



COMMENT DÉVELOPPER LES LÉGUMINEUSES DANS LES SYSTÈMES DE GRANDE CULTURE ? INTÉRÊT D'UNE APPROCHE TERRITORIALE ET D'INNOVATIONS COUPLÉES (PROJET ANR LEGITIMES)

Elise Pelzer, Marie-Hélène Jeuffroy

29 novembre 2018





UNE GRANDE DIVERSITÉ D'ESPÈCES DISPONIBLES PERMETTANT UNE ADAPTATION À UNE LARGE GAMME DE CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES ET DE SYSTÈMES DE CULTURE



Lupin



Lentille



Haricots



Luzerne

Pois



Féverole



Pois chiche



Vesce



Gesse



Trèfle

Culture
pure

Association

Plantes
compagnes

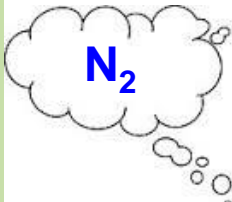
Culture
intermédiaire

Double
culture



SERVICES RENDUS PAR LES LÉGUMINEUSES

- ◆ Réduction des besoins en fertilisation azotée sur la légumineuse et la culture



0 kgN.ha⁻¹ sur la légumineuse
-20 à -50 kgN.ha⁻¹ sur le blé suivant
-30 to -60 kgN.ha⁻¹ sur le colza suivant

(Schneider et al., 2010)

Entrée « gratuite » d'azote :

Fixation de N₂ (pois) : 100 à 250 kg/ha/an

- ◆ Rendement de la culture suivante augmenté

Blé suivant un blé

+ 0.84 t.ha⁻¹



Blé suivant un pois

*Moyennes parcelles agriculteurs nord France
(Schneider et al., 2010)*



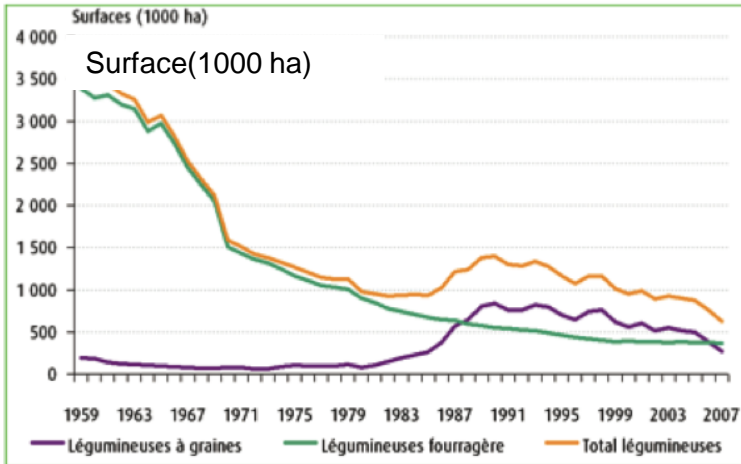
SERVICES RENDUS PAR LES LÉGUMINEUSES

- ◆ Réduction des **émissions de gaz à effet de serre** (N_2O et CO_2) et de la **consommation en énergie fossile** par rapport aux cultures fertilisées, à l'échelle de la culture et de la succession
- ◆ Réduction des **adventices et pathogènes telluriques** dans les successions incluant des légumineuses, par rapport à des successions avec céréales et colza, permettant une réduction des pesticides
- ◆ Contribution à l'augmentation de la **biodiversité cultivée** dans le paysage
 - ➔ Réduction des **ravageurs et maladies aériennes** des cultures majoritaires
 - ➔ Contribution à l'enrichissement de la **biodiversité aérienne** (pollinisateurs sur féverole, luzerne, trèfles) **et du sol** (microflore et microfaune)
- ◆ Intérêts nutritionnels en alimentation animale et humaine

