

LES APPORTS DE LA GÉNOMIQUE À L'AGROÉCOLOGIE

MARDI 27 MARS 2018

AGROPOLIS INTERNATIONAL
MONTPELLIER



ABC PaPoGen

Adaptation in Biological Control : Parasitoid Populations genomic

Coord. Laure KAISER-ARNAULD

Lab. Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie
(UMR CNRS/IRD/Univ. Paris-Saclay)

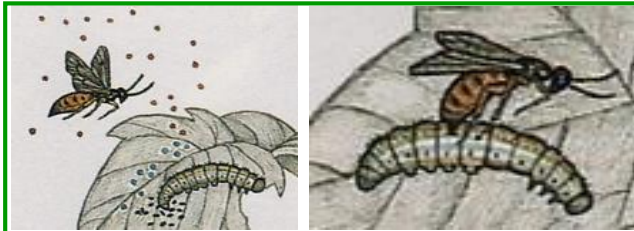




Contexte agronomique

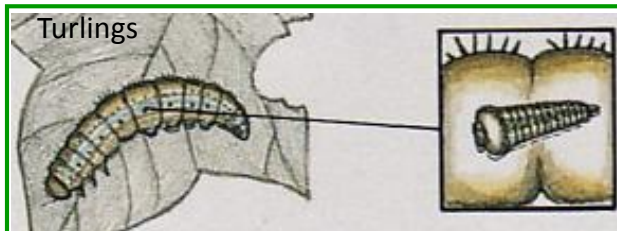
- lutte biologique contre des insectes ravageurs des cultures au moyen d'insectes Hyménoptères parasitoïdes :
50 000 spp ; 2000 acclimatées ; > 230 commercialisées
- Enjeux agronomiques & environnementaux de l'adaptation à l'hôte

Hyménoptères parasitoïdes



Free adult life

Sensory & behavioral interactions



Parasitic larval development

Immune & trophic interactions

- Complexité des fonctions biologiques mises en œuvre dans l'interaction hôte-parasite
- Intérêts des approches de génomique : mécanismes génétiques de l'adaptation



Hyposoter dydimator / Noctuidae
légumineuses / Europe

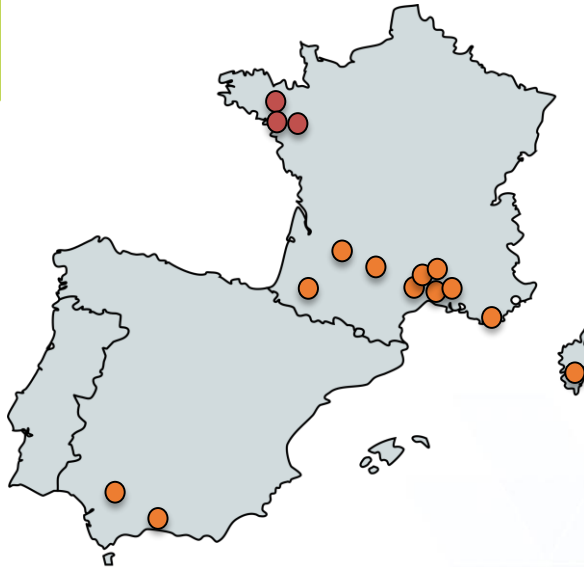
Cotesia sesamiae / Noctuidae
maïs, sorgho / Afrique

Cotesia congregata
espèce modèle

- Endoparasites de larves de Lépidoptères dont ravageurs majeurs
- Identifier des mécanismes/traits clés dans la spécialisation à l'hôte et le succès de parasitisme : **ici, focus sur la virulence**
- Identifier des gènes impliqués dans les traits adaptatifs
- Analyser l'histoire évolutive de la spécialisation
- Caractériser des souches d'intérêt pour la lutte bio

N. Volkoff (INRA, DGIMI) ; D. Bourguet (INRA, CBGP)

Ecologie et génétique des Populations



> 20 000 chenilles / 7 spp plantes

→ 5 spp de chenilles; parasitisme 0,1 à 5%

Fraissinet et al. en prep.

