



EVALUATION DE SYSTÈMES DE CULTURE AVEC ET SANS LÉGUMINEUSES

Bedoussac Laurent, Tribouillois H.,
Plaza-Bonilla D., Journet E.-P., Justes E.
laurent.bedoussac@inra.fr





AMÉLIORER LES SYSTÈMES DE CULTURES À BAS NIVEAU D'INTRANT AVEC DES LÉGUMINEUSES

○ **Changement climatique et de l'environnement**

- Nécessite une transformation des systèmes de culture

○ **Diversification des cultures et légumineuses**

- Fixation de N_2 et rupture des cycles de maladies, ravageurs, adventices

○ **Différentes façons d'introduire les légumineuses**

- Cultures de vente et cultures intermédiaires
- Cultures pures et cultures associées

○ **Obj : Concevoir et évaluer des systèmes de culture bas intrant**

- Maximiser le bénéfice de la fixation de N_2
- Réduire les impacts environnementaux



D'après : Bedoussac, L. et al. 2015. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 911-935
Plaza-Bonilla, D. et al. 2015. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 212, 1-12
Tribouillois, H. et al. 2015. *Plant and Soil* 401, 347-364



1.1) CONCEPTION ET ÉVALUATION DE SYSTÈMES DE CULTURE (M&M)

- 2 expérimentations de 6 ans

- 6 rotations de 3 ans

- 0, 1 ou 2 légumineuses à graines
- Avec ou sans culture intermédiaire
- Chaque culture présente chaque année

- Formulation des règles de décision

- Simulations dynamique des bilans :

- Hydrique
- Azoté

Comparaison de six rotations avec 0, 1 ou 2 légumineuses à graines et avec ou sans cultures intermédiaires

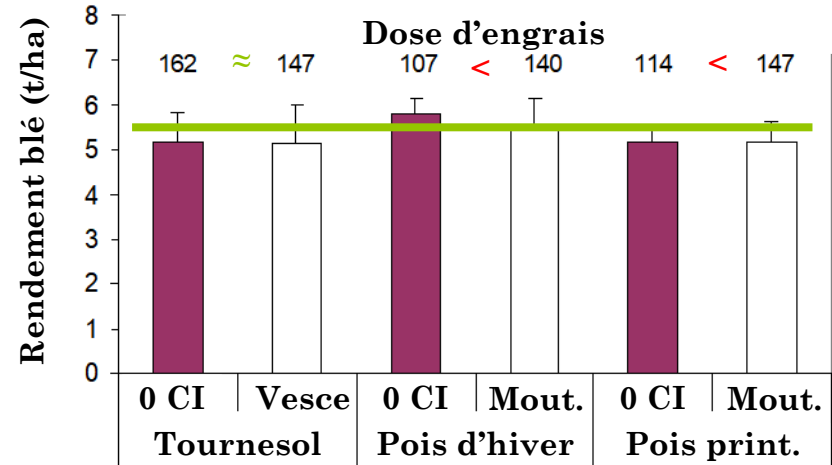
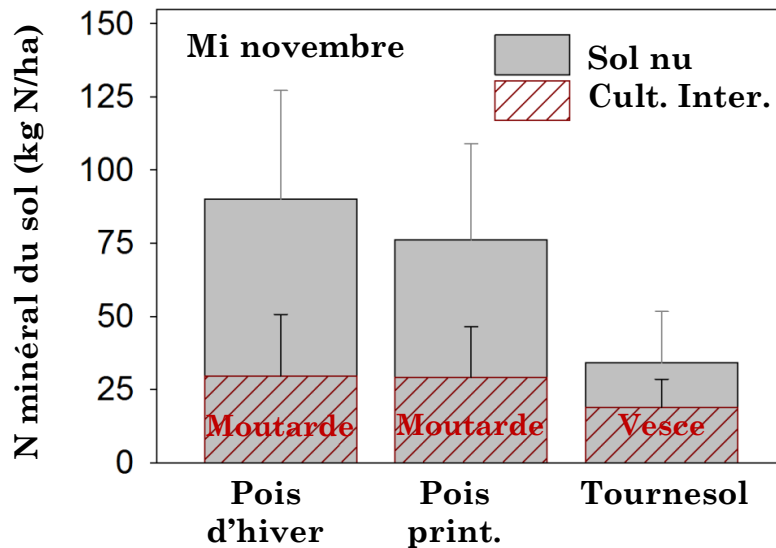


Modèle STICS
(Brisson et al., 1998; 2020; 2003)

