

Rôle du gène *foraging* dans l'évolution du comportement alimentaire de noctuelles foreuses de céréales

Floriane Chardonnet

LEGS (CNRS Gif-sur-Yvette)
Directeur : L. Kaiser-Arnauld



Jury

M. Emmanuel Desouhant
M. Christophe Lucas
Mme Martine Maibeche-Coisne
Mme Catherine Montchamp
M. Alain Robichon
Mme Rejane Streiff



1ÈRE PARTIE : Fondement de l'hypothèse

Mécanismes d'adaptation aux ressources cultivées

1/ Les ravageurs de cultures



Qu'est-ce qu'un ravageur ?

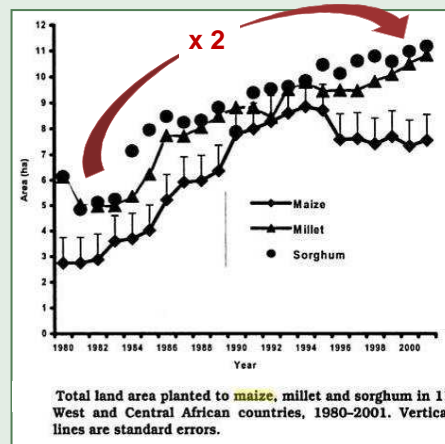
- Espèce ou population qui exploite une **ressource végétale** agricole, forestière ou ornementale
- Se nourrit aux dépens **d'organes ou tissus** par consommation directe (phyllophages, carpophages ...) ou prélèvement de sève
- Transmission de pathogènes
- **Incidence économique négative**
- Expansion influencée par les changements planétaires : climatique, **usage des terres**, invasions biologiques



Manduca sexta (©Joanna Reuter)

Changement d'usage des terres

- **Expansion et intensification agricole** nécessaires pour subvenir aux besoins de la population humaine : **forte pression anthropique**
- **Surfaces agricoles en 2010** :
38 % des terres émergées non gelées
- **Productions agricoles** :
 - nombre réduit de plantes
 - généralisation des cultures OGM
- **Réduction de la biodiversité et des ressources naturelles**



Diversité des ravageurs foreurs de tiges

Ravageurs principaux sur maïs en Afrique : foreurs de tiges

➤ 135 espèces recensées sur plantes sauvages et cultivées
(75 sp de monocotylédones : Poaceae, Cyperaceae et Typhaceae)

Seulement 6 ravageuses (4%)

- *Sesamia nonagrioides* (Noctuidae)
- *Sesamia calamistis* (Noctuidae)
- *Busseola fusca* (Noctuidae)
- *Chilo partellus* (Pyralidae)
- *Chilo orichalcociliellus* (Pyralidae)
- *Eldana saccharina* (Pyralidae)



Le Ru et al. 2006

Ecologie

Plantes sauvages et cultivées exercent des pressions de sélections différentes

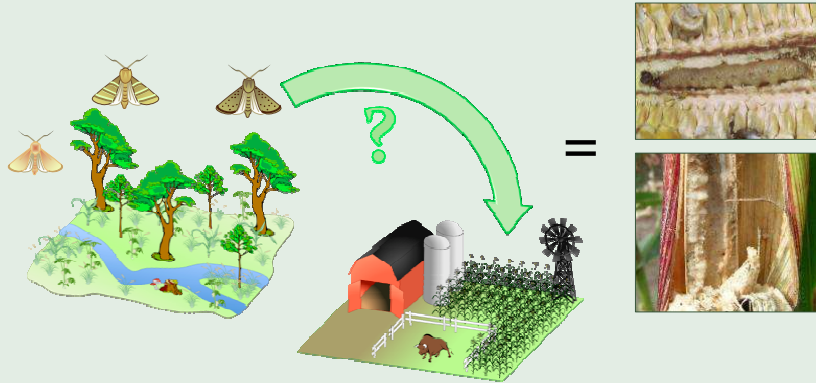


Différences :

- abondance et distribution spatiale
- qualité nutritive (champ: variétés sélectionnées, fertilisation, irrigation)
- toxines (composé naturel produit par la plante vs pesticides)
- Disponibilité temporelle

Contexte de l'étude

Quels sont les mécanismes d'évolution associés à la **colonisation des agrosystèmes** ?



« **Adaptation des insectes aux anthrosystèmes** »

Projet ANR ADAPTANTHROP 2010-2012
Coord. M. Harry, LEGS-DEEIT/Paris 11

SUPPORTED BY
ANR

1ÈRE PARTIE : Fondement de l'hypothèse

Mécanismes d'adaptation aux ressources cultivées

2/ *Sesamia nonagrioides*



Modèle d'étude

Sesamia nonagrioides L.

- Lepidoptera : Noctuidae

- Phytophage, foreuse de tiges (destruction/fragilisation, perte de récoltes...)

