LE MEILLEUR DES DÉMONSTRATIONS EN EUROPE

THE BEST OF ALL DEMONSTRATIONS IN EUROPE

Association de cultures :

Leviers agronomiques pour la conception d'itinéraires techniques et retour d'expériences

Laurent BEDOUSSAC – ENFA/INRA
Amandine GUIMAS – CA61
Thierry METIVIER – CA14

23 & 24 SEPTEMBRE 2015

tech & bio

Une initiative Chambres d'Agriculture

Avec le soutien de UNION EUROPEENNE · L'EUROPE S'ENGAGE en Rhône-Alpes · ONEMA Office national de l'eau et des milieux aquatiques · ÉCOPHYTO RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS

Associer des espèces pour maximiser l'utilisation des ressources et réduire les bioagresseurs

Laurent BEDOUSSAC et al.
Maître de conférences à l'ENFA/INRA

tech & bio

Quelques définitions

- La culture **simultanée** d'au moins **deux espèces**, sur la **même surface**, pendant une **période significative** de leur croissance (Willey, 1979)
- Pratique **traditionnelle** plus ou moins répandue et qui recouvre une **diversité** de systèmes :

Cultures annuelles

Systèmes prairiaux

Agroforesterie

Sylvopastoralisme

Arbres - Arbustes

- Application pratique des **principes de l'écologie** permettant de valoriser les ressources naturelles et de réguler les facteurs biotiques

Intérêts potentiels des associations

- Meilleure **qualité** des grains de blé (protéines, mitadin)

Difficile de faire de blé de bonne qualité sans apport d'azote organique

- Meilleur **rendement** global par rapport aux cultures pures

Essentiellement en systèmes à bas niveau d'azote

- Meilleure **stabilité** du rendement face aux aléas climatiques

Risque moindre et notamment pour les légumineuses à graines

- Réduction potentielle de certains **bio-agresseurs**

Facteurs biotiques souvent limitants de la production

- Réduction des risques de **lixiviation**

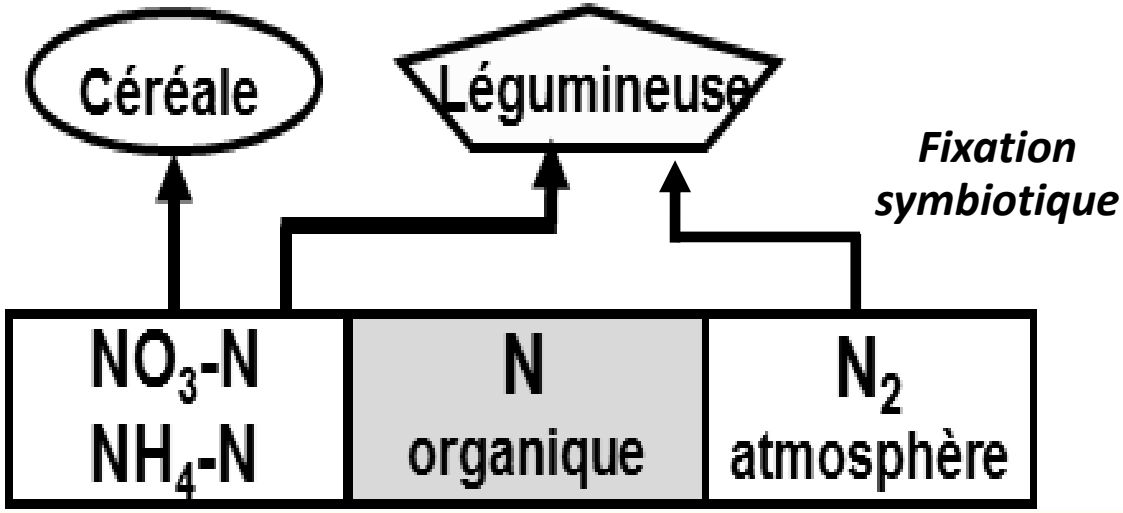
Economie d'azote et moindre impacts sur l'environnement

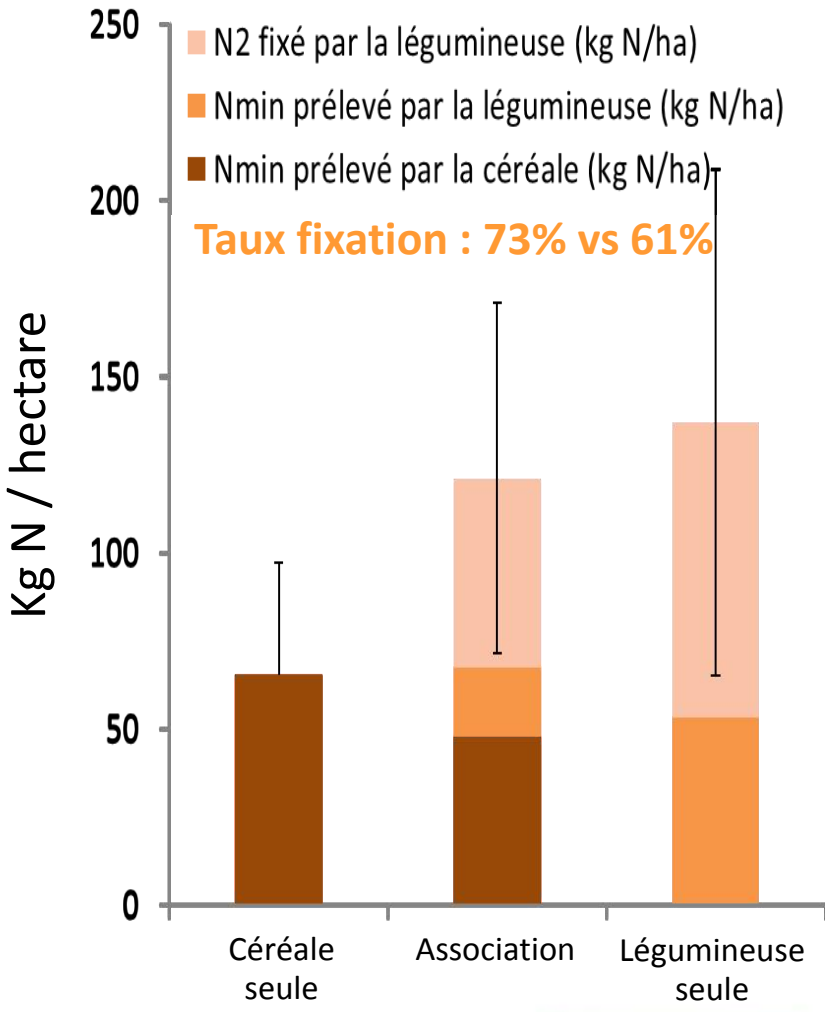
Compétitions et complémentarité

Adapté de Bedoussac et al., Agronomy for Sustainable Development (2015)

- La **compétition** lorsque les plantes associées utilisent les mêmes ressources abiotiques, au même endroit et en même temps.
  - **Ex: Compétition pour l'acquisition de l'N minéral du sol**
- La **complémentarité de niche** lorsque les plantes utilisent une même ressource de façon différée (dans le temps ou l'espace) ou exploitent des formes biogéochimiques différentes
  - **Ex: Complémentarité de niche entre N minérale et N_2**

