



■ Le programme APACH

(Associations de Plantes en Agro-écologie dans le Châtelleraudais)

Les objectifs du collectif étaient d'initier une réflexion sur les associations de cultures et de produire des données issues d'essais en ferme.

Le programme APACH se focalise sur les intérêts des associations de plantes en termes d'utilisation des ressources du sol, de résistance aux bio-agresseurs, d'impacts sur la vie du sol, de biodiversité et de qualité (agronomique, nutritionnelle, technologique et gustative) des plantes associées.

« Le projet me paraissait intéressant, le fait de travailler à plusieurs agriculteurs sur ces thématiques. On commençait tous à faire des associations de plantes dans nos champs. L'idée était d'avoir des références sur nos fermes, de confirmer des observations » - **François Michaud, agriculteur.**

TECHNICO-ÉCONOMIQUE

Itinéraires techniques, rendements, marges, qualité des grains.

SOL

Structure du sol, dosages des éléments, activité microbienne, mycorrhization.

PLANTES

Suivi des maladies fongiques sur céréales à paille, dosages des éléments.

PRODUITS TRANSFORMÉS

Analyses nutritionnelles, qualités gustatives, valorisation du produit.

BIODIVERSITÉ

Suivis macrofaune du sol et pollinisateurs, relevés phytosociologiques.

Le projet APACH en quelques chiffres :

> 4 TYPES D'ASSOCIATIONS DE CULTURES TESTÉS : céréales-protéagineux, colza associé, mélange variétaux de blé et prairies multi-espèces

> 10 PARTENAIRES ET COLLABORATEURS :

Le CIVAM du Pays Châtelleraudais, les équipes SEVE et EES du laboratoire EBI : UMR 7267 CNRS-Université de Poitiers, Cultivons la Bio-Diversité en Poitou-Charentes, la MFR de Chauvigny, le lycée agricole de Thuré, l'IFFCAM (école de cinéma animalier), le Réseau CIVAM, l'équipe INRA/ITAB « Biodiversité Cultivée et Recherche Participative » et la FR CIVAM Poitou-Charentes.

> 5 AXES D'ÉTUDES :

technico-économique, biodiversité, sol, plantes, produits transformés

> 8 AGRICULTEURS-EXPÉRIMENTATEURS :

céréaliers ou éleveurs sur 6 communes du Châtelleraudais

> 5 CHERCHEURS IMPLIQUÉS

Université de Poitiers, CNRS, INRA, ITAB

■ Pourquoi ce recueil ?

Avancer collectivement via l'expérimentation
Agriculteurs-chercheurs : un binôme complémentaire !

A partir de 2010, des agriculteurs du CIVAM intègrent des associations de cultures dans leurs rotations. Diverses interrogations agronomiques et écologiques se posent. D'un autre côté des chercheurs se questionnent sur le rôle de la biodiversité dans les champs. Diverses rencontres se concrétisent par la définition d'objectifs communs entre agriculteurs et chercheurs.

En 2014, débutent 3 ans de recherche participative autour des associations de plantes : céréales-protéagineux, mélanges variétaux de blés, colza associé et prairies multi-espèces.

Ce recueil a été conçu pour présenter la démarche et les observations principales. Il s'articule autour de 7 fiches thématiques et de ce volet 6 pages. Vous y découvrirez des résultats techniques, des conseils, des témoignages d'agriculteurs et de partenaires :

- **Fiche 1** : Comprendre l'étude et le protocole.
- **Fiche 2** : Comprendre l'intérêt et le rôle de la macrofaune du sol.
- **Fiche 3** : Gérer les adventices et les maladies fongiques.
- **Fiche 4** : Améliorer son sol et les mycorhizes.
- **Fiche 5** : Sécuriser sa production.
- **Fiche 6** : Améliorer la qualité des produits : féverole et blé.
- **Fiche 7** : Améliorer les produits transformés.