→ 1 principale association:

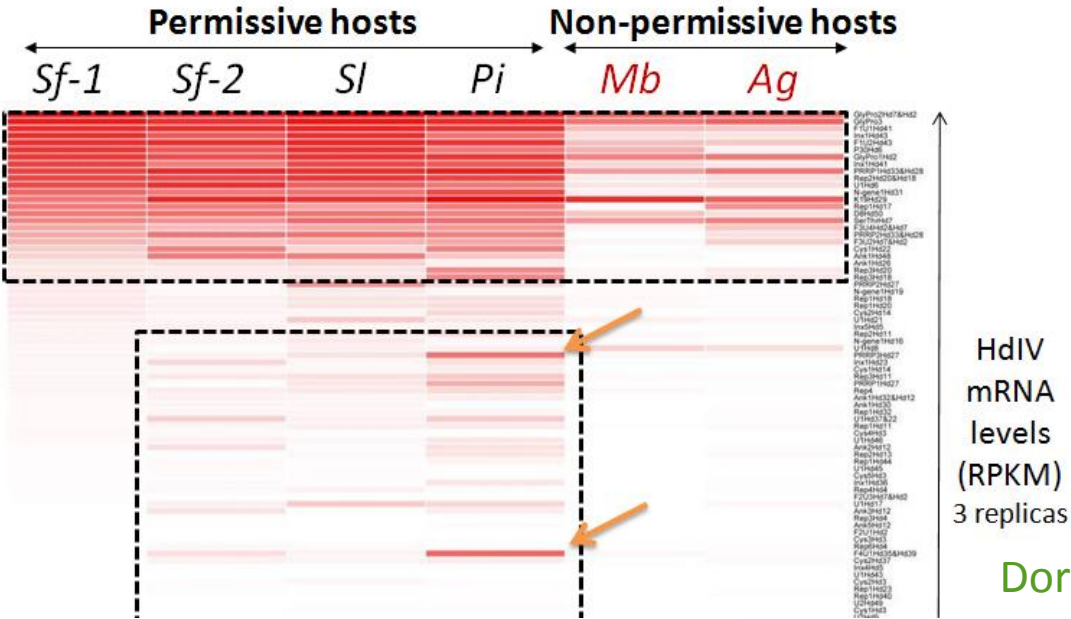
Helicoverpa armigera sur luzerne

Pas de structuration génétique

Audiot et al. 2014

Gènes impliqués dans la virulence spécifique

- **Transcriptome** de l'ichnovirus : chenilles d'espèces sensibles vs résistantes
- **Annotation** manuelle du génome de l'**ichnovirus** (135 gènes)



→ Mêmes familles de gènes surexprimées dans les espèces sensibles

→ Approches fonctionnelles

Dupas, Le Ru, Kaiser (EGCE ; icipe)

