

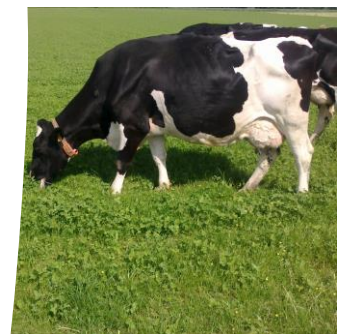
Faciliter la production de légumineuses à graines en y associant une céréale

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**

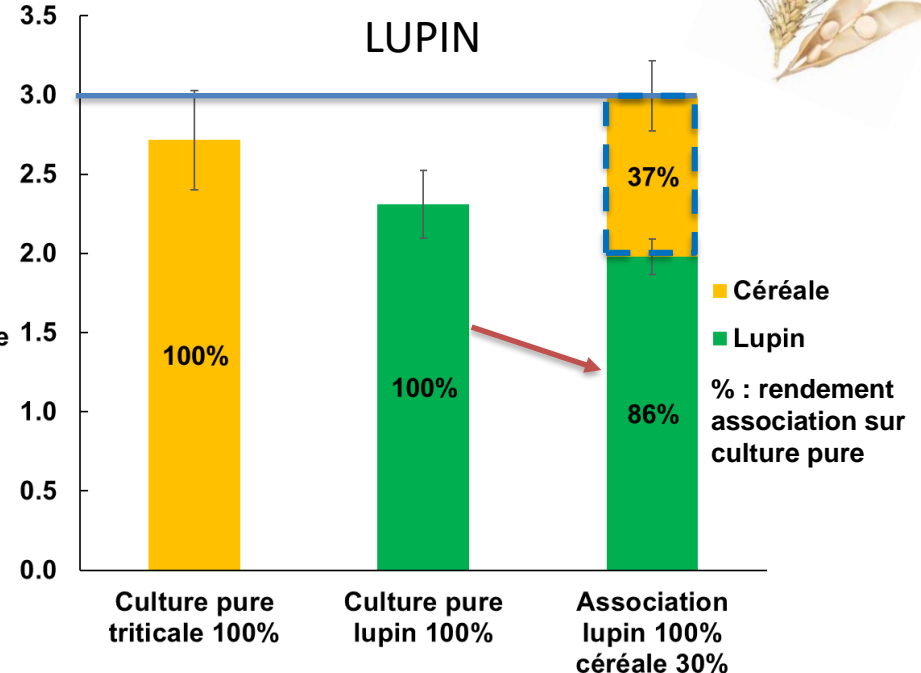
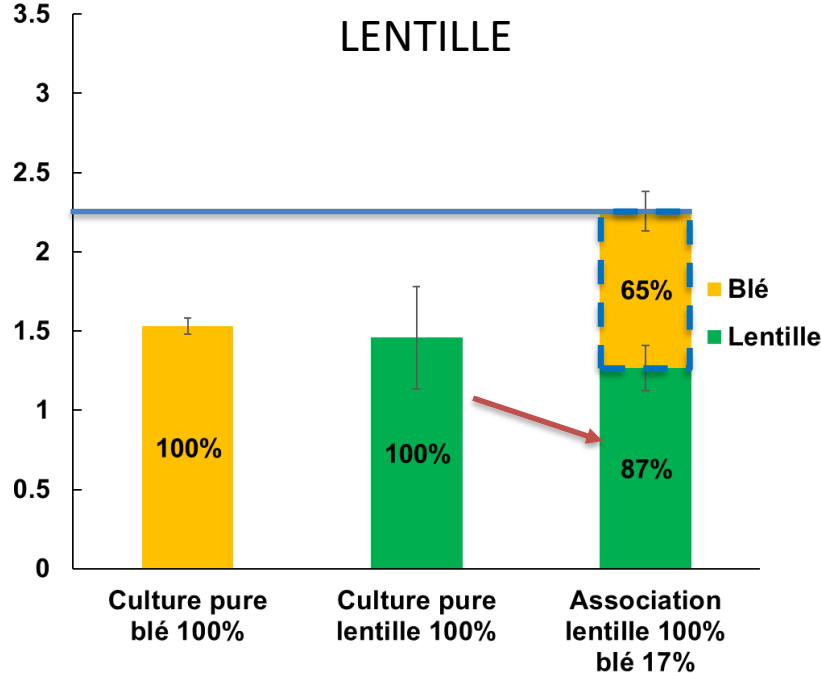
- **En microparcelles:**
 - 2 variétés de lupin, 1 triticale, 2 variétés de blé
 - 4 variétés lentille, 2 variétés de blé