→ **Plus de N_2 fixé/plante mais moins de N_2 fixé/hectare**

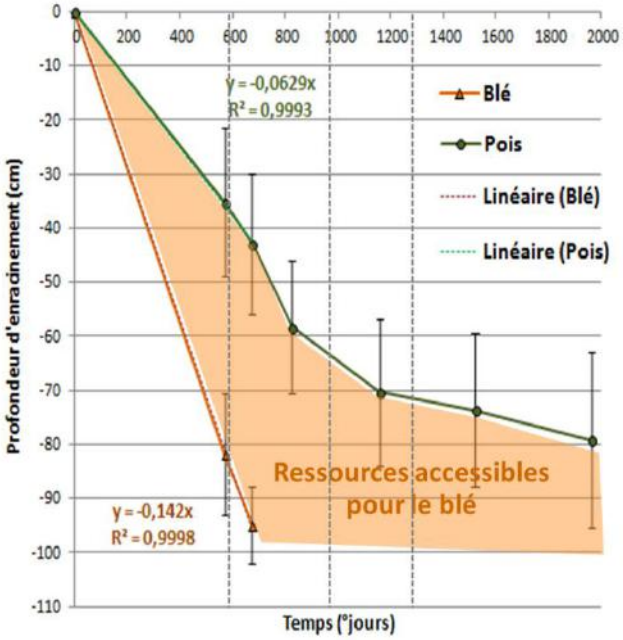


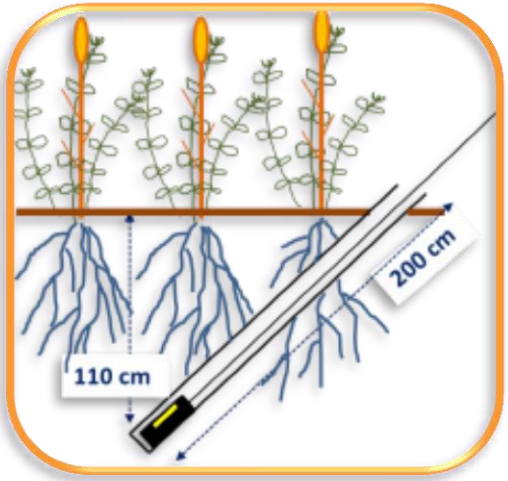


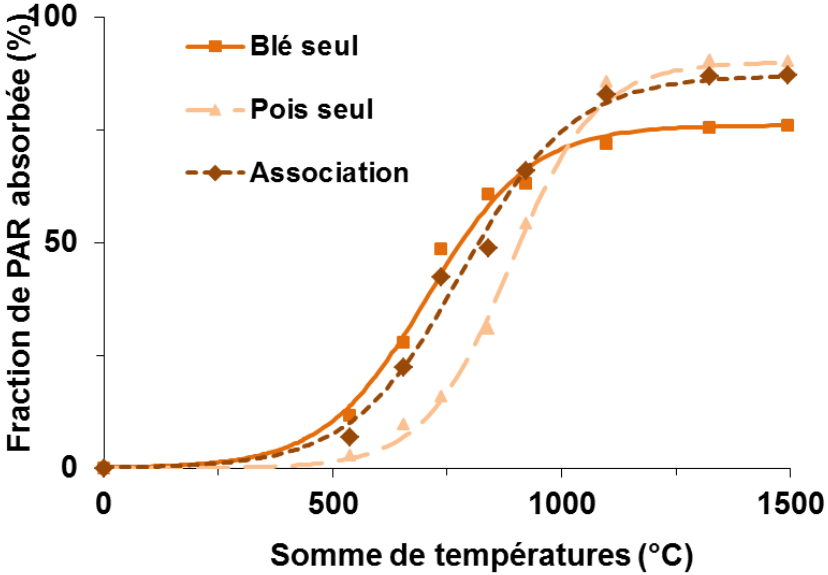
Compétitions et complémentarité

Adapté de Bedoussac et al., Agronomy for Sustainable Development (2015)

- Compétition et complémentarité
  - **Aérienne**
  - **Racinaire**



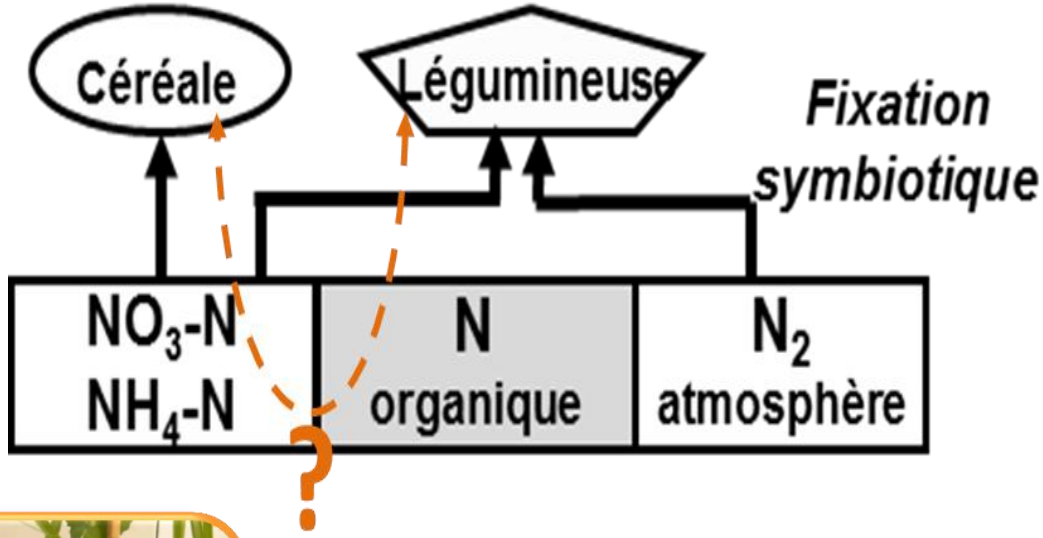




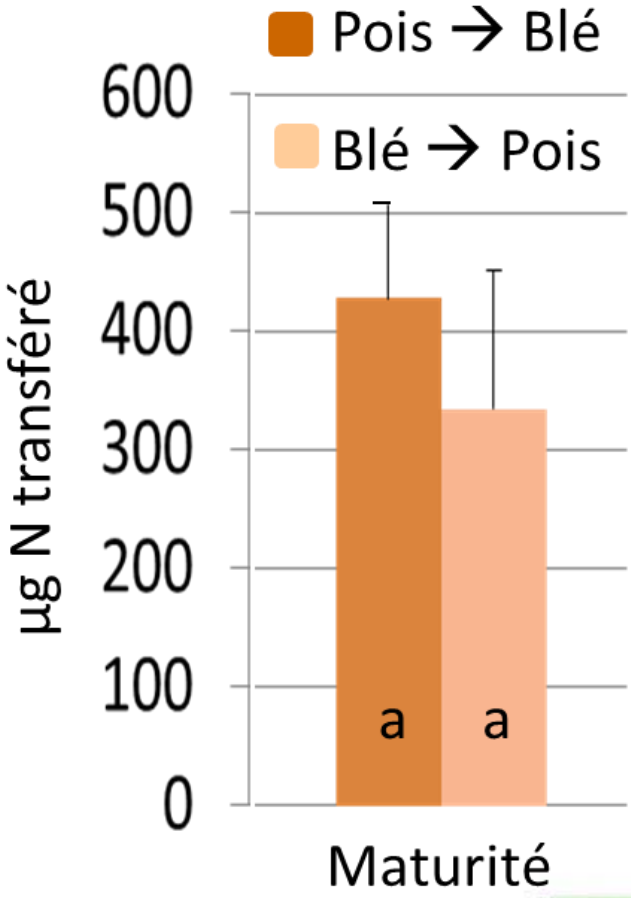
Transferts d'N entre plantes

D'après : Fustec et Malagoli (2012)

- La **facilitation** lorsqu'une espèce **augmente la croissance** ou la survie de l'autre à travers l'amélioration des conditions environnementales



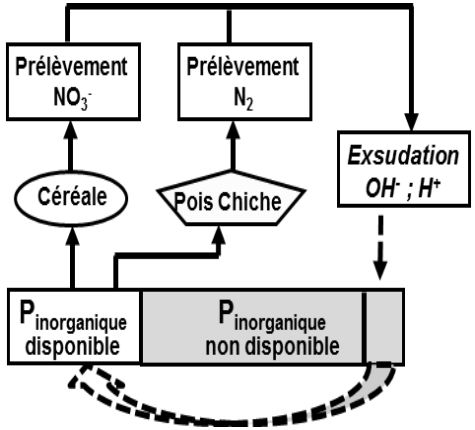
- *Sol INRA Melgueil*
- *Pots de 10L*
- *Marquage ^{15}N limbes*
- *1 pois associé à 2 blés*