- Attaque plusieurs pieds
L3 : stade « baladeur »

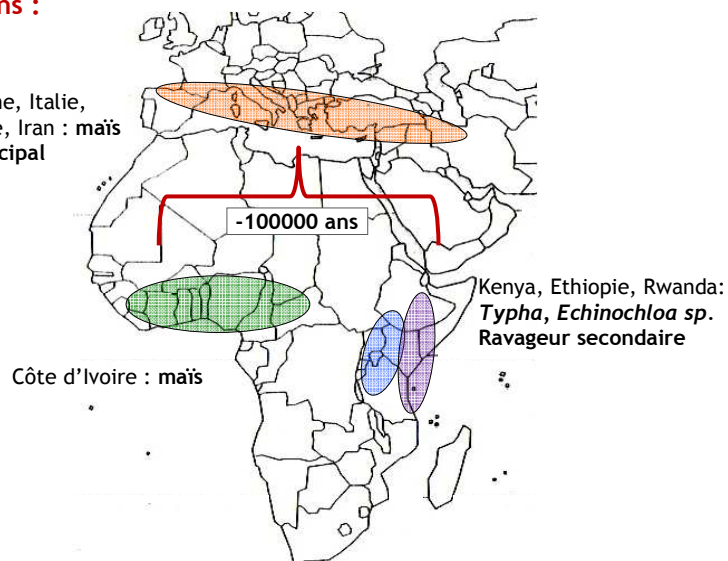
- Ravageur important des céréales cultivées (Afrique + pays méditerranéens)



Répartition et structure génétique des populations

4 populations :

France, Espagne, Italie,
Grèce, Turquie, Iran : maïs
Ravageur principal



Moyal et al. 2011; Naino-Jika et al. In prep

Populations expérimentales



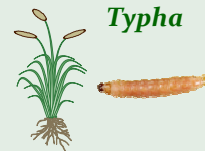
Ravageuse : **maïs**
(France, 31)



Maïs



Non ravageuse
Typha
(Est Kenya)



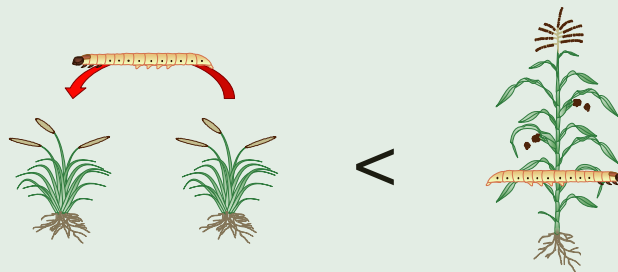
Typha

Préférence écologique

Sesamia nonagrioides

Populations étudiées : française (hôte cultivé) vs kenyane (hôte sauvage)

Plantes cultivées + riches en eau et nutriments que les plantes sauvages



Hypothèse : les chenilles issues du milieu sauvage ont une activité de recherche alimentaire supérieure

1ÈRE PARTIE : Fondement de l'hypothèse

Mécanismes d'adaptation aux ressources cultivées

3/ Le gène *foraging*



Le gène *foraging*

Le gène *foraging* (*for*) :

- gène candidat pour l'étude de l'évolution des comportements alimentaires
- code pour une Protéine Kinase dépendante de la Guanosine monophosphate cyclique (PKG)
- forte conservation de structure et de fonction parmi de nombreuses espèces d'arthropodes

→ facteur potentiel de l'adaptation d'une espèce à des ressources alimentaires spécifiques

Fonctions affectées par une variation du gène *for*

Espèce	Fonction
<i>Drosophila melanogaster</i>	Locomotion, métabolisme, sensibilité sensorielle, performance mémorielle, résistance aux stress abiotiques
<i>Caenorhabditis elegans</i>	Locomotion alimentaire Sensibilité olfactive Développement et durée de vie
<i>Apis mellifera</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Pogonomyrmex barbatus</i> <i>Vespa vulgaris</i> <i>Bombus terrestris</i>	Passage à la tâche de fourrageuse
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	Passage à la phase exploratrice
<i>Schistocerca gregaria</i>	Passage à la phase grégaire

→ Permet d'étudier l'évolution des comportements alimentaires

Fonction du gène *foraging*

➤ *Drosophila melanogaster*

Polymorphisme naturel des comportements alimentaires

Variation d'un seul gène : *foraging*
2 allèles : *rover* et *sitter*



Fonction du gène *foraging*

➤ *Drosophila melanogaster*

Polymorphisme naturel des comportements alimentaires

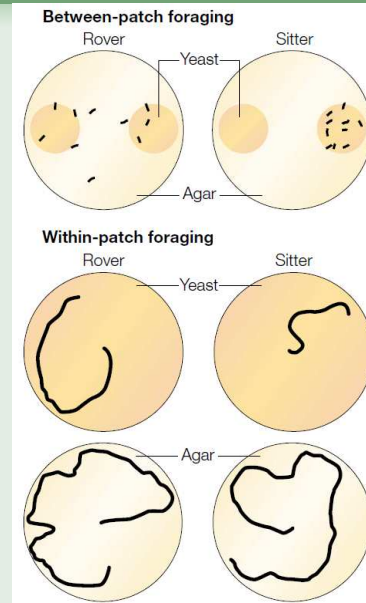
Variation d'un seul gène : *foraging*
2 allèles : *rover* et *sitter*

