



SEPTOVAR (2014-2017)

Réponses de populations locales de *Mycosphaerella graminicola*
aux variations spatiales de deux facteurs agro-environnementaux majeurs
et inférence de leur potentiel d'adaptation aux changements globaux

Frédéric Suffert
INRAE BIOGER (Thiverval-Grignon)

Un projet « *d'entre-deux thèses* »

INRAE BIOGER

F Suffert

A-L Boixel

O El Kamel

G Delestre

J Legeay

S Gélisse

N Retout

INRAE EcoSys

M Chelle

A Fortineau

AgroParisTech

I Sache

F Bernard

ARVALIS

R Valade

CNRS IRBI

S Pincebourde

CIRAD BGPI

V Ravigné

Enjeux

Comprendre (et prédire ?) la capacité des populations d'agents phytopathogènes à s'adapter aux changements globaux

Climat futur & « propriétés » **actuelles** des agents pathogènes (West et al. 2012)
→ futures répartitions, futurs impacts ?

Quid du potentiel d'adaptation (changement de « propriétés »)
des populations pathogènes ?

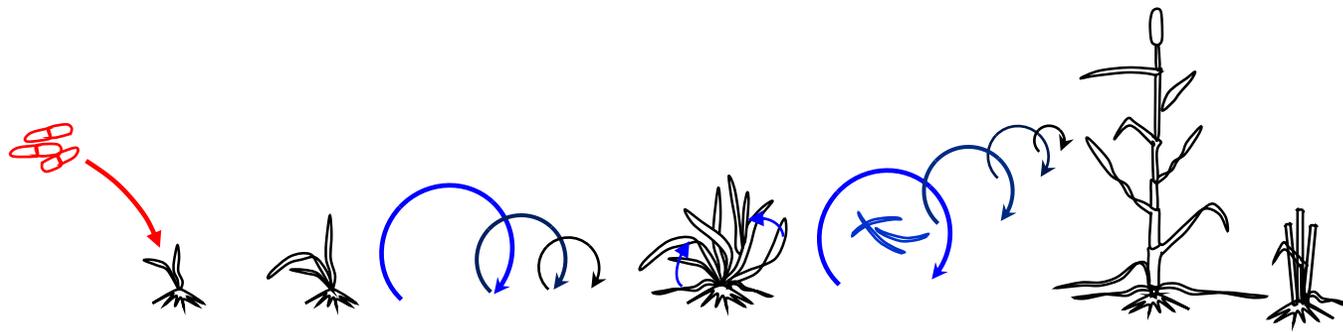
Enjeux

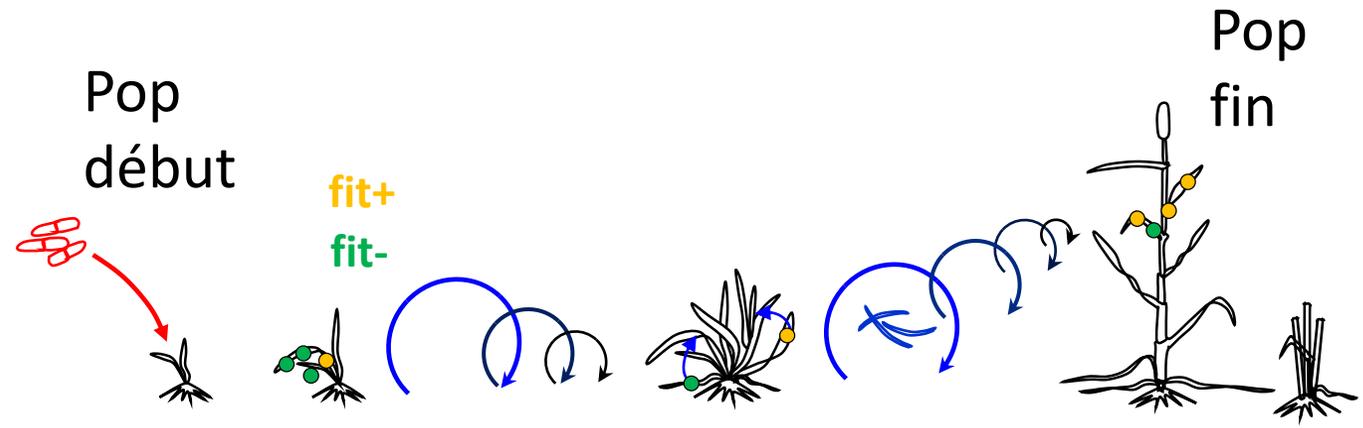
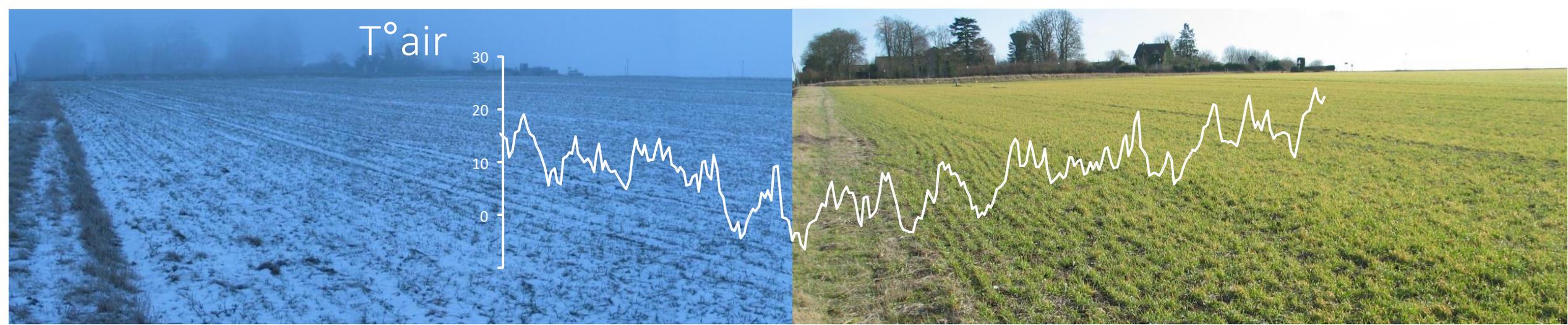
Comprendre (et prédire ?) la capacité des populations d'agents phytopathogènes à s'adapter aux changements globaux

- Quelles variables climatiques sont (et seront) réellement perçues par les pathogènes ?
- Quel est le rôle du couvert végétal en tant que « filtre climatique » (du mésoclimat au phylloclimat) ?
- Quelles variables climatiques (nature, moyenne/variance) pilotent les cycles épidémiques et les dynamiques adaptatives des pathogènes ?
- Parmi les moteurs de l'adaptation, quelle pourrait être l'importance de la plasticité phénotypique et de la sélection intra-population ?

Objectif du projet

Inférer le potentiel adaptatif de populations de *M. graminicola* aux changements globaux (climat) en caractérisant l'hétérogénéité des réponses de populations françaises aux variations spatiales de deux facteurs agro-environnementaux majeurs, température et résistance variétale





Ce qui a nourri le projet...

