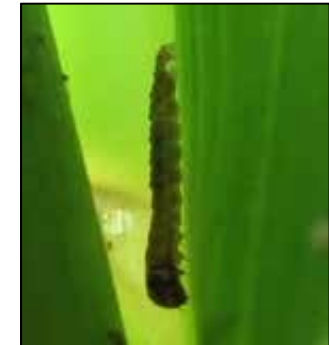
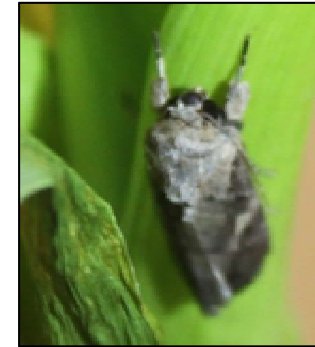


Séminaire UMR CBGP

Spécialisation à la plante hôte et isolement reproducteur chez des lépidoptères ravageurs de cultures

Marion ORSUCCI



Introduction ●●○○○○○○○	Spécialisation: patrons ○○○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
----------------------------------	---	---	-----------------------------------	---------------------------------------

- **Des phytophages sont des bio-agresseurs**

Importants dégâts sur les cultures



• **Histoire des bio-agresseurs**

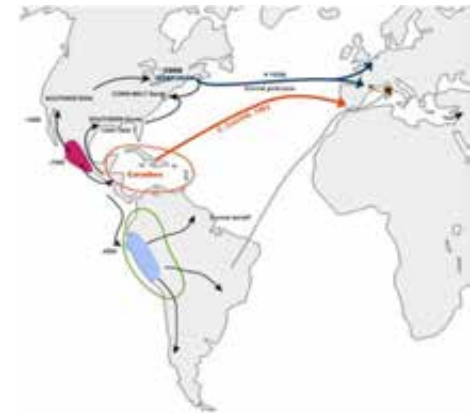
Domestication

téosinte



maïs

Introduction de plantes



Création de nouveaux habitats

+

Intensification des cultures

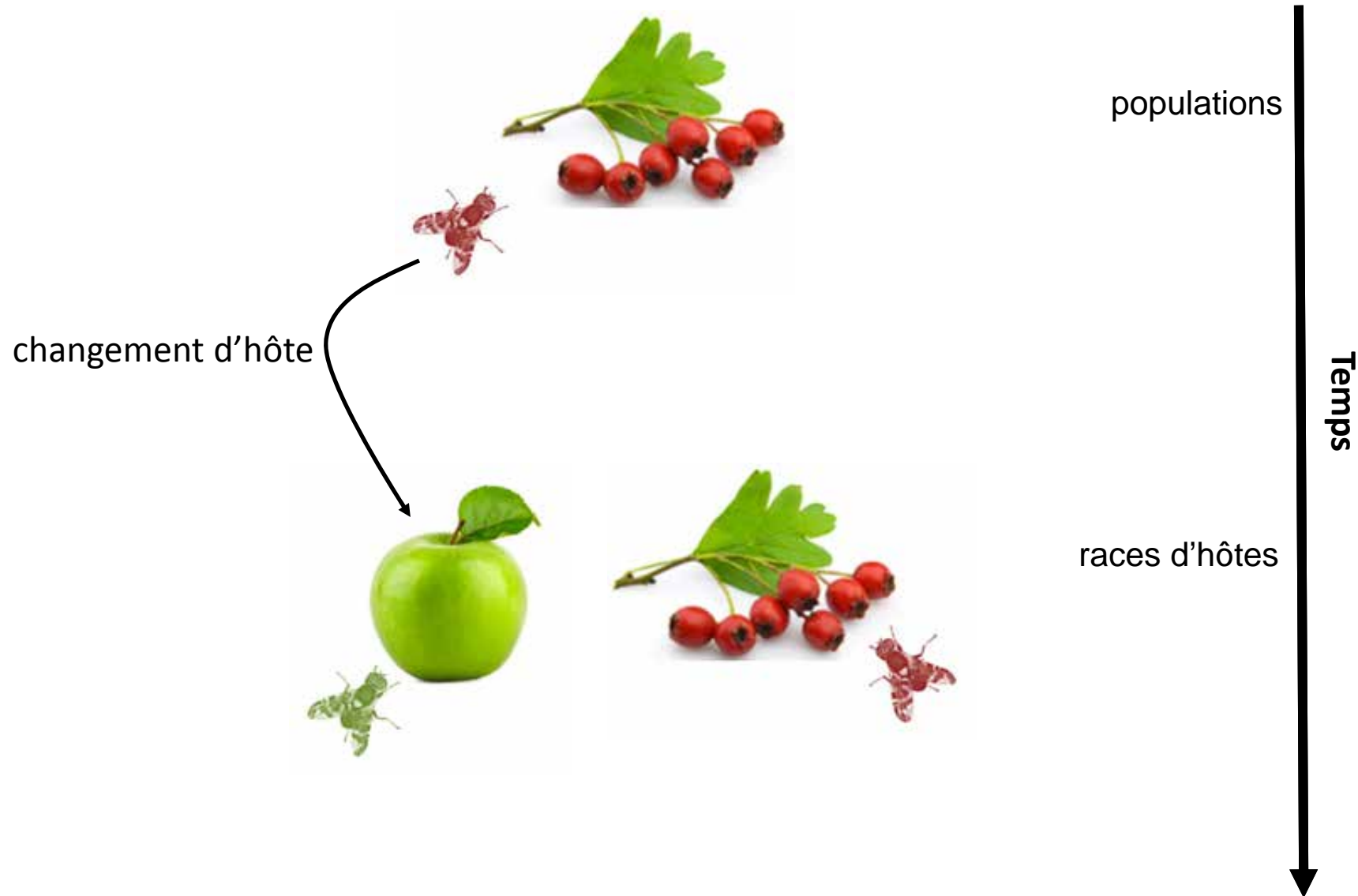


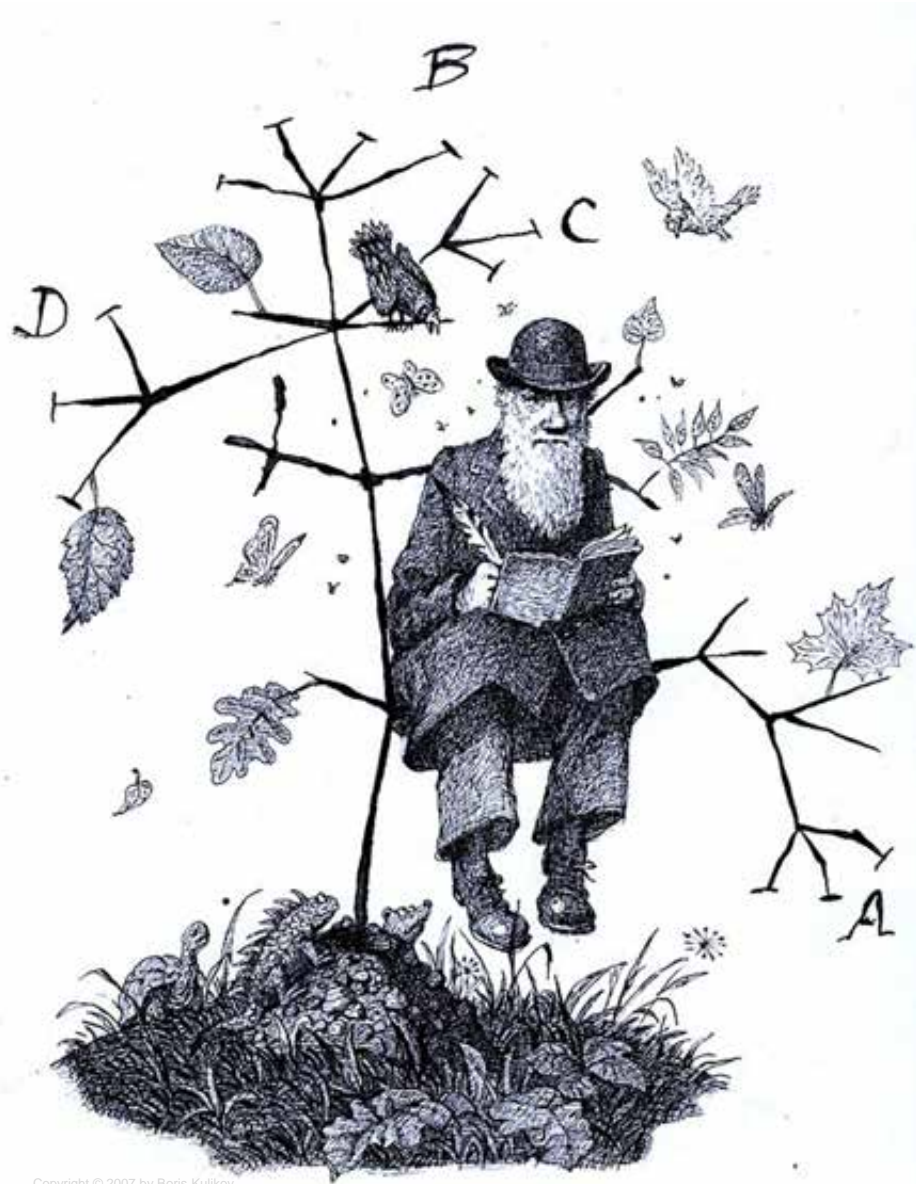
Adaptation aux nouveaux habitats



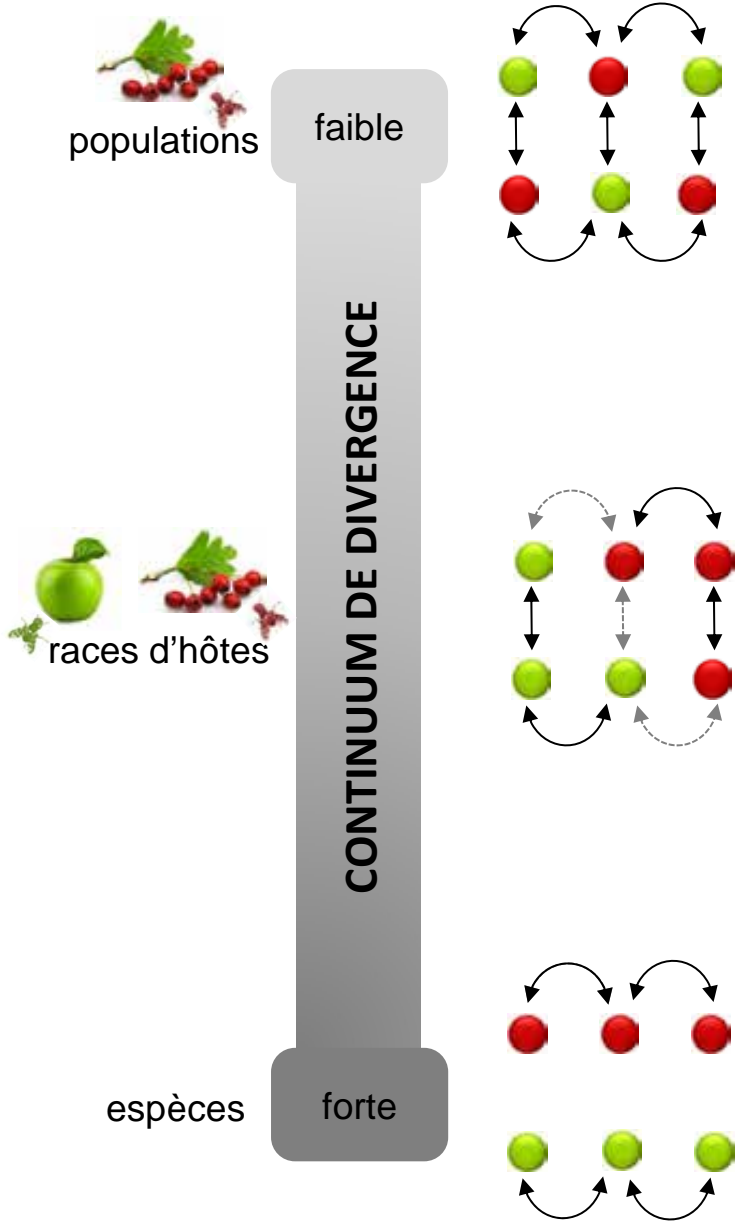
Introduction ●●●●○	Spécialisation: patrons ○○○○○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
------------------------------	--	---	--	--

- **Spécialisation à une nouvelle niche**



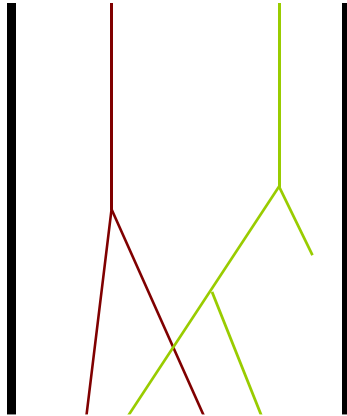


Copyright © 2007 by Boris Kulikov

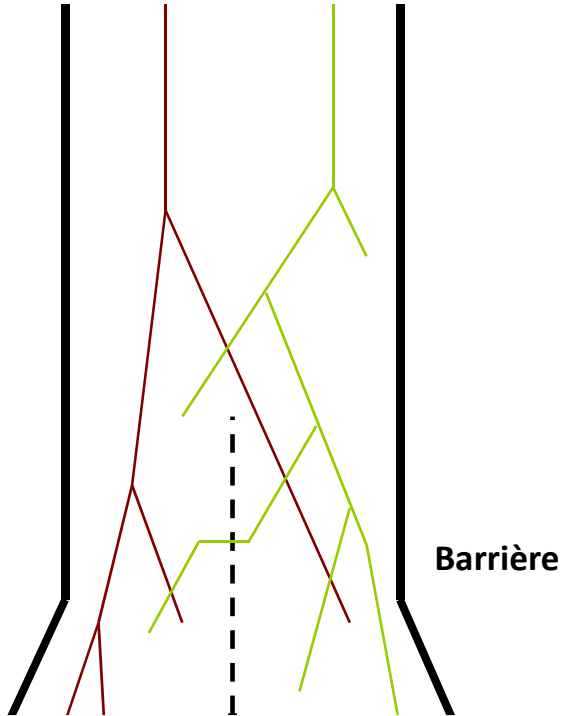


Introduction ●●●●●○	Spécialisation: patrons ○○○○○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
-------------------------------	---	--	----------------------------------	---------------------------------------

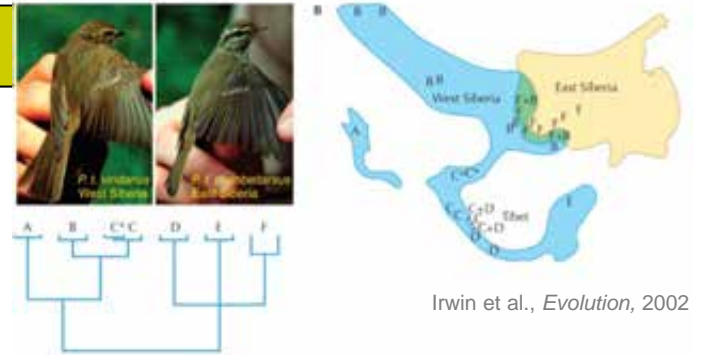
Population ancestrale



Population ancestrale

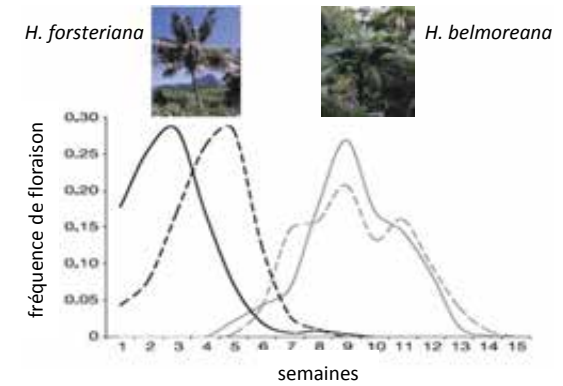


Géographique



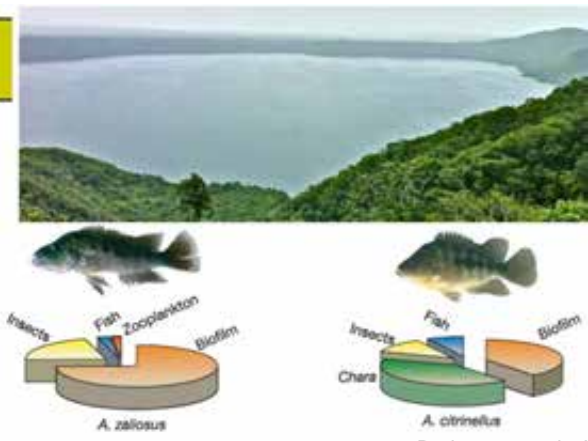
Irwin et al., *Evolution*, 2002

Temporelle

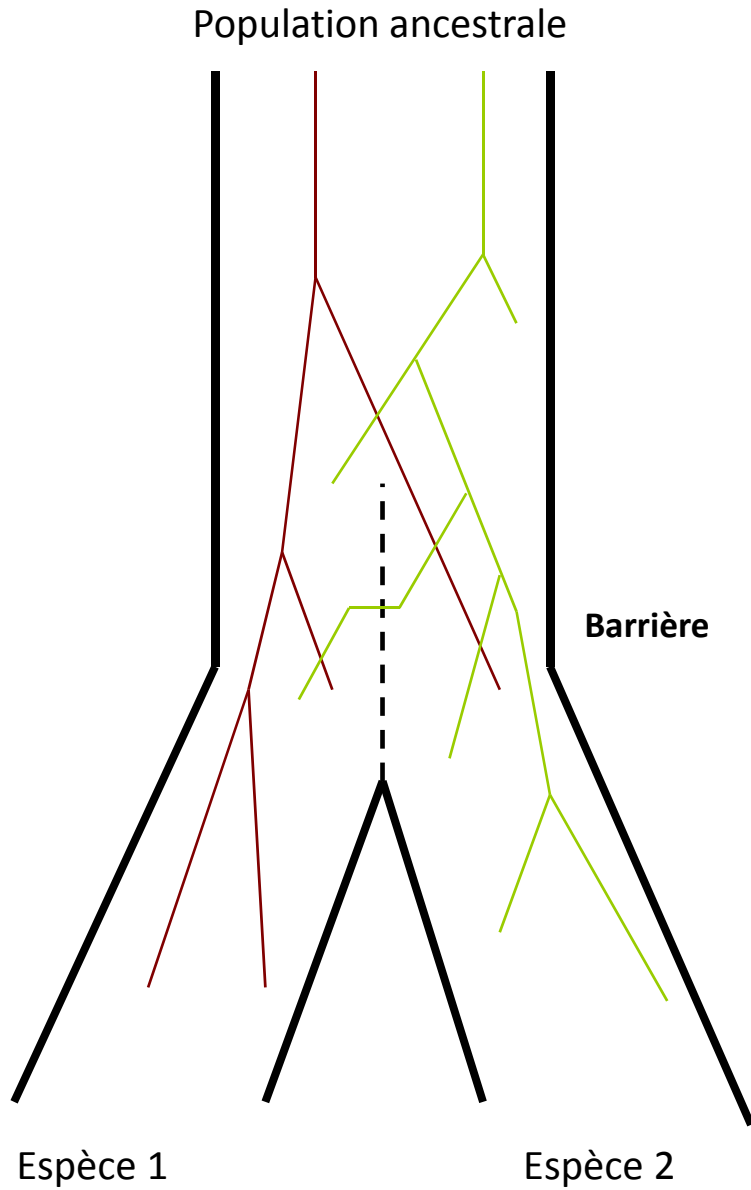


Savolainen et al., *Nature*, 2006

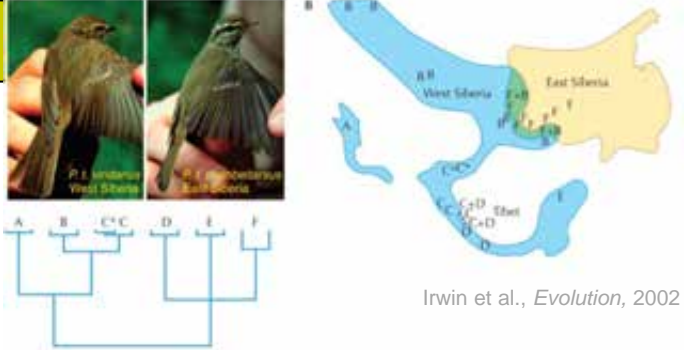
Ecologique



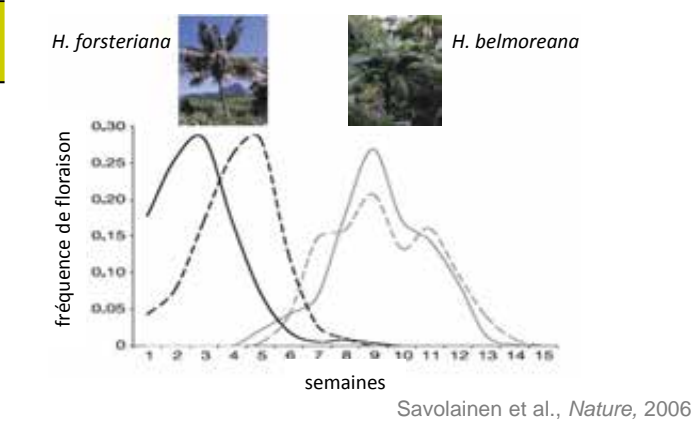
Barluenga et al., *Nature*, 2006



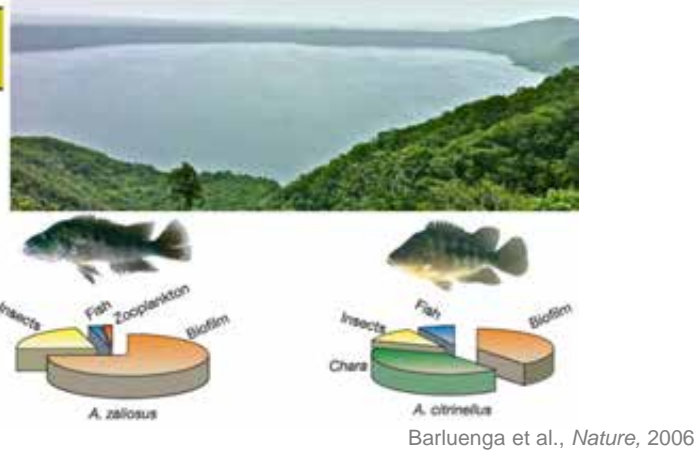
Géographique



Temporelle



Ecologique

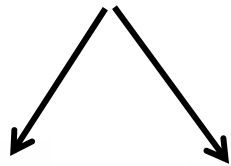


- **Barrière écologique, une explication à la grande diversité des insectes?**

Nombreux exemples chez les insectes phytophages de spécialisation



Acyrtosiphon pisum



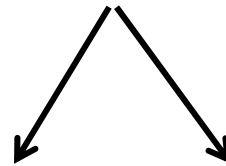
trèfle



luzerne



Neochlamisus bebbianae



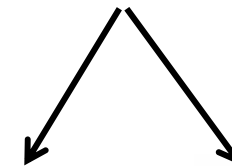
bouleau



érable



Rhagoletis pomonella



aubépine



pommier

Introduction ●●●●●●●○	Spécialisation: patrons ○○○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
---------------------------------	---	--	---------------------------------	---------------------------------------

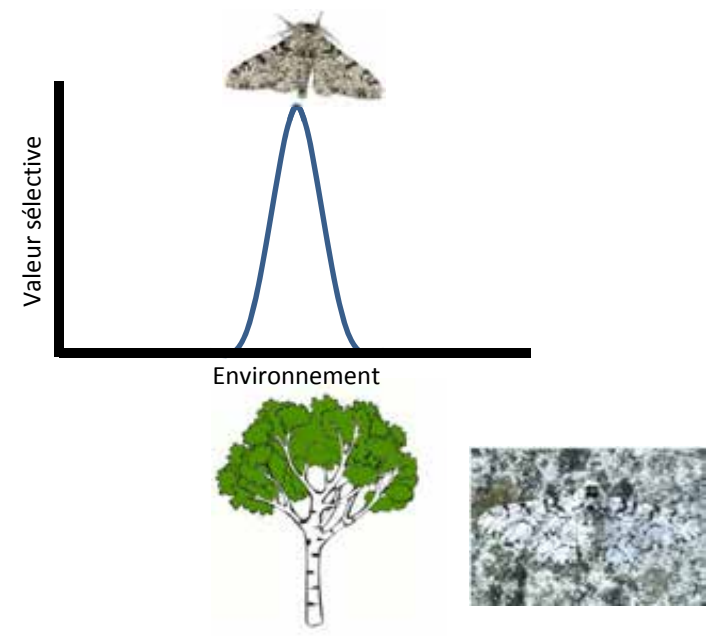
- **Conditions requises pour la spéciation écologique**

Matsubayashi et al., *Entomol Exp App*, 2010

Sélection divergente

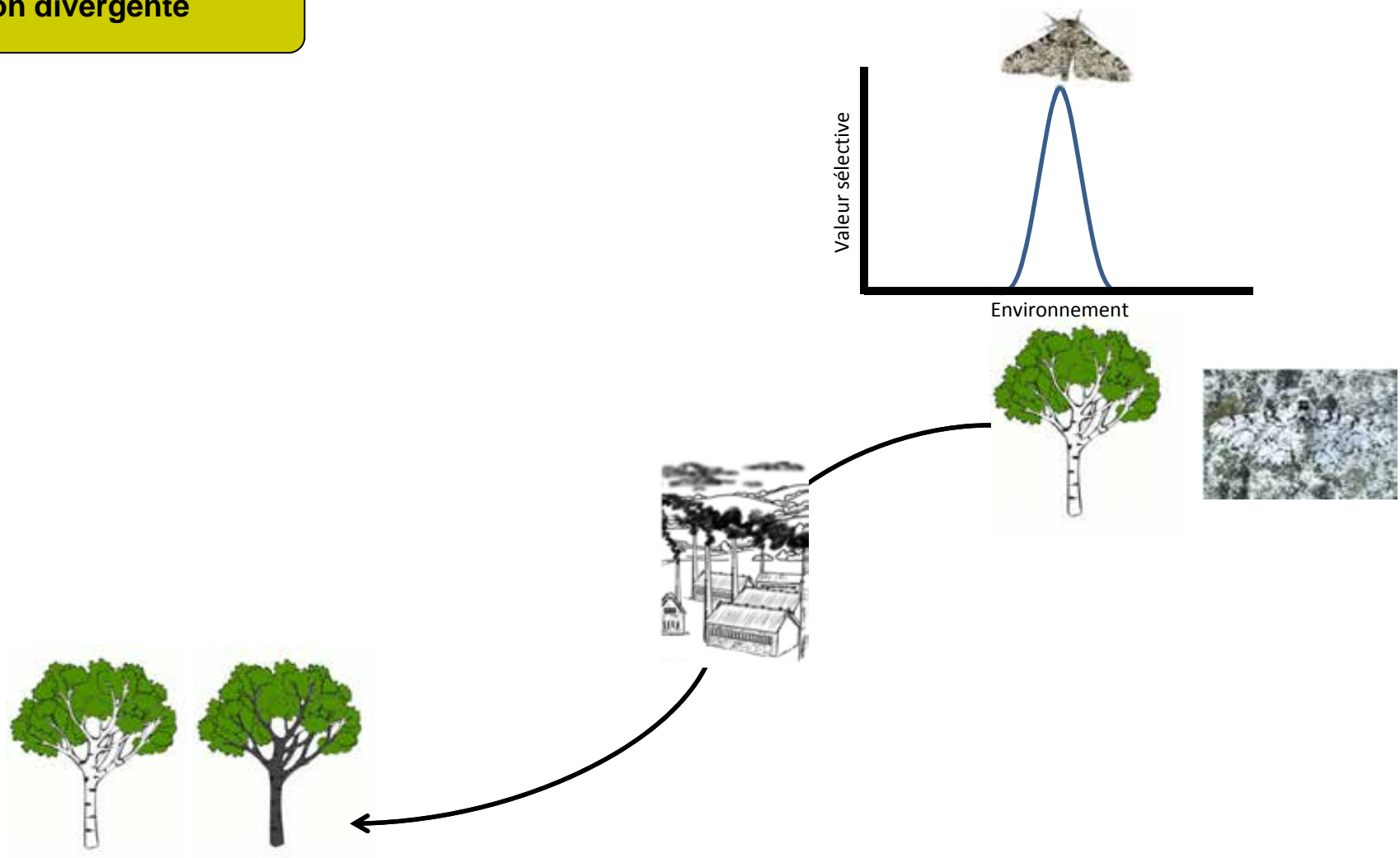
- **Conditions requises pour la spéciation écologique**

Sélection divergente



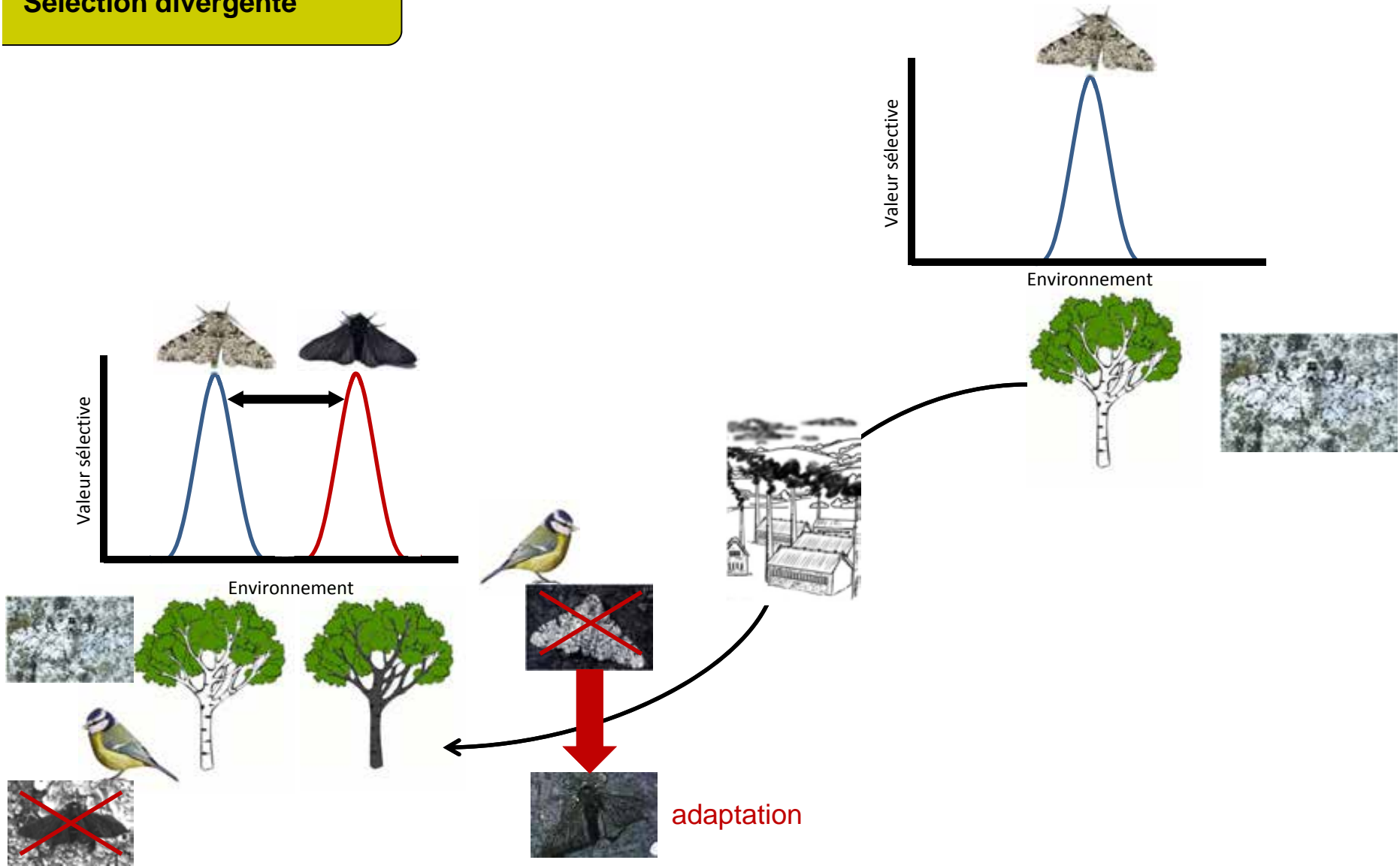
- **Conditions requises pour la spéciation écologique**

Sélection divergente



• Conditions requises pour la spéciation écologique

Sélection divergente



Introduction ●●●●●●●○	Spécialisation: patrons ○○○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
---------------------------------	---	--	----------------------------------	---------------------------------------

- **Conditions requises pour la spéciation écologique**

Matsubayashi et al., *Entomol Exp App*, 2010

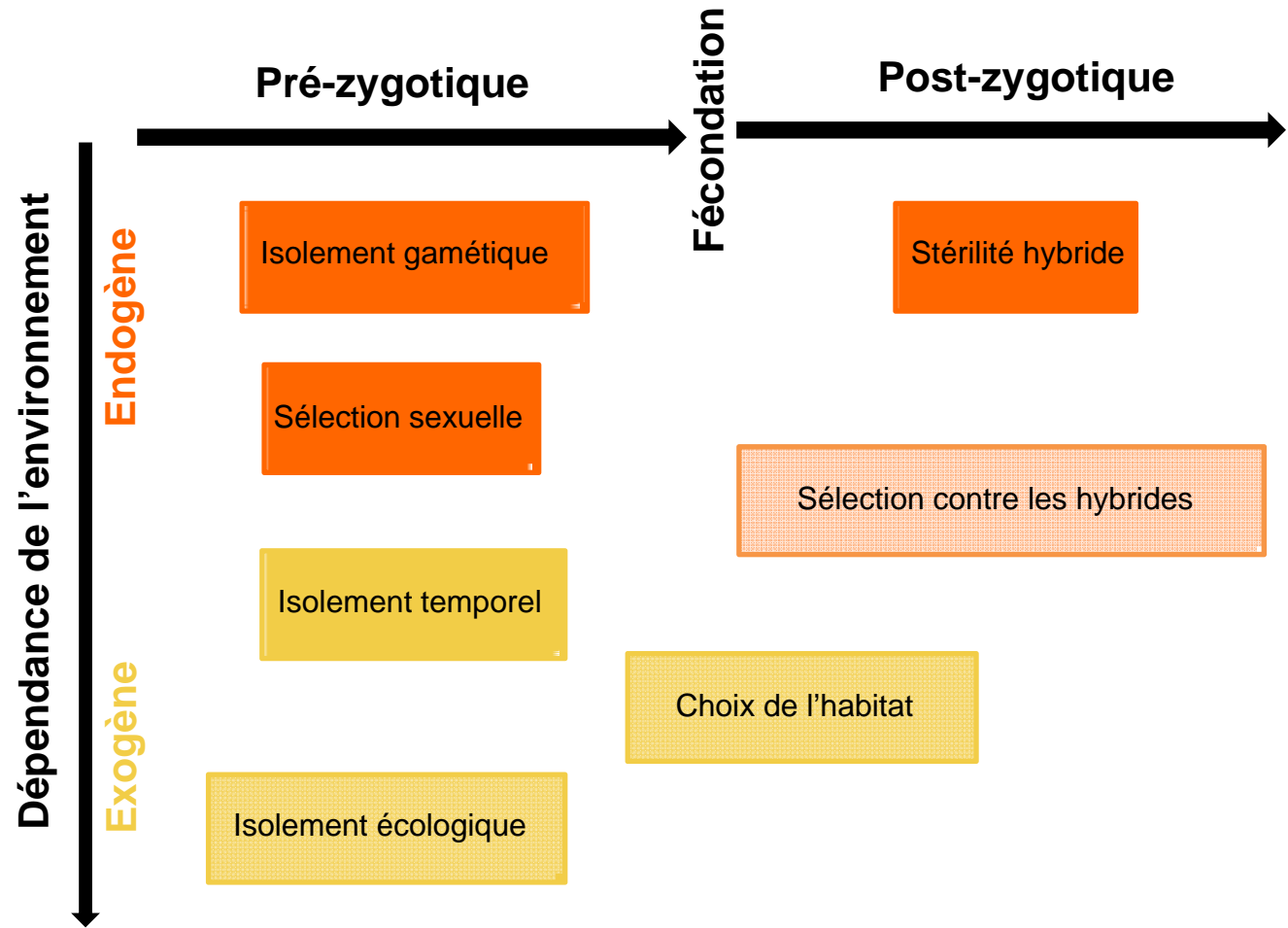
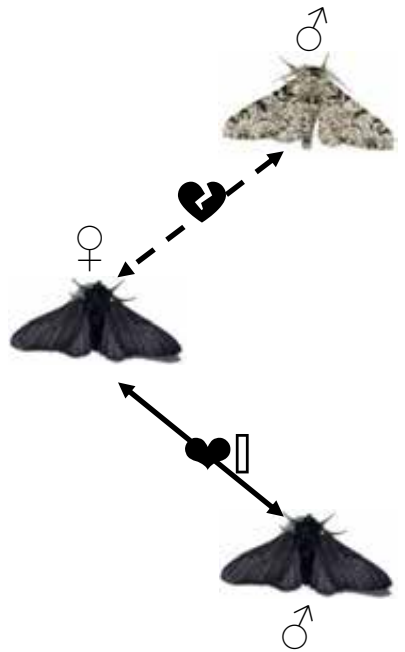
Sélection divergente