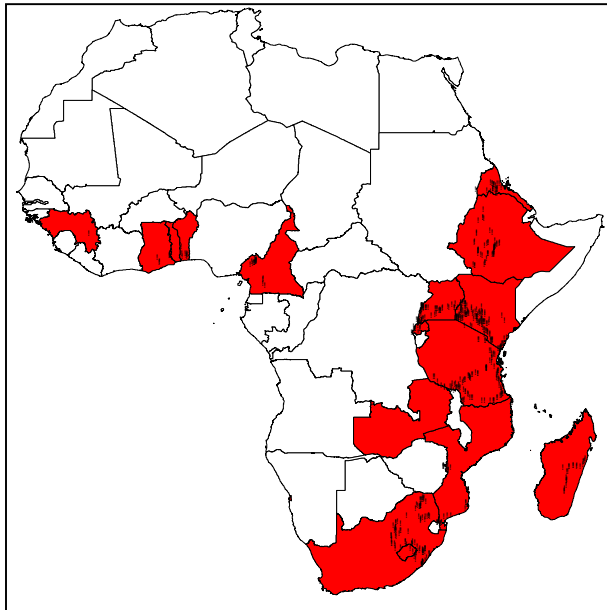


Ecologie et génétique des Populations : ce qu'on savait

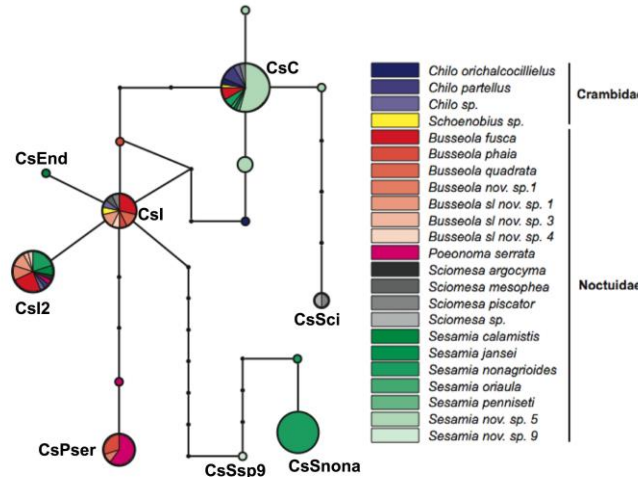
150 spp Noctuidae... / 150 spp Poales

→ 200 *C. sesamiae* sur 20 spp. Noctuidae & 20 spp plantes

→ Polymorphisme d'1 gène de virulence ↔ spp. hôtes



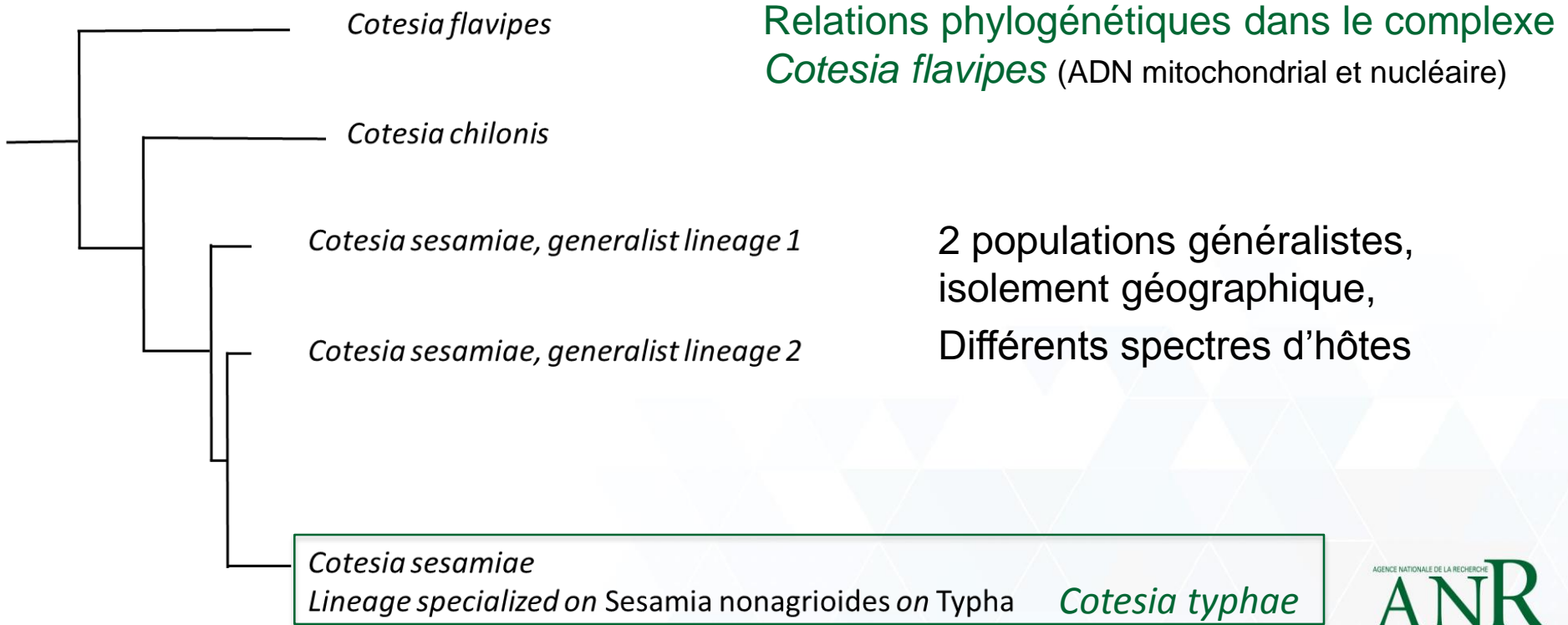
Branca et al. 2011



Haplotypes +/- spécialisés → autres gènes

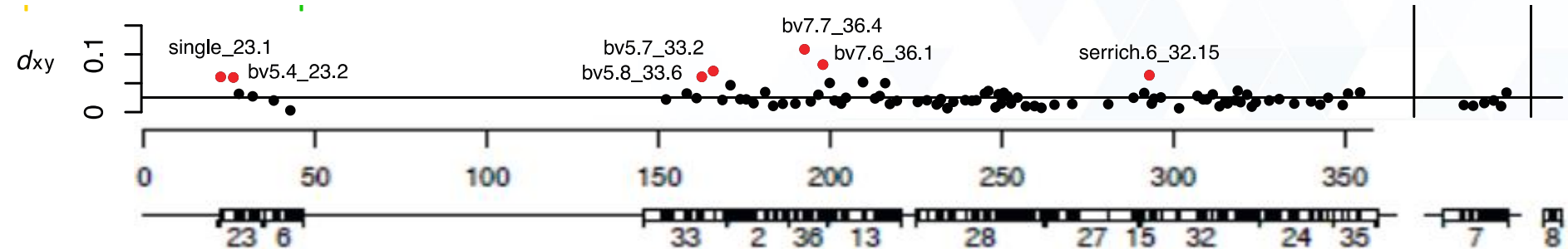
Haplotypes adaptés à l'hôte? → Structuration génétique

Ecologie et génétique des Populations : ABC PaPoGen



Génomique de la virulence spécifique E. Herniou ; J.M. Drezen (IRBI)