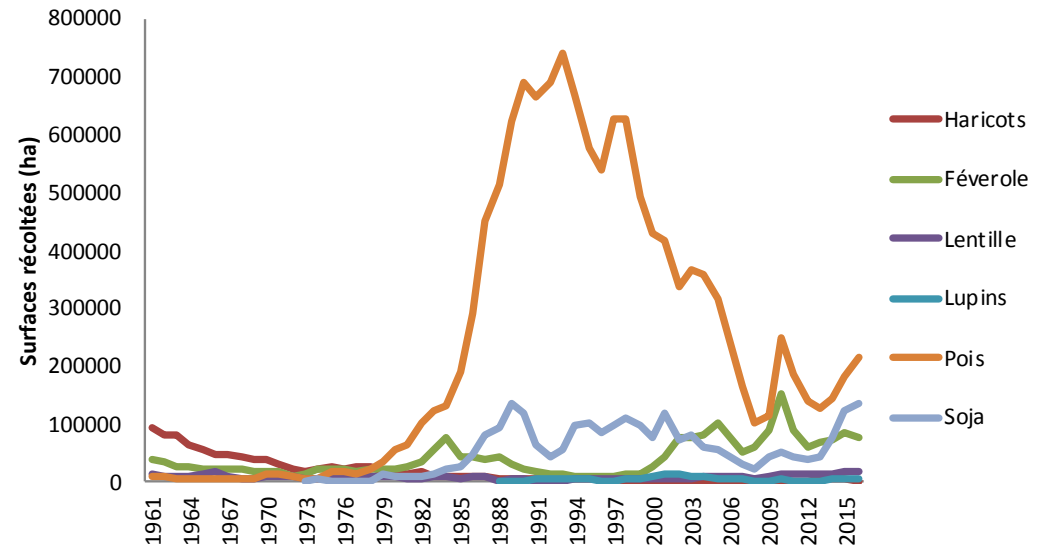


UNE BAISSÉ DRASTIQUE DES LÉGUMINEUSES EN FRANCE

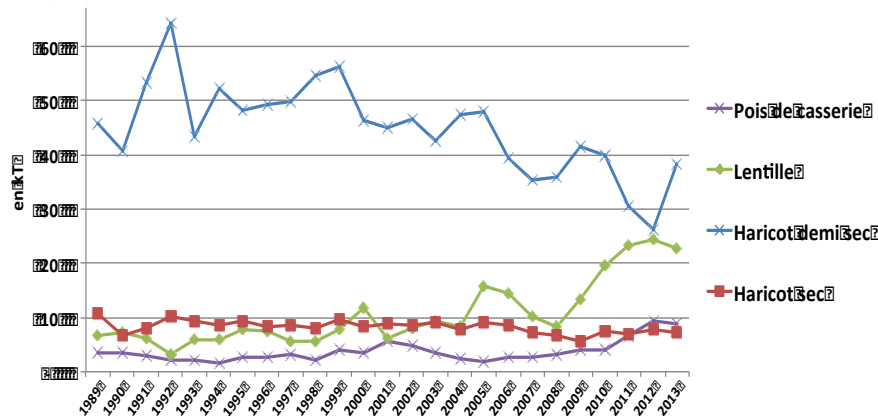
Surfaces de légumineuses, 1960-2007



Surfaces de Légumineuses à graines, 1980-2016



Volume de production légumes secs, 1989-2013





UNE BAISSÉ DRASTIQUE DES LÉGUMINEUSES EN FRANCE

- Faible connaissance des impacts environnementaux par les acteurs (producteurs, consommateurs, etc.)
- Insuffisante valorisation économique de ces espèces dans le système agro-industriel
- Verrouillage du système dominant autour d'un petit nombre d'espèces (*Meynard et al. 2013; 2018; Magrini et al., 2016*)



LEGITIMES (ANR, 2014-2018)

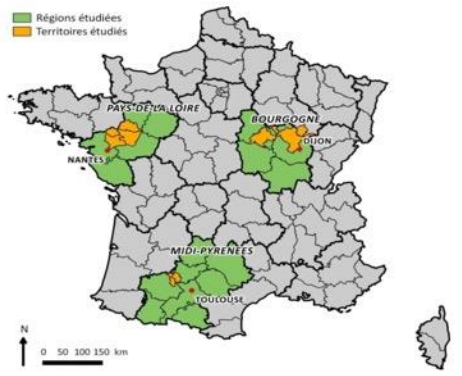
Analyse historique des raisons de la disparition des légumineuses et identification de voies de déverrouillage au niveau des exploitations agricoles et des filières

T 1

Etudier et construire, avec les acteurs, les conditions d'une plus grande insertion des légumineuses dans les systèmes agricoles et dans les territoires

Identification et quantification des services écosystémiques fournis par les légumineuses

T 2



Conception et évaluation ex ante de systèmes de culture et de scénarios territoriaux d'insertion de légumineuses avec les acteurs des territoires concernés

