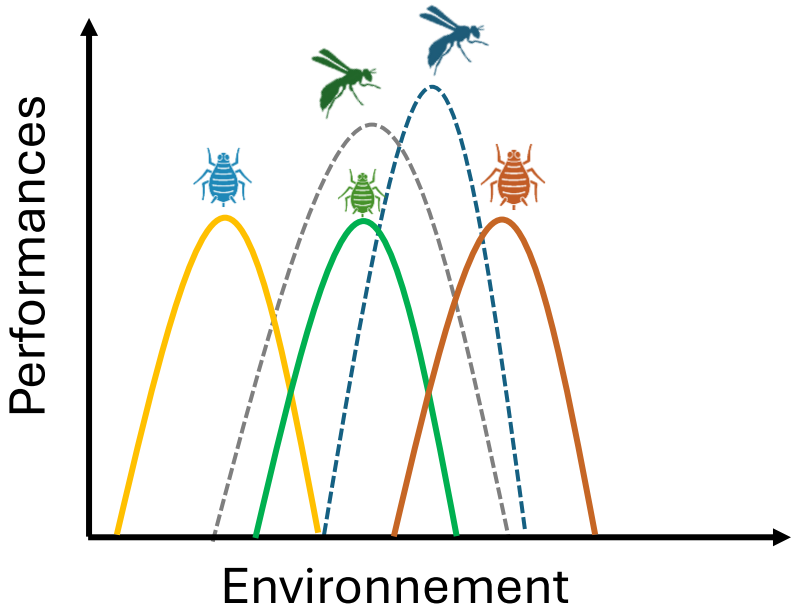
Potentiel évolutif

Easterling et al., 2000 ; Hoffman et al., 2003 ; Pither, 2003 ; Shi et al., 2013 ; Sunday et al., 2019 ; Marshall et al., 2020 ; IPPC, 2023

Effets en cascade et conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes

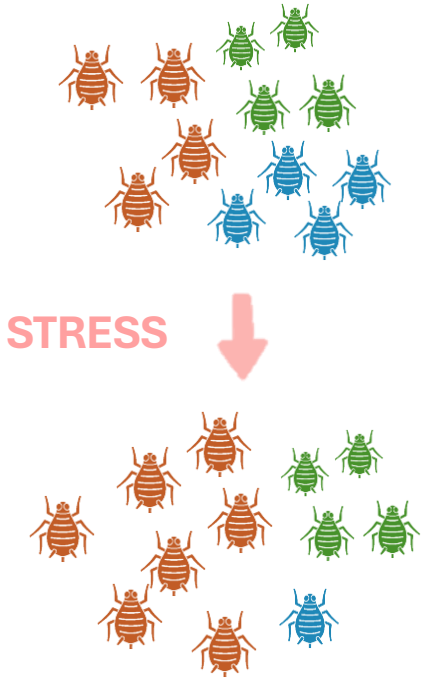
Dynamique des populations

Saisonnalité
Synchronisation des espèces



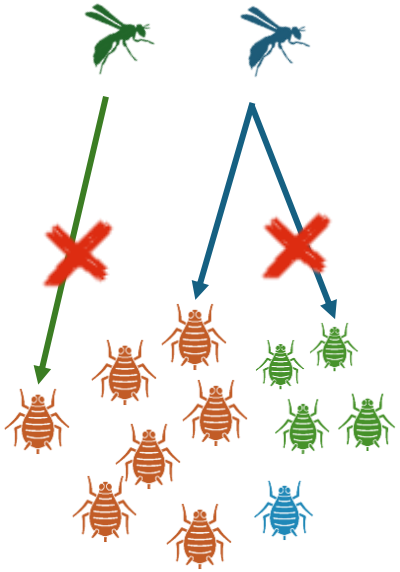
Structure des communautés

ABONDANCES RELATIVES



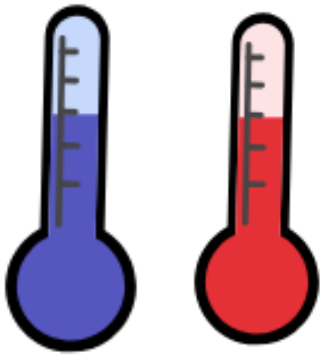
Fonctionnement des écosystèmes

Interactions entre espèces
Biocontrôle



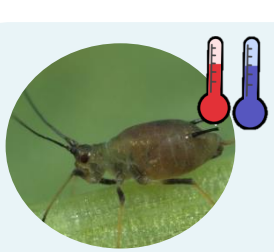
Walter et al., 2002 ; van Baaren et al., 2010 ; Ma et al., 2015 ; van Baaren & Candolin, 2018 ; Van den Eynde et al., 2020

Réchauffement climatique : une menace pour l'agriculture ?