D'après : Plaza-Bonilla, D. et al. 2015. Agriculture, Ecosystem and Environment 212, 1-12



1.2) CONCEPTION ET ÉVALUATION DE SYSTÈMES DE CULTURE (RÉSULTATS)



- **Effet précédent :**
 - Plus d’N disponible après pois
- **Effet cultures intermédiaires**
 - Diminution significative
 - Moutarde très efficace

- **Pas de différences de rendement**
 - Entre précédents
 - Avec ou sans culture intermédiaire
- La libération d’N par les cultures intermédiaires ne compense pas toujours la **compétition préemptive**



1.3) CONCEPTION ET ÉVALUATION DE SYSTÈMES DE CULTURE (CONCLUSIONS)

- **Pas de diminution systématique des intrants avec Leg. (sauf N)**
 - Sensibilité du pois aux ravageurs et maladies (pucerons, charançons, anthracnose...)
 - Comment choisir les variétés ?
- **Gérer la disponibilité en N plus élevée après le pois**
 - Eviter un lessivage élevé des nitrates
 - Adapter le système de culture pour valoriser la fixation de N_2
- **Efficacité des cultures intermédiaires à optimiser**
 - Eviter la concurrence préemptive d'N pour la culture suivante
 - Comment choisir les espèces adaptées ?
 - Quel effet sur les émissions de N_2O ?





2.1) CULTURES INTERMÉDIAIRES POUR LA PRODUCTION DE SERVICES AZOTE (M&M)

○ Large éventail de conditions

- 3 sites contrastés

○ Évaluation de mélanges

- 5 légumineuses « rapides »
Vesce violette, trèfle incarnat, lentilles sauvages, féveroles, pois four.

- 5 familles non-légumineuses
Navette, millet, avoine rude, ray-grass d'Italie, phacélie...

- 25 mélanges bispécifiques
(1 leg. / 1 non leg. en 50% / 50%)

○ Effet de la date de destruction *(sur un site)*

○ Quantification des services liés à l'N *(par expérimentation et modélisation)*

3 sites aux conditions
pédoclimatiques contrastées

Arvalis Bignan

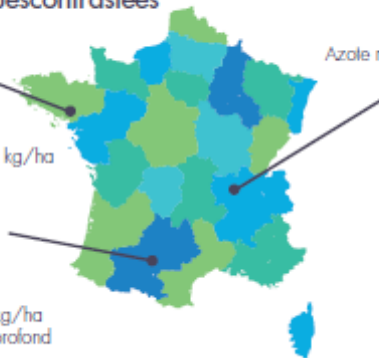
T = 13.5 °C
PETP = 164 mm
Azote minéral : 112 kg/ha
Sol limoneux