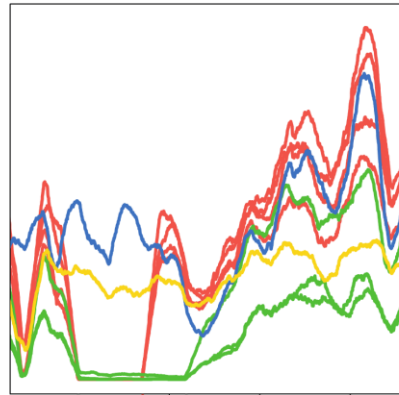
- **Reséquençage** de 98 gènes du bracovirus (sur 300) et alignement (*C. congregata*), échantillons 4 lignées
- Ex.: distance génétique des locus entre *C. typhae* et lignée *C. sesamiae* généraliste 1 → **7 gènes candidats**



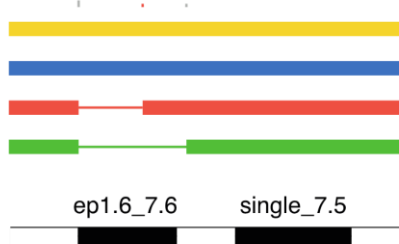
Génomique de la virulence spécifique E. Herniou ; J.M. Drezen (IRBI)

- **Reséquençage** de 98 gènes du bracovirus (sur 300) et alignement (*C. congregata*), échantillons 4 lignées

→ Dans les lignées/espèces spécialisées, pertes de gènes (deletion, pseudogénéisation)