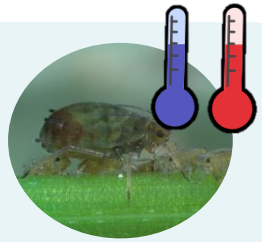
Tolérance thermique spécifique

Guilde des pucerons des céréales

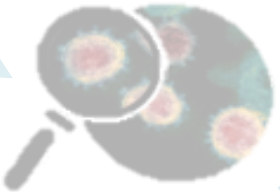


Sitobion avenae

Metopolophium dirhodum



Rhopalosiphum padi

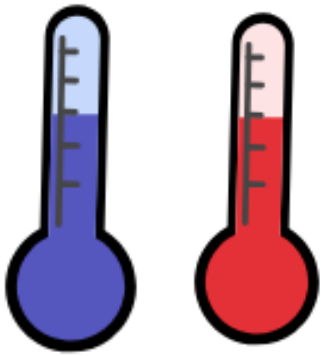


Virus
= BYDV

Plantes
= céréales

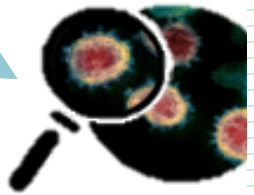
Jervis et al., 2005 ; Boivin et al., 2012 ; Jeavons et al., 2022

Réchauffement climatique : une menace pour l'agriculture ?

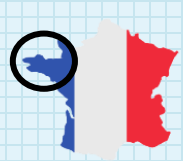


Tolérance thermique spécifique

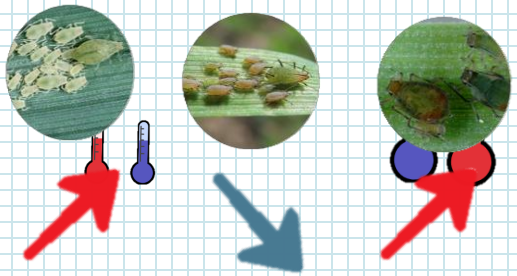
Sitobi
avena



Virus
= **BYDV**



↘ Gel ↗ Vagues de chaleurs



Abondance des pucerons

Efficacité de transmission spécifique

?

Luteovirus

BYDV

MAV PAV PAS SOS OYV

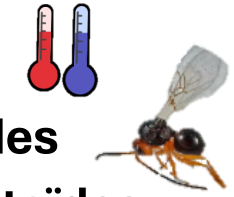
Virulence

? ?

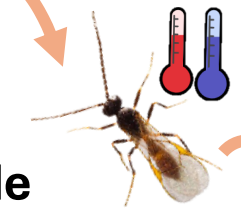
Dégâts

Jarošová et al., 2016 ; Sõmera et al., 2021

Réchauffement climatique : une menace pour l'agriculture ?



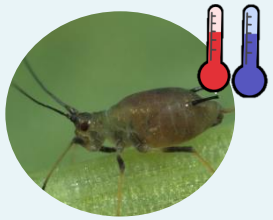
Guilde des hyperparasitoïdes



Guilde parasitoïdes primaires

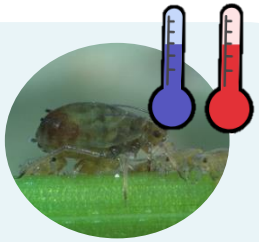
Régulation par des ennemis naturels

Guilde des pucerons des céréales

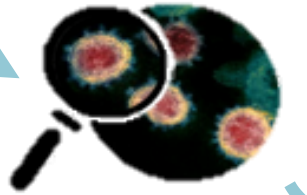


Sitobion avenae

Metopolophium dirhodum

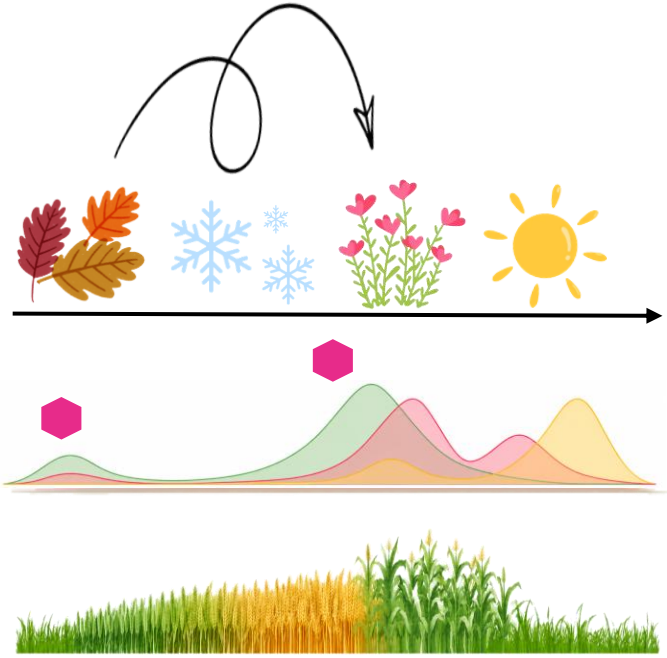


Rhopalosiphum padi



Virus
= BYDV

Plantes
= céréales



Ma et al., 2015 ; Alford et al., 2016, 2018 ; Tougeron et al., 2018 ; Honěk et al., 2018

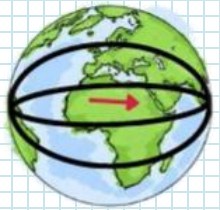
Approche méthodologique pour étudier l'impact du changement climatique sur le terrain

