

## **Axe 2 : Adaptation**

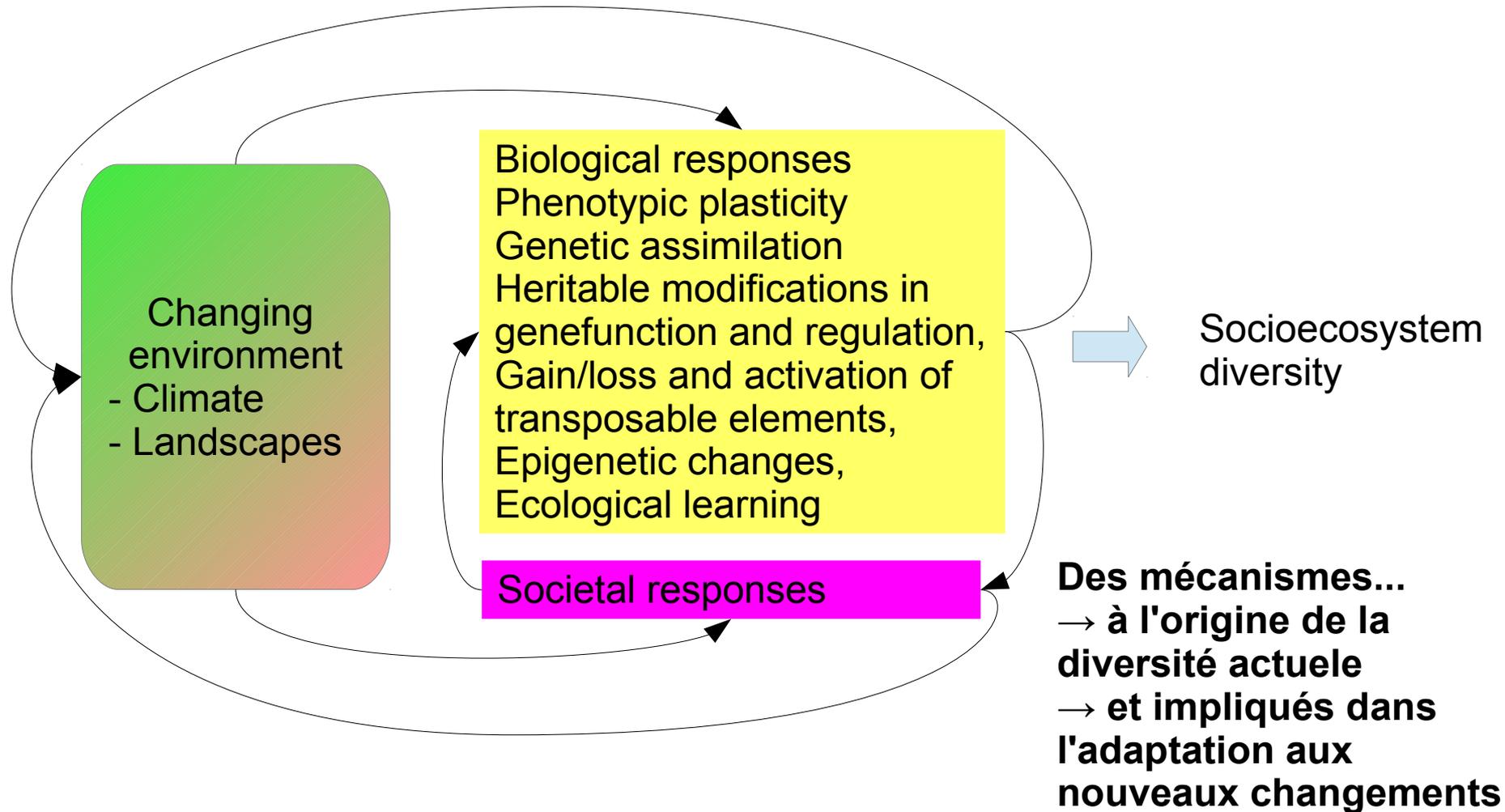
Capacités & limites à l'adaptation des  
organismes, écosystèmes et sociétés aux  
changements globaux

***Stéphane Dupas***

Objectifs et perspectives

**Objective 1 :**

**Developing a hierarchical, integrated approach to understanding and predicting the capacities and limits of adaptation to global change.**



