

webinaire labex BASC

"Comprendre et gérer la dynamique de la diversité biologique »

28 janvier 2021

Projets sur les interactions entre maïs, chenilles foreuses de tiges et hyménoptère parasite de chenilles :



ITEMAIZE – projet phare de BASC 2
Christine Dillmann GQE/, ...

LutteSesa – projet « Partenariat »
Laure Kaiser EGCE/ Judith Legrand GQE/, ...



Phenophore : un projet né d'ITEMAIZE et LutteSesa
(financement GNIS (Semae), 2021)

Judith Legrand GQE / F. Rebaudo EGCE/ ...



InTEgrative approaches of flowering time variation in MAIZE

ITEMAIZE, 2016-2019

C. Dillmann, A. Ressayre, E. Marchadier, J. Legrand, M. I. Tenailon
A. Desbiez-Piat, I. Sanane, A. Noly, N. Galic, A. Lion
A. Lerouzcic, F. Marion-Poll, L. Kaiser
B. Andrieu, T. Vidal
O. David, E. Kuhn, S. Huet, S. Placade



280 000 euros

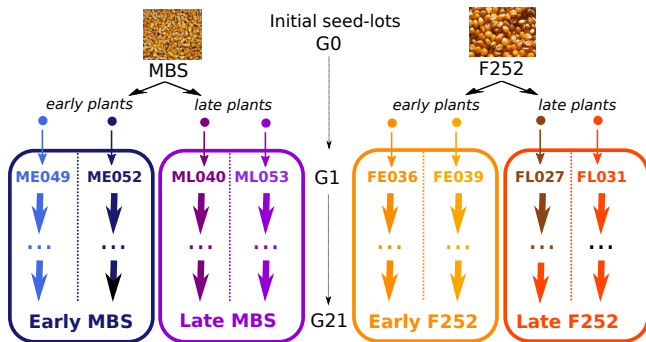


January 27, 2021

Divergent Selection Experiments (DSEs)

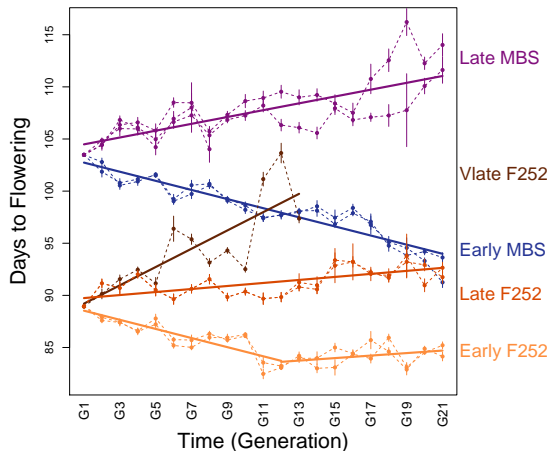
Starting from a single plant, how far can we change flowering time ?

- Generation G0 = single plants from two inbreds *F252* and *MBS*.
- One Early and one Late population from each initial inbred.
- Generation G1 was founded by selfing each G0 plant.
- Two independent lineages within each population.



Massal pedigree selection for flowering time at the population level.

Response to selection



Family mean after correction for block and year effects.

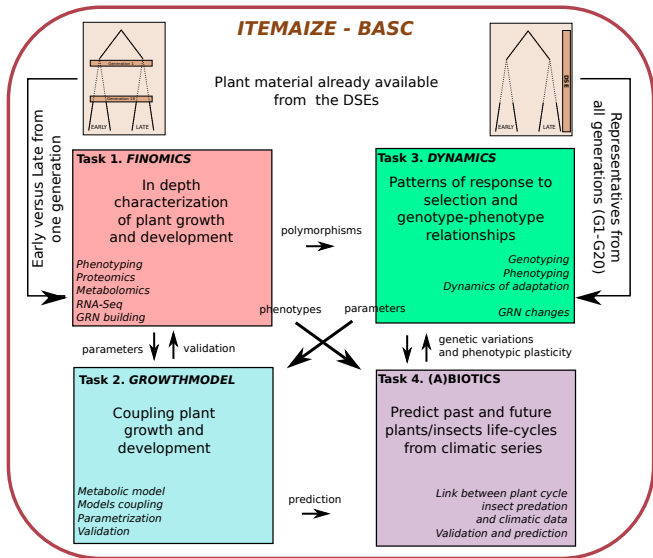
Significant response in all directions
(except Early F252 after G11).

F252 and MBS genetic backgrounds behave similarly.

In each population, the two lineages show a **similar trend**.

Residual heterozygosity + Constant mutational input ?