Données
long terme

Rarement disponible

Augmentation T°

Latitudinal



Longitudinal

Altitudinal

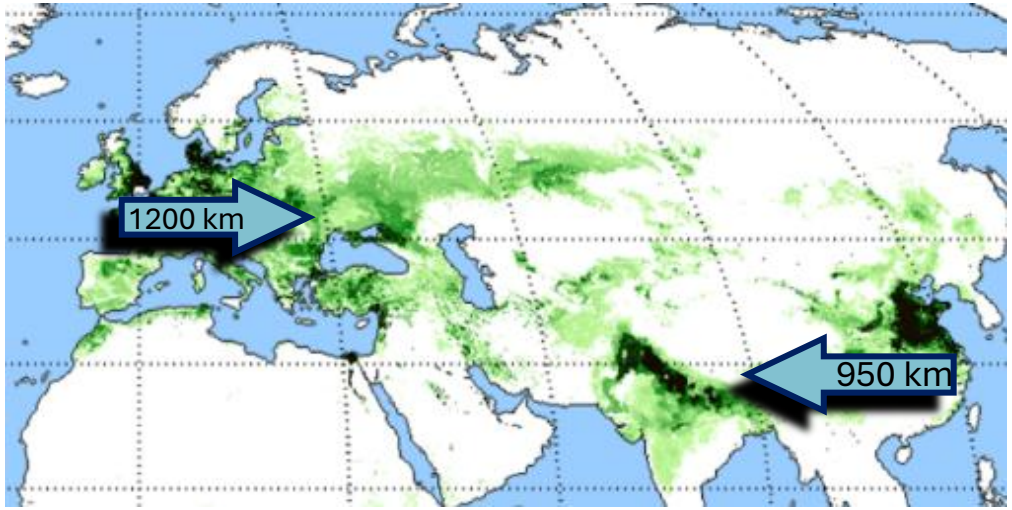
	Latitudinal	Longitudinal	Altitudinal
T° moyenne	≠	=	≠
T° variations	=	≠	=
Durée du jour	≠	=	=

Répondre à des questions scientifiques spécifiques

Événements thermiques extrêmes

Saunders, 1965 ; Brodeur and McNeil., 1989 ; Tougeron et al., 2017 ; Jego et al., 2023

Projet international et collaborations



cnrs **IRP GRADIENTS**

Université de Rennes

ECOBIO Rennes

cnrs

UNIVERSITÉ de Picardie Jules Verne

UCLouvain

BIOZENTRUM UNIVERSITÄT WÜRZBURG

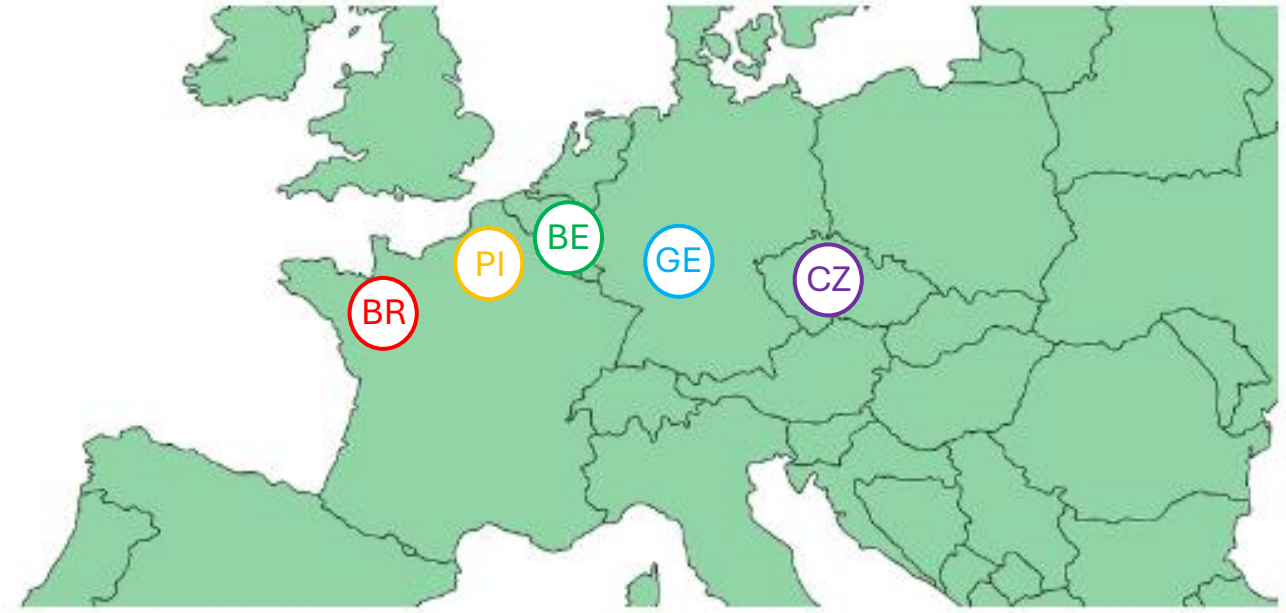
VÚRV Crop Research Institute, Prague

HEBEI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

CAAS

Joan van Baaren, Chun-Sen Ma, Cécile Le Lann, Gang Ma, Thierry Hance, Hubert Compère, Ronan Marrec, Sarah Redlich, Pavel Saska

Echantillonnages le long d'un gradient climatique longitudinal en Europe...