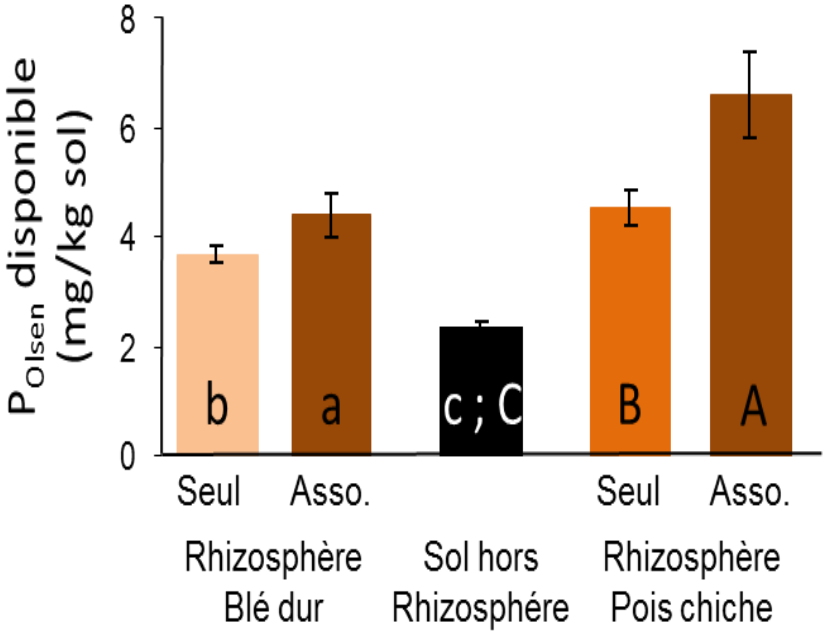


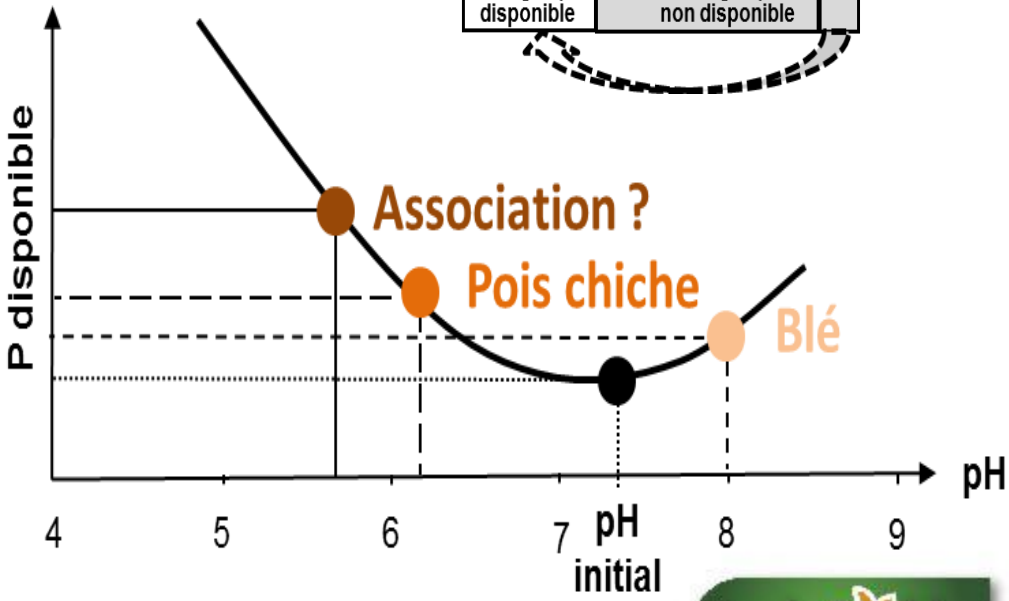
Facilitation biogéochimique

D'après : Betencourt et al., Soil Biol. Biochem. (2012)

- La **facilitation** lorsqu'une espèce **augmente la croissance** ou la survie de l'autre à travers l'amélioration des conditions environnementales
  - Mobilisation d'un pool de P initialement non disponible via des processus rhizosphériques
  - Les modifications de pH sont faibles et n'expliquent pas l'augmentation de la disponibilité du P dans la rhizosphère