Performance agronomique des associations

Rendement sur pied



Rendement en grain
(t ha⁻¹)



■ Céréale
■ Lupin
% : rendement association sur culture pure

- 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

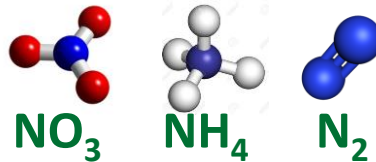
Cycle court (5 mois)



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)



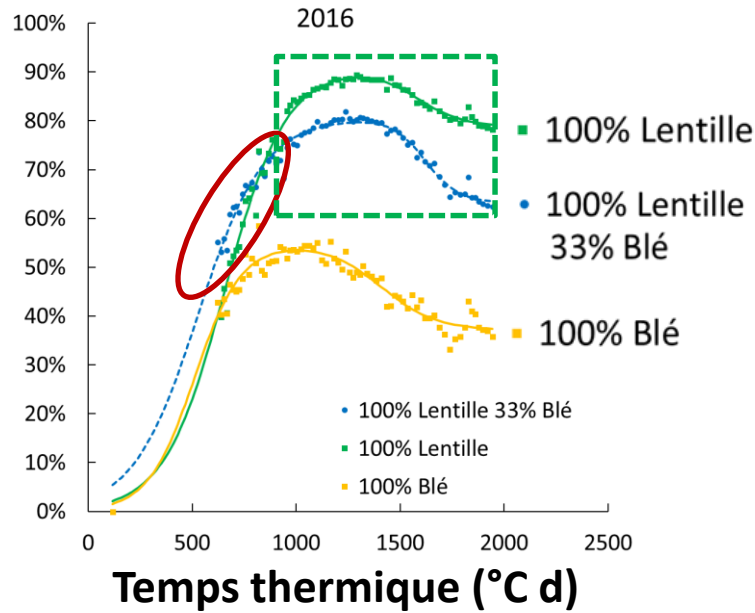
Lumière



Acquisition des ressources

Cycle court : lentille-blé

Fraction PAR
absorbé (%)



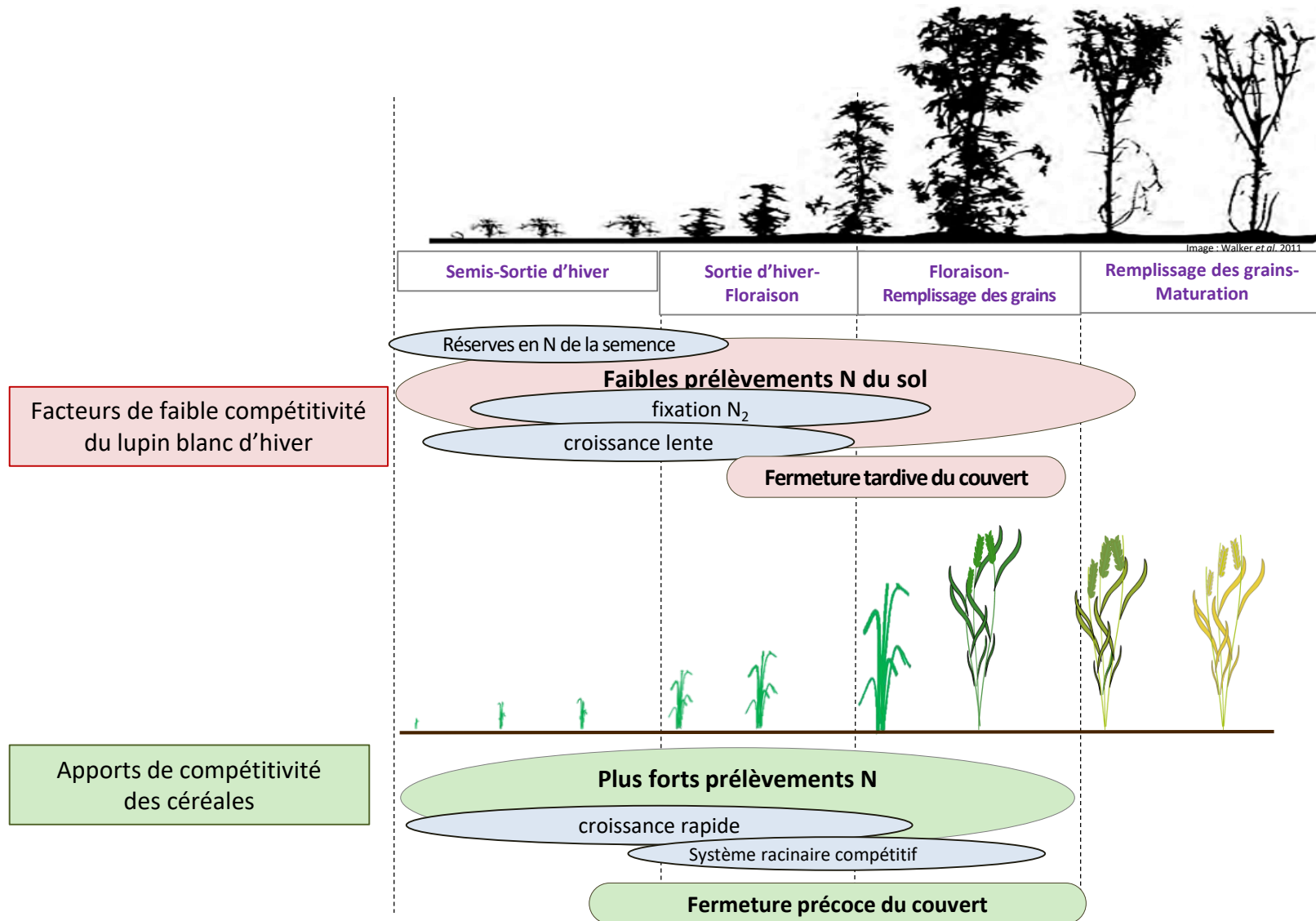
PAR =
Photosynthetically
Active Radiation