Isolement reproducteur

• **Conditions requises pour la spéciation écologique**

Sélection divergente

Isolement reproducteur



Introduction ●●●●●●●○	Spécialisation: patrons ○○○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
---------------------------------	---	--	----------------------------------	---------------------------------------

- **Conditions requises pour la spéciation écologique**

Matsubayashi et al., *Entomol Exp App*, 2010

Sélection divergente

Isolement reproducteur

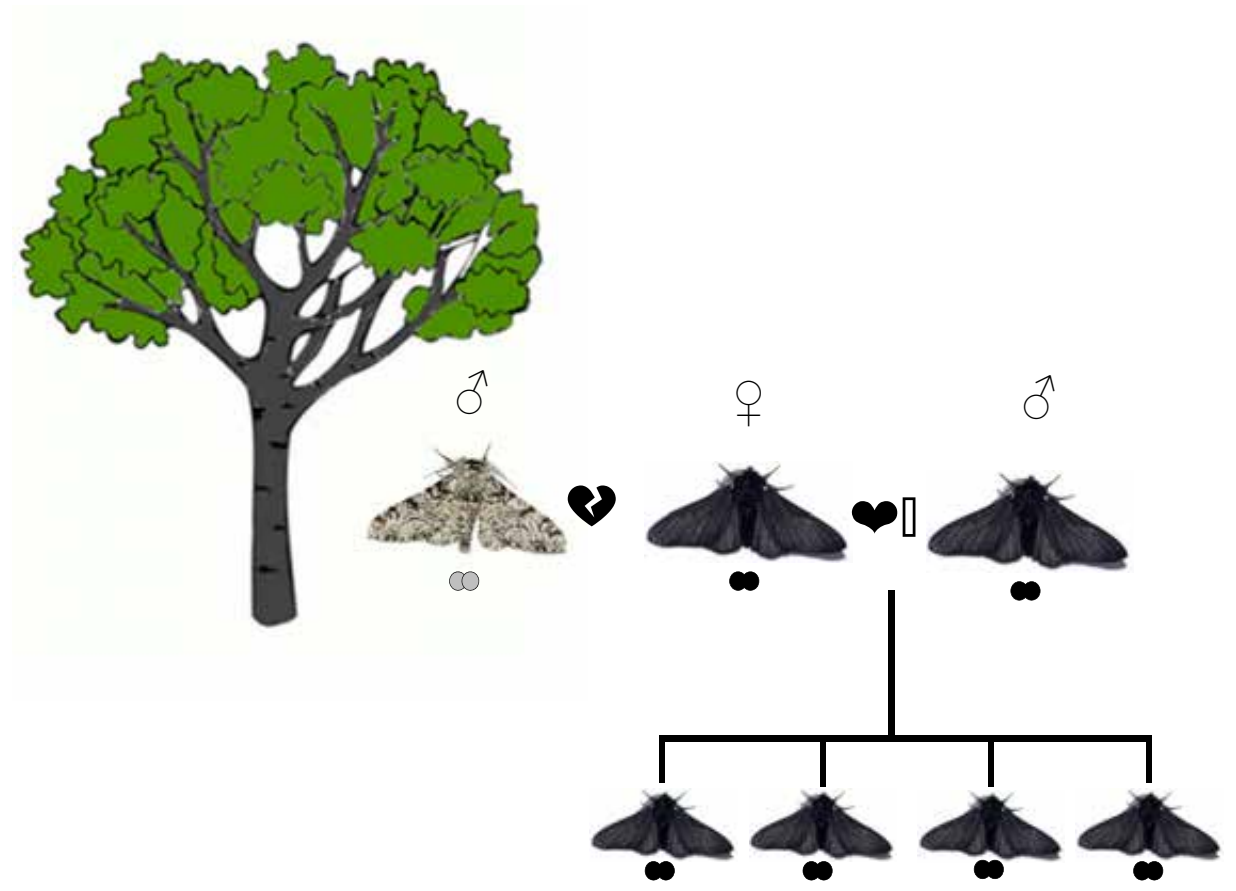
Mécanismes liant sélection et isolement reproducteur

- **Conditions requises pour la spéciation écologique**

Sélection divergente

Isolement reproducteur

Mécanismes liant sélection et isolement reproducteur

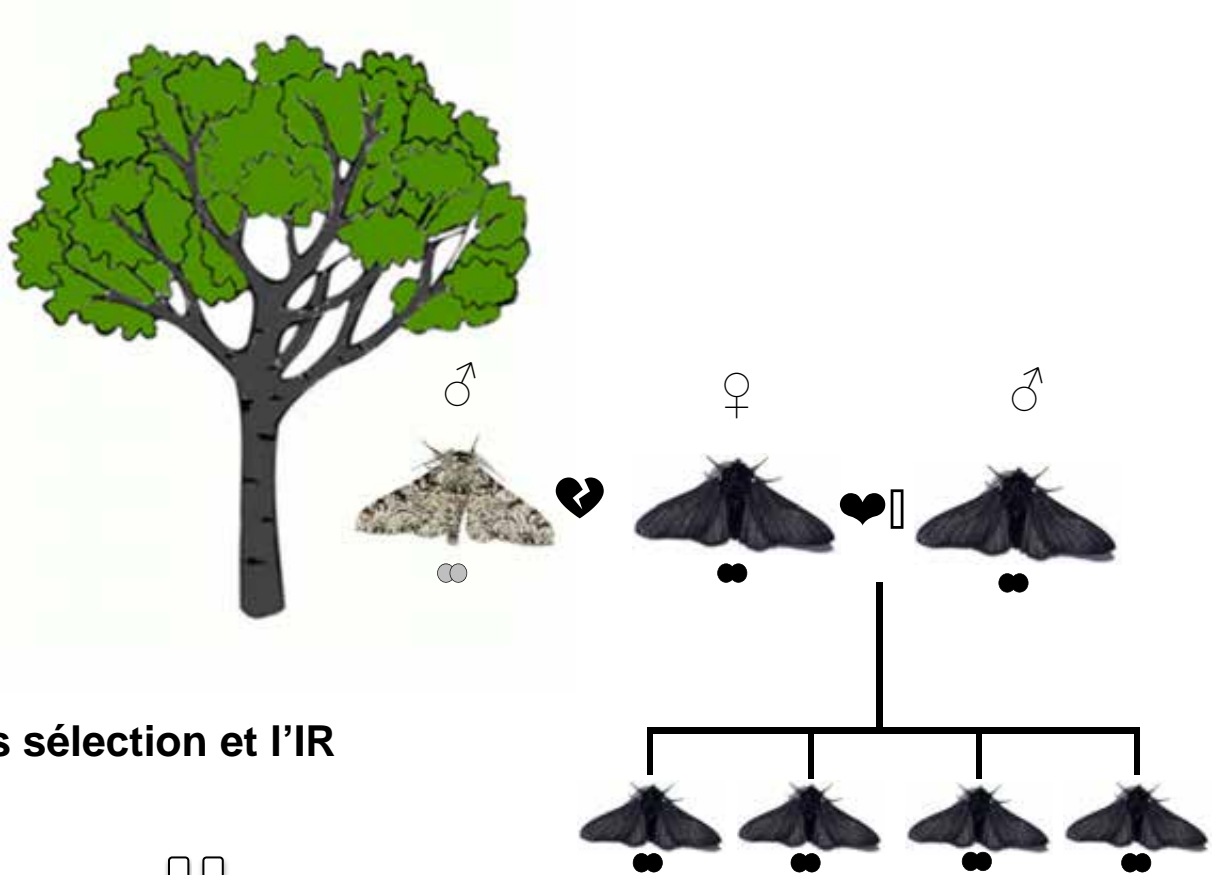


• **Conditions requises pour la spéciation écologique**

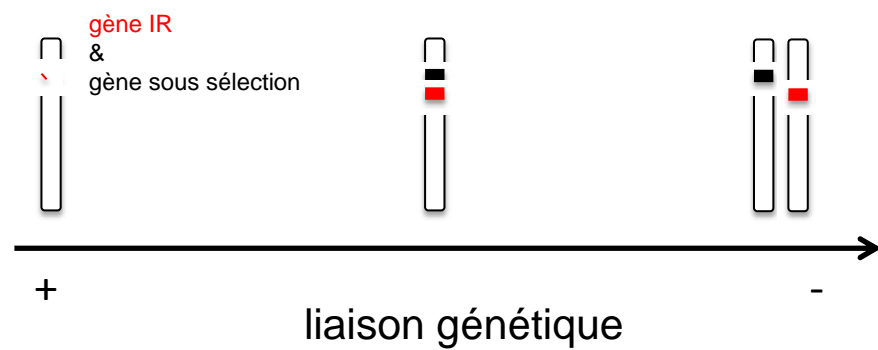
Sélection divergente

Isolement reproducteur

Mécanismes liant sélection et isolement reproducteur



Lien génétique entre le trait sous sélection et l'IR

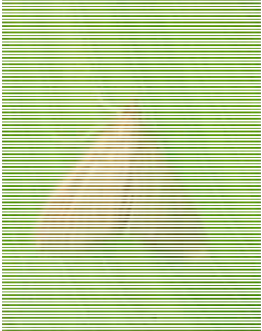


Mettre en évidence la spécialisation à la plante hôte et la présence d'un isolement reproducteur chez *Ostinia* spp.

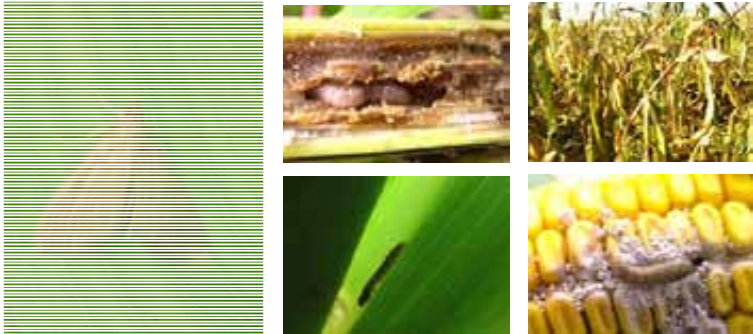


Exemple de spéciation écologique?

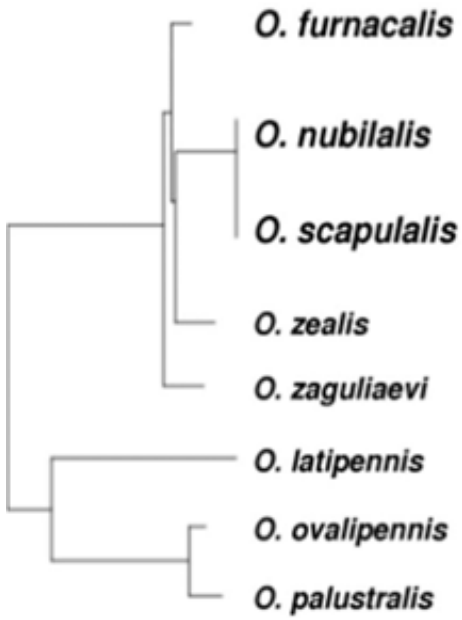
***Ostrinia* spp.**



Ostrinia spp.



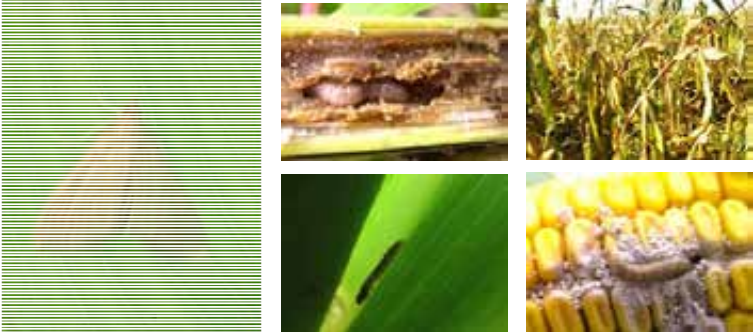
- **Espèces polyphages**
- Espèces jumelles
- Distribution géographique
- Association à la plante
- Association phéromonale



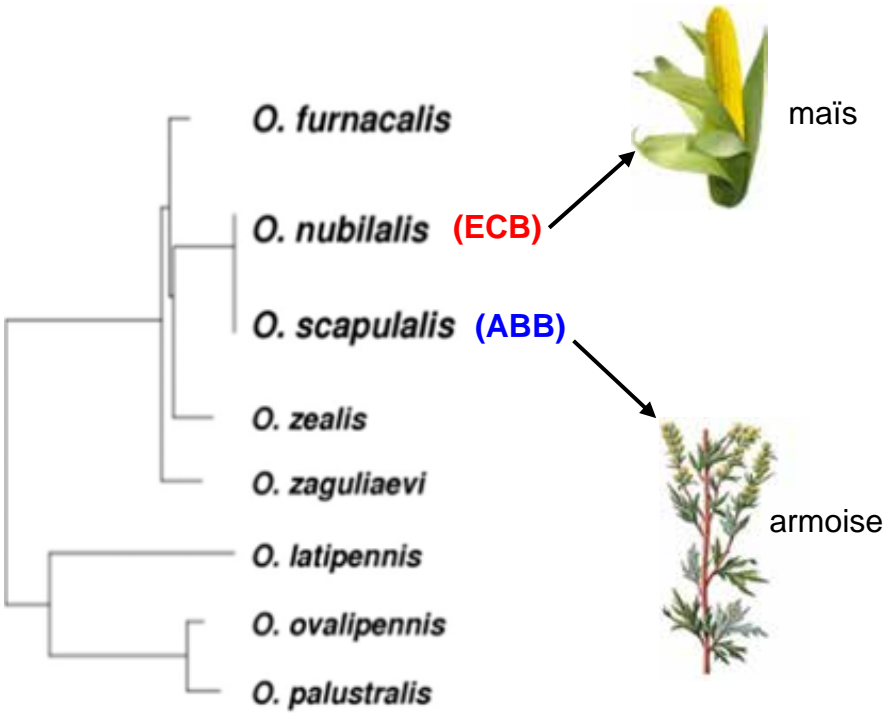
Dicotylédones

Frolov et al., Biol J Linn Soc, 2007
Takanashi et al., Plos One, 2010
Malaus et al., Sciences, 2005

Ostrinia spp.

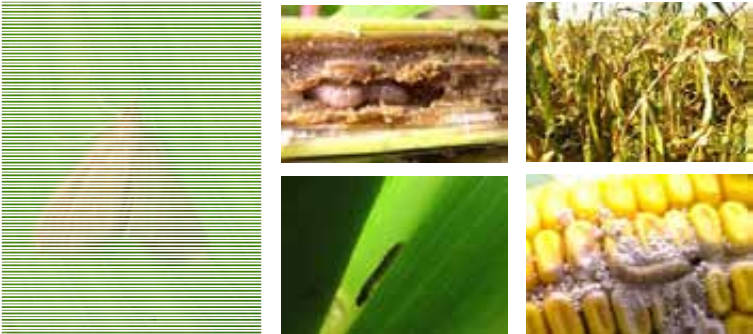


- Espèces polyphages
- **Espèces jumelles**
- Distribution géographique
- Association à la plante
- Association phéromonale

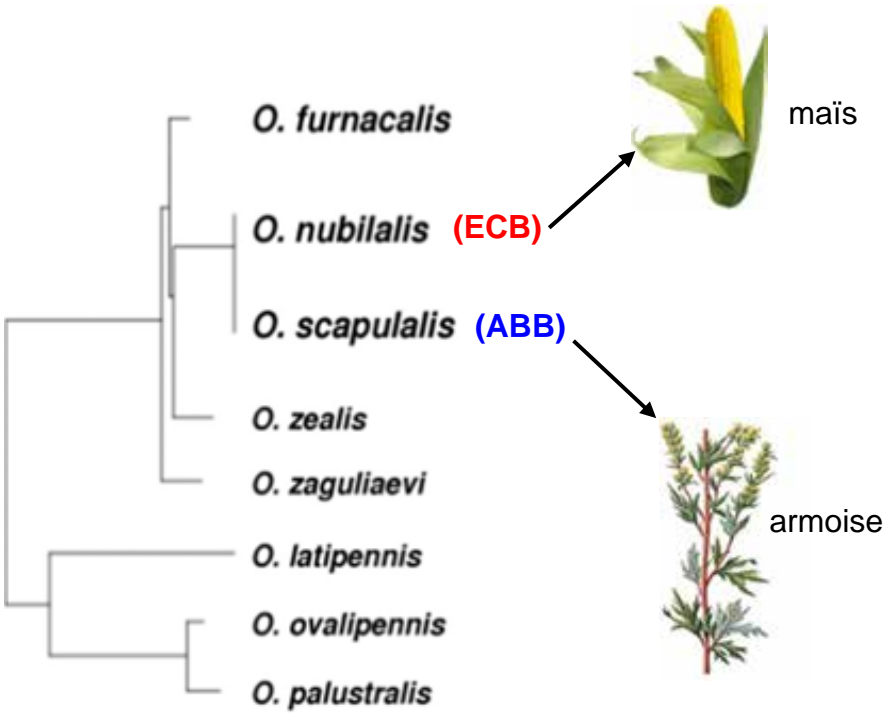


Frolov et al., Biol J Linn Soc, 2007
 Takanashi et al., Plos One, 2010
 Malausa et al., Sciences, 2005

Ostrinia spp.



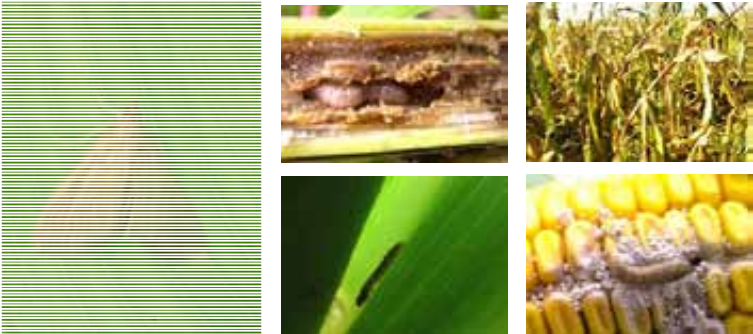
- Espèces polyphages
- Espèces jumelles
- **Distribution géographique**
- Association à la plante
- Association phéromonale



Frolov et al., Biol J Linn Soc, 2007
 Takanashi et al., Plos One, 2010
 Malausa et al., Sciences, 2005

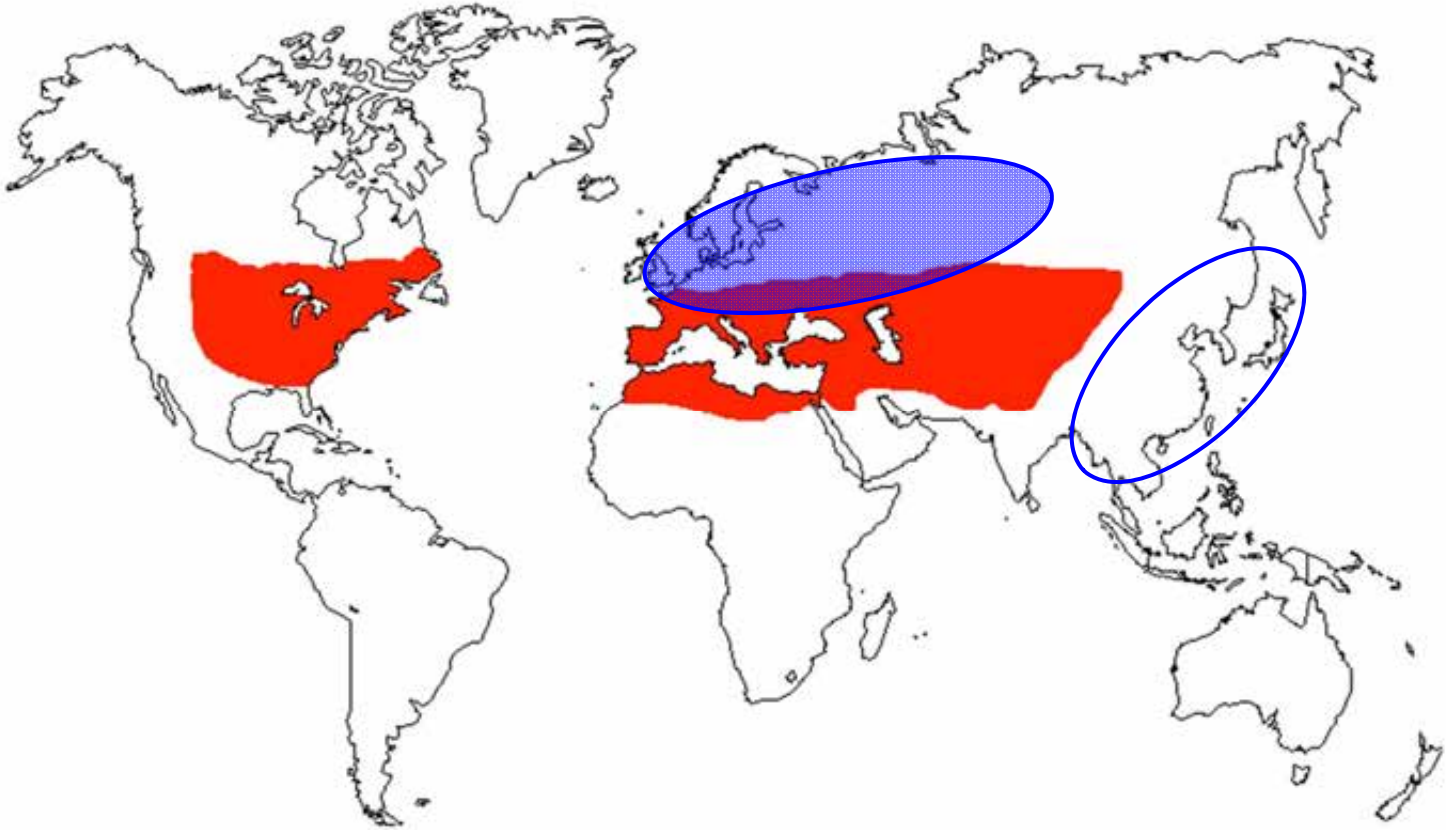
Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ○○○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○
--------------------------	---	--	---------------------------------	--------------------------------------

Ostrinia spp.

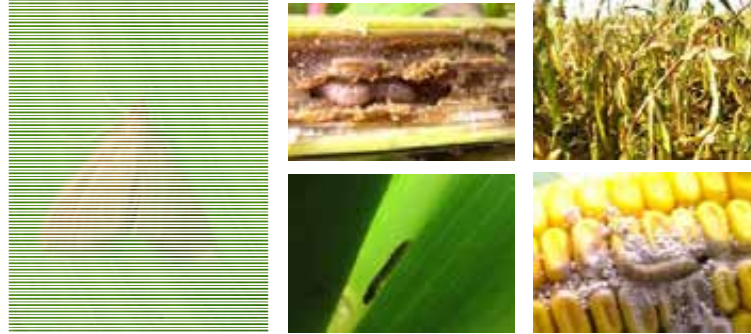


ECB

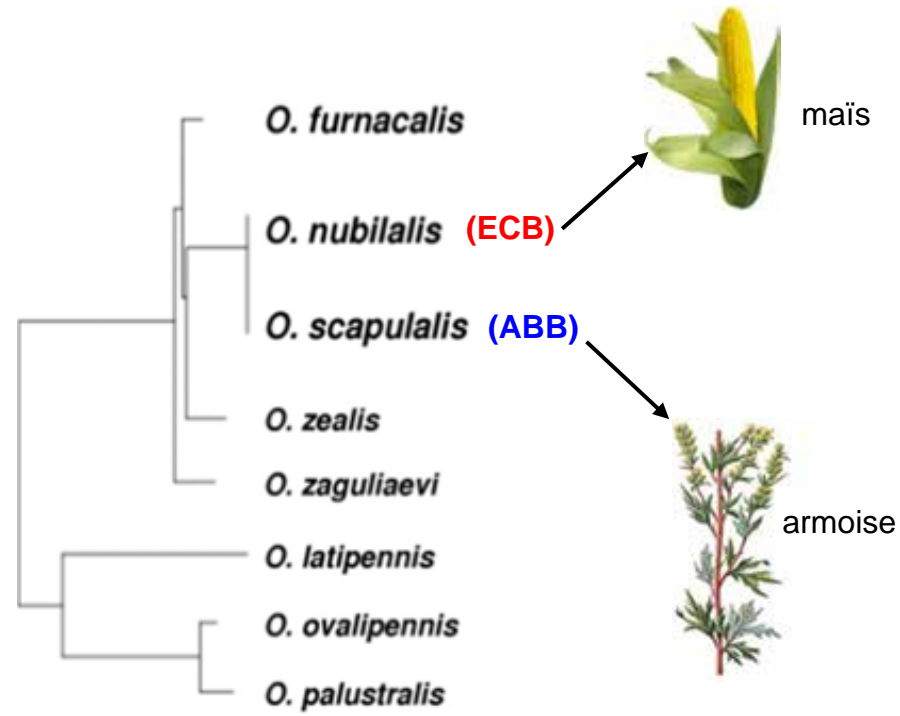
ABB



Ostrinia spp.

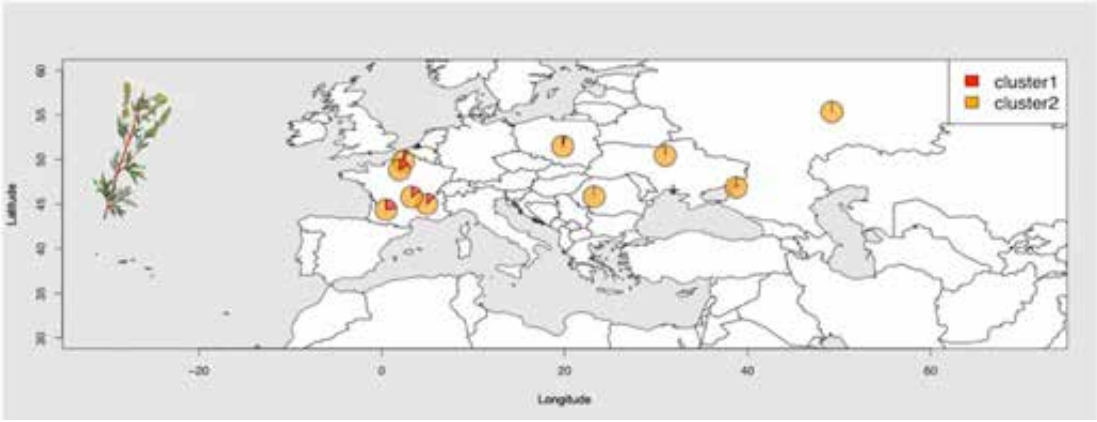
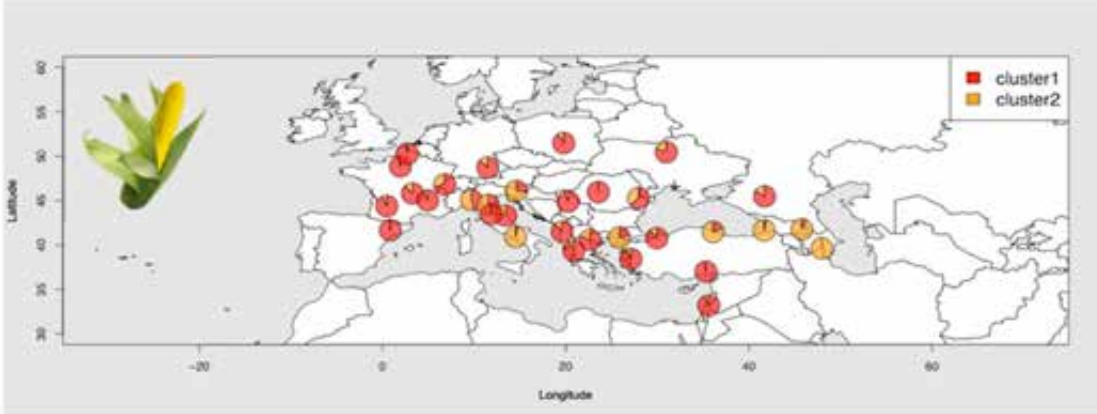
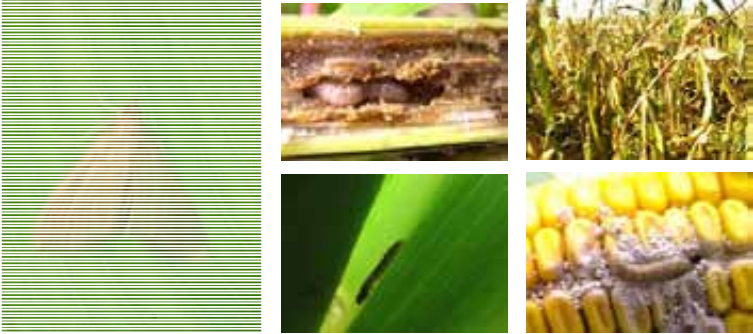


- Espèces polyphages
- Espèces jumelles
- Distribution géographique
- **Association à la plante**
- Association phéromonale



Frolov et al., *Biol J Linn Soc*, 2007
Takanashi et al., *Plos One*, 2010
Malaus et al., *Sciences*, 2005

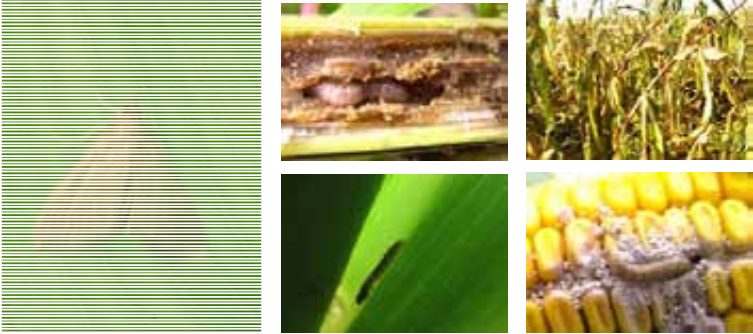
***Ostrinia* spp.**



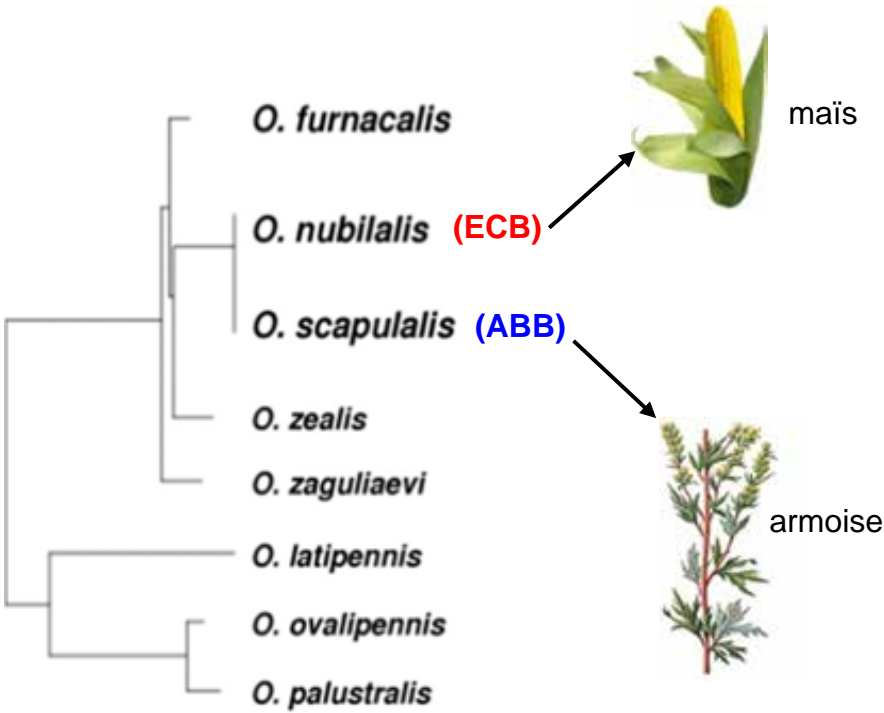
8 marqueurs microsatellites

→ probabilité d'assignation génétique

Ostrinia spp.

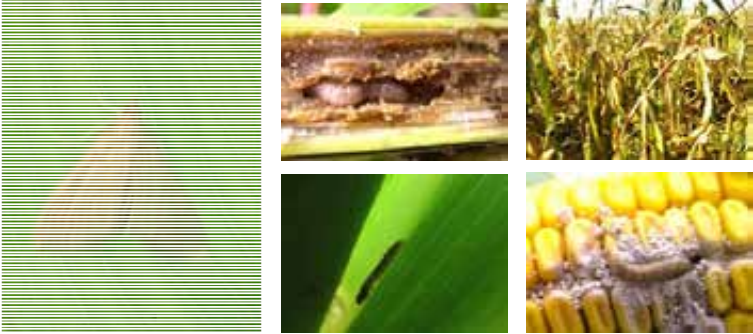


- Espèces polyphages
- Espèces jumelles
- Distribution géographique
- Association à la plante
- **Association phéromonale**



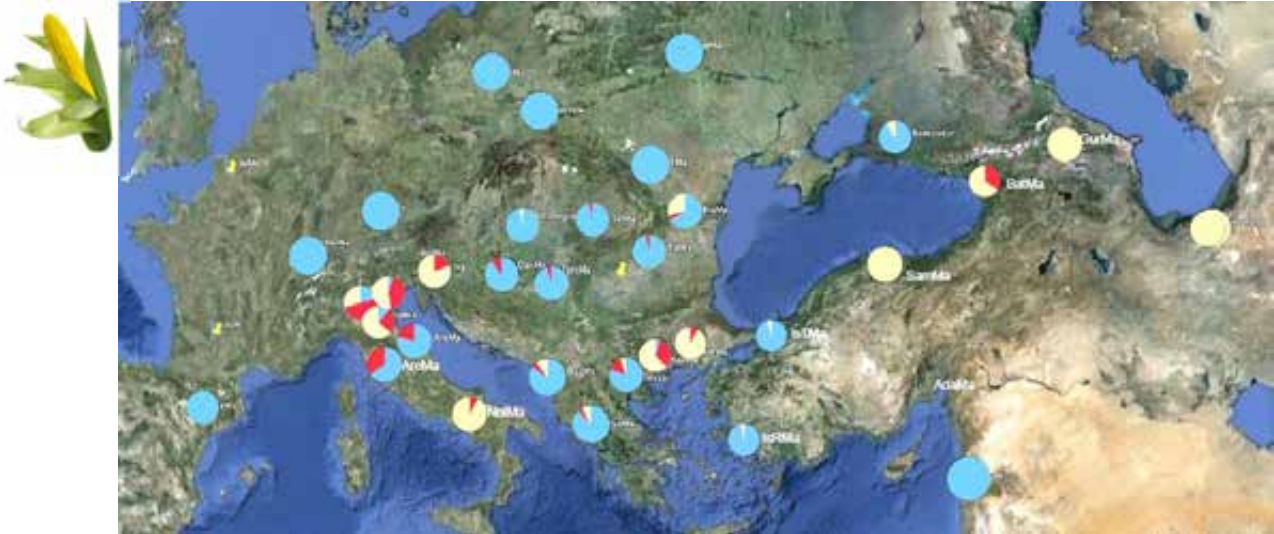
Frolov et al., Biol J Linn Soc, 2007
 Takanashi et al., Plos One, 2010
 Malausa et al., Sciences, 2005

Ostrinia spp.