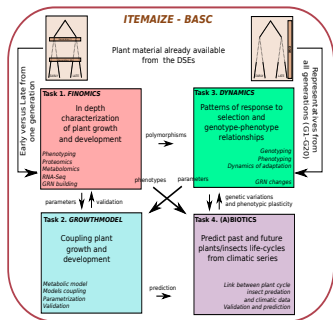
The ITEMAIZE project



ITEMAIZE realizations

Optimization of sampling designs in quantitative genetics

Olivier David, Arnaud Le Rouzic, and Christine Dillmann
submitted to Biometrics



A model based on self-regulated control loops captures the dynamics of shoot extension in contrasting maize phenotypes

T. Vidal and B. Andrieu
Annals of Botany 126: 615–633, 2020

Interplay between high-drift and high-selection limits the genetic load in small selfing maize populations

A. Desbiez-Piat, A. Le Rouzic, M. I. Tenaillon, C. Dillmann
doi: <https://doi.org/10.1101/2020.12.22.423930>

A stochastic process modelling of maize phyllochron enables to characterize environmental and genetic effects.

S. Plancade, E. Marchadier, S. Huet, A. Ressayre, C. Noûs, C. Dillmann
submitted to J. Exp. Bot
+ DATAVERSE : <https://doi.org/10.15454/CUEHO6>

A semi-automated design for high-throughput Lepidoptera larvae feeding bioassays

I. Sanané, J. Legrand, C. Dillmann, F. Marion-Poll
doi: <https://doi.org/10.1101/2020.08.02.232256>

<https://data.inrae.fr/dataverse/cornpests>



PHENOPHORE
J. Legrand

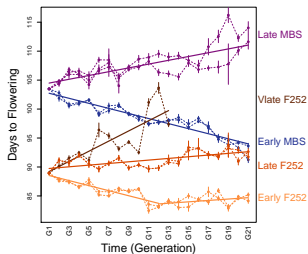


WARMRULES
E. Marchadier

Two PhD, INRAE dataverses, 5 articles, 2 new funded projects

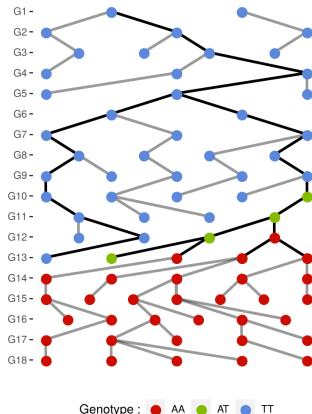
Saclay's DSEs : a constant input from new mutations

Where does the response to selection comes from ? Standing variation *versus* new mutations ?



RNA-Seq data from G13 Polymorphisms inputted from RNA-Seq data
Kaspar SNP genotyping (ITEMAIZE)
Imputation using pedigree information (Durand et al, 2015)

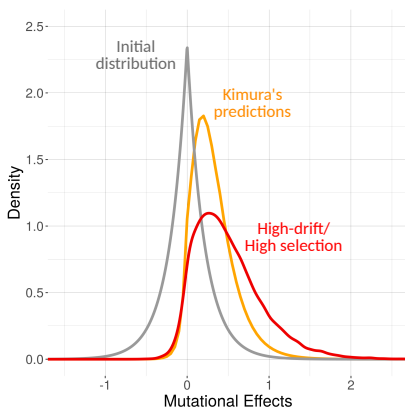
Pedigree from one Late MBS family (chr 6, position 148046062)



Fast fixation of new beneficial mutations

high-drift + high-selection \leftrightarrow limited genetic load

Simulation of the evolution of a quantitative trait under the same conditions as in Saclay's DSEs. Distribution of the effect of fixed mutations.

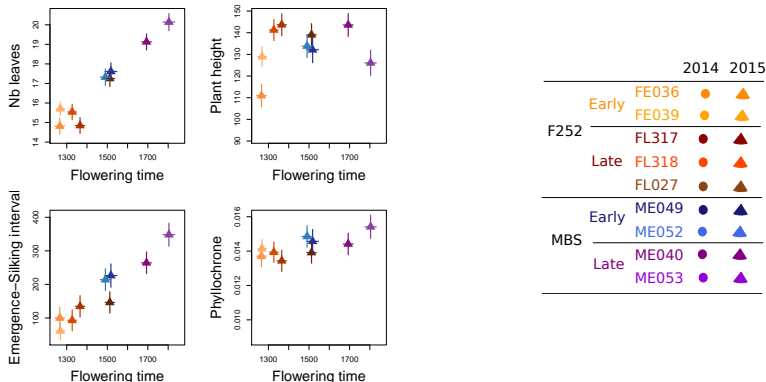


Arnaud Desbiez-Piat PhD defense in april 2021!