- 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



Lupin : fort effet des céréales essentiellement en début de cycle



Photographies en entrée d'hiver, 2016

Lupin pur

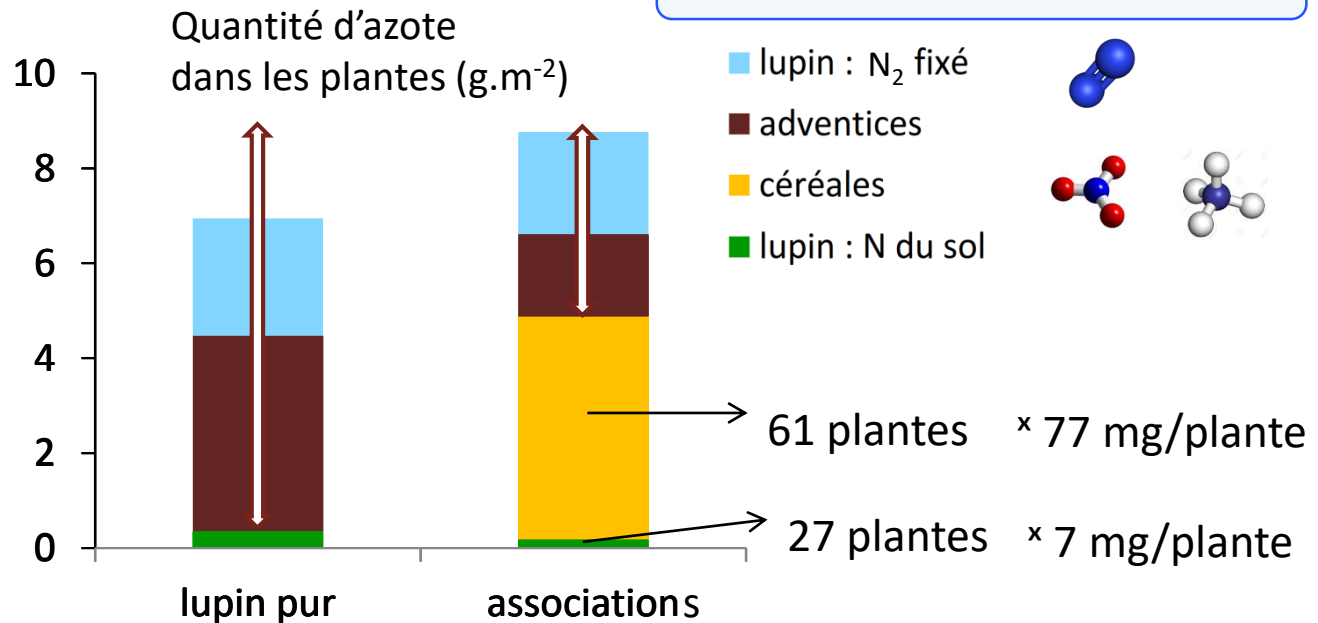


Association

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



Données station 2016 ; sortie d'hiver



Fort contraste entre lupin et céréale pour l'acquisition d'azote
→ acquisition d'N du sol $\times 13$