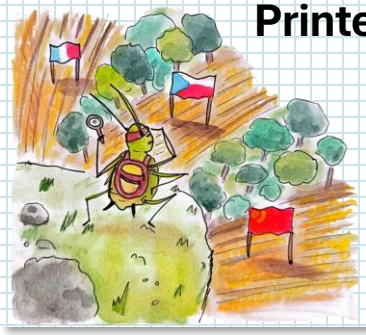
Gradient de saisonnalité

5 régions en Europe

BR = France - Bretagne
PI = France - Picardie
BE = Belgique
GE = Allemagne
CZ = République-Tchèque

2 années consécutives

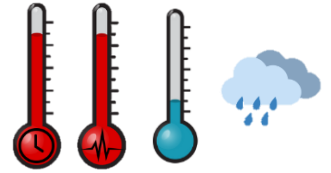
2 saisons
Automne (2021-2022)
Printemps (2022-2023)



5 à 10 champs / région

… es plantes et organismes constituant le pathosystème céréalier étudié

56 champs le long du gradient européen
4 saisons (printemps et automnes)

Organisms	Methods	Variables
	Comptages N = 68994	Abondance
	Comptages, échantillonnage & identification N = 13062	Taux de parasitisme et hyperparasitisme Taux de diapause
	Plant sampling RNA extraction & RT-qPCR + séquençage	Abondance et diversité des BYDV
	Analyse de données (ERA5)	Vagues de chaleur au printemps, de froid en automne et précipitations 
	Cartographie N = 56	Composition du paysage