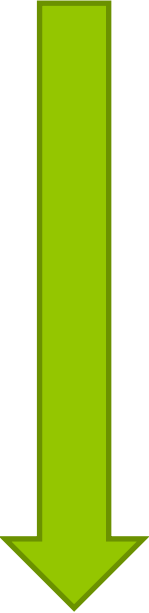
T 3

3 TERRITOIRES : Pays de Loire, Midi-Pyrénées, Bourgogne





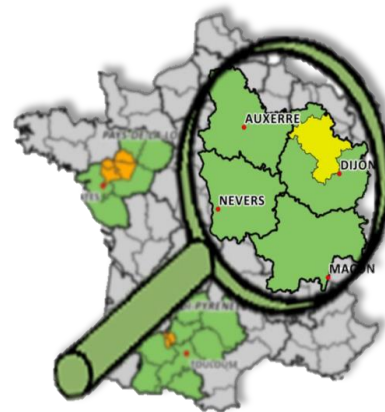
CONCEPTION ET ÉVALUATION DE SYSTÈMES DE CULTURE ET DE SCÉNARIOS TERRITORIAUX D'INSERTION DE LÉGUMINEUSES

- 
- Description et caractérisation des systèmes de culture actuels dans les trois régions d'étude
 - Conception et évaluation de systèmes de culture innovants dans les trois territoires
 - **Conception de scénarios territoriaux d'insertion des légumineuses dans un territoire**



QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

- Territoire d'étude : le plateau Langrois
 - Sols argilo-calcaires **superficiels, caillouteux**
 - Climat **continental**
 - Difficultés de production, **faibles potentiels** de rendement
 - AC : blé \approx 50 q/ha, pois \approx 25 q/ha, luzerne \approx 8 t/ha (observatoire)
 - Existence d'un débouché **déshydratation luzerne**
 - **Diversité** des systèmes agricoles actuels



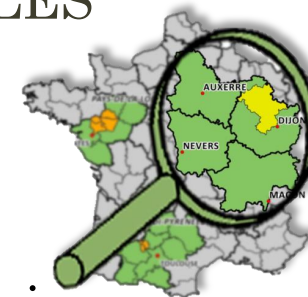


QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

○ Territoire d'étude : le plateau Langrois

Agriculture fortement **dépendante** aux intrants chimiques et **non compétitive** sur ce territoire à faible potentiel

Enjeux : maintenir l'agriculture sur le territoire



○ Hypothèse

- La ré-introduction des légumineuses dans les SDC permettrait de **répondre aux problématiques agronomiques et économiques** du Plateau Langrois mentionnés par les acteurs



QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

Objectifs

- Construire avec **les acteurs locaux** des **scénarios d'évolution de l'agriculture** permettant de répondre aux **enjeux du territoire** en réintroduisant **des légumineuses**
- **Evaluer les performances et impacts des scénarios** et les comparer à ceux du territoire actuel



QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

Méthode



Des ateliers participatifs



CO-CLICK'EAU



Un outil d'optimisation

coclickeau.webistem.com

Une diversité d'acteurs du territoire...

Agriculteurs, conseillers, animateurs de bassin, chercheurs

... provenant de structures variées

Coopératives, institut technique, chambres d'agriculture, syndicat d'eau et d'élevage, bureau d'étude, association de développement agricole, parc naturel, instituts de recherche/enseignement



MÉTHODE POUR CONSTRUIRE ET ÉVALUER CES SCÉNARIOS

Etape 1

Description et caractérisation multicritère de situations culturelles actuelles et prospectives

Etape 2

Définition, avec les acteurs, des objectifs/contraintes du territoire pour construire des scénarios

CO-CLICK'EAU



optimisation sous-contraintes

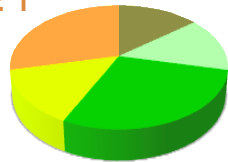
Etape 3

Évaluation et analyse des scénarios avec les acteurs

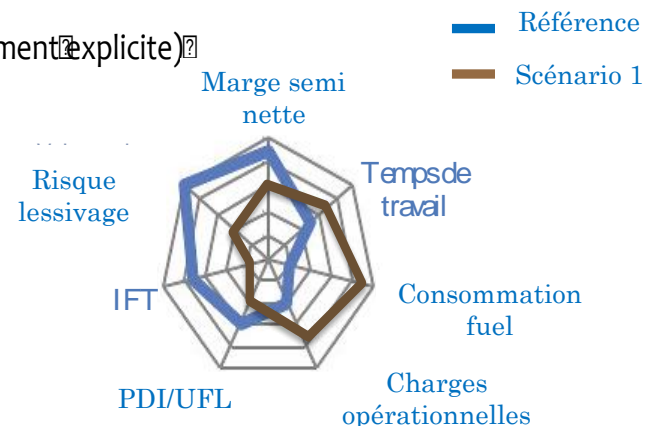
Un scénario
 → assolement des cultures par façon de cultiver par milieu (non spatialement explicite)
 → des résultats des indicateurs à l'échelle du territoire

