



## Rapport de stage

# Étude de la variabilité des performances des légumineuses fourragères et à graines au sein de la région Bourgogne. Exemple du pois protéagineux de printemps et de la luzerne



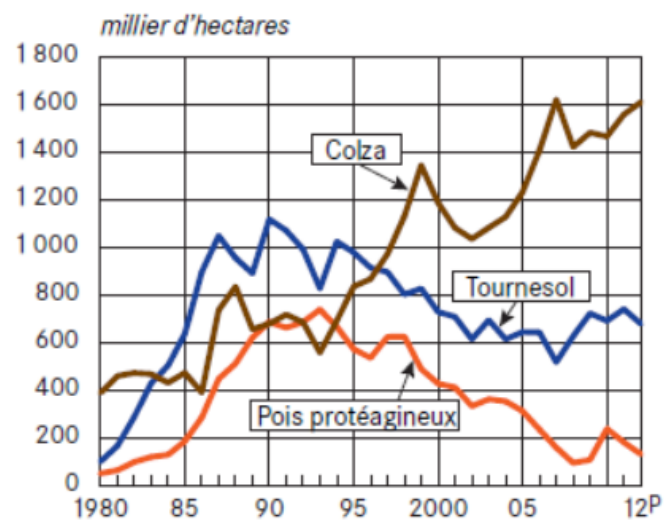
Yvan Guiavarc'h

Maitre de stage: Élise Pelzer  
Encadrant: Mathieu Bazot

Structure d'accueil:  
UMR Agronomie INRA/APT  
Thiverval Grignon



## Une absence notable des légumineuses dans les assolements français



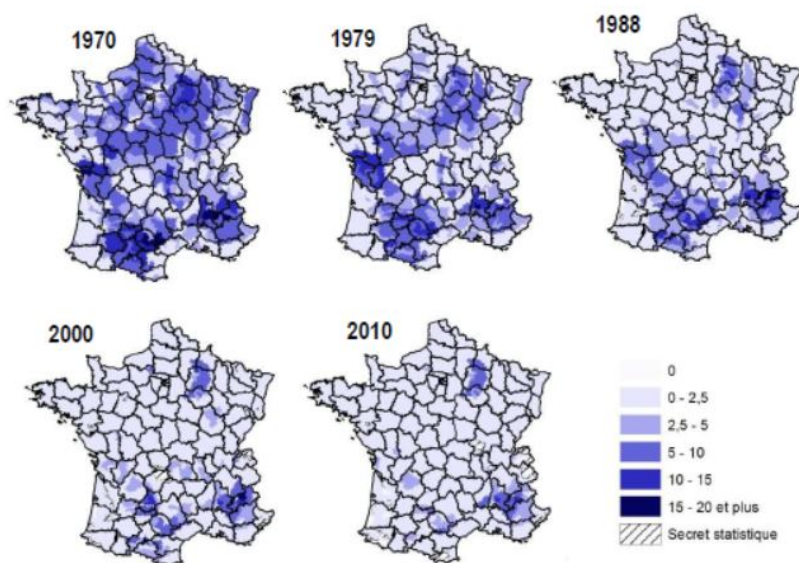
- Réduction amorcée dans les années 1990 (réorientation de la PAC)

Source : Agreste - Statistique agricole annuelle.

Évolution des surfaces de protéagineux depuis 1980



## Une absence notable des légumineuses dans les assolements français



Évolution des surfaces en prairies temporaires de luzerne jusqu'à 2010

- Diminution des surfaces à partir des années 80 (Révolutions fourragères)
- Concentration de la production dans régions de Champagne crayeuse en Rhône-Alpes



## Des caractéristiques intéressantes

- ❖ Autonomie azotée par fixation symbiotique avec *Rhizobium*  
Diminution de la fertilisation azotée sur la culture suivante  
(Peix et al. 2015; Tribouillois et al. 2015)
- ❖ Réduction des émissions de gaz à effets de serres (CO<sub>2</sub> et N<sub>2</sub>O) par rapport aux cultures fertilisées  
(Jensen et al. 2012; Jeuffroy et al. 2013)
- ❖ Diversification des rotations par introduction de nouvelles familles botaniques  
(Thiebeau et al., 2010; Meynard et al. 2013)



## Quelques inconvénients

- ❖ Risques de lixiviation des nitrates  
(Vertès et al. 2010)
- ❖ Variabilité des rendements dans le temps et l'espace  
(Cernay et al. 2015)



## Objectif et problématique du stage

Comprendre la variabilité des rendements en légumineuses au niveau du territoire du plateau de Langres (Bourgogne)

- H1 : La variabilité des rendements en légumineuses au sein d'un territoire est liée à la gestion technique et au mode d'agriculture dans lequel la légumineuse se développe
- H2 : Les caractéristiques du climat et du sol sont des facteurs importants de variabilité des rendements en légumineuses
- H3 : Les légumineuses n'ont pas toutes la même tolérance aux différents stress biotiques

# Démarche

## Observatoire en parcelles agricoles

Variabilité des rendements des légumineuses

Deux espèces majeure en Bourgogne

Légumineuses à  
graines annuelle :  
le pois de printemps

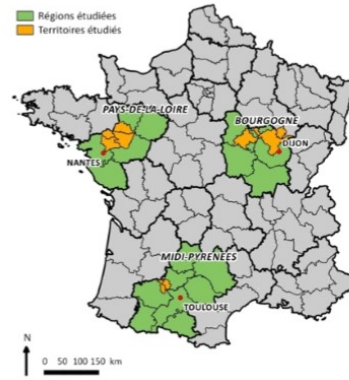
Légumineuse fourragère  
pluriannuelles: la luzerne

• Rendement

• Rendement  
• Ecart entre rendement  
potentiel (estimation à  
l'aide d'un modèle) et  
rendement réel

Analyse des facteurs explicatifs de cette variabilité

$$MS = 0.854 * \sum \left[ Rg * \left( 1 - \exp \left( -8.1 * 10^{-3} * \sum \theta \right) \right) \right]$$



Nb de tiges par  
m<sup>2</sup>; Hauteur

Nb de pieds par  
m<sup>2</sup>; Nb d'étages  
de gousses; PMG

Enquêtes agricul-  
teurs

Données météo

Adventices

*Aphanomyces*

Adventices

Composantes de rende-  
ment

Conduite

Stress abiotiques

Stress biotiques



## Matériels et méthodes

### Dispositif

	Luzerne	Pois protéagineux
Conduite conventionnel	5 parcelles	6 parcelles
Conduite biologique	7 parcelles	5 parcelles

### Liste des variables mesurées

Luzerne	Nombre de tiges par m <sup>2</sup>	Hauteur en cm	Biomasse sèche de luzerne par m <sup>2</sup> à chaque fauche (rendement fourrage)			Biomasse sèche d'adventices par m <sup>2</sup> à chaque fauche		Notations des apions de la luzerne	Analyse de sol	Reliquats sortie hiver	Taux de cailloux
Pois	Nombre de pieds au m <sup>2</sup>		Biomasse sèche de pois par m <sup>2</sup> à début floraison et à maturité physiologique	Rendement en grains	PMG	Biomasse sèche d'adventices par m <sup>2</sup> à début floraison et à maturité physiologique	Nombres d'étages de gousses	Notations de pucerons verts, de sitones, de bruches et de tordeuses	Analyse de sol	Reliquats sortie hiver et récolte	Taux de cailloux



## Matériel et méthodes

Enquêtes auprès des agriculteurs:

- ✿ Historique de la parcelle
- ✿ Travail de sol, conditions de semis, densité de semis, variété semée
- ✿ Fertilisation minérale et organique
- ✿ Traitement phytosanitaire
- ✿ Présence d'une culture intermédiaire
- ✿ Gestion des résidus de la culture précédente

Analyse statistique:

Outils: R

- Ⓡ Analyse de variances
- Ⓡ Comparaison des moyennes (test de Tukey)
- Ⓡ Test de corrélation de Pearson



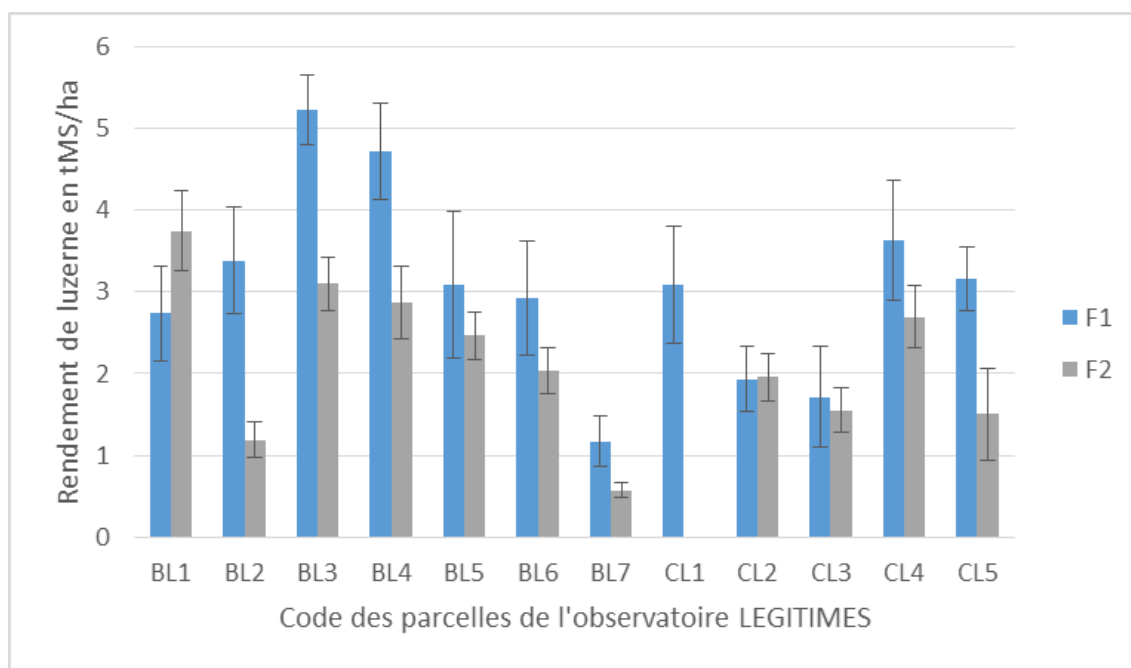




## Parcelles de luzerne

### Rendement

- ✧ Rendements = 0.8 à 5.3 t.ha<sup>-1</sup> pour la première fauche,
- ✧ Rendements = 0.5 à 3.7 t.ha<sup>-1</sup> pour la deuxième fauche



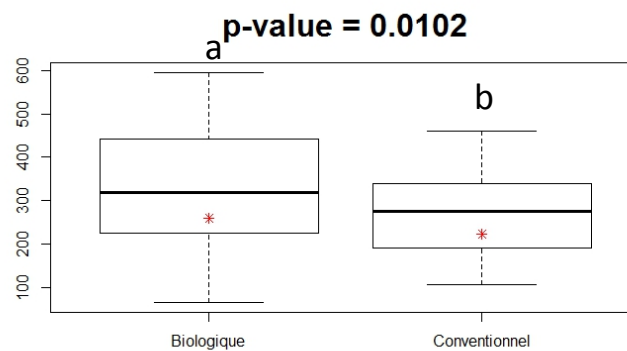
**FORTE VARIABILITÉ DES RENDEMENTS**



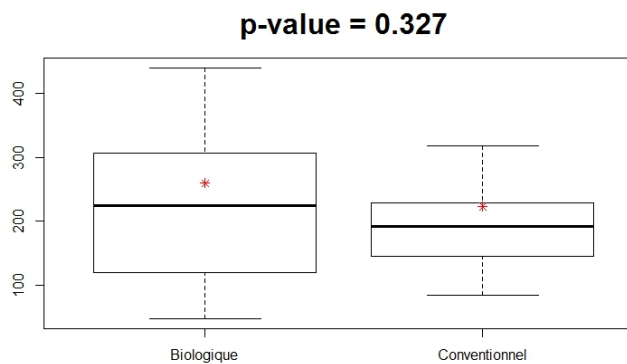
# Résultats

## Conduite

Fauche 1



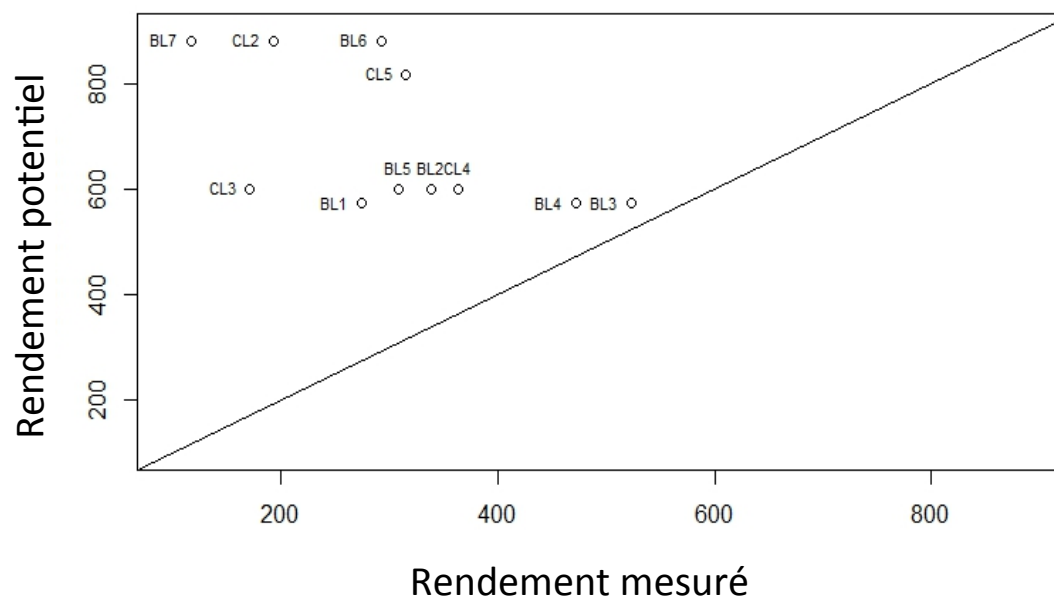
Fauche 2





## Première fauche

Ecart au rendement

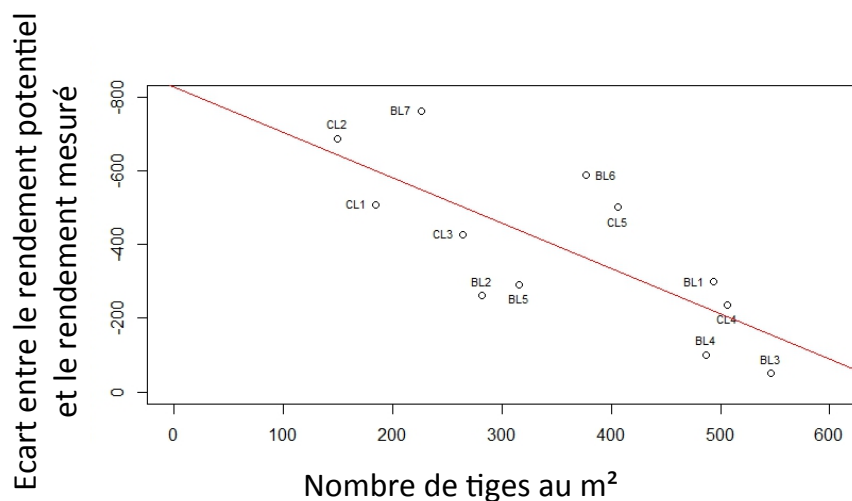


Comparaison des rendements potentiels et des rendements mesurés pour la première fauche  
Le rendement potentiel est dans l'ensemble plus important que le rendement mesuré



## Première fauche

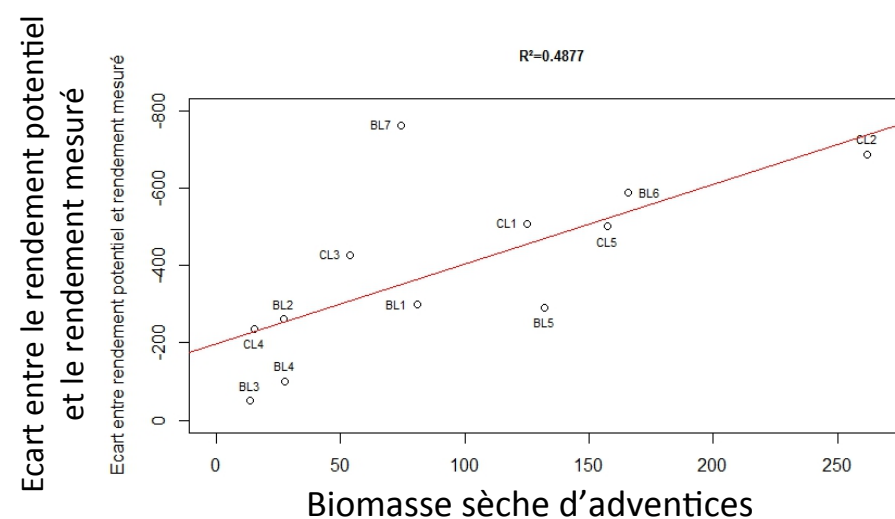
### Ecart au rendement



L'hétérogénéité des densités de tiges de luzerne au m<sup>2</sup> peut expliquer les différences de rendement

$R^2 = 0,5532$

p-value = 0,00555



Le niveau d'infestation en adventices explique en partie la différence entre le rendement simulé et le rendement observé au champ

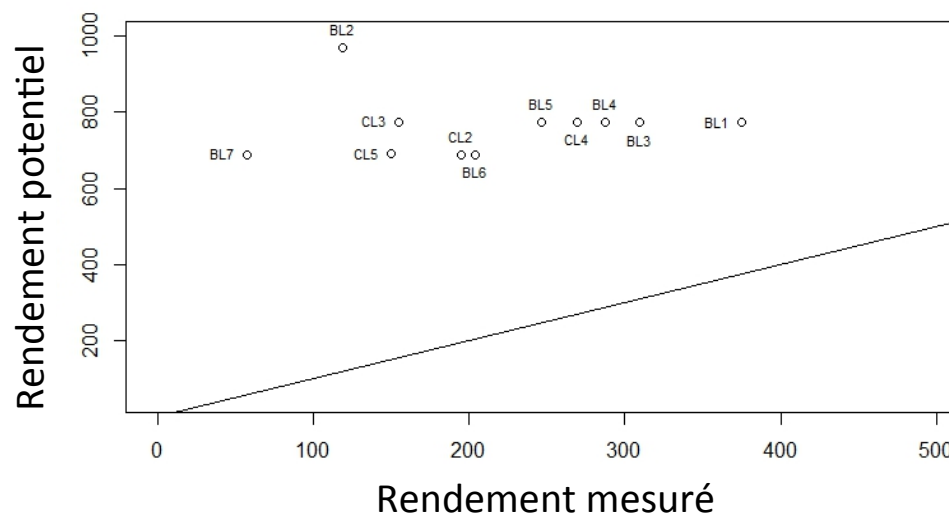
$R^2 = 0,4877$

p-value = 0,01154



## Deuxième fauche

Ecart de rendement



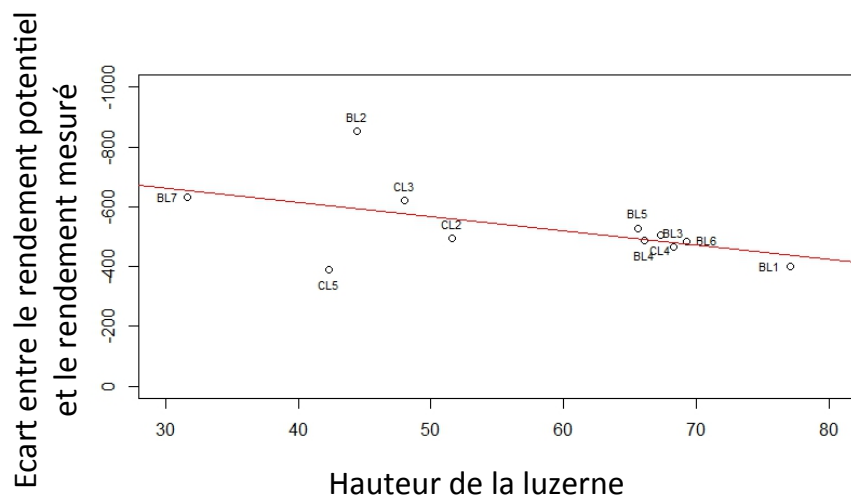
Comparaison des rendements potentiels et des rendements mesurés pour la deuxième fauche

Dans le cadre de cette coupe, les rendements potentiels sont largement supérieurs aux rendements mesurés.



## Deuxième fauche

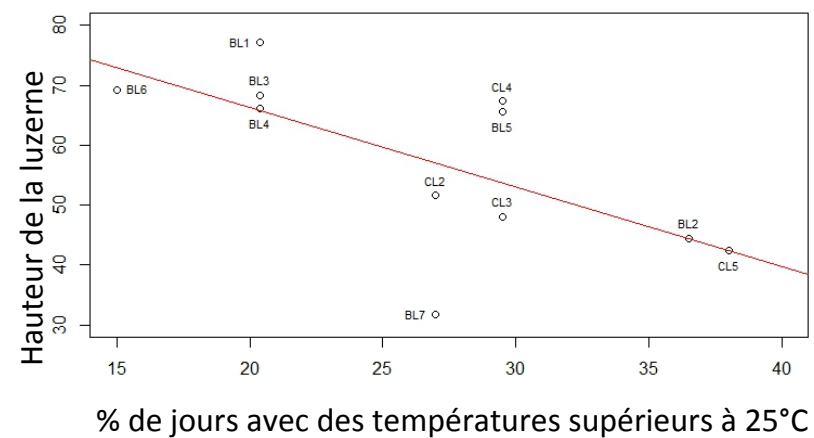
Ecart au rendement



La hauteur moyenne de la luzerne explique une partie de la différence de rendement entre les rendements potentiels et les rendements mesurés

$$R^2 = 0,2734$$

$$p\text{-value} = 0,09885$$



La hauteur moyenne est corrélée au pourcentage de jours avec des températures supérieur à 25°C.

$$R^2 = 0,4292$$

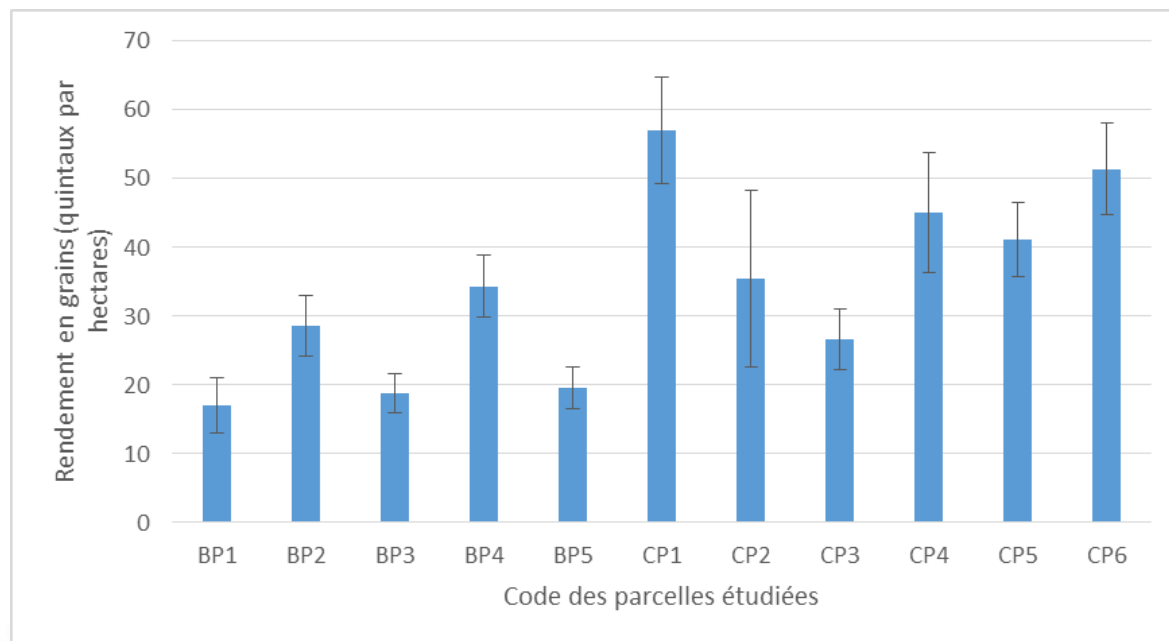
$$p\text{-value} = 0,02867$$



## Résultats

### Rendements

- ☼ Rendements = 17 à 34 q/ha (parcelles biologiques)
- ☼ Rendements = 26 à 57 q/ha (parcelles conventionnelles)



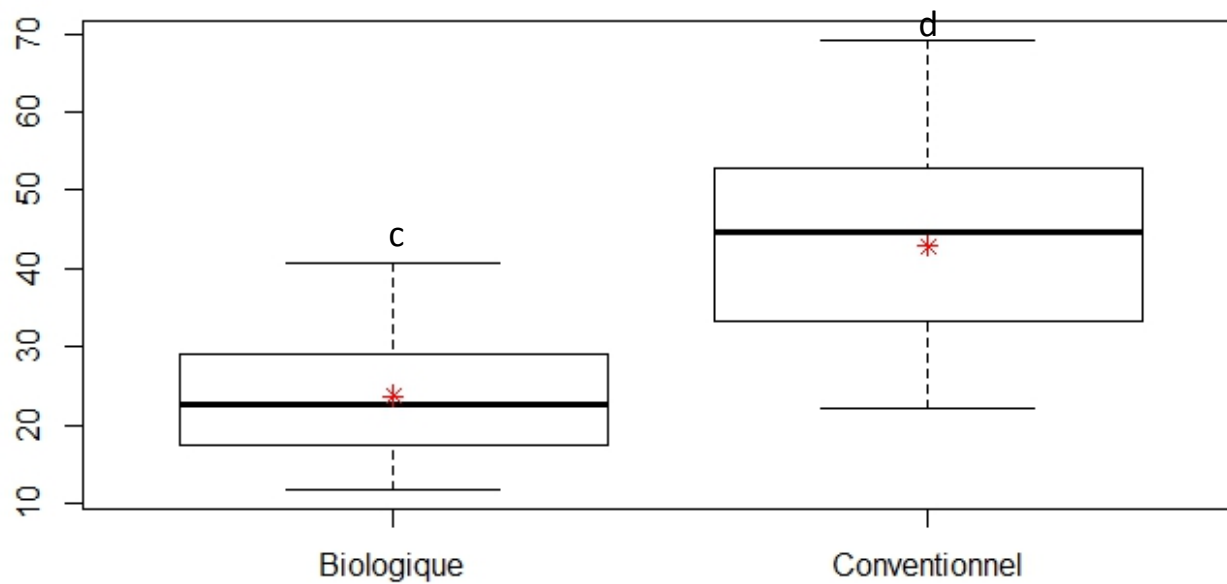
**FORTE VARIABILITÉ DES RENDEMENTS**



## Résultats

### Conduite

p-value =  $6.45 \times 10^{-10}$



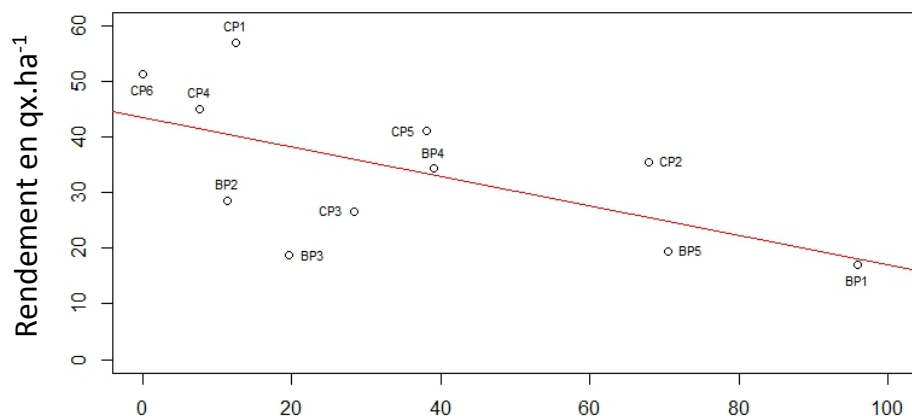




## Pois protéagineux

### Rendement

$R^2=0.3643$



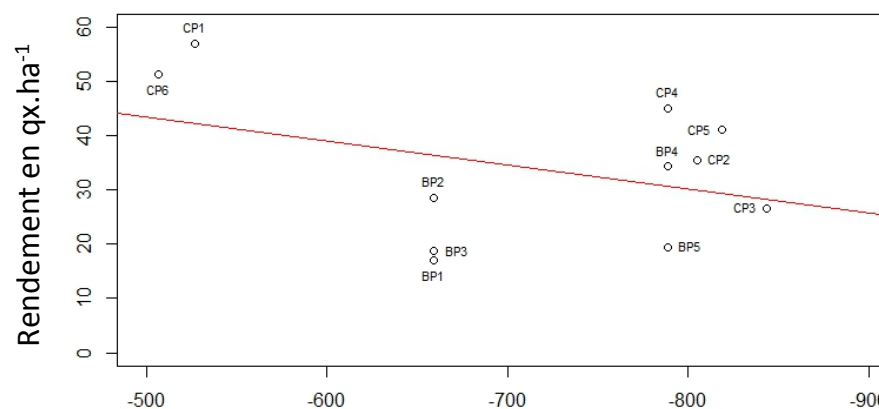
Biomasse sèche d'adventices

Les adventices entraînent une perte de rendements

$R^2 = 0,3643$

p-value = 0,04927

$R^2=0.0761$



Somme des températures supérieures à 25°C

Le stress thermique impacte la production de pois protéagineux

$R^2 = 0,0761$

p-value = 0,2409



## Discussion

### Conduite

#### Luzerne

##### Biologique

Plus d'attentes de la luzerne

- Meilleur tête de rotation (*Agriculteurs de l'observatoire*)
- Rôle nettoyant (*Colbach et al. 2010*)

##### Conventionnel

Vision d'une culture fourragère de diversification

- Fourrage riche en protéines (*Agriculteurs de l'observatoire; Julier et Huyghe, 2010*)

⇒ Rendement plus important en conduite biologique qu'en conduite conventionnelle

##### Gestion technique

Semis d'un mélange de variétés  
(*Hanson, 1964*)

Aération des racines et des nodosités  
(*Agriculteurs de l'observatoire*)

⇒ Plus de rendement

#### Pois protéagineux

##### Biologique

Gestion difficile

(*Agriculteurs de l'observatoire*)

##### Conventionnel

Culture de diversification des rotations

(*Agriculteurs de l'observatoire; Meynard et al. 2013*)

⇒ Rendement plus important dans les parcelles à conduite conventionnelle

##### Gestion technique

Respect des temps de retours (diminution du risques *Aphanomyces*)

(*Arvalis et UNIP, 2013*)

⇒ Aspect économique important à prendre en compte



## Effet des stress abiotiques

## Effet des stress biotiques

### Stress thermique

#### Luzerne

Arrêt de fixation et de croissance  
(Mauriès, 2003)

#### Pois

Coulure des fleurs, diminution de la viabilité du pollen  
(Pooran M Gaurr et al. 2015)

### Adventices

#### Luzerne

Compétition pour l'espace  
(Agriculteurs de l'observatoire)

#### Pois

Compétition pour l'espace et les éléments nutritifs  
(Agriculteurs de l'observatoire)

#### *Aphanamyses*

#### Pois

Impact sur la nutrition azoté  
(Gilbert, 2013)





## Perspectives

Cette première année d'observatoire a permis de mettre en évidence quelques facteurs explicatifs de la variabilité des rendements, de quatre types; les composantes de rendements, la conduite et les stress biotiques et abiotiques. La suite de l'observatoire sur l'année suivante va permettre de confirmer cela, ou d'en mettre d'autres en évidence.

L'observatoire permettra aussi d'analyser la variabilité de l'effet de la légumineuse sur la culture suivante

Les observatoires dans les deux autres régions permettront d'élargir les conclusions à d'autres espèces de légumineuses (lupin, lentille) et à d'autres modes d'insertion (associations)

	Fin 2014	2015	2016	2017
Parcelle 1	Semis légumineuse <b>1<sup>o</sup> répétition</b>	Récolte légumineuse  Semis céréale <b>1<sup>o</sup> répétition</b>	Récolte céréale	
Parcelle 2		Semis légumineuse <b>2<sup>o</sup> répétition</b>	Récolte légumineuse  Semis céréale <b>2<sup>o</sup> répétition</b>	Récolte céréale



Merci de votre attention