(1) Plasticité phénotypique, biologie thermique (Bernard et al., 2012)

(2) Sélection par la température et saisonnalité (Suffert et al., 2016)

(3) Processus de sélection multi-échelle intra-/inter-épidémique et effet des deux modes de reproduction (Suffert et al. 2018)

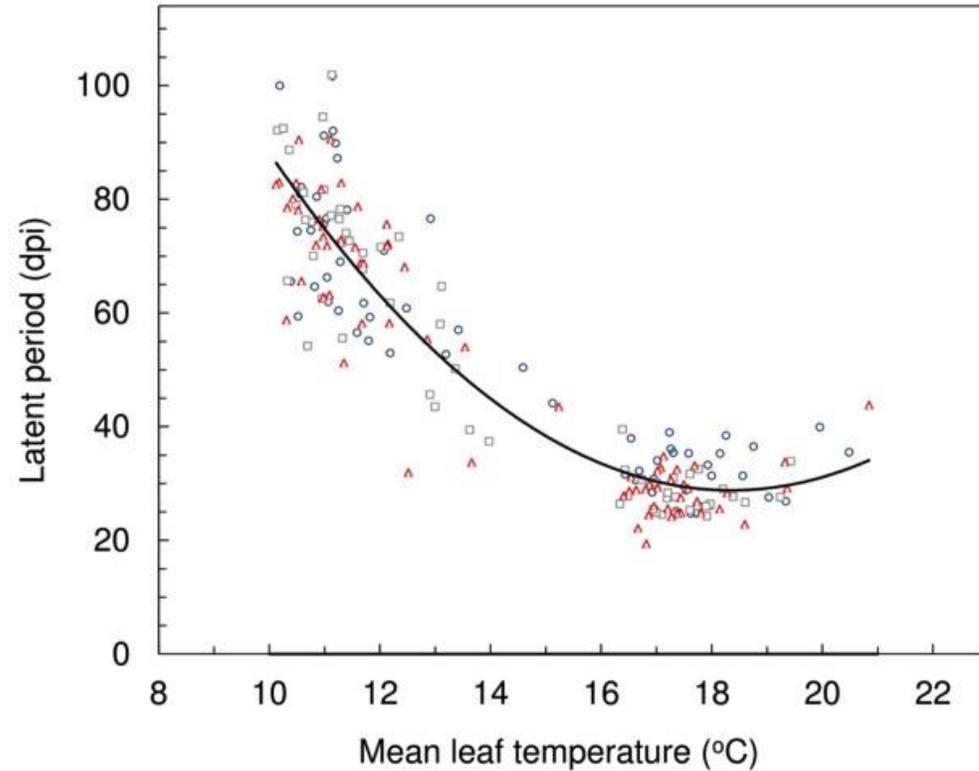
(4) Résultats préliminaires :

- méthodologie TPC, in planta/in vitro
- adaptation à la température, échelle réduite (France)
- mesure de la variabilité spatiale à très petite échelle de la T

... et ce qu'il a permis de concrétiser

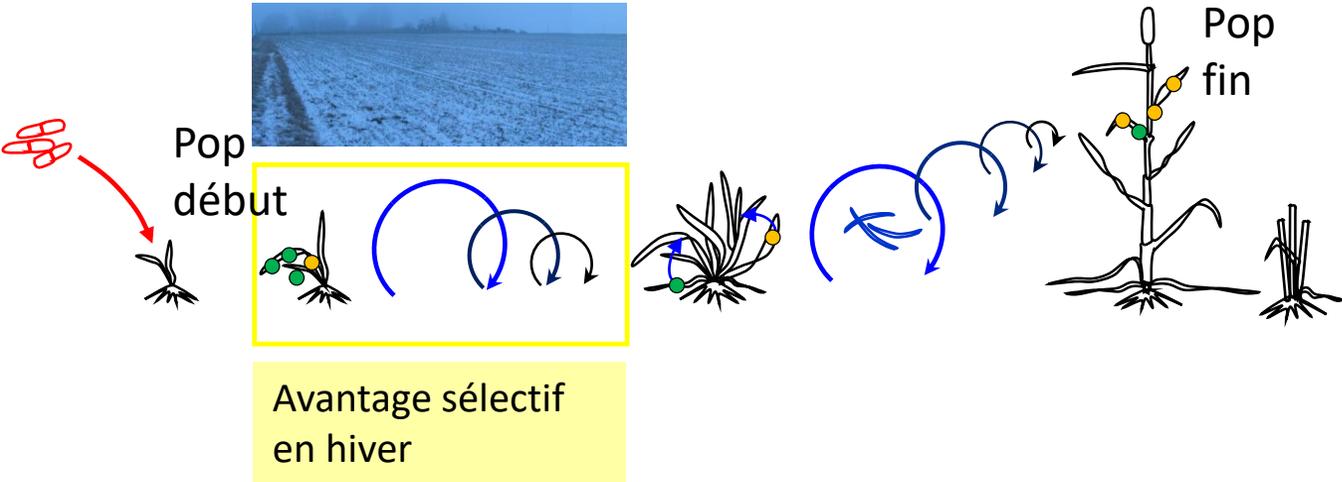
(5) Élargissement => thèse de A-L Boixel

(1) Plasticité phénotypique, biologie thermique



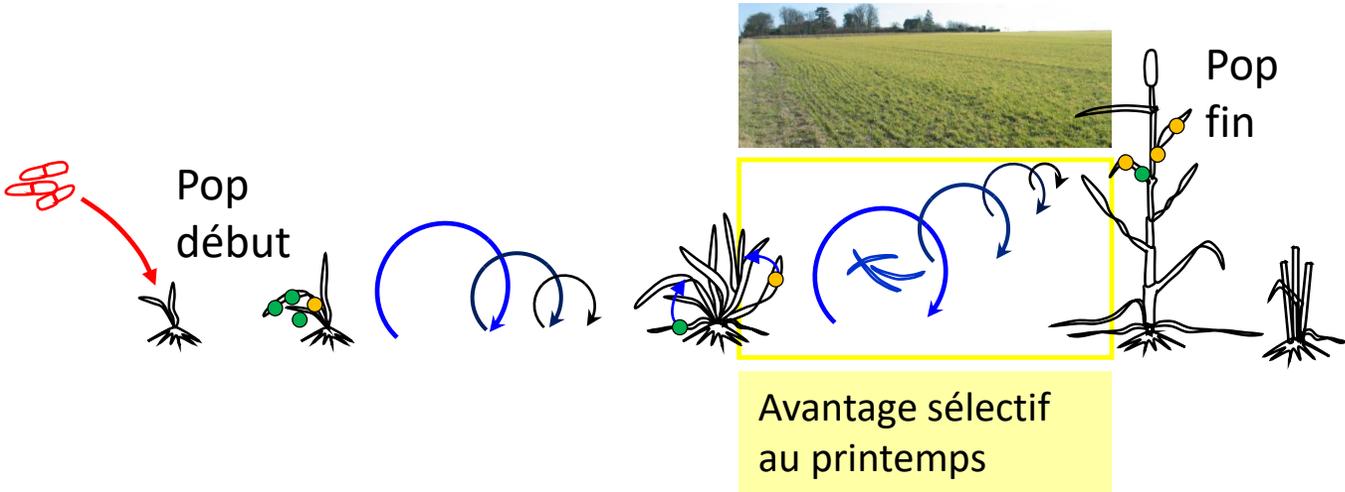
La température de feuille est celle réellement perçue par le pathogène (phylloclimat) et devrait être utilisée pour l'établissement des TPC

(2) Sélection par la température et saisonnalité



	Pop fin vs. Pop début	
	T°C hiver	T°C printemps
Capacité de sporulation	+	=
Période de latence	=	-