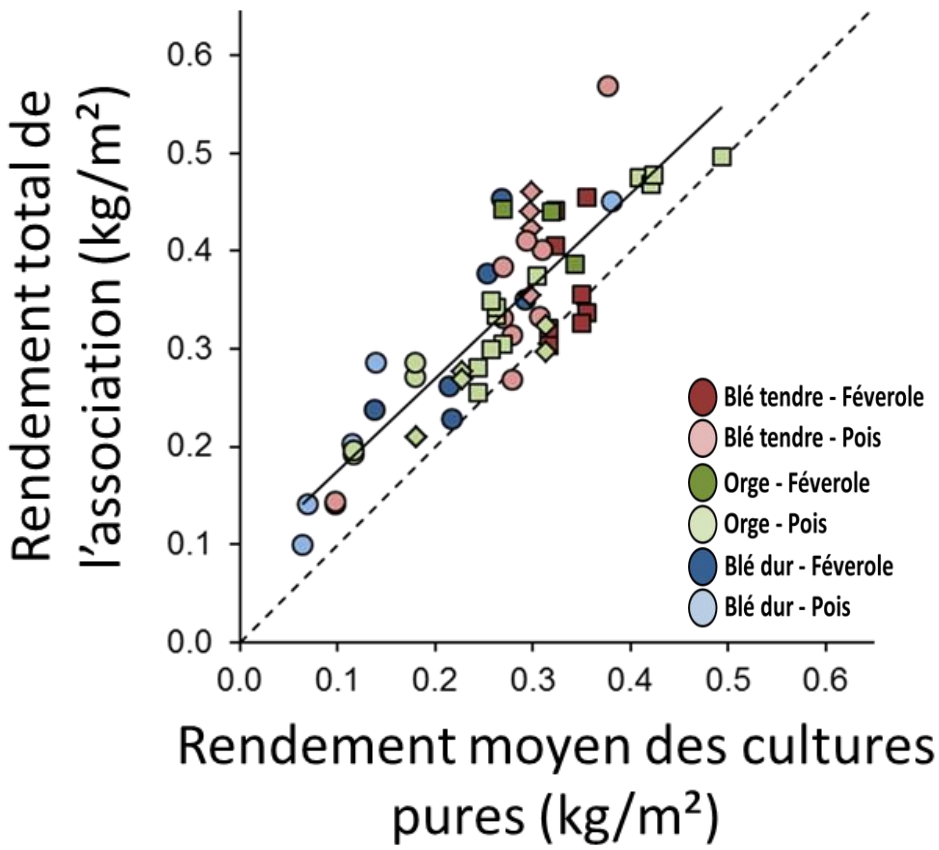




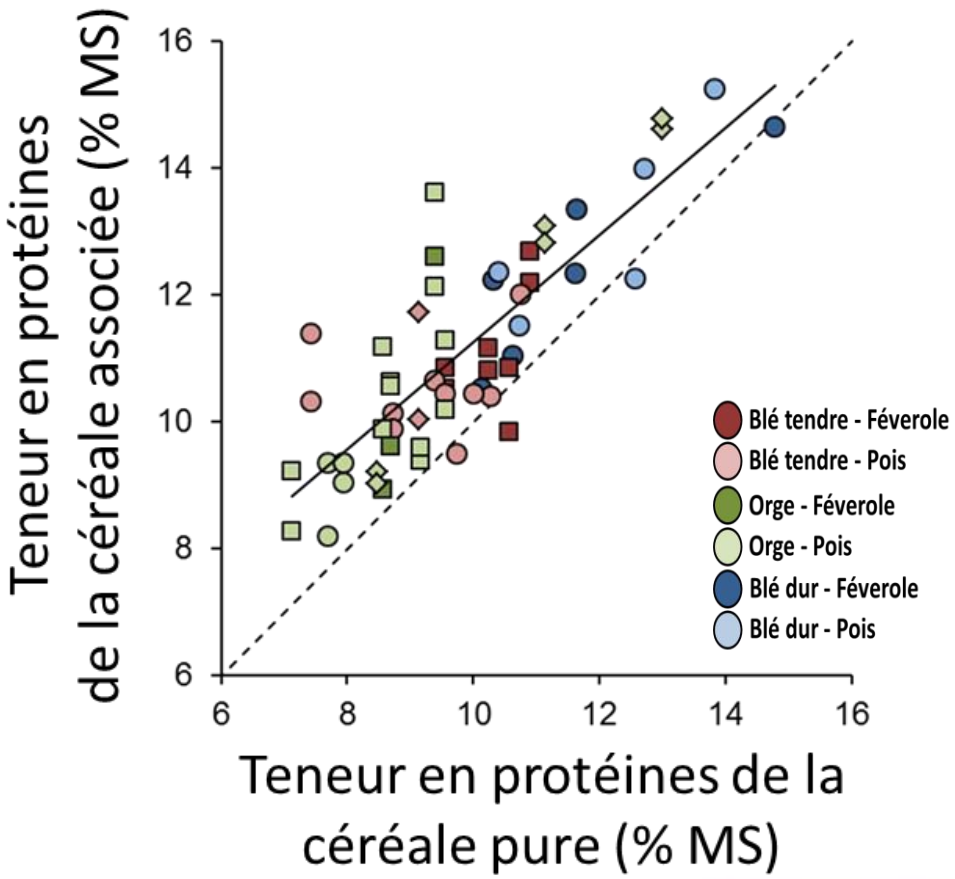
Gain de rendement et de protéines

Adapté de Bedoussac et al., Agronomy for Sustainable Development (2015)

Rendement supérieur à la moyenne des cultures pures



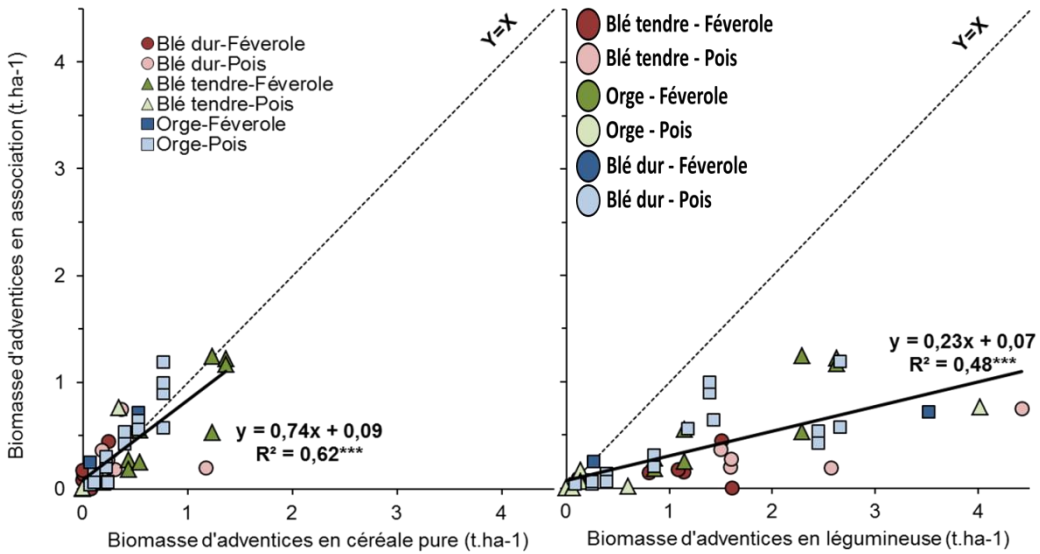
Accroissement de la teneur en protéines de la céréale

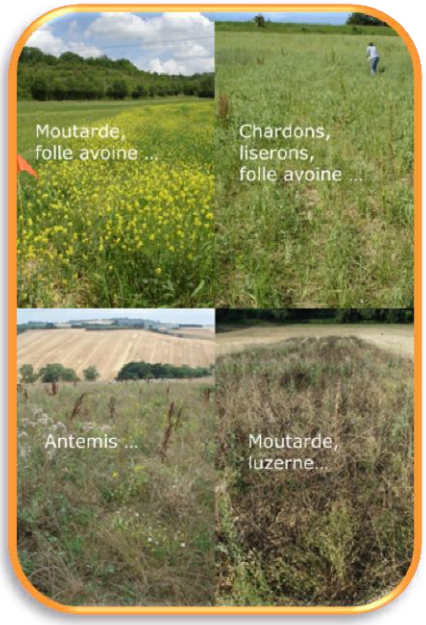


Réduction des adventices et pucerons

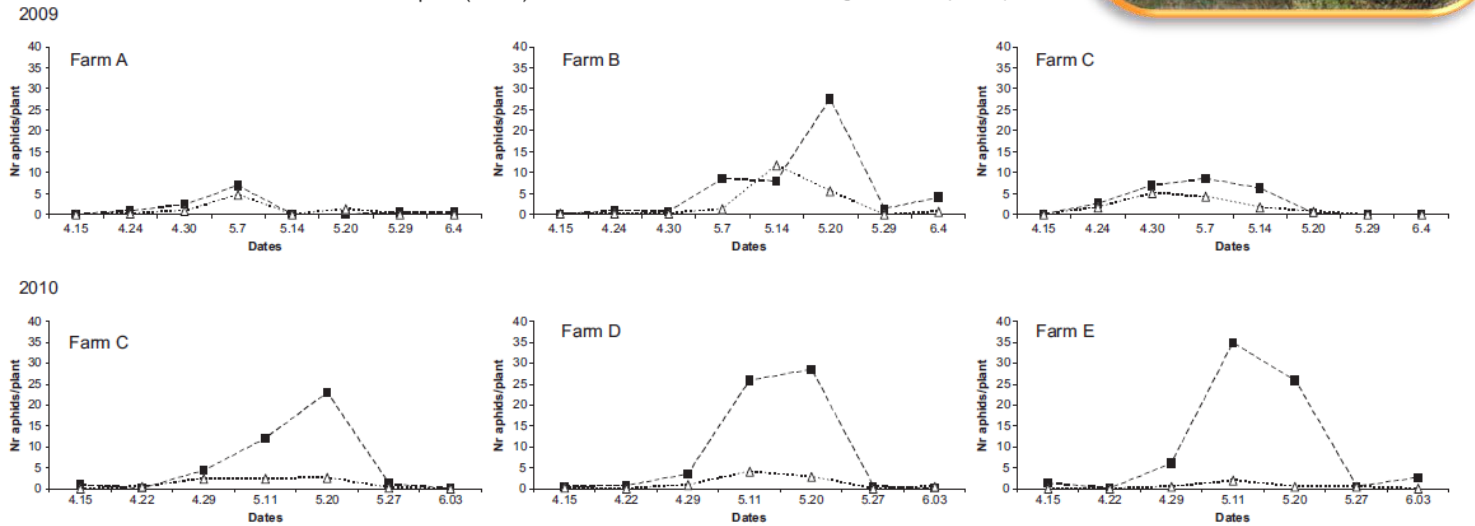
Adapté de Bedoussac et al., Agronomy for Sustainable Development (2015)

Moins d'adventices





Moins de pucerons



Leviers et freins aux associations

- **Freins techniques**
  - Semis
  - Fertilisation
  - Désherbage
  - Récolte

→ Possibilités infinies mais un potentiel à rechercher

- **Freins liés à la commercialisation :**
  - Mélanges de grains encore mal acceptés par les filières
  - Nécessité de trier les grains à la récolte avec risque d'impuretés
- **Freins règlementaires :**
  - Les associations ne sont pas soutenues
  - Protection phytosanitaire

→ Comprendre pour proposer des solutions performantes et acceptables

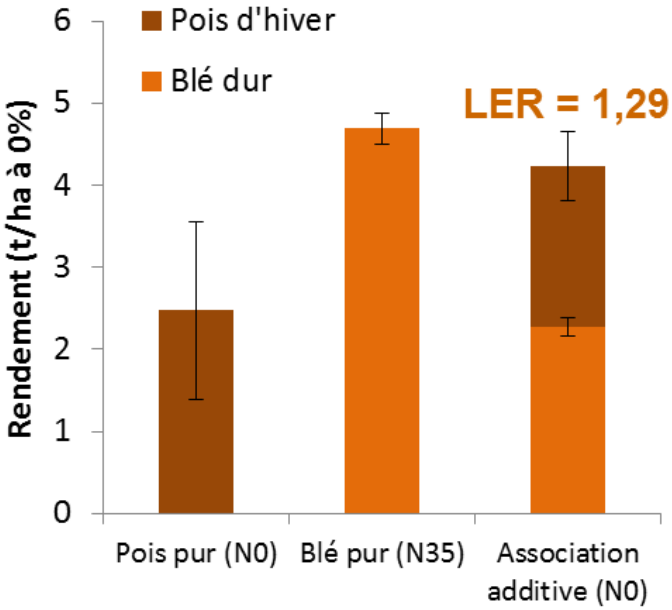
Co-conception d'itinéraire technique

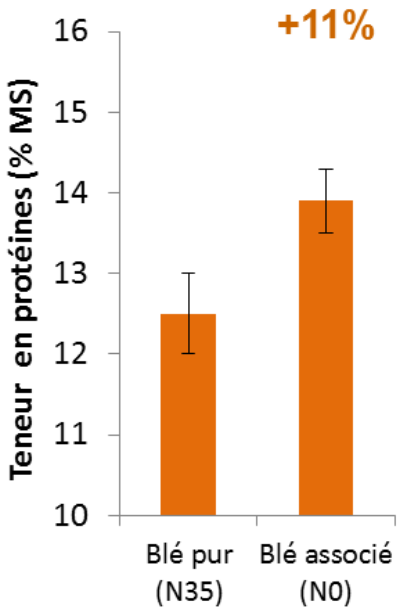
ASSOCIATION ADDITIVE
BLE DUR-POIS

Association additive

P B P B P B P B P B P

- **Objectifs :**
  Produire un mélange équilibré avec du pois et du blé dur de qualité
- **Hypothèses :**
  Blé plus compétitif que le pois
  Réduction du tallage nécessaire
- **Choix techniques :**
  Accroitre la densité du pois
  Pas d'apport d'azote



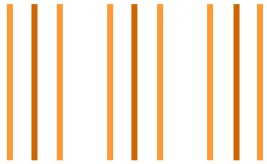


Co-conception d'itinéraire technique

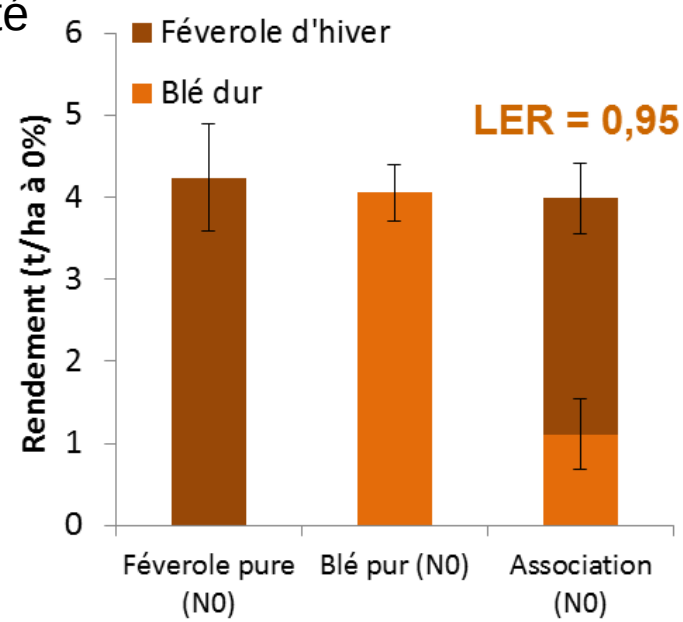
ASSOCIATION BLE DUR-FEVEROLE

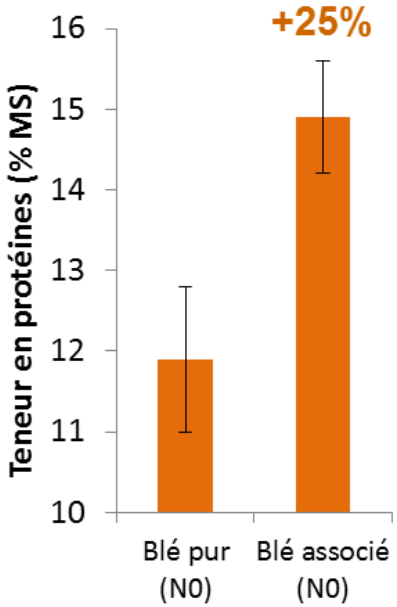
Association ligne

B F B B F B B F B

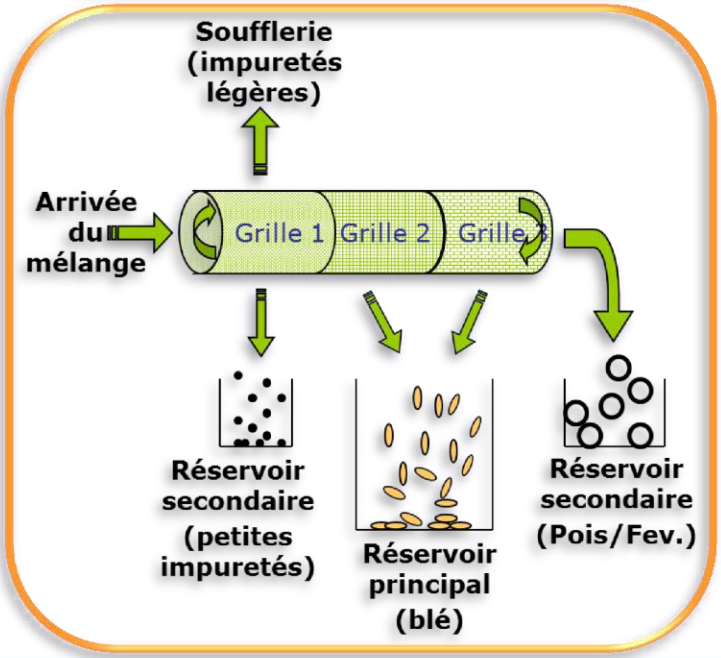


- **Objectifs :**
  Produire un mélange équilibré avec de la féverole et du blé dur de qualité
- **Hypothèses :**
  Contrôler la densité de la féverole et réduire le tallage du blé
- **Choix techniques :**
  Inter-rang de féverole large
  Cultivar de blé dur haut
  Pas d'apport d'azote





Le tri: un élément déterminant



Qualité du tri insuffisante pour un débouché du blé dur en alimentation humaine

	Blé dur (%)	Pois (%)	Impuretés (%)	Pois cassés (%)
Mélange à l'arrivée	**65.4**	**22.5**	**6.6**	**5.5**
Blé dur trié	**85**	**0**	**6.5**	**8.5**
Pois trié	**1.5**	**97**	**1.5**	**0**

- Tri à la ferme et/ou matériel de tri plus performant ?
- Moissonneuse « double » type SOMECA ?
- Allotement avec du blé « propre » ?
- Blé dur facile à dépiquer et/ou pois se « splittant » peu ?
- Accepter d'avoir une fraction non séparable ?

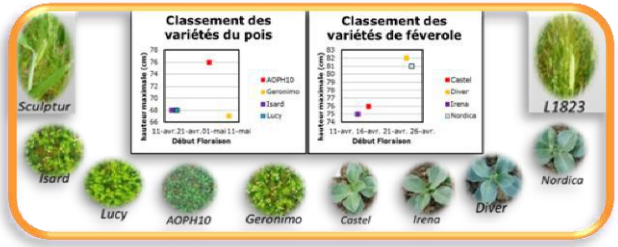
Principales conclusions

- **Gain de rendement et de qualité en bas niveau d'N**
  - Rendement total supérieur à la moyenne des cultures pures
  - Qualité du blé systématiquement améliorée
- **Effet globalement positif sur les facteurs biotiques**
  - Moins d'enherbement que dans la légumineuse mais pas par rapport à la céréale
  - L'association diminue les pucerons du pois mais effet sur le sitone limité
  - L'association permet de réduire certaines maladies mais peut parfois les accentuer

- **De nombreux leviers mobilisables**
  - Fertilisation à limiter (plus il y a d'N disponible et plus il y a de céréale à la récolte)
  - Le choix des densités et de la structure du peuplement modifie le fonctionnement

→ On sait des choses mais il reste des zones d'ombre

Les questions à traiter



Quelles génotypes pour les associations ?

- La meilleure association n'est pas l'association des meilleures variétés
- Identifier les couples variétaux et les traits à associer

→ Impliquer les sélectionneurs et proposer des outils adaptés

Quelle place pour les associations dans les systèmes de cultures ?

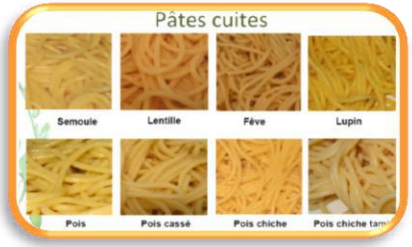
- Effet précédent et suivant
- Intérêts des associations en tant que plantes de service

→ Evaluer l'effet sur la rotation mais sans oublier les bases de l'agronomie

Quels soutiens aux cultures associées ?

- Regain d'intérêts pour les systèmes traditionnels économes en intrants
- Intérêt freiné par les prix des relatifs des cultures et des intrants

→ Impliquer les politiques car les soutiens font évoluer les pratiques



De la parcelle à l'assiette : le rôle des transformateurs et des consommateurs

- Les transformateurs sont-ils prêts à contractualiser et diversifier leur offre ?
- Les fabricants d'aliments et les éleveurs sont-ils prêts à passer à un modèle « protéines locales » ?
- Les consommateurs sont-ils ouverts à de nouveaux produits ?

Des itinéraires techniques aux filières

Expérimentation en station : Analyse du fonctionnement et des performances des associations céréale-légumineuse à graines vues comme une application des principes écologiques permettant de valoriser les ressources naturelles (lumière, eau, N, P…)

Validation avec des acteurs : test d'itinéraires techniques dans un réseau de 10 agriculteurs biologiques et test de tri en coopérative (AgriBio Union)

Approche interdisciplinaire agronomique et économique
Analyse de la logistique des coopératives et des effets de verrouillage

Vers une **démarche participative de co-conception** de systèmes innovants valorisant des associations en mobilisant les **industriels**, des **concepts écologiques** (traits fonctionnels) et des outils de **modélisation** pour **concevoir des règles génériques** d'assemblage d'espèces

2006

2008

2009

2010

2011

20XX

Intensification écologique

Ingénierie agro-écologique

Agroécologie en action

tech & bio

Merci pour votre attention

Pour en savoir plus : http://www.researchgate.net/profile/Laurent_Bedoussac

- **Un objectif affirmé de développement durable de l'agriculture** (3 piliers)
- **Mobiliser de « nouveaux » concepts** (agroécologie, production intégrée, …)
- **Remobiliser et optimiser des pratiques « ancestrales »** (engrais verts, légumineuses, cultures en mélange…)
- **Nécessité d'innover tous ensemble** (co-conception avec les agriculteurs, techniciens, coopératives, transformateurs, consommateurs…)

→ Les cultures associées sont une clé parmi d'autres pour la re-conception de systèmes de culture

LE MEILLEUR DES DÉMONSTRATIONS EN EUROPE

THE BEST OF ALL DEMONSTRATIONS IN EUROPE

Association de cultures : leviers agronomiques pour la conception d'itinéraires techniques et retour d'expériences

Laurent BEDOUSSAC – INRA
Amandine GUIMAS – CA61
Thierry METIVIER – CA14

23 & 24 SEPTEMBRE 2015

tech & bio

Une initiative Chambres d'Agriculture

Avec le soutien de UNION EUROPEENNE · L'EUROPE S'ENGAGE en Rhône-Alpes · ONEMA · ÉCOPHYTO RÉDUIRE ET AMÉLIORER L'UTILISATION DES PHYTOS

2 - Association de cultures :

retours d’expérience

Le projet Reine Mathilde

- ✓ 1 projet multi-partenarial, pour développer la filière lait bio en Normandie

Un projet

Les partenaires du projet

Action financée par

- ✓ Une ferme vitrine, à Tracy-Bocage (14)
  - ✓ 120 vaches, 780 000 l de lait, 235 ha

- ✓ Essais, démonstrations et portes ouvertes (500 visiteurs en 2014)

La ferme vitrine

- ✓ 4 années d'essais
- ✓ **Favoriser l'autonomie alimentaire des élevages en AB**
- ✓ 9 thématiques de travail :

Maïs fourrage	**Maïs fourrage associé**	**Protéagineux ensilés**
Lupins et féveroles moissonnés	**Céréales fourragères moissonnées**	**Associations céréales protéagineux moissonnées**
Prairies multi-espèces pour la pâture (dont chicorée, plantain…)	**Prairies multi-espèces pour la fauche**	**Lupin hiver sursemé de céréales**

Pourquoi travailler sur
les associations de cultures ?

3 axes de travail :

1 – Produire un concentré fermier riche en protéines

2 – Limiter les risques de salissement du lupin blanc d'hiver

3 – Enrichir les fourrages en MAT

Crédit photo : Daniel BRENON

Pourquoi travailler sur
les associations de cultures ?

1 – Produire un concentré fermier riche en protéines

- ✓ Trouver des associations plus riches en protéines que le **triticale + pois fourrager**
- ✓ **Sécuriser le rendement**
- ✓ Introduire de **nouvelles espèces** dans l'assolement
- ✓ **Allonger la rotation** avec des associations couvrantes et peu exigeantes en azote

Pour produire un concentré fermier riche en protéines

- ✓ **Repérer les associations qui :**
  - ✓ permettent de récolter une part importante de protéagineux
  - ✓ présentent des **risques de verse limités**
  - ✓ présentent une **bonne compatibilité de maturité à la récolte**

- ✓ **En associant 1 céréale + 1 ou 2 protéagineux :**
  - ✓ Céréales : orge, triticale, avoine, **seigle**, **épeautre**
  - ✓ Protéagineux : vesce, féverole, **lupin**

- ✓ **Avec des itinéraires techniques facilement transposables**

Dispositif et semis

Pour produire un concentré fermier riche en protéines

- ✓ Dispositifs : **bandes, micro-parcelles, damier**
- ✓ **2 (ou 3) espèces** associées
- ✓ Doses de semis utilisées :
  - ✓ **60 % de la dose en pur** pour les 2 espèces associées (180 g/m² pour les céréales, 24 g/m² pour la féverole d'hiver)
  - ✓ **Maximum 30 gr/m²** pour le pois fourrager et la vesce
- ✓ **Semis en une fois** (sauf pour la féverole, semée avant labour, ou lors d'un 1er passage de semoir)
- ✓ **Témoins : espèces en pur** (semées à 100 ou 120% de la dose pure)

→ Objectif : des itinéraires techniques simples, facilement transposables

Notation et récolte
Pour produire un concentré fermier riche en protéines

- ✓ **Notations et mesures**
  - ✓ Levée
  - ✓ Compatibilité (cycle, maturité…)
  - ✓ Hauteur sur pied
  - ✓ Maladies
  - ✓ Rendements…
- ✓ **Récolte quand tout est mûr**
- ✓ **Tri** des espèces
- ✓ **Analyse de la valeur alimentaire** de chaque espèce
- ✓ **Calcul de la valeur alimentaire de chaque association**

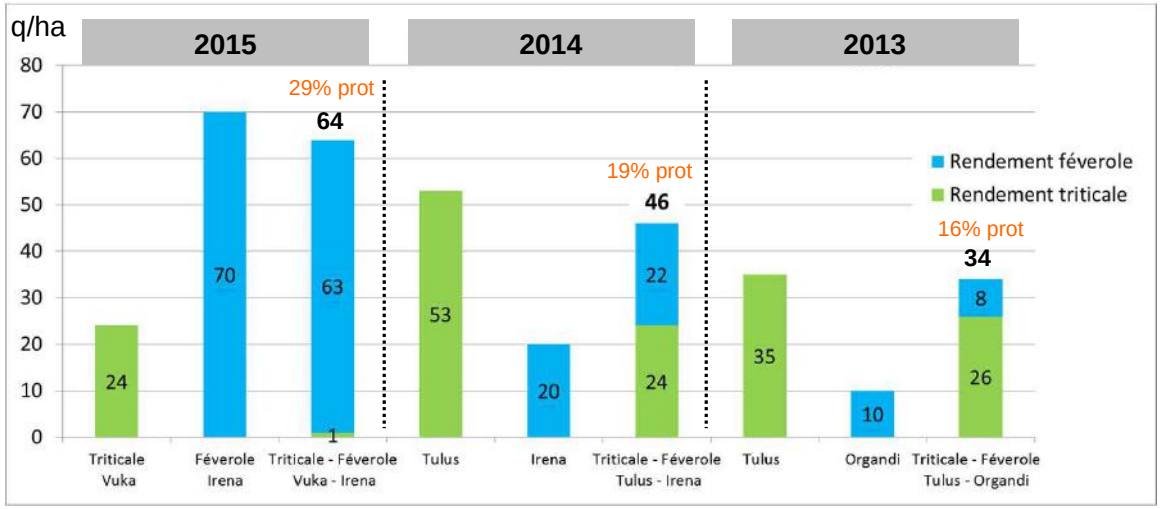
La barre de coupe n'a pas permis de récolter toute la féverole

→ Les limites du dispositif : microparcelles, attente sur pied, réglage de la moissonneuse…

Ce qui produit un concentré fermier riche en protéines

Triticale + féverole

- ✓ **Semis en 2 fois**
- ✓ Hauteur similaire et maturité conjointe
- ✓ **Meilleur compromis rendement-protéines**



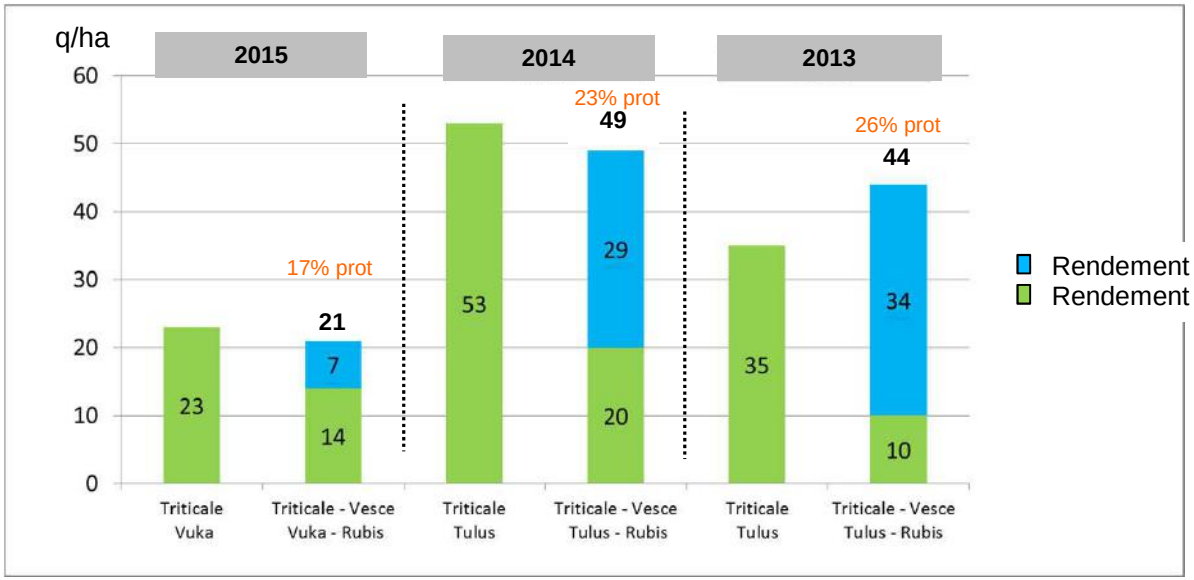
- ✓ Parcelle plus propre qu'en pur
- ✓ **Attention au battage**

→ Association non versante et assez régulière

Ce qui produit un concentré fermier riche en protéines

Triticale + vesce

- ✓ Maturité conjointe et hauteur similaire
- ✓ **Proportion de vesce très hétérogène à la récolte**



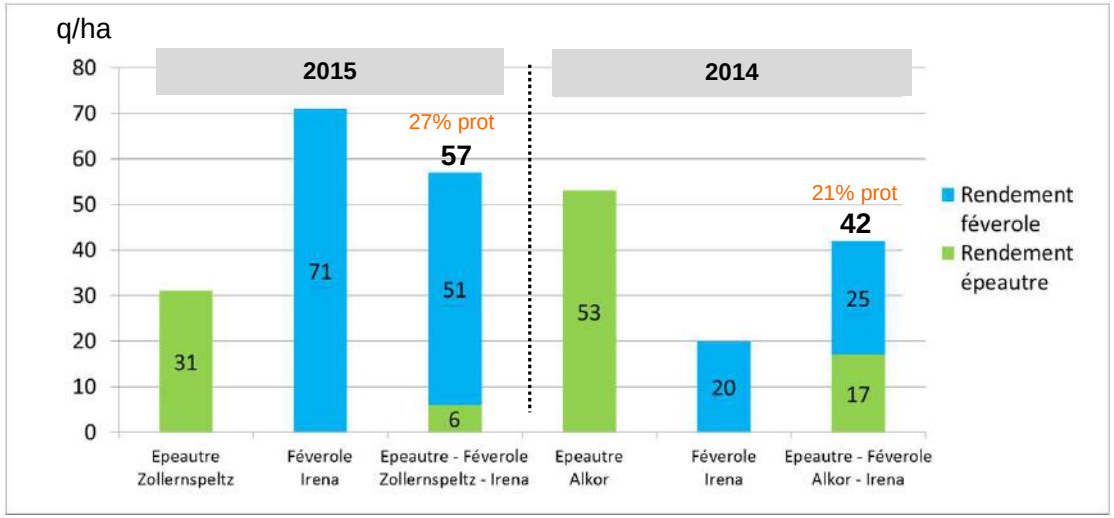
- ✓ Parcelle plus propre qu'en pur
- ✓ **Attention aux repousses !**

→ Association productive mais assez hétérogène

Ce qui produit un concentré fermier riche en protéines

Epeautre + féverole

- ✓ Semis simultané ou en 2 fois
- ✓ Hauteur similaire et maturité conjointe
- ✓ **Seulement 2 années de recul :**



→ Association peu acidogène pour les ruminants, utilisée telle quelle pour les veaux

L'essentiel de 4 ans d'expérience
Pistes à approfondir

- ✓ **Seigle :**
  - ✓ + féverole
  - ✓ + vesce
- ✓ **Epeautre :**
  - ✓ + vesce
- ✓ **Avoine :**
  - ✓ + féverole
  - ✓ + vesce

Avoine + vesce

Seigle + féverole

→ Hauteur, maturité communes

→ Epeautre et avoine : teneur en UF plus faible

L'essentiel de 4 ans d'expérience
Pistes à approfondir

- ✓ **<u>En association de printemps</u>**
- ✓ **<u>Lupin bleu + orge de printemps :</u>**
  - ✓ Limiterait les dégâts de lièvre sur le lupin
  - ✓ Réduction du salissement
  - ✓ Orge récoltable malgré sa tige couchée

- ✓ **<u>Lupin bleu + avoine de printemps :</u>**
  - ✓ Réduction nette du salissement
  - ✓ Avoine égrenée

→ Hauteur compatible

→ Sur-maturité des céréales compagnes

→ Rendements moins importants en printemps qu'en hiver

L'essentiel de 4 ans d'expérience
Pistes à approfondir

- ✓ **<u>En association de printemps</u>**

- ✓ **<u>Féverole + avoine de printemps</u>**
  - ✓ Réduction nette du salissement
  - ✓ Avoine égrenée → couvert

- ✓ **<u>Féverole + orge de printemps</u>**
  - ✓ Réduction du salissement
  - ✓ Orge récoltable

→ Hauteur compatible

→ Sur-maturité des céréales compagnes

→ Rendements moins importants en printemps qu'en hiver

Pourquoi travailler sur
les associations de cultures ?

2 – Limiter les risques de salissement du lupin blanc d'hiver

- ✓ Sur-semis de blé, avoine, orge, triticale
- ✓ Dispositif : **bandes ou macro-parcelles**
- ✓ Doses de semis utilisées :
  - ✓ **100 % de la dose en pur** pour le lupin (40 g/m²)
  - ✓ **60 % de la dose en pur** pour les céréales sursemées (180 g/m²)
- ✓ Semis du **lupin avec écartement 45 cm** et **sur-semis des céréales à la herse étrille** en novembre, après hersages et binages du lupin

→ **Objectif : des itinéraires techniques simples, facilement transposables**

Associations
Lupin blanc d'hiver + céréales
Résultats d'essais 2014

Lupin blanc d'hiver pur

Lupin blanc d'hiver + avoine

Lupin blanc d'hiver + triticale

2014	Lupin + orge	Lupin + avoine	Lupin + triticale	Lupin pur
rendement estimé q / ha	24	18	23	23

Associations
Lupin blanc d'hiver + céréales
Résultats d'essais 2015

Lupin blanc d'hiver pur :	Lupin blanc d'hiver + orge :	Lupin blanc d'hiver + triticale :	Lupin blanc d'hiver + blé meunier :
Impuretés Salissement de la parcelle **32 q/ha** 4 q/ha de déchets	Orge en surmaturité : - Perte de grains - Grains grisâtres **53 q/ha** Lupin : 21 q/ha Orge : 32 q/ha	Attente sur pied du triticale + de concurrence sur le lupin **57 q/ha** Lupin : 14 q/ha Triticale : 43 q/ha	Attente sur pied du blé Hauteur compatible : - de concurrence **67 q/ha** Lupin : 16 q/ha Blé : 52 q/ha

Pourquoi travailler sur
les associations de cultures ?

3 – Enrichir les fourrages en MAT

Prairies multi-espèces à récolter et à pâturer

Semis sous couverts

Maïs + haricot tarbais

Pois p. + féverole à ensiler

Associations céréales-protéagineux à ensiler

L'essentiel de 4 ans d'expérience
Conclusion : généralités

- ✓ **Les associations de cultures doivent être adaptées aux objectifs recherchés** (production de concentré riche en protéines, production de cultures de vente facilement triable…)
- ✓ Avec des associations à base de lupin, féverole et vesce, on arrive à **produire plus de protéines** qu'avec le pois fourrager
- ✓ Les rendements des associations sont plus stables mais la proportion de protéagineux varie d'une année à l'autre (surtout le pois et la vesce, **la féverole est plus régulière**)
- ✓ **Produire du lupin semble possible**, en l'associant avec des céréales

Lupin pur - 18 mai 2015

Lupin + blé - 18 mai 2015

L'essentiel de 4 ans d'expérience
Conclusion : techniques

- ✓ **Les céréales attendent que les protéagineux associés (pois, féverole, vesce) soient mûrs,** mais préférer les variétés peu sensibles à la germination sur pied
- ✓ **Attention aux dégâts de gibier** (sangliers, pigeons, lièvres…) sur les modalités contenant du **pois protéagineux et du lupin bleu** (surtout Probor)
- ✓ Densités de semis utilisées pour les mélanges binaires : **60% de la dose en pur de chaque espèce**
- ✓ Semer la féverole avant labour facilite son semis dans les associations

Les sangliers ont ravagé les bandes d'orge + pois protéagineux

15 janvier 2015 : féverole semée avant labour

Maîtriser ses coûts et simplifier le travail en élevage laitier !

Conduite des veaux, autonomie alimentaire, relation éleveur-vétérinaire, association maïs haricot, performance économique...

à Tracy-Bocage (14) près de Villers-Bocage

Mardi 06 octobre 2015

de 13 h 30 à 17 h

SUR LA PLATE-FORME RÉGIONALE D'ESSAIS
ENTIÈREMENT DÉDIÉE
À L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

DÉJÀ 400 VISITEURS EN 2015

JOURNÉE ORGANISÉE DANS LE CADRE
DU PROJET REINE MATHILDE

PUBLIC : ELEVEURS LAITIERS BIO ET CONVENTIONNELS *LIVRANT À TOUTES LES ENTREPRISES DE BASSE-NORMANDIE*, CONSEILLERS ET ENSEIGNANTS

Programme de l'après-midi

13h30 conférence

- Le GAEC Guilbert : ses résultats techniques et économiques
  GAEC Guilbert et Thierry Métivier, Chambre d'agriculture 14
- Le GAEC Guilbert, quelle stratégie? Et quelle place du projet Reine Mathilde dans leur gestion ?
  GAEC Guilbert et Antoine Jeanne, Agronat
- D'autres manières d'élever ses veaux de manière économe avec peu de travail !
  François Hamel et Damien Olivier, éleveurs laitiers
  Virginie Parrain, GRAB

14h45

4 ateliers qui donnent envie d'innover !

- Résultats des essais cultures 2015 récoltés durant l'été :
  - associations céréale protéagineux
  - lupin d'hiver sursemé de céréales

  Amandine Guimas, Chambre d' agriculture 61
- Visite des essais en place
  - prairies pâturées

    David Delbecque, Amaël Samson, Thierry Jeulin, Chambres d' agriculture 14 et 61
  - betterave

    Antoine Jeanne, Agronat
  - maïs haricot

    Caroline Milleville, Chambre d' agriculture 50
- Comment intégrer les ensilages de protéagineux (féverole, pois) dans la ration ?
  Pascal Rougier, Littoral Normand
- Relation éleveur - vétérinaire : des changements en perspective ?
  Eléonore Thery, Institut de l' Élevage

16h30 à 17h

Visite sur un autre site : semis de juin

- Maïs ultra précoce semé tardivement et prairies d'affourragement en vert
  Antoine Jeanne, Agronat et Pascal Rougier, Littoral Normand

Un projet

Les partenaires du projet

Action financée par

tech & bio

Retrouver nos publications :

Téléchargeable sur www.normandie.chambagri.fr

→ Rubrique Productions Filières / AB / Reine Mathilde

Merci de votre attention

Retrouver toutes les actions Reine Mathilde, synthèses d'essais et protocoles sur notre stand

PROJET REINE MATHILDE

tech & bio