20 % de colza économe sur ZONE 1

10% de blé intensif sur ZONE 1



30% de blé économe sur ZONE 1





QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

Etape 1

Description et caractérisation multicritère de pratiques culturelles actuelles et prospectives

- *Enquêtes avec des acteurs locaux*
- *Atelier de conception de systèmes de culture innovants incluant des légumineuses*
- *Données statistiques nationales*
- *Discussions lors d'un premier atelier participatif*



ETAPE 1 : DESCRIPTION ET CARACTÉRISATION DES SITUATIONS CULTURALES

○ Zonage par type d'OTEX

46% céréaliers, 23% bovin lait, 31% bovin viande

○ 16 cultures

traduites en triplets de cultures précédent-culture-suivant

| | |
|----------------------|----------------|
| Association fourrage | Blé hiver |
| Association grains | Blé printemps |
| Lentille | Orge hiver |
| Pois Hiver | Orge printemps |
| Pois printemps | Triticale |
| Luzerne | Maïs ensilage |
| Sainfoin | Colza |
| Prairie | Tournesol |

○ 3 stratégies d'itinéraires techniques

- Intrants +
 - Intrants -
 - AB
- + distinction avec/sans apport de MO et cultures vendues/autoconsommées

Variables d'entrée pour l'outil CRITER

Précédent n-1 : Légumineuse plurianuelle
 Culture n : Blé tendre d'hiver
 Milieu : Plateau L'Angrois contrasté
 Type de sol : Superficiel argilo-calcaire
 Substrat n-1 : Colza / SPAN / CAP
 Mode de conduite : Irrigant

Éléments d'itinéraire technique sur la culture n

Culture précédente (grains légumineuse 100 après 1^{re} année)

■ Date semis : 16/09
 ■ Date récolte : 01/09
 ■ Objectif de rendement : 8 t MS/ha
 ■ Niveau des résidus : Entoux
 ■ Date de gestion des résidus : Entre 15/09 et 02/10

Semis de la culture

■ Date : 25 Octobre
 ■ Outil semis : Semis combiné - M
 ■ Objectif de rendement : 8 t/ha
 ■ Densité : 150 kg/ha
 ■ Type de semences : semences de ferme - traitement standard

Applications pesticides sur la culture

Outil : traitement chimique pulvé - M

■ Date application 1 : 15 Avril
 ■ Produit application 1 : Bofix (herbicide)
 ■ Dose application 1 : 2,2 L/ha
 ■ Dose homogène : 4 L/ha

■ Date application 2 : 15 Mai
 ■ Produit application 2 : Adajar (fungicide)
 ■ Dose application 2 : 1,6 L/ha
 ■ Dose homogène : 2 L/ha

Fertilisation de la culture (objectif : 120/130 U d'N)

■ Date application 1 : 10 février
 ■ Produit application 1 : Solution 300
 ■ Dose application 1 : 100 L/ha → à appliquer par effet lubrifiant ou reporter sur les 2 dates ?

■ Date application 2 : 01 Mars
 ■ Produit application 2 : Surface d'ammonitrate
 ■ Dose application 2 : 50 kg/ha → à gérer avec pré-luzerne (pour S) ?

■ Date application 3 : 16 Mars
 ■ Produit application 3 : Solution 300
 ■ Dose application 3 : 150 L/ha

■ Date application 4 : 25 Avril
 ■ Produit application 4 : Ammonitrate 33,5
 ■ Dose application 4 : 100 kg/ha

Outil d'application 2 / 4 : Engrais minéral liquide - M

■ Outil d'application 1 / 3 : Engrais minéral liquide - M

Récolte de la culture

■ Date : 15 Juillet
 ■ Niveau des résidus : Entoux
 ■ Date de gestion des résidus : Sans incidence
 ■ Outil récolte grain : Moissonneuse batteuse - M

■ Humidité récolte : 15 %
 ■ Humidité à la norme : 15 %
 ■ Rendement brut (t/ha) pour les grains : 6

Une fiche par triplet
 * zone * stratégie
 → description de l'ITK
 → performances attendues

15



ETAPE 1 : DESCRIPTION ET CARACTÉRISATION DES SITUATIONS CULTURALES

| Indicateurs | Unité |
|--------------------------------------|---------------------|
| Volumes de production | t/ha/an |
| Marge semi-nette | €/ha/an |
| Charges opérationnelles | €/ha/an |
| Temps de travail | h/ha/an |
| Consommation fuel | GJ/ha/an |
| Quantité d'azote minéral appliquée | kgN/ha/an |
| Note qualitative risque de lessivage | Qualitative 1-5 |
| IFT total | Point IFT |
| Min [PDIE : PDIN] | g/kg de MS/UGB/j |
| UFL et UFV | Kcal/kg de MS/UGB/j |