(2) Sélection par la température et saisonnalité

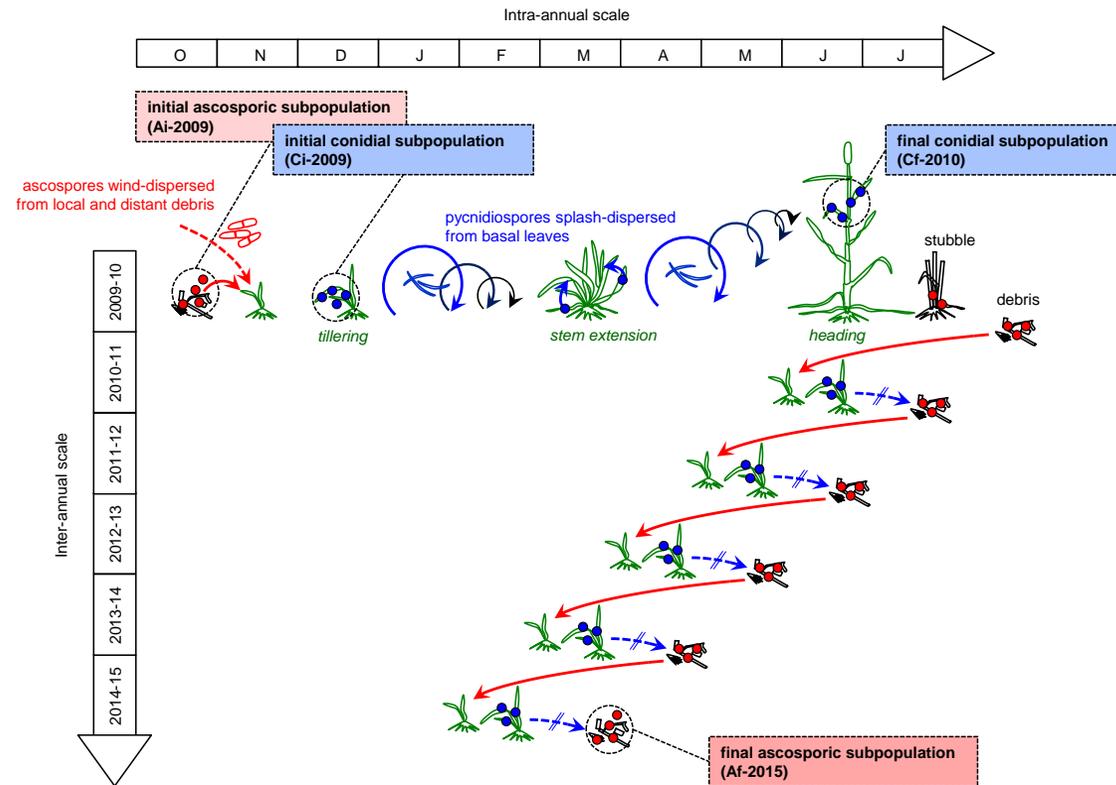


	Pop fin vs. Pop début	
	T°C hiver	T°C printemps
Capacité de sporulation	+	=
Période de latence	=	-

(2) Sélection par la température et saisonnalité

Les fluctuations thermiques saisonnières pilotent des processus épidémiologiques conduisant à la sélection d'individus sur la base de leurs différentes composantes d'agressivité.

(3) Processus de sélection multi-échelle intra-/inter-épidémique et effet des deux modes de reproduction



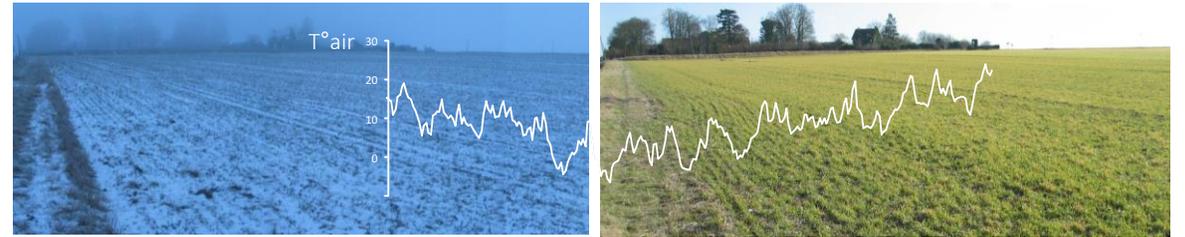
Trade-off entre intra- vs inter-épidémie : sélection + effet Allee ?

Suffert et al., 2018

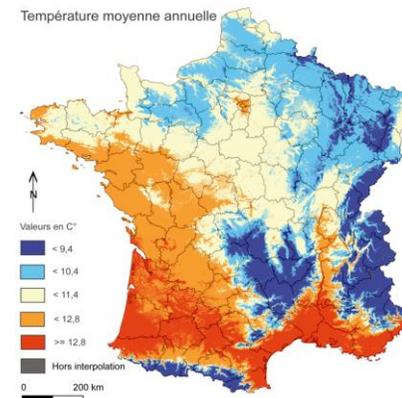
(4) Résultats préliminaires :

- méthodologie TPC in vitro/in planta
- adaptation à la température saisonnalité et gradient géographique (échelle France)

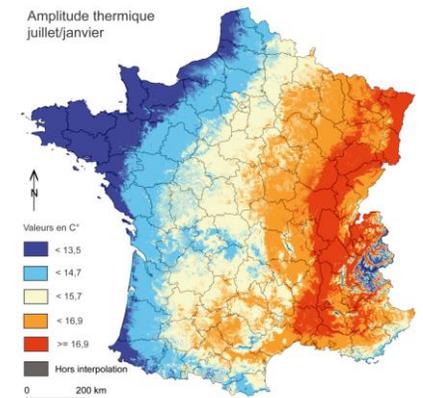
(O El Kamel, G Delestre, J Legeay)



Hétérogénéités temporelles locales (fluctuations saisonnières)
vs.
Hétérogénéités spatiales géographiques (gradients thermiques)



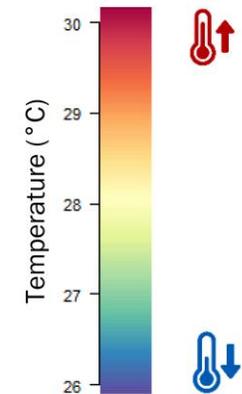
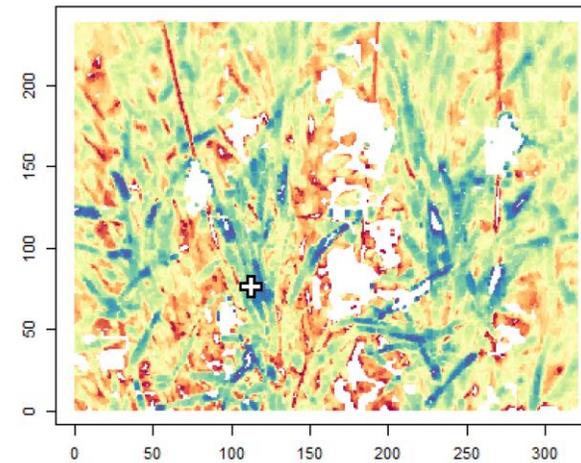
Moyennes T



Amplitudes T

(4) Résultats préliminaires :

- mesure de la variabilité spatiale à très petite échelle de la T



(5) Élargissement => thèse de A-L Boixel

L'hétérogénéité environnementale, un moteur de l'adaptation à la température des populations d'agents phytopathogènes foliaires ?



université PARIS-SACLAY

Environmental heterogeneity, a driver of adaptation to temperature in foliar plant pathogen populations?

Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay

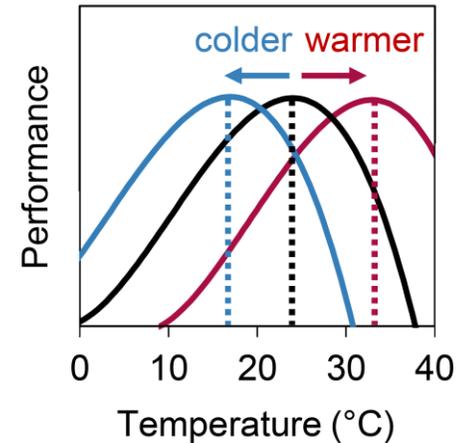
École doctorale n°581 : Agriculture, alimentation, biologie, environnement, santé (ABIES)
Spécialité de doctorat : Sciences agronomiques
Unité de recherche : Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR BIOGER, 78850, Thiverval-Grignon, France
Référent : AgroParisTech