Structure des communautés : changement d'abondances relatives chez les pucerons

Gradient géographique

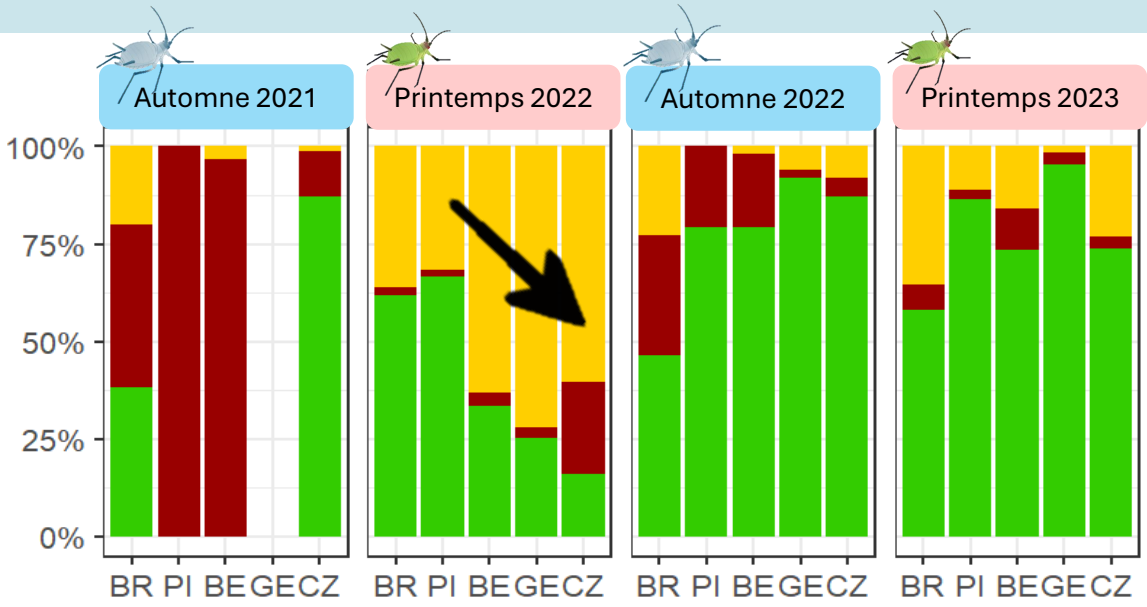
VS

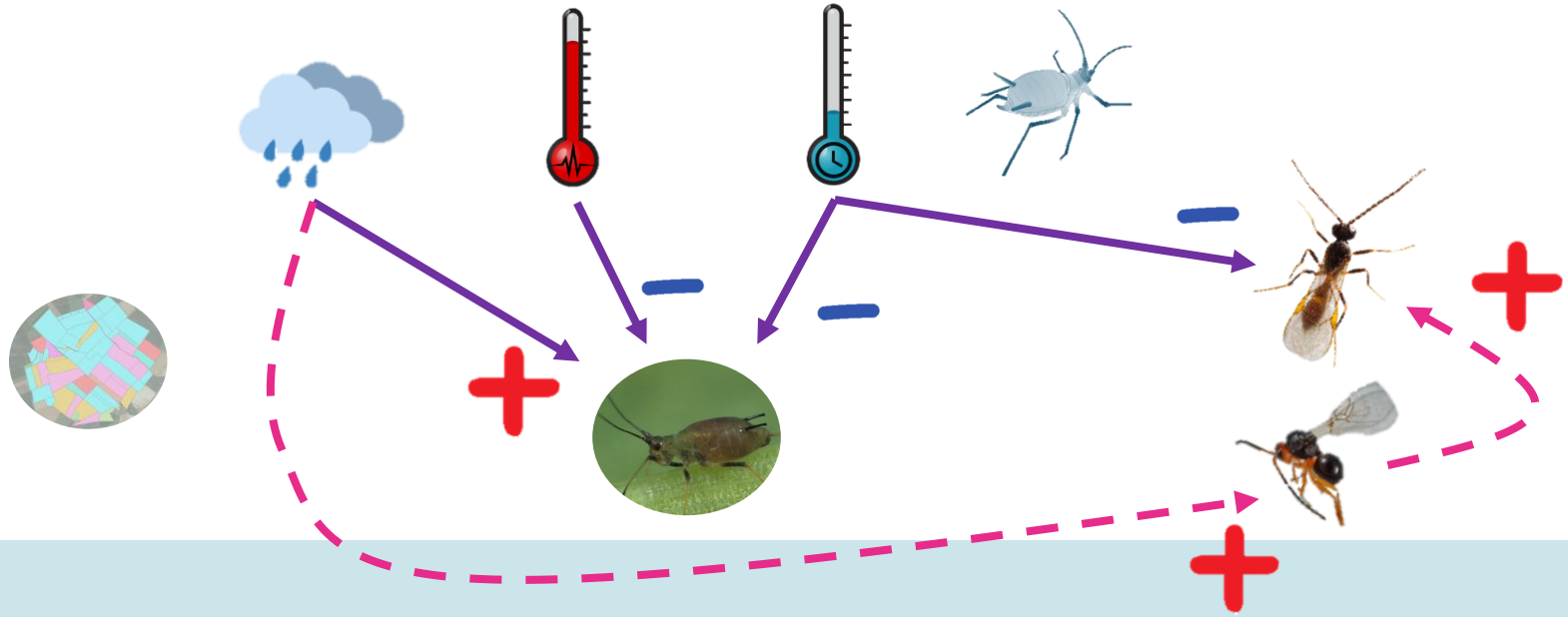
Gradient climatique

PI BE BR GE CZ

\+ −

2022 :
Événements extrêmes
Tmax > 24°C





Structure des communautés : changement d'abondances relatives chez les pucerons