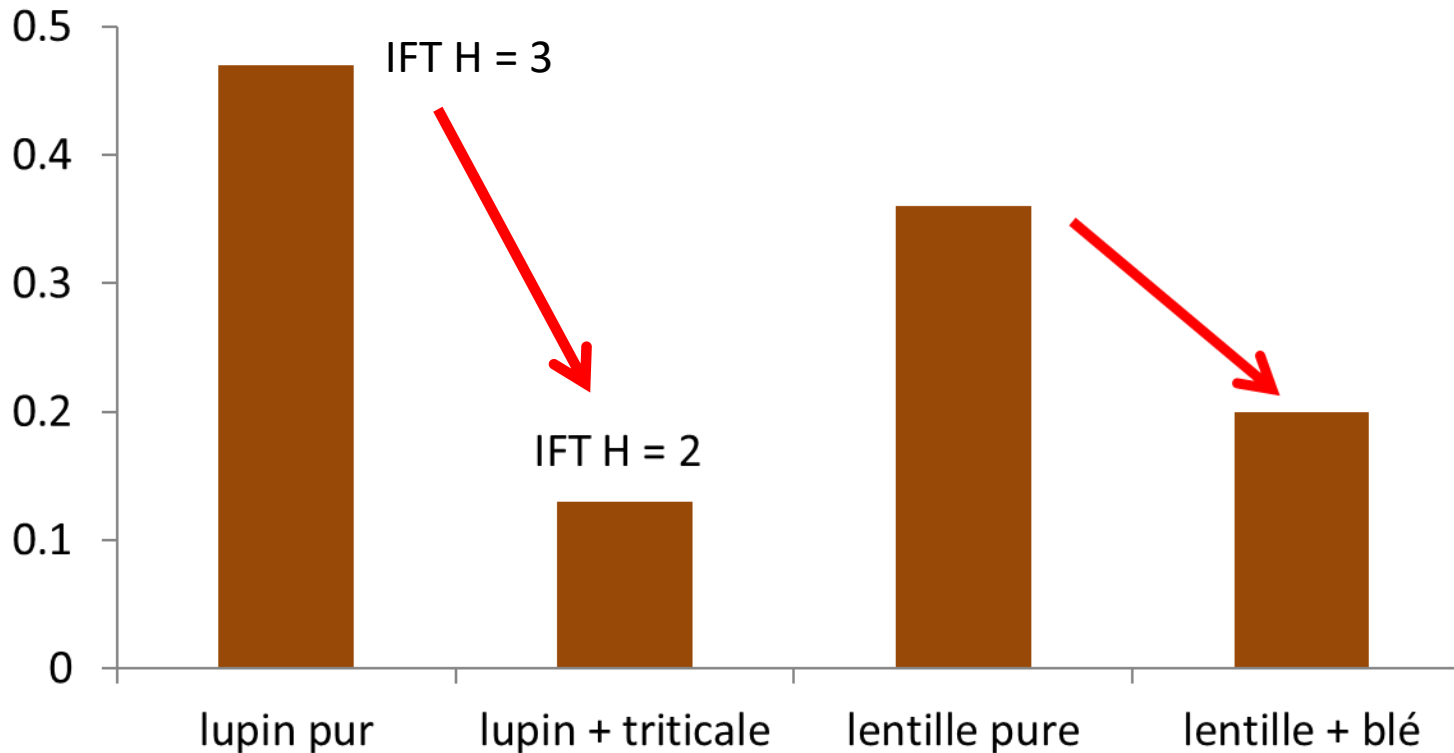


Effet CA sur freins agronomiques

(1) Adventices



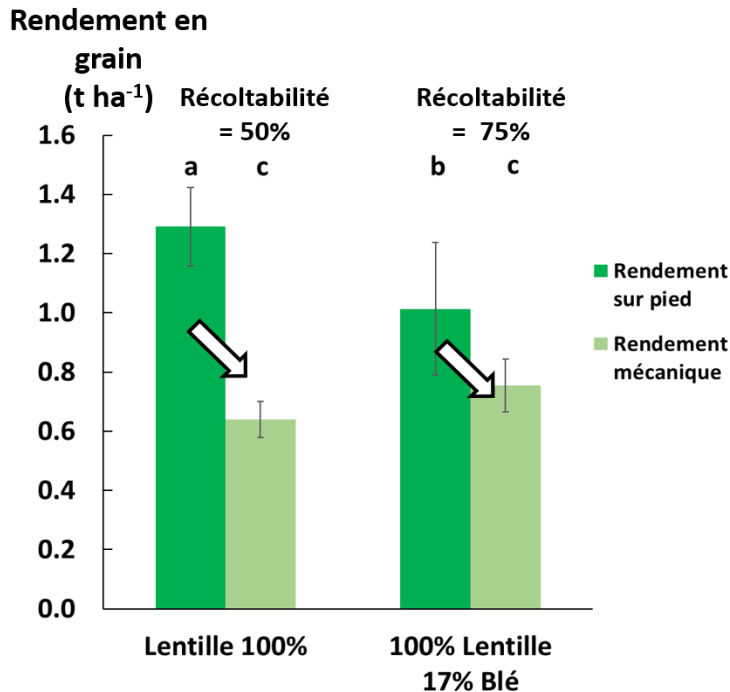
Biomasse des adventices à floraison (t/ha)



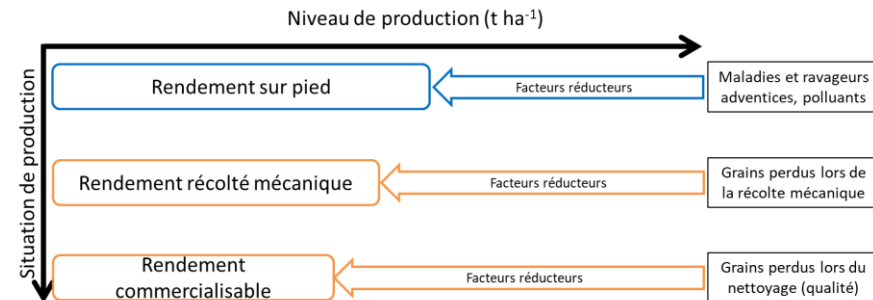
- Forte **réduction biomasse adventices** en CA vs légumineuses pures
- Lentilles : -44%
- Lupin : -72%

Effet CA sur freins agronomiques

(2) Verse (lentille)