Thèse présentée par
Anne-Lise BOIXEL

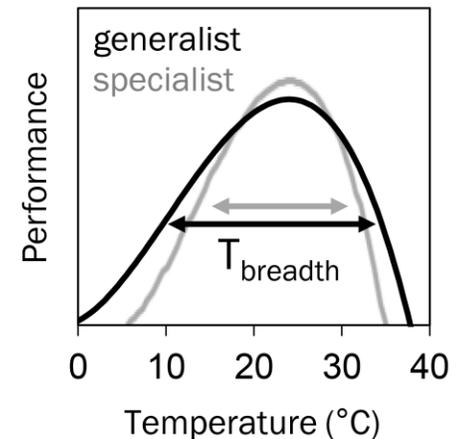
Composition du Jury

Jacqui SHYKOFF Directrice de recherche, CNRS (UMR ESE)	Présidente
Anders FORSMAN Professeur, Linnaeus University (Sweden)	Rapporteur & Examineur
Pascal FREY Directeur de recherche, INRAE (UMR IAM)	Rapporteur & Examineur
Michael SHAW Professeur, University of Reading (UK)	Rapporteur & Examineur
Florence DEBARRE Chargée de recherche, CNRS (EES Paris)	Examinatrice
Frédéric SUFFERT Ingénieur de recherche - HDR, INRAE (UMR BIOGER)	Directeur de thèse
Michaël CHELLE Directeur de recherche, INRAE (UMR ECOSYS)	Co-Directeur de thèse

Thèse de doctorat
NNT : 2020UPASA001

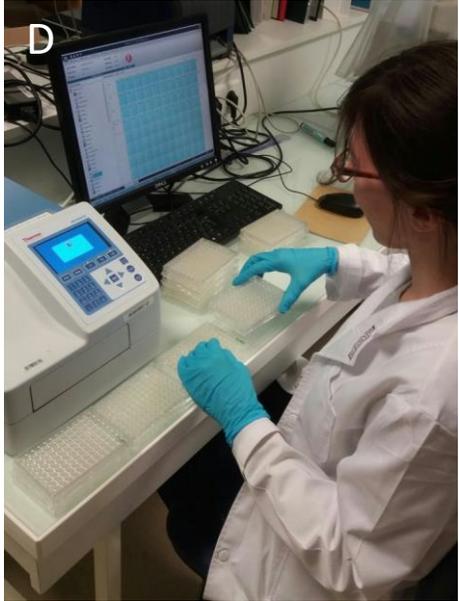
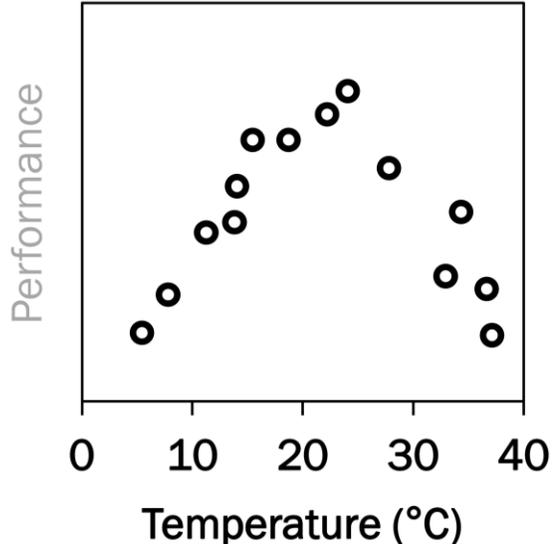


horizontal shift in thermal optimum

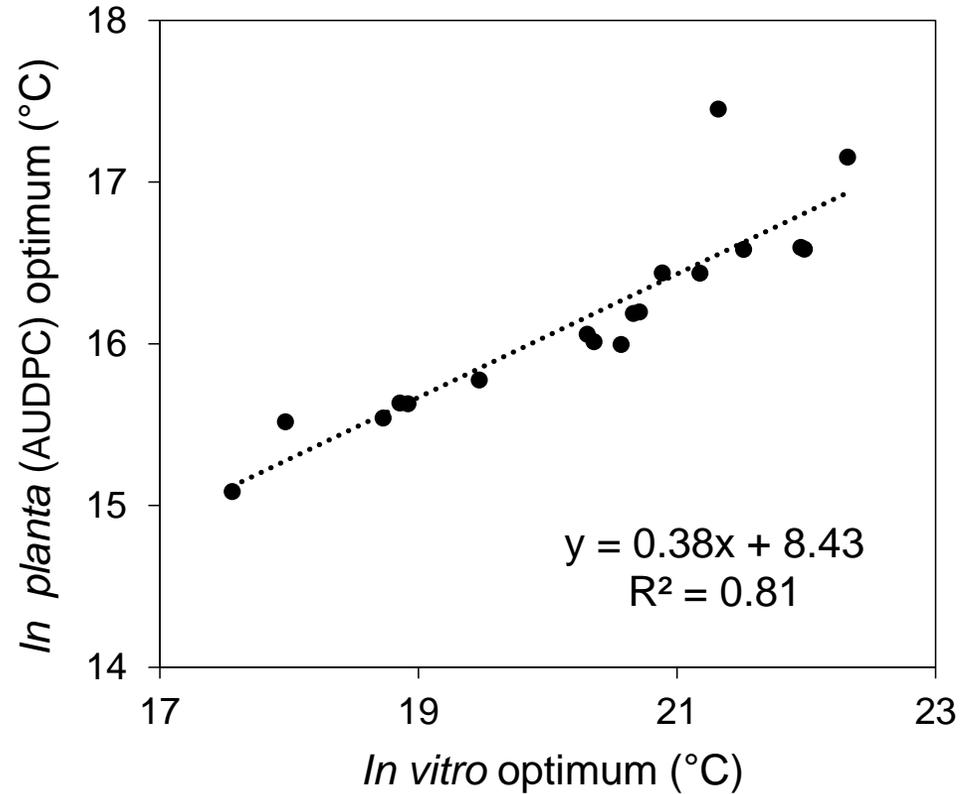
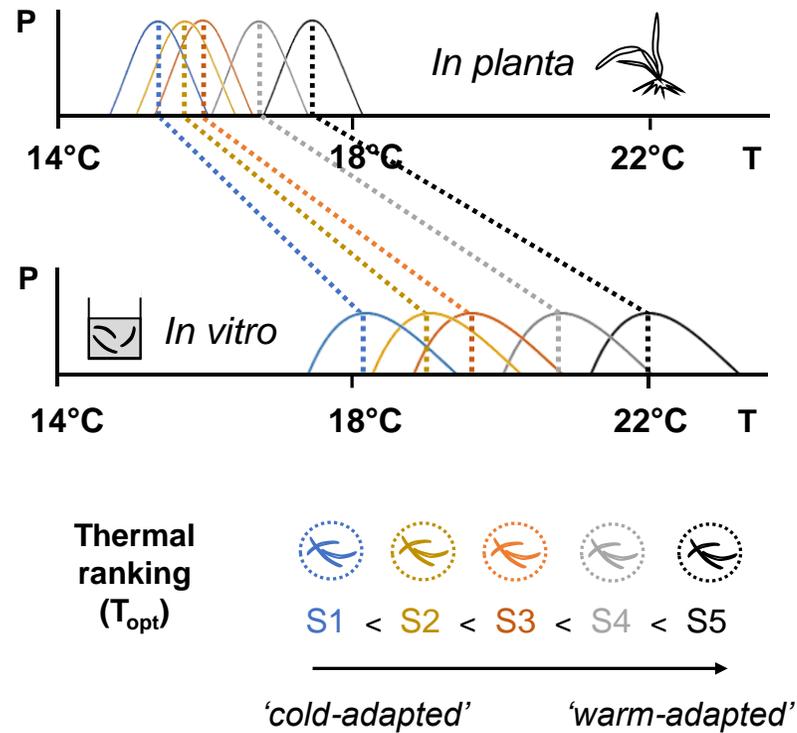