386 387



C. sesamiae lignée généraliste 1

C. sesamiae lignée généraliste 2

C. sesamiae Afr. West (spécialisée *Poenoma serrata*...)

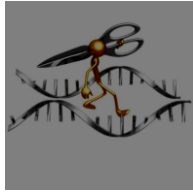
C. Typhae (spécialisée *Sesamia nonagrioides*)

ep1.6_7.6

single_7.5

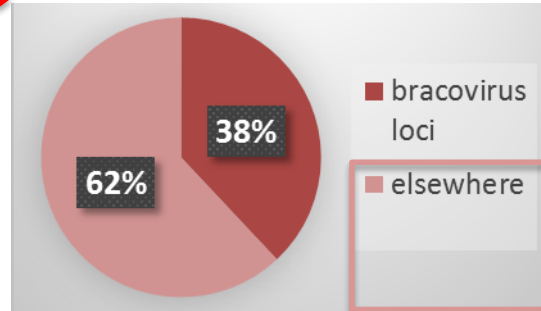
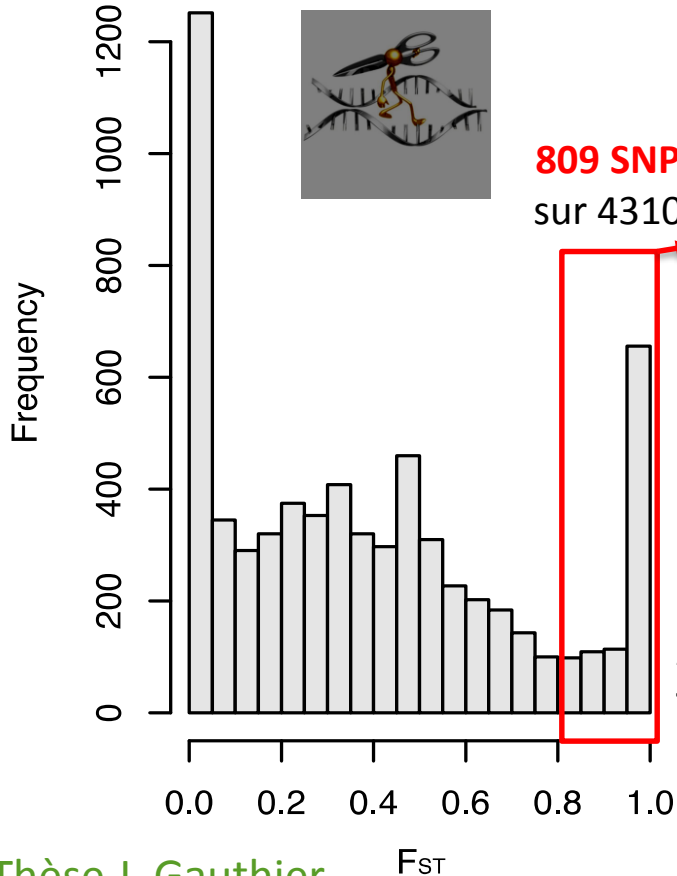
génomome du bracovirus

Gauthier et al. 2018



809 SNP
sur 4310

Adaptation à l'hôte: virulence mais pas que :
→ variations sur l'ensemble du génome :
marqueurs RAD (restriction site associated DNA)



→ Quels genes ?
→ Quelles fonctions ?

Annotation experte *C. congregata*: olfaction, immunité, venin...
Transfert sur *C. sesamiae*, *C. flavipes* + 3 *Cotesia* spp