Récolte mécanique essai INRA 2016

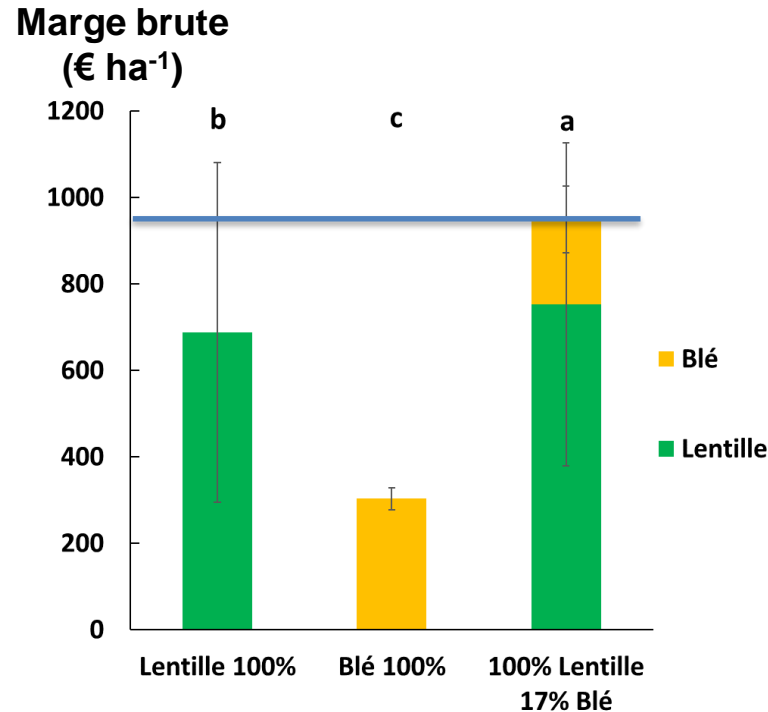


Viguiet et al. 2018

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

Performance économique des associations

Rendement commercialisable



Prix de vente :
lentille = 1700 € t⁻¹
blé = 500 € t⁻¹

- 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/m² 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