horizontal stretch in thermal breadth

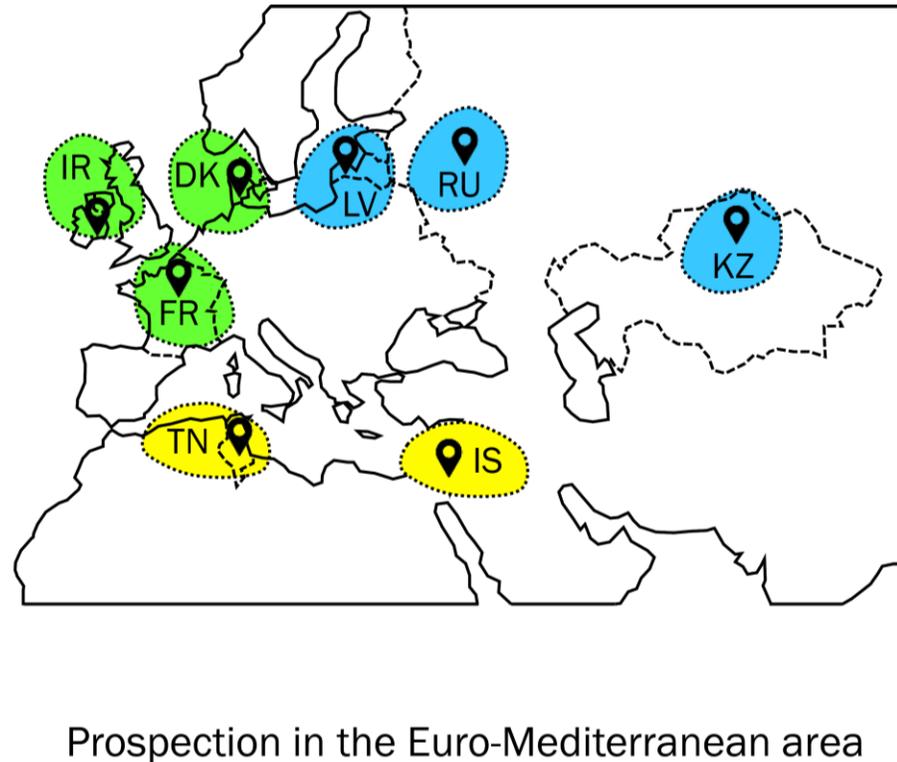
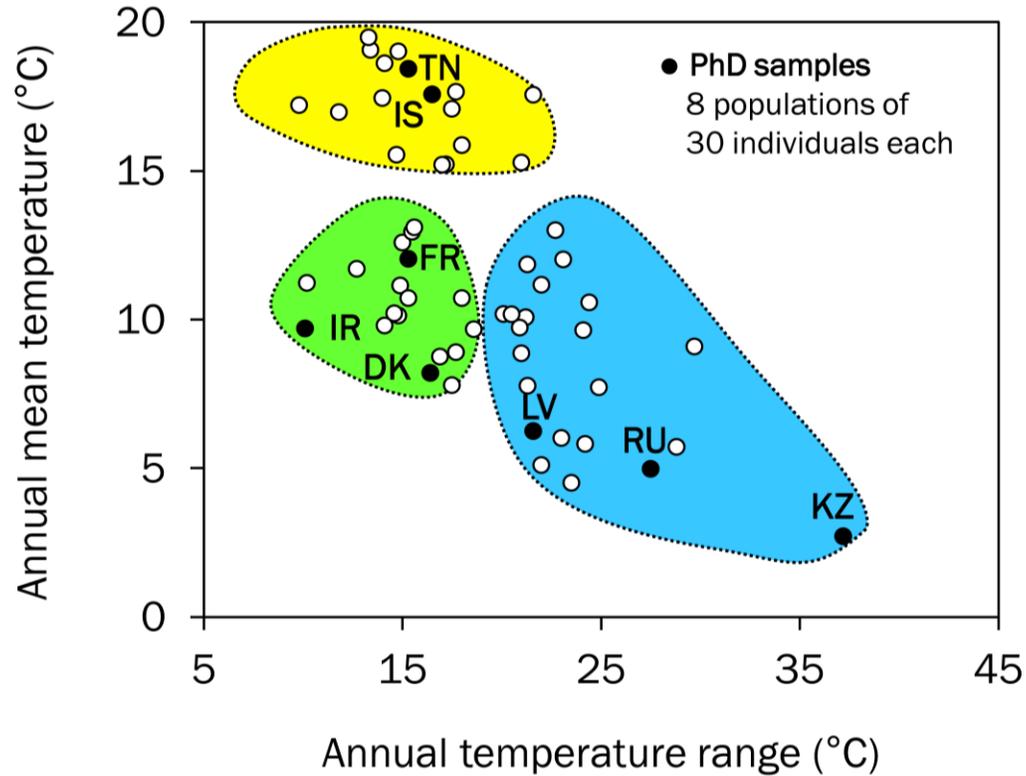
Approche de micro-phénotypage in vitro (DO microplaques) pour établir les TPC de très nombreux isolats



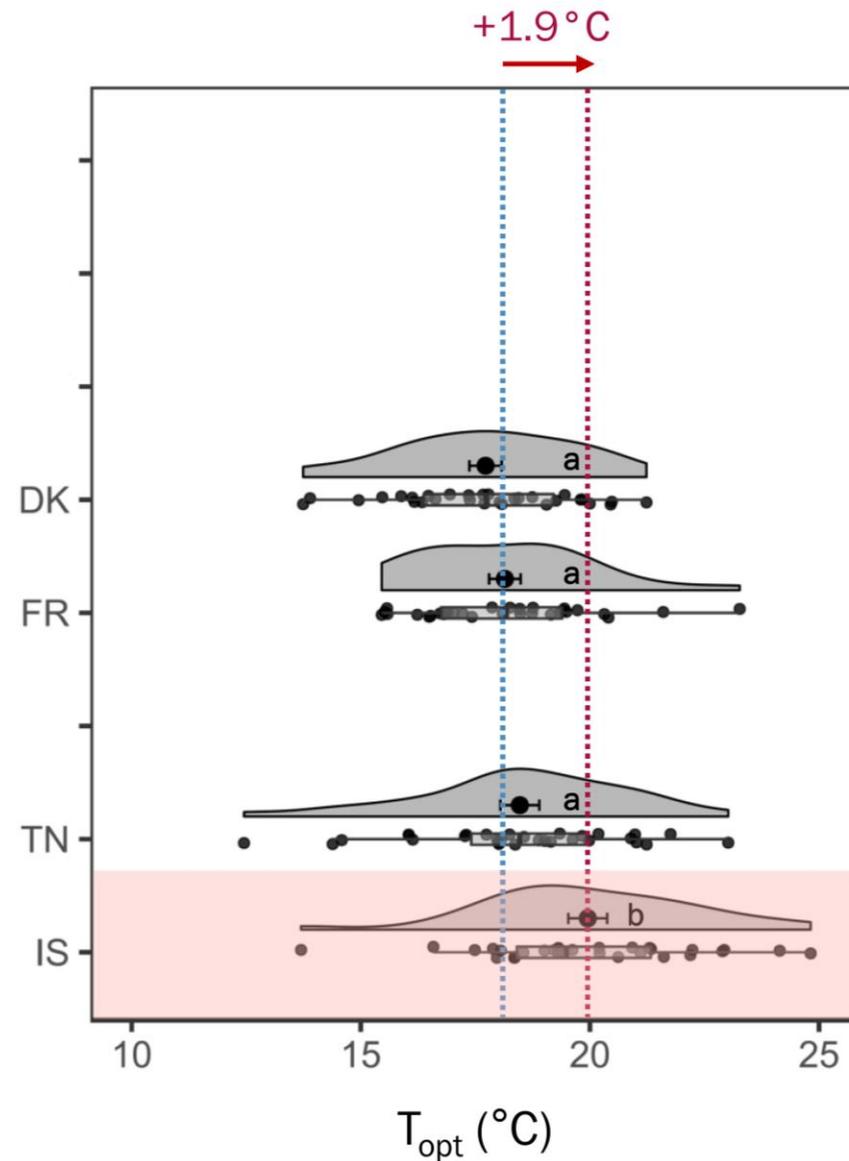
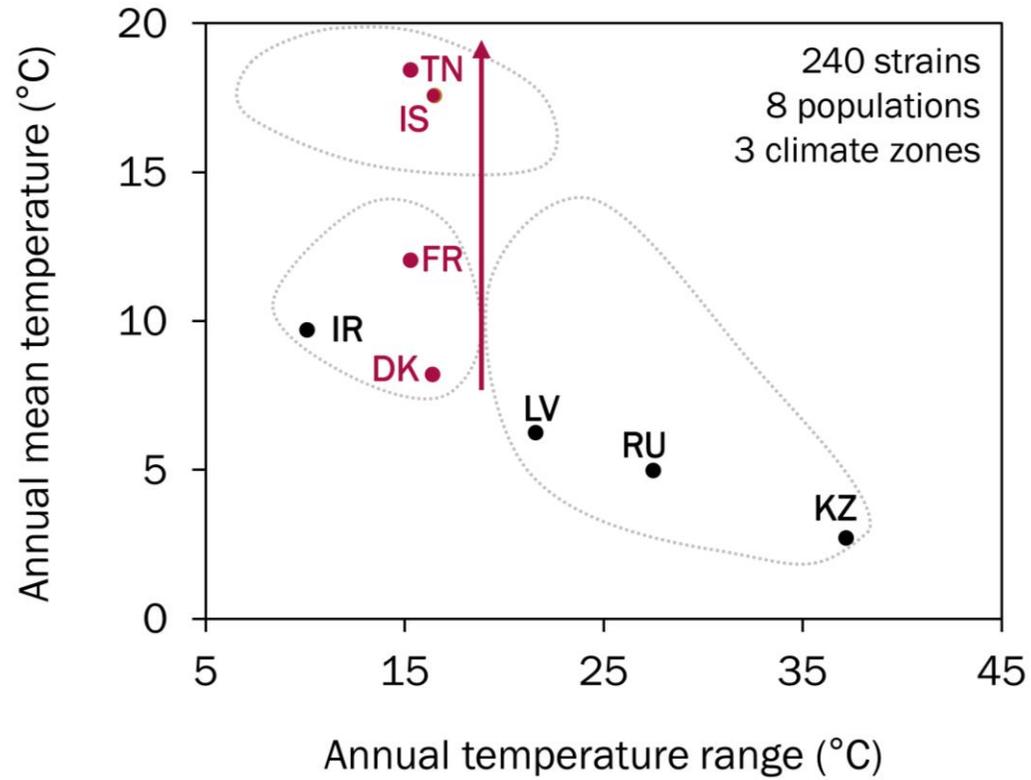
Approche de micro-phénotypage in vitro (DO microplaque) pour établir les TPC de très nombreux isolats