**Objective 2 :**  
**Identifying common mechanisms and indicators of adaptive capacity**  
**across levels of study**



**Objective 3 :**  
**Facilitating adaptation through innovation.**

Genetic innovation

Participatory breeding

Biodiversity and innovation opportunities for agroecology

Innovation and actors conflicting interests in agroecology

**Objectif 1 : développer une approche hiérarchique et intégrée de l'adaptation**

**Le socioécosystème peut-être représenté par des poupées gigognes en interaction ou des graphes emboîtés**



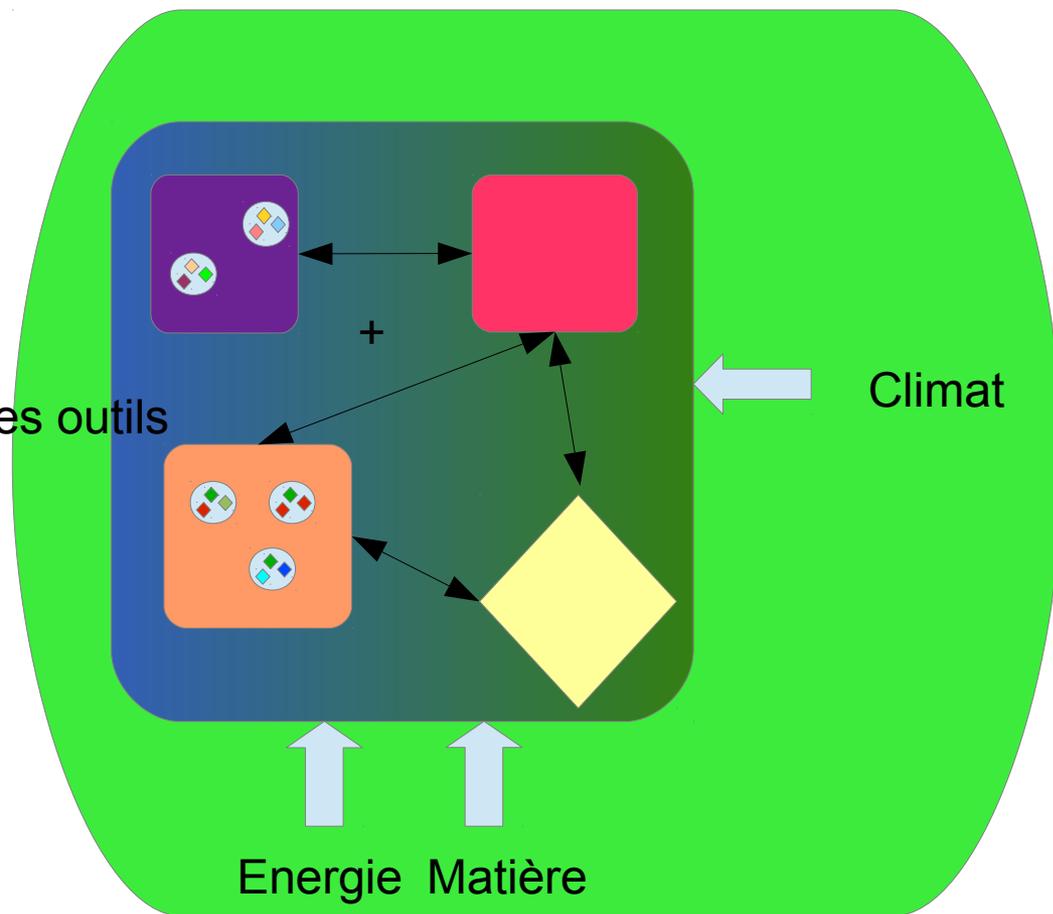
Socioécosystème  
Agrosystème  
Ecosystème