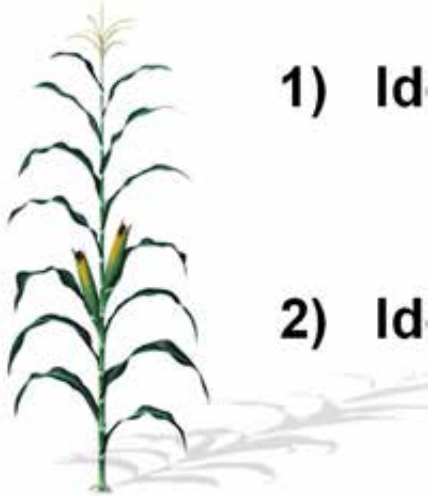


- Mélange d'isomères E et Z du 11-tétradécényl-acétate
 - Phe Z* = 99:1 (Z/E)
 - Phe E* = 1:99 (Z/E)
 - Phe H* = 15:85 ou 35:65 (Z/E)

- Variation en fonction de la zone géographique



I. Etude de la spécialisation à la plante hôte

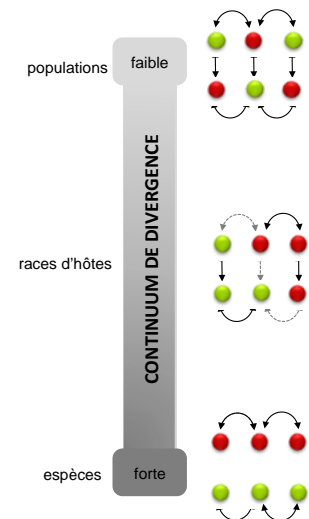


1) Identification des patrons phénotypiques

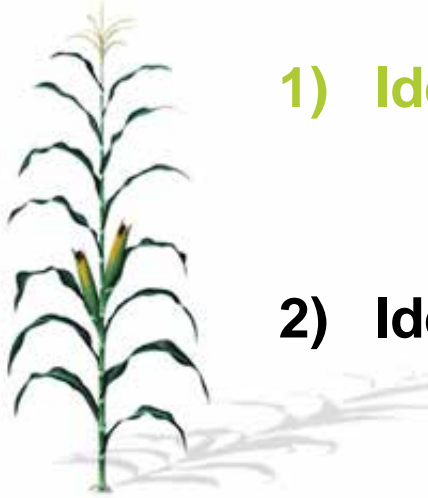
2) Identification des mécanismes moléculaires

II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes



I. Etude de la spécialisation à la plante hôte



1) Identification des patrons phénotypiques

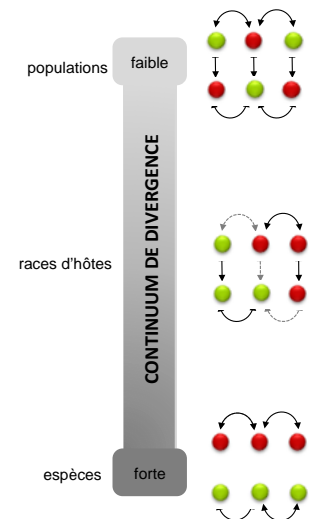
→ adulte

→ larvaire

2) Identification des mécanismes physiologiques

II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes



Déterminer le degré de spécialisation



Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○
--------------------------	---	--	----------------------------------	--------------------------------------

Déterminer le degré de spécialisation



Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●○○○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○
--------------------------	---	--	----------------------------------	--------------------------------------

Déterminer le degré de spécialisation



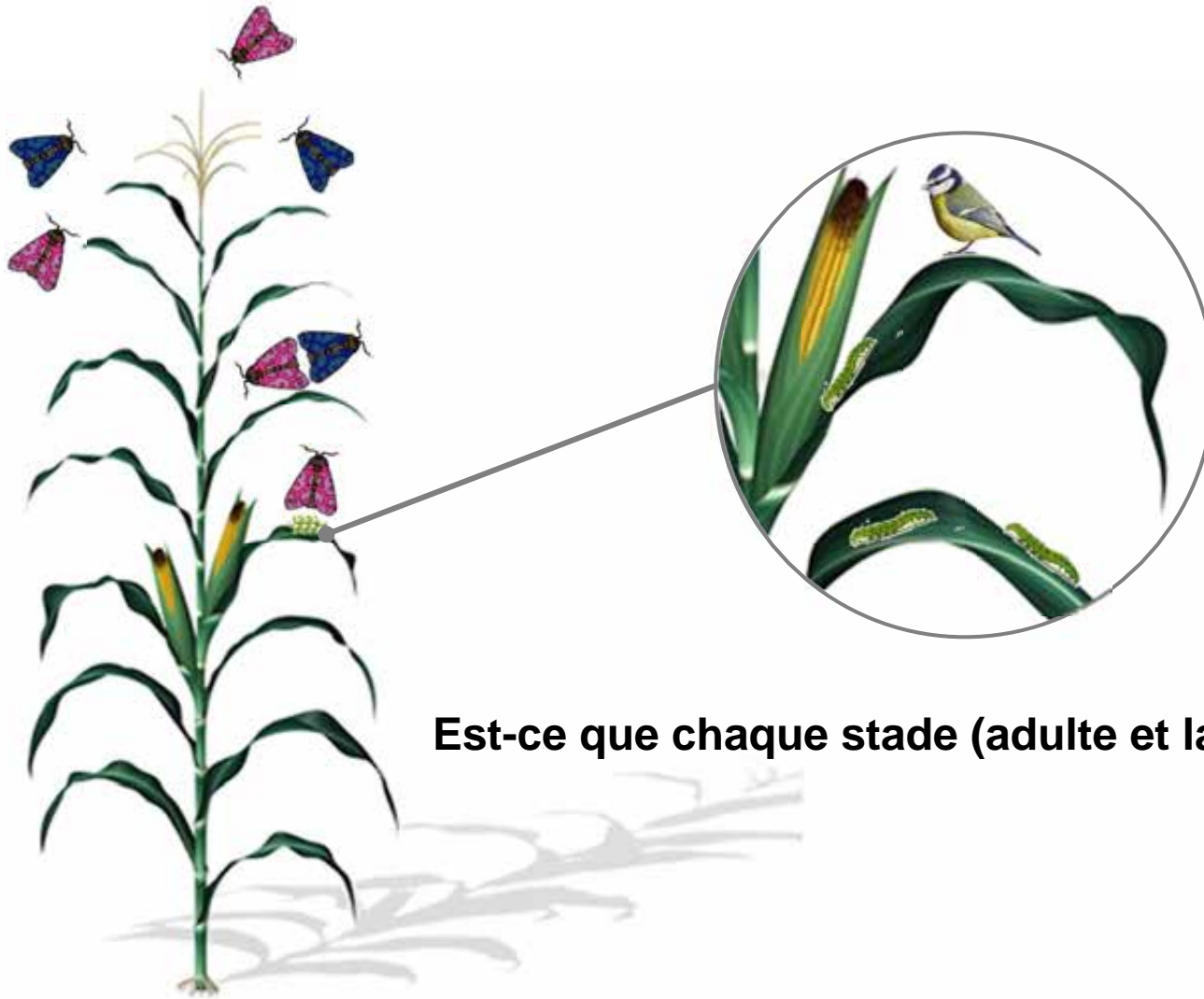
Déterminer le degré de spécialisation



Déterminer le degré de spécialisation



Déterminer le degré de spécialisation



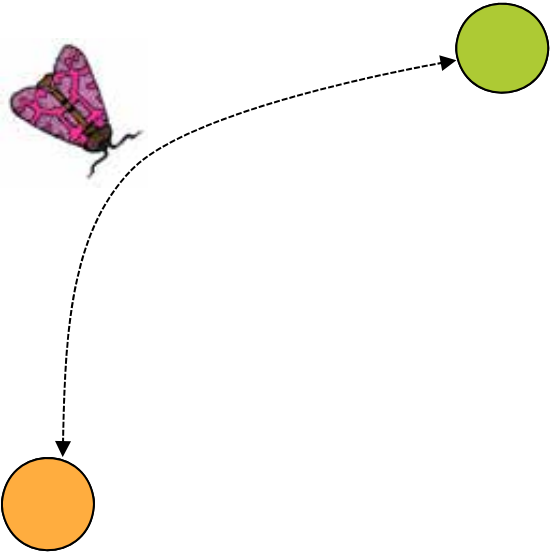
Est-ce que chaque stade (adulte et larvaire) est spécialisé?

Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●○○○○○○○○	Spécialisation: mécanismes ○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○
--------------------------	--	--	----------------------------------	--------------------------------------

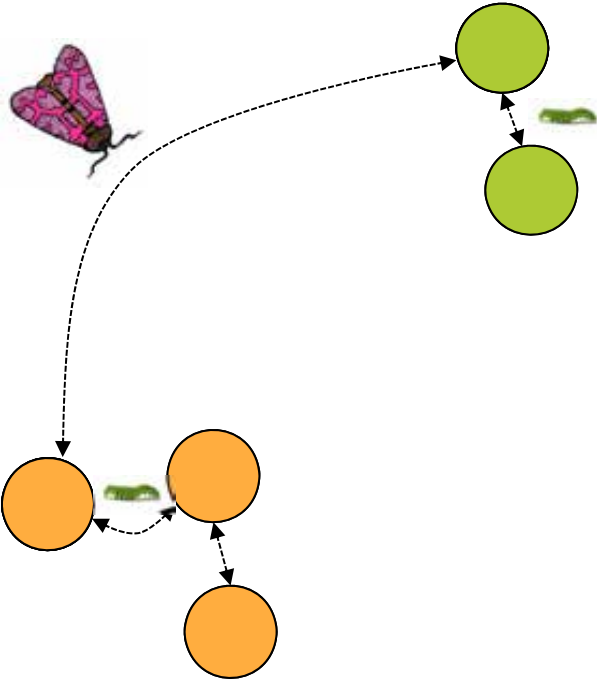
Tester l'hypothèse



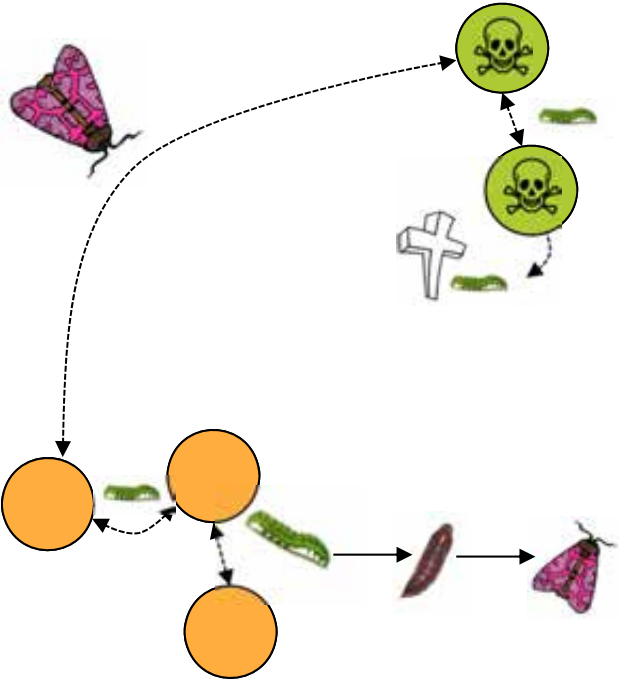
Tester l'hypothèse



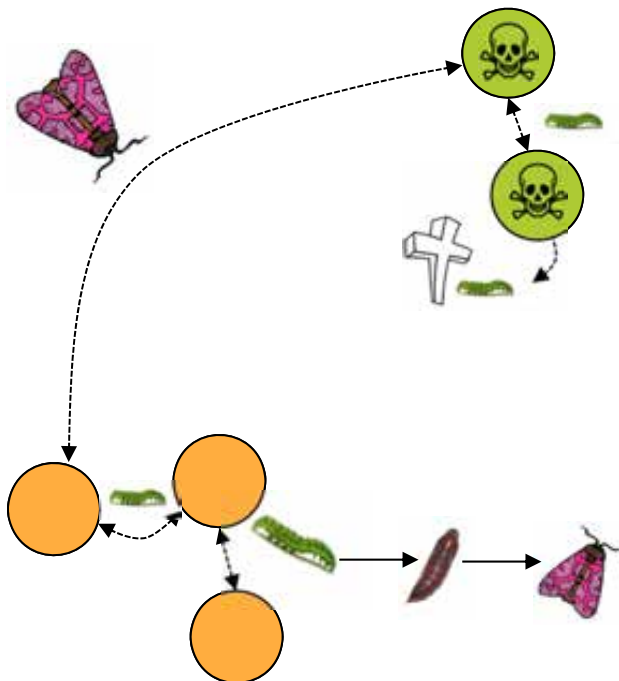
Tester l'hypothèse



Tester l'hypothèse



Tester l'hypothèse



H_0 :
Corrélation positive entre **préférences**
des adultes et **performances** des larves

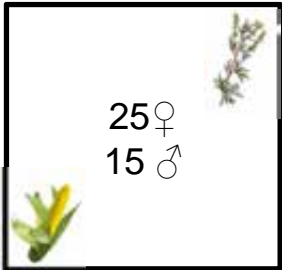
Spécialisation adulte



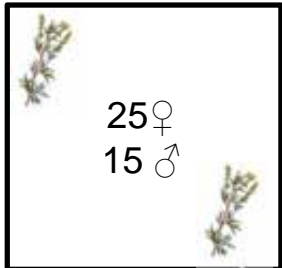
Les femelles choisissent-elles les plantes?



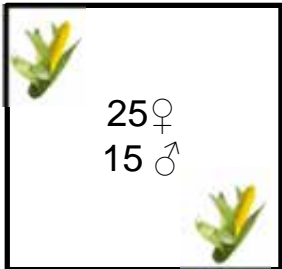
Ostrinia spp.



→ 72 h (3 nuits)
→ Adultes vierges



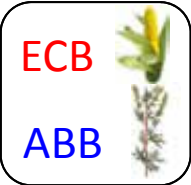
Comptage des ooplaques sur les différents sites de pontes



Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●○●●●●●○	Spécialisation: mécanismes ○●●●●●●●●○	Isolement reproducteur ○●●●●○	Conclusions & Perspectives ○●●●●○
----------------------------	--	--	----------------------------------	--------------------------------------



Ostrinia spp.



Espèces	ABB	ECB
---------	------------	------------



Ostrinia spp.









Espèces	ABB			ECB		
Conditions	 choix	 hôte	 non-hôte	 choix	 hôte	 non-hôte



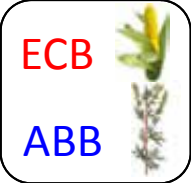
Ostrinia spp.



Espèces	ABB			ECB		
Conditions	 choix	 hôte	 non-hôte	 choix	 hôte	 non-hôte
Sites de pontes possibles	<input type="checkbox"/> maïs <input checked="" type="checkbox"/> armoise <input type="checkbox"/> voile	<input checked="" type="checkbox"/> armoise <input type="checkbox"/> voile	<input type="checkbox"/> maïs <input type="checkbox"/> voile	<input type="checkbox"/> maïs <input checked="" type="checkbox"/> armoise <input type="checkbox"/> voile	<input type="checkbox"/> maïs <input type="checkbox"/> voile	<input checked="" type="checkbox"/> armoise <input type="checkbox"/> voile



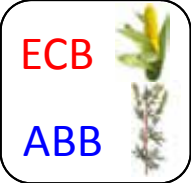
Ostrinia spp.



Espèces	ABB			ECB		
Conditions	choix	hôte	non-hôte	choix	hôte	non-hôte
Sites de pontes possibles	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ armoise ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ armoise ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ armoise ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ armoise ■ voile
Proportion d'œuvres pondues						



Ostrinia spp.

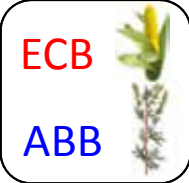


Espèces	ABB			ECB		
Conditions	choix	hôte	non-hôte	choix	hôte	non-hôte
Sites de pontes possibles	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ armoise ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ armoise ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ armoise ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ maïs ■ voile 	<ul style="list-style-type: none"> ■ armoise ■ voile
Proportion d'œufs pondus						

Fort patron de spécialisation pour les deux espèces



Ostrinia spp.



Espèces	ABB			ECB		
Conditions	choix	hôte	non-hôte	choix	hôte	non-hôte
Sites de pontes possibles	<ul style="list-style-type: none"> maïs armoise voile 	<ul style="list-style-type: none"> armoise voile 	<ul style="list-style-type: none"> maïs voile 	<ul style="list-style-type: none"> maïs armoise voile 	<ul style="list-style-type: none"> maïs voile 	<ul style="list-style-type: none"> armoise voile
Proportion d'œufs pondus						

Fort patron de spécialisation pour les deux espèces

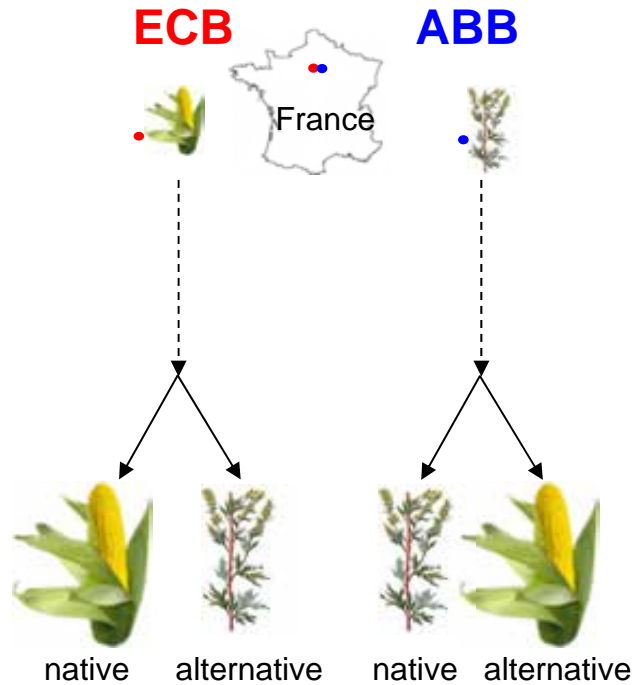
ECB montre un patron de rejet de l'armoise

Spécialisation larvaire



Mêmes performances sur différentes plantes?

Transplantation réciproque



Mesure de différents traits:

- Masse
- Durée de développement
- Survie



Pic de L4
4 réplicats par condition

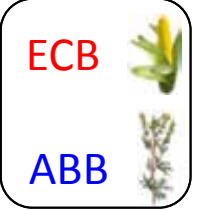
PREDICTIONS:

Si les larves sont spécialisées, on attend sur la plante native :

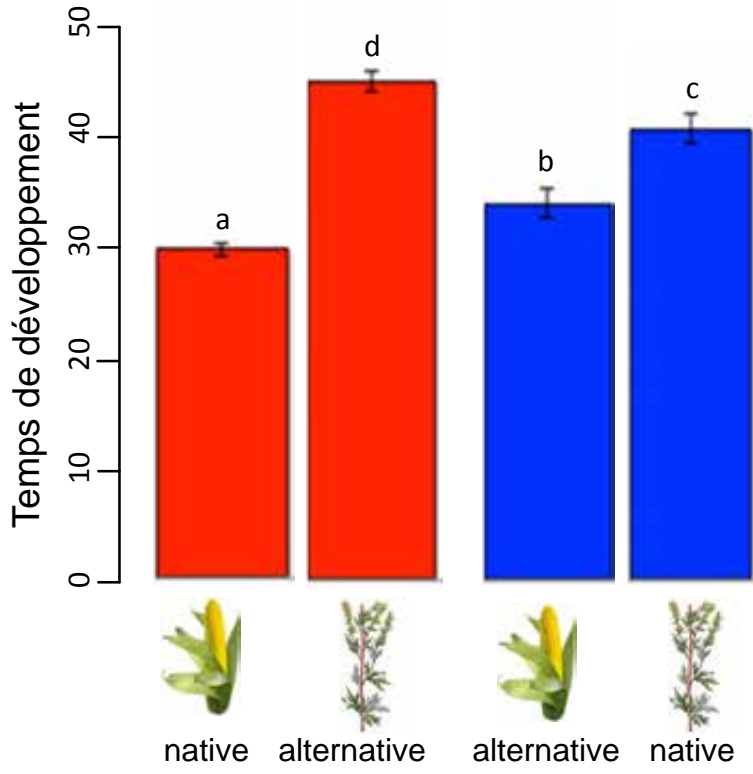
- une masse plus élevée
- un temps de développement plus court
- une meilleure survie



Ostrinia spp.

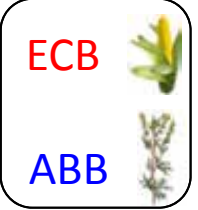


Durée de dvp (L₁ → L₄)



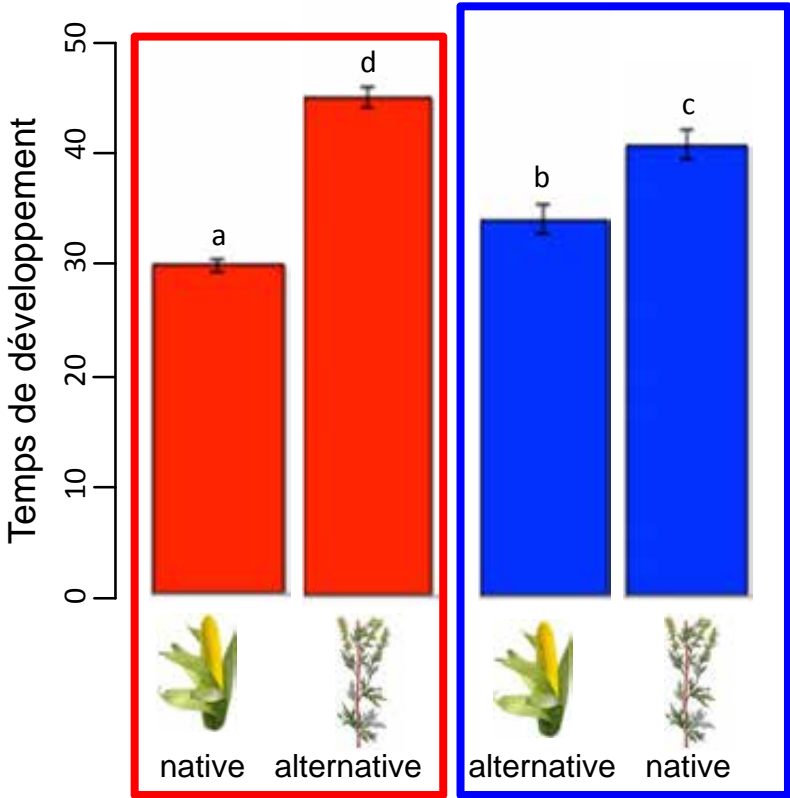


Ostrinia spp.



Durée de dvp ($L_1 \rightarrow L_4$)

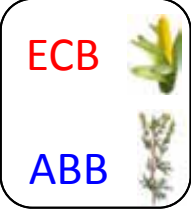
ABB se développe plus vite sur maïs



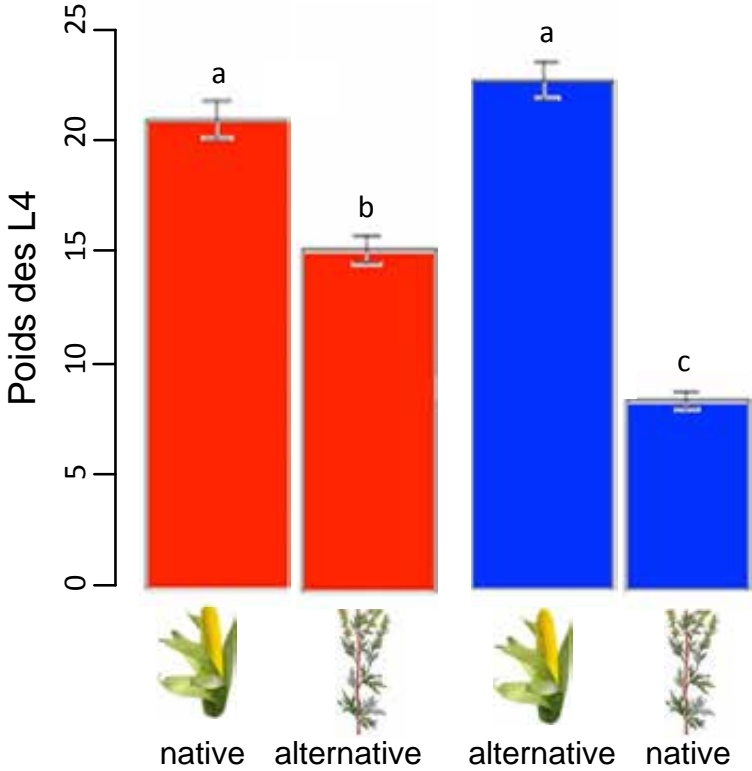
ECB se développe plus vite sur maïs



Ostrinia spp.

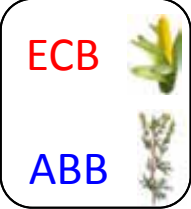


Poids des L4



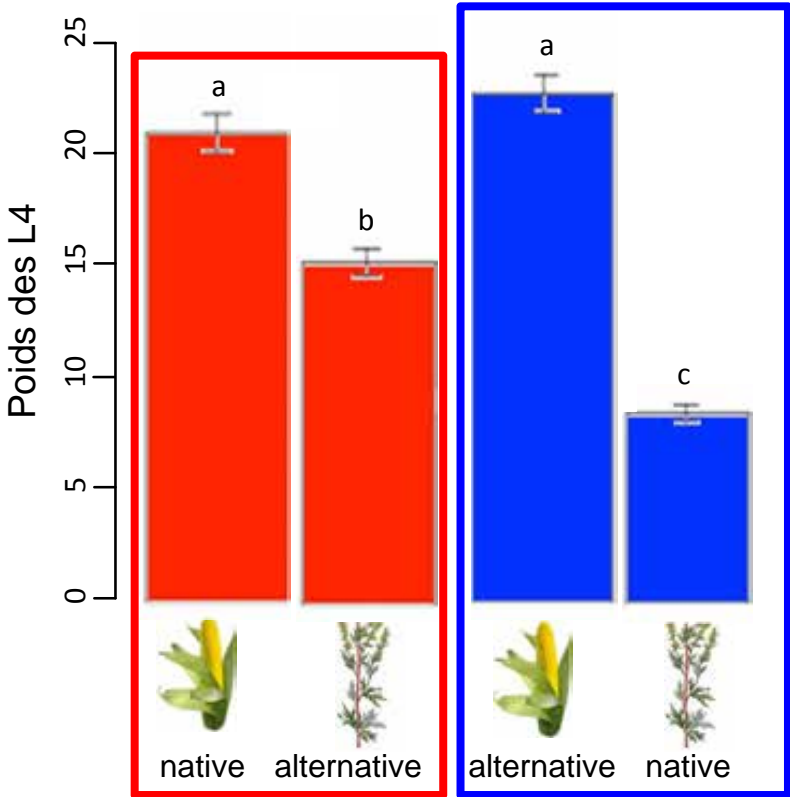


Ostrinia spp.



Poids des L4

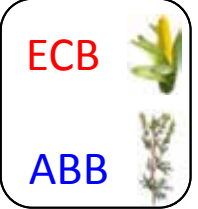
ABB est plus lourd sur maïs



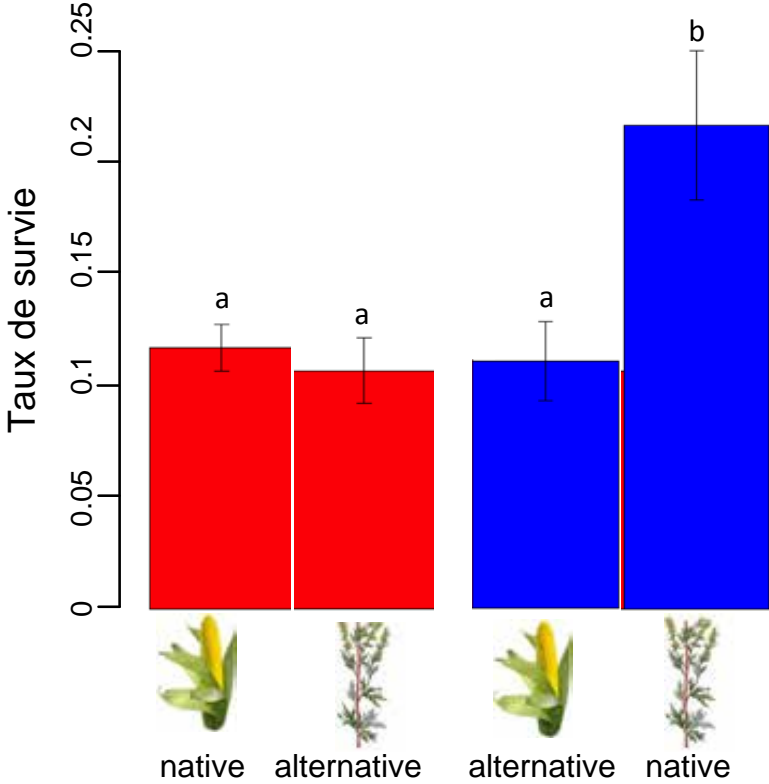
ECB est plus lourd sur maïs



Ostrinia spp.

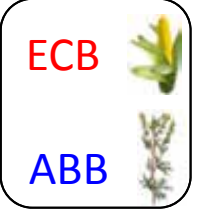


Survie (L₁ → L₄)

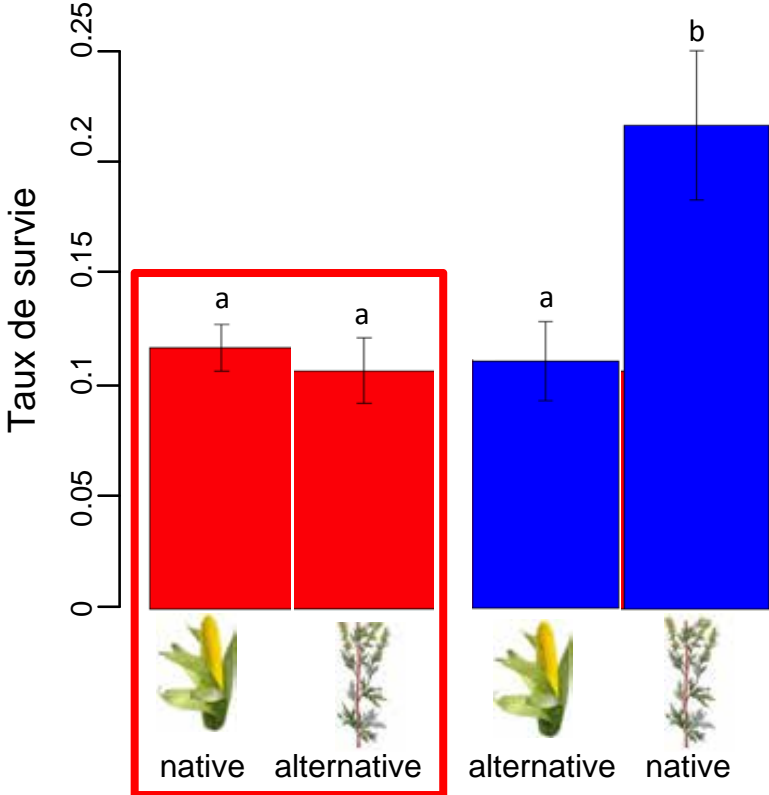




Ostrinia spp.



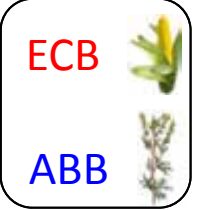
Survie (L₁ → L₄)



même survie de **ECB** sur les deux plantes

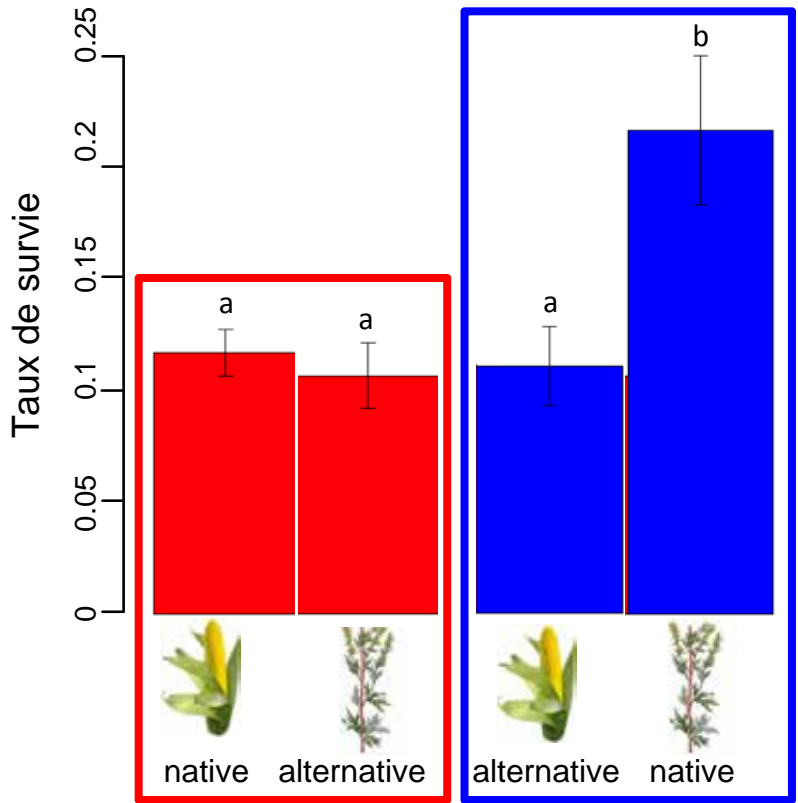


Ostrinia spp.



Survie (L₁ → L₄)

ABB survie plus sur armoise



même survie de **ECB** sur les deux plantes

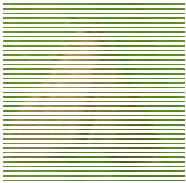


Conclusion sur la spécialisation



Ostrinia spp.

		ECB	ABB
performance larvaire	poids L4	plus lourd sur maïs	plus lourd sur maïs
	temps de développement	plus court sur maïs	plus court sur maïs
	survie	même survie	survie accrue sur armoise



Ostrinia spp.

		ECB	ABB
performance larvaire	poids L4	plus lourd sur maïs	plus lourd sur maïs
	temps de développement	plus court sur maïs	plus court sur maïs
	survie	même survie	survie accrue sur armoise
préférence femelle	choix des femelles	maïs	armoise
	site de repos	maïs > armoise > voile	maïs = armoise > voile



Ostrinia spp.