Gradient géographique

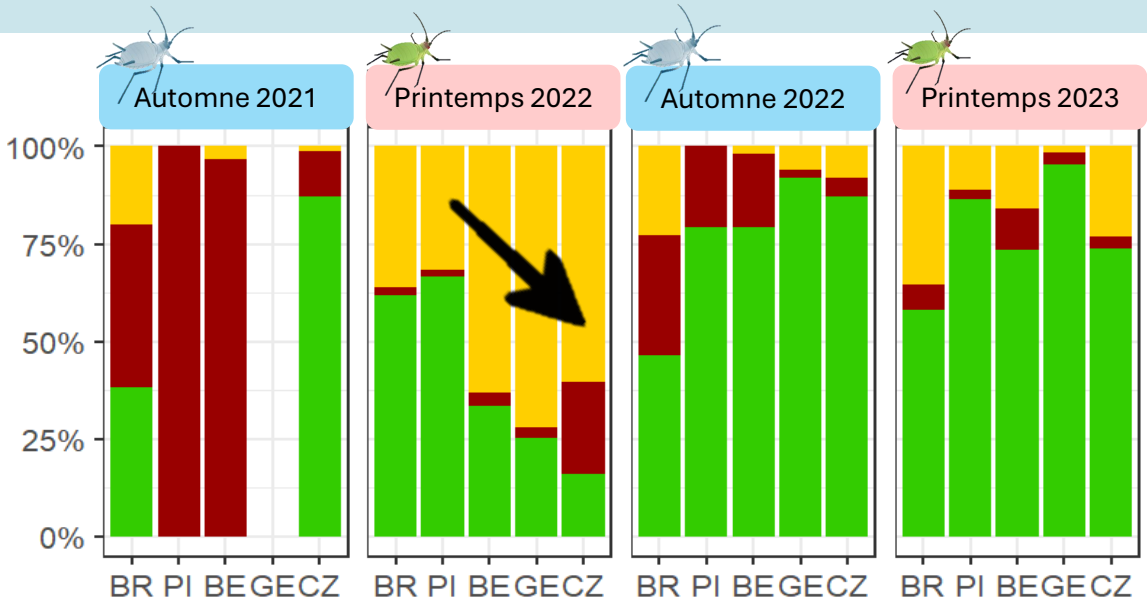
VS

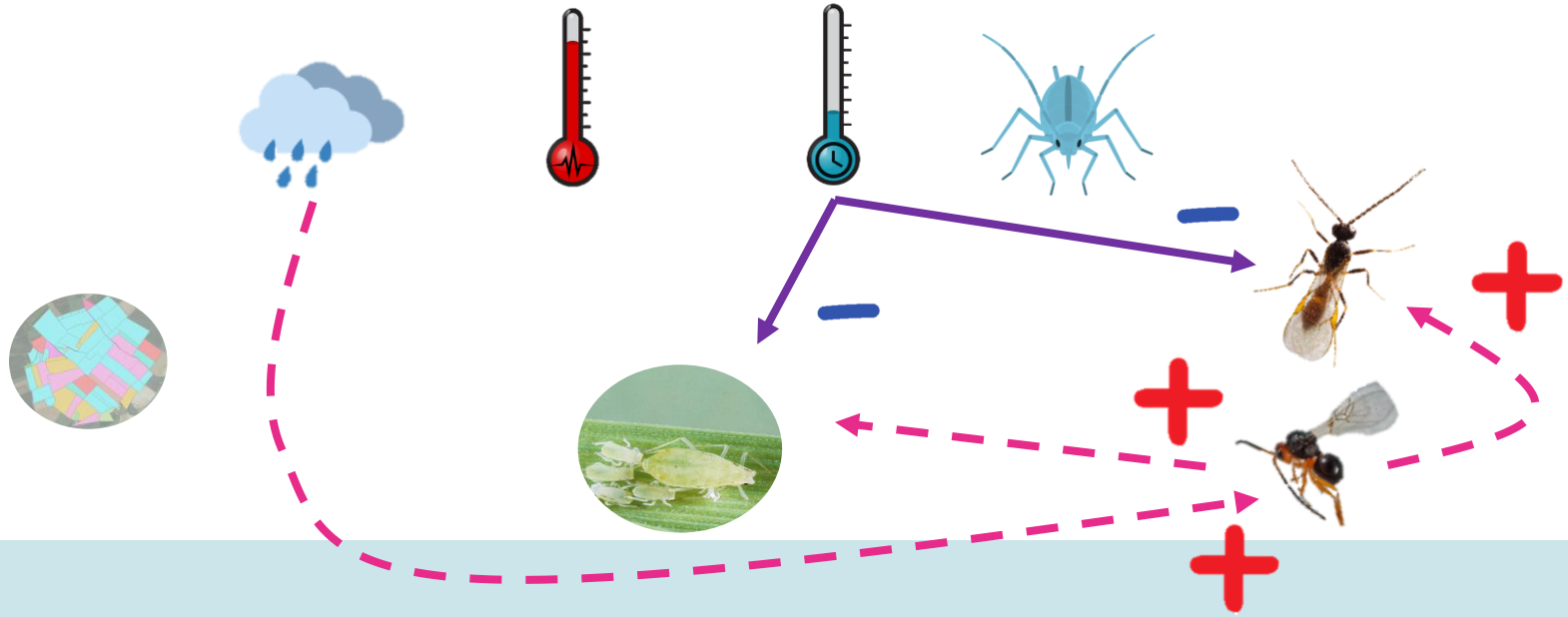
Gradient climatique

PI BE BR GE CZ

\+ −

2022 :
Événements extrêmes
Tmax > 24°C





Stratégie de résistance chez les parasitoïdes : augmentation de la diapause estivale

