

La diversité génétique pour l'adaptation des prairies au changement climatique

- P.Barre, R.Barillot , D.Combes, J.L.Durand, A.Escobar-Gutiérrez, C.Firmat, E.Frak, M.Ghesquière, B.Julier, T.Keep, I.Litrico, G.Louarn, J.Meilhac, J.P.Sampoux, F.Surault, B.Wolff **INRAE – P3F Lusignan**
- F. Volaire **INRAE-CNRS CEFE Montpellier**
- T. Bourgoin **Agri-Obtentions Lusignan**



Sommaire

- Introduction
- Vers de nouvelles variétés plus tolérantes au stress hydrique et productives
- Quelles variétés pour des prairies multi-espèces ?
- Conclusions et perspectives



Introduction

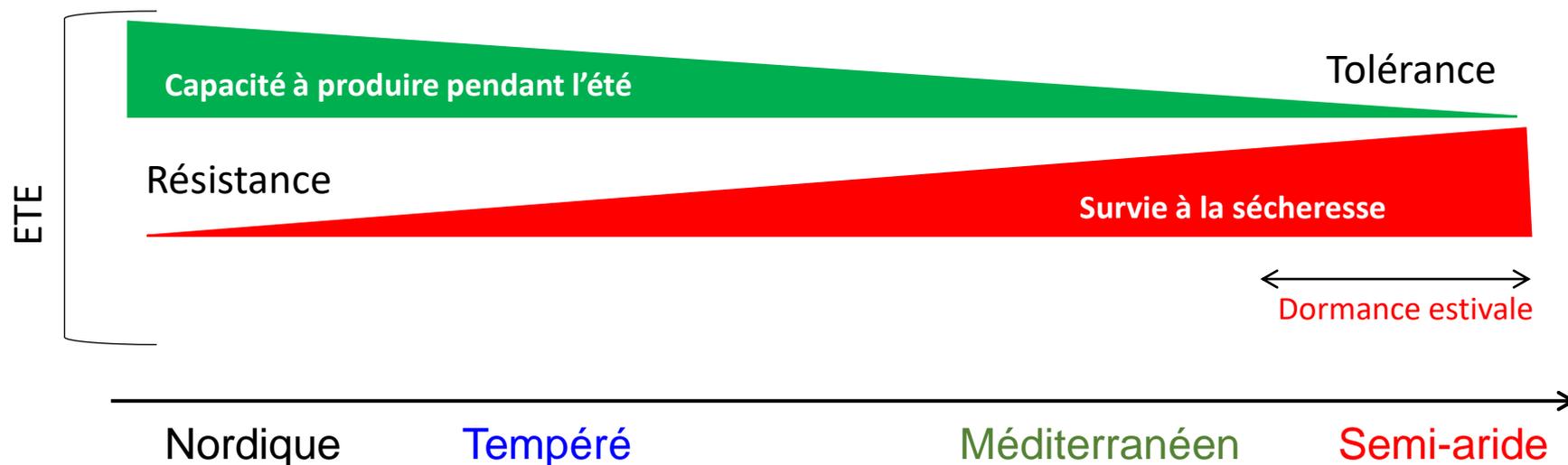
Le changement climatique et ses effets sur les prairies

- Augmentation très probable de **l'intensité des sécheresses et de leur fréquence** (Déqué 2015)
 - **Diminution de la production des prairies l'été** par manque d'eau (Durand et al. 2010)
 - **Evolution de la composition botanique** vers des espèces moins productives
- Augmentation des **températures minimales hivernales**, ce qui réduirait les risques de gel
 - Augmentation de la production des prairies **en fin d'hiver** grâce à des **populations plus précoces** (Durand et al. 2010)
- Augmentation de la **teneur en CO₂** de l'atmosphère (IPCC 2000)
 - Augmentation du rendement des prairies en conditions favorables (Durand et al. 2010; Kimball 2016).



Introduction

Les stratégies d'adaptation aux sécheresses



Cartographie des stress en matière de fréquence et d'intensité
Caractérisation des réponses des populations aux stress

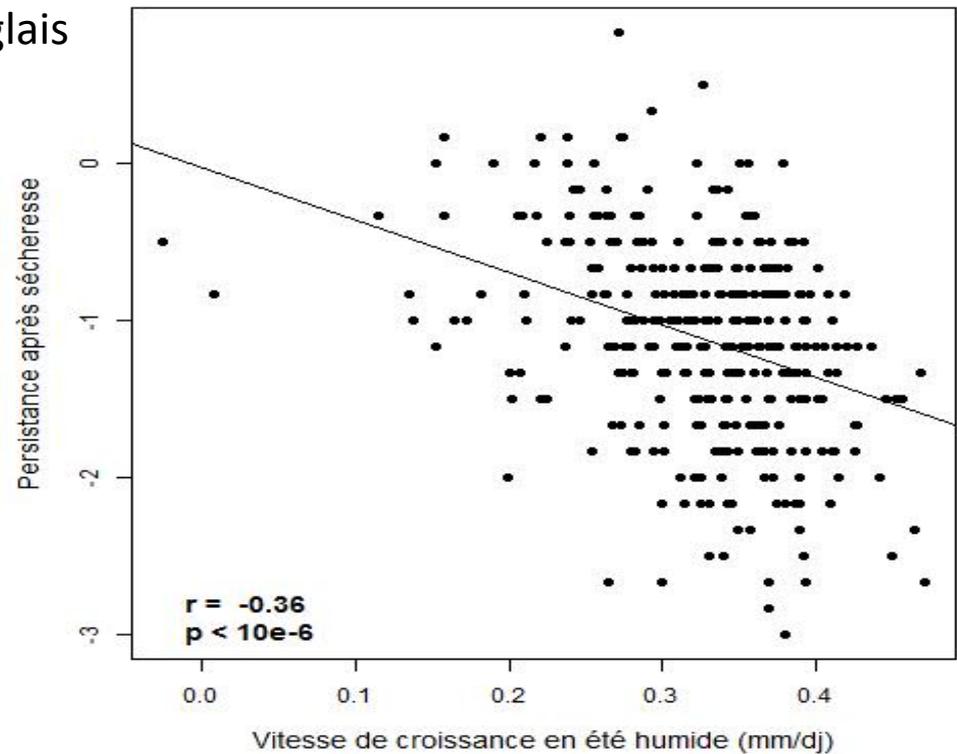
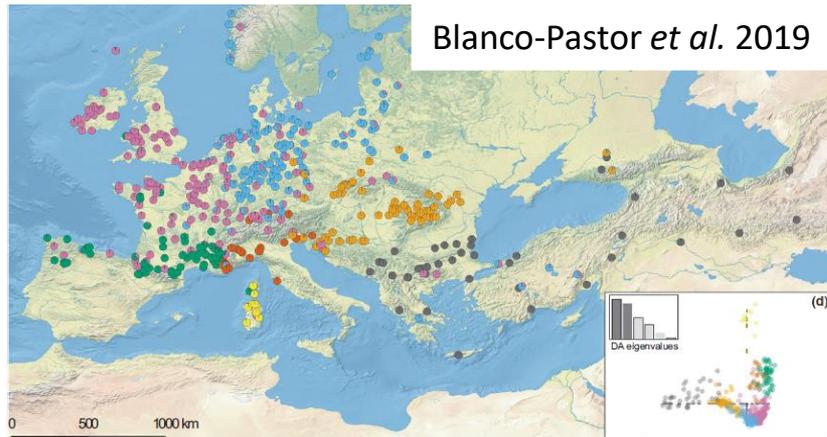
Introduction

Les stratégies d'adaptation aux sécheresses

Projet FACCE-JPI GrasslandScape

J.P. Sompoux

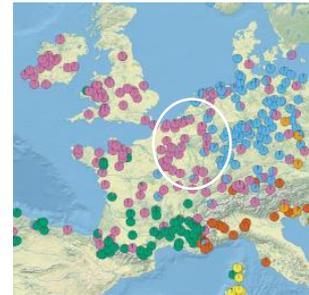
385 populations naturelles de ray-grass anglais



Vers de nouvelles variétés plus tolérantes au stress hydrique et productives

Essentiellement des variétés pour climats tempérés

- L'essentiel du progrès génétique sur le rendement chez le ray-grass anglais a porté sur les coupes d'été et d'automne pour les régions tempérées: **résistance à la sécheresse** (Sampoux *et al.* 2011)
- La majorité des variétés de **ray-grass anglais** sont issues de populations naturelles provenant de régions au climat tempéré (Blanco-Pastor *et al.* 2019)
- Le **dactyle** a été amélioré pour la souplesse d'exploitation en croisant du matériel portugais, galicien et d'Asturies avec du matériel breton (C.Mousset)
- Chez la **luzerne**, la sélection est essentiellement conduite au sein du matériel génétique ayant la dormance automnale ciblée



Vers de nouvelles variétés plus tolérantes au stress hydrique et productives

Valorisation des ressources génétiques

- De nombreuses ressources génétiques pour les principales espèces fourragères sont disponibles dans des centres de ressources génétiques (e.g. ECPGR : <http://www.ecpgr.cgiar.org/>)
 - En France Centre Ressources Génétiques INRAE URP3F
- Différentes stratégies :
 - Sélection entre populations et au sein des populations
 - Croisements entre populations ou espèces puis sélection:
 - Dactyle: populations tempérées x méditerranéennes
 - Ray-grass hybride: ray-grass anglais x ray-grass d'Italie
 - Festulolium: fétuque élevée ou glaucescens x ray-grass

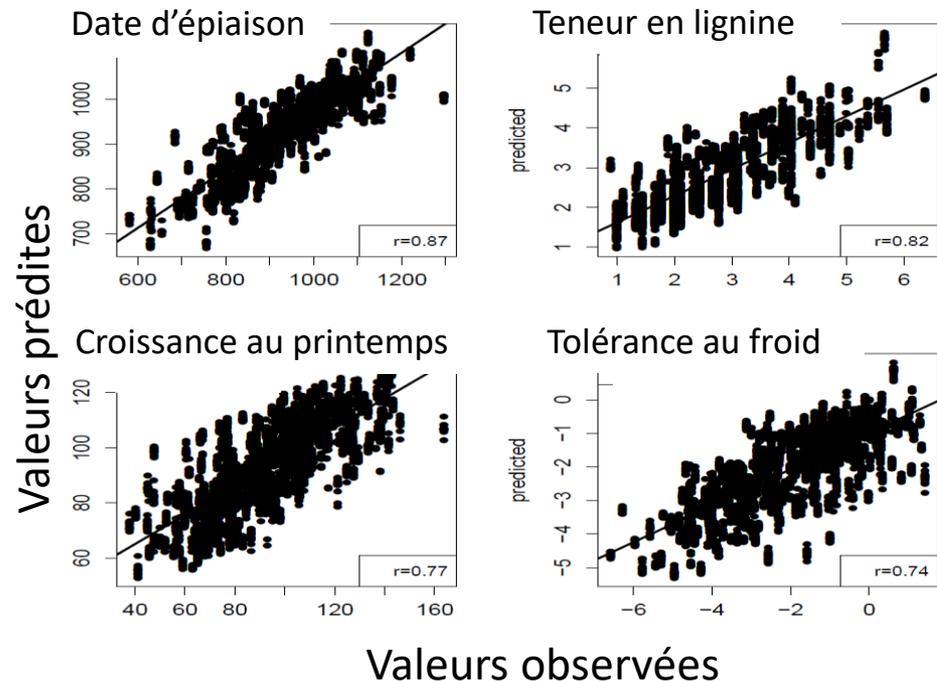


Vers de nouvelles variétés plus tolérantes au stress hydrique et productives

Valorisation des ressources génétiques

- Possibilité d'utiliser les marqueurs moléculaires
 - Identification des bases génétiques des caractères
 - Prédiction génomique
 - Description des ressources génétiques
 - Sélection

Prédiction génomique sur 385 populations naturelles de ray-grass anglais

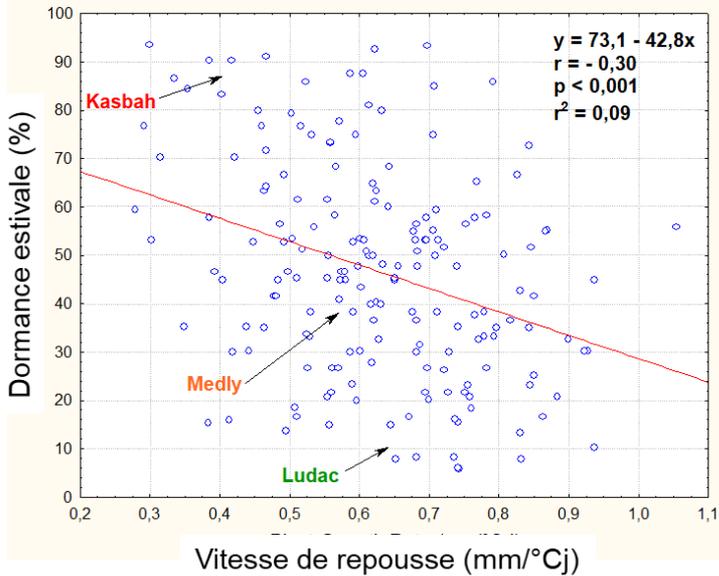


Keep *et al.* 2020

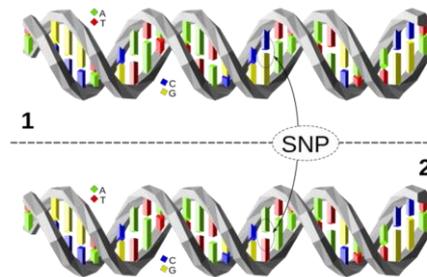
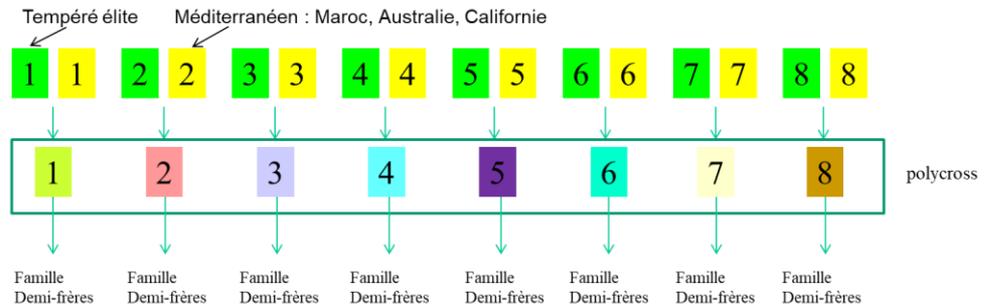
Vers de nouvelles variétés plus tolérantes au stress hydrique et productives

Exemple : dactyle tempérée x méditerranéen

Kallida et al. 2016



Projet CASDAR DACTYSEC



Quelles variétés pour des prairies multi-espèces ?

Quelle diversité dans les prairies ?

- Intérêt fréquent de la **diversité spécifique** pour le maintien de la production face aux aléas (Capitaine *et al.* 2008; Litrico *et al.* 2016)
- Des **règles d'assemblage d'espèces** sont proposées qui prennent en compte les conditions pédo-climatiques, les pratiques culturales, la pérennité
- Mais peu de connaissances sont actuellement disponibles pour préconiser des variétés au sein des espèces
- « Les meilleurs mélanges seront obtenus à partir des meilleures variétés, en tenant compte de leur capacité à être associées » (Deraedt *et al.* 2017) Label France Prairie

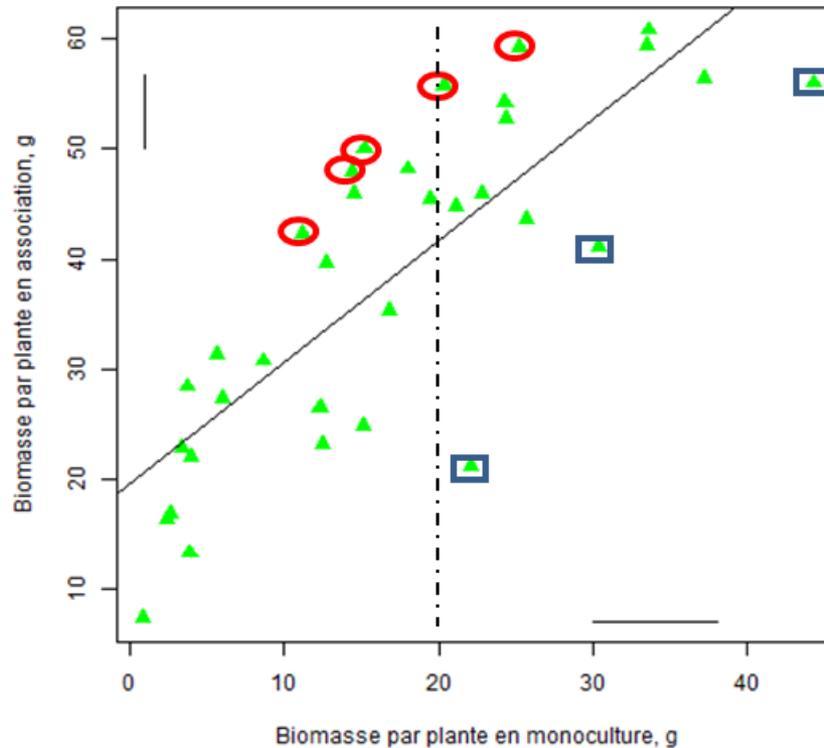
Comment optimiser la sélection des variétés pour des mélanges ?



Quelles variétés pour des prairies multi-espèces ?

La sélection en monoculture n'est pas l'optimum pour une utilisation en mélange

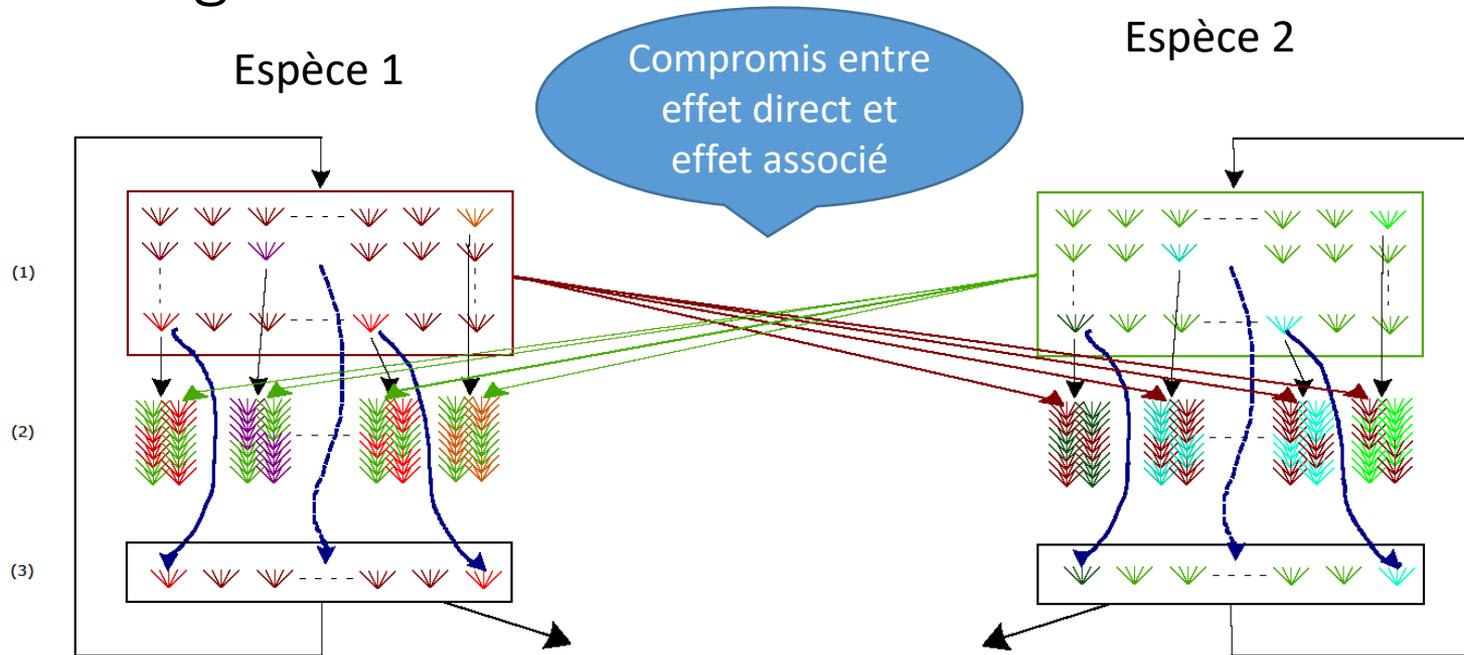
Luzerne en association avec de la fétuque élevée



Maamouri *et al.* 2017

Quelles variétés pour des prairies multi-espèces ?

Schémas de sélection récurrente avec des évaluations en mélange

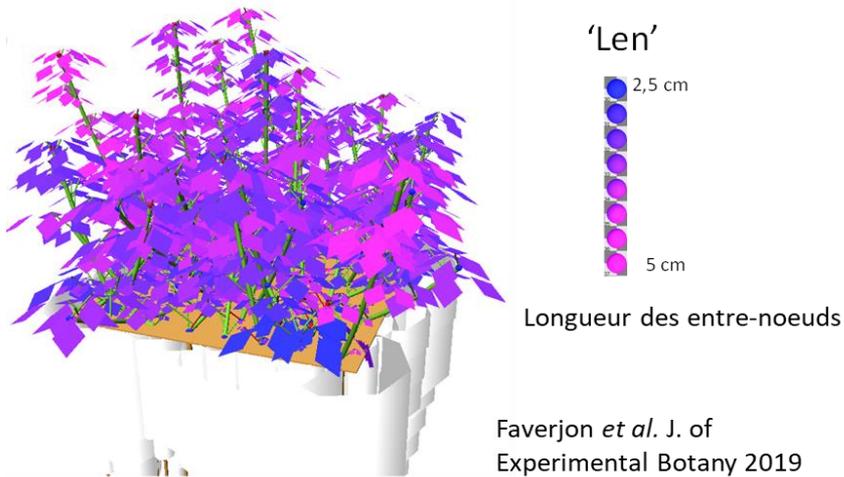


Mélanges de variétés développées à partir
des meilleurs candidats pour l'Aptitude
Générale à l'Association avec l'autre espèce

Sampoux *et al.* 2019

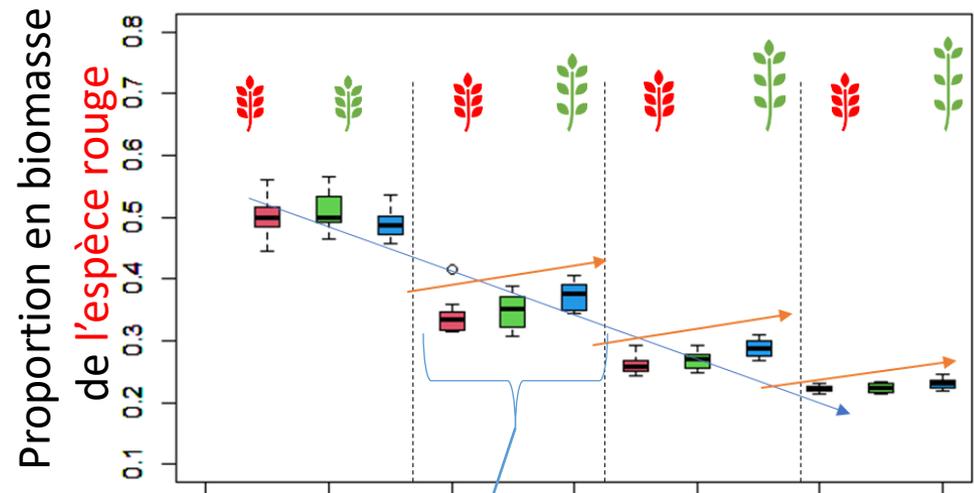
Quelles variétés pour des prairies multi-espèces ?

Intérêt de la modélisation comme premier filtre



Modèle individu centré: Virtual GrassLand

Modélisation de peuplements avec deux espèces



Diversité génétique croissante :

- Maintien l'équilibre des espèces
- Permet la sélection dans les espèces

Thèse B.Wolff

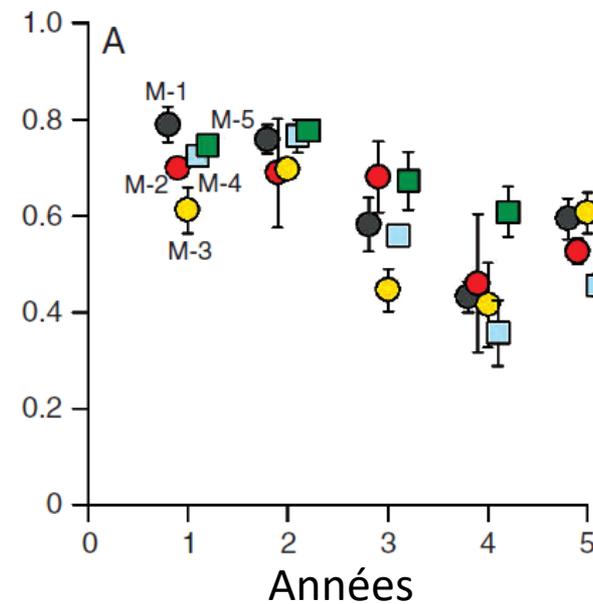
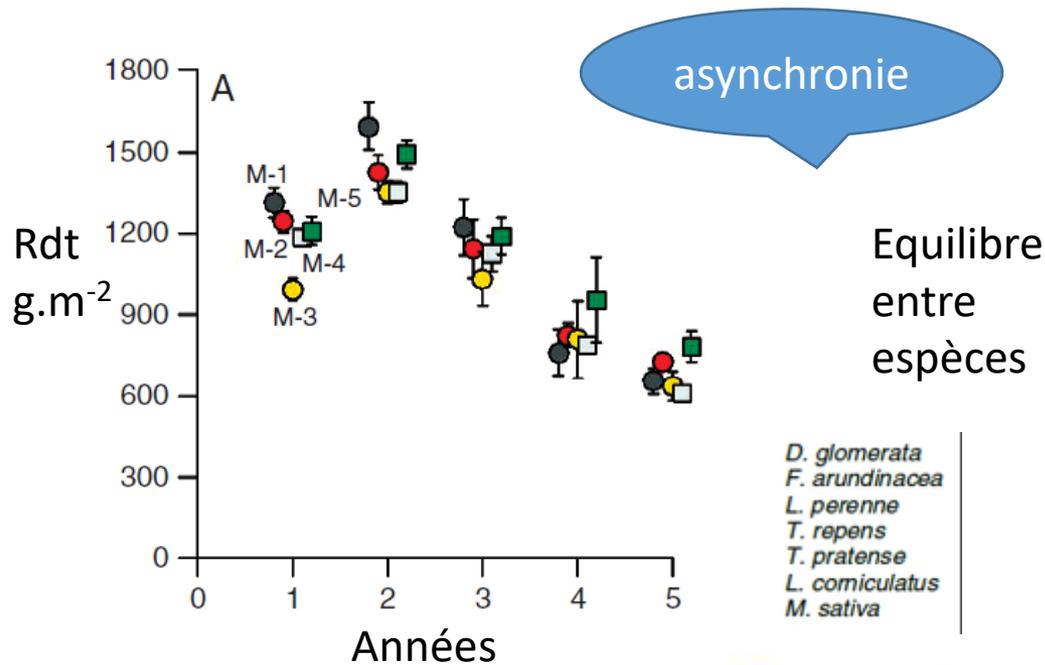
Quelles variétés pour des prairies multi-espèces ?

Intérêt de la diversité génétique au sein des prairies

- Stabilité de la production
- Maintien des différentes espèces

Diversité au sein des espèces

$$M1=M2=M3 < M4 < M5$$

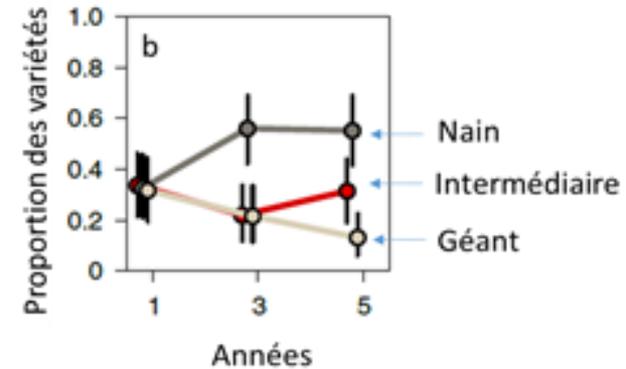
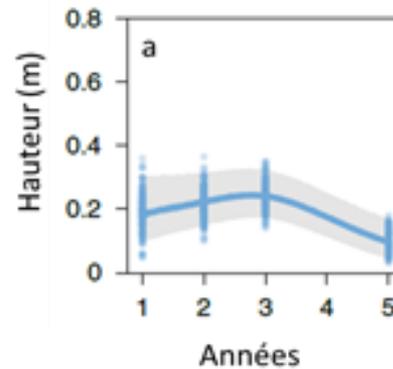
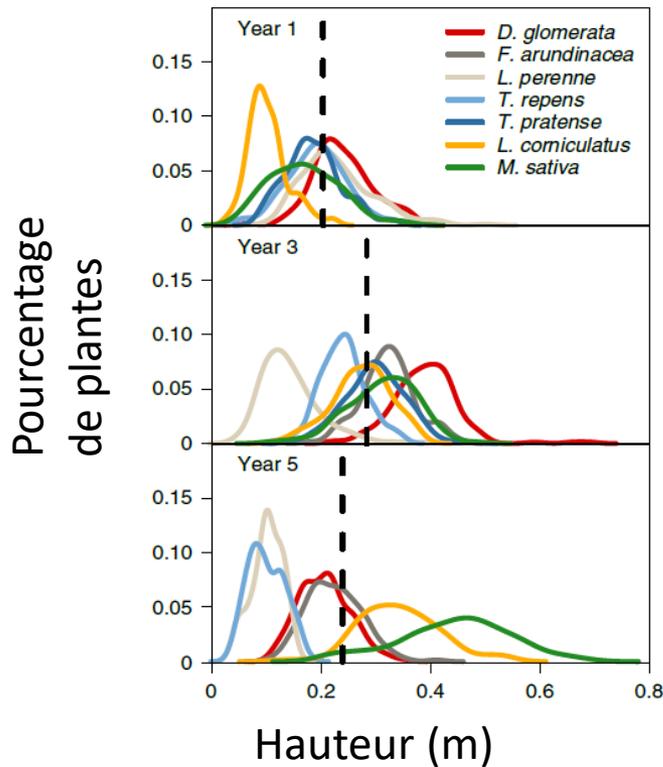


Meilhac *et al.* 2019

Quelles variétés pour des prairies multi-espèces ?

Intérêt de la diversité génétique au sein des prairies

- Différenciation de niches



Evolution du trèfle blanc dans les mélanges

Plasticité et sélection

Meilhac *et al.* 2019

Importance des ressources génétiques pour l'adaptation au changement climatique

- Les variétés actuelles ne représentent qu'une partie de la diversité de l'espèce optimisée pour un climat tempéré
- Conservation *ex situ* à pérenniser et à enrichir (nouvelles espèces?)
- Conservation *in situ* à réfléchir
- Valorisation des ressources génétiques:
 - Meilleure description de leur diversité **en fonction des environnements**
 - Création de populations de pré-breeding
 - Quelle diversité peut-on obtenir par croisements ?
 - Intérêt des marqueurs moléculaires

Conclusions et perspectives

Optimiser la sélection pour les mélanges

Ressources
Génétiques

Nouveaux
idéotypes

Prise en compte
de la dynamique
et de l'évolution
du macro
environnement

Apport de la modélisation pour
Le choix des moyennes et variances

- Pour certains caractères

Quels
caractères ?

Variétés

Cycles de sélection en mélange pour affiner
les variétés en « boîte noire »

Variétés

Quelle diversité
spécifique et
génétique selon
les caractères et
« neutre » ?

Evolution naturelle *in situ* dans les
exploitations pour optimiser l'adaptation locale

Semences
fermières ?

Merci pour votre attention !



INRAE URP³F
Nouvelle-Aquitaine-Poitiers