Interpréter le polymorphisme des séquences : avoir de bons génomes

Equipes JM Drezen IRBI, N. Volkoff DGIMI, F. Legeai BIPAA, G. Gyapay Genoscope

- **Obtention des génomes de *C. congregata*, *C. flavipes* (F. Consoli), *C. rubecula*, *C. glomerata*, *C. vestalis* (H. Smid)**
- **Chez *C. congregata*, annotation manuelle des gènes du bracovirus, des protéines venimeuses, de l'immunité, de l'olfaction/gustation, de la détoxification, de la détermination du sexe (consortium international d'annotation).**
- **Transfert de l'annotation chez les autres espèces.**
- **Assemblage du génome de *C. congregata* jusqu'au niveau chromosomique (coll. R. Koszul).**
- **Obtention du génome de *H. didymator*, annotation manuelle de l'ensemble de l'Ichnovirus, architecture génomique**
- **→ Mécanismes de la domestication des PDV et leur évolution**

Herniou et al., 2013, Phil Trans R Soc B; Drezen et al., 2017, Current Opinion in Virology ;

Gauthier et al., 2017, Parasitology

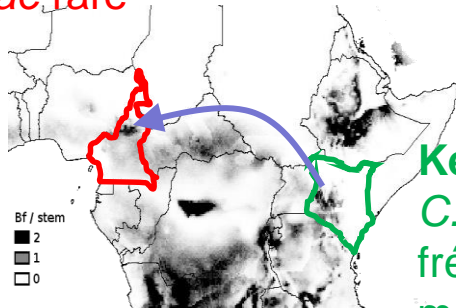


Adaptation à l'hôte: virulence mais pas que...

Projet d'opération de lutte biologique classique au Cameroun
S. Dupas, B. Le Ru (EGCE-ICIPE), R. N'Demah (IITA)

Cameroun

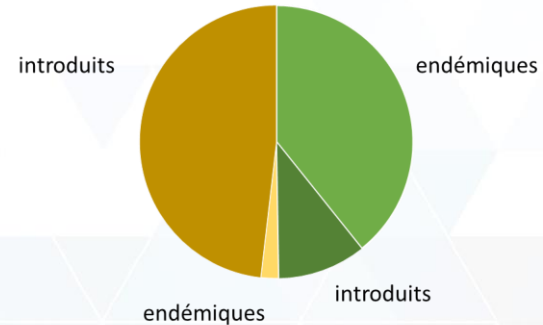
C. sesamiae rare
sur maïs



Kenya:
C. sesamiae
fréquente sur
maïs



Assignation des *Cotesia sesamiae*
capturées post-lâcher



Suivi génétique des souches introduites: quels génotypes s'adaptent aux milieux cultivés vs sauvages ?

Adaptation à l'hôte: virulence mais pas que...

F. Mougel, P.A. Calatayud, L. Kaiser, S. Dupas, EGCE-icipe

Cotesia typhae, nouvel agent de lutte biologique contre
la sésamie du maïs en France

Souches Kenyanes de *C. typhae* +/- pré-adaptées à la
population française de leur hôte *Sesamia nonagrioides*

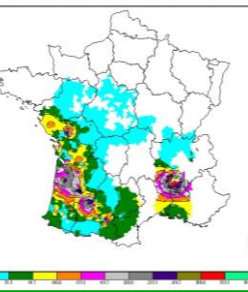
Benoist et al. 2017

Quelles variations génétiques sont associées aux
variations de succès reproducteur ?

→ recherche de QTL par génotypage RADseq des
hybrides entre souches

→ **Projet CoteBio** ANR

Sesamie du maïs 2005 (nombre de larve pour 100 pied)



Kobodo

Makindu



Banques de génomes et séquences pour la communauté internationale

Ecologie et génétique des populations

Souches en élevage → phénotypes

→ Histoire évolutive de l'adaptation à l'hôte / acteurs moléculaires de l'interaction hôte/parasite

- Développement de la lutte biologique en Afrique et Europe

- *Hyposoter* / *Spodoptera*
- *Cotesia sesamiae* / *Busseola fusca*
- *Cotesia typhae* / *Sesamia nonagrioides*

- Perspectives à plus long terme :

suivi de l'adaptation in situ ; sélection assistée par marqueurs

- Les nouveaux guerriers des champs. ARTE, Octobre 2016





**Thank you for
your attention
!**