■ En savoir +

CIVAM du Pays Châtelleraudais

tél. 05 49 00 76 11
chatellerault@civam.org

UMR CNRS 7267 Université de Poitiers

tél. 05 49 45 36 07
julia.clause@univ-poitiers.fr

Cultivons la Bio-Diversité en Poitou-Charentes

tél. 05 49 00 76 11
cbd.pc@orange.fr

MFR de Chauvigny

tél. 05 49 56 07 04
jpierrescherer@gmail.com

Rédaction : Charlene Mignot, Camille Raimbault, Elodie Héllion Jean-Pierre Scherer, Julia Clause, Catherine Souty-Grosset.
Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM.
Mise en page : Ø (01/2018). Imprimé sur papier recyclé.



> Le CIVAM du Pays Châtelleraudais FR CIVAM Poitou-Charentes

Les Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural sont des associations d'agriculteurs-trices et de ruraux. Les CIVAM favorisent les échanges et accompagnent des dynamiques collectives vers des systèmes agricoles et alimentaires durables, diversifiés, intégrés dans leurs territoires. Sur le territoire picto-charentais, 10 CIVAM sont présents. N'hésitez pas à les contacter !

> Équipes SEVE et EES du laboratoire Écologie et Biologie des Interactions

Le laboratoire EBI est une Unité Mixte de Recherche de l'Université de Poitiers, rattachée à l'Institut Écologie et Environnement du CNRS. Les objectifs de cette UMR sont d'analyser et comprendre les interactions hôtes - microorganismes - environnement, de la molécule à l'écosystème.

> Cultivons la Bio-Diversité en Poitou-Charentes

CBD est une association à but non lucratif qui rassemble des agriculteurs et des jardiniers qui œuvrent à promouvoir, sauvegarder et développer la biodiversité cultivée (semences paysannes).

> Enseignement agricole : la MFR de Chauvigny et le lycée agricole de Thuré

Inclure l'enseignement agricole et les apprenants : futurs acteurs du paysage agricole, nous paraissait important. Dépendant du ministère de l'agriculture, le lycée agricole Danièle Mathiron forme aux productions végétales et animales. Les Maisons Familiales Rurales ont compris que théorie et pratique étaient indissociables pour l'apprentissage d'un métier. Elles forment et tissent des liens avec les acteurs locaux tels que le CIVAM.

> Équipe INRA/ITAB « Biodiversité Cultivée et Recherche Participative »

L'équipe BCRP étudie l'intérêt de la biodiversité cultivée en agriculture biologique, par une recherche participative, avec les acteurs de terrain : agriculteurs et organismes de développement agricole.

POURQUOI COMMENT

Associer ses cultures en Châtelleraudais

- Pour sécuriser ses rendements.
- Pour favoriser la biodiversité et préserver le milieu.
- Pour améliorer la qualité des graines et des produits transformés.

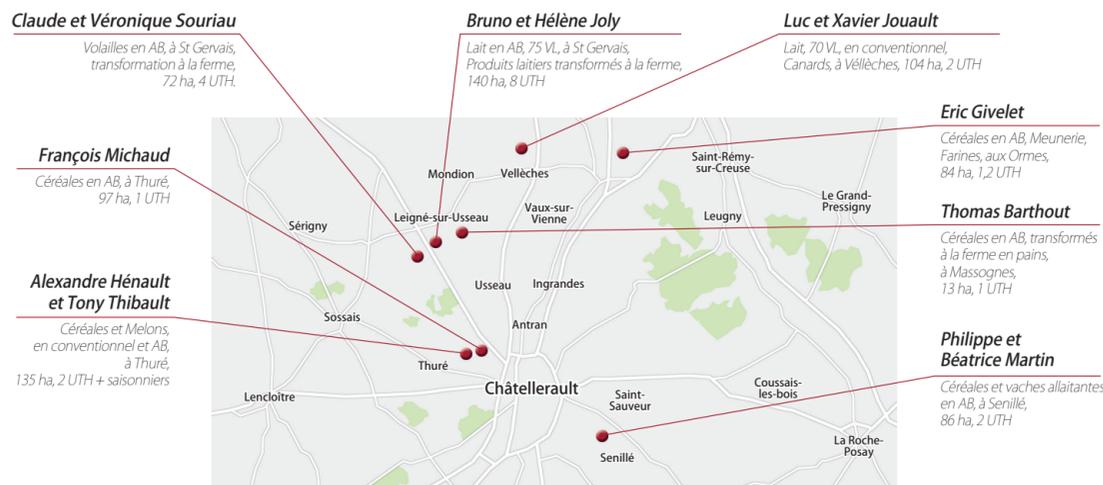


Un recueil de 7 fiches thématiques avec des témoignages d'agriculteurs et des réponses techniques