		ECB	ABB
performance larvaire	poids L4	plus lourd sur maïs	plus lourd sur maïs
	temps de développement	plus court sur maïs	plus court sur maïs
	survie	même survie	survie accrue sur armoise
préférence femelle	choix des femelles	maïs	armoise
	site de repos	maïs > armoise > voile	maïs = armoise > voile

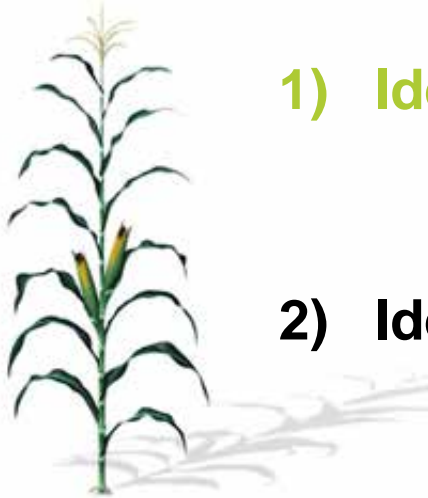


Rejet de l'hôte alternatif
Rôle important dans la divergence?



Corrélation positive entre préférence et performance

I. Etude de la spécialisation à la plante hôte



1) Identification des patrons phénotypiques

→ adulte

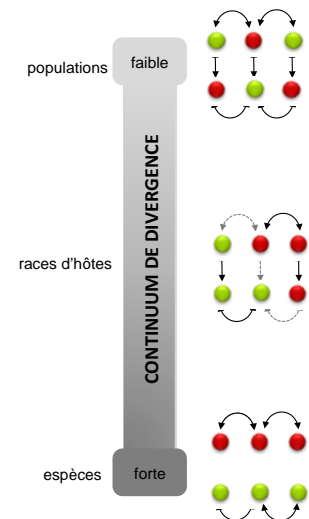
→ larvaire

2) Identification des mécanismes moléculaires

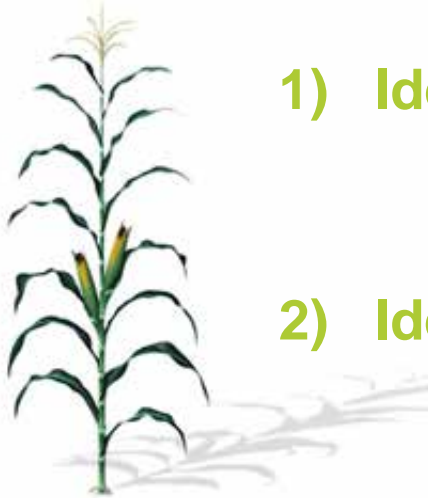


II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes



I. Etude de la spécialisation à la plante hôte



1) Identification des patrons phénotypiques

- adulte
- larvaire

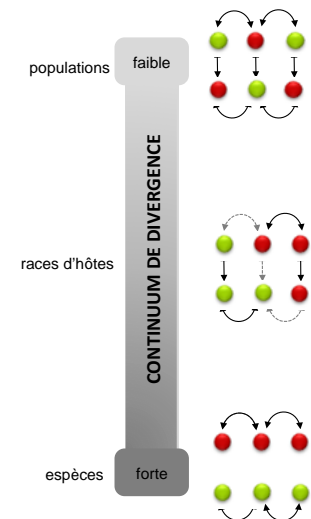
2) Identification des mécanismes moléculaires

- larvaire



II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes

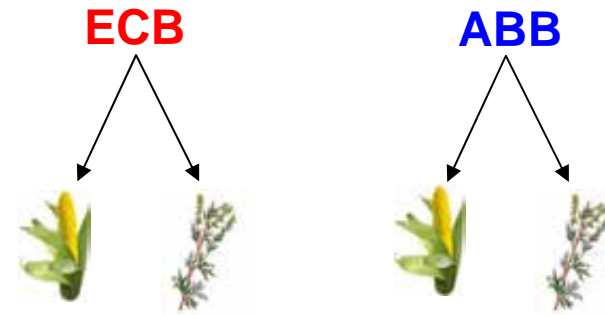


Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●○○○○○○○○○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○
--------------------------	---	--	----------------------------------	--------------------------------------



Ostrinia spp.

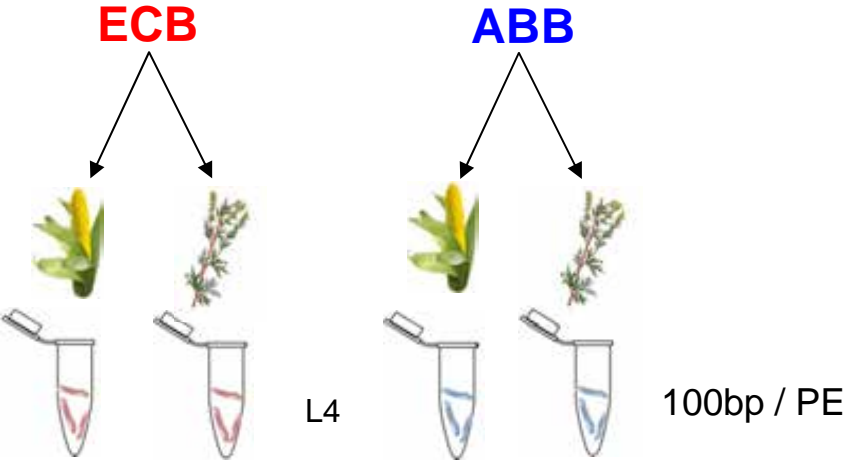
Expérience





Ostrinia spp.

Expérience
↓
Séquençage ADNc





Ostrinia spp.

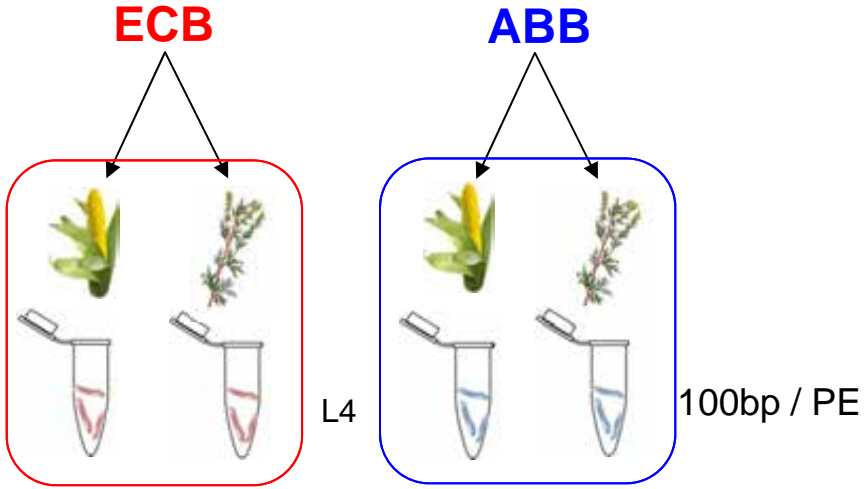
Expérience



Séquençage ADNc



Construction de références
de novo



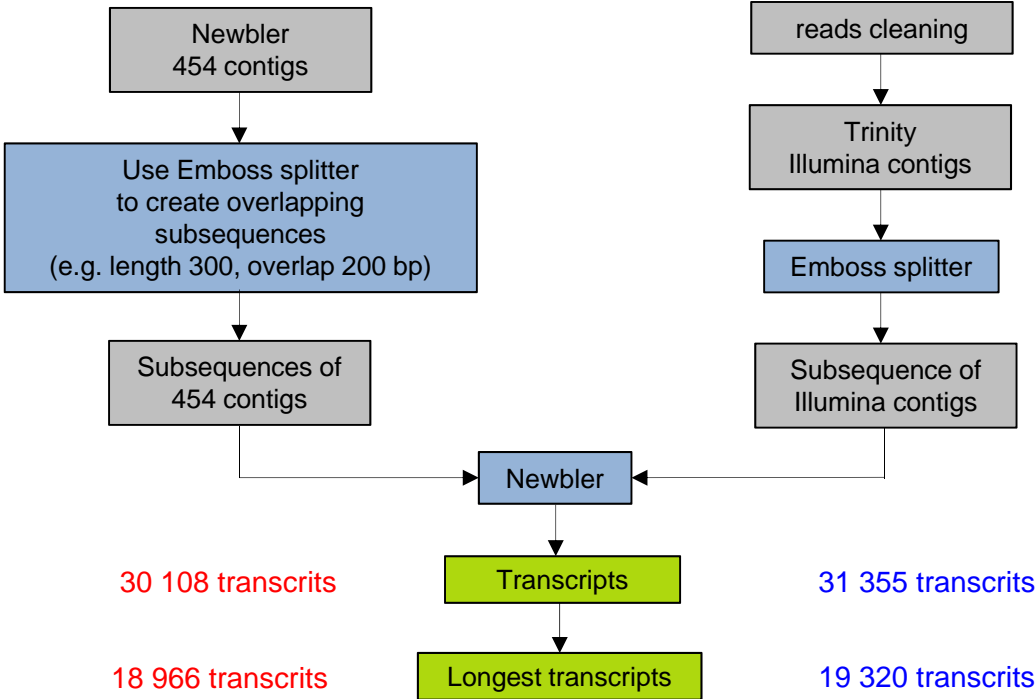


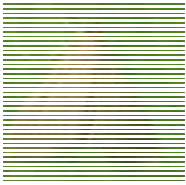
Ostrinia spp.

➔ 2 transcriptomes *de novo* : **ECB-ref** et **ABB-ref**

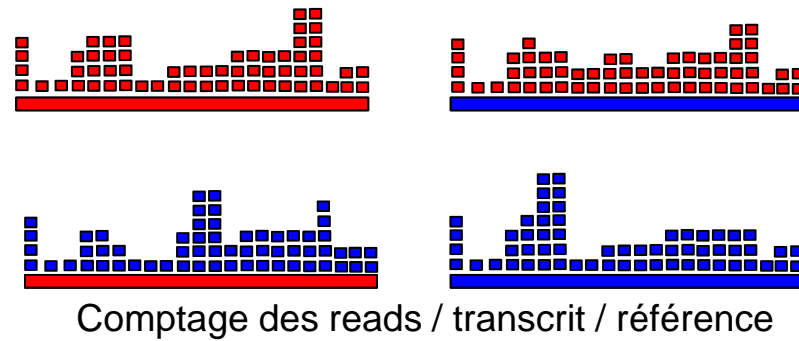
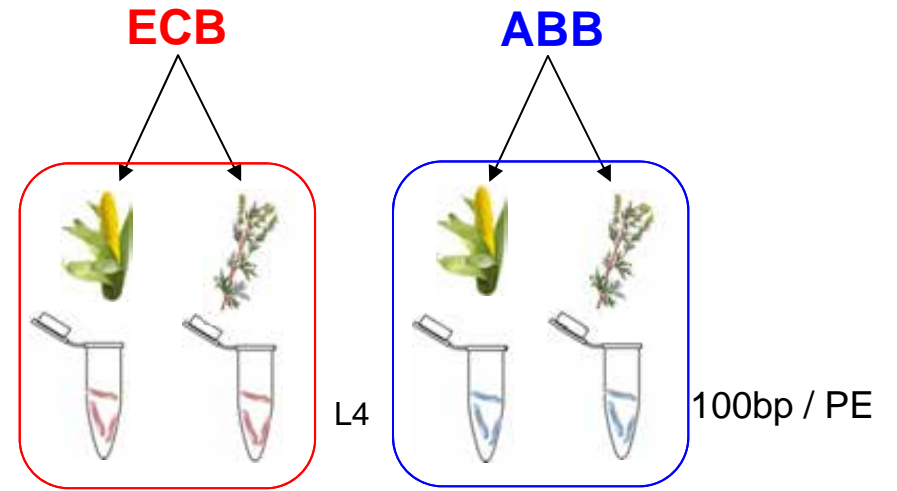
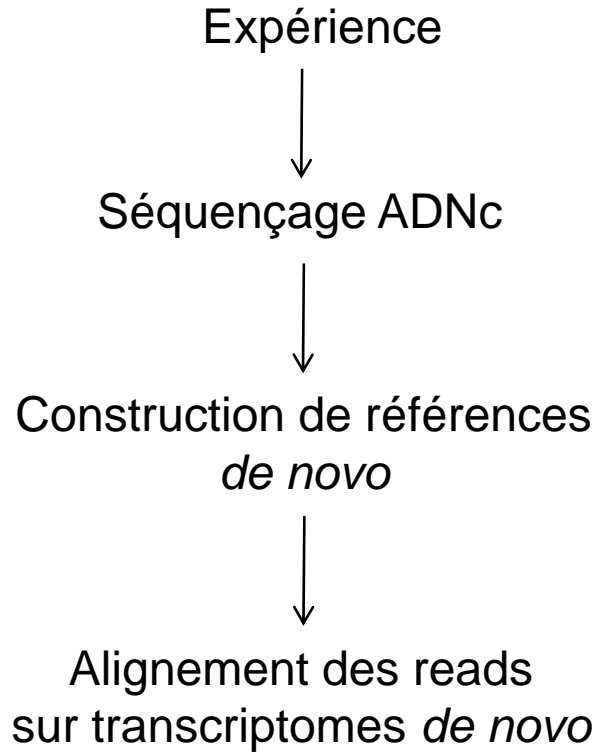


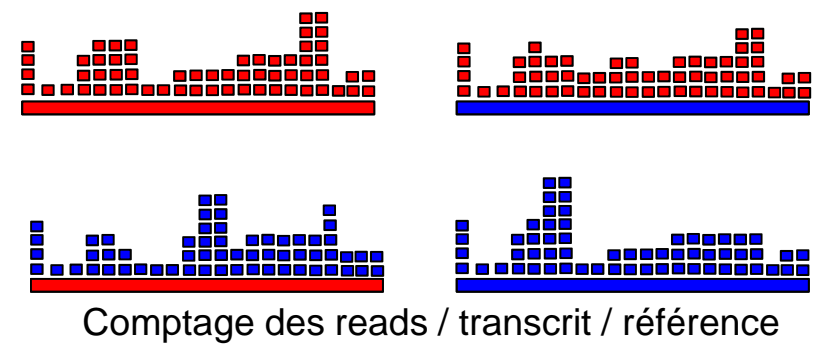
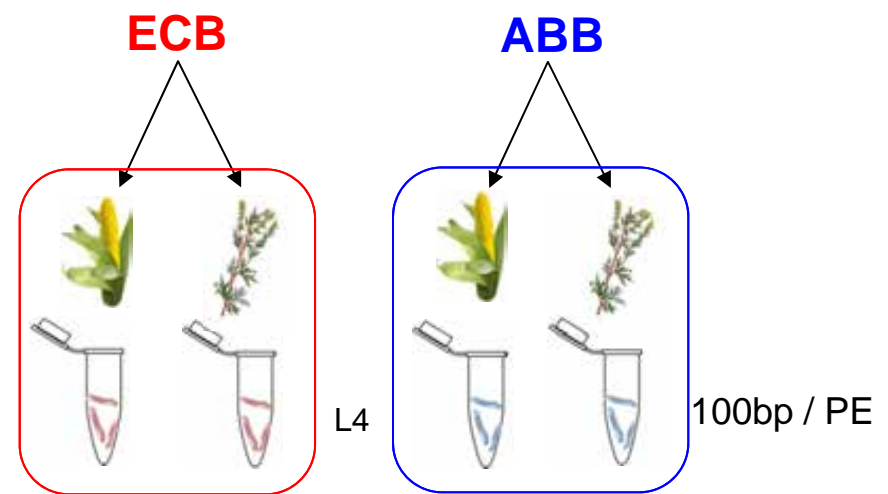
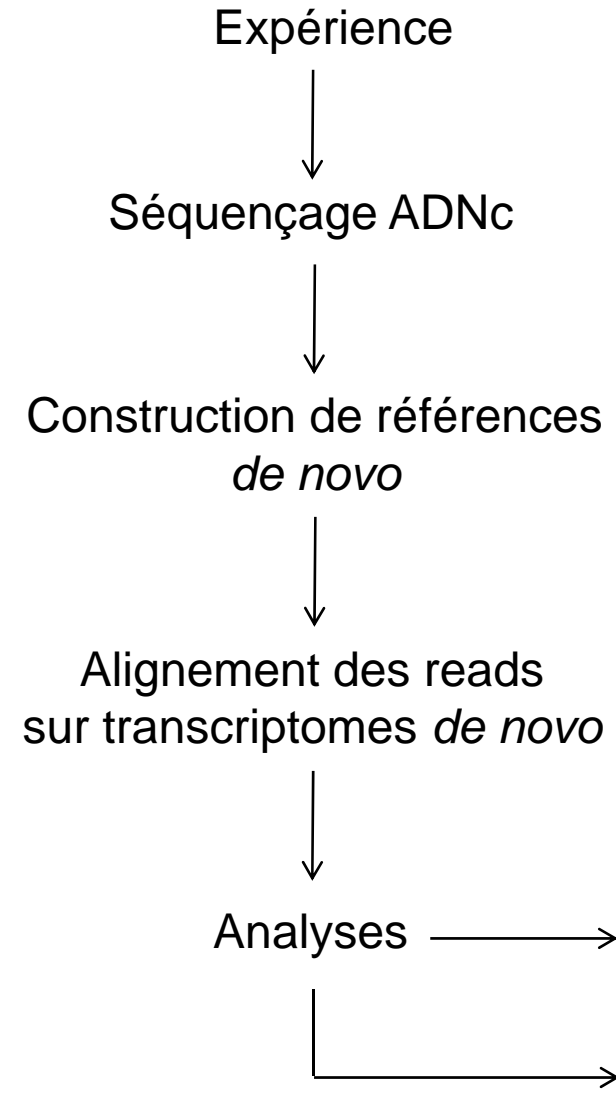
Séquences issues de RT2013





Ostrinia spp.

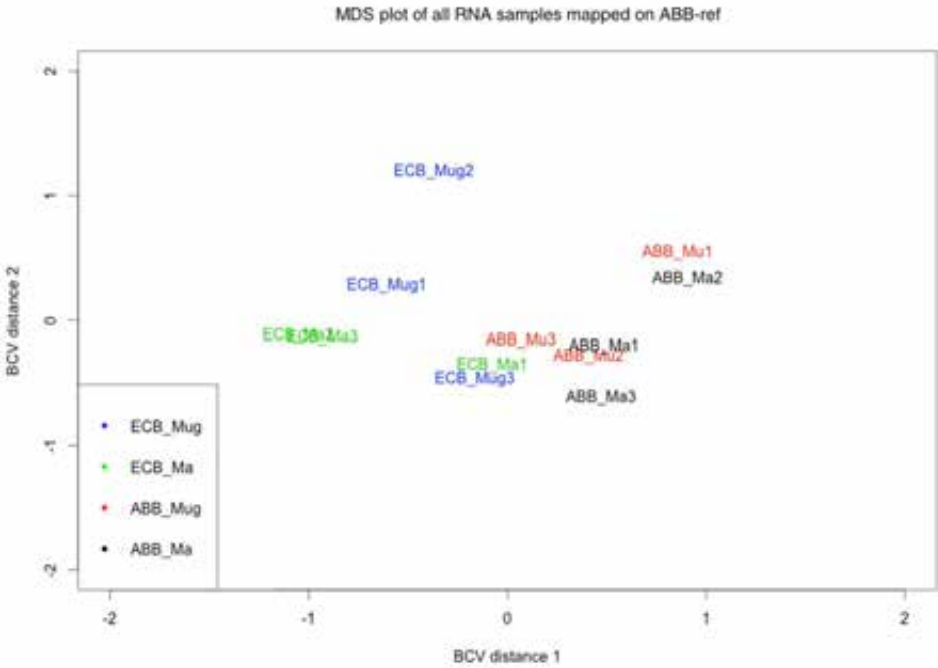
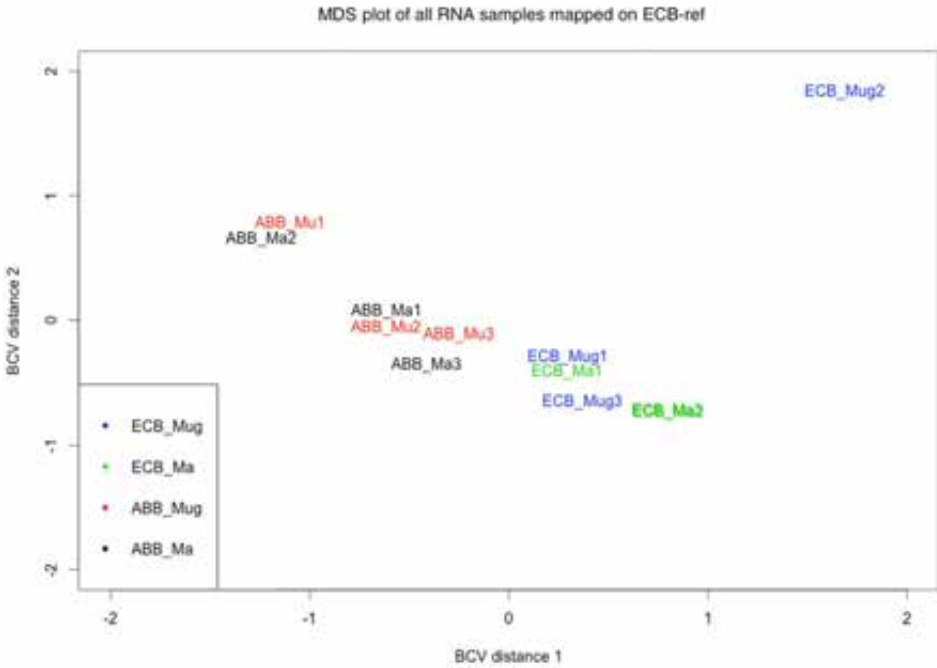






Ostrinia spp.

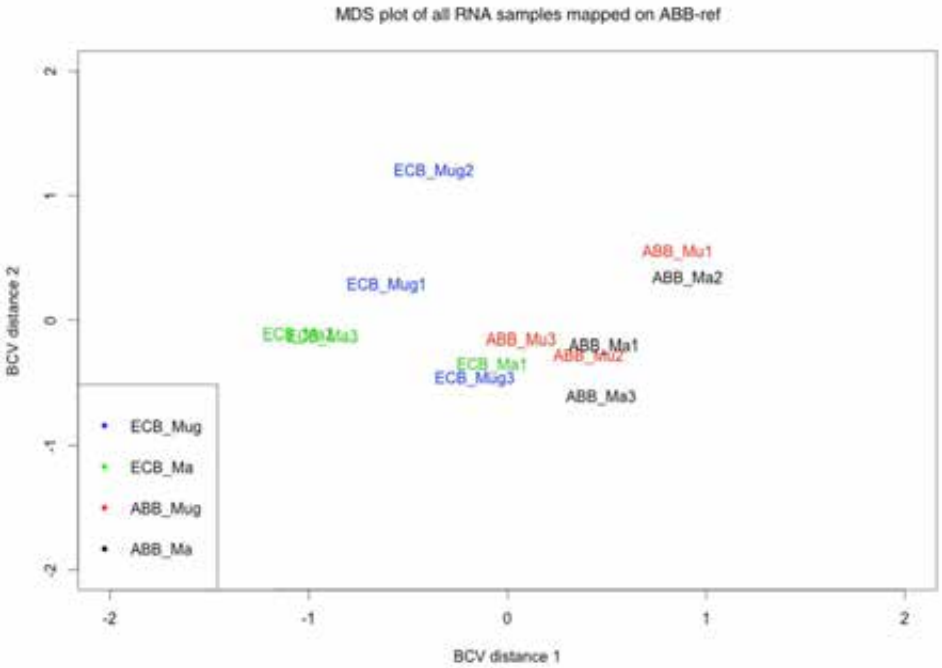
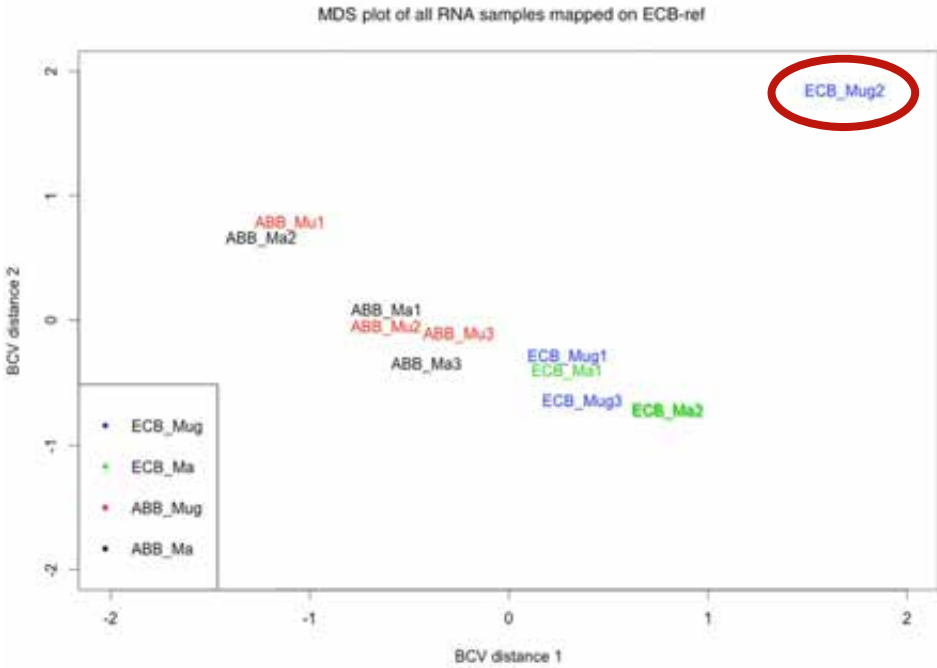
Distribution des échantillons





Ostrinia spp.

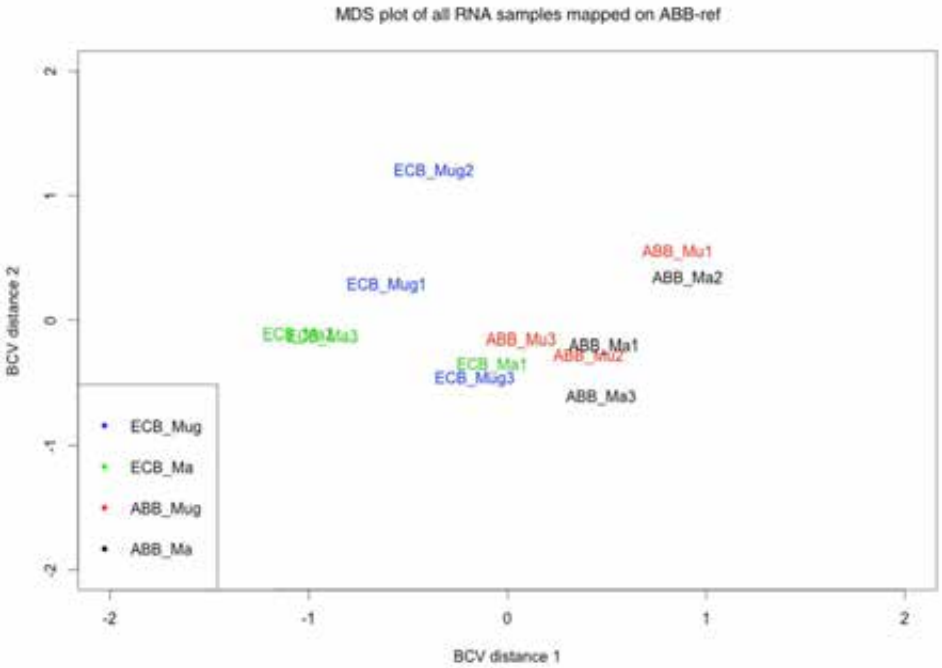
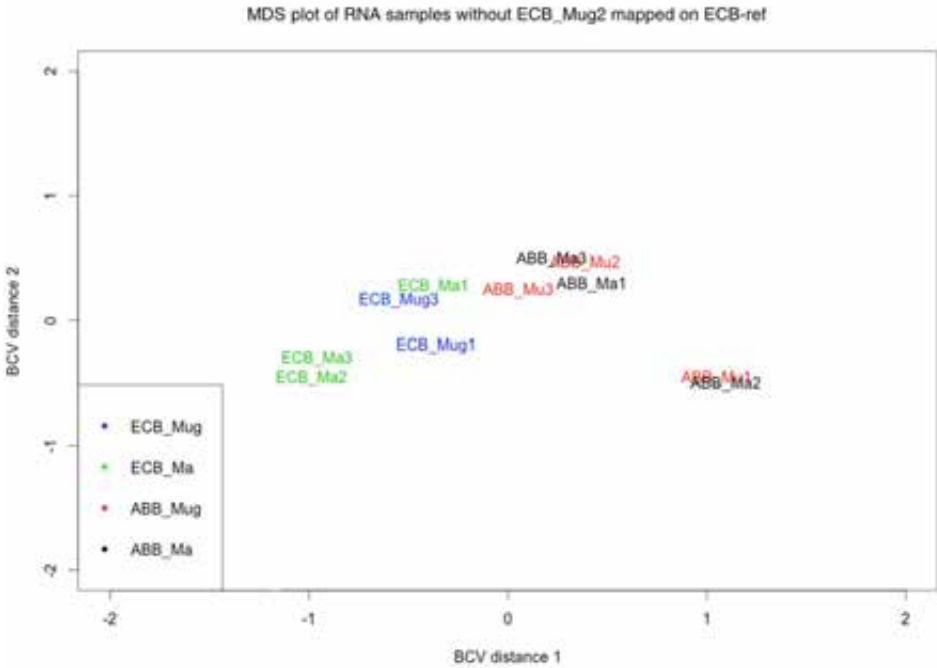
Distribution des échantillons





Ostrinia spp.

Distribution des échantillons



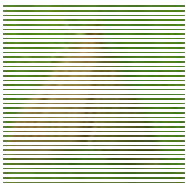
Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●○●●	Isolement reproducteur ○●●●●○	Conclusions & Perspectives ○●●●●○
--------------------------	---------------------------------------	---	----------------------------------	--------------------------------------



Ostrinia spp.

Modèle statistique :

gène n = espèce + plante + espèce : plante

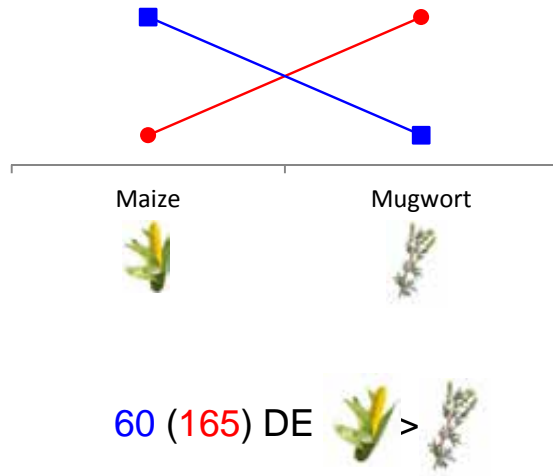


Ostrinia spp.

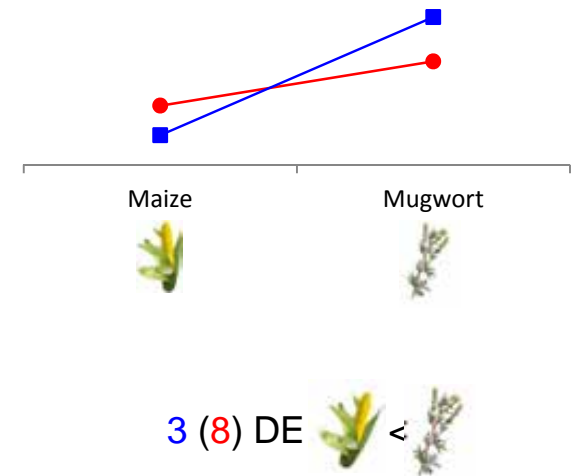
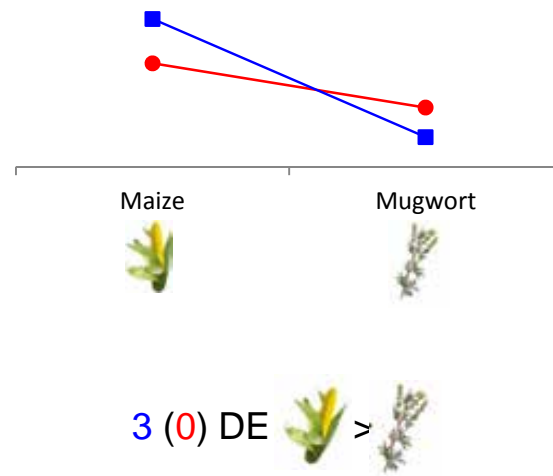
Modèle statistique :

gène n = espèce + plante + espèce : plante

qualitative



quantitative





Ostrinia spp.

Modèle statistique :

gène n = espèce + plante



Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
--------------------------	---	---	----------------------------------	---------------------------------------



Ostrinia spp.

Fonctions sur-représentées dans les gènes DE:

→ développement (ECB et ABB)



Introduction ●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●○	Isolement reproducteur ○●●●●○	Conclusions & Perspectives ○●●●●○
--------------------------	---------------------------------------	--	----------------------------------	--------------------------------------



Ostrinia spp.

Fonctions sur-représentées dans les gènes DE:

→ développement (ECB et ABB)

→ digestion (ECB et ABB) : serine endopeptidases, alpha-amylase, fatty acyl-CoA reductase



Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●○●○●	Isolement reproducteur ○●○●○●○●	Conclusions & Perspectives ○●○●○●○●
----------------------------	---	---	------------------------------------	--



Ostrinia spp.

Fonctions sur-représentées dans les gènes DE:

→ développement (ECB et ABB)



→ digestion (ECB et ABB) : serine endopeptidases, alpha-amylase, fatty acyl-CoA reductase

→ olfaction (ECB et ABB) : ORfur12 et 19 ; ORfur44; OnubOR5ag



Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
----------------------------	---	---	----------------------------------	---------------------------------------



Ostrinia spp.

Fonctions sur-représentées dans les gènes DE:

→ développement (ECB et ABB)



→ digestion (ECB et ABB) : serine endopeptidases, alpha-amylase, fatty acyl-CoA reductase

→ olfaction (ECB et ABB) : ORfur12 et 19 ; ORfur44; OnubOR5ag



→ immunité (ABB) : PGRP, CTL, Serine Protease, Serine protease inhibitor, immunlectin, chitinase

Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
----------------------------	---	---	----------------------------------	---------------------------------------



Ostrinia spp.

Fonctions sur-représentées dans les gènes DE:

→ développement (ECB et ABB)



→ digestion (ECB et ABB) : serine endopeptidases, alpha-amylase, fatty acyl-CoA reductase

→ olfaction (ECB et ABB) : ORfur12 et 19 ; ORfur44; OnubOR5ag



→ immunité (ABB) : PGRP, CTL, Serine Protease, Serine protease inhibitor, immunlectin, chitinase

→ détoxification (ABB) : Glutathione S-transferase, P450

Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●○○	Isolement reproducteur ○○○○○○	Conclusions & Perspectives ○○○○○○○
----------------------------	---	--	----------------------------------	---------------------------------------



Ostrinia spp.

Fonctions sur-représentées dans les gènes DE:

→ développement (ECB et ABB)



→ digestion (ECB et ABB) : serine endopeptidases, alpha-amylase, fatty acyl-CoA reductase

→ olfaction (ECB et ABB) : ORfur12 et 19 ; ORfur44; OnubOR5ag

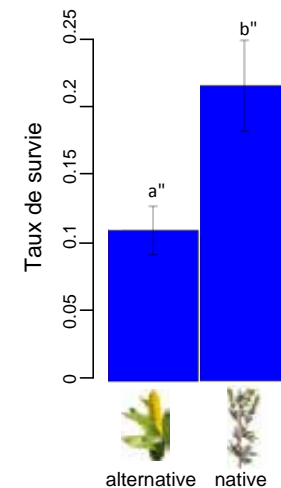


→ **immunité** (ABB) : PGRP, CTL, Serine Protease, Serine protease inhibitor, immunlectin, chitinase

→ **détoxification** (ABB) : Glutathione S-transferase, P450



Gènes impliqués dans la survie larvaire?



Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●○	Isolement reproducteur ○●●●●○	Conclusions & Perspectives ○●●●●○
----------------------------	---	---	----------------------------------	--------------------------------------

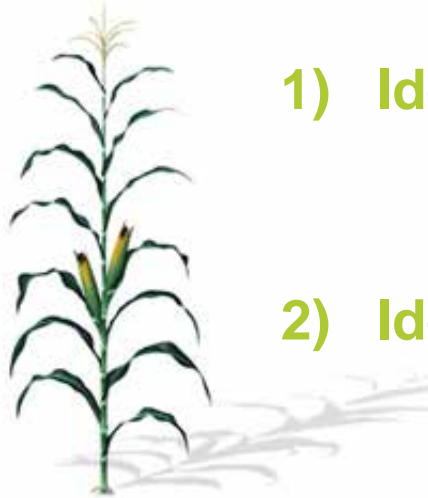


Ostrinia spp.



Plante hôte → ECOSYSTEME

I. Etude de la spécialisation à la plante hôte



1) Identification des patrons phénotypiques

- adulte
- larvaire

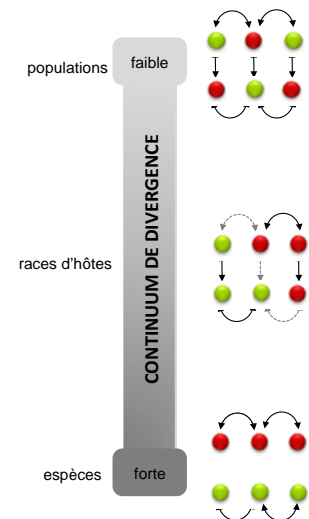
2) Identification des mécanismes moléculaires

- larvaire

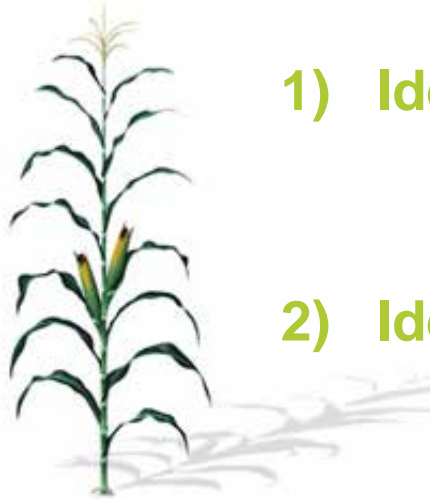


II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes



I. Etude de la spécialisation à la plante hôte



1) Identification des patrons phénotypiques

- adulte
- larvaire

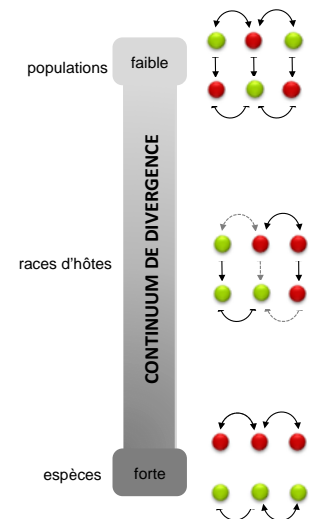
2) Identification des mécanismes moléculaires

- larvaire
- adulte



II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes

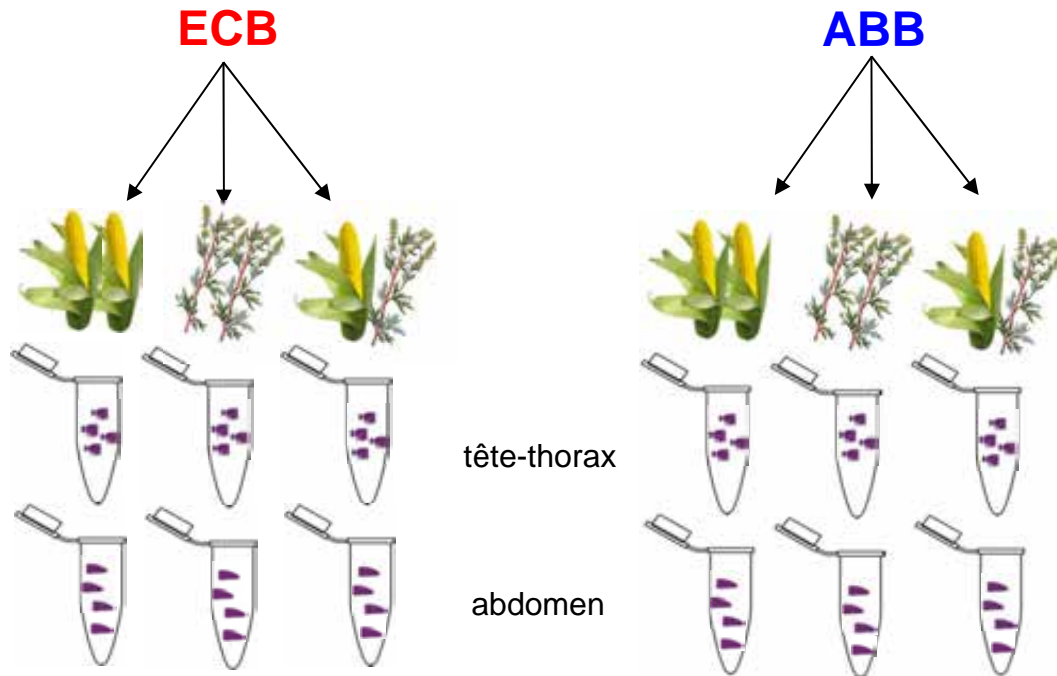




Ostrinia spp.



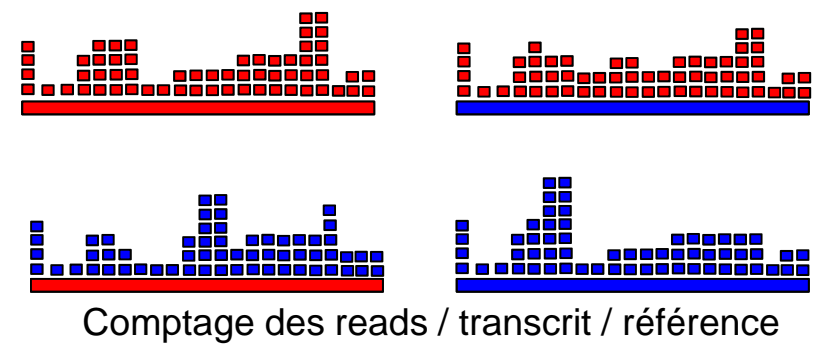
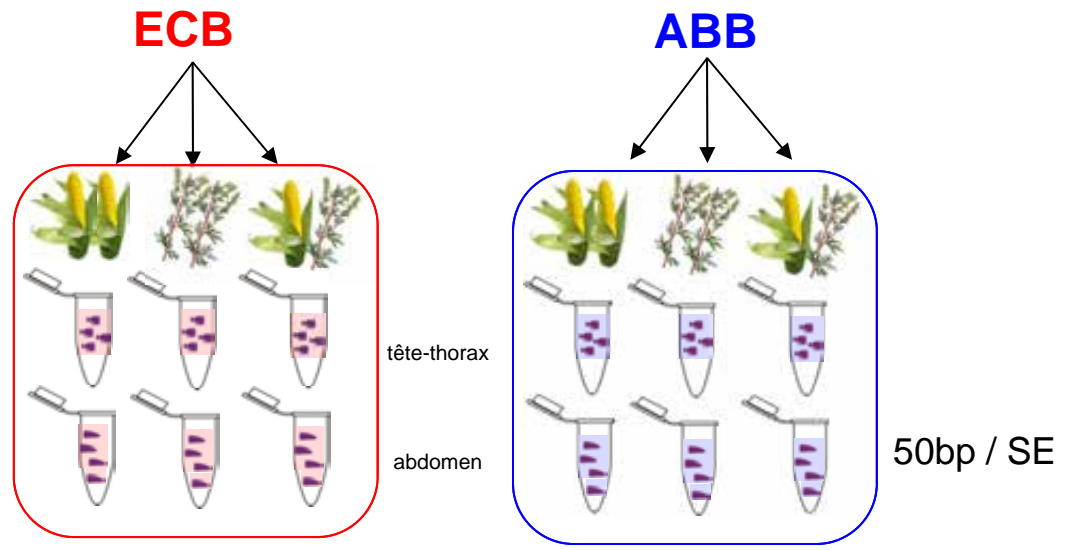
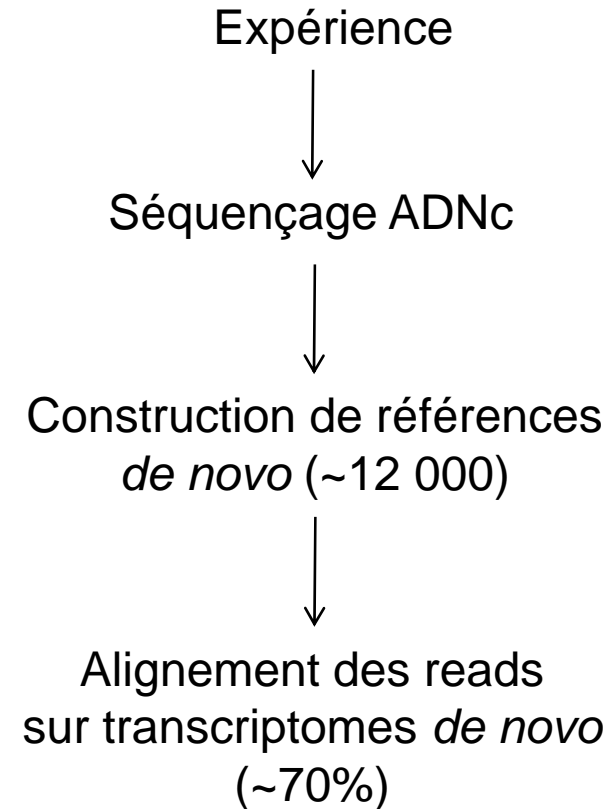
Le choix des femelles pour le site de ponte était très contrasté dans les deux espèces avec une forte préférence pour la plante hôte native



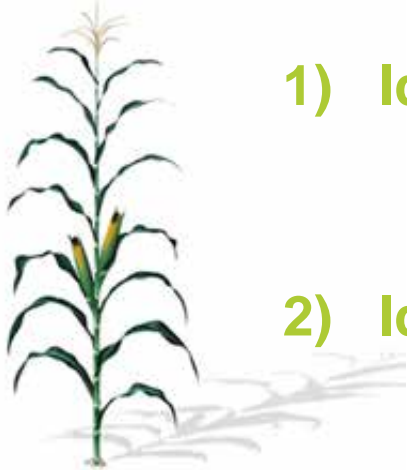
x2 réplicats

➔ 24 pools de 12 femelles

Ostrinia spp.

I. Etude de la spécialisation à la plante hôte



1) Identification des patrons phénotypiques

- adulte
- larvaire

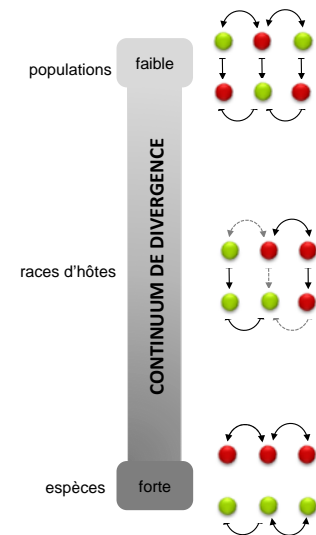
2) Identification des mécanismes moléculaires

- larvaire

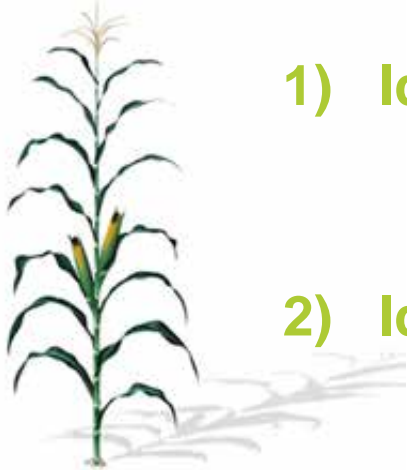


II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes



I. Etude de la spécialisation à la plante hôte



1) Identification des patrons phénotypiques

- adulte
- larvaire

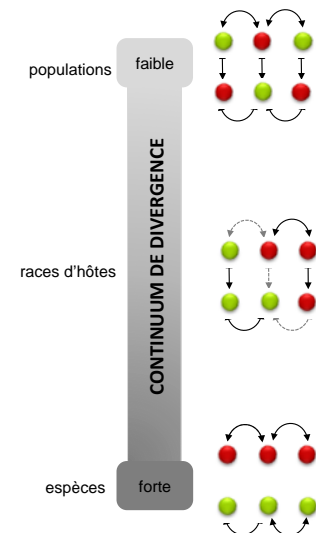
2) Identification des mécanismes moléculaires

- larvaire



II. Etude de l'isolement reproducteur entre taxa

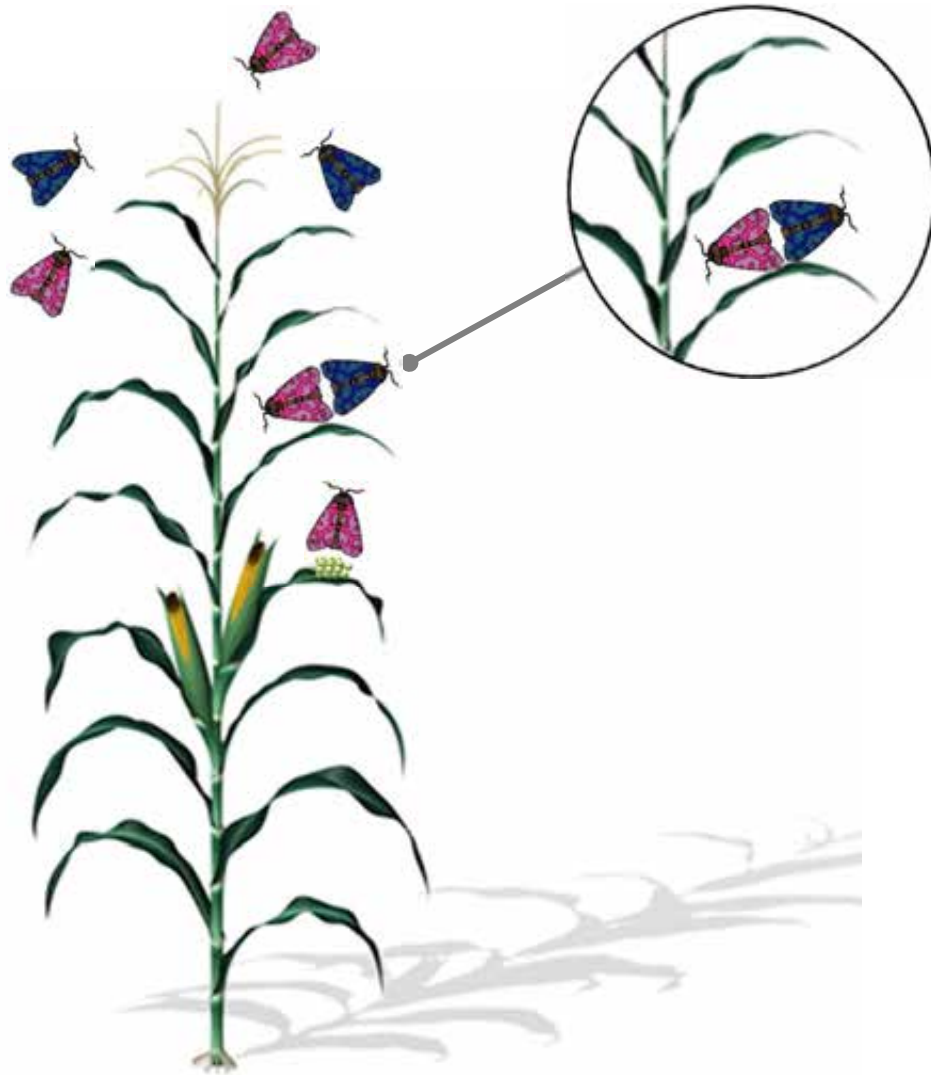
Qualification et quantification des barrières limitant les flux de gènes



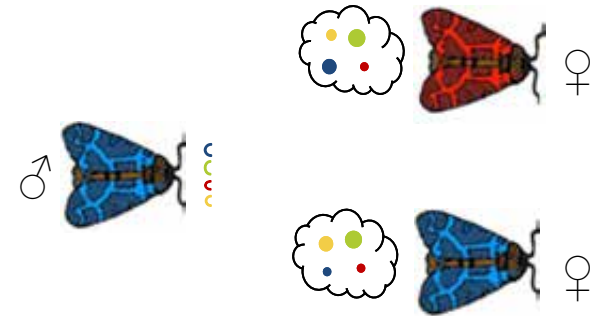
Qualifier et quantifier l'existence d'un isolement reproducteur



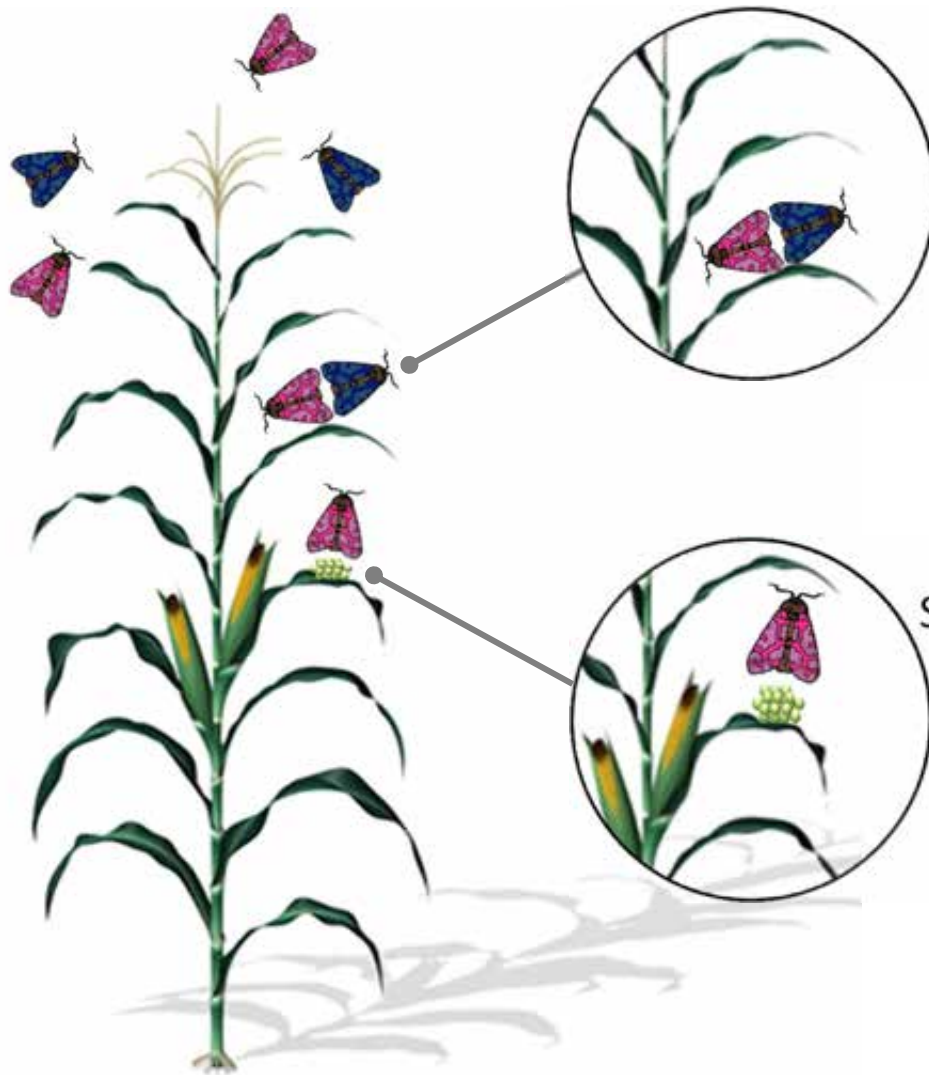
Qualifier et quantifier l'existence d'un isolement reproducteur



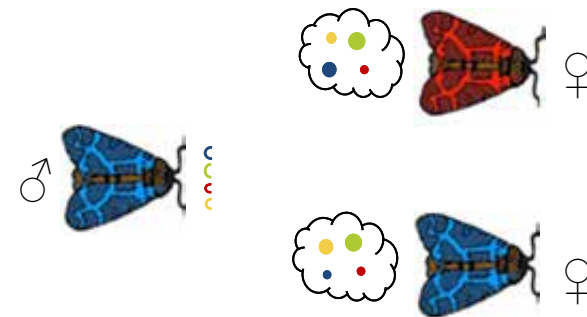
Les partenaires se reconnaissent-ils?



Qualifier et quantifier l'existence d'un isolement reproducteur

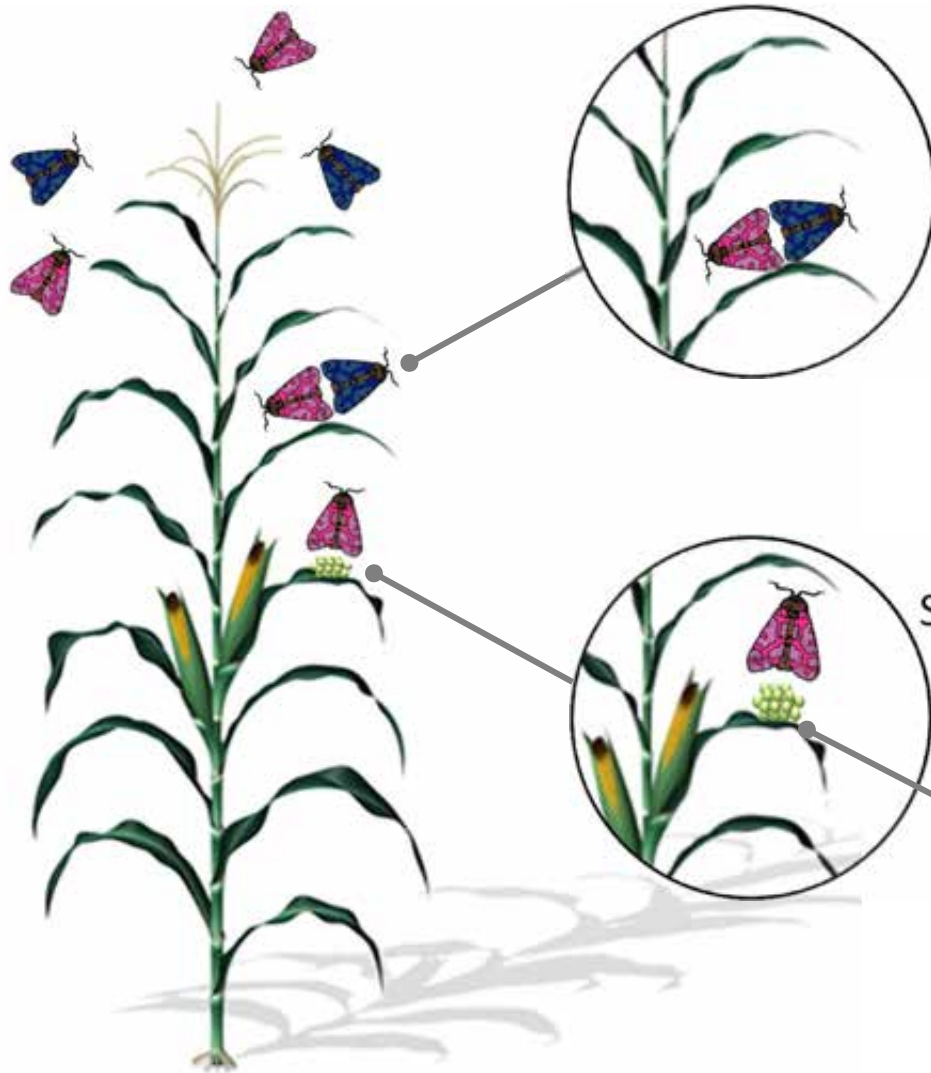


Les partenaires se reconnaissent-ils?

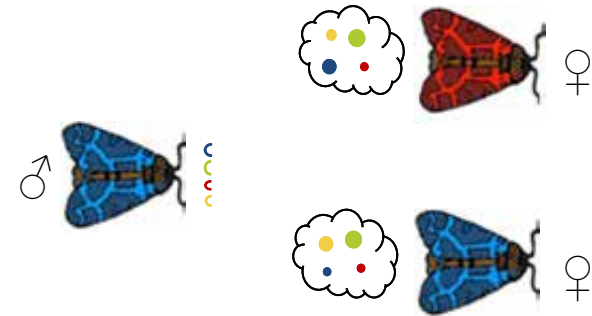


Sont-ils interféconds?

Qualifier et quantifier l'existence d'un isolement reproducteur



Les partenaires se reconnaissent-ils?



Sont-ils interféconds?

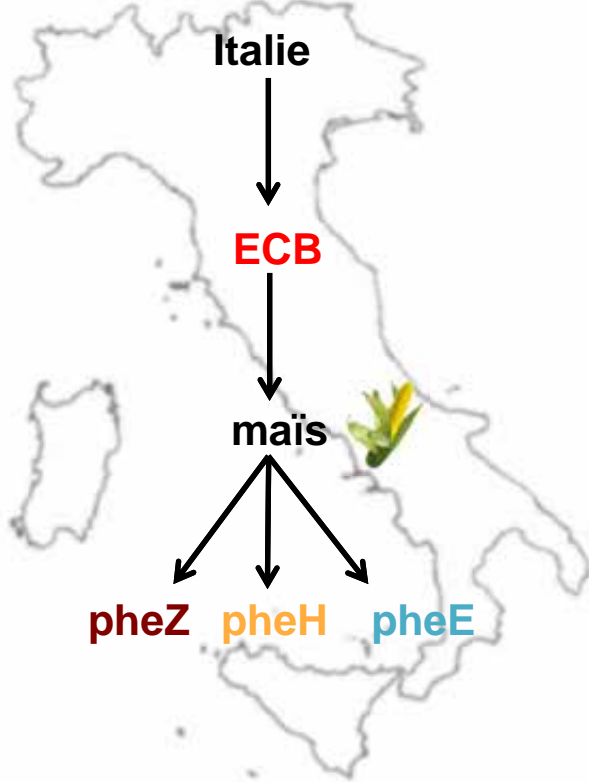
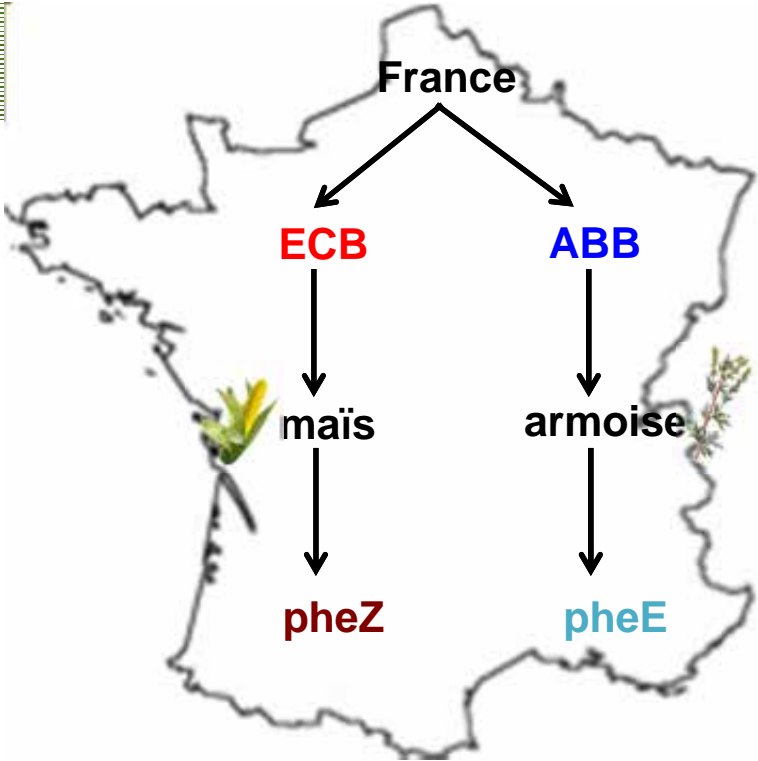


La descendance est-elle viable et fertile?



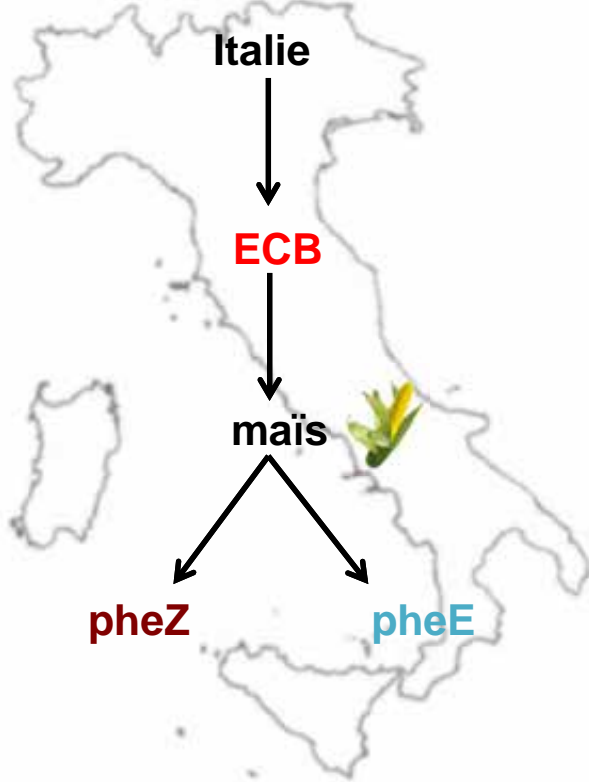
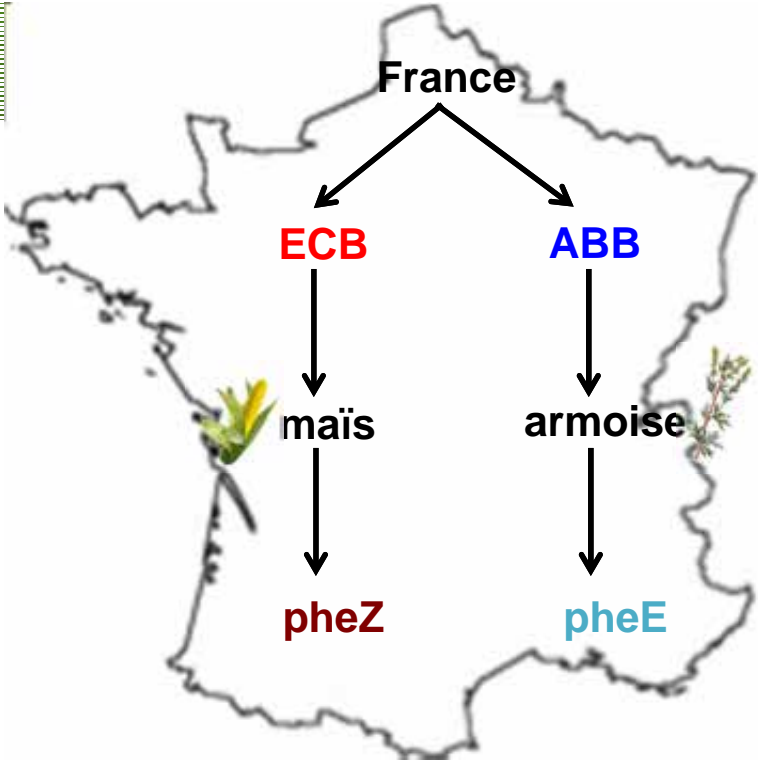


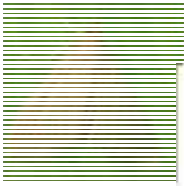
Ostrinia spp.



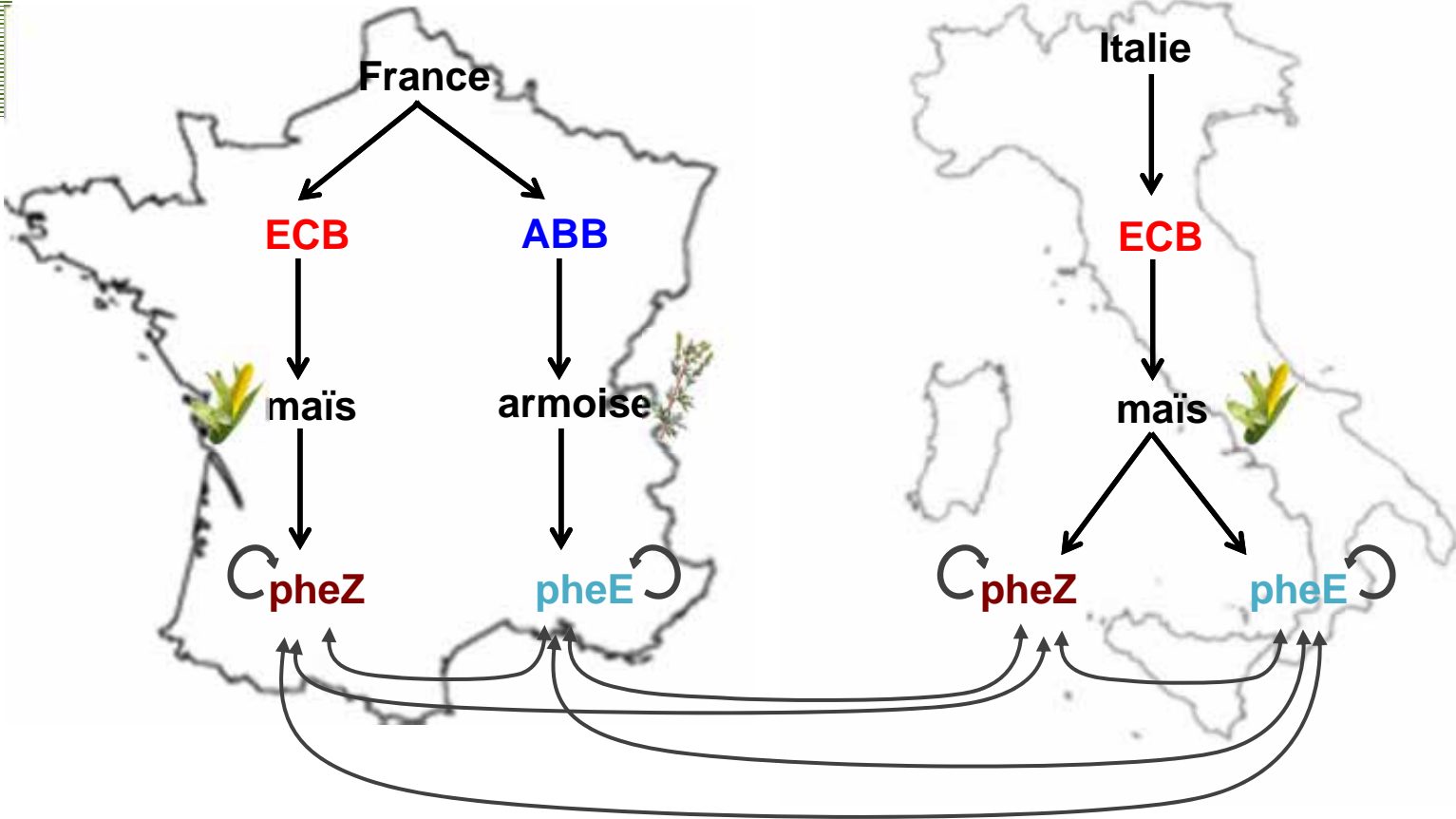


Ostrinia spp.





Ostrinia spp.