Indicateurs proposés par l'INRA et validés par les acteurs pour évaluer les ITKs et scénarios



QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

Etape 1

Description et caractérisation multicritère de pratiques culturales actuelles et prospectives

- *Enquêtes avec des acteurs locaux*
- *Atelier de conception de systèmes de culture innovants incluant des légumineuses*
- *Données statistiques nationales*
- *Discussions lors d'un premier atelier participatif*

Etape 2

Définition, avec les acteurs, des objectifs/contraintes du territoire pour construire des scénarios

- *Enquêtes avec des acteurs locaux*
- *Discussions lors d'un premier atelier participatif*



ETAPE 2 : EXPRESSIONS DES ACTEURS SUR LEURS ATTENDUS POUR LE TERRITOIRE

- Scénario 1 : augmenter les surfaces en AB
- Scénario 2 : améliorer l'autonomie protéique des élevages
- Scénario 3 : assurer la qualité de l'eau (luzerne)
- Scénario 4 : développer les surfaces de sainfoin
- Scénario 5 : développer les légumineuses en interculture/cultures relais
- Scénario 6 : favoriser les échanges éleveurs-céréaliers
- Scénario 7 : développer des rotations avec prairies paturées
- Scénario 8 : développer l'élevage ovin





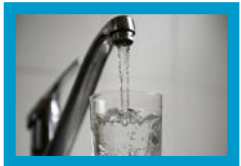
ETAPE 2 : TRADUCTION EN QUATRE SCÉNARIOS DANS L'OUTIL



- Développer une **farine AB** locale et de qualité (en augmentant les surfaces AB)

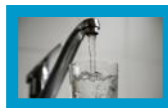


- Accroître la production de **fourrages et cultures riches en protéines**



- Réduire l'impact des pratiques agricoles sur la **qualité de l'eau**

Et un scénario combinant ces 3 scénarios





QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

Etape 1

Description et caractérisation multicritère de pratiques culturales actuelles et prospectives

- *Enquêtes avec des acteurs locaux*
- *Atelier de conception de systèmes de culture innovants incluant des légumineuses*
- *Données statistiques nationales*
- *Discussions lors d'un premier atelier participatif*

Etape 2

Définition, avec les acteurs, des objectifs/contraintes du territoire pour construire des scénarios

- *Enquêtes avec des acteurs locaux*
- *Discussions lors d'un premier atelier participatif*

CO-CLICK'EAU



optimisation sous-contraintes



ETAPE 2 : TRADUCTION EN QUATRE SCÉNARIOS DANS L'OUTIL



Accroître la production de fourrages et cultures riches en protéines

- **1 critère d'optimisation à maximiser / minimiser**

Maximiser la valeur PDI chez les éleveurs

- **D'autres objectifs sur :**

- **les autres indicateurs**

UF supérieure ou égale à la valeur du territoire actuel

Marge des éleveurs : supérieure ou égale à la valeur actuelle

- **les volumes de production**

- **les surfaces**

Surfaces en AB par zone au moins égales à celles du territoire actuel



ETAPE 2 : TRADUCTION EN QUATRE SCÉNARIOS DANS L'OUTIL



Produire de la farine bio locale

- **1 critère d'optimisation à maximiser / minimiser**

Maximiser la marge du territoire

- **D'autres objectifs sur :**

- les autres indicateurs /

- les volumes de production

Entre 8 000 et 12 000 tonnes de blé bio + association grain collectées

- les surfaces

Au minimum deux fois la surface en bio sur chaque zone / territoire actuel



QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

Etape 1

Description et caractérisation multicritère de pratiques culturales actuelles et prospectives

- *Enquêtes avec des acteurs locaux*
- *Atelier de conception de systèmes de culture innovants incluant des légumineuses*
- *Données statistiques nationales*
- *Discussions lors d'un premier atelier participatif*

Etape 2

Définition, avec les acteurs, des objectifs/contraintes du territoire pour construire des scénarios

- *Enquêtes avec des acteurs locaux*
- *Discussions lors d'un premier atelier participatif*

