



# Valoriser la diversité génétique en sélection végétale et animale

Isabelle Litrico-Chiarelli et Michèle Tixier Boichard

*Composition du GT*

*Jean-Pierre Bidanel (GA) – Nathalie Couix (SAD) – Pascal Croiseau (GA) – Jérôme Enjalbert (BAP) – Pauline Ezzano (SA) – Hélène Freville (BAP) – Arnaud Gauffreteau (EA) – Dominique Hazard (GA) – Pierre-Benoît Joly (SAE2) – Bernard Kurek (CEPIA) – François Lefèvre (EFPA) – Stéphane Lemarié (SAE2) – Isabelle Litrico-Chiarelli (BAP) – Valérie Mechin (CEPIA) – Laurence Moreau (BAP) – Jean-Benoît Morel (SPE) – Florence Phocas (GA) – Laurence PUILLET (PHASE) – Michèle Tixier-Boichard (DS Adjointe Environnement, GA) – Nicolas Verzelen (MIA)*

# Valoriser la diversité génétique en sélection végétale et animale

## Quelle « diversité génétique » ?

Diversité intra-spécifique, également associations d'espèces,

## Avancées scientifiques récentes :

Contribution de la diversité génétique à la performance des systèmes agroécologiques

## Fronts de science

## Verrous méthodologiques et dispositifs expérimentaux

# Contexte actuel



## Génétique végétale

Une seule variété homozygote représente souvent l'espèce installée

Spécialisation de pathogènes

⇒ nouveaux critères de sélection

⇒ de multiples variétés sont conservées en collection



## Génétique forestière

Populations encore très variables

Temps long

Changement climatique



## Génétique animale

Perte de diversité intra-race

⇒ Optimisation

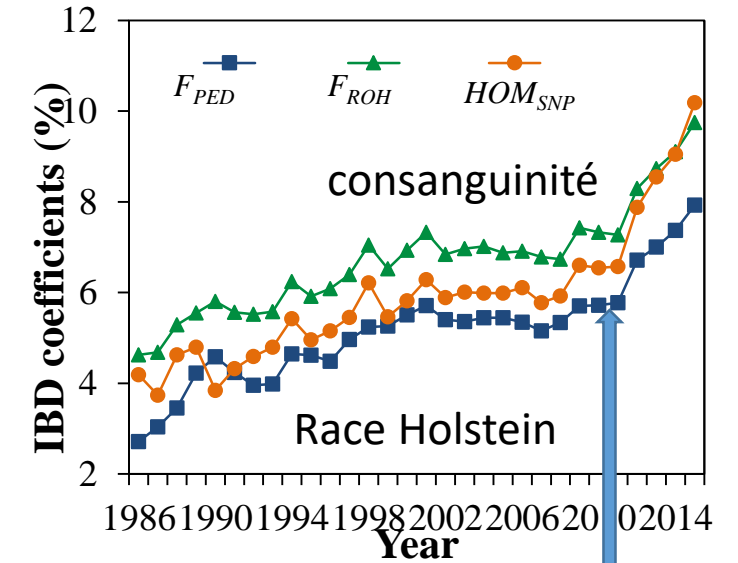
$\Delta F / \Delta G$

Des limites physiologiques

ou éthiques à la sélection

⇒ nouveaux critères,

⇒ préservation de races locales + collections en cryobanque



Sel. Génomique

# Contribution de la diversité génétique à la performance des systèmes



## Génétique végétale

Rôle positif de la diversité génétique

- sur la stabilité de la production de biomasse et la résistance à la sécheresse
- sur l'abondance des espèces composant un mélange cultivé

**Ex: projet ANR Praise**

- sur la régulation des maladies
- sur l'abondance des bactéries et champignons du sol

**ex: projet ANR Wheatamix**



## Génétique animale

**Séquençage → marquage dense du génome pour piloter la diversité à un niveau plus fin, calcul d'un indicateur d'originalité génétique**

**Croisement**

**→ résilience des populations métissées :**

ex: race ovine Romane,



## Génétique forestière

**Enrichissement génétique des peuplements**

**Introduction d'espèces exotiques**

**⇒ Modèle démo-génétique**



# Les mélanges prairiaux multispécifiques semés



ANR BioAdap  
2014-2018

Nécessité de stabiliser la production, de maintenir les espèces dans le mélange

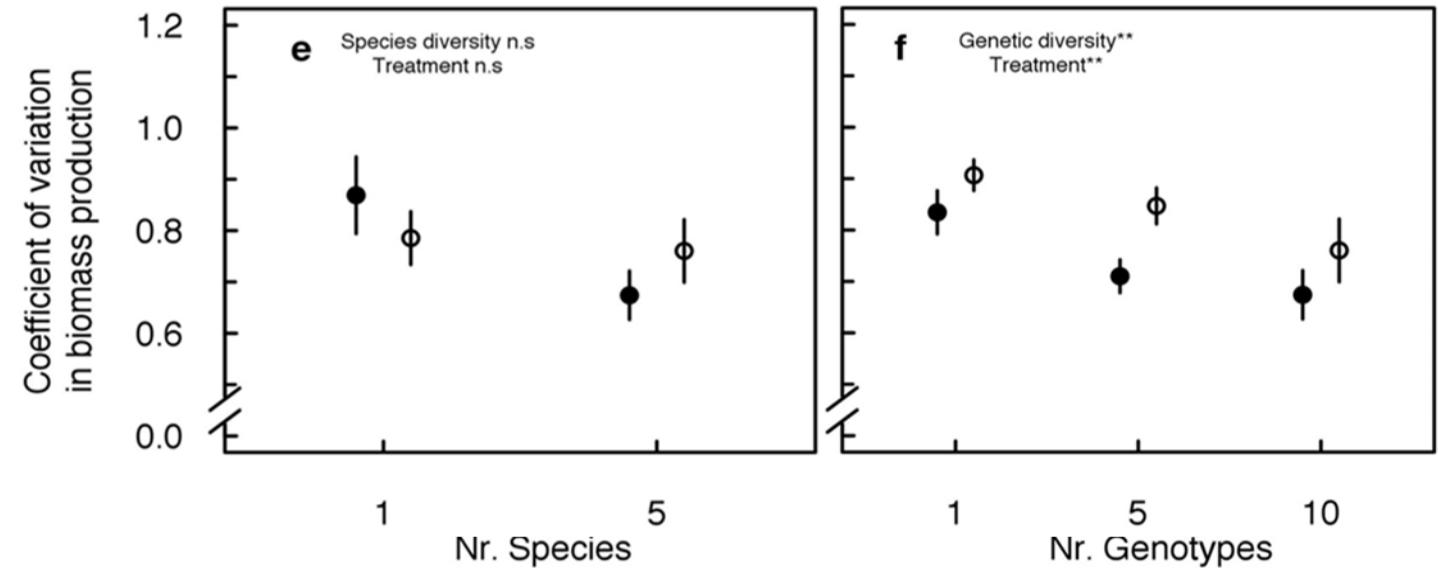
→ Diversité génétique des espèces en mélange = Levier d'action?

→ Quels effets de la diversité génétique sur la structure, le fonctionnement et la production du mélange?



*Essai à l'INRA de Lusignan (86)*

Diversité génétique des espèces variable  
entre mélanges



nature  
plants

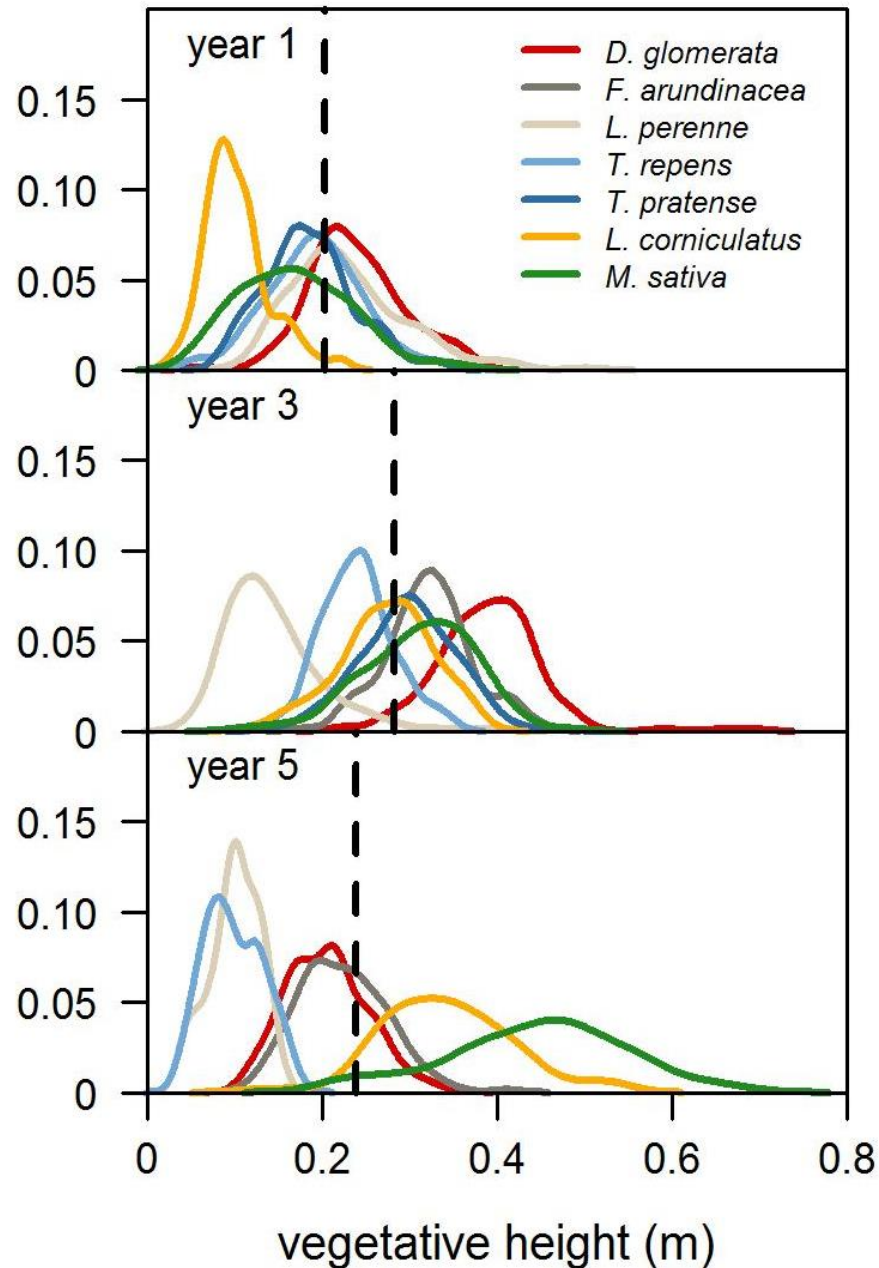
PUBLISHED: 30 MARCH 2015 | ARTICLE NUMBER: 15033 | DOI: 10.1038/NPLANTS.2015.33

LETTERS

## Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands

Iván Prieto<sup>1</sup>, Cyrille Violle<sup>1\*</sup>, Philippe Barre<sup>2</sup>, Jean-Louis Durand<sup>2</sup>, Marc Ghesquiere<sup>2</sup>  
and Isabelle Litrico<sup>2\*</sup>

# Quels mécanismes de l'effet de la diversité ?



nature  
plants

LETTERS

<https://doi.org/10.1038/s41477-019-0569-7>

## Both selection and plasticity drive niche differentiation in experimental grasslands

Julien Meilhac<sup>1</sup>, Lucas Deschamps<sup>2</sup>, Vincent Maire<sup>2</sup>, Sandrine Flajoulot<sup>3</sup> and Isabelle Litrico<sup>1\*</sup>

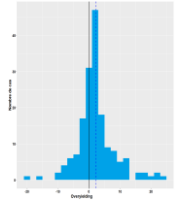
La diversité génétique permet la différenciation de niches des espèces qui est à la base de la diminution de la compétition entre espèces dans les communautés



ANR BioAdap  
2014-2018

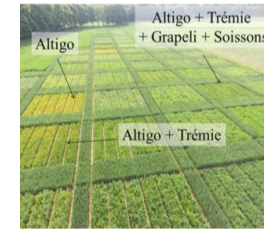
- **Un gain modéré mais robuste de productivité (2-4%)**

Borg *et al.* in prep



- **Régulation efficace de différentes maladies, avec des synergies entre résistance et architecture**

Vidal *et al.* 2017, 2018 - Borg *et al.* 2018



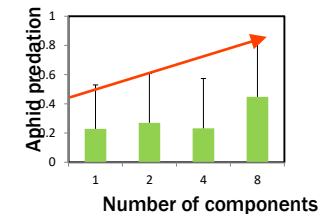
- **Pas d'effet sur les communautés sauvages associées** (lié aux conditions d'essai : agriculture conventionnelle)

- - *Mais un effet positif sur l'abondance des araignées et la longévité des vers de terre* Dubs *et al.* 2018, Chassé *et al.* 2019

- **Des effets faibles mais positifs sur :**

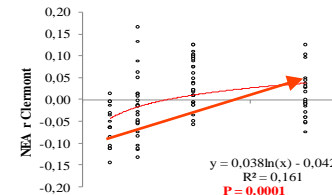
- *prédation des pucerons*

Porcher *et al.* in prep



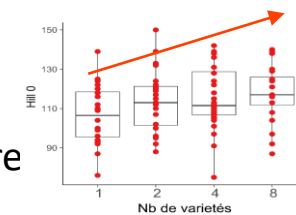
- *abondance et fonctionnement des bactéries nit-dénitrifiantes.*

Hugoni *et al.* in prep



- *abondance des mycorhizes*

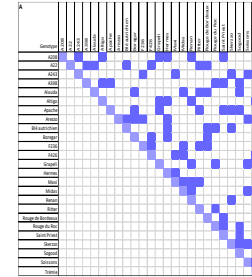
Taschen *et al.* in prep





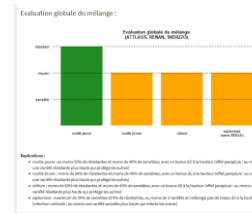
# Mélanges variétaux - Principaux résultats

- **De nouvelles méthodes pour évaluer et sélectionner les mélanges variétaux**  
→ Estimation de l'aptitude au mélange sur dispositifs incomplets



Forst et al. 2019

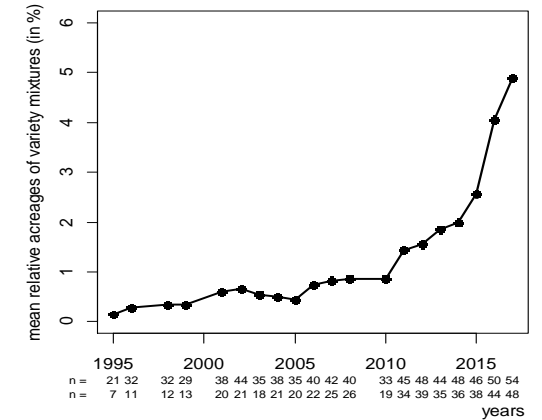
- **Des règles d'association pour concevoir des mélanges**  
→ Outil OPTIMIX [www.inra.fr/Optimix](http://www.inra.fr/Optimix)



- **Une forte progression des mélanges en France (12%)**



- **Une forte dynamique scientifique sur la diversité intra-spécifique**



- **Un exemple d'innovation systémique appelant à de nouvelles explorations et constructions de connaissances dans la filière**

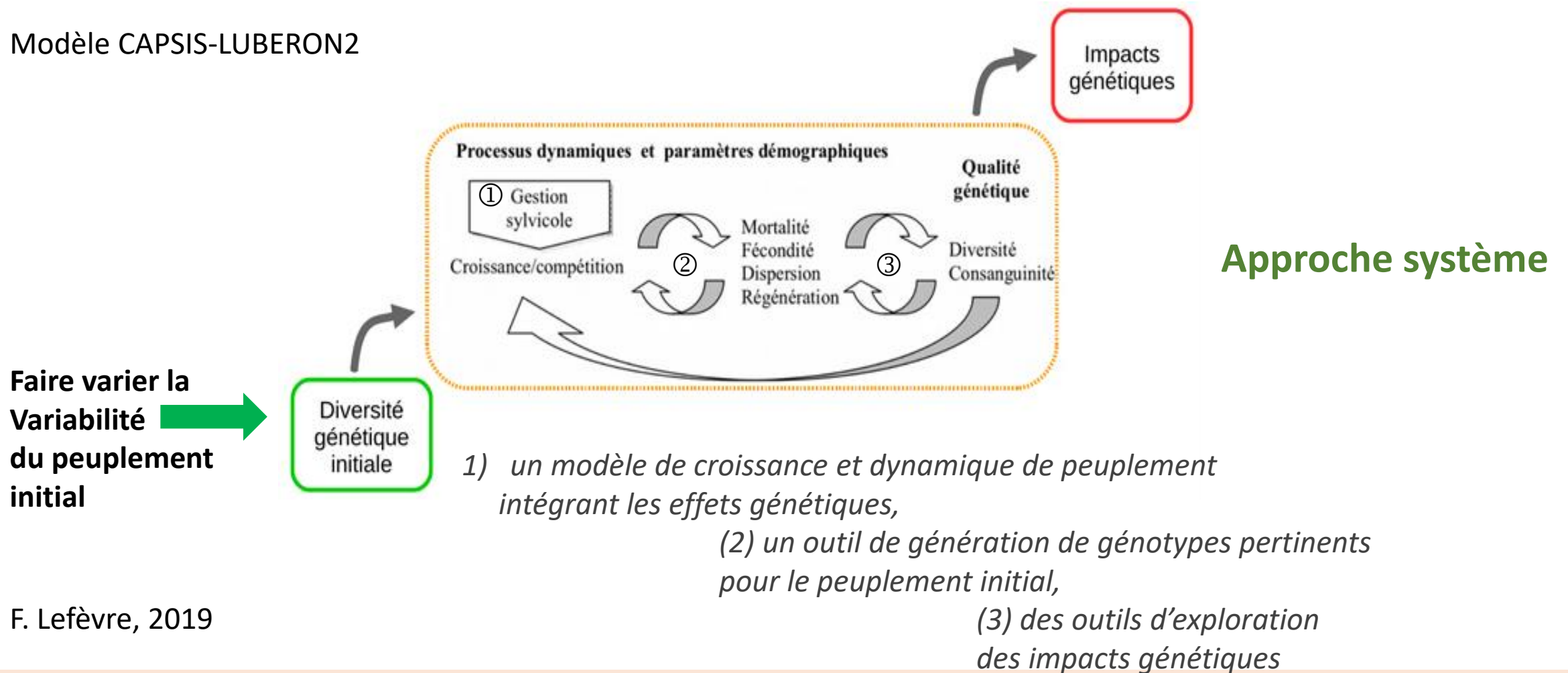


Labarthe et al. in prep



# Approche démo-génétique pour simuler les impacts génétiques à court et à long terme de différents scénarios sylvicoles

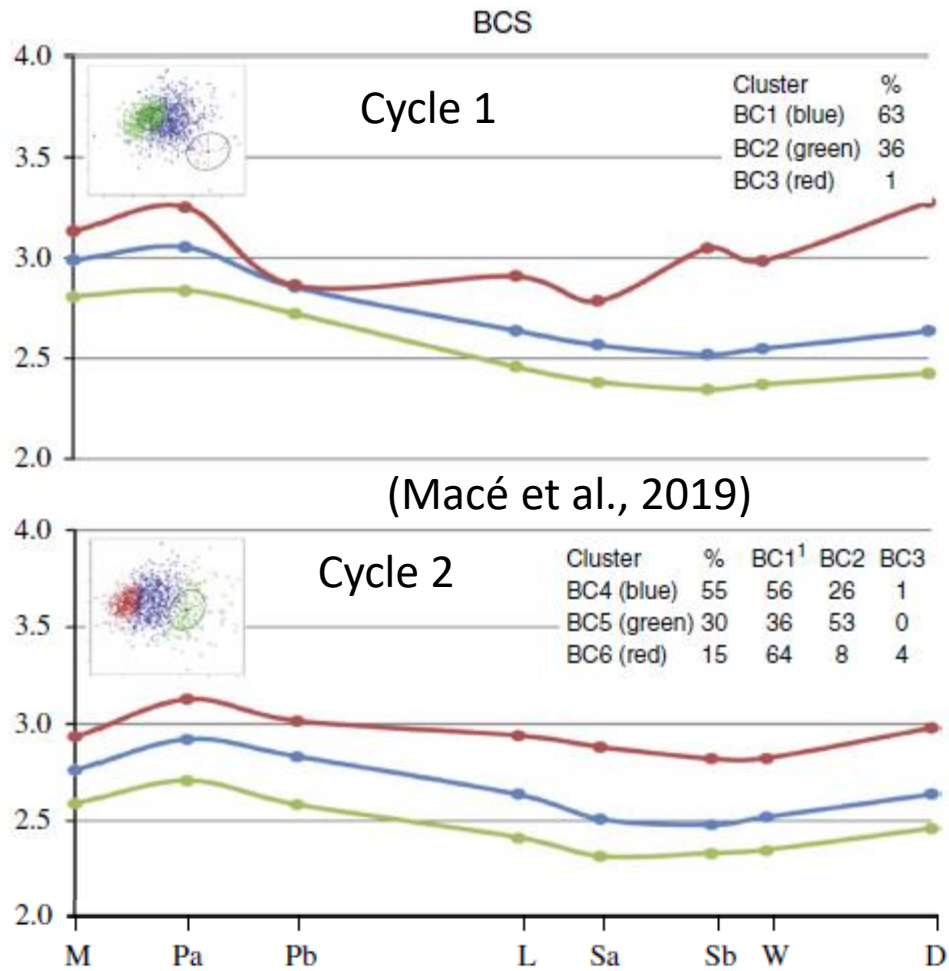
Modèle CAPSIS-LUBERON2



Faire varier la Variabilité du peuplement initial

F. Lefèvre, 2019

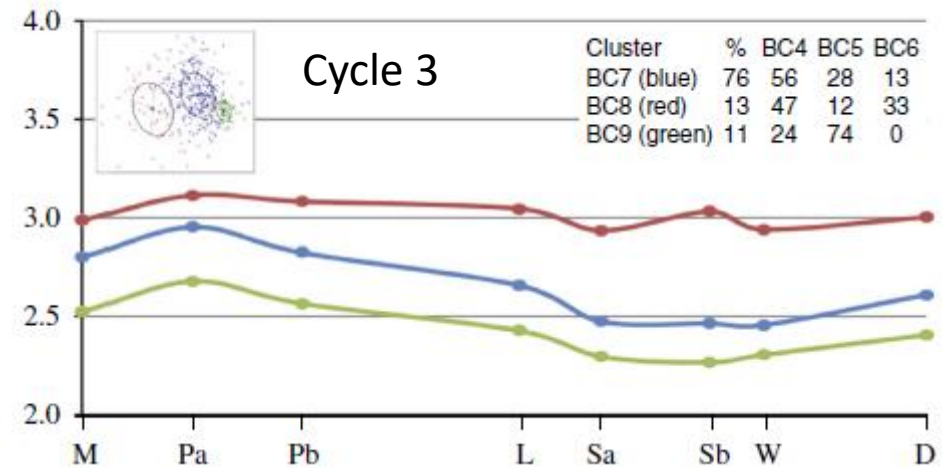
# Variabilité individuelle de la note de condition corporelle des brebis Romanes en élevage extensif



## 3 profils-type identifiés

les proportions varient en fonction du cycle de production  
 les profils évoluent en fonction du cycle

## Impact positif de l'utilisation de la Romane sur la biomasse végétale du parcours



Étapes du cycle : de l'accouplement à la fin de la lactation

# Deux fronts de science principaux :

- ✓ Comprendre et estimer la **part génétique de la variation due aux interactions** au sein d'un groupe complexe (troupeau, peuplement forestier, champ cultivé) afin de tirer parti de la variabilité génétique des interactions
  - ✓ Interactions entre individus (effet génétique de  $i$  sur la performance de  $j$ )
  - ✓ traits plus ou moins affectés par ces interactions
  - ⇒ **Utiliser la diversité devient l'objectif avec la nécessité d'identifier quelle diversité (traits-gamme de valeurs) pour optimiser les interactions**
- ✓ Etudier les **relations entre la diversité génétique et les services écosystémiques** rendus par les systèmes de culture, d'élevage, de foresterie
  - ✓ **Gamme de diversité efficace, en fonction des traits**

# Verrous méthodologiques et expérimentaux

- ✓ **Etudier les interactions multiples** Génotype × Microbiote × Env't Physique × Conduite × Processus

modèles et données ++++

modèle individu centré ≠ modèle populationnel

- ✓ **Intégrer la diversité génétique dans la (re-)conception des systèmes agricoles**

quel **choix de génotypes** ? Une composante incontournable de l'approche système

Intégrer les données génétiques dans les BD socio-économiques

Recherche participative

- ✓ **Intégrer la diversité de la matière première**

et non plus la gommer

dans le processus de transformation

Diversité génétique et/ou environnementale → chaque année des milliers d'échantillons...

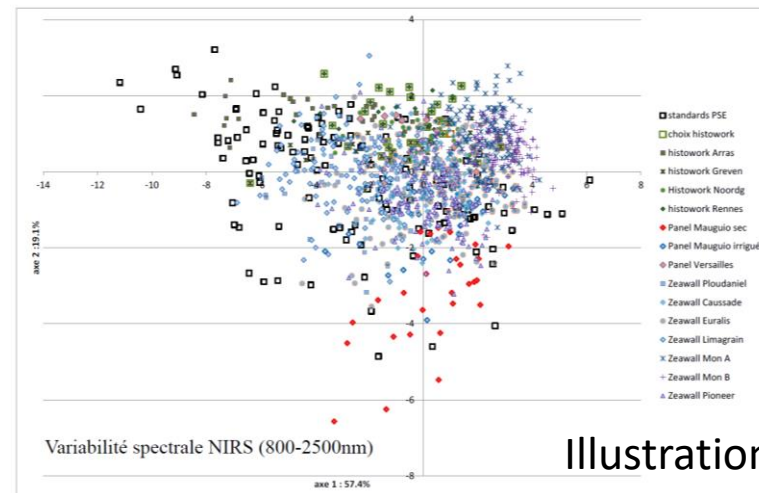


Illustration B. Kurek, CEPIA



# CONCLUSIONS

**Convergence de préoccupations entre génétique végétale, animale, forestière**

**Outils disponibles pour un suivi fin de la diversité génétique : un atout pour la transition agroécologique**

Exploiter les possibilités de phénotypage intensif

Réintroduire de la diversité à partir des ressources génétiques

**Re-concevoir les objectifs et schémas de sélection au-delà de l'addition de nouveaux critères**

(mélanges, combinatoire de croisements, pondérations de critères)

**Changement majeur: le groupe idéal (**idéomix**)  $\neq$  somme d'individus idéaux**

exploiter les complémentarités écologiques, le groupe idéal dépend du contexte physique, social, technique

Intégrer les différentes échelles : des mécanismes moléculaires aux traits, individu, population  
de la parcelle, à l'exploitation au paysage

**Défis habituels à toute nouvelle approche:**

accepter/gérer le risque ; redéfinir le moyen de garantir la qualité du produit final

vérifier la pertinence du nouveau système par une évaluation multi-critères