Arvalis Auzeville

T = 19.1 °C
P+ETP = 97 mm
Azote minéral : 53 kg/ha
Sol argilo-limoneux profond

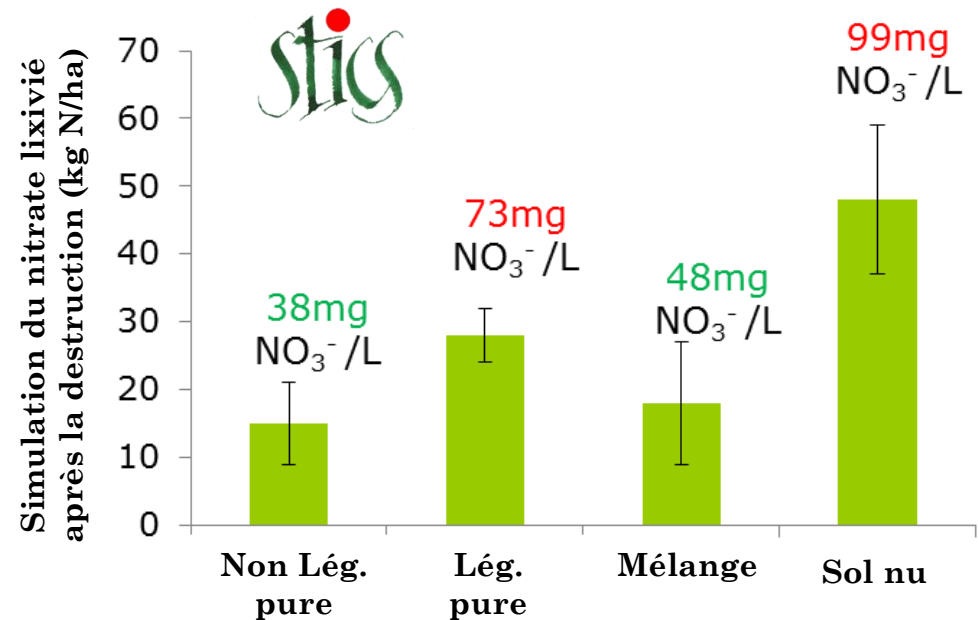
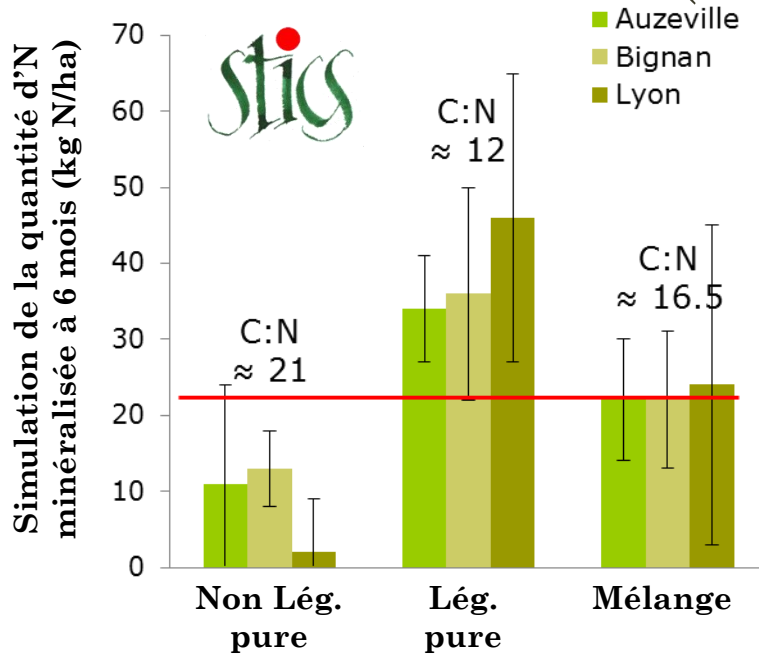
Arvalis Lyon

T = 18.4 °C
PETP = -12 mm
Azote minéral : 31 kg/ha
Sol très caillouteux





2.2) CULTURES INTERMÉDIAIRES POUR LA PRODUCTION DE SERVICES AZOTE (RÉSULTATS)



- + d'N minéralisé avec légumineuse
- N minéralisé fonction du ratio C:N

- Les cultures intermédiaires limitent la lixiviation et la concentration



2.3) CULTURES INTERMÉDIAIRES POUR LA PRODUCTION DE SERVICES AZOTE (CONCLUSIONS)

- **Les mélanges bispécifiques permettent :**
 - Un effet piège à nitrate proche des non-légumineuses
 - Un effet engrais vert intermédiaire
- **Les meilleurs mélanges dépendent des risques de lixiviation et de la compétition préemptive**
 - Cas 1. Teneur en azote minéral et drainage faibles
→ Risque lixiviation faible mais concurrence préemptive élevée
 - Mélange favorisant l'effet engrais vert + destruction précoce (mi-automne)
 - Cas 2. Teneur en azote minéral et sol perméable
→ Risque lixiviation fort mais concurrence préemptive faible
 - Mélange favorisant l'effet « piège à nitrate » + destruction tardive (fin hiver)
- **Besoin d'un modèle dynamique pour aider à l'assemblage des espèces et optimiser leur gestion**





3.1) ASSOCIATIONS CÉRÉALE-LÉGUMINEUSE À GRAINES POUR ACCROÎTRE LA PRODUCTIVITÉ (M&M)