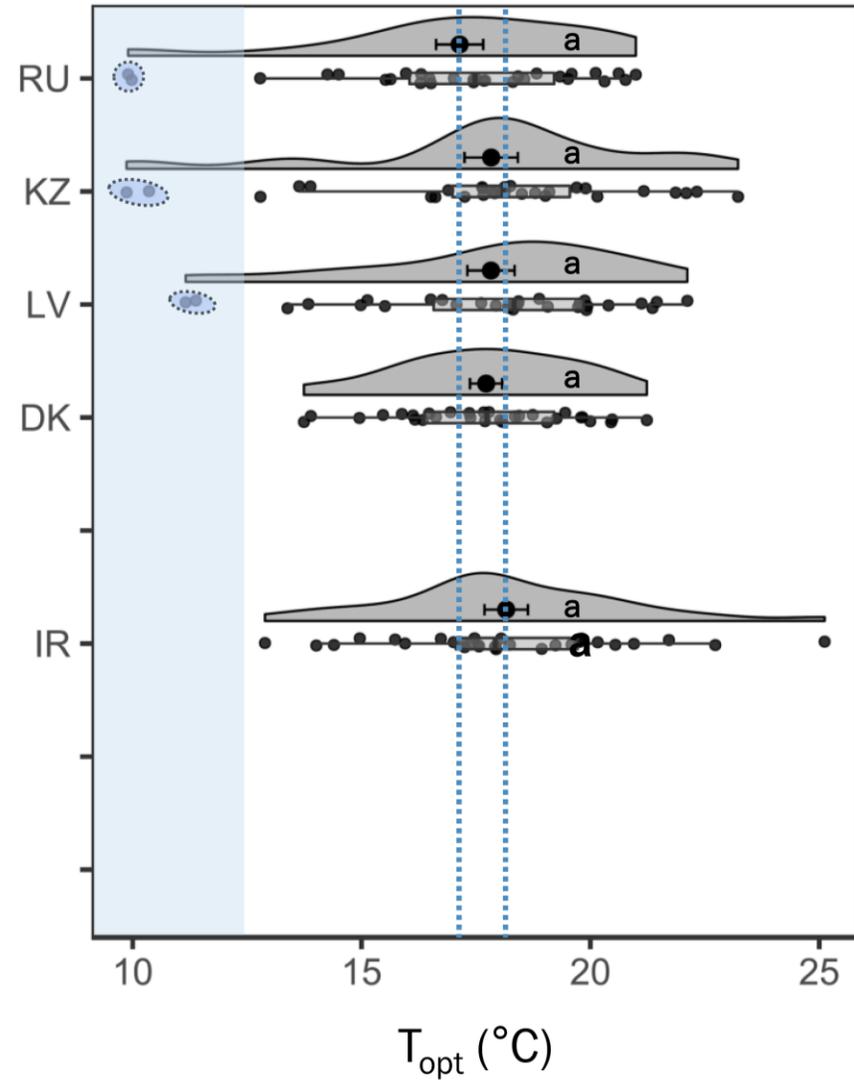
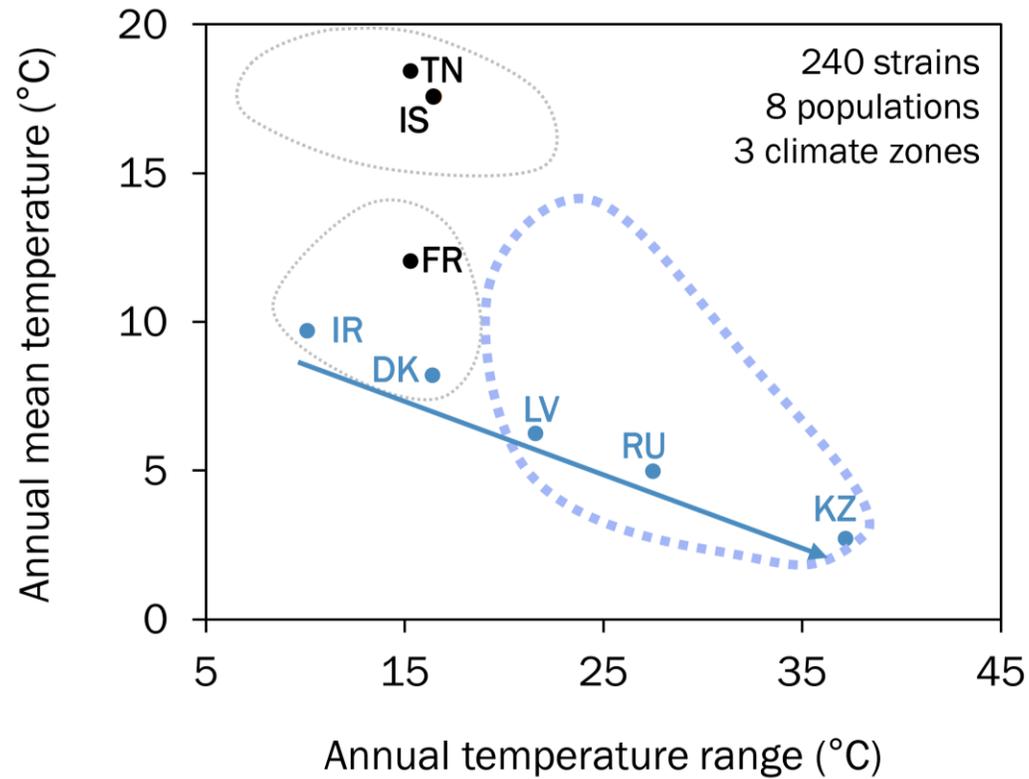
Quelle diversité inter- et intra-population à de larges échelles spatiales ?