16 types de croisements → 28 à 50 couples par croisement



relevé quotidien des pontes



→ fécondité

relevé quotidien des éclosions

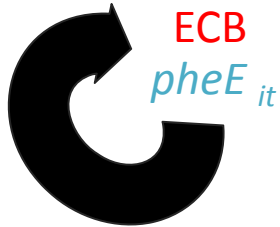
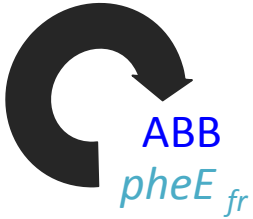


→ viabilité



Ostrinia spp.

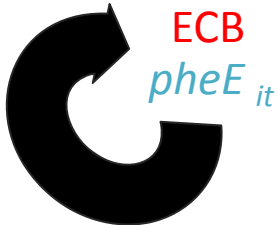
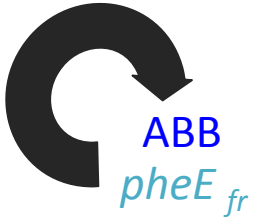
La fécondité





Ostrinia spp.

La fécondité



➔ IR fort entre **ABB** et **ECB** en France



Ostrinia spp.

La fécondité



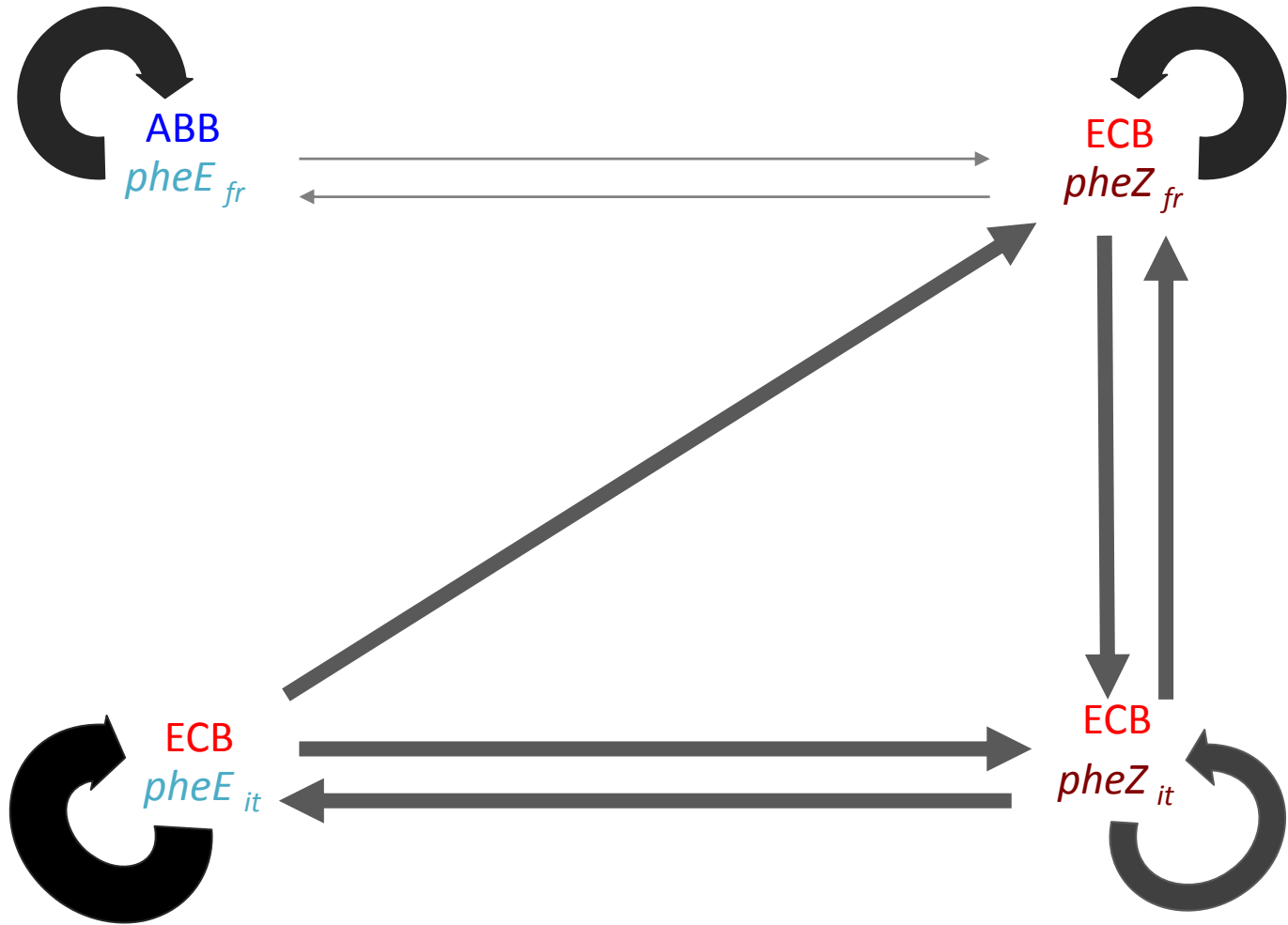
ABB
pheE_{fr}

ECB
pheZ_{fr}



ECB
pheE_{it}

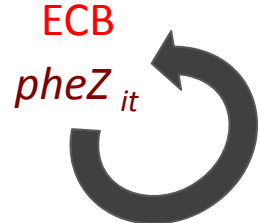
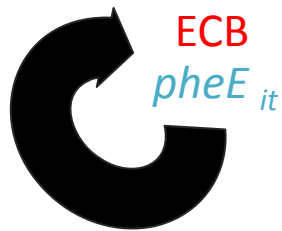
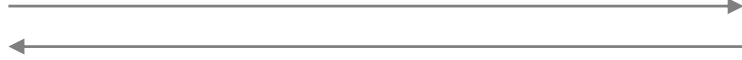
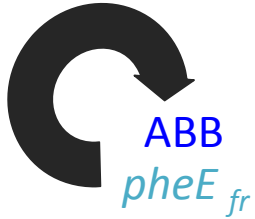
ECB
pheZ_{it}





Ostrinia spp.

La fécondité

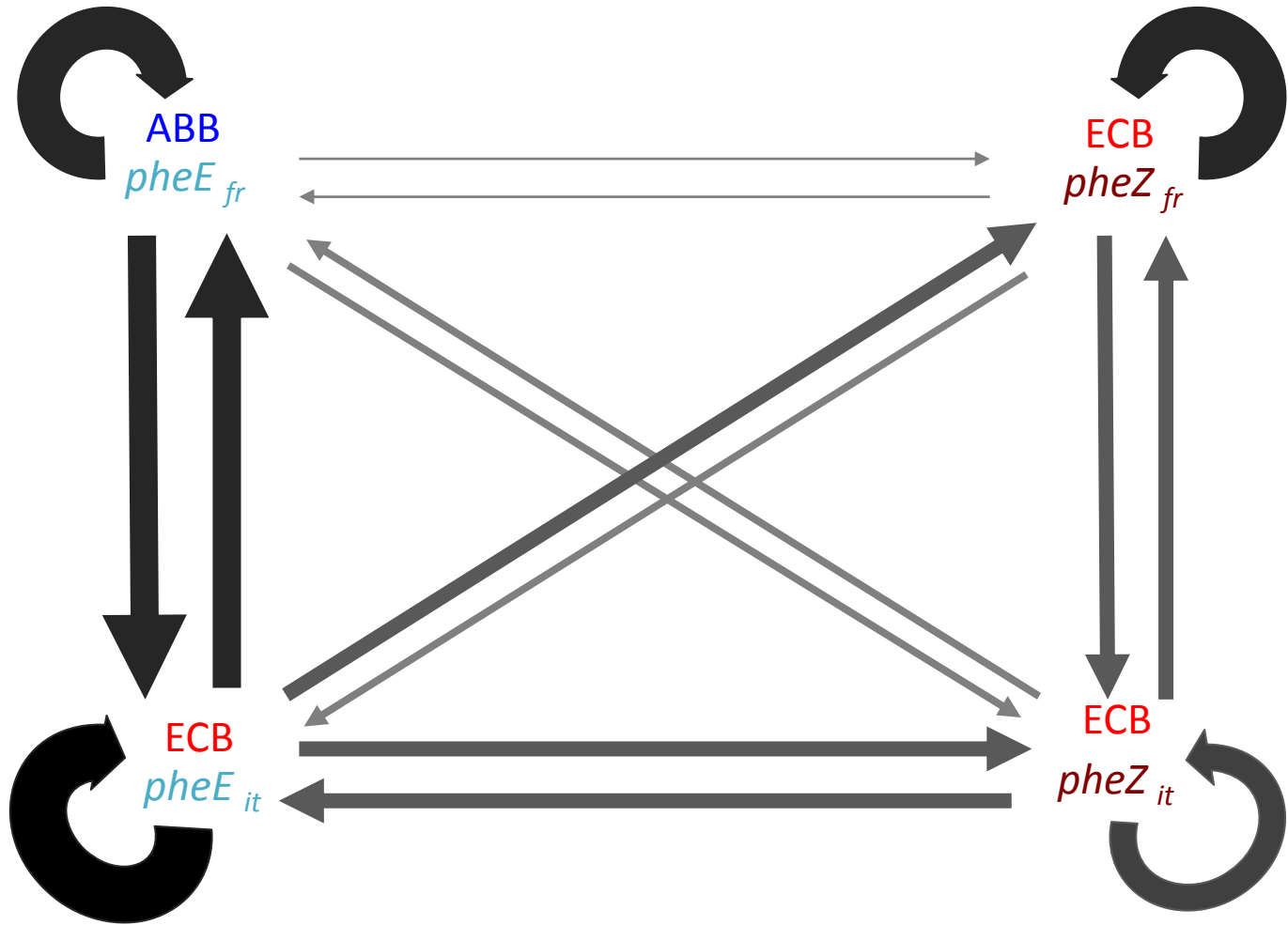


➔ IR entre femelles *pheZ_{fr}* et mâles *pheE_{it}* au sein de ECB



Ostrinia spp.

La fécondité

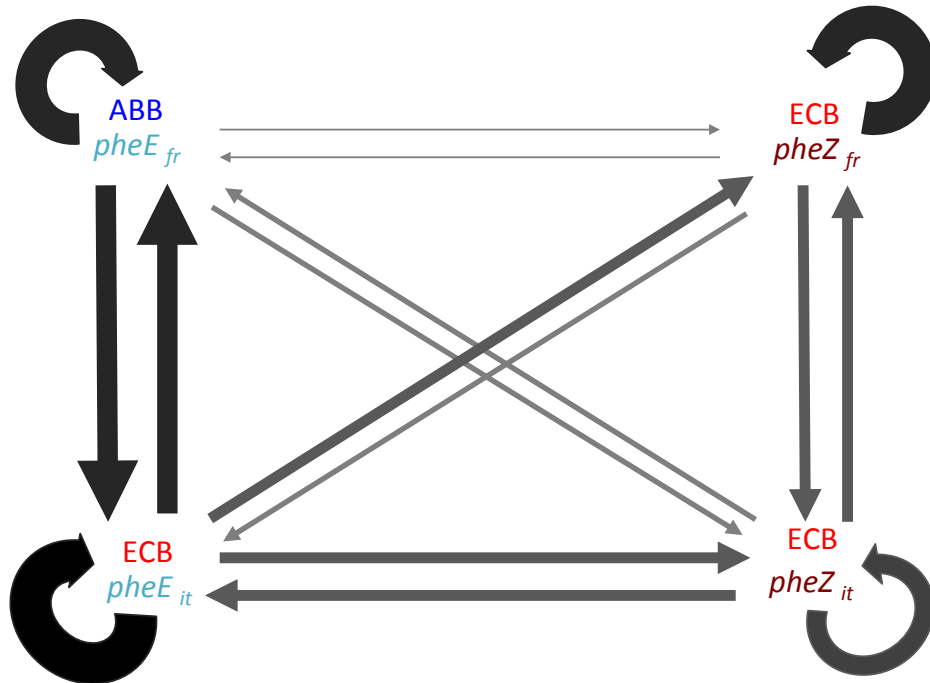


➔ Pas de barrière entre espèce quand croisement entre *pheE*

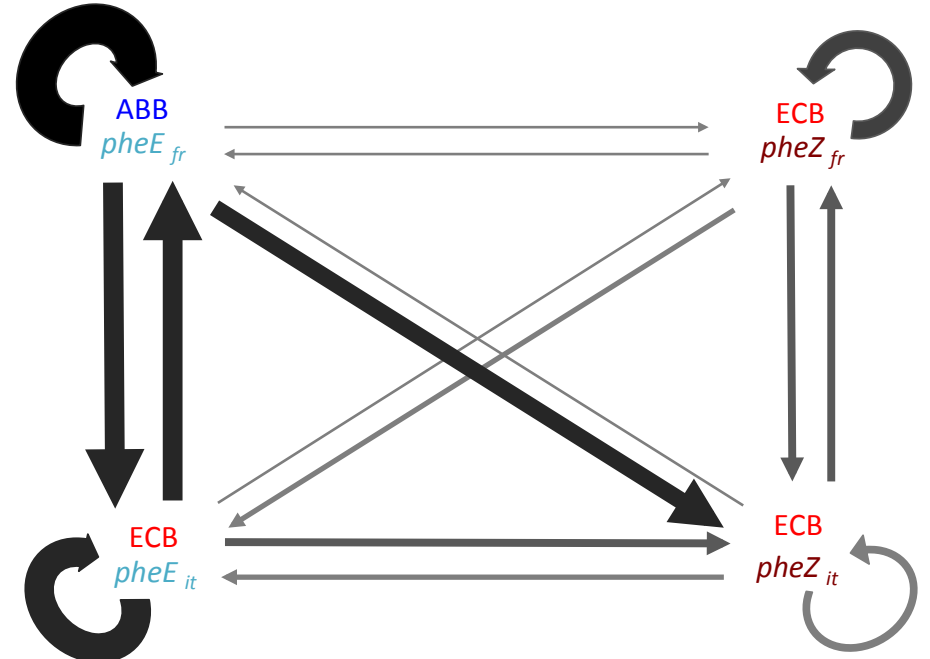


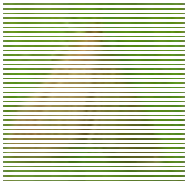
Ostrinia spp.

Fécondité



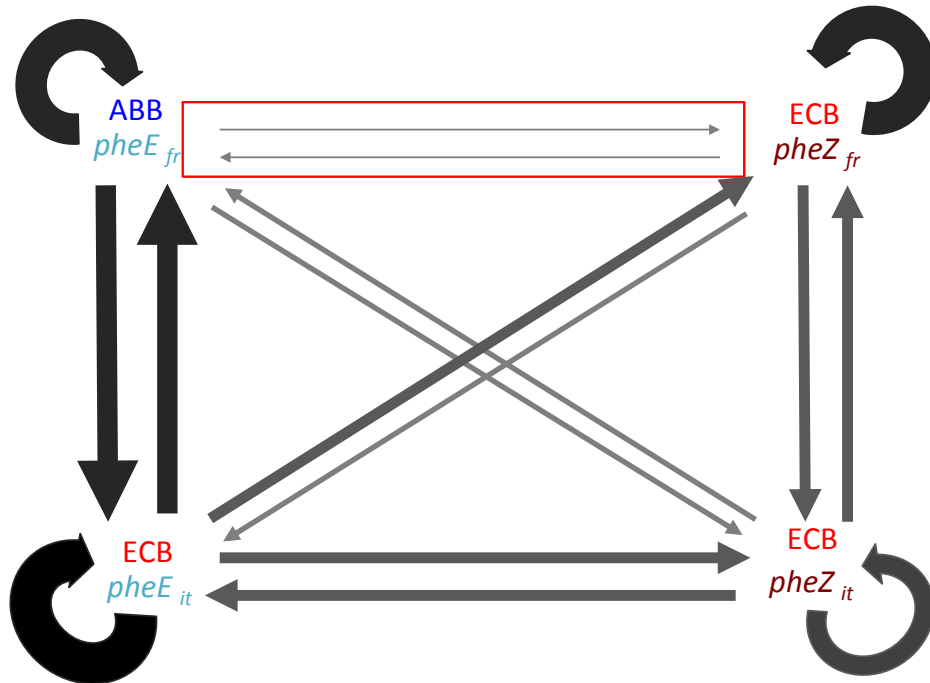
Viabilité descendance



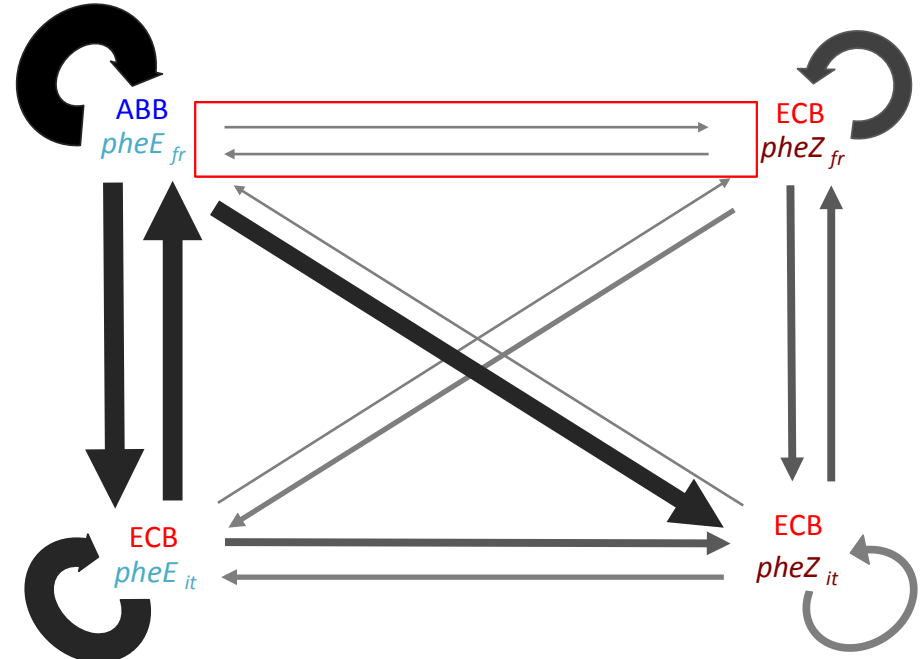


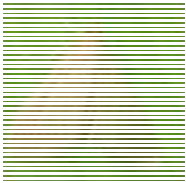
Ostrinia spp.

Fécondité



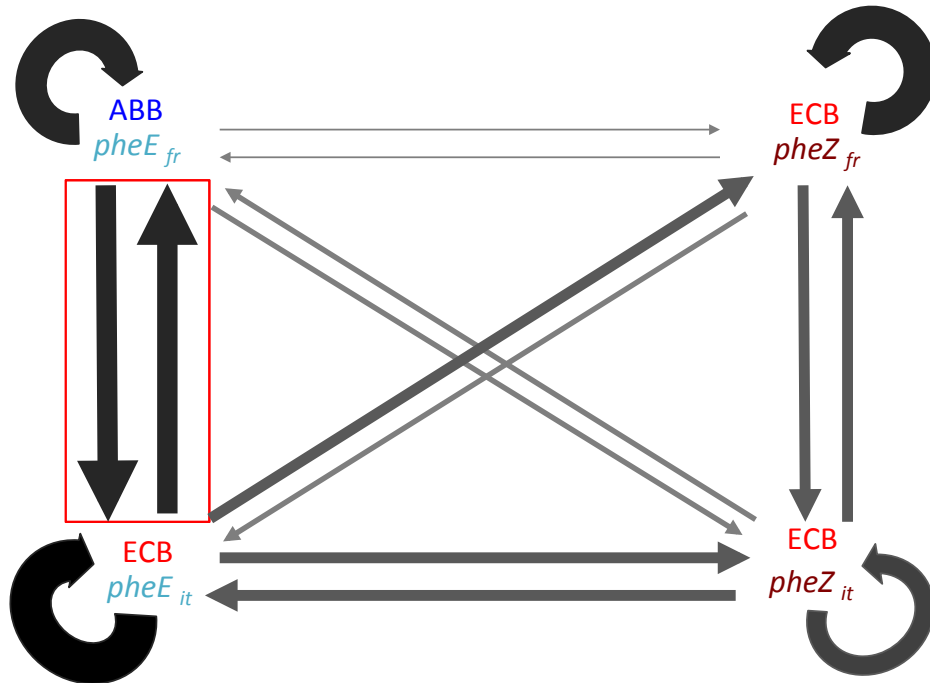
Viabilité descendance



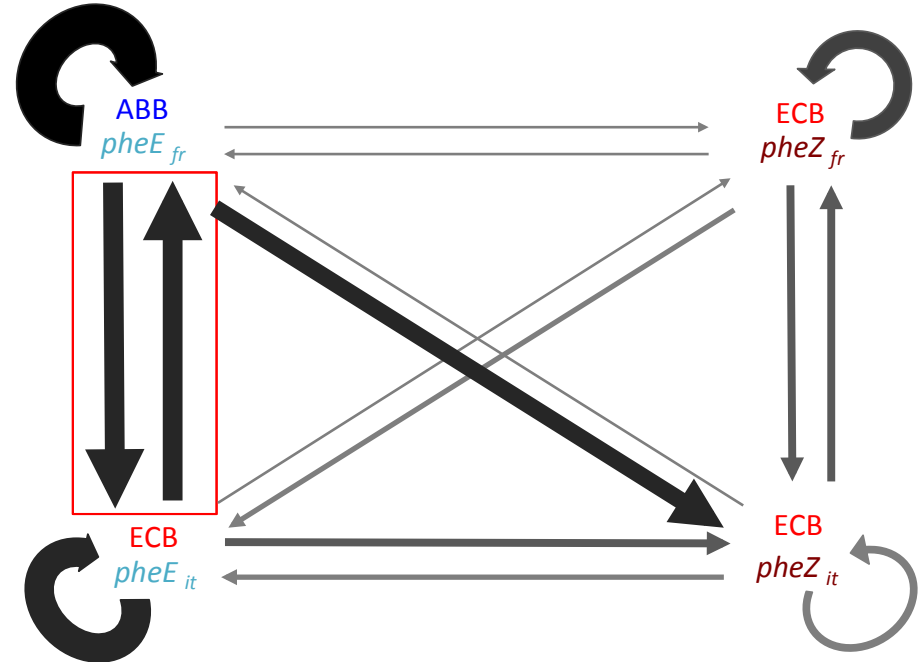


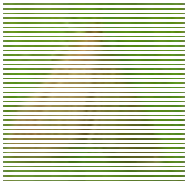
Ostrinia spp.

Fécondité



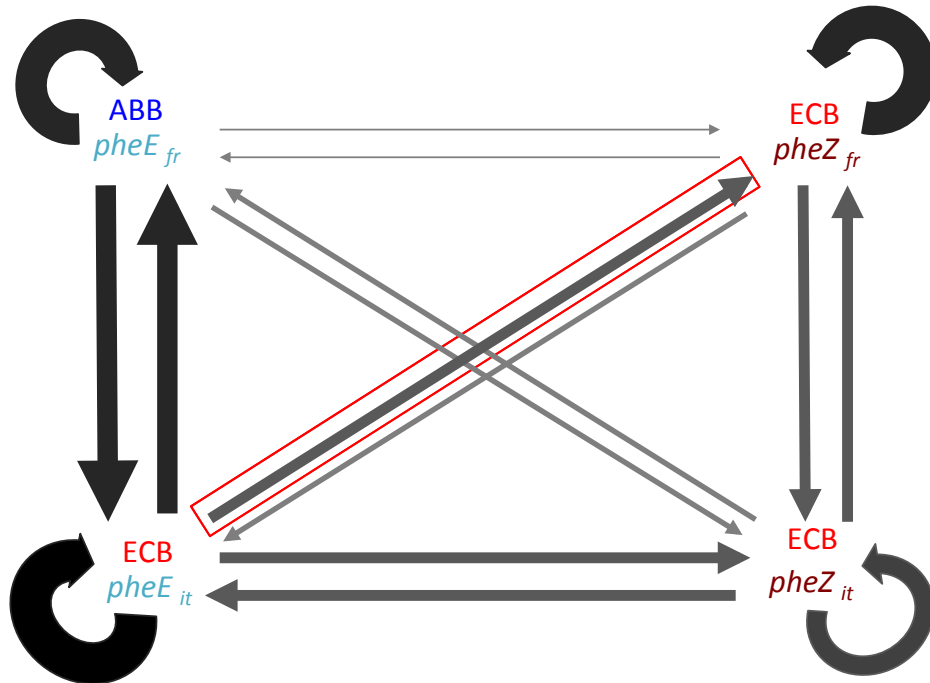
Viabilité descendance



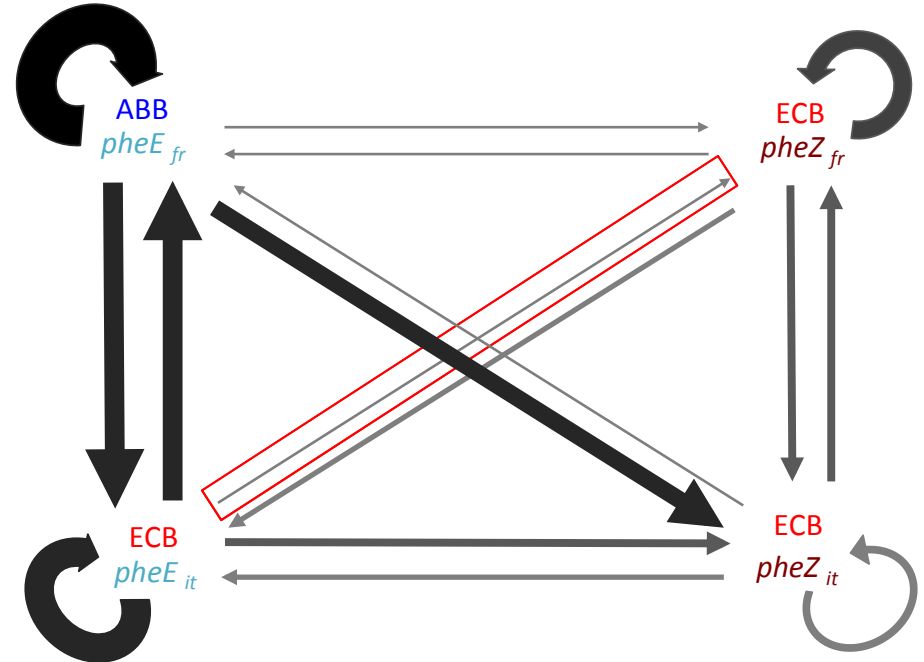


Ostrinia spp.

Fécondité



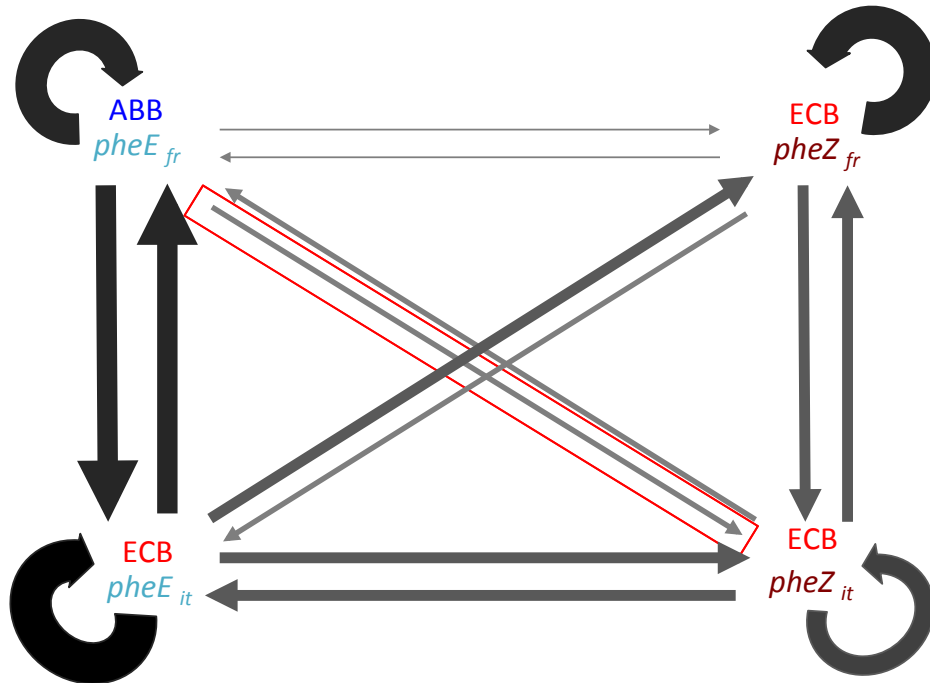
Viabilité descendance



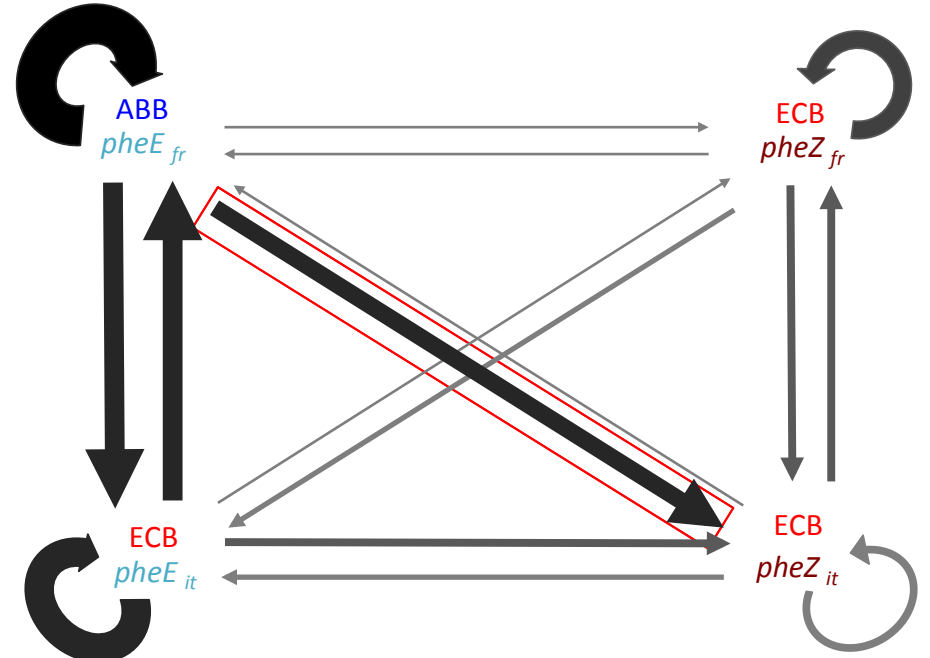


Ostrinia spp.

Fécondité



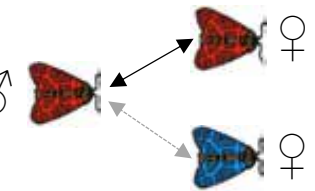
Viabilité descendance



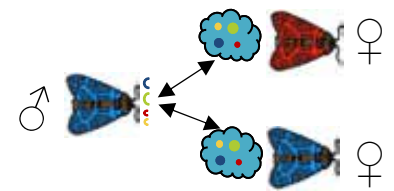


Ostrinia spp.

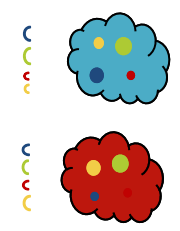
- En France: barrières pré- et post-zygotique forte entre **ABB** et **ECB**



- Pas de barrière entre **ABB** et **ECB** au sein de la même race phéromonale



- Isolement par la phéromone dans certains sens de croisements



➔ Variabilité du mécanisme d'isolement reproducteur liée à l'histoire des populations ?



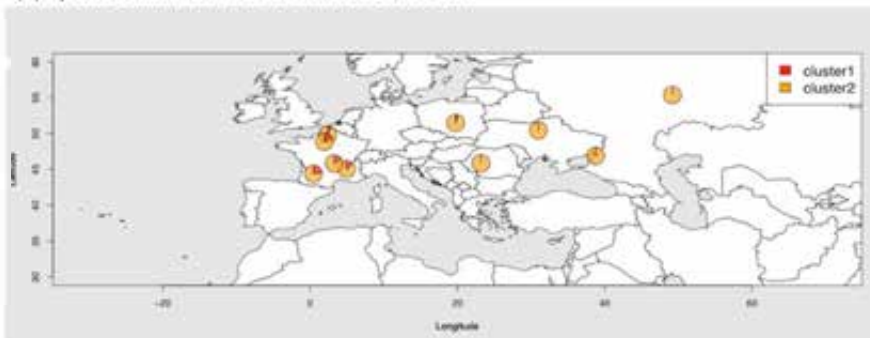
Ostrinia spp.