■ Rover :

Plus grande probabilité de quitter un site de nourriture

Déplacement sur de plus longues distances lors du fourragement

Comportement locomoteur similaire en absence de milieu nutritif



Sokolowski 2001

Facteurs du maintien du polymorphisme

➤ *Drosophila melanogaster*

Effets pléiotropiques de la PKG

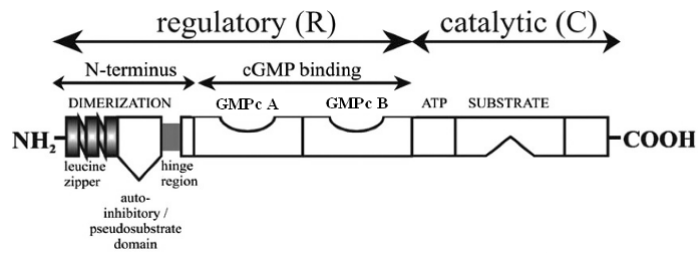
	Rover	Sitter
Déplacements alimentaires	+	-
Absorption du glucose	+	-
Expression du gène <i>for</i>	+	-
Activité de la protéine PKG	+	-
Coût énergétique	+	-

Rover sélectionné quand :
- manque de ressource
- densité élevée

Sitter sélectionné quand :
- ressources abondantes
- densité faible

➔ Maintien du polymorphisme naturel

Structure secondaire de la PKG



- 2 gènes codant pour la PKG I (gène *for* chez les arthropodes) et la PKG II

➔ Structure secondaire des PKGs comparable

- **Domaine régulateur (R)**

- site de dimérisation
- 2 sites de liaison à la GMPc (2^d messenger) : régulent l'activité du site actif

- **Domaine catalytique (C)** de fixation au substrat : nombreuses cibles (phosphoryle d'autres protéines) ➔ effets pléiotropiques

2ÈME PARTIE : Résultats expérimentaux chez *S.* *nonagrioides*



2ÈME PARTIE : Résultats expérimentaux chez *S. nonagrioides*

1/ Recherche d'un phénotype comportemental

Phénotype	Génotype	Lien causal	Expression	Plasticité
-----------	----------	-------------	------------	------------

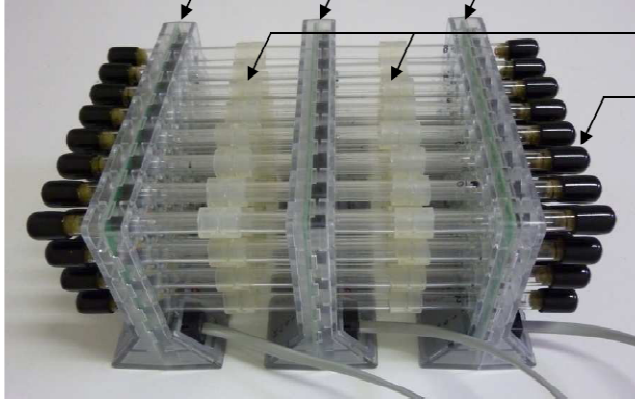
Comparaison de l'activité de recherche alimentaire entre les 2 populations de *S. nonagrioides*

➔ Mise au point d'un système d'analyse comportementale

Quantification des déplacements entre 2 sources alimentaires = **changement de patch**

2012, "An actimeter system for recording foraging activity in caterpillars". F. Chardonnet, P. Martinez-Takegami, B. Chouquet, J.-F. Silvain, L. Kaiser. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 142: 175–180.

Phénotype	Génotype	Lien causal	Expression	Plasticité
-----------	----------	-------------	------------	------------



Grille de détecteurs

Raccords en Silicone

Milieu nutritif aux 2 extrémités = 2 sites de nourriture

« *L' actimètre* »

Remerciements



<u>Encadrement</u>	Laure Kaiser-Arnauld	<u>Elevage</u>	Ferial Kaoula Sylvie Nortier Gerphas Ogola O. Magalie Bonneau
<u>Acquisition des données</u>	Claire Capdevielle-Dulac Bruno Le Rü Myriam Harry Bastien Chouquet Frédéric Mery Jean-Christophe Sandoz Antoine Couto Nicolas Joly Lise Prunier Marion Möeller	<u>Direction</u>	Jean-François Silvain Pierre Capy
		<u>Administration</u>	Sylvie Appruzzese Annie Amirault

Merci de votre attention