CO-CLICK'EAU



optimisation sous-contraintes

Etape 3

Évaluation et analyse des scénarios avec les acteurs

- *Discussions lors d'un second atelier participatif*

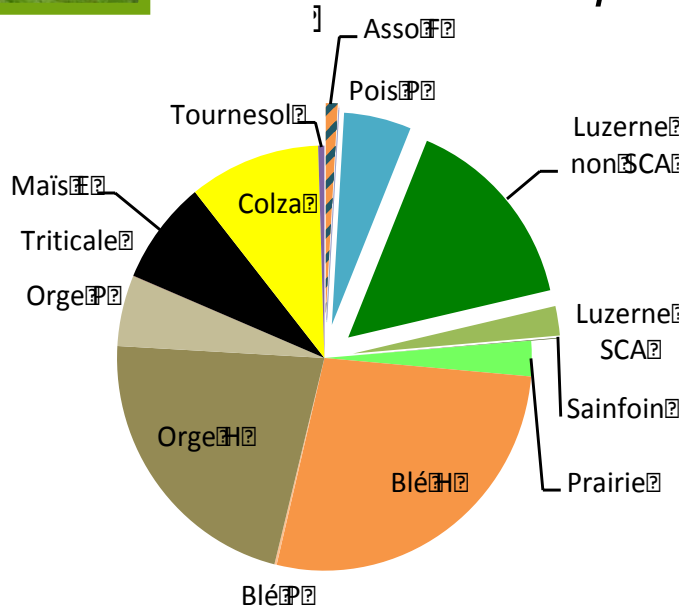


ETAPE 3 : CONCERTATION SUR LA BASE DE SCÉNARIOS PROSPECTIFS SIMULÉS

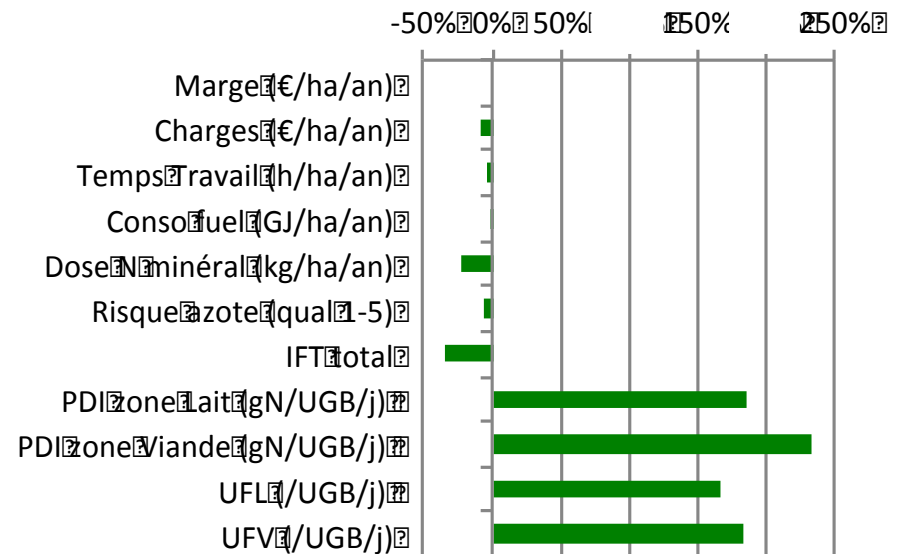
○ Présentation des scénarios



Exemple du scénario « *accroître la production de fourrages et cultures riches en protéines* »



22,8% légumineuses (5,9 actuel)
4 % d'agriculture biologique (idem actuel)
78% de conventionnel intrants – (52 actuel)
18% de conventionnel intrants + (44 actuel)

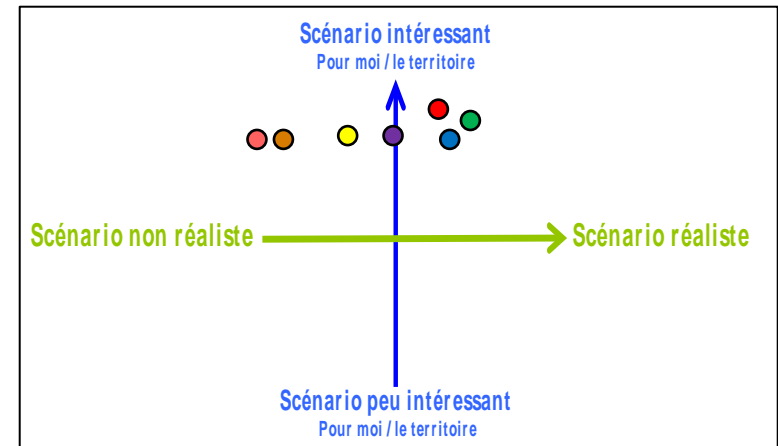


Evolution des indicateurs par rapport au territoire actuel



ETAPE 3 : CONCERTATION SUR LA BASE DE SCÉNARIOS PROSPECTIFS SIMULÉS

- Présentation des scénarios
- Positionnement sur les axes
- Echanges entre acteurs
 - Est-ce que les résultats correspondent à ce que vous attendiez ?
 - Quelles modifications éventuelles ?
 - Quelle mise en œuvre possible ?
 - Quelles conditions pour que ça marche ?






QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

○ Ce travail a permis de :


- **Partager des données techniques et des perceptions** du territoire actuel entre acteurs de sphères différentes (ex Chambres d'Agriculture et Parc Naturel)
- **Imaginer**, à partir des scénarios, **une diversité d'actions** pour développer les légumineuses et plus largement pour répondre aux enjeux des zones intermédiaires comme celle du Plateau Langrois



Il serait bien de favoriser les **complémentarités** entre les **exploitations des éleveurs** et celles des **céréaliers**



Il faudrait développer des **rotations à fortes valeurs ajoutées** avec par exemple le **label du Parc National** et l'**AB**.

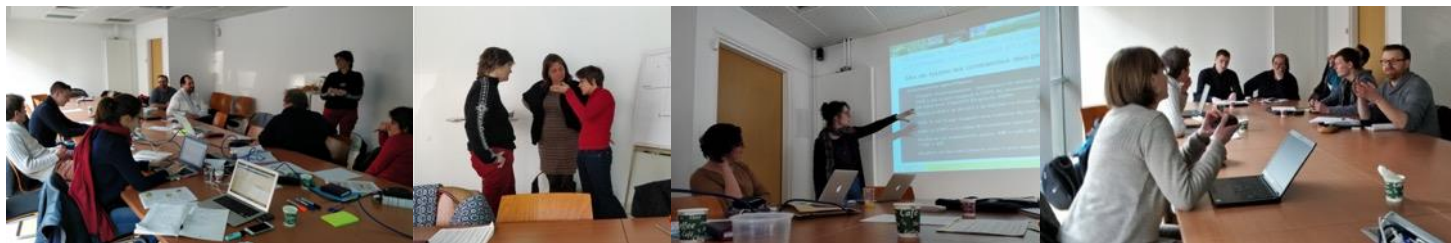


On pourrait également envisager des **projets de collecte/transformation/vente à taille humaine** type malterie bio, moulin etc..



QUELLE INSERTION DES LÉGUMINEUSES DANS LES TERRITOIRES ?

- Volonté des participants de poursuivre ces réflexions
- Un projet local en cours de construction





INNOVATIONS COUPLÉES

- Constat : Plutôt que d'essayer de rendre plus durables l'agriculture, d'une part, et l'alimentation, d'autre part, que gagnerait-on à reconnecter les dynamiques d'innovation dans ces deux domaines, en raisonnant celles-ci au niveau des systèmes alimentaires ?
 - **Système alimentaire** = « la manière dont les hommes s'organisent, dans l'espace et dans le temps, pour obtenir et consommer leur nourriture » (Malassis, 1994)
 - **De nombreuses activités en interaction** : production, échanges, transformation, distribution et consommation de produits alimentaires,
 - **De nombreux acteurs mobilisés** : agriculteurs et conseillers agricoles, industriels d'amont et d'aval, petits commerçants et grande distribution, consommateurs et pouvoirs publics, chercheurs...
 - **Aujourd'hui** : spécialisation des métiers → séparation de l'innovation



INNOVATIONS COUPLÉES

Trois manières de gérer le lien entre production et transformation dans le processus d'innovation



Approche classique

L'industrie agroalimentaire impose des normes de qualité marchande aux agriculteurs, configurant ainsi le produit récolté et le système de culture

Orge de Brasserie dans l'Oise
Exigences malteurs



- variété brassicole
- gros grains de calibre homogène
- teneur en protéines <11,5%

Conséquences sur les pratiques

- Pas de précédent pois ou prairies (N)
- Pas de précédent blé (piétin)
- Pas de mélange variétal (intéressant pour réduire les pesticides)

Meynard et al. 2017 ; Le Bail et Meynard, 2003





INNOVATIONS COUPLÉES

Trois manières de gérer le lien entre production et transformation dans le processus d'innovation

Approche classique
l'industrie agroalimentaire impose des normes de qualité marchande aux agriculteurs, configurant ainsi le produit récolté et le système de culture