Large excess of fixations of beneficial mutations due to the interactions between drift and selection that was not predicted by theory

Phenotypic targets of selection: growth and development

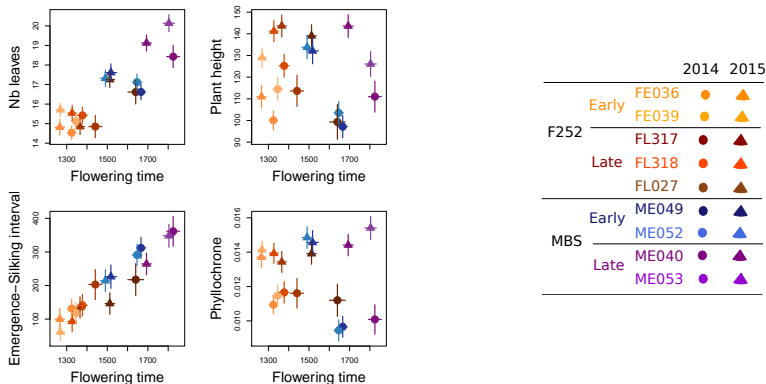
G13 progenitors were characterized in the field throughout their development (2014-2015)



Plant architecture and timing of developmental transitions are correlated to flowering time.

Targets of selection: growth and development

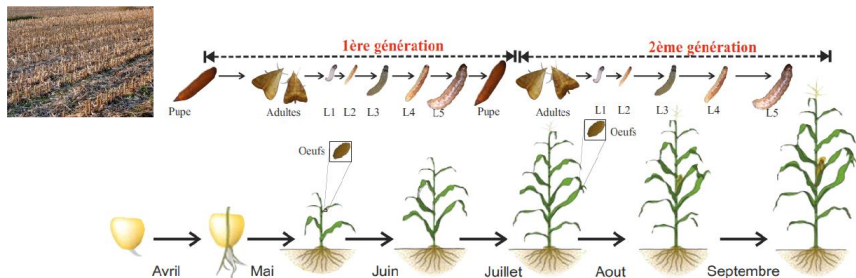
G13 progenitors were characterized in the field throughout their development (2014-2015)



Plant architecture and timing of developmental transitions were targeted by selection. Growth remained stable and subjected to Genotype x Environment interactions.

Plant-insects : life-cycle matters

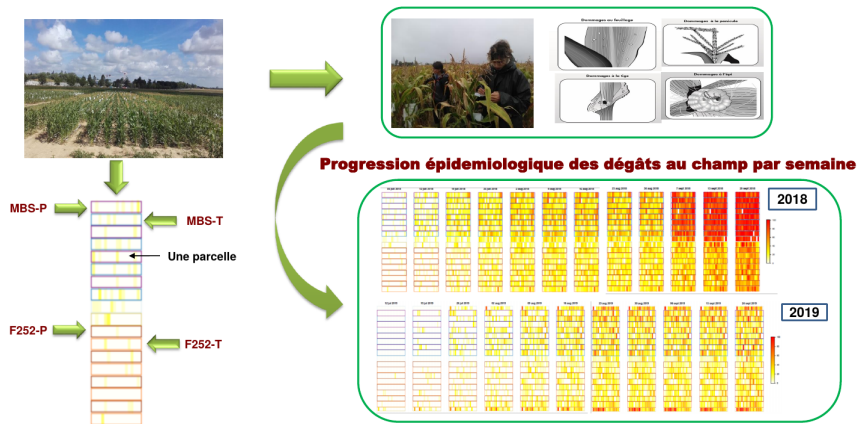
Pyralids and sesamia are major maize pests.



- Pyralids: life-cycle synchronization ?
- Maize: trade-off between development, growth and defense ?

Saclay's DSEs provide with a nice plant material : same genetic background but major differences for flowering time.

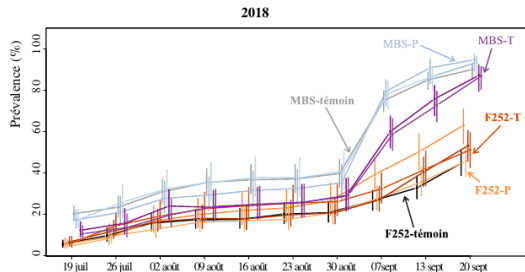
Targets of selection : pyralids prevalence



Monitoring pyralids prevalence throughout the maize developmental cycle on Saclay's DSEs.

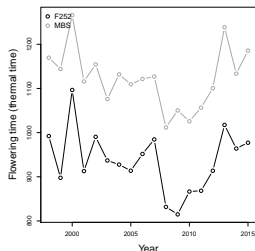
Inoussa Sanane PhD

Pleiotropic effects of selection: increasing defenses

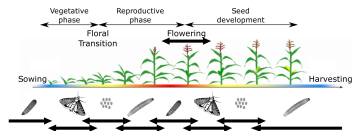


- In Saclay's plateau, two pyralids generations
- As known from the litterature, MBS is more sensitive than F252.
- Late-MBS families have a lower prevalence.