Interactions 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

Projet PROGRAILIVE

PÔLE
AGRONOMIQUE
OUEST



UNION EUROPÉENNE
UNANIEZH EUROPA



L'Europe s'engage
en Bretagne

Avec le Fonds européen agricole pour le développement rural :
l'Europe investit dans les zones rurales



CE PROJET EST COFINANCÉ PAR LE FONDS EUROPÉEN AGRICOLE
POUR LE DÉVELOPPEMENT RURAL. L'EUROPE INVESTIT DANS LES ZONES RURALES

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



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

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 ?**



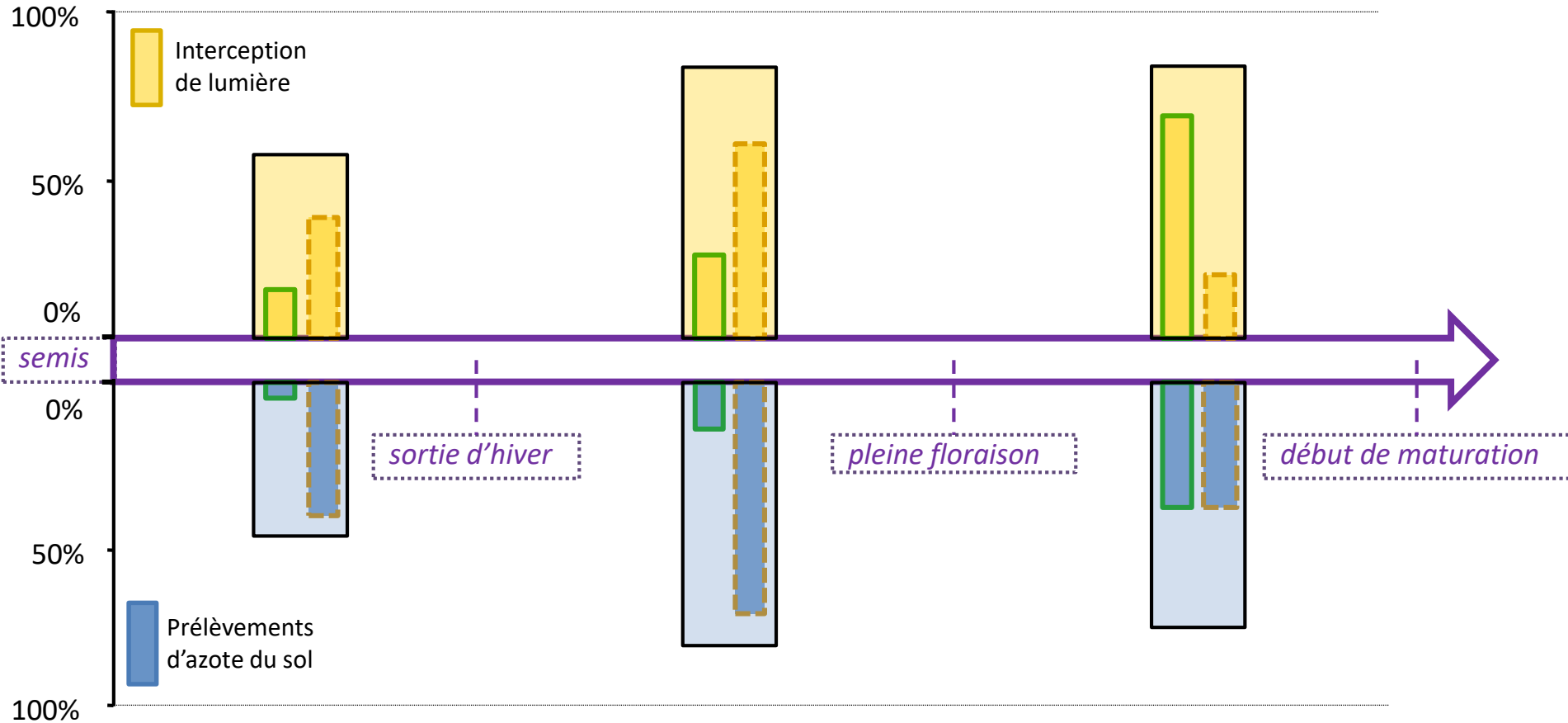


Acquisition des ressources

Cycle long : lupin-céréale

Lupin
+
Céréale

Acquisition des ressources
disponibles par la culture

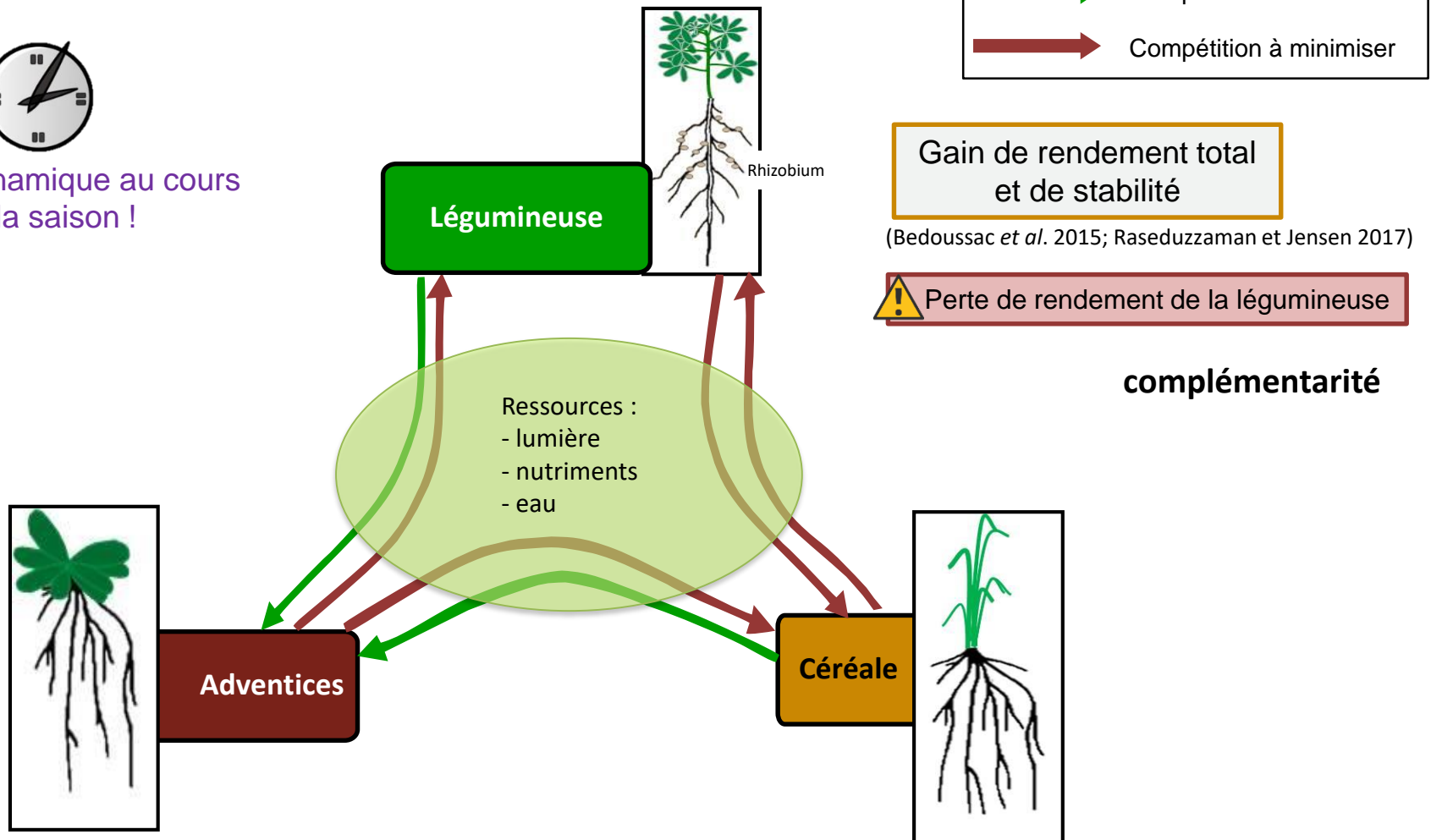


Effet CA sur freins agronomiques

(1) Adventices



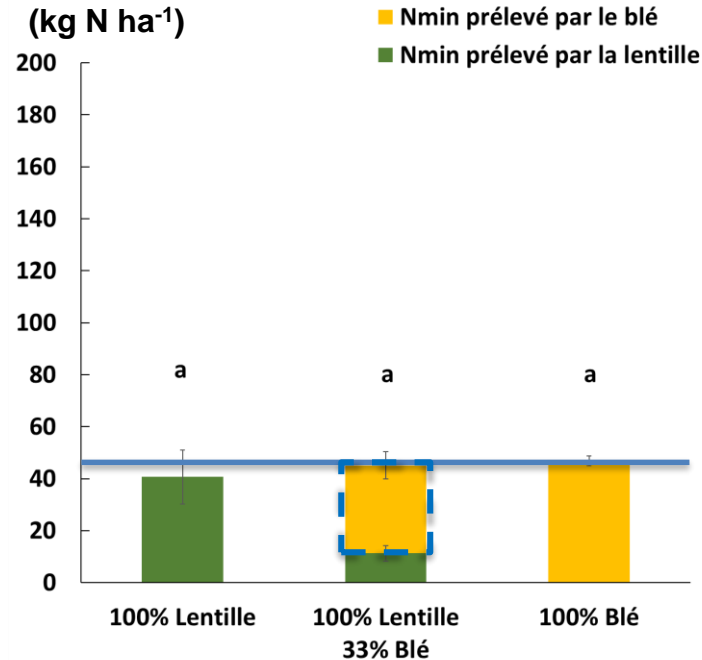
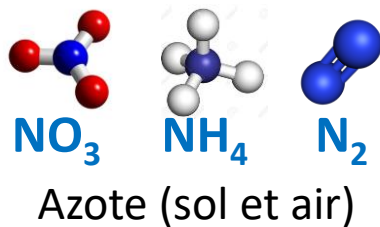
Dynamique au cours de la saison !



Acquisition des ressources

Cycle court : lentille-blé

Azote acquis