Gradient géographique

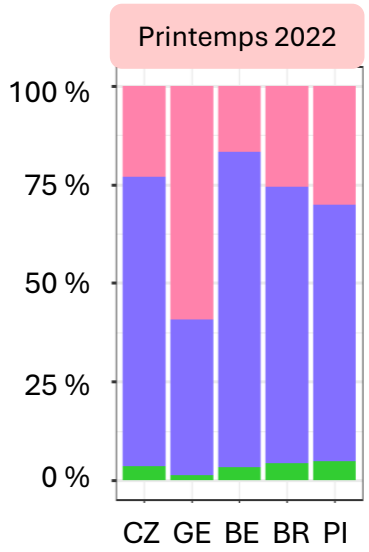
VS

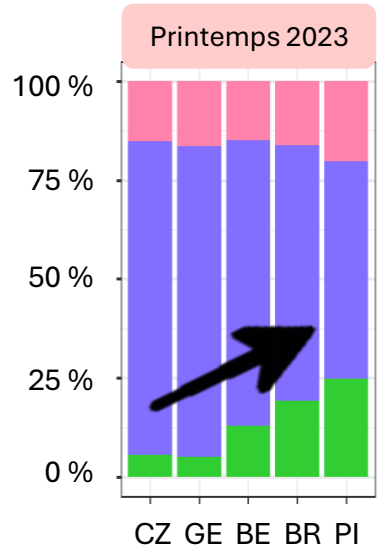
Gradient climatique

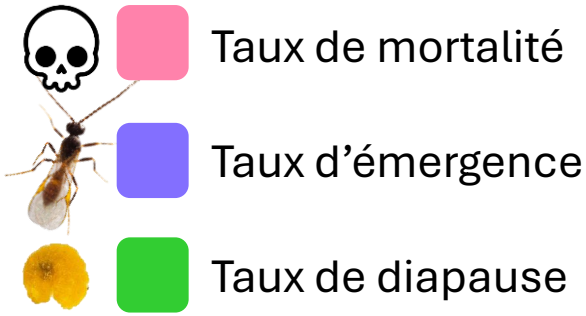
PI BE BR GE CZ

\+ −

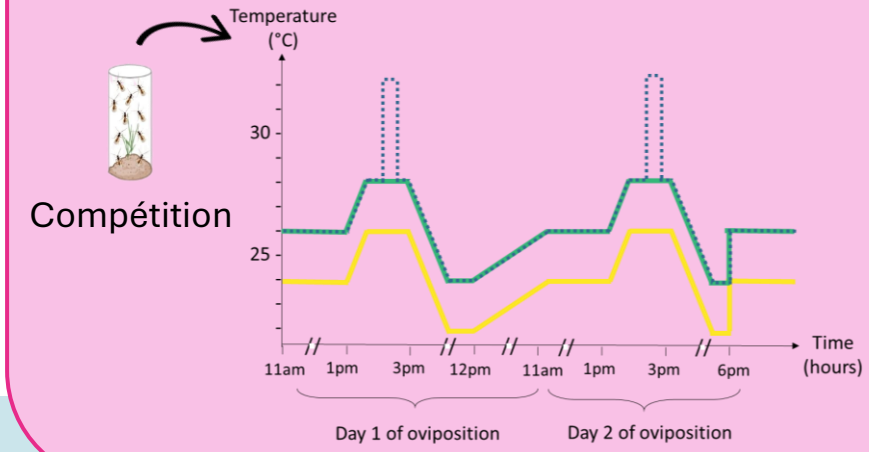
2022 :
Événements extrêmes
Tmax > 24°C

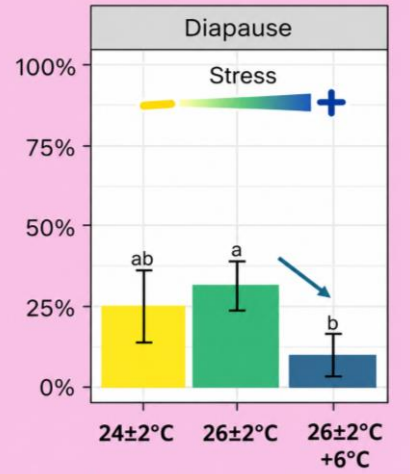






Diapause estivale
Mais pas pour des stress trop élevés

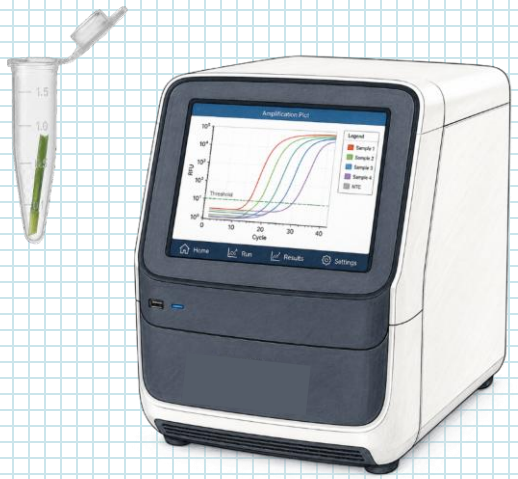


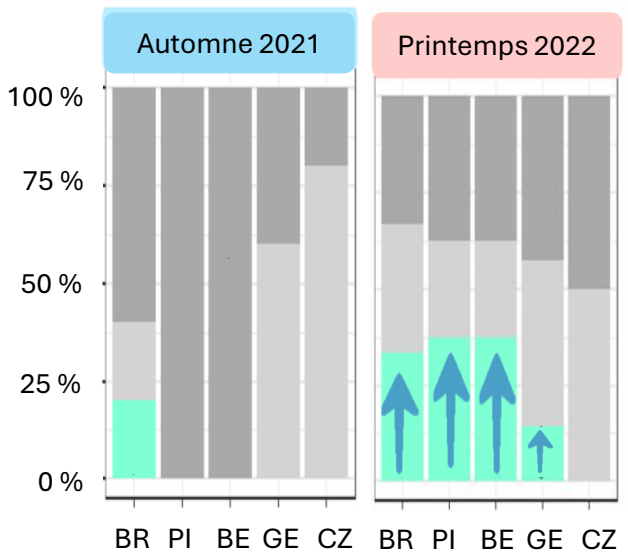


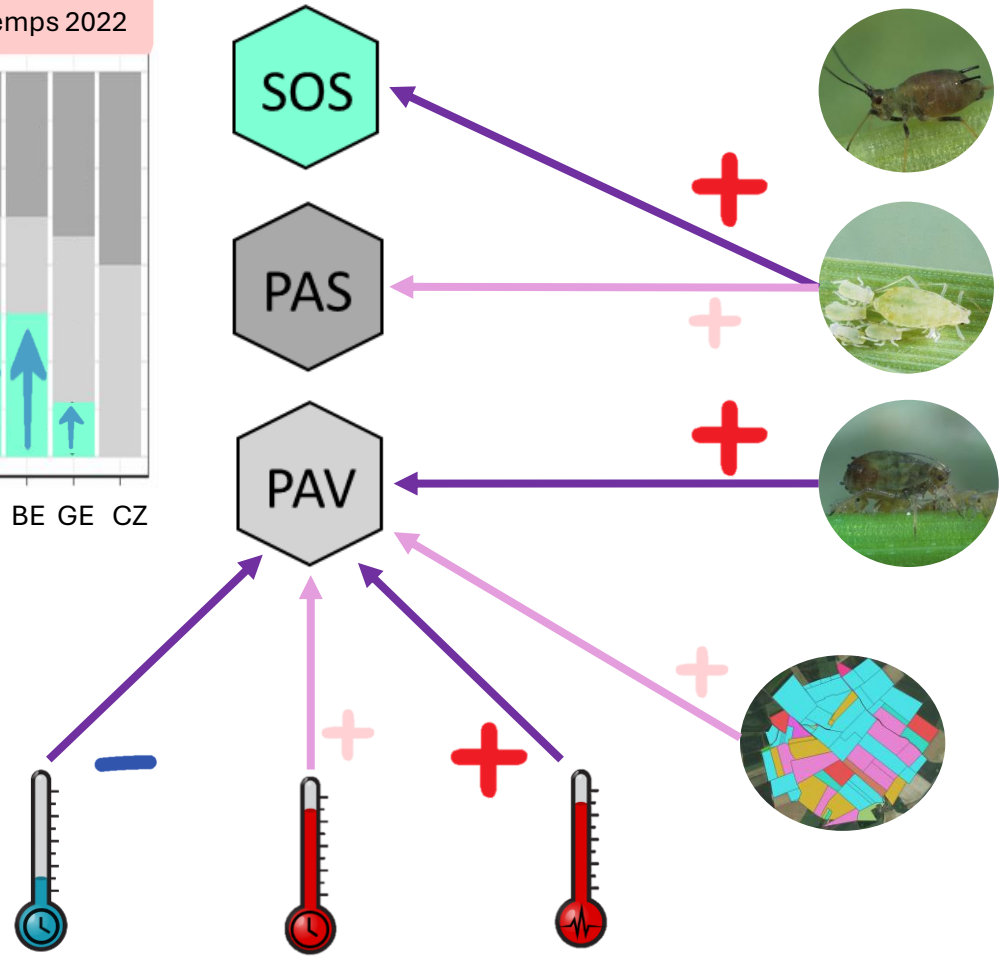
$N_{femelle}$	7	13	9
$N_{progeny}$	89	144	94

Conséquences sur l'épidémiologie de la JNO : Variation saisonnière des BYDVs

Gradient géographique







Discussion & perspectives

Résultats clés

Importance des événements extrêmes à court terme

V

Guilde des hyperparasitoïdes

Guilde parasitoïdes primaires

Régulation par des ennemis naturels

Modification des stratégies de résistance :

↗ Diapause estivale

↘ Ressource

Guilde des pucerons des céréales

Sitobion avenae

Metopolophium dirhodum

Rhopalosiphum padi

Modification des abondances relatives
➔de la structure des communautés

Modification des réseaux trophiques

↗ Diversité virale au printemps

Virus
= **BYDV**

Plantes
= **céréales**

Apport de l'étude des gradients chinois

Améliorer nos connaissances sur l'évolution des ectothermes face aux changements climatique

En Chine

Travaux en cours sur 2 gradients

→ Longitinal : Événements extrêmes