Approche moins fréquente
un problème de production résolu par des innovations dans le process de transformation

Adapter le process pour produire du pain avec du blé à faible teneur en protéines

- réduire la fertilisation N sans modifier le rendement
- réduire les risques de pertes N vers l'envt





INNOVATIONS COUPLÉES

Trois manières de gérer le lien entre production et transformation dans le processus d'innovation



Approche classique

l'industrie agroalimentaire impose des normes de qualité marchande aux agriculteurs, configurant ainsi le produit récolté et le système de culture



Approche moins fréquente

un problème de production résolu par des innovations dans le processus de transformation

- **Absence de diagnostic partagé sur l'ensemble de la filière** : contraintes agricoles mal connues de l'aval
- **Rapport de force entre l'agriculture et son aval**
- **Un marché mondialisé, des dégâts environnementaux locaux**

31



INNOVATIONS COUPLÉES

Trois manières de gérer le lien entre production et transformation dans le processus d'innovation

Approche classique
l'industrie agroalimentaire impose des normes de qualité marchande aux agriculteurs, configurant ainsi le produit récolté et le système de culture

Approche moins fréquente
un problème de production résolu par des innovations dans le process de transformation

Approche par innovations couplées
concevoir des innovations de la production à la consommation



INNOVATIONS COUPLÉES

- Intérêt du couplage : faire évoluer simultanément production, transformation, consommation... vers des systèmes alimentaires durables
- Difficultés
 - Des acteurs de l'innovation différents et porteurs de compétences disjointes
 - Comment favoriser la coordination des acteurs ?
 - La durabilité des systèmes alimentaires nécessite des innovations de rupture, et non incrémentales (plus faciles à planifier et à coordonner)
 - Comment aider à l'émergence d'innovations de rupture ?
- Cas du développement des légumes secs dans la coopérative Qualisol



INNOVATION COUPLÉE : CAS DU DÉVELOPPEMENT DES LÉGUMES SECS DANS LA COOPÉRATIVE QUALISOL

Innovation agronomique :
association lentille-blé, pour
augmenter la teneur en
protéines du blé tout en
respectant l'environnement

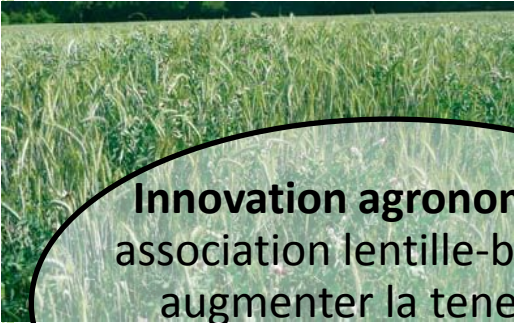
Projet LEGITIMES

- Des essais en station expérimental (Thèse L. Viguier INRA-Qualisol)
- Un observatoire de parcelles agricoles (E.P. Journet, INRA)





INNOVATION COUPLÉE : CAS DU DÉVELOPPEMENT DES LÉGUMES SECS DANS LA COOPÉRATIVE QUALISOL



Innovation agronomique :
association lentille-blé, pour
augmenter la teneur en
protéines du blé tout en
respectant l'environnement

Innovation variétale :
stratégie d'alliance
avec un sélectionneur
d'espèces de
diversification

Innovation technologique :
mise au point d'un outil pour
la comptabilité analytique des
exploitations, tenant compte
des résultats pluriannuels



**Innovation
organisationnelle :** un
nouveau service
d'accompagnement
des agriculteurs



**Innovation
organisationnelle :**
organisation de
l'ensachage et de la
livraison des lentilles



**Innovation
technologique :**
acquisition d'un trieur
optique et intégration
dans la chaîne de
collecte-stockage





o Merci de votre attention

<https://www.inra.fr/legitimes>

Elise.Pelzer@inra.fr



CONSTRUCTION
ET ÉVALUATION
DE SCÉNARIOS
TERRITORIAUX
D'INSERTION DE
LÉGUMINEUSES

PROGRAMME ANR :
Viabilité et Adaptation des
Ecosystèmes Productifs,
Territoires et Ressources face
aux Changements Globaux
(AGROBIOSPHERE) 2013

RÉFÉRENCE PROJET :
ANR-13-AGRI-0004

COORDINATEUR DU PROJET :
Marie-Hélène JEFFROY
UMR Agronomie INRAAgroParisTech Université Paris-Saclay

DURÉE :
Janvier 2014
Juillet 2018

BUDGET :
829 810 euros

SITE INTERNET DU PROJET :
www.inra.fr/legitimes