parties aériennes à maturité
(kg N ha⁻¹)

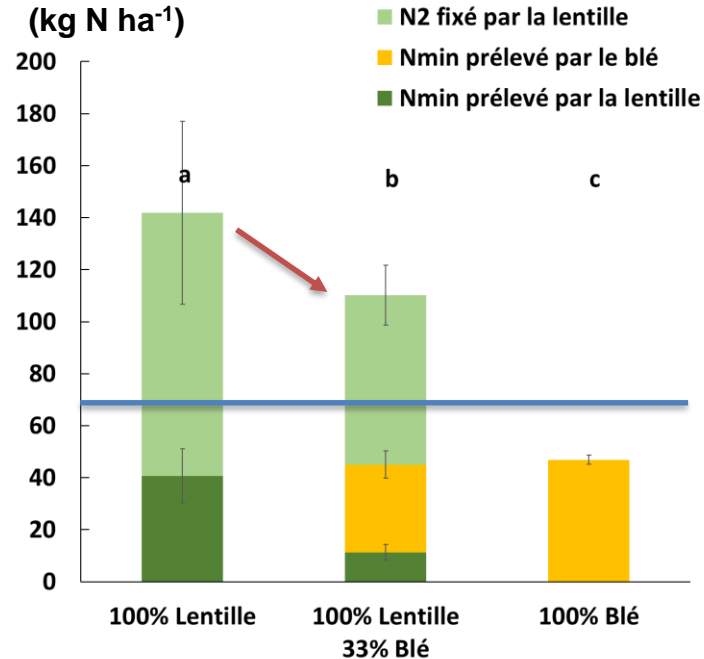
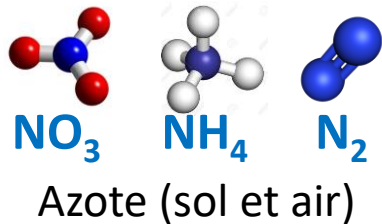


- Pas de différence d'acquisition totale Nmin
- Blé plus compétitif dans association (P<0.05)

Acquisition des ressources

Cycle court : lentille-blé

Azote acquis
parties aériennes à maturité
(kg N ha⁻¹)



Nodosités lentille essai INRA 2015

- Moins d'azote fixé en association
- Taux de fixation supérieur (84% vs 70%; $P < 0.05$)
- N asso > à la moyenne des cultures pures

➤ Complémentarité de niches