(a) Pyrales échantillonnées sur maïs



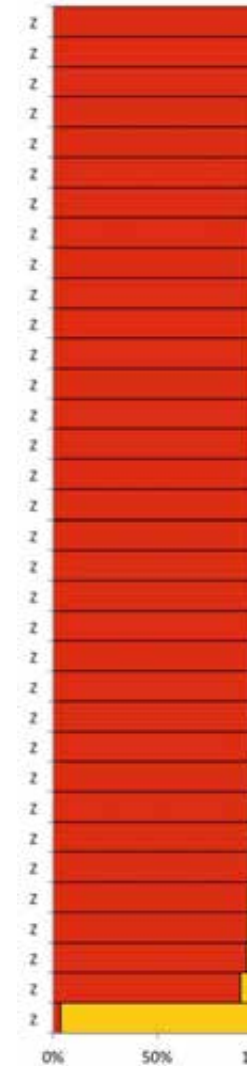
(b) Pyrales échantillonnées sur armoise et houblon



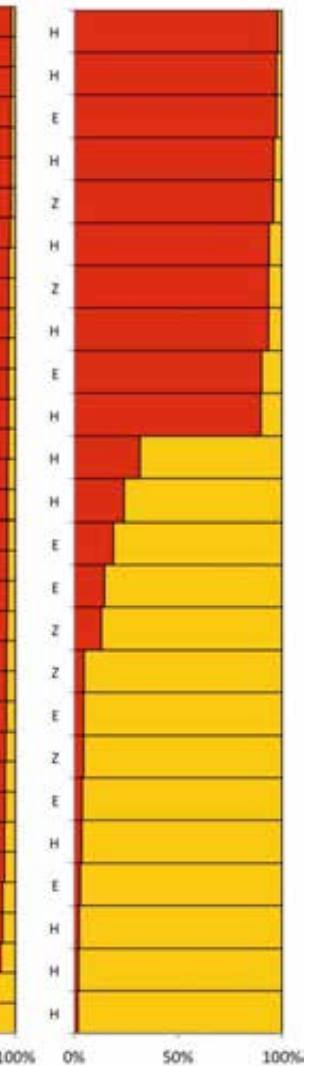
8 marqueurs microsatellites

→ probabilité d'assignation génétique

France (WAM)



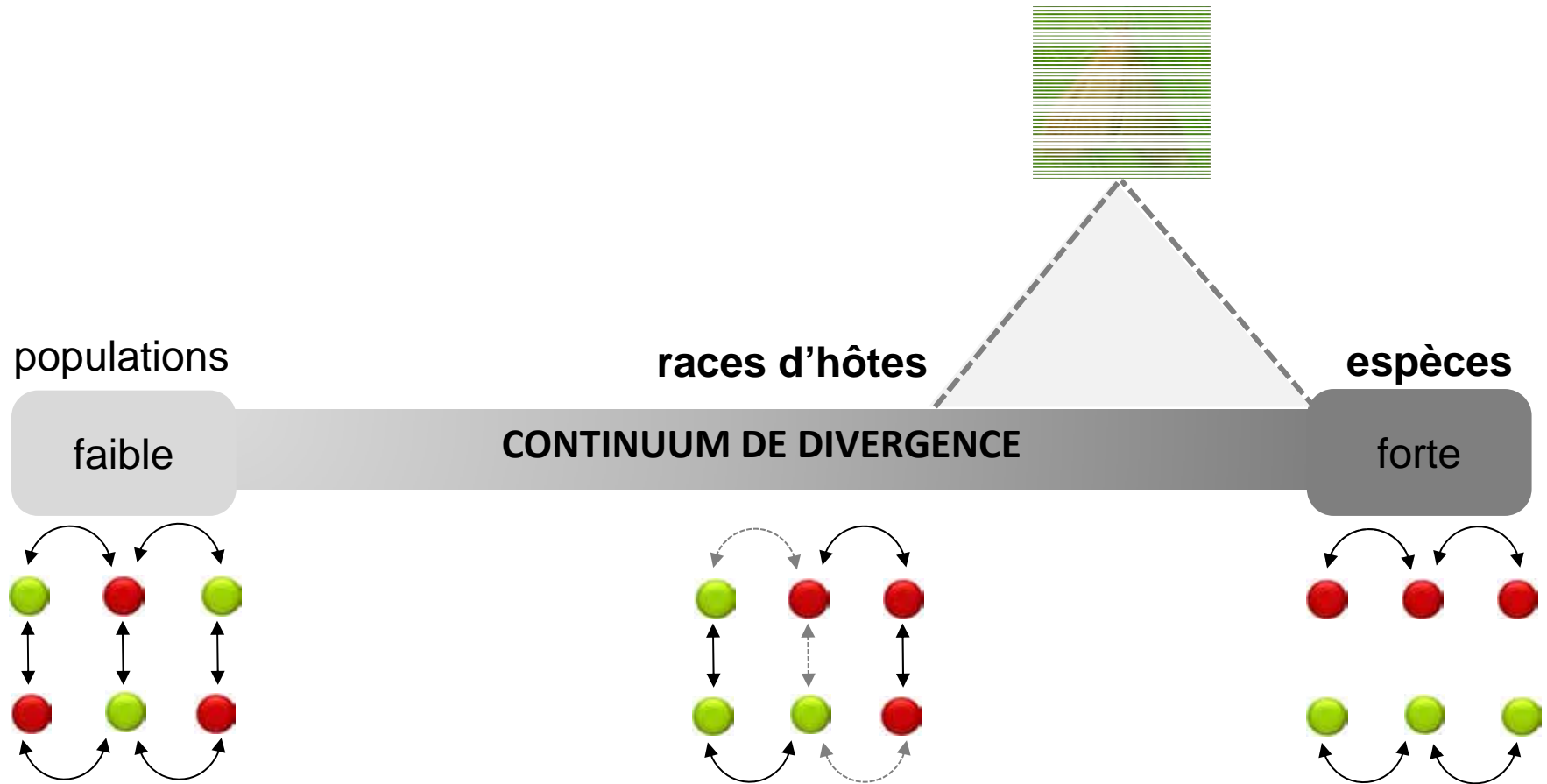
Italie (Pia)





Conclusion et Perspectives

	ECB	ABB
Isolement reproducteur	- pré-zygotique - post-zygotique précoce	



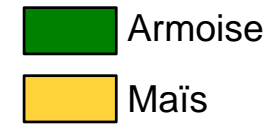
	ECB	ABB
Isolement reproducteur	- pré-zygotique - post-zygotique précoce	
Performance larvaire	maïs = armoise	maïs < armoise
Préférence femelle	maïs	armoise

 **Stratégies de spécialisation différentes**

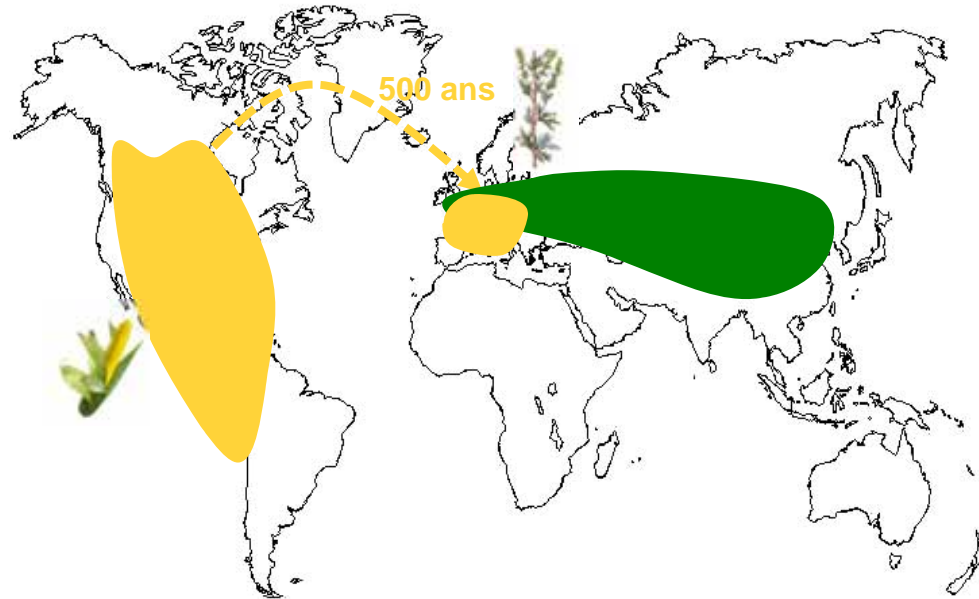


Lien avec l'histoire des populations et des plantes

- Histoire de la divergence



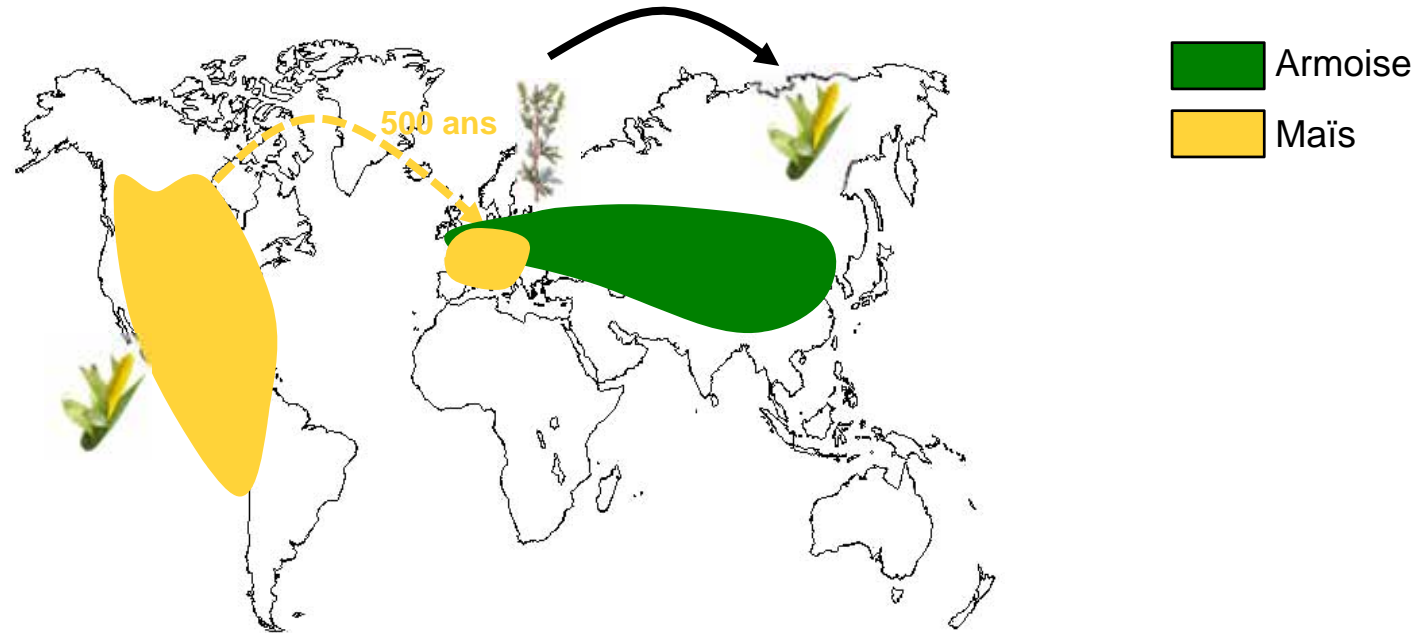
- Histoire de la divergence



■ Armoise

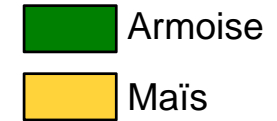
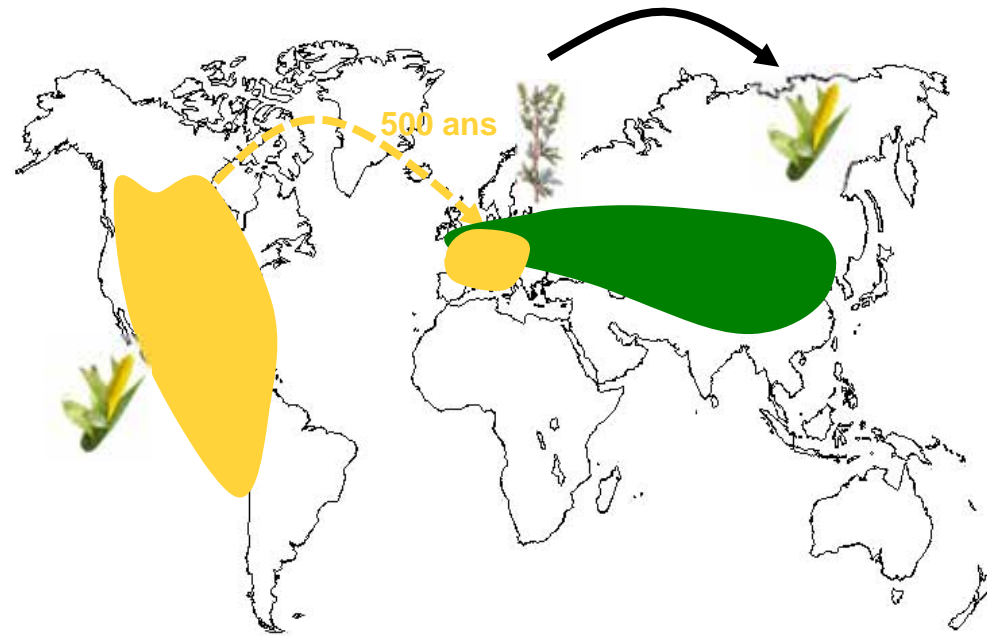
■ Maïs

- **Histoire de la divergence**



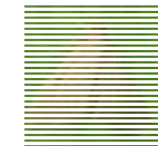
Hypothèse 1: en sympatrie, par un changement d'hôte récent

• Histoire de la divergence



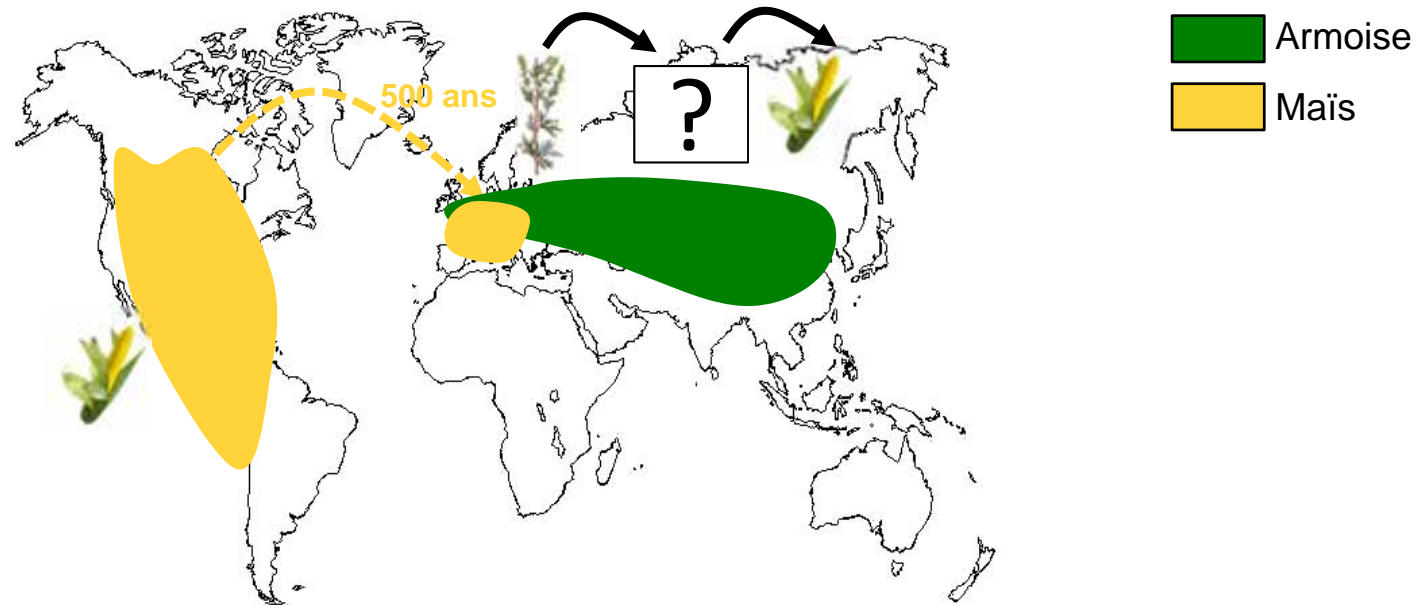
Hypothèse 1: en sympatrie, par un changement d'hôte récent

- peu probable
- temps de divergence précèdent les introductions



[0.075; 0.15]Ma

- **Histoire de la divergence**

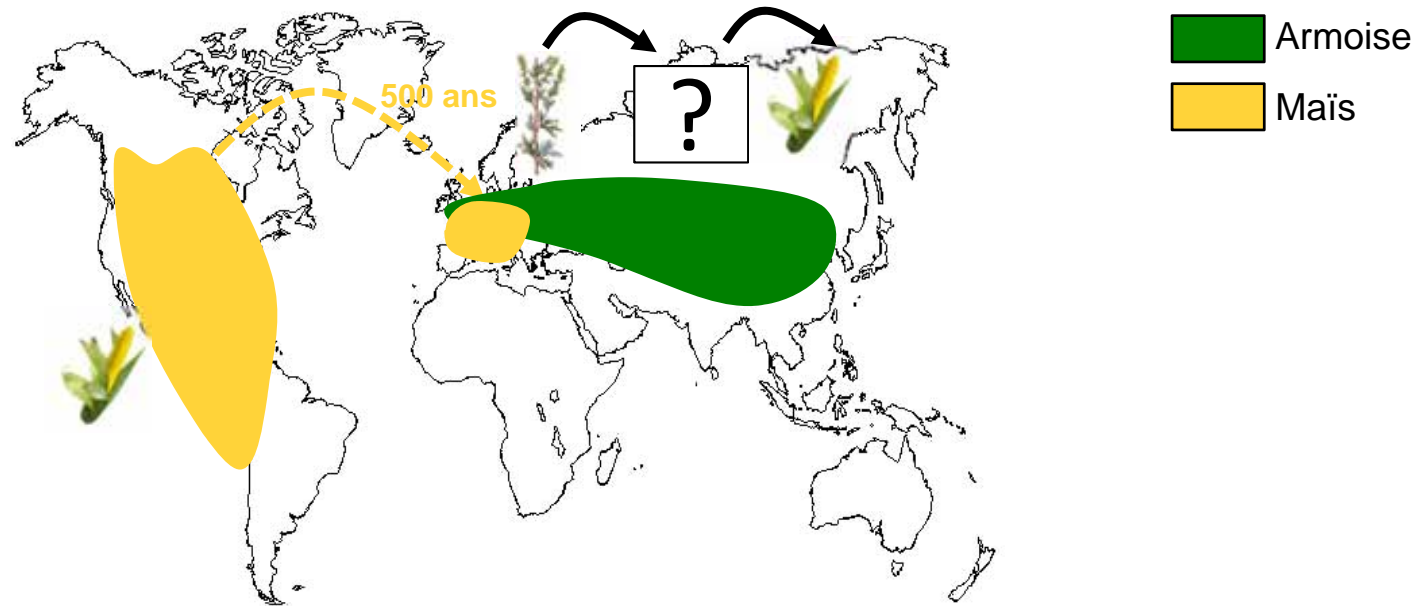


Hypothèse 1: en sympatrie, par un changement d'hôte récent

- peu probable
- temps de divergence précèdent les introductions

Hypothèse 2: en sympatrie, par un changement d'hôte successif

• **Histoire de la divergence**



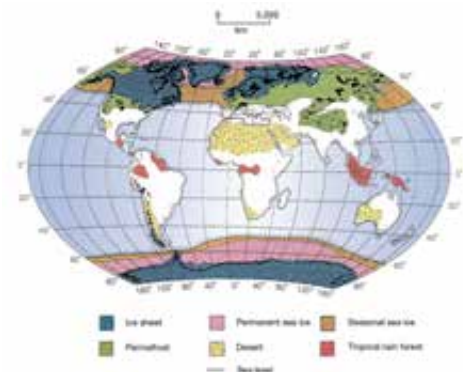
Hypothèse 1: en sympatrie, par un changement d'hôte récent

- peu probable
- temps de divergence précèdent les introductions

Hypothèse 2: en sympatrie, par un changement d'hôte successif

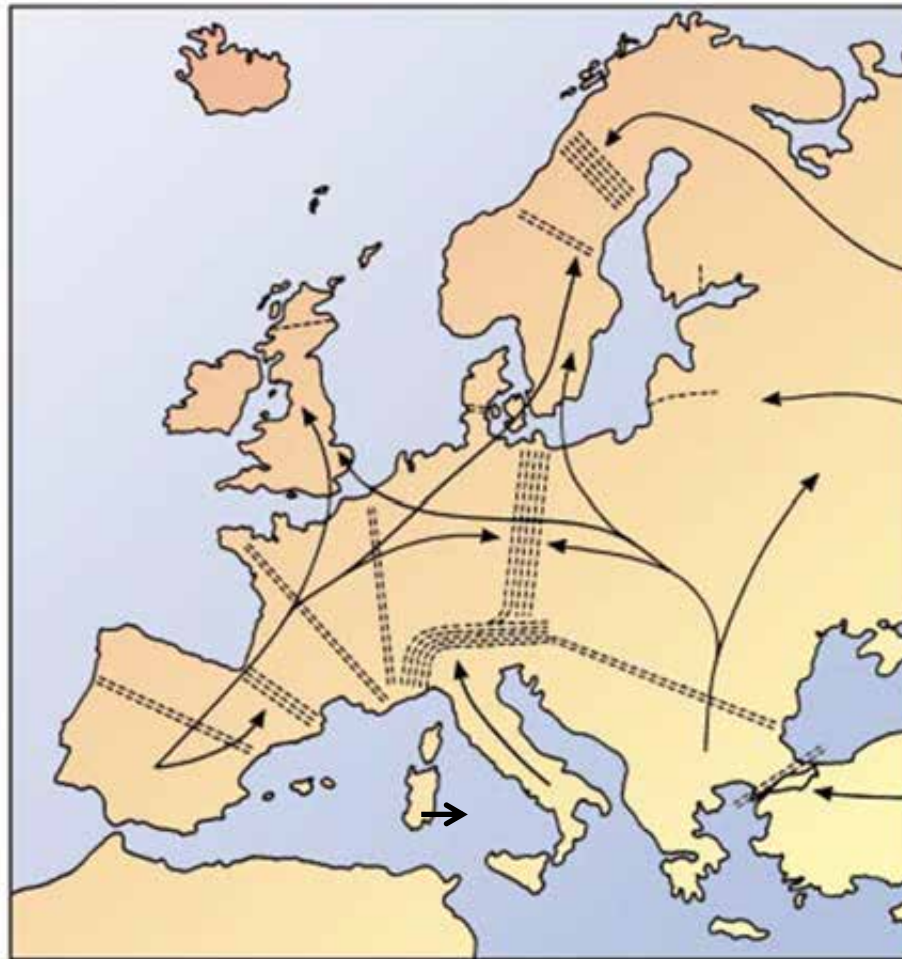
Hypothèse 3: en allopatrie lors de périodes où les plantes ont eu des distributions disjointes dans l'espace

Refuge pendant les glaciations du Pléistocène



- **Histoire de la divergence**

Routes de recolonisation de nombreuses espèces en Europe



Balkans et Italie



Refuge pour *Ostrinia*

Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●●●	Isolement reproducteur ●●●●●●●●	Conclusions & Perspectives ●●●●●●●●●●
----------------------------	---------------------------------------	--	------------------------------------	--

- **Pour aller plus loin**

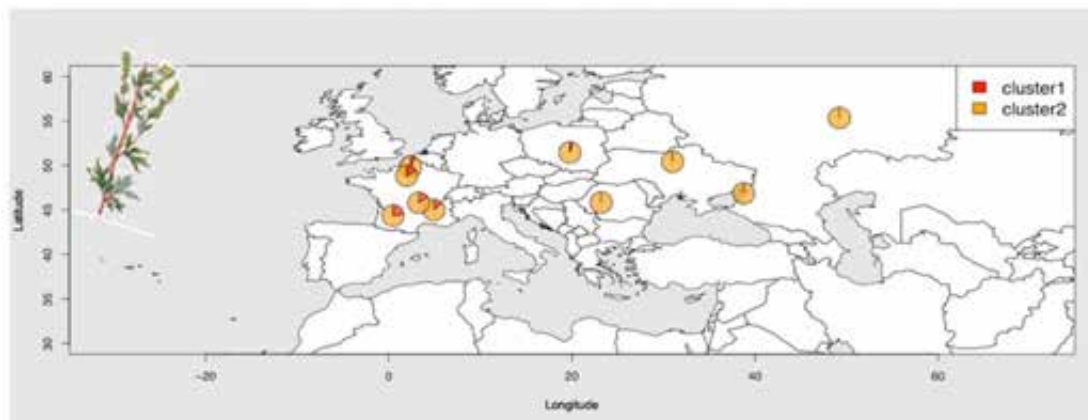
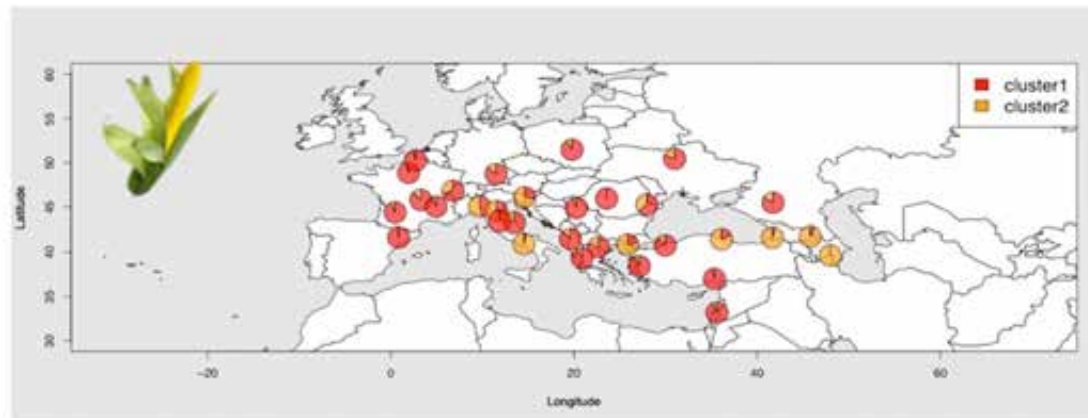
Phylogéographie

↳ Tester les scénarios évolutifs

- Pour aller plus loin

Phylogéographie

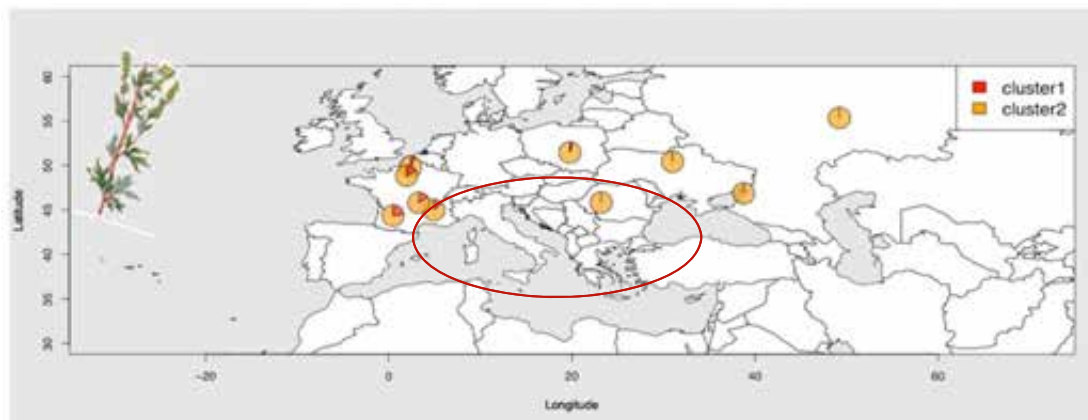
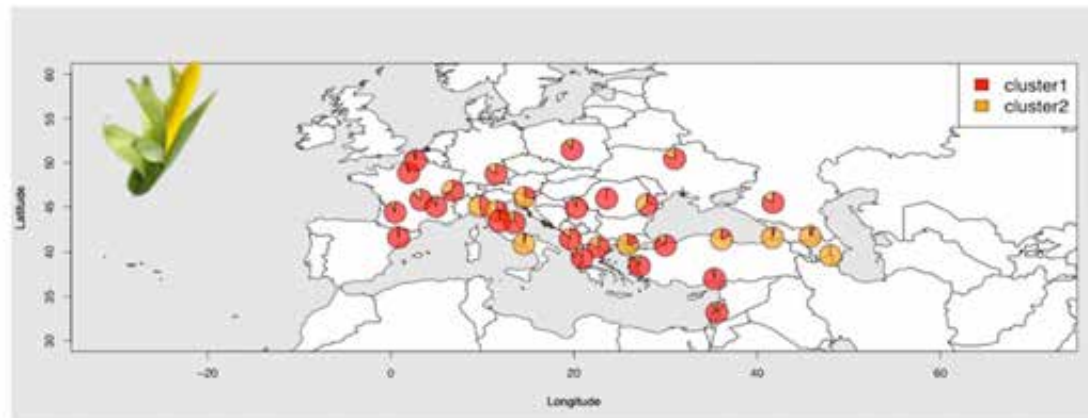
↳ Tester les scénarios évolutifs



- Pour aller plus loin

Phylogéographie

↳ Tester les scénarios évolutifs



Introduction ●●●●●●●●●●	Spécialisation: patrons ●●●●●●●●●●	Spécialisation: mécanismes ●●●●●●●●●●	Isolement reproducteur ●●●●●●●●	Conclusions & Perspectives ●●●●●●●●○
----------------------------	---------------------------------------	--	------------------------------------	---

- **Pour aller plus loin**

Phylogéographie

- ↳ Tester les scénarios évolutifs
- ↳ Comprendre l'histoire adaptative des populations

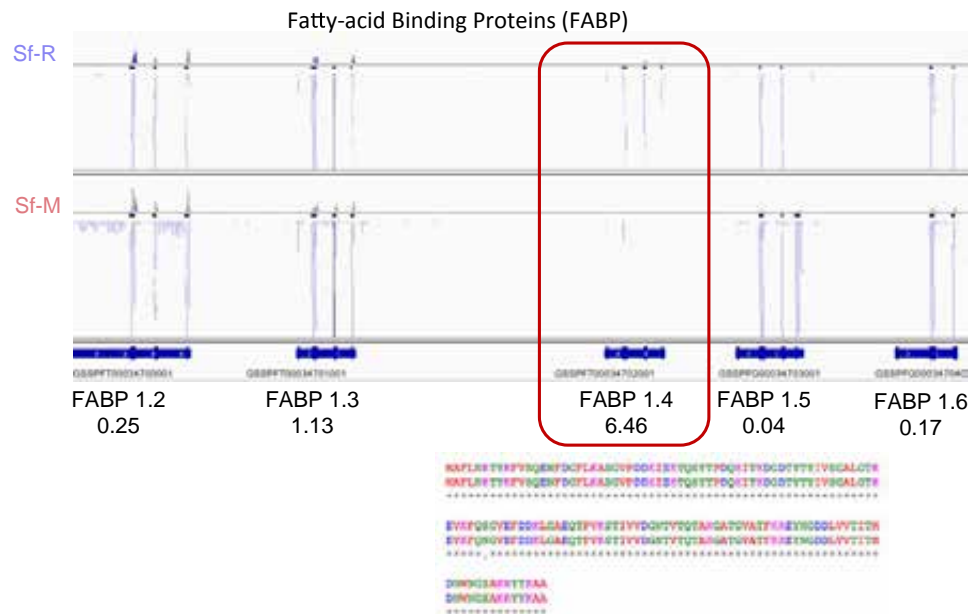
- **Pour aller plus loin**

Phylogéographie

- ↳ Tester les scénarios évolutifs
- ↳ Comprendre l'histoire adaptative des populations

Epigénomique

- ↳ Etude des éléments régulateurs



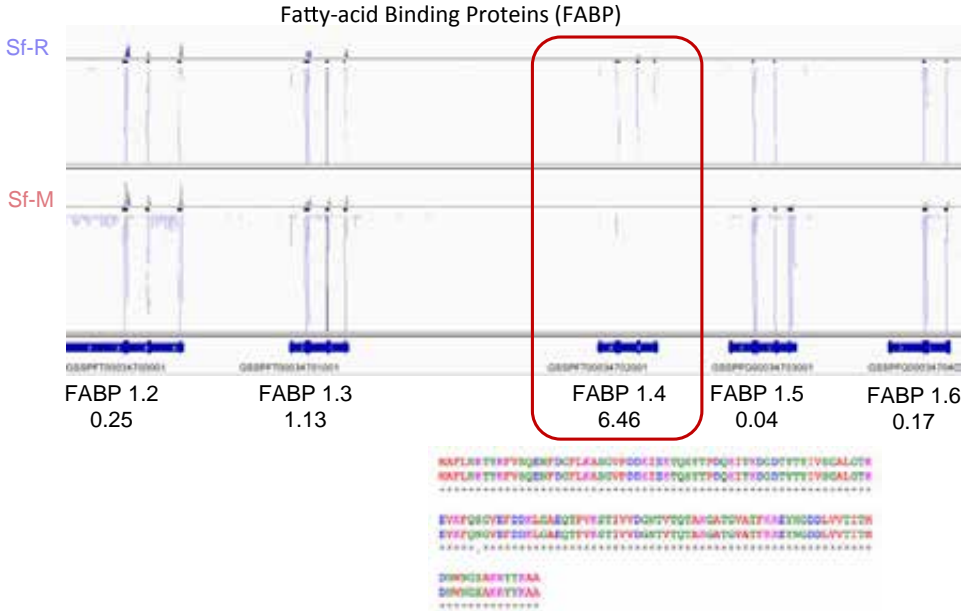
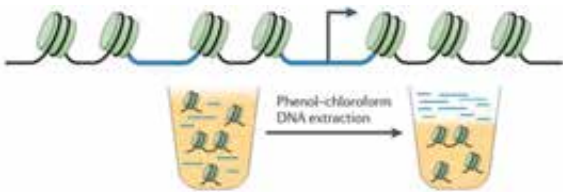
- **Pour aller plus loin**

Phylogéographie

- ↳ Tester les scénarios évolutifs
- ↳ Comprendre l'histoire adaptative des populations

Epigénomique

- ↳ Etude des éléments régulateurs



- **Pour aller plus loin**

Phylogéographie

- ↳ Tester les scénarios évolutifs
- ↳ Comprendre l'histoire adaptative des populations

Epigénomique

- ↳ Etude des éléments régulateurs

Orthologie

- ↳ Comparaison des gènes DE impliqués dans les fonctions digestive, olfactive, détox entre deux genres de lépidoptères

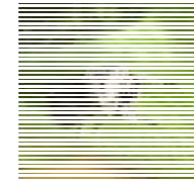


- Une question qui dépasse la limite de l'espèce



Ostrinia spp.

Spodoptera frugiperda



- Spécialisation à un hôte commun



- Zones géographiques différentes



[0.075; 0.15]Ma

- Temps de divergence différents

[2.59 ; 3.74]Ma



Pour passer vers un même hôte, les mécanismes sont-ils comparables?

Les familles de gènes et la régulation de leurs expressions sont-elles semblables?



MERCI A TOUS POUR VOTRE ATTENTION

Team *Ostrinia*



Rejane Streiff



Philippe Audiot



Sabine Nidelet



Denis Bourguet

Team *Spodoptera*

Emmanuelle D'Alençon



Sylvie Gimenez



Nicolas Negre



Yves Mone



Imène Seninet

Les stagiaires

Alexandra Pommier



Guillaume Dumont



Thibault Verchère



Cécile Triay



Spodo-production

Clotilde Gibard

Gaëtan Clabots

Gaëlle Crès

Les Melgoriens

Béatrice Ramora

Marin Vabre

Christophe Raynaud

Jean-Paul Boudon

Anne Zanetto





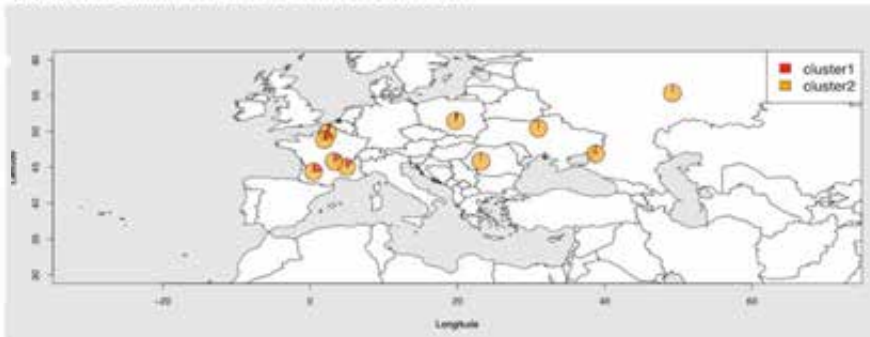
Ostrinia spp.



(a) Pyrales échantillonnées sur maïs



(b) Pyrales échantillonnées sur armoise et houblon



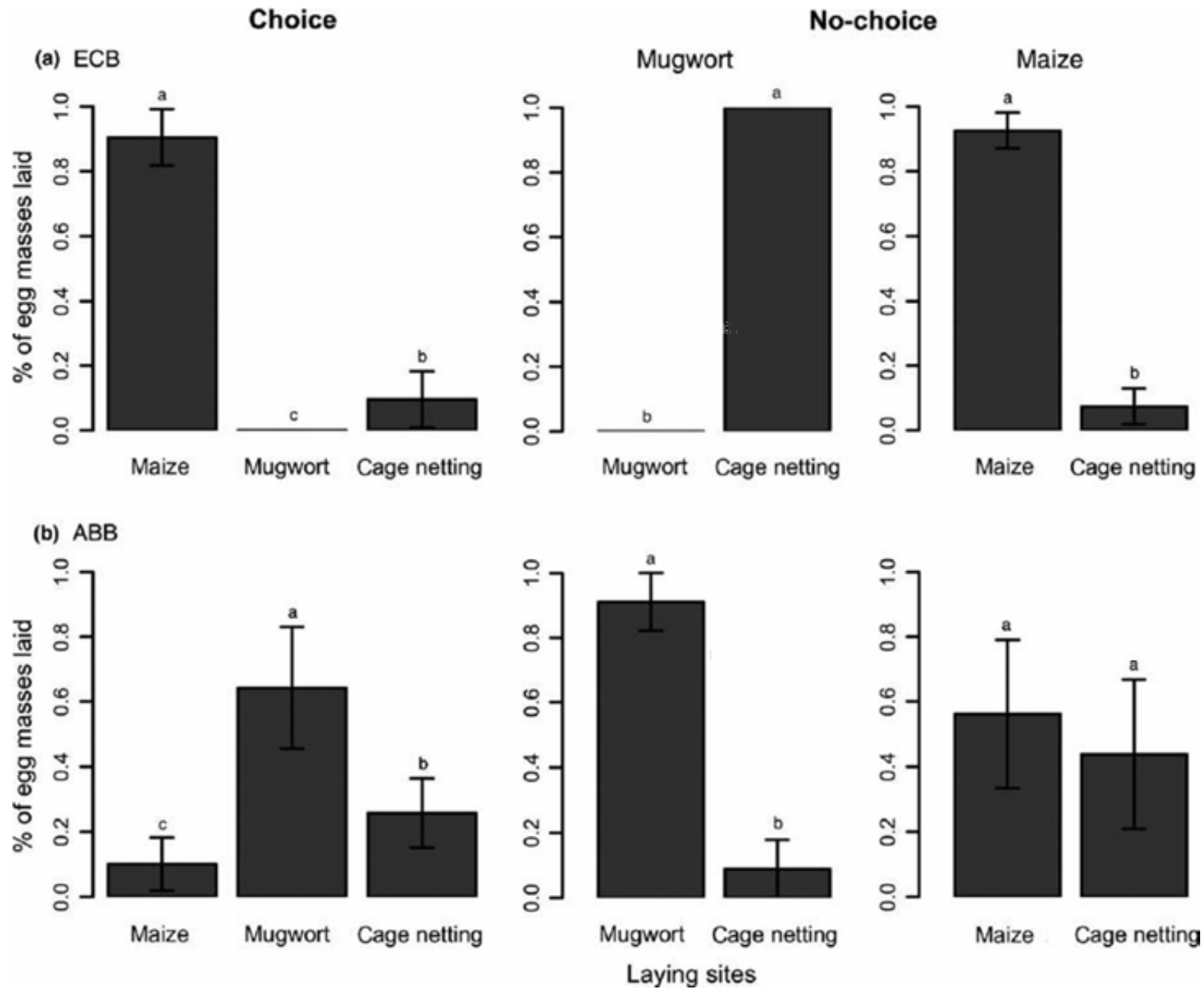
8 marqueurs microsatellites

→ probabilité d'assignation génétique

France (WAM)

Italie (Pia)







Ostrinia spp.