Late MBS families became more resistant to pyralids attacks. Evidence of a trade-off between growth and defense ?



WARMRULES (E. Marchadier, DATAIA):
Can we predict year effects on flowering time from climatic series ?

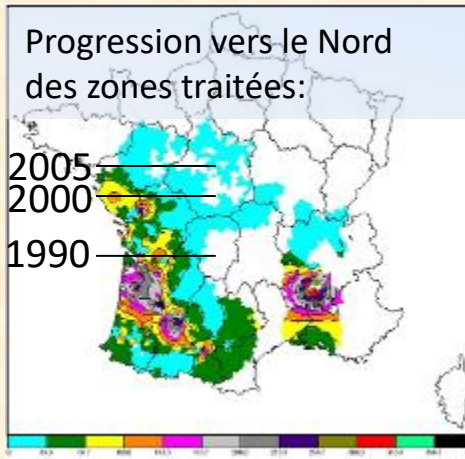


PHENOPHORE (J. Legrand, GNIS):
Multi-scale approaches to study the role of phenology in plant/parasites/parasitoids interactions.

Lutte Sesa : Vers une nouvelle lutte biologique contre la sésamie du maïs

Une convergence d'éléments

Expansion et recrudescence de la sésamie :



Absence de solution contre la 2^e génération (dégâts sur épis) & besoin d'un contrôle biologique



***Cotesia typhae* : Hyménoptère parasitoïde africain strictement spécialisé sur *Sesamia nonagrioides* (Kaiser et al 2017)**

Connaissance approfondie de son écologie et génétique (Kaiser et al. 2015)

Souche efficace /populations sésamies européennes (Benoist et al. 2017, 2020)

Données génomiques → mécanismes évolutifs de l'adaptation locale à l'espèce hôte, et l'adaptation à la population ciblée (Gauthier et al. 2018, Benoist et al 2020)

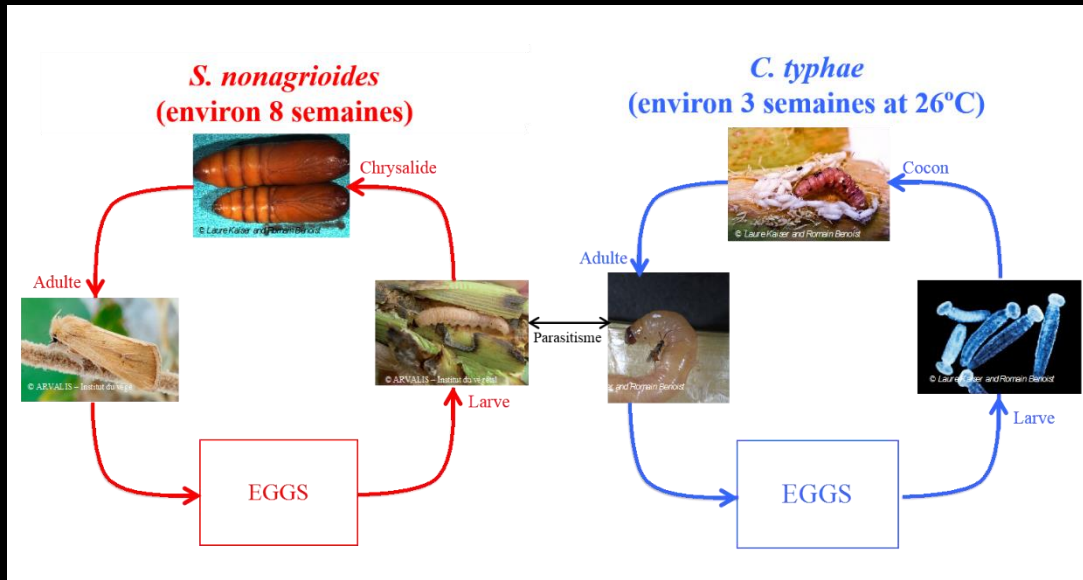
Objectifs de Lutte Sesa (complètent projet ANR CoteBio) 2018-2019, 40 K€

- 1/ Risque environnemental si *Cotesia typhae* était introduite en France
zones de présence d'espèces non cibles (EGCE-asso EntomoFauna)
sensibilité du développement et de la reproduction aux températures hivernales (EGCE-IRBI au lieu de Bioline)
- 2/ Efficacité de souches du parasitoïde : composantes de leur succès reproducteur (EGCE)
- 3/ Impact de la température sur la fertilité mâle (IRBI)
- 4/ Dynamique et impact du parasitoïde suite à un lâcher pour cerner les données manquantes et étudier des stratégies de contrôle :