« Les associations de plantes sont une des voies pour une agriculture plus durable, économe et autonome. »



■ Les agriculteurs expérimentateurs dans le programme APACH (de 2014 à 2017)



Édition 2017



■ Contexte agricole et pédoclimatique

L'agriculture du Châtelleraudais : Fin des années 80, le paysage agricole s'intensifie, avec la spécialisation des élevages laitiers et la disparition quasi-totale de la production ovine. Les années 2000 marquent une orientation plus céréalière du territoire. Aujourd'hui, le territoire de type « Plaine Céréalière » est à dominante blé, colza, maïs. Néanmoins, quelques élevages parsèment encore le paysage agricole.

Situation pédoclimatique : Le Châtelleraudais se caractérise par un climat moyen de type « océanique humide », avec une pluviométrie annuelle de 700 mm et des températures douces. Cependant, depuis quelques années, la région est marquée par un déficit hydrique estival fort, cumulé à des épisodes caniculaires.

Situé en limite d'un bassin sédimentaire, le Châtelleraudais est caractérisé par des dépôts différentiels de sédiments. Le sol est principalement de type calcaire, avec certaines zones dites décalcifiées et silicifiées. Le territoire est également caractérisé par de nombreuses veines pédologiques liées à une érosion plus ou moins marquée de certaines couches.

« Les politiques agricoles successives ont amplifié le phénomène de spécialisation. Elles ont également joué sur le type de rotation dans le paysage agricole : 2 ou 3 cultures, accompagnées d'un « package traitements » pour les réussir.

Pour l'élevage cela s'est traduit par des assolements à base de maïs pour faire de l'ensilage, complété par des achats extérieurs de tourteaux. »

Philippe Martin et Bruno Joly, agriculteurs.

■ Les associations de cultures...

C'est la culture simultanée d'au moins deux espèces ou variétés, sur la même surface, pendant une période significative de leur cycle de croissance respectif (Willey, 1979).

> Intérêts agronomiques :

- Meilleure couverture du sol pour contrôler les adventices ;
- Enrichissement du sol grâce à l'azote restitué par les légumineuses ;
- Diminution de la pression des maladies et des ravageurs (ex : puceron, bruche, méligèthe).

> Intérêts environnementaux :

- Réduction de l'apport de pesticides ;
- Diminution du recours aux fertilisants azotés et donc, indirectement, diminution des gaz à effet de serre et de la consommation d'énergie fossile ;
- Diminution du risque de lixiviation des nitrates ;
- Niches écologiques diversifiées et favorables à la macrofaune et aux micro-organismes du sol.

> Intérêts économiques :

- Rendements totaux supérieurs ou égaux aux rendements des cultures pures ;
- Production de protéagineux dont les rendements sont bas et aléatoires en culture pure ;
- Gain de qualité : amélioration de la teneur en protéines de la céréale.

Accroissement des effets et intérêts dans des systèmes à bas intrants et/ou à faible potentiel.

■ ...testées dans le programme APACH



> Céréales-Protéagineux

Cette association participe à une augmentation de la fertilité du sol et une meilleure qualité des grains. Elle permet une réduction de l'usage d'intrants chimiques. Mélange testé dans le projet : blé (moderne ou population) ou avoine, associé à de la féverole et/ou du pois, et ce à différentes densités.



> Colza associé

L'objectif est de limiter la croissance d'adventices et la propagation de ravageurs. Elle peut faire gagner 2 à 3 quintaux sur des sols à moindre potentiel. Dans le programme APACH, le colza pur a été comparé aux mélanges Colza-Sarrasin et Colza-Lentille-Fenugrec (en AB et conventionnel).