Espèces  
Dont l'homme et ses outils

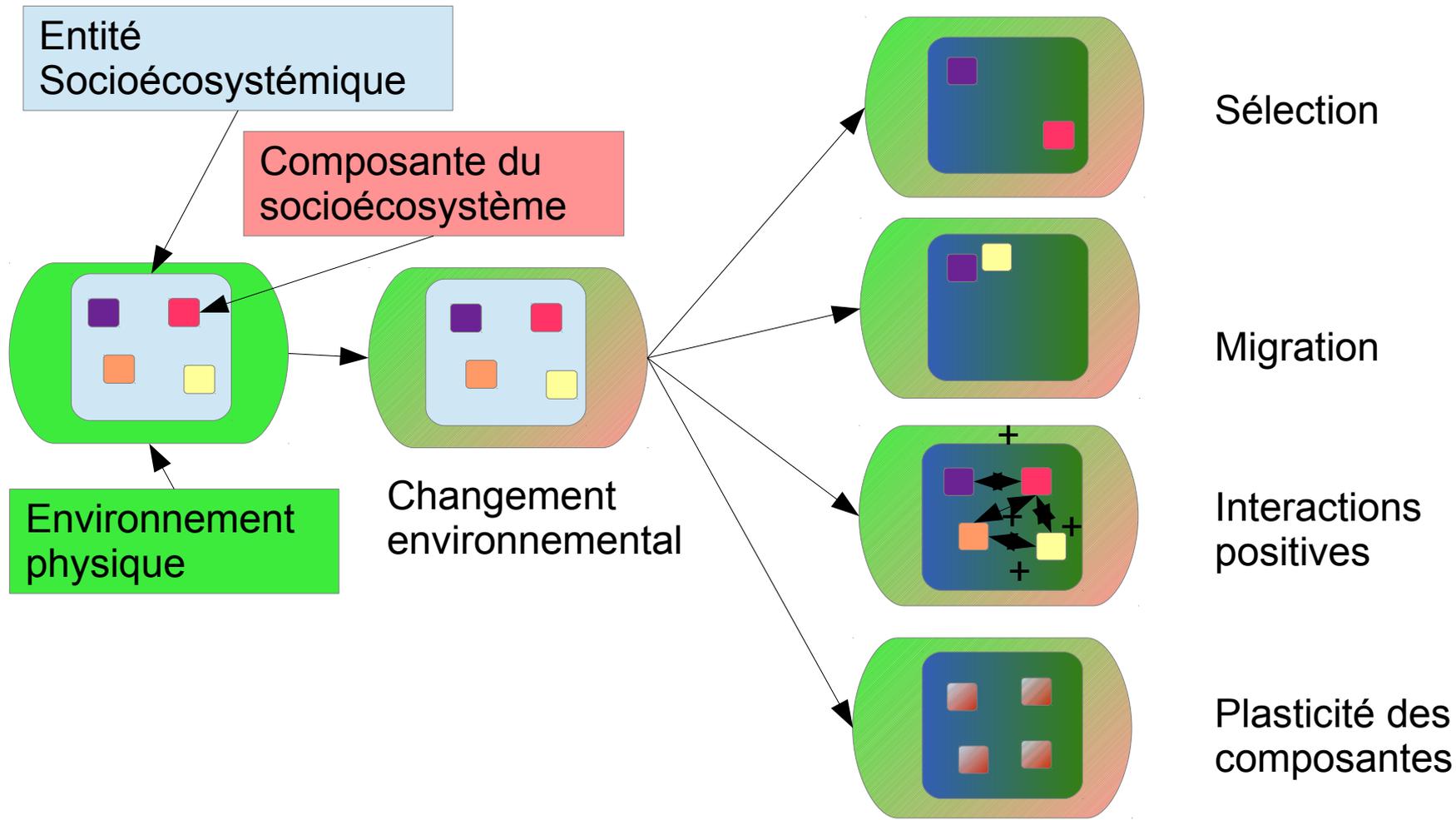
Populations

Individus

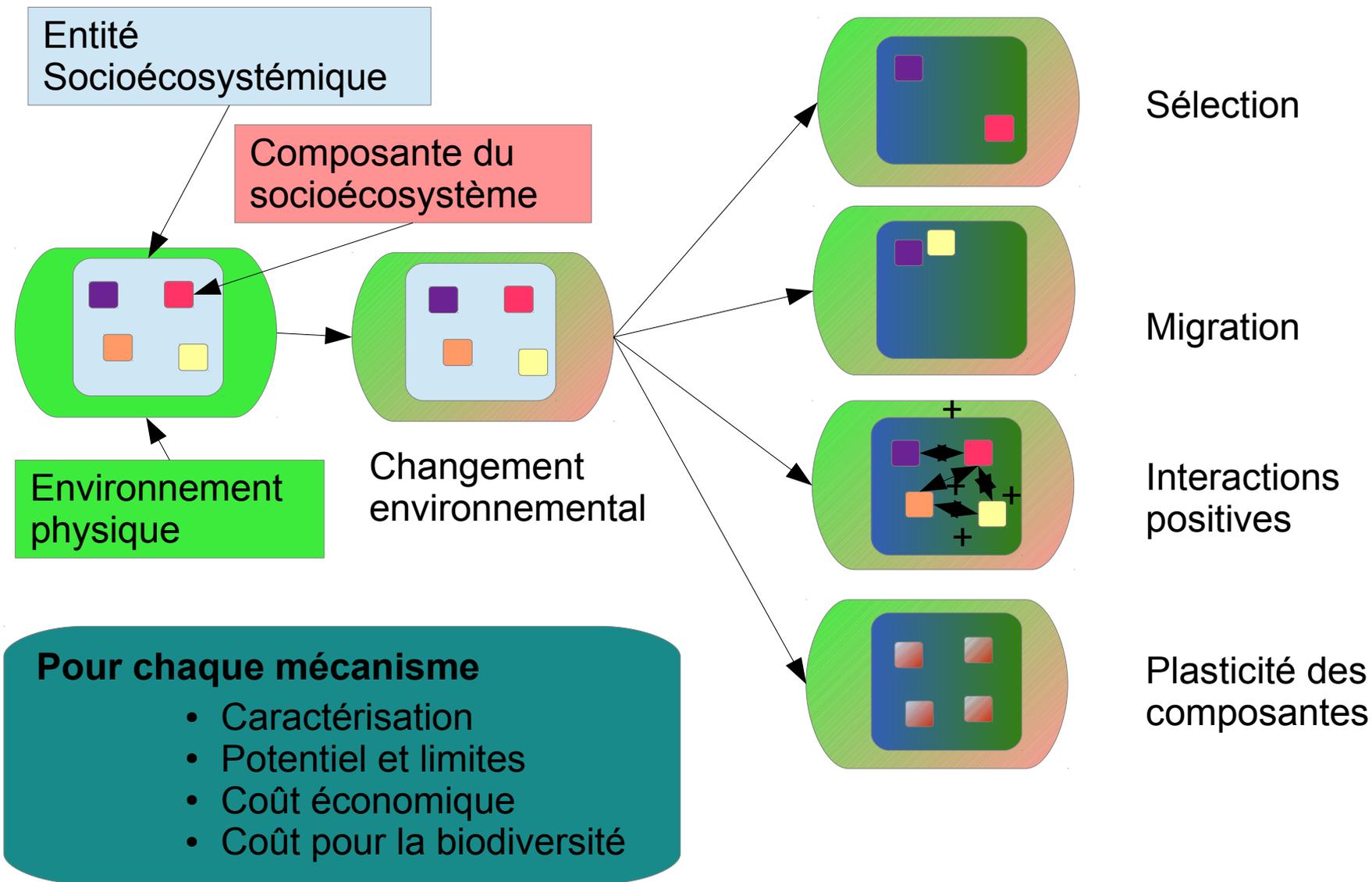
Gènes



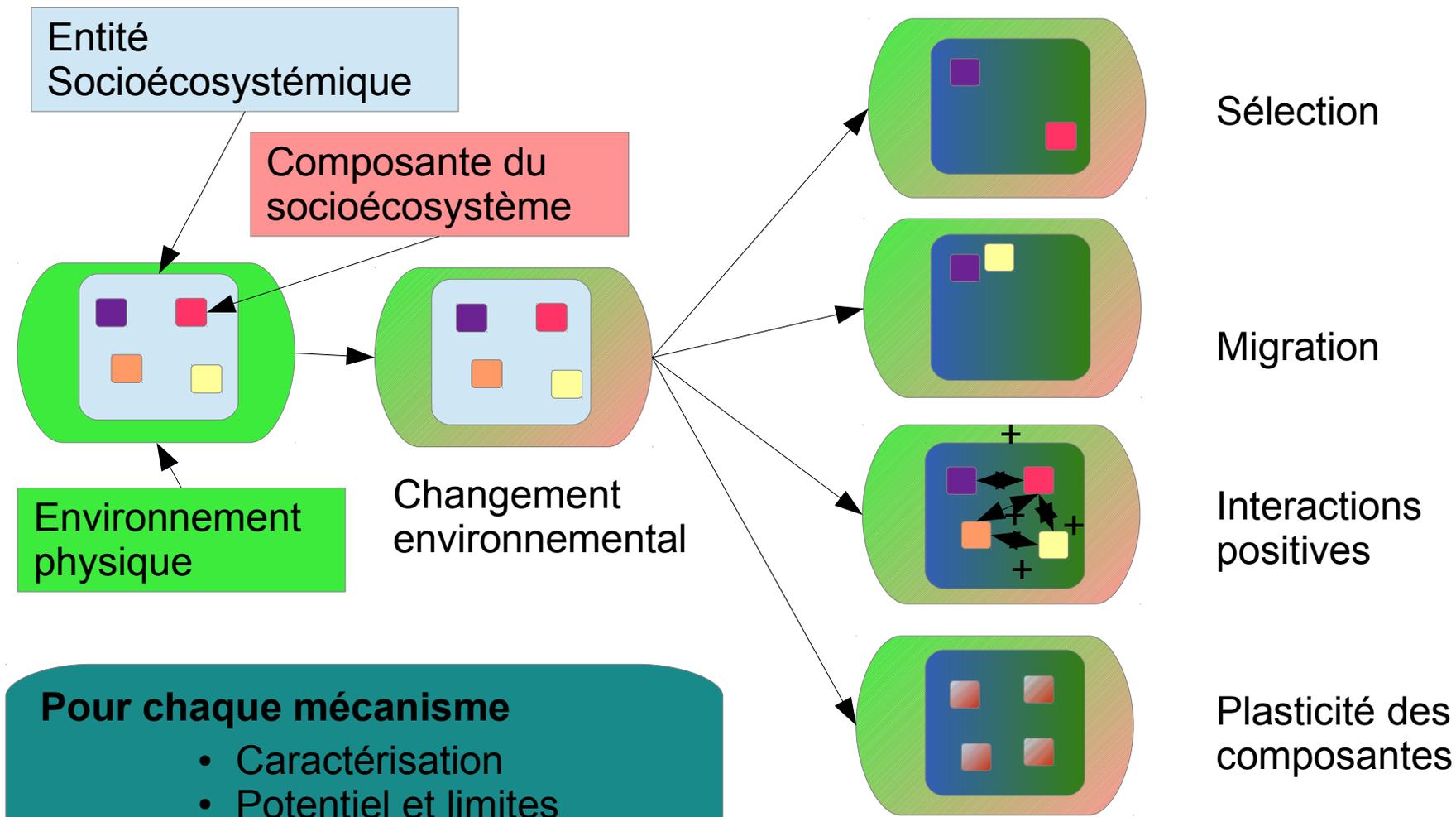
# Poupées gigognes et adaptation



# Poupées gigognes et adaptation



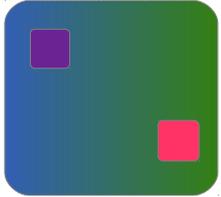
# Poupées gigognes et adaptation



## Pour chaque mécanisme

- Caractérisation
- Potentiel et limites
- Coût économique
- Coût pour la biodiversité

... Et maintenant, quelques exemples tirés des opérations BASC et BASQUIENNES



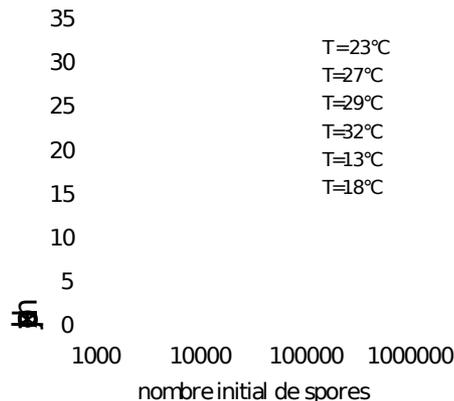
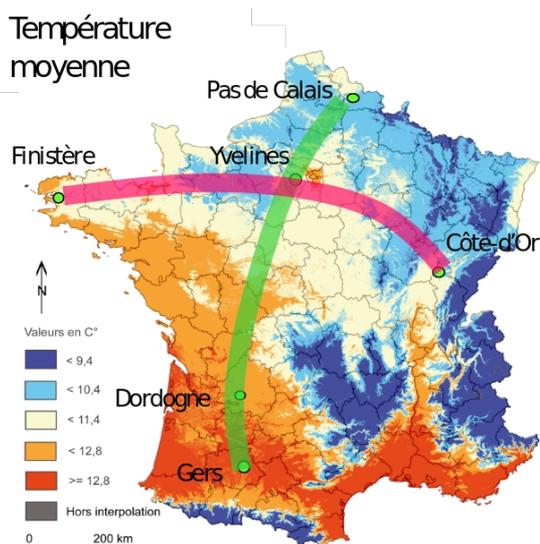
Adaptation par  
sélection

**Projet BLANC**

Adaptation par  
 sélection

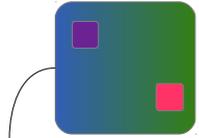
**Septovar (2013-2015)  
 Thierry Suffert (BIOGER)**

Mesure adaptation au climat locale de populations  
 de champignons phytopathogènes du blé  
 (*Zymoseptoria tritici*)

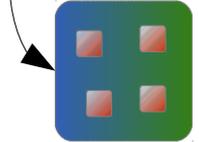


Mesure du taux de  
 multiplication

Variabilité génétique de la  
 plasticité phénotypique



Adaptation par  
sélection



Plasticité adaptative  
Des composantes

**Projet BLANC**

Adaptation par  
sélection

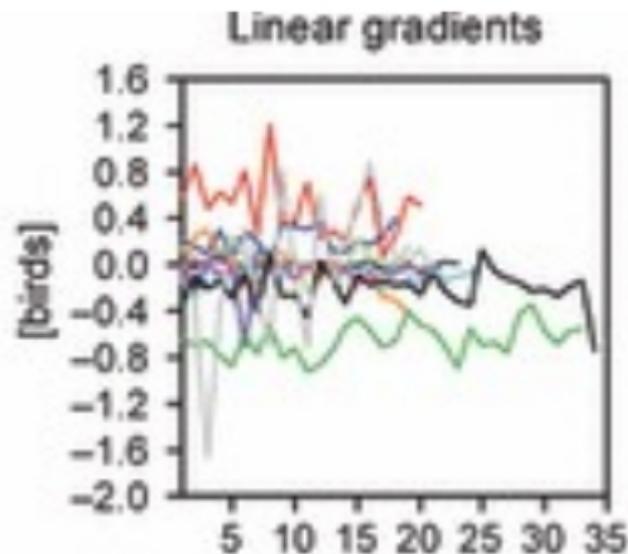
Plasticité adaptative  
Des composantes

**Evofungi (2013-2015)**  
**Anne Genissel BIOGER**  
**Arnaud Le Rouzic EGCE**



*Mycosphaerella graminicola*

Sélection fluctuante, sélection pour la décanalisation

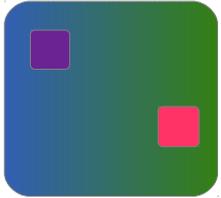


Approche expérimentale et théorique

Trajectoires évolutives

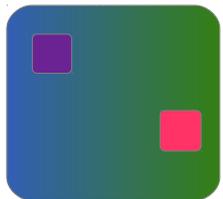
- Réponse à la sélection fluctuante
- Décanalisation

**Exposé Arnaud Le Rouzic**



Adaptation par  
sélection

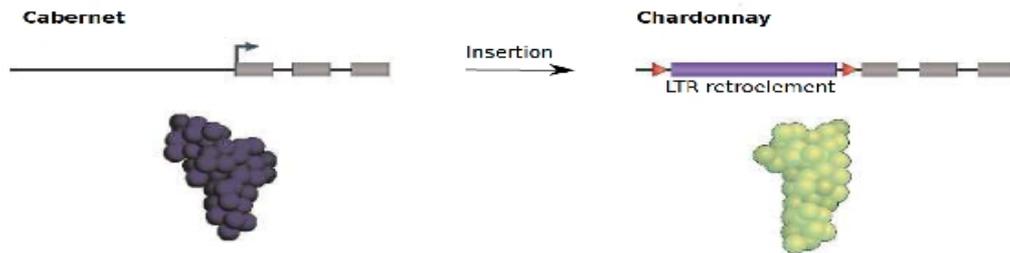
**Projet Phare 2**



Adaptation par sélection

Détection de variants structuraux, Yasmine Norroya, ingénieur BASC (2013-2015)

Exemple de l'effet de la variation structurale (correspondant à de gros fragments d'ADN)



Séquençage Haut Débit



Variation moléculaire liée à l'adaptation

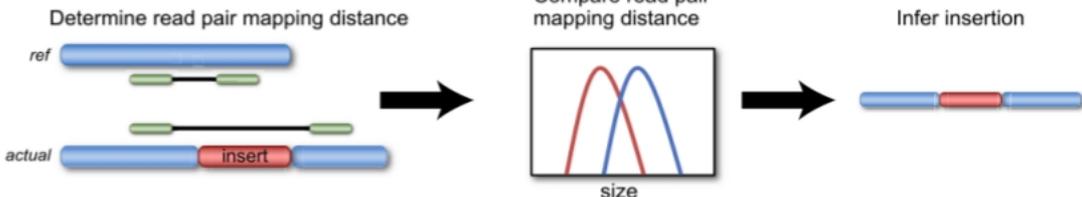
SNP (facile)



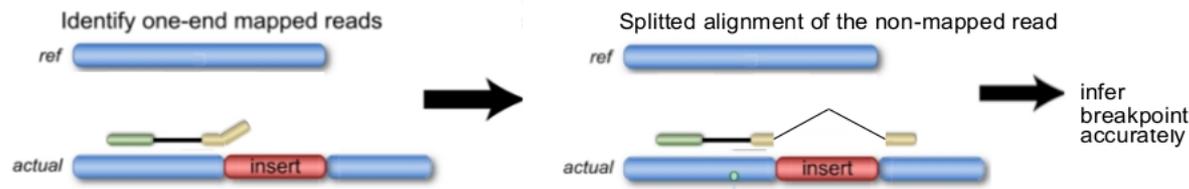
Variation structurale  
Yohann Joetz  
Yamine Norroya

**Principe**

**Paired End Mapping Methods**



**Split Read Mapping Methods**



Pipeline : Journée de formation prévue au printemps



Adaptation par  
migration

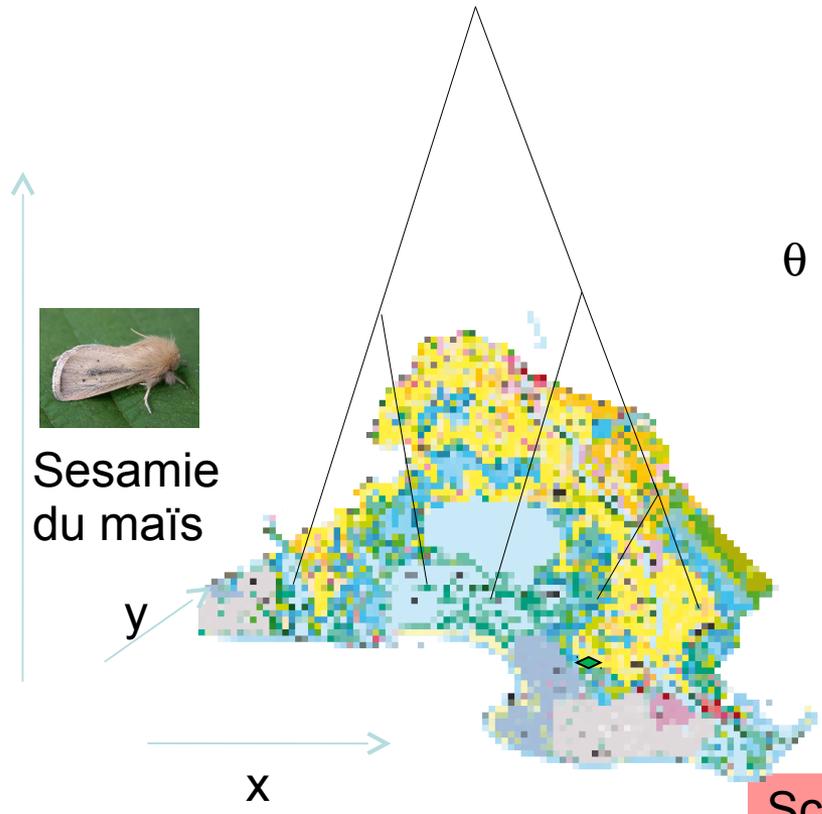
**Projet Phare 2**

Doctorat Arnaud Becheler (2014-2017)

Inférence de modèles spatiaux et environnementaux au niveau du gène



Adaptation par migration



**Grille environnementale**

↓  
**Taux de croissance et Capacité de charge  
fonction de l'environnement**  
 $\theta$   
**Taux de migration fonction de la distance**

↓  
Coalescence des gènes sur le graphe

↓  
Inférence des paramètres  $\theta$   
à partir de données génétiques

↓  
**Scénario futur / Changements environnementaux**

**Projet Phare 2**

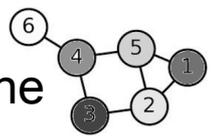
Doctorat Arnaud Becheler (2014-2017)

Inférence de modèles spatiaux et environnementaux au niveau du gène

**Grille environnementale**

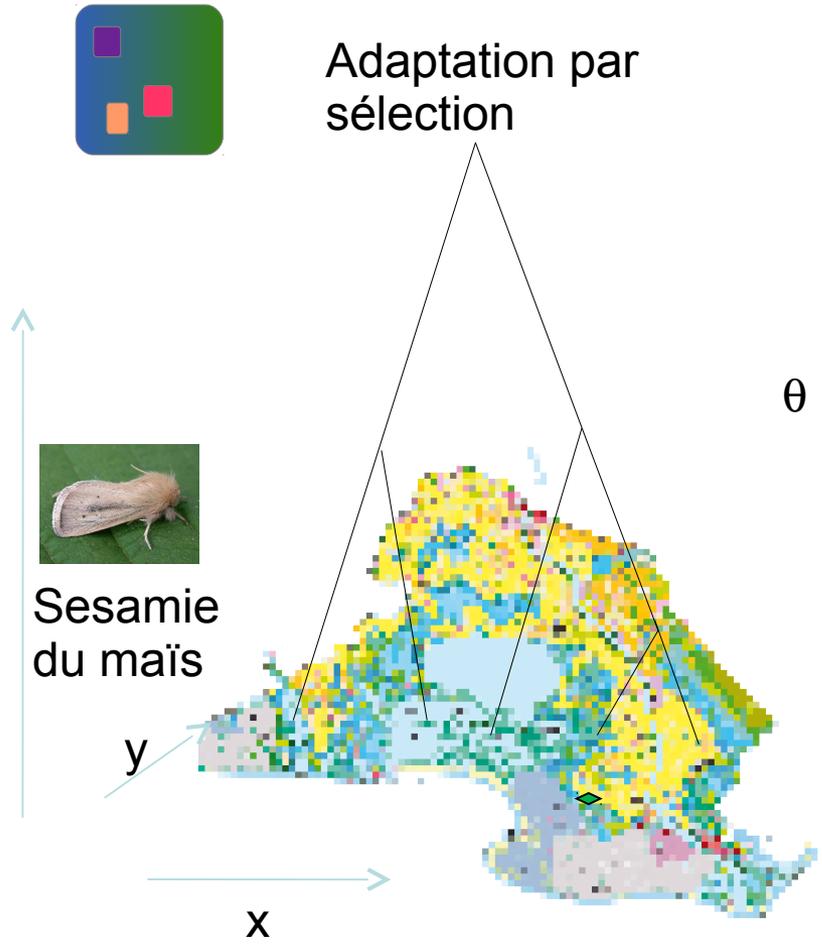
$\theta$  **Taux de croissance et Capacité de charge**  
**fonction de l'environnement**  
**Taux de migration fonction de la distance**

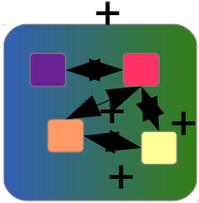
Coalescence des gènes sur le graphe



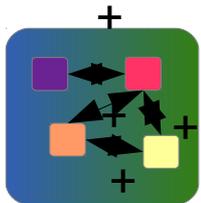
Inférence des paramètres  $\theta$   
 à partir de données génétiques

**Scénarios de gènes**  
**Test de gène candidat à l'adaptation**





Adaptation par  
modification  
des interactions



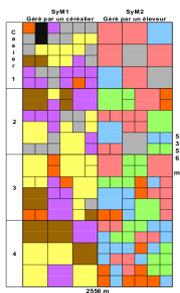
Adaptation par modification des interactions

Jeux de Rôle pour favoriser l'adaptation du socioécosystème par interaction positives entre composantes

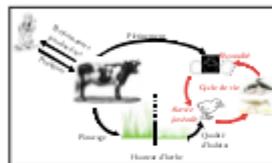
### Véronique souchère SADAPT Socioécosystème Marais poistevin



- Céréaliier
- Céréaliier/éleveur à fort chargement
- Céréaliier/éleveur à faible chargement
- Éleveur/céréaliier
- Éleveur/grandes cultures
- Naisseur/engraisseur à fort chargement
- Naisseur/engraisseur à faible chargement
- Éleveur 100 % herbe
- Association de protection de la Nature

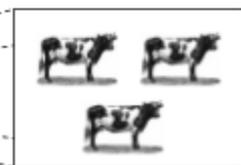
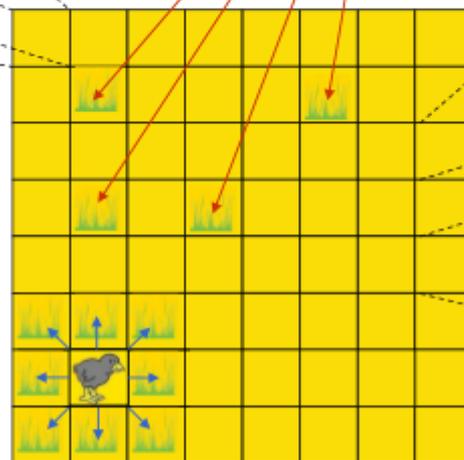


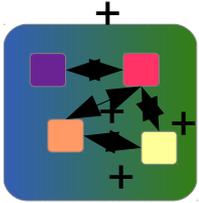
Interactions élevage – limicoles à l'échelle de la parcelle



Distribution spatiale des adultes annuelle en fonction des hauteurs d'herbe

Mouvement des juvéniles en fonction des hauteurs d'herbe





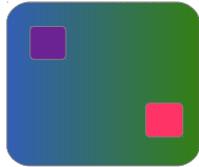
Adaptation par  
modification  
des interactions

Recherche participative, gestion  
adaptative et innovation

Travaux de Samuel Roturier sur les systèmes silvo pastoraux  
Travaux d'Emmanuelle Baudry sur la biodiversité sur le plateau de Saclay

## BILAN des activités

### Sélection

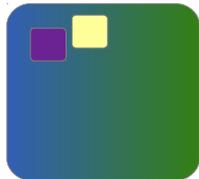


#### •Projet Phare 2

Ingé Caractérisation de la variation structurale

- Thèse Arnaud Becheler Démogénétique environnementale
- InsPRED: réponse des insectes aux changements globaux
- PomFLux: Introgressions adaptatives entre pommiers sauvages et cultivés

### Migration



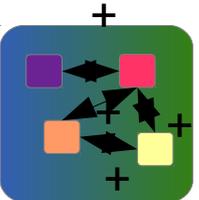
- Brasland: génomique du paysage et adaptation vecteurs de maladie chagas

- Floseq: transcriptomique transition florale et adaptation aux changements climatiques

- Daphné: génomique de l'adaptation à l'hôte, Botrytis

- Sorgho: génétique et transcriptomique de l'efficacité de l'utilisation de l'azote chez le sorgho.

### Interactions positives



#### • **Projet pouvant relever de l'axe 2**

- Wheatamix: mélanges variétaux & adaptation

- ABC papogen (Laure Kaiser): adaptation génétique en lutte biologique

- Animal Change: adaptation & mitigation des productions animales

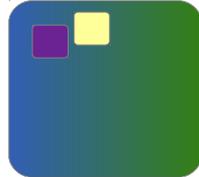
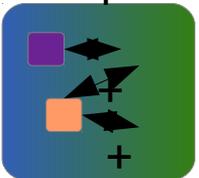
- Dynamiques

- Autres projets SADAPT ou la notion d'adaptation intervient (Rodolphe Sabatier, Muriel Tichit, Véronique Souchere)

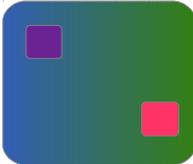
### Plasticité des composantes



## **BILAN Par rapport aux objectifs initiaux**

- |  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
|    | Sélection                  | Les travaux directement soutenus par BASC ou dans l'esprit de BASC montrent :   |
|    | Migration                  | Objectif 1. Des relations entre les adaptations aux différents niveaux hiérarchiques parfois conflictuels.  |
|    | Interactions positives     | Objectif 2. Des mécanismes pouvant être partagés entre les échelles et la possibilité d'en déduire des indicateurs, en particulier du coût de l'adaptation en terme de biodiversité (on ne parle que du coût économique)                      |
|  | Plasticité des composantes | Objectif 3. Des relations entre participation et innovation ? venez à l'atelier demain de 10h(..?) à 11h30 !  |
|  |                            | <b>Parmi les mécanismes d'adaptation à toutes les échelles, favoriser les interactions positives entre composantes plutôt que les mécanismes de sélection qui érodent la diversité des niveaux inférieurs, garante de l'adaptation future</b> |

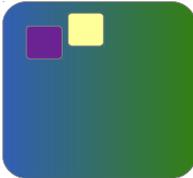
## Perspectives



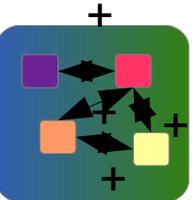
### Sélection

#### •Objectifs et perspectives

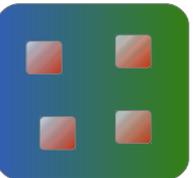
- Une meilleure articulation entre mécanismes génétiques, épigénétiques et non génétiques
- Une meilleure intégration de l'adaptation dans le paysage
- Une meilleure utilisation des données haut débit



### Migration



### Interactions positives



### Plasticité des composantes

Merci à tous !

Sous groupes de travail du département sciences de la vie

SGT5 : Axe2 : intégration de et des individus dans leur environnement

### **Le contexte et le positionnement des questions**

Cette action concerne les questions liées à l'intégration des systèmes biologiques dans leur environnement (portées principalement par le SGT4) et porte sur des questions fondamentales autour de l'agro-écologie, la biodiversité ou encore des impacts des changements climatiques pour n'en citer que peu.

### **Les sujets à travailler**

Plusieurs aspects des questions traitées dans cet axe interrogent directement les sciences quantitatives et formelles. Par exemple, l'intégration multi-échelle des systèmes [échelles de temps et d'espace], passe par des problèmes de représentation formelle de ce type de système et va vers des questions plus ardues en théorie des jeux où en modélisation des épizooties, pour ne citer que deux exemples. Elles interrogent donc sans ambiguïté de multiples communautés des sciences formelles et quantitatives. Un travail d'approfondissement des questions méthodologiques reste néanmoins à faire pour arriver – comme dans l'axe 1 – à bien identifier les domaines de sciences quantitatives et formelles à mobiliser.

Sous groupes de travail du département sciences de la vie

SGT5 : Axe2 : intégration de et des individus dans leur environnement

Méthode de travail, actions et calendrier pour l'axe 1

L'interaction entre les membres du SGT4 et du SGT5 doit se poursuivre. Elle doit de converger sur « les sujets prioritaires » et d'amorcer le travail d'interaction avec les autres départements.

Enfin, il est vraisemblable que certains aspects de cet axe puissent être couplés/s'inscrire dans les réflexions en cours au sein du groupe inter-départements sur « la simulation ».

Action à engager mi-mars pour avoir identifié les sujets prioritaires d'ici la fin mars

Enfin, même si la réflexion est moins avancée que sur l'axe 1, le champ d'application est moins vaste que celui de l'axe 1 et la déclinaison de ce travail en une « action spécifique » devrait poser moins de problème que pour l'axe 1.



Adaptation par  
sélection

**Doctorant BASC**



Adaptation par sélection

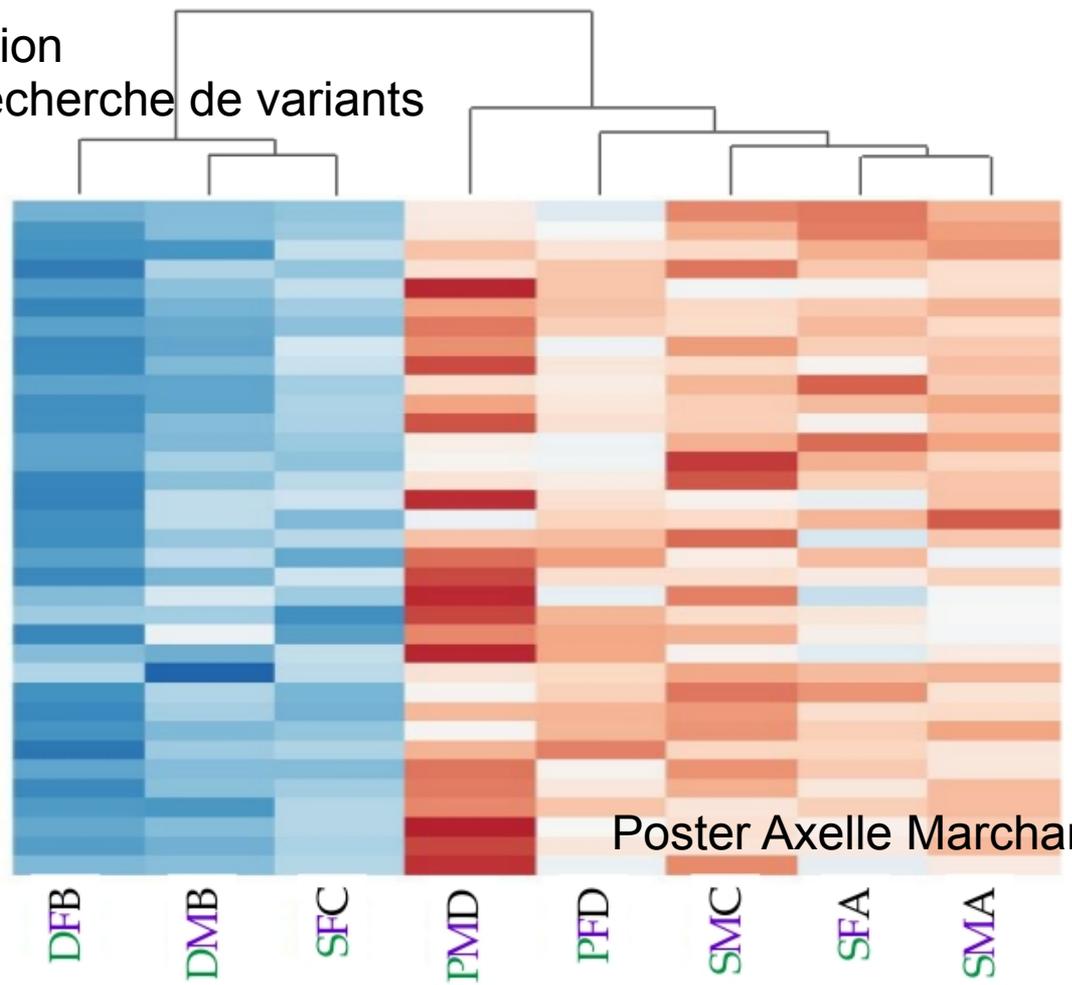
Doctorant transcriptomique comparée Axelle (2014-2017)

NGS → Génétique de l'adaptation  
 Transcriptomique → recherche de variants



Triatoma brasiliensis  
 vecteur maladie de chagas

- Domestique
- Péridomestique
- Silvatique





Adaptation par  
sélection



Adaptation par  
sélection

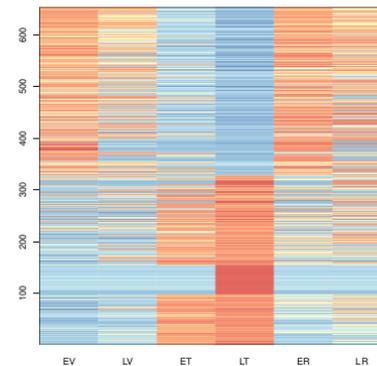
**Projet Appel d'offre FP2 Adaptation**

Projet Floseq, Christinne Dillman

NGS —▶ Architecture génétique de l'adaptation

Identification de gènes impliqués dans la transition florale et  
l'adaptation phénologique aux changements climatiques

Genes involved in flowering transition



Transcriptomique comparée  
Apports méthodologiques

Poster Fabien Chardon