Proportion des ooplaques pondues sur les sites de pontes possibles par ECB et ABB

	Sites de pontes		
	Maïs	Armoise	Toile
Maïs / Maïs	Zi= 0.95 Ei= 0.99 Zf= 0.92 Ef= 1	NA	Zi= 0.05 Ei= 0.01 Zf= 0.08 Ef= 0
Maïs / Armoise	Zi= 0.65 Ei= 0.60 Zf= 0.90 Ef= 0.34	Zi= 0 Ei= 0.03 Zf= 0.03 Ef= 0.60	Zi= 0.35 Ei= 0.27 Zf= 0.07 Ef= 0.06
Armoise / Armoise	NA	Zi= 0.32 Ei= 0.71 Zf= 0.08 Ef= 0.75	Zi= 0.68 Ei= 0.29 Zf= 0.92 Ef= 0.25

Fort pattern de spécialisation pour les deux espèces



Ostrinia spp.

Proportion des ooplaques pondues sur les sites de pontes possibles par ECB et ABB

	Sites de pontes		
	Maïs	Armoise	Toile
Maïs / Maïs	Zi= 0.95 Ei= 0.99 Zf= 0.92 Ef= 1	NA	Zi= 0.05 Ei= 0.01 Zf= 0.08 Ef= 0
Maïs / Armoise	Zi= 0.65 Ei= 0.60 Zf= 0.90 Ef= 0.34	Zi= 0 Ei= 0.03 Zf= 0.03 Ef= 0.60	Zi= 0.35 Ei= 0.27 Zf= 0.07 Ef= 0.06
Armoise / Armoise	NA	Zi= 0.32 Ei= 0.71 Zf= 0.08 Ef= 0.59	Zi= 0.68 Ei= 0.29 Zf= 0.92 Ef= 0.41

Zf --> pattern de rejet de l'armoise moins fort qu'en 2013

--> rejette plus que populations italiennes

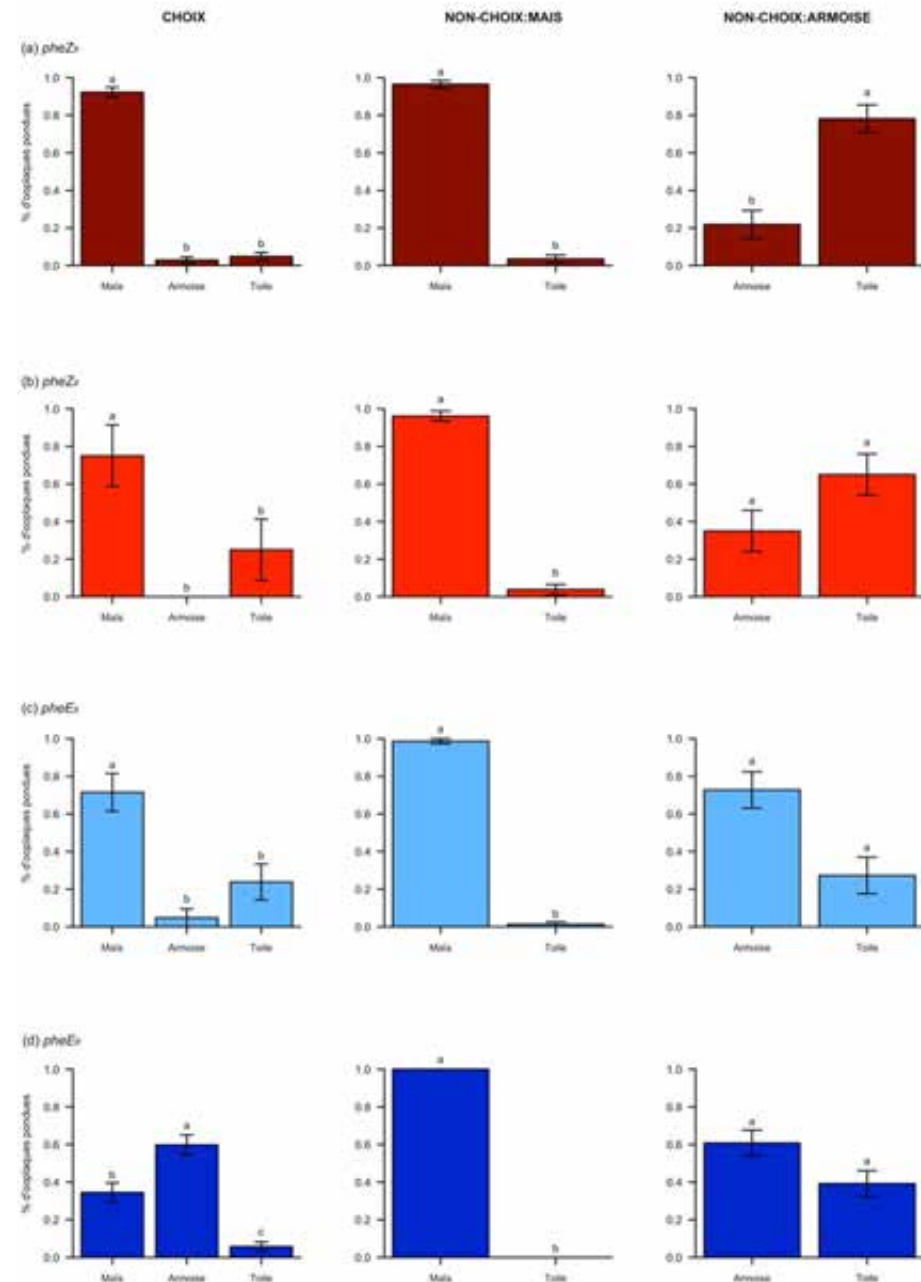


Ostrinia spp.

PheZit et PheZfr => **mêmes tendances** que dans les trois conditions expérimentales, en choisissant de pondre majoritairement sur maïs

Variation géographique de l'association « choix de plante / type phéromonal »

- *PheE_{it}* est associé à une préférence pour le maïs et une acceptation de l'armoise
- *PheE_{fr}* est associé à une préférence pour l'armoise.

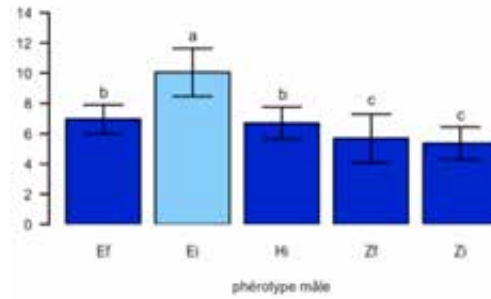




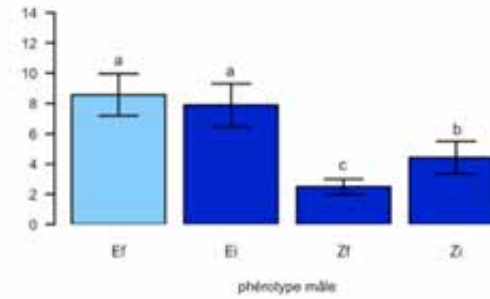
Ostrinia spp.

Nombre d'ooplaques pondues

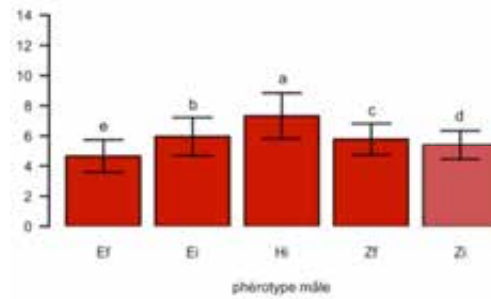
(a) Femelle pheEi



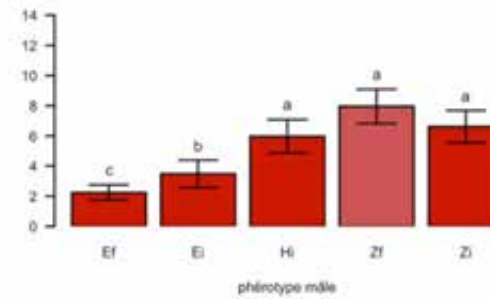
(b) Femelle pheEi



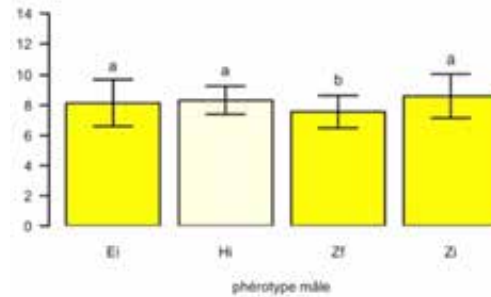
(c) Femelle pheZi



(d) Femelle pheZi



(e) Femelle pheHi

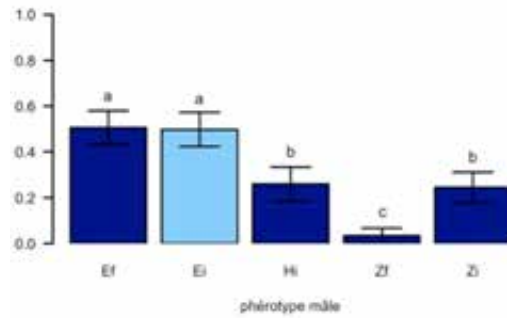




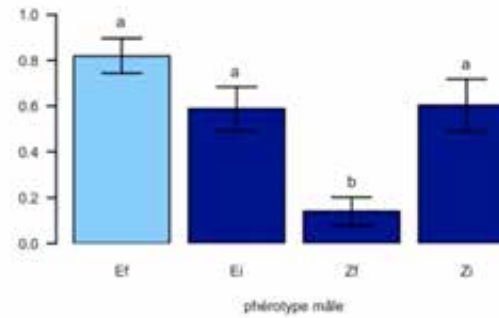
Ostrinia spp.

% ooplaques écloses

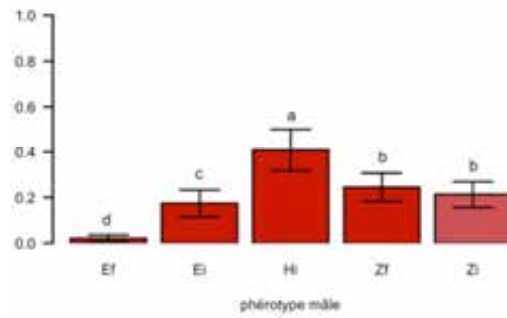
(a) Femelle *pheEi*



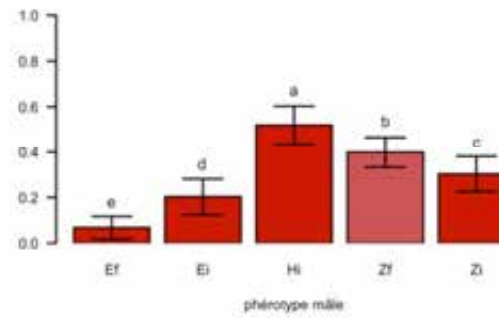
(b) Femelle *pheEi*



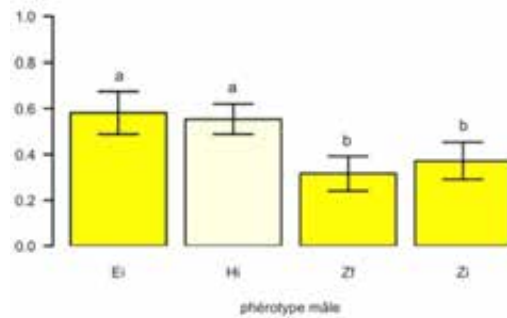
(c) Femelle *pheZi*



(d) Femelle *pheZi*



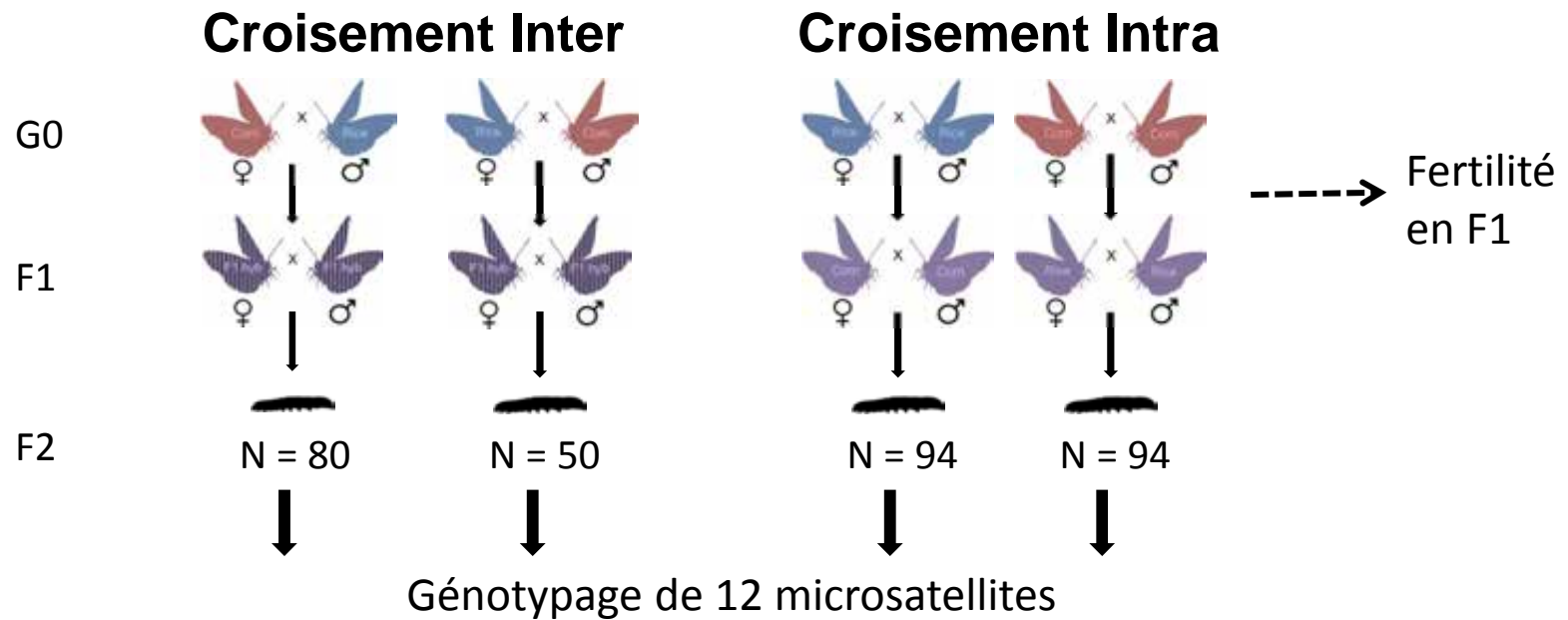
(e) Femelle *pheHi*





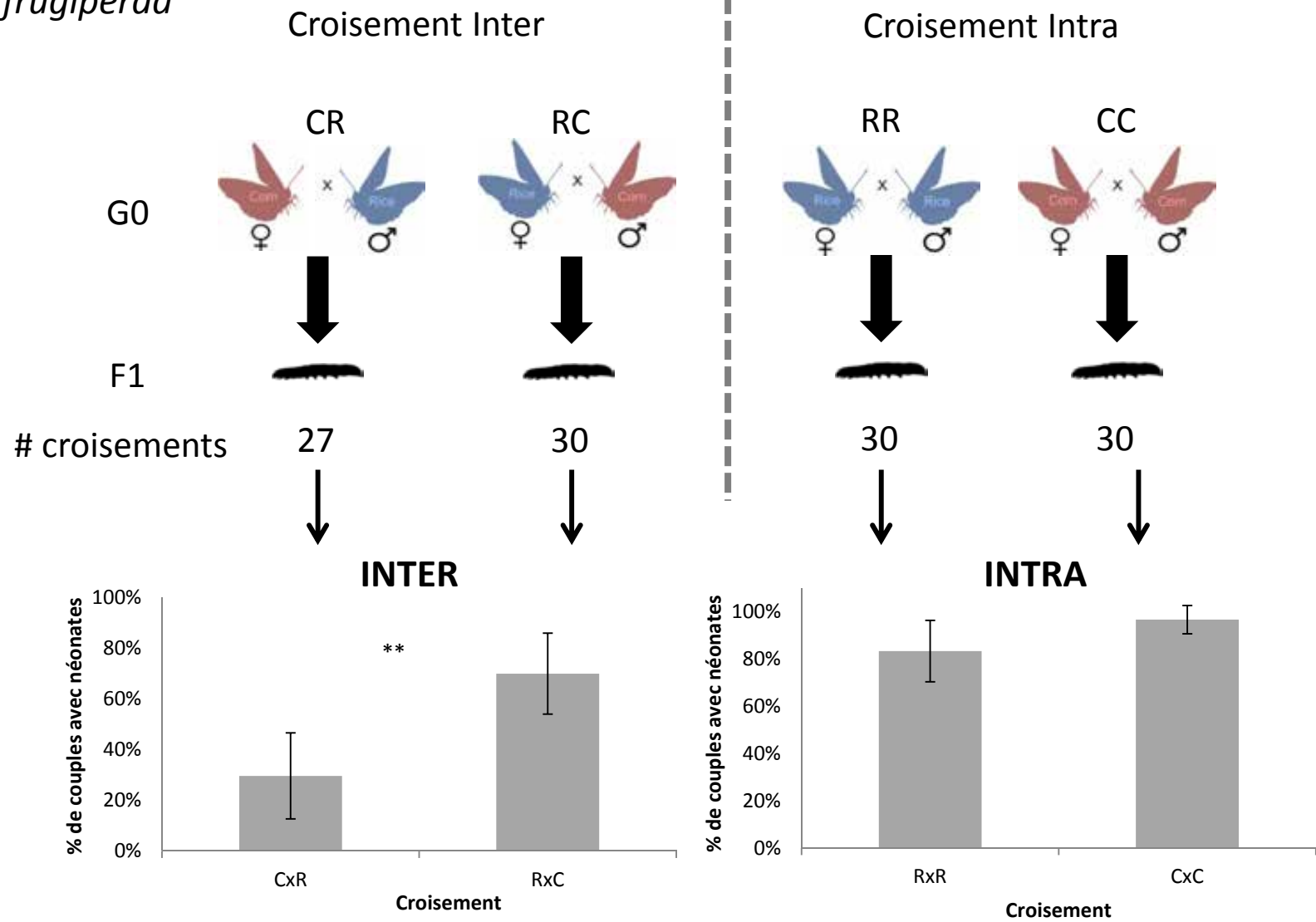
S. frugiperda

- Caractérisation de l'isolement post-zygotique

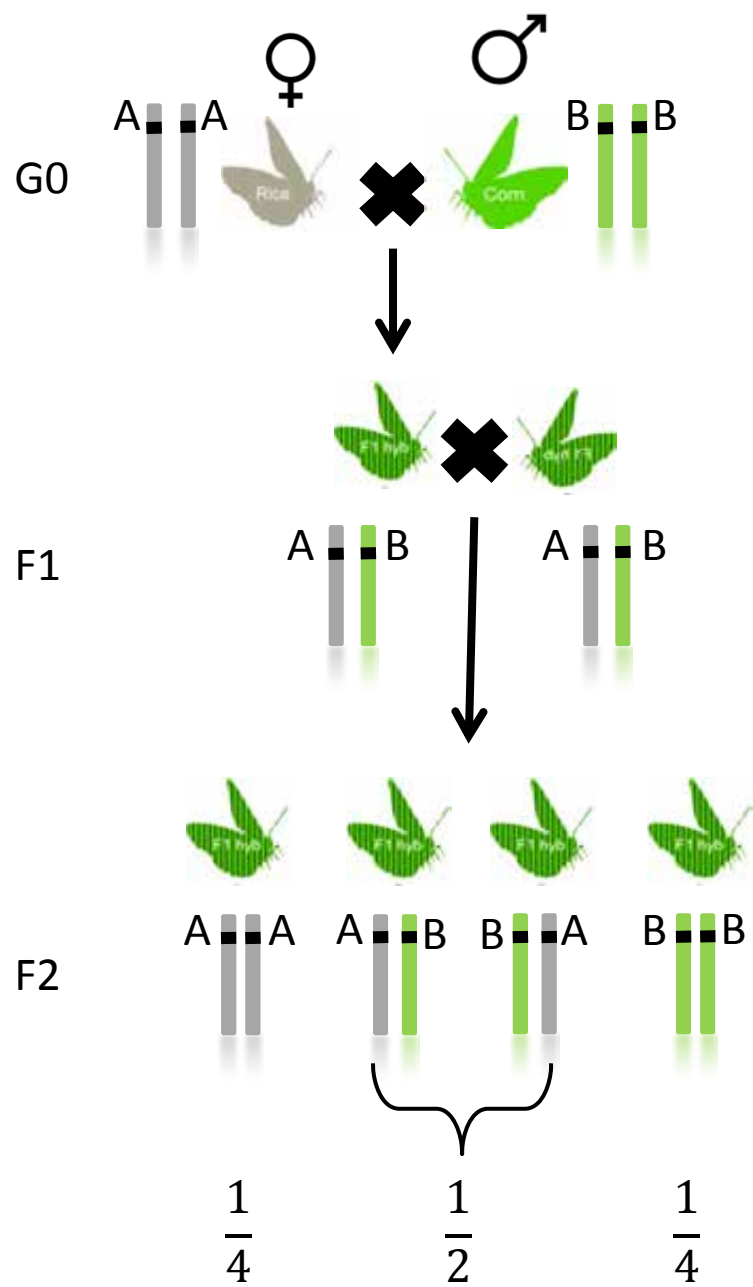




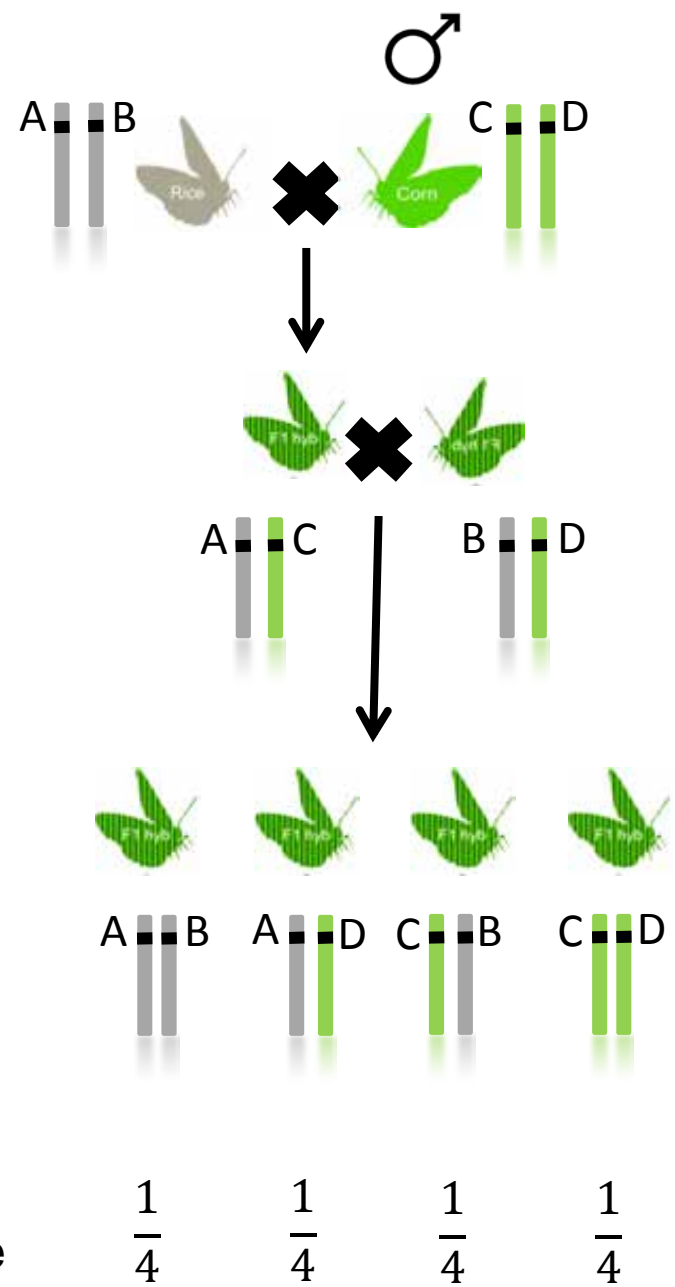
S. frugiperda



Asymétrie de la fertilité -> barrière post-zygotique précoce



Ségrégation mendélienne





S. frugiperda

Marqueur	F2_INTER		F2_INTRA	
	CR	RC	Corn	Rice
<i>Sfrugi2</i>	✓	✓		
<i>Sfrugi33</i>	✓	✓		
<i>Sfrugi76</i>	✓	✓		
<i>Sfrugi43</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Sfrugi6</i>	ambigu	✓		
<i>Sfrugi37</i>	✓	✗		✓
<i>Sfrugi50</i>	✗	✓	✓	✓
<i>Sfrugi38</i>	✗	✓	monomorphe	ambigu
<i>Sfrugi11</i>	✗	✗	✓	✓
<i>Sfrugi21</i>	✗	✗	monomorphe	monomorphe
<i>Sfrugi29</i>	✗	✗	monomorphe	monomorphe
<i>Sfrugi25</i>	Allèle nul probable			
N total	80	50	94	94

➔ Ségrégation non Mendélienne

✓ Ségrégation mendélienne en F2

✗ Ségrégation non mendélienne en F2



S. frugiperda

Marqueur	F2_INTER		F2_INTRA	
	CR	RC	Corn	Rice
<i>Sfrugi2</i>	✓	✓		
<i>Sfrugi33</i>	✓	✓		
<i>Sfrugi76</i>	✓	✓		
<i>Sfrugi43</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Sfrugi6</i>	ambigu	✓		
<i>Sfrugi37</i>	✓	✗		✓
<i>Sfrugi50</i>	✗	✓	✓	✓
<i>Sfrugi38</i>	✗	✓	monomorphe	ambigu
<i>Sfrugi11</i>	✗	✗	✓	✓
<i>Sfrugi21</i>	✗	✗	monomorphe	monomorphe
<i>Sfrugi29</i>	✗	✗	monomorphe	monomorphe
<i>Sfrugi25</i>	Allèle nul probable			
N total	80	50	94	94

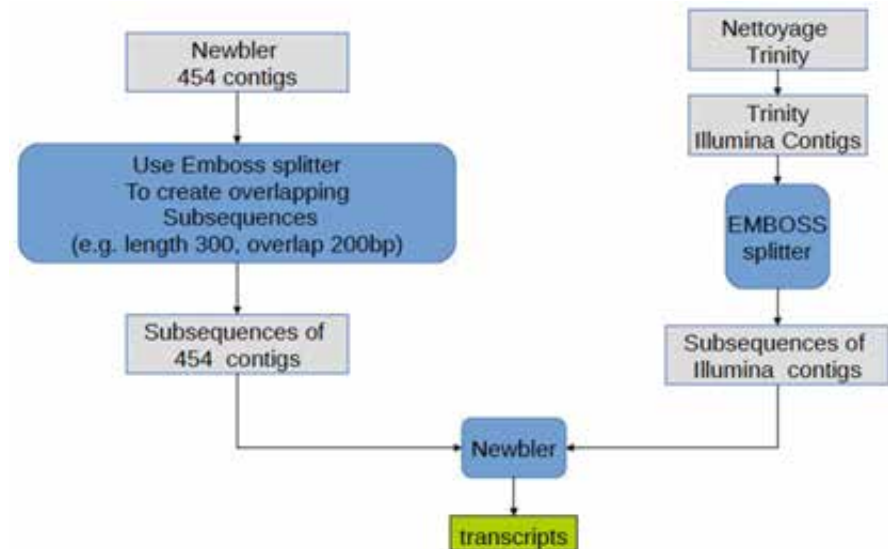
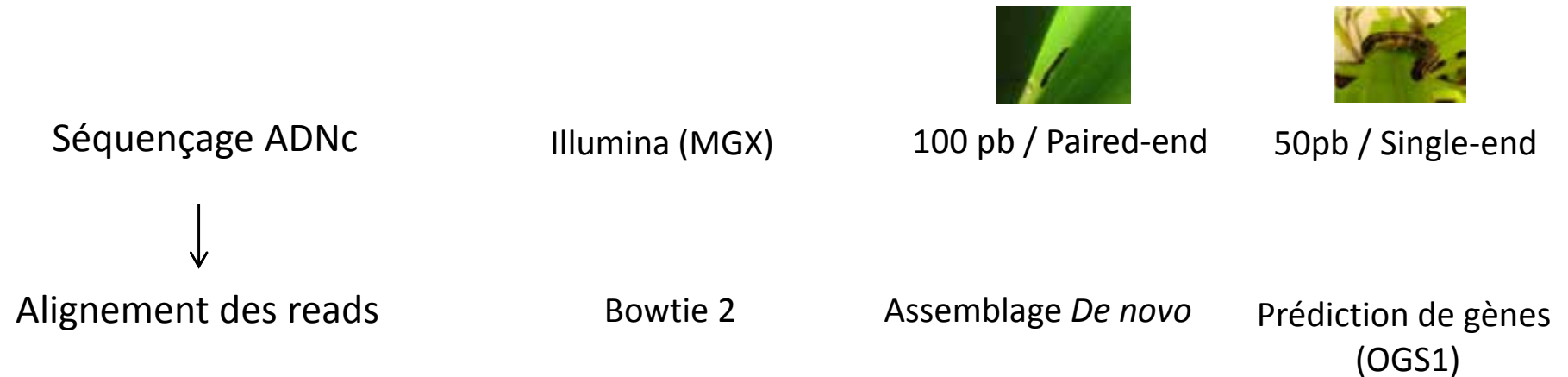
➔ Ségrégation non Mendélienne

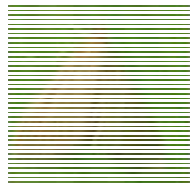
Marqueur distordu situé au voisinage d'un gène homologue de *derailed2* (*drl2*) qui pourrait être impliqué dans l'incompatibilité hybride

✓ Ségrégation mendélienne en F2

✗ Ségrégation non mendélienne en F2

- Identifier les mécanismes de spécialisation des espèces (ou variants) à leur plante hôte

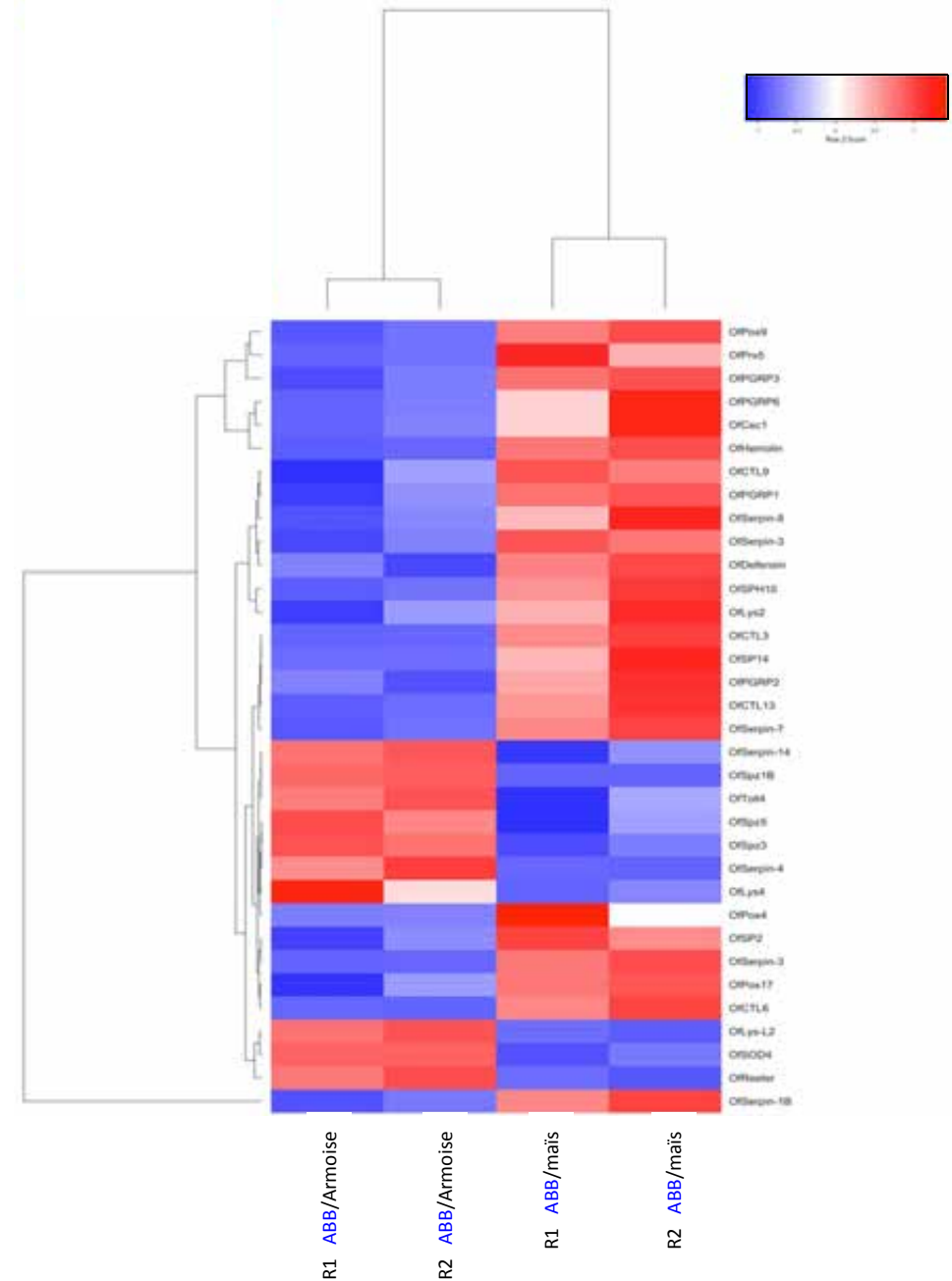




Ostrinia spp.


ECB sur maïs vs sur armoise
 → développement
 → digestion

ABB sur maïs vs sur armoise
 → développement
 → digestion
 → **immunité**
 → **détoxification**





S. frugiperda

sf-M 

sf-R 