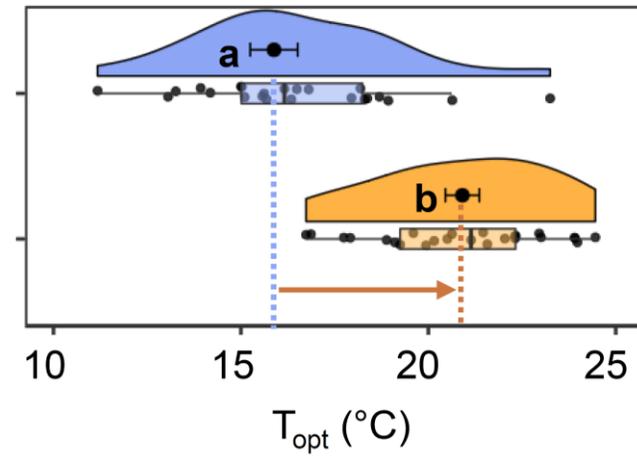
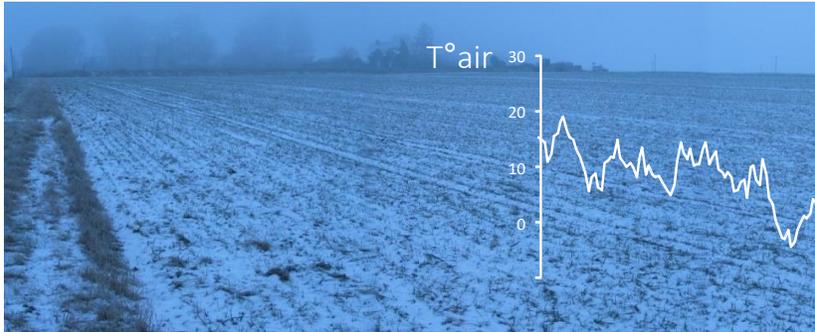
Quelle diversité inter- et intra-population à de larges échelles spatiales ?



Quelle diversité inter- et intra-population à de larges échelles spatiales ?



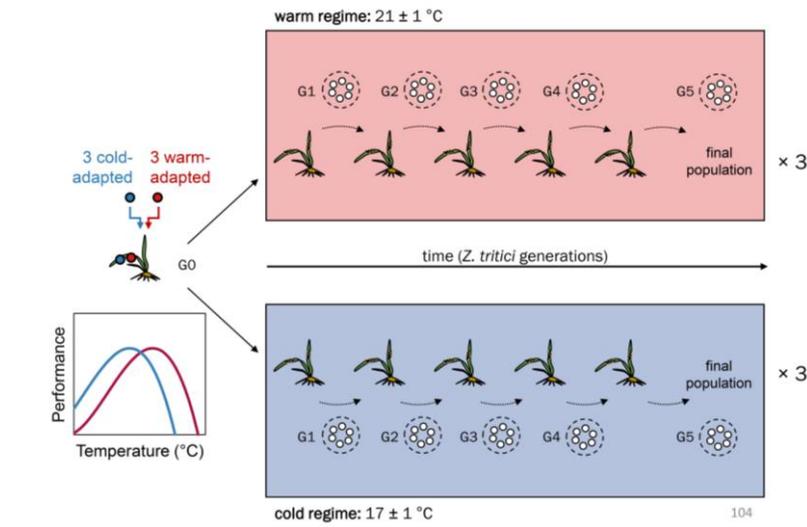
Mais... diversité locale (saisonnalité) > diversité continentale



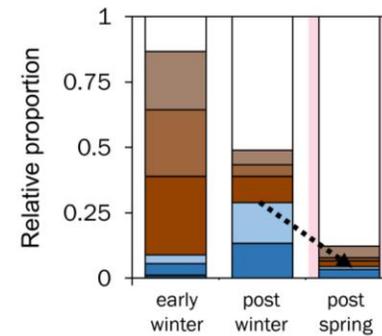
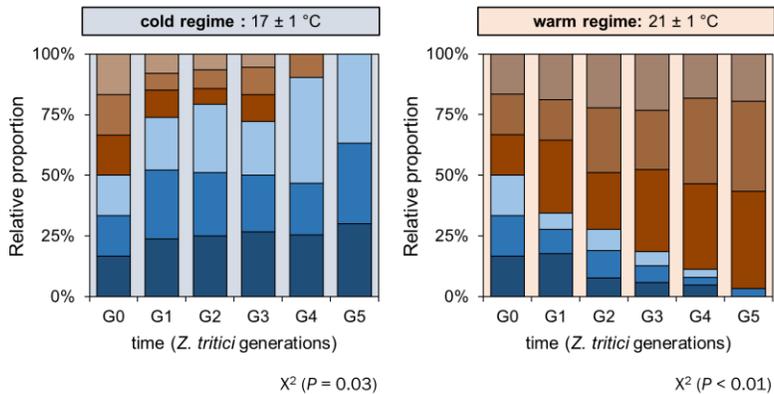
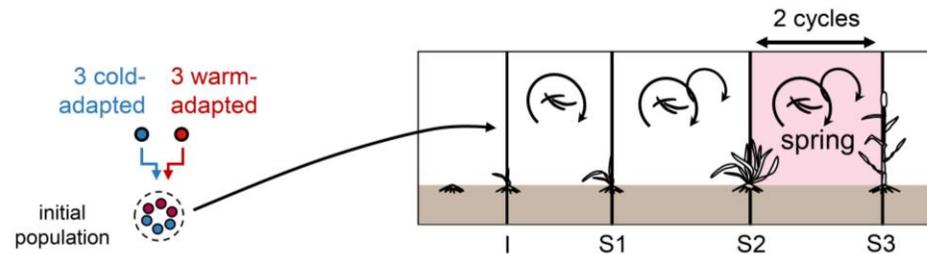
Cause : processus (sélection) <--> échelle (inter- vs intra-annuelle) ?

Sélection des phénotypes thermiques --> adaptation rapide

Conditions contrôlées (réponse « nette »)

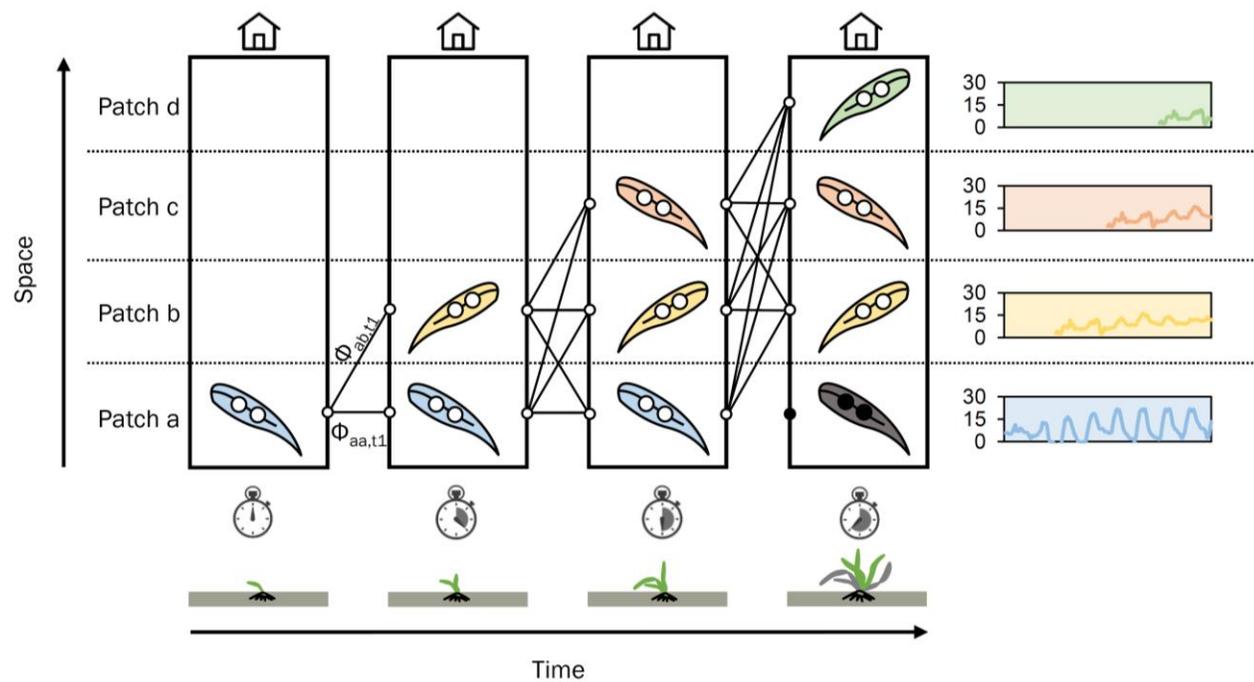


Champ (réponse « bruitée »)