→ Latitudinal : T° moyenne

Différences :

- Climat : événements plus extrêmes
  (T°> 32°C = événements fréquents)
- Paysages
- Pratiques agricoles

MAIS même espèce

→ Sélection de différentes réponses adaptatives ?

Pither, 2003 ; Sunday et al., 2019 ; van Baaren et al., 2010 ; Ma et al., 2021 ; Gunderson et al., 2015

Un immense merci à

Superviseurs de France et de Chine

Joan Van Baaren
Chun-Sen Ma
Cécile Le Lann
Gang Ma

Collaborateurs européens

Hubert Compère
Thierry Hance
Kevin Tougeron
Sarah Redlich
Pavel Saska
Jiri Skuhrovec

Collaborateurs du NRI

Sophie Bouvaine
Goncalo Ramalho E Silva

Collègues IRP

Ruining Li
Bingxin Wang

Membres du CSI

Kevin Tougeron
Thierry Hance
Phillipe Vernon
Francesco Ragone

Tous les stagiaires

Nina Morvan
Sarah Carpentier
Emilie Akoka
François Louart
Fanny Kuttler
Leo Macou
Emma Maunoury

Youna Cochet
Julie Benard
Matteo Pean
Emmauel Costa
Anna Sediva
Ana Larbata Wienand

Collègues

Axel Berringue
Nolenn KERMEUR
Floriane TURREL
...

Ecobio

ECOLEX, PEM, STAF, AP
Stephanie Llopis
Romuald Cloteau
Emmanuel Le Rouzic

AgriComics

BIOZENTRUM UNIVERSITÄT WÜRZBURG
VÚRV Crop Research Institute, Prague — Knowledge for sustainable agriculture
UCL Université catholique de Louvain
Université de Picardie Jules Verne
ECOBIO Rennes
Université de Rennes
CAAS
Hebei University of Science and Technology
Région Bretagne
cnrs
Ambassade de France en Chine — Liberté Égalité Fraternité

MERCI