> Prairie multi-espèces

C'est une prairie avec au moins 3 espèces de 2 familles différentes. Elle permet une production étalée et régulière, avec une bonne valeur alimentaire grâce aux apports azotés des légumineuses. Dans le programme APACH, 2 mélanges ont été comparés avec des espèces semées en pur.



> Mélanges de blé

Les mélanges variétaux en céréales participent à une réduction de l'intensité des maladies, à des rendements en moyenne plus stables et au maintien de la qualité des grains (protéines). Dans le programme APACH, un essai en mélange a été comparé à un essai en blé pur.

■ Enjeux et difficultés liés au territoire du Châtelleraudais

> Occupation des sols

La pédologie du territoire est assez hétérogène, au sein même d'une parcelle parfois, allant du calcaire karstique au sable lacustre. La prédominance de zones cultivées et la faible surface en prairies, bois et zones humides participent à l'altération des sols et à la mauvaise qualité de certains cours d'eau (insuffisance de zones tampons, accélération du ruissellement). D'autre part, les pratiques intensives et les rotations très courtes contribuent à l'appauvrissement des sols.

> Pollutions diffuses et ponctuelles

La zone d'étude est concernée par la pollution aux pesticides et nitrates. Les teneurs en pesticides dépassent parfois les seuils définis pour la distribution d'eau potable.

Les concentrations de nitrates, elles, ne dépassent pas les seuils limites. Néanmoins, les taux sont susceptibles de modifier l'équilibre des écosystèmes.

« Les doses appliquées dites de « confort » se soldent souvent par des excès d'apports dans les champs, et finissent dans les eaux de surfaces ou souterraines » - **Philippe Martin, agriculteur.**



> Une prise de conscience des enjeux et une volonté de développer une agriculture plus durable...

Dès le début des années 2000, quelques agriculteurs du territoire s'organisent, au travers du CIVAM du Châtelleraudais, pour **réfléchir collectivement au changement de leurs pratiques**. Conscients de la nécessité de devoir changer de modèle agricole, le groupe commence à travailler sur **la réduction des phytosanitaires, l'amélioration du sol et l'allongement des rotations**.

« Les enjeux du 21^{ème} siècle, pour les agriculteurs sont de produire des aliments de qualité, non pollués par les pesticides. Actuellement, nous retrouvons des résidus dans l'eau et l'air. L'agriculture châtelleraudaise doit se réconcilier avec sa population et l'image qu'elle a de l'agriculture. Cet enjeu est devant nous : c'est un beau défi à relever ! » - **Bruno Joly, agriculteur.**

...notamment en associant des plantes dans les champs !

Après des années climatiques difficiles, quelques agriculteurs commencent à associer 2 ou 3 espèces dans leurs champs. **Leur objectif n'est plus la performance mais la stabilité et la résilience** face aux aléas climatiques et aux enjeux de qualité de l'eau.

Convaincus de cette pratique culturale, aussi bien pour ses intérêts agronomiques qu'écologiques, les agriculteurs du collectif se sont interrogés sur les **mécanismes et rôles des associations** de cultures. De ces questionnements est né le programme APACH.

« Les mélanges ne sont pas une invention géniale de l'Homme. La nature l'a fait avant nous. Dans un écosystème naturel, les espèces sont toutes mélangées et restent productives ! Finalement, on essaye de copier ce système et de le reproduire dans nos champs » - **Claude Souriau, agriculteur.**

Enjeux biodiversité sur le territoire

« Sur un territoire agricole comme le Châtelleraudais, la biodiversité fait face à l'ensemble des problématiques menaçant les populations d'êtres vivants. La réduction des Infrastructures AgroEcologiques (haies, bandes enherbées) a entraîné une perte des habitats et zones de connectivité de la faune sauvage (Vertébrés et Invertébrés), une modification du compoement des espèces et, in fine, une chute des populations et de leur diversité. L'utilisation de pesticides et la sur-utilisation de fertilisants entraînent une pollution des sols et des eaux qui impacte directement les populations, alors même qu'elles sont nécessaires à une production alimentaire de bonne qualité sanitaire. La chute des populations d'espèces sensibles et souvent adaptées au territoire favorise alors un petit nombre d'espèces généralistes communes et diminue une « redondance » de fonctions écologiques qui permettent de mieux faire face à des aléas climatiques. »

Julia Clause, Laboratoire EBI (UMR CNRS 7267, Université de Poitiers)



■ La recherche participative : du questionnement à l'expérimentation

En 2014, les membres du programme APACH ont conçu **ce projet de façon participative**, à partir des questions des agriculteurs et des chercheurs. Pour ce collectif, la recherche participative est perçue comme la **production de connaissances avec et pour les agriculteurs**. Elle a pour fondement la valorisation de leurs savoirs et la mise en évidence de résultats par de l'expérimentation et des suivis en fermes.

Ainsi, ont **expérimenté, ensemble, pendant 3 ans**, les agriculteurs du CIVAM, le laboratoire EBI (UMR 7267 CNRS-Université de Poitiers), l'association Cultivons la Bio-Diversité (CBD), la MFR de Chauvigny et l'équipe INRA/ITAB « Biodiversité Cultivée et Recherche Participative ». L'accompagnement par des chercheurs permet de consolider scientifiquement des observations. **Cette « association » d'acteurs complémentaires est intéressante pour le développement de pratiques plus durables.**

■ Paroles d'agriculteur : Bruno Joly

C'est quoi, pour toi, la recherche participative ?

« C'est la mise en place d'essais, dans les fermes, en partenariat avec un institut de recherche. On se met d'accord sur les objectifs de la recherche, pour établir un protocole qui convienne aux objectifs du scientifique et aux questions de l'agriculteur. Les suivis se font dans les champs, assurés par un chercheur ou un technicien. »

Qu'est ce que cela apporte de travailler ensemble, chercheurs et agriculteurs ? Quelles sont les limites ou contraintes ?

« Pour l'agriculteur, je pense que cela apporte des solutions technico-économiques pour une meilleure efficacité dans nos pratiques culturales, pour une durabilité de nos systèmes. L'agriculteur peut avoir des idées, des pistes, mais les confronter aux chercheurs ça apporte de nouveaux éléments de réflexion. En faisant des expérimentations dans un cadre défini, cela évite des essais sur la ferme sans suite. On s'intéresse davantage à ce qui se passe dans nos champs. Pour le chercheur, cela permet de faire des essais et d'obtenir des données en conditions réelles. Ce ne sont pas des résultats d'essais en serre ou en pots.

Là, on les vérifie sur des fermes !

Les limites que je vois : en tant qu'agriculteur, on ne sera sûrement jamais parfaitement satisfait des protocoles, qui peuvent être contraignants. Ensuite, c'est sur la capacité des chercheurs, dans leur discours à se mettre à la portée de l'agriculteur. Enfin, le chercheur doit aussi accepter que tout ne soit pas parfait, et qu'à la fin de sa recherche, il ne publiera peut être pas de grands résultats significatifs. »

Si c'était à refaire ? Qu'est ce que tu ferais ?

« Il faudrait restreindre l'objet d'étude à une ou deux questions. C'était peut être trop ambitieux de vouloir répondre à toutes les questions. Il faut plus de simplicité dans les protocoles et la valorisation des résultats. **Cependant, il faut poursuivre cette forme de recherche, il est vraiment intéressant de confronter et construire les innovations de demain, avec les praticiens et les agriculteurs.** »

La ferme en quelques mots...

> Éleveurs laitiers

> UTH : 3 associés + 6 salariés

> SAU : 140 ha

> Assolement : Prairies, Blé, Maïs, Céréales-Protéagineux, Féverole, Épeautre

> Système en AB

> Valorisation : céréales pour l'élevage, transformation fromagère, reste du lait en coop., viande

> Vente à la ferme et en circuits courts principalement



Bruno et Hélène Joly

■ Paroles de chercheur : Julia Clause de l'Université de Poitiers

C'est quoi pour toi la recherche participative ?

« C'est avant tout le partage de connaissances et compétences autour d'une même question appliquée : d'un côté une méthodologie et des outils de suivi et d'analyse, de l'autre une connaissance du terrain et des contraintes techniques qui justifient telle ou telle pratique. »

Qu'est ce que cela apporte de travailler ensemble, chercheurs et agriculteurs ? Quelles sont les limites ou contraintes ?

« Cela permet de confronter les résultats d'expériences en laboratoire à une réalité de terrain plus complexe et spécifique aux contextes de culture. Les limites sont de coordonner les interventions (agriculteurs) et les suivis (chercheurs), trouver un équilibre entre suivi optimal et contraintes techniques permettant la participation d'agriculteurs nombreux, recruter un coordinateur / des techniciens pour la réalisation des échantillonnages. »

Si c'était à refaire ? Qu'est ce que tu ferais ?

« Passer du temps pour que chaque partenaire évoque ses contraintes, envies et besoins et définir une question commune; limiter le nombre de modalités pour travailler avec plus d'agriculteurs sur des parcelles plus grandes, et produire une diversité de scénarios où chercheurs et agriculteurs s'y retrouveraient. »

COMPRENDRE L'ÉTUDE ET LE PROTOCOLE



■ Pourquoi cette étude

Les agriculteurs du CIVAM se posaient des questions sur les associations de cultures. En parallèle, l'Université de Poitiers et le CNRS s'interrogeaient sur les mécanismes et le rôle de la biodiversité dans les parcelles cultivées. En 2014, le CIVAM a sollicité le laboratoire EBI (Écologie et Biologie des Interactions) pour co-construire des expérimentations autour des plantes associées.

L'objectif était de mettre en place des protocoles de suivis qui permettent de valider ou infirmer les hypothèses des chercheurs et les observations des agriculteurs qui commençaient à intégrer des associations de cultures dans leur rotation.

■ Les modalités d'essais

Les essais et les protocoles de suivis ont été conçus, en collaboration, par le laboratoire EBI et le CIVAM. Le choix des modalités s'est fait en fonction des interrogations des agriculteurs (Type de culture ? Espèces ? Variétés ? Densités ?) et les finalités des chercheurs (suivis, rigueur scientifique, hypothèses). Ainsi, le collectif s'est orienté sur 4 types d'associations de plantes :

Quelques chiffres sur l'étude :

- > 4 types d'associations de plantes : céréales-protéagineux, mélange de variétés de blés, colza associé et prairies multi-espèces
- > 3 campagnes (2015-2017) de suivis (mars à aout)
- > 8 fermes



> Céréales-Protéagineux

	Bande 1 = FEVEROLE (40kg/ha) / POIS (15 kg/ha) / AVOINE (5kg/ha)	Bande 2 = FEVEROLE (50kg/ha) / POIS (25kg/ha)	Bande 3 = FEVEROLE (50kg) / POIS (25kg/ha) / AVOINE (10kg/ha)
Bande A0 = AVOINE (100 kg/ha)	Mélange A1	Mélange A2	Mélange A3
Bande B0 = BLE MODERNE (80 kg/ha)	Mélange B1	Mélange B2	Mélange B3
Bande C0 = BLE POPULATION (80 kg/ha)	Mélange C1	Mélange C2	Mélange C3
Bande D0 = BLE MODERNE (110 kg/ha)	Mélange D1	Mélange D2	Mélange D3
Bande E0 = BLE POPULATION (110 kg/ha)	Mélange E1	Mélange E2	Mélange E3
Bande F0 = FEVEROLE (80 kg/ha)	Mélange F1	Mélange F2	Mélange F3

BLE MODERNE (120kg/ha) + FEVEROLE (30kg/ha)
BLE POPULATION (120kg/ha) + FEVEROLE (30kg/ha)
BLE MODERNE (100kg/ha) + FEVEROLE (60kg/ha)
BLE POPULATION (100kg/ha) + FEVEROLE (60kg/ha)
BLE MODERNE (140kg/ha)
BLE POPULATION (140 kg/ha)

> Prairies multi-espèces

SAINFOIN - (120 kg/ha)
LUZERNE - (25 kg/ha)
TREFLE VIOLET - (20 kg/ha)
LUZERNE - (15kg/ha) + TREFLE VIOLET - (10kg/ha)
LOTIER - (10kg/ha)
TREFLE BLANC - (10kg/ha)
FETUQUE - (30kg/ha)
ACTYLE - (30kg/ha)
MELANGE 1 : Dactyle (3kg/ha), Fétuque (3kg/ha), TV (2kg/ha), TB (2kg/ha), Luzerne (8kg/ha), Sainfoin (20kg/ha), Lotier (2kg/ha)
MELANGE 2 : Dactyle (5kg/ha), Fétuque (5kg/ha), TV (10kg/ha), Luzerne (15kg/ha)

> Mélange variétaux

> Colza Associé

Culture d'une variété en pur	Mélange variétaux (4 variétés modernes + 1 variété ancienne)	Colza en pur	Colza + Sarrasin	Colza + Lentille + Fenugrec
------------------------------	--	--------------	------------------	-----------------------------

« Depuis 2010, l'UMR 7267 CNRS- Université de Poitiers, est le **partenaire scientifique** du CIVAM en élaborant les protocoles pour un suivi de la biodiversité (macrofaune du sol, flore). La collaboration a débuté avec le projet « Grandes Cultures Économies » sur 15 exploitations du Poitou-Charentes. Ce projet montrait que les **rotations longues et un assolement diversifié favorisent la biodiversité, et la fonctionnalité de l'agro-système**. Les agriculteurs du CIVAM du Châtelleraudais ont voulu aller plus loin avec APACH, avec l'enjeu de mieux comprendre l'ensemble des interactions entre la macrofaune du sol, les cultures pures et les cultures associées. C'est un **caractère innovant du projet** car peu d'études ont été réalisées dans ce domaine. Ainsi, la **synergie entre chercheurs et agriculteurs** est primordiale pour assurer une gestion de l'agro-système basée sur la connaissance ».

Catherine Souty-Grosset
du laboratoire EBI



■ 3 campagnes de suivis

L'objectif était de **comprendre les mécanismes**, par une **approche systémique** des associations de cultures : *de la graine au produit transformé, du micro-organisme à la macrofaune, de la molécule à la plante.*



> **Suivis agricoles : de l'essai à l'exploitation agricole**

Chaque essai a fait l'objet d'un **suivi agricole annuel des pratiques** : travail du sol, intrants, semis, interventions mécaniques, rendement. Une enquête finale a été réalisée pour recueillir le **bilan de durabilité des 3 années d'essais** (via l'outil Masc).



> **Suivis faunistiques : macrofaune du sol et insectes volants**

Les cultures abritent une **macrofaune du sol diversifiée** : lombrics, carabes, cloportes, araignées, fourmis... L'objectif était de répondre à des questions sur la fonction des **auxiliaires de cultures** (carabes, araignées et fourmis), le rôle des **décomposeurs** (cloportes) dans la fertilité du sol, le rôle des lombrics comme des **ingénieurs du sol**, mais aussi le rôle des cultures associées sur cette macrofaune du sol. L'abondance, la richesse spécifique et la répartition de la macrofaune du sol ont été étudiées ainsi que leur **sensibilité aux ravageurs**, par rapport à une culture en pur.



> **Suivis adventices et maladies fongiques sur céréales à paille**

L'objectif était d'**étudier les adventices**, en analysant leur développement et leurs impacts sur le **rendement, la macrofaune** du sol et les **pollinisateurs**. La sensibilité des cultures **associées aux maladies** a également été étudiée et comparée aux cultures pures.



> **Suivis pédologiques et caractérisation des micro-organismes du sol**

Le sol est composé de **micro-organismes** qui sont au cœur des interactions avec les plantes. Un type de champignon symbiotique a été retenu pour l'étude : les mycorhizes. Des **analyses de sols** (nutriments, éléments chimiques, C/N) ont été effectuées pour chaque essai. L'objectif était d'**observer les interactions** entre le **compartiment sol et la culture**.