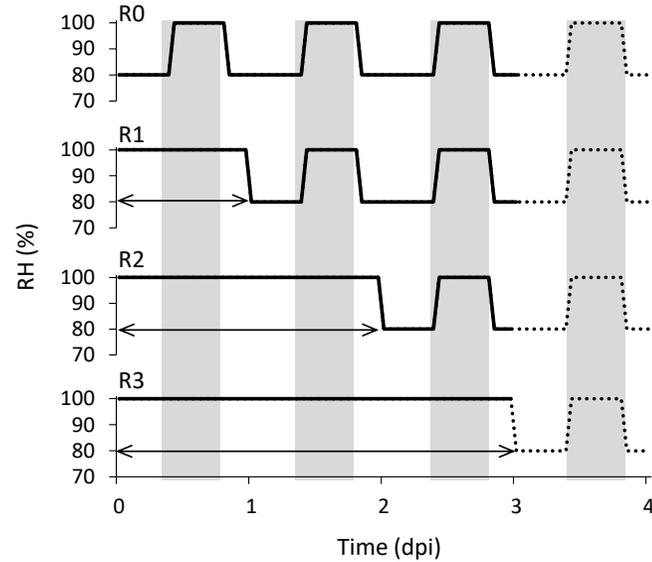
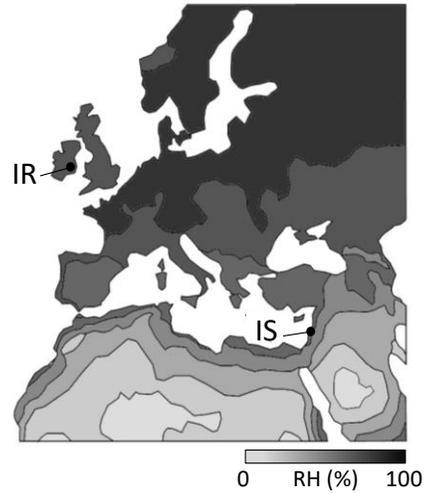
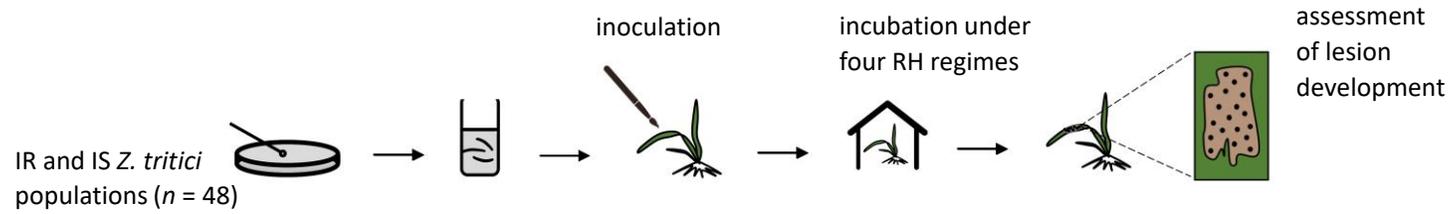
Perspectives

Modélisation



Perspectives

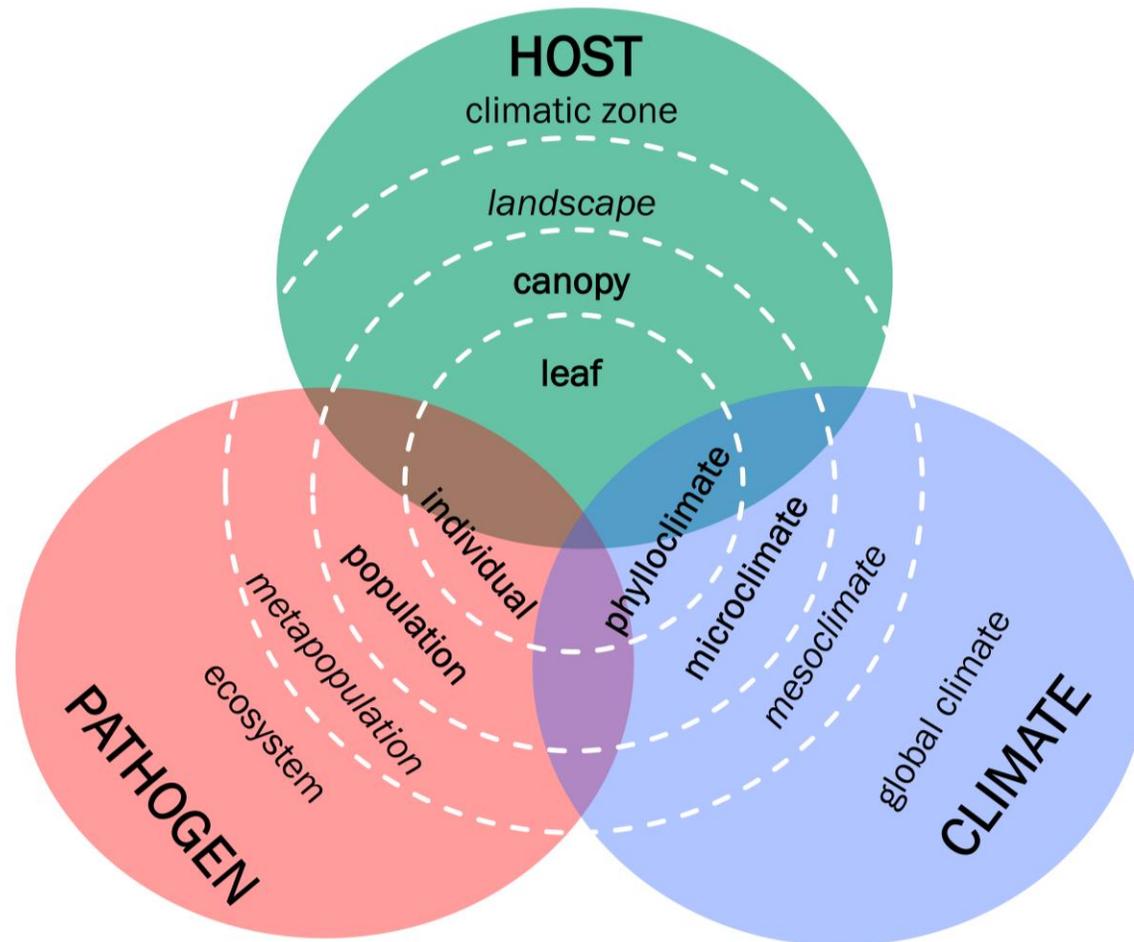
Et l'humidité ?



Et T élevées + conditions sèches ?

Dynamique adaptative actuelle et potentiel d'adaptation chez les pathogènes du blé

Une question d'échelle !



Merci à tous les participants !



INRAE BIOGER

F Suffert

A-L Boixel

O El Kamel

G Delestre

J Legeay

S Gélisse

N Retout

INRAE EcoSys

M Chelle

A Fortineau

AgroParisTech

I Sache

F Bernard

ARVALIS

R Valade

CNRS IRBI

S Pincebourde

CIRAD BGPI

V Ravigné