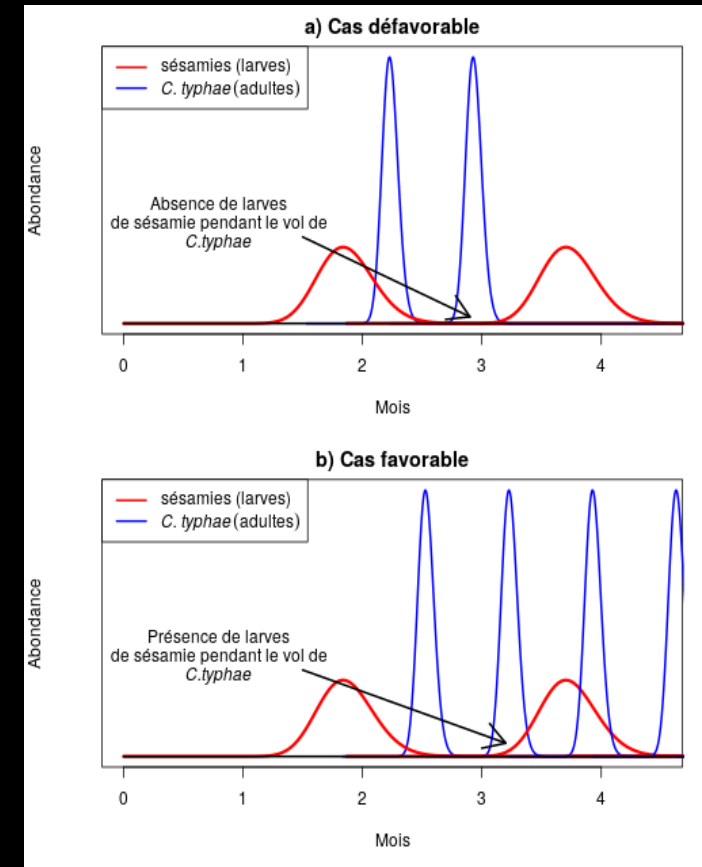
→ ROLE DE LA PHENOLOGIE (GQE-EGCE-ARVALIS) :

Interaction ravageur-parasitoïde : rôle de la phénologie

Utilisation de *C. typhae* pour la lutte biologique contre la sésamie

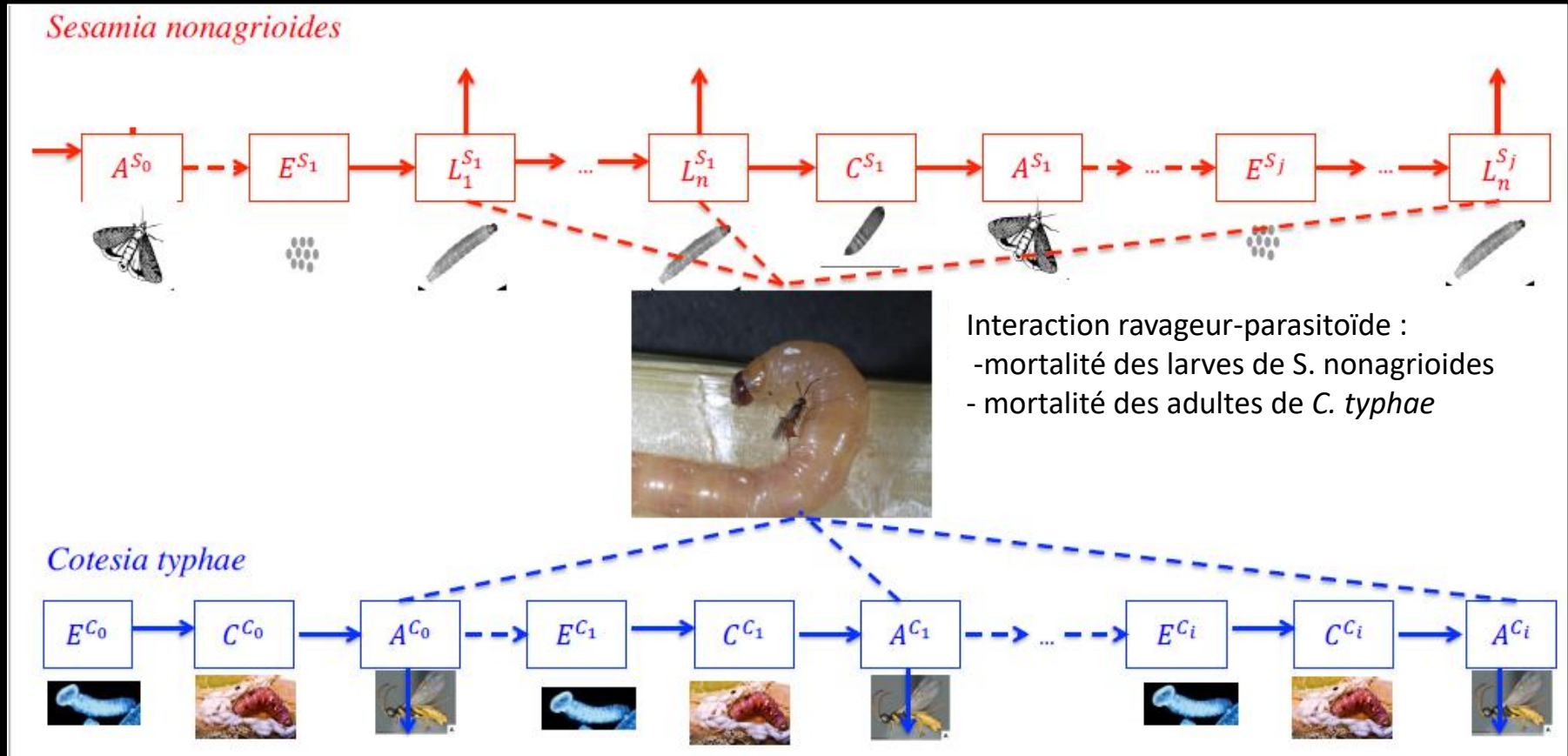


Compte-tenu de la longueur différente des cycles pourrait-on maintenir une population de *C. typhae*?
Comment-déterminer la date de lâcher appropriée?



Interaction ravageur-parasitoïde : rôle de la phénologie

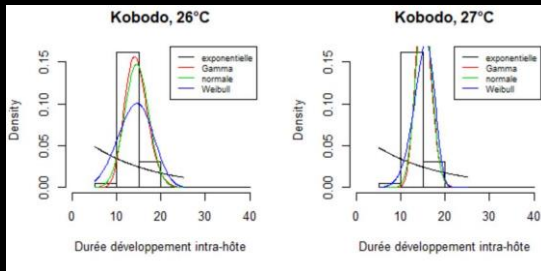
Stage M2 Pedro Rosero (dir. J. Legrand, F. Rebaudo)



➔ La suite dans le projet Phenofore...

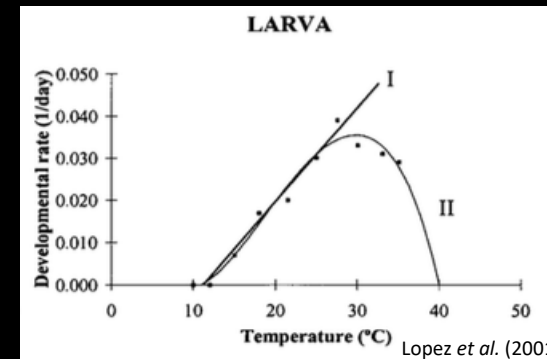
Interaction ravageur-parasitoïde : rôle de la phénologie

1. Revues de la littérature et données de laboratoires



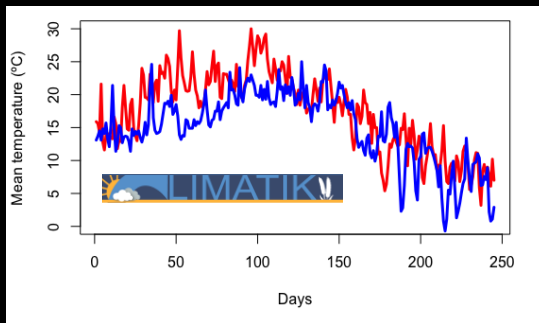
Lopez *et al.* (2001); Fantinou *et al.* (2005); Andreadis *et al.* (2013)

3. Modèles phénologiques (sésamie, Cotesia)

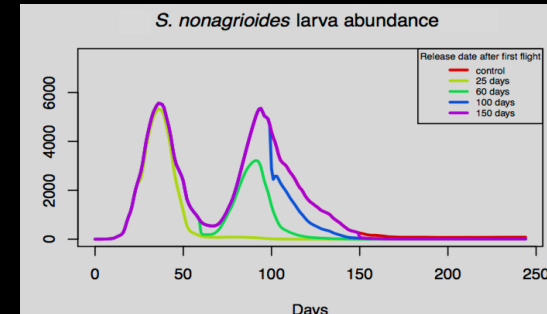


Lopez *et al.* (2001)

2. Courbes de températures



4. Analyses de sensibilité



PHENOFORE

Projet financé par le GNIS (AAP sur les ravageurs de début de cycle)
GNIS : Groupement National Interprofessionnel des semences

JUDITH LEGRAND (GQE-LE MOULON) ET FRANCOIS REBAUDO (EGCE)

JOURNÉES SCIENTIFIQUES BASC

28 ET 29 JANVIER 2021

LES PARTENAIRES



Génomique
Quantitative
et Évolution
Le Moulon

BASE J. Legrand,
Christine Dillmann,
Nathalie Galic
GQMS Stéphane Nicolas



Rosa Ana Malvar, Pedro
Revilla, Ana Butrón et
Rogelio Santiago



Pôle Evolution et Ecologie
François Rebaudo, Laure
Kaiser, Taiadjana Fortuna,
Baptiste Régnier
**Pôle Evolution et
Comportement**
Frédéric Marion-Poll



Unité expérimentale
Saint-Martin-de-Hinx

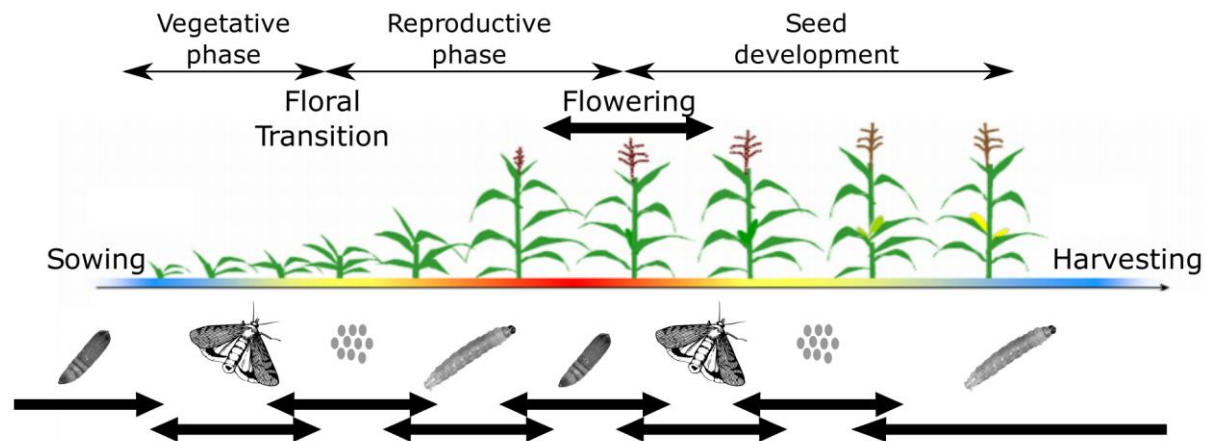
Carine Palaffre, Cyril
Bauland, Bernard
Lagardère, Jean-René
Loustalot



Jean-Baptiste Thibord,
Doriane Hamernig

PHENOFORE

Rôle de la phénologie dans les interactions plantes/ravageurs/parasitoïdes. Une approche à différentes échelles pour des ravageurs foreurs de tiges

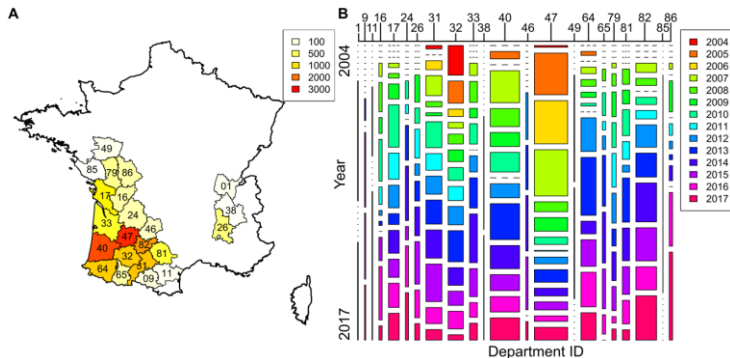


- Le succès d'un ravageur dépend de leur capacité à :
 - rencontrer l'hôte
 - attaquer l'hôte
- Rôle du développement des plantes
- Processus impliquant différentes échelles du vivant

ORGANISATION DU PROJET

WP1

Déterminants de la dynamique spatio-temporelle des ravageurs à l'échelle du territoire



Sesamia nonagrioides
Première génération : tallage des jeunes plants
Deuxième génération : perte de rendement, favorise développement *fusarium*
Sud de l'Europe



Ostrinia nubilalis

Deuxième génération : perte de rendement, favorise développement *fusarium*
Europe

WP2

Rôle de la phénologie des plantes sur la dynamique spatio-temporelle d'un ravageur dans un champ



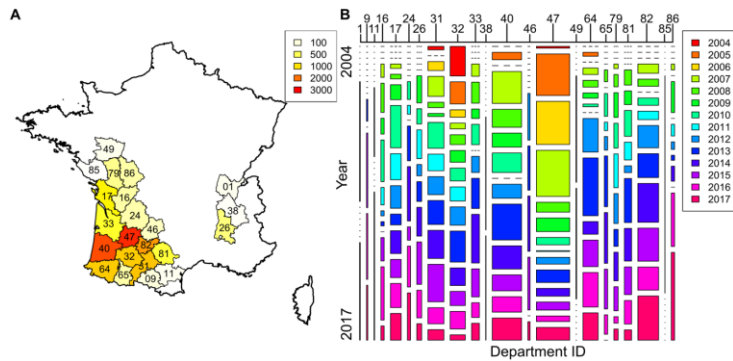
WP3

Interaction ravageur-parasitoïde : rôle de la phénologie



Présenté par F. Rebaudo
1 an post-doc (GQE, EGCE)

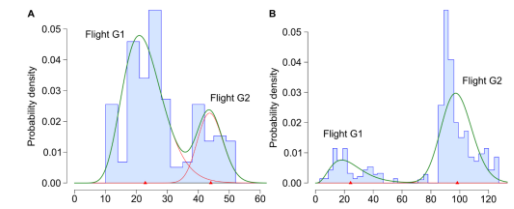
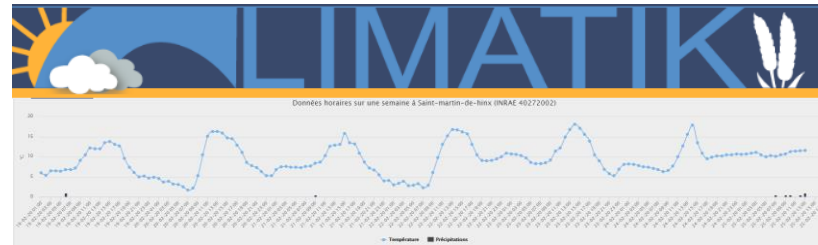
WP1 : Déterminants de la dynamique spatio-temporelle des ravageurs à l'échelle du territoire



Données sur les dates de vols en France et en Espagne

Etude de la synchronie

Mise en relation avec des données environnementales

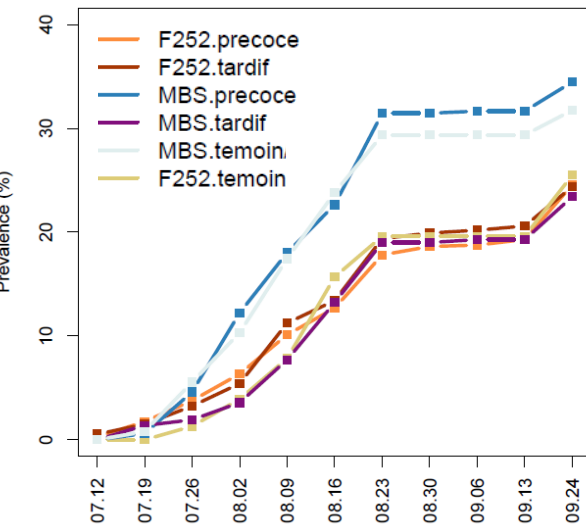


1 an post-doc (EGCE, GQE)

WP 2 : Rôle de la phénologie des plantes sur la dynamique spatio-temporelle d'un ravageur dans un champ

La sensibilité au ravageur dépend-elle du génotype et du calage plante/ravageur?

2019, génotypes SDPRECO



Thèse I. Sanane
Itemaize BASC



- Matériel biologique : 2 sources
 - Collection de maïs représentant la diversité du maïs 19 lignées dont MBS et F252
 - Lignées issues de la sélection divergente du Plateau de Saclay
- Trois sites : Le Moulon (Ile de France), SMH (Landes), MBG (Galice)
- Infestations naturelles (France, Espagne) ou artificielles (Espagne)
- Deux ou trois dates de semis
- Suivi de la dynamique des ravageurs dans un champ au cours d'une saison
- Caractérisation bio-chimiques et de la phénologie des plantes et au cours du développement



MOO (GQE)

WP 2 : Rôle de la phénologie des plantes sur la dynamique spatio-temporelle d'un ravageur dans un champ

L'appétence et la préférence de ponte dépend elle du génotype des plantes et de leur stade de développement?

- L'appétence et la préférence de ponte dépend elle du génotype des plantes et de leur stade de développement?
- Appétence des larves de sésamie : reproduction du dispositif proposé par I. Sanane
 - 23 lignées : collection + sélection divergente
 - 4 stades de développement



24 mois IR (EGCE)



- Préférence de ponte et analyse des composés volatiles
 - Année 1 : 23 lignées, 1 stade de développement
 - Année 2 : 6 lignées contrastées pour la date de floraison, 2 stades de développement



*10 cages

WP 2 : Rôle de la phénologie des plantes sur la dynamique spatio-temporelle d'un ravageur dans un champ

Comprendre et prédire la dynamique spatio-temporelle par une approche intégrative

1 thèse (Sacha Revillon, GQE, EGCE)