> **Dosages et analyses des éléments : de la plante au produit transformé**

Des analyses des **éléments constitutifs de la plante et du grain** ont été réalisées.

- Sucres solubles, amidon, protéines et chlorophylles → activité métabolique
- Éléments minéraux (calcium, magnésium, potassium, phosphore, fer) et rapport Carbone/Azote.

L'objectif était d'**estimer la capacité de réserve et de productivité** des feuilles et des graines, en fonction de la morphologie et l'état sanitaire. Pour aller plus loin, des **analyses de farines** (protéine, qualité technologique) ont été effectuées, ainsi que des **analyses nutritionnelles** sur le pain et l'huile de colza issus des essais. Enfin, des **tests organoleptiques** ont été menés, avec des panels de consommateurs, sur les produits finis pour déterminer l'impact ou non des associations de cultures.

■ Paroles d'agriculteur : Éric Givelet

Qu'est qui t'a amené à vouloir travailler sur les associations de plantes ?

« Ce qui nous a amené à rentrer dans le programme de recherche APACH, c'est qu'on avait des pressentiments sur certains mécanismes dans les champs. Et à l'inverse, il y a des phénomènes qu'on pensait vrais et qui se sont révélés faux. Par exemple, seule une infime partie de l'azote captée par la légumineuse va directement à la céréale. Il y a donc d'autres mécanismes en jeu ! »

Pourquoi avoir sollicité l'UMR Université de Poitiers-CNRS ?

« On souhaitait comprendre des observations, des perceptions dont on n'avait pas les réponses ou la connaissance. On voulait une approche plus scientifique. Faire appel à une unité de recherche, c'était ramener de la science et de la rigueur dans les suivis. Si on veut comprendre des phénomènes dans les champs, on ne peut pas avancer avec des « peut-être ». Il faut parfois être précis dans les suivis. Nous, les agriculteurs, on n'a pas forcément le temps. Les chercheurs permettent cette rigueur ».

Qu'attendais-tu de ce programme en tant qu'agriculteur ? Et qu'en retiens-tu ?

« C'était d'avoir une logique scientifique autour de la biodiversité et des mécanismes biologiques, sans oublier les aspects technico-économiques : de la production à la commercialisation. La collaboration entre chercheurs et agriculteurs a été très intéressante. Ces personnes sont passionnées par leur recherche. C'est une ouverture d'esprit, avec une richesse dans les échanges. Ce que je retiens également, c'est qu'il faut plus se concerter pour l'élaboration des protocoles et des objectifs. Vouloir répondre à tout, était peut-être trop ambitieux. Cependant, il faut continuer et aller plus loin, car on ne sait pas tout encore sur les associations de cultures. »

La ferme en quelques mots...

- > Céréalière, meunier
- > UTH : 1,2
- > SAU : 84 ha
- > Système en AB
- > Assolement : Blé (mélanges variétaux), Luzerne, Triticale-Pois, Tournesol, Maïs, Sarrasin, Féverole
- > Valorisation : transformation d'une partie du blé en farine, circuits courts et vente directe ; le reste en coop.



Éric Givelet

Rédaction : Charlene Mignot. Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM. Mise en page : ☺ (01/2018). Imprimé sur papier recyclé.

Recueil réalisé par :



Avec le soutien financier de :



SÉCURISER SA PRODUCTION



La production des agro-systèmes stagne, liée en partie à la chute du taux de matière organique dans les sols et à la diminution de l'efficacité de l'azote et du phosphore. Elle est de plus en plus perturbée par les aléas climatiques marqués. Associer plusieurs espèces (en céréales, colza ou prairies) dans un champ, c'est optimiser l'écosystème, afin d'exploiter au mieux les ressources et processus naturels, et ce dans l'objectif de réduire ou supprimer les intrants chimiques.

■ Quels intérêts agronomiques des associations de cultