

# Faciliter la production de légumineuses à graines en y associant une céréale

## Cas de la lentille et du lupin blanc d'hiver

Nicolas Carton, ESA-INRA, SLU

Loïc Viguier, INRA, Qualisol

Laurent BEDOUSSAC,  
Etienne-Pascal JOURNET,  
Christophe NAUDIN,  
Guillaume PIVA,  
Guénaëlle CORRE-HELLOU,  
Eric JUSTES



# Lupin et lentille, deux légumineuses à promouvoir

- **Demande > offre** (déficit production : France = 55% pour lentille ; Europe = 70% pour protéines destinées à l'élevage)
- **Services écosystémiques** (entre autres : fixation d'azote, diversification des cultures)
- **MAIS freins agronomiques :**



**Adventices**

Jusqu'à **100% de pertes**



**Verse**

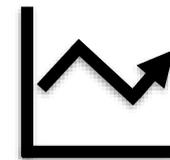
Jusqu'à **100% de pertes**



**Ravageurs (ex : bruches)**

Jusqu'à **50% pertes**

**Les cultures associées (CA)  
peuvent-elles lever ces  
verrous agronomiques ?**



**Instabilité rendement**

# Les cultures associées (CA)

## CA légumineuse-céréale

- ↑ Rendements
- ↑ Teneur en protéines céréale
- ↓ Adventices
- ↓ Verse légumineuse
- ↑ Biodiversité cultivée

## Diversité d'associations



Mélange sur le rang



Rangs alternés



Relai

→ Quelles **espèces, conduites ..?**



# Objectifs des deux thèses

- **Analyser les performances des associations lentille-blé et lupin blanc d'hiver-céréale**
  - Agronomiques
  - Economiques
- **Comprendre le fonctionnement des associations**
- **Concevoir des itinéraires techniques**
  - Acceptables
  - Performants



# Matériel et méthodes



Lupin blanc d'hiver  
triticale ou blé

Légumineuse = culture principale  
Céréale = « plante de services récoltée »



Lentille  
blé de printemps

- Expérimentations en microparcelles (2016 et 2017; Champs AC mais pratiques AB)
- Réseaux de parcelles agricoles (2015 et 2016; projet LEGITIMES; AB et AC)

- Semis simultané  
début octobre  
début mars
- Récolte simultanée  
fin juillet  
fin juillet

- Conditions limitantes en azote

- En microparcelles:  
2 variétés de lupin, 1 triticale, 2 variétés de blé  
4 variétés lentille, 2 variétés de blé

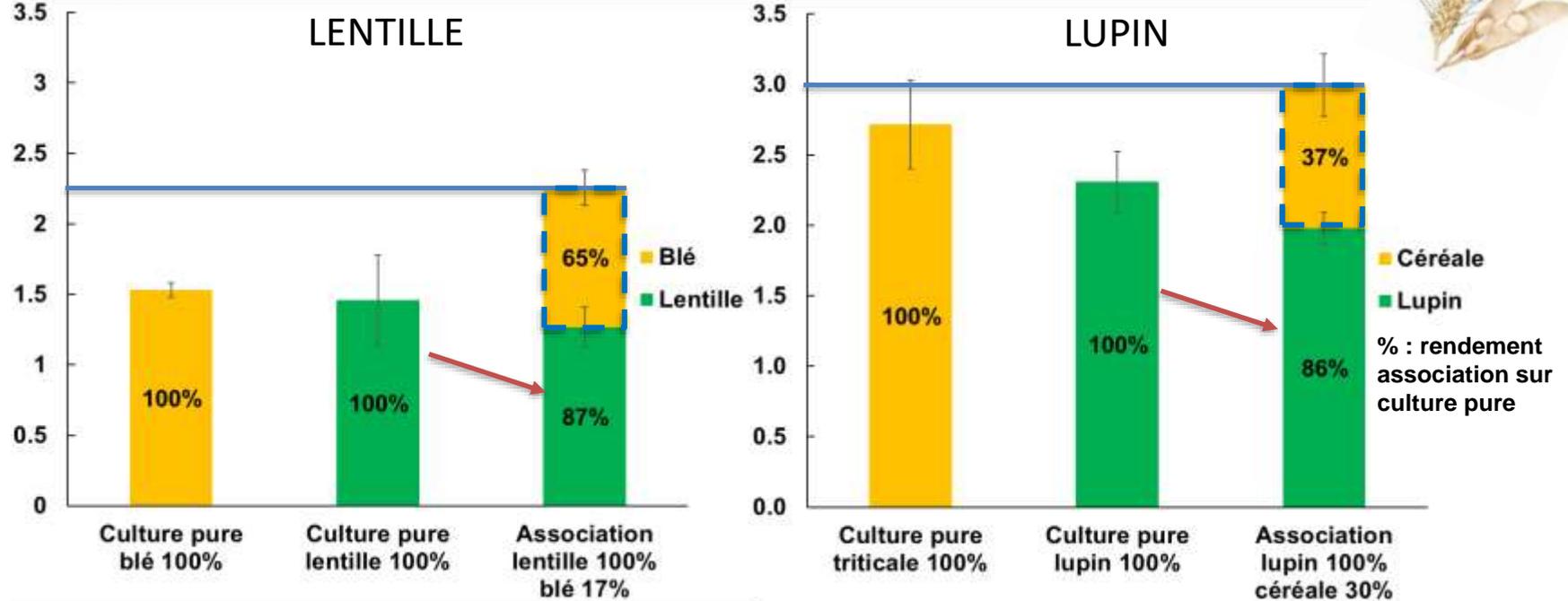


# Performance agronomique des associations

## Rendement sur pied



Rendement en grain  
(t ha<sup>-1</sup>)



- Rendement total asso > cultures pures
- Rendement légumineuse réduit en asso
- Rendement additionnel de la céréale en asso
- Indications de meilleure stabilité du rendement total (à confirmer)



# Complémentarités spatiale, temporelle et de niches



Lentille + blé de printemps

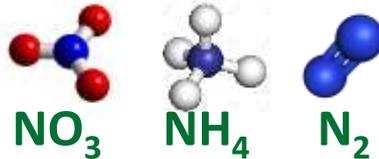
Cycle court (5 mois)



Lupin blanc d'hiver + triticales ou blé

Cycle long (11 mois)

**Etude de l'acquisition des ressources: comparaison  
légumineuse pure - céréale pure - association légumineuse céréale**



Azote (sol et air)



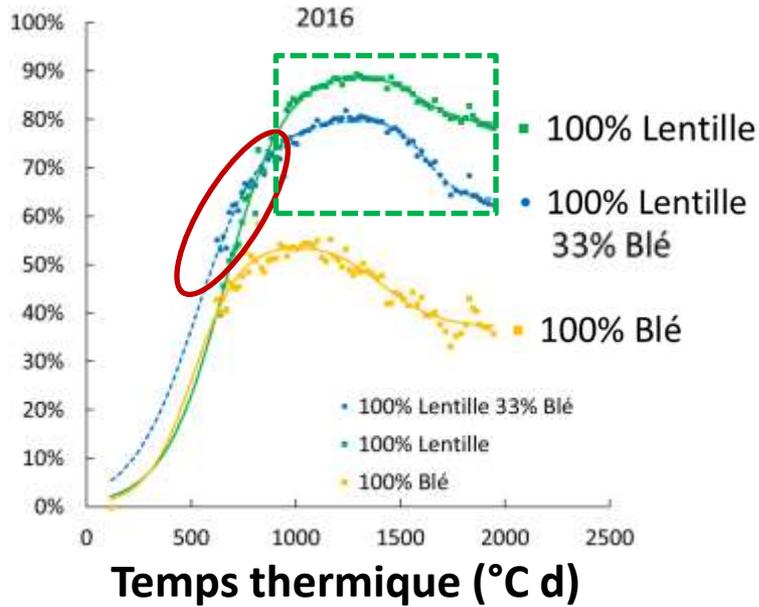
Lumière



# Acquisition des ressources

## Cycle court : lentille-blé

Fraction PAR absorbé (%)



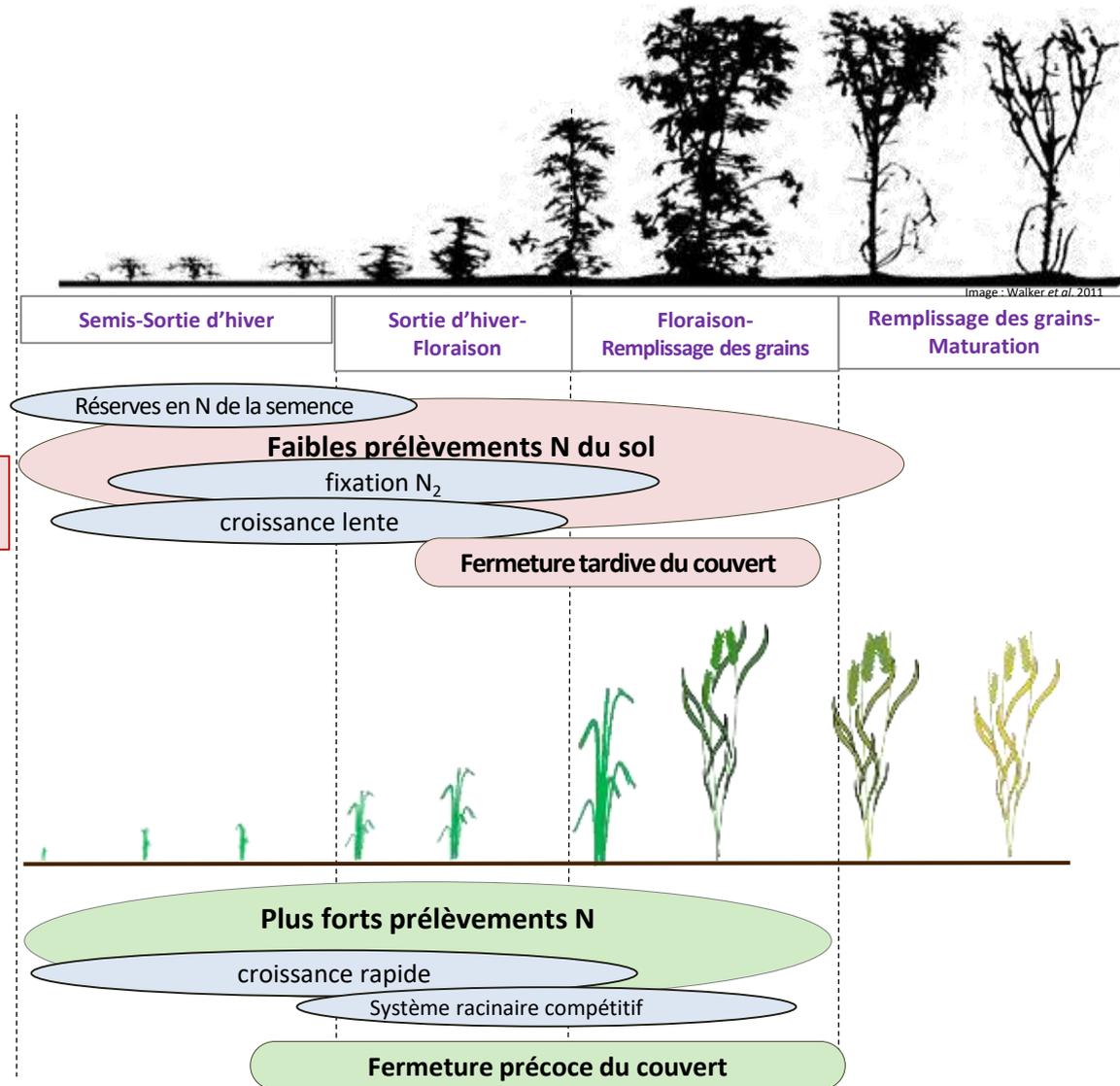
PAR =  
Photosynthetically  
Active Radiation



- **Asso  $\geq$  lentille pure en début de cycle**
- **Asso  $<$  lentille pure en fin de cycle**
- **Asso  $>$  à la moyenne des cultures pures**
- **Complémentarité spatiale et temporelle**



# Acquisition des ressources dans une association à cycle long : cas du lupin

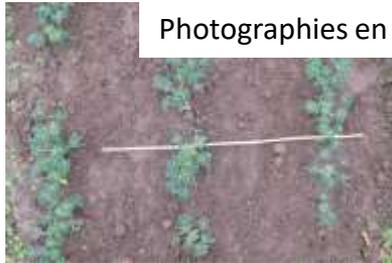


Facteurs de faible compétitivité du lupin blanc d'hiver

Apports de compétitivité des céréales



# Lupin : fort effet des céréales essentiellement en début de cycle



Photographies en entrée d'hiver, 2016



Association

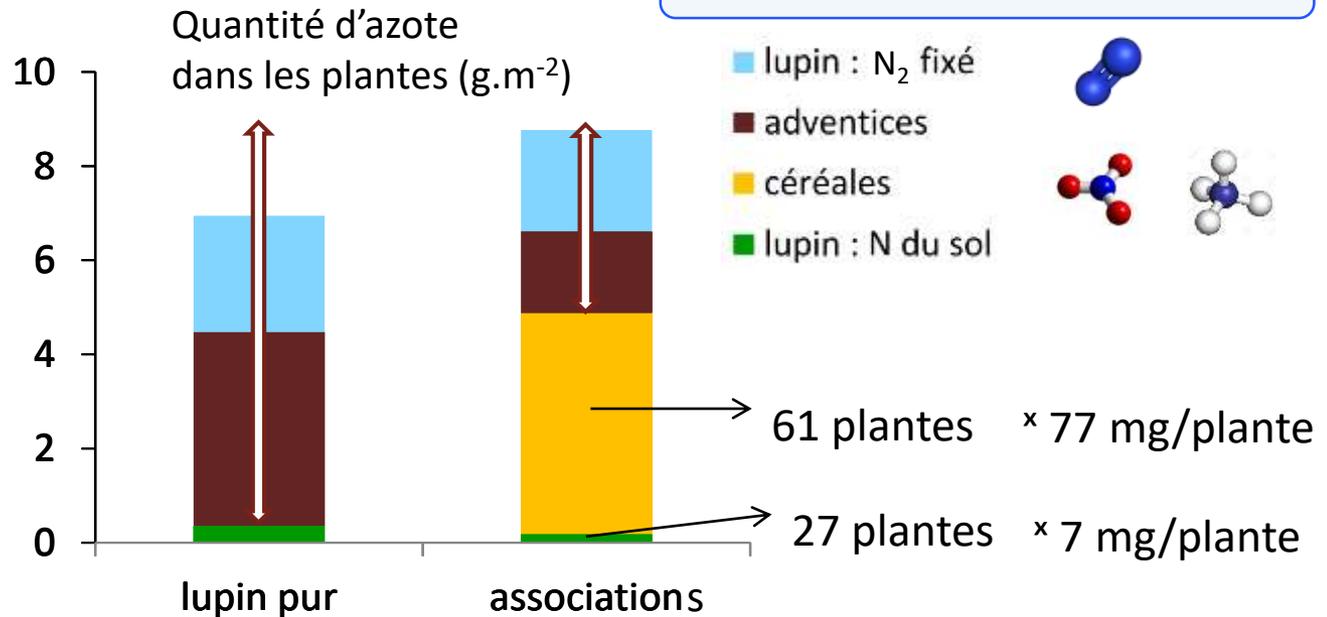
Lupin pur

Traits aériens (hauteur, surface foliaire) similaires mais effet densité et homogénéité du couvert :  
→ couverture du sol × 4



## gain d'acquisition de l'azote

Données station 2016 ; sortie d'hiver



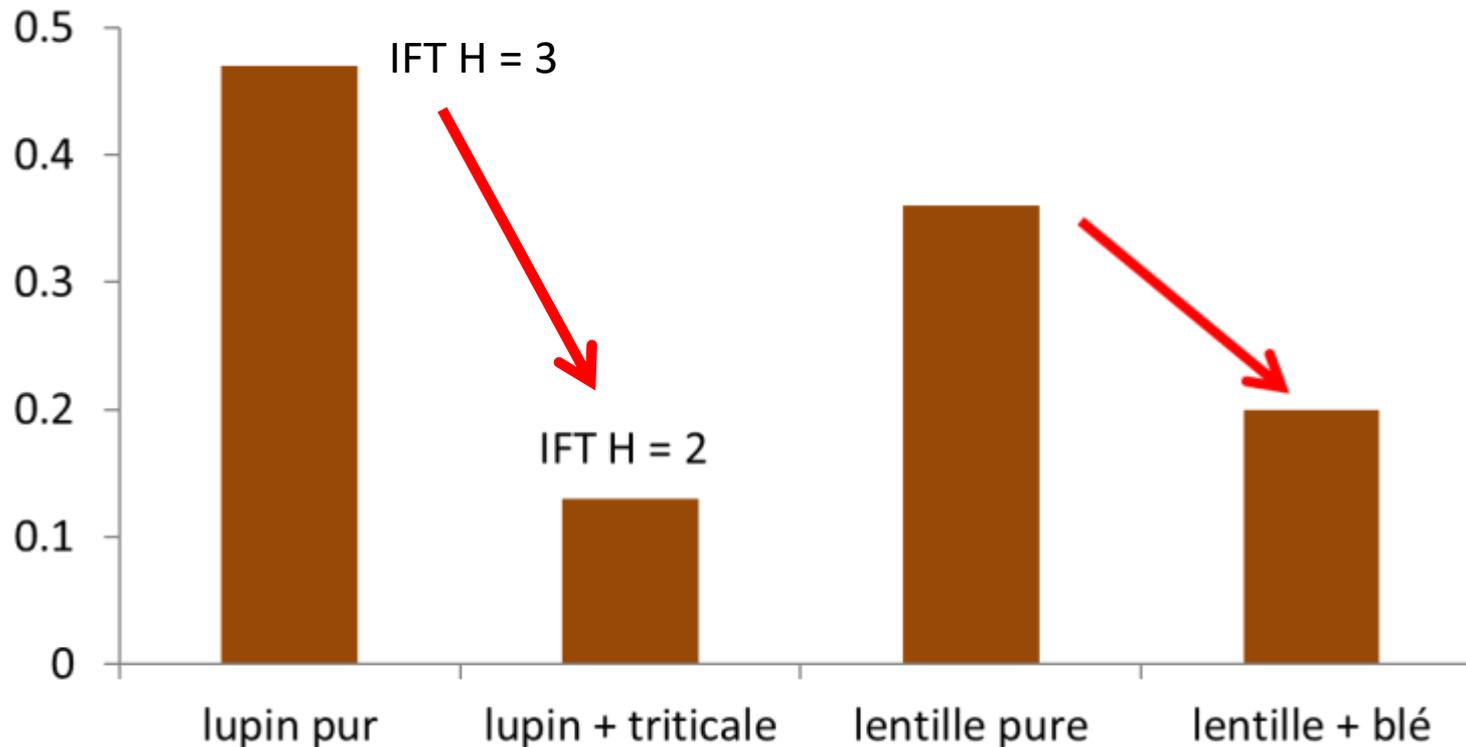
**Fort contraste** entre lupin et céréale pour l'acquisition d'azote  
→ acquisition d'N du sol × 13



# Effet CA sur freins agronomiques (1) Adventices



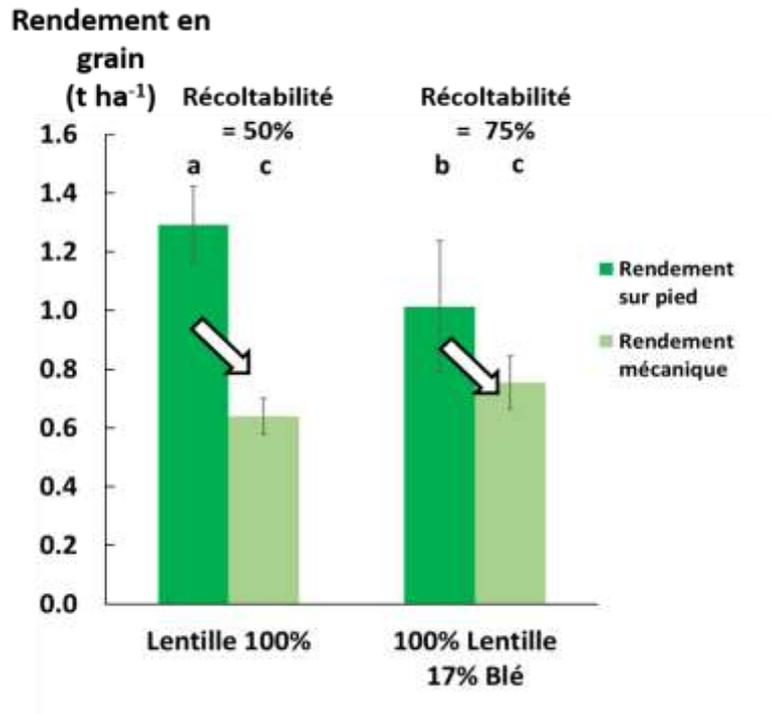
Biomasse des adventices à floraison (t/ha)



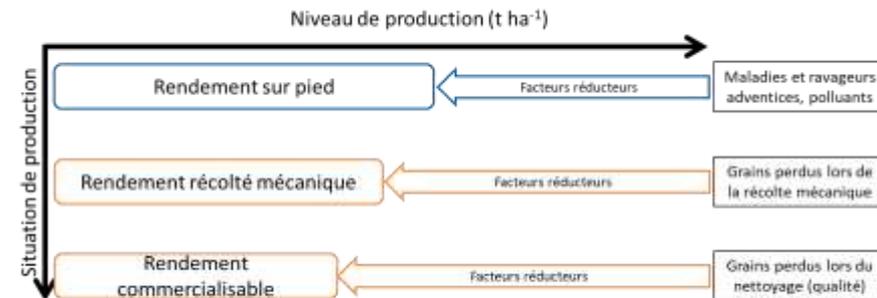
- Forte **réduction biomasse adventices** en CA vs légumineuses pures
- Lentilles : -44%
- Lupin : -72%



# Effet CA sur freins agronomiques (2) Verse (lentille)



Récolte mécanique essai INRA 2016



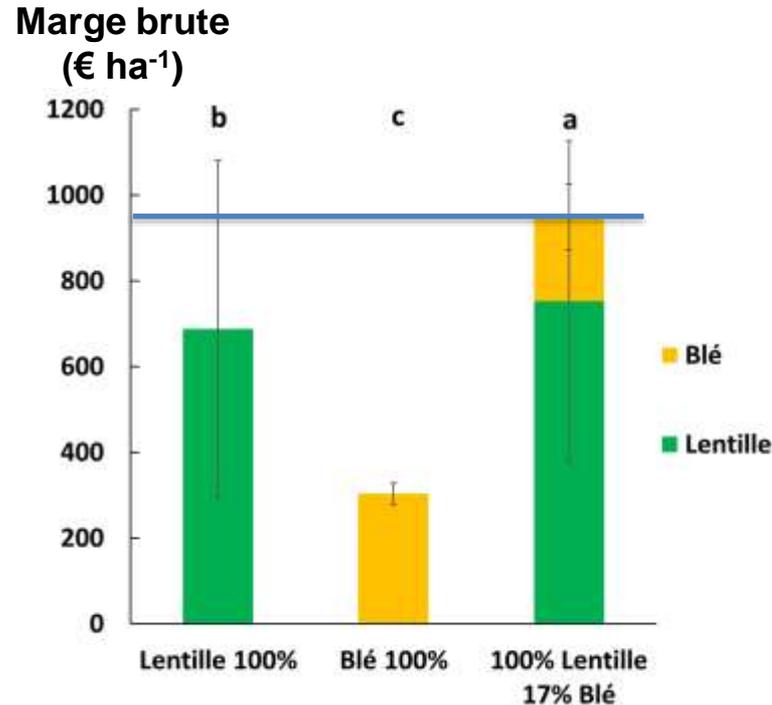
Viguiet et al. 2018

- Hauteur de la première gousse asso > pure (P<0.05)
- Effet tuteur blé
  - Rendement mécanique lentille associée ≈ lentille pure
- Primordial de considérer impact récolte mécanique



# Performance économique des associations

## Rendement commercialisable



Prix de vente :  
lentille = 1700 € t<sup>-1</sup>  
blé = 500 € t<sup>-1</sup>

- Association plus performante économiquement
- Assurance pour la production de lentille
- Lupin : très dépendant du contexte (et de la prime PAC aux protéagineux, associations non éligibles)

# Conclusions

- Augmentation **rendement total** en CA vs leg pures
- Réduction forte **adventices et verse**
- Ces deux effets : liés à des **complémentarités spatiales, temporelles et de niches**
- Meilleure **performance économique** (prise en compte rendement commercialisable)

Mais aussi...

- **Stabilisation** rendement : total CA plus stable que légumineuse pure
- A priori pas d'effet sur **bruches** (lentilles)
- Augmentation de la **teneur en protéines des céréales**



# Recommandations

## - Densités

Lupin : importance de sécuriser au moins 20 plantes/m<sup>2</sup> en sortie d'hiver

Densité de la céréale: par rapport au reliquat azoté et à la flore adventice

Lentille : densité de blé faible et lentille 100%

## - Choix des espèces/variétés

Intéactions type :  $G \times E \times C \rightarrow$  fonctionnement complexe des CA

Triticale plus compétitif que le blé

culture principale	densité	hauteur	capacité de compensation
plante de services récoltée	prélèvement d'azote	port étalé	forte croissance précoce



# Perspectives

- **Utiliser la même approche pour le pois chiche ou le haricot (en partie soumis aux mêmes verrous agronomiques) ?**
- **Etudier la diversification à l'échelle de la rotation : combiner approches pour maximiser les bénéfices**
- **Sélectionner pour les associations (traits fonctionnels)**
- **Besoin d'innovations dans le machinisme pour le semis / la récolte / le tri ?**
- **Impact de l'association sur la qualité nutritive des graines récoltées ?**



# Merci!

Nicolas CARTON

[nicolas.carton@slu.se](mailto:nicolas.carton@slu.se)

Projet PROGRAILIVE



Unité de Recherche **leva** - ESA Angers Loire



Equipe Cropping Systems Ecology,  
Department Biosystems and Technology,  
Swedish University of Agricultural Sciences,  
Alnarp, Suède

Loïc VIGUIER

[loic.vig@gmail.com](mailto:loic.vig@gmail.com)



Laurent BEDOUSSAC : INRA-AGIR, ENSFEA

Etienne-Pascal JOURNET: INRA-AGIR, LIPM, CNRS

Christophe NAUDIN

Guillaume PIVA

Guénaëlle CORRE-HELLOU

Eric JUSTES : CIRAD, UMR SYSTEM, Montpellier

USC LEVA, INRA-ESA Angers-Loire