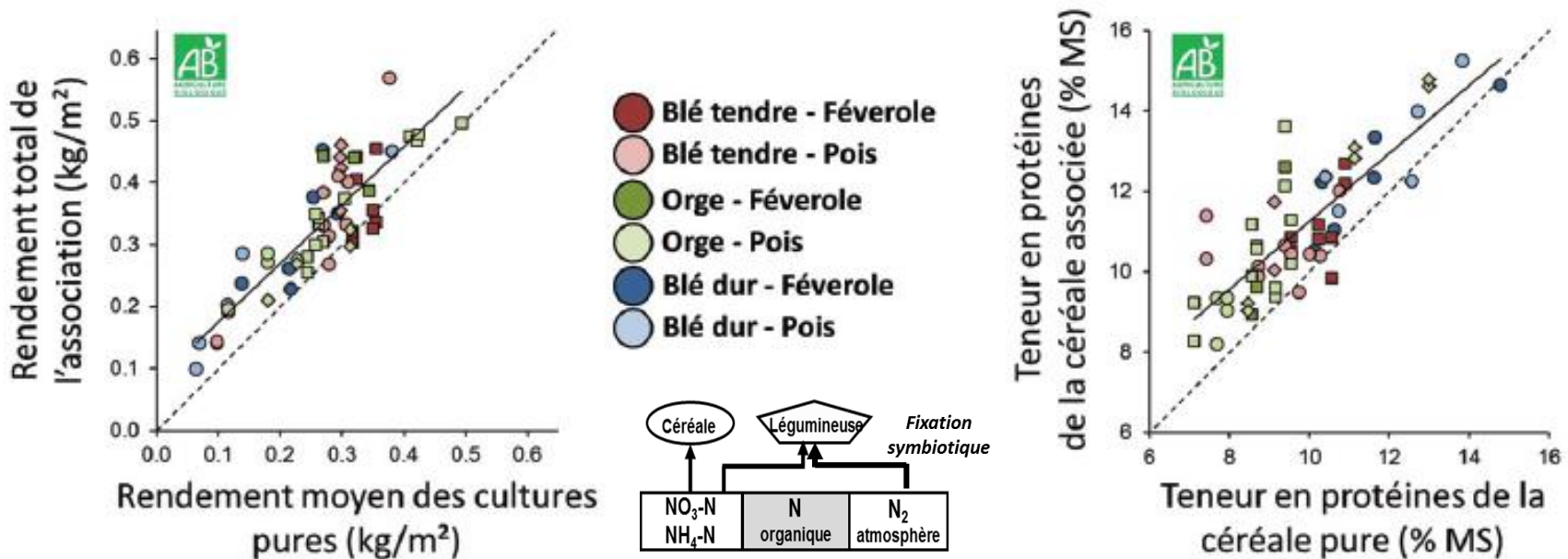
- **10 années d'expérimentations**
 - Diverses conditions pédo-climatiques
 - Station expérimentale et ferme
- **Large gamme de pratiques**
 - AB et agriculture conventionnelle
 - Variétés, densités, structures, N, P...
- **Différents objectifs**
 - Evaluer le potentiel des associations
 - Analyser leur fonctionnement



D'après : Bedoussac, L. et al. 2015. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 911-935



3.2) ASSOCIATIONS CÉRÉALE-LÉGUMINEUSE À GRAINES POUR ACCROÎTRE LA PRODUCTIVITÉ (RÉSULTATS)



- Rendement asso supérieur à la moyenne (3.3 vs 2.7 Mg ha⁻¹)
- Rendement asso plus stable
- Proportion de céréale souvent > 50%
- Taux de fixation supérieur en asso (75% vs. 62%)
- Complémentarité de niche pour l'N
- Plus d'N dispo par grain de céréale

Performance des asso accrue en système à bas niveau d'N

D'après : Bedoussac, L. et al. 2015. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 911-935



3.3) ASSOCIATIONS CÉRÉALE-LÉGUMINEUSE À GRAINES POUR ACCROÎTRE LA PRODUCTIVITÉ (CONCLUSIONS)

- **La culture associée est un moyen efficace pour**
 - Améliorer et stabiliser le rendement
 - Accroître la qualité des grains de céréale
- **Leur efficacité s'exprime surtout en système à bas niveau de N**
 - Moins de concurrence (temps, espace ou forme chimique)
- **Le choix des itinéraires techniques dépend des objectifs**
 - Choix des espèces, variétés, fertilisation...dépendent des objectifs
 - Intérêt de la modélisation pour optimiser les associations





VERS DE NOUVEAUX SYSTÈMES DE CULTURE

D'après : Bedoussac, L. et al. 2015. ; Plaza-Bonilla, D. et al. 2015. ; Tribouillois, H. et al. 2015.

- **Les légumineuses ont des intérêts agronomiques indéniables**
- **Leur insertion dans les systèmes de culture doit être optimisée**
 - Mieux utiliser la disponibilité d'N
 - Limiter la lixiviation du nitrate
 - Augmenter l'efficacité de l'azote au niveau de la rotation
- **Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour :**
 - Réduire les ravageurs des légumineuses dans les systèmes « bas-intrants »
 - Concevoir de nouveaux systèmes de culture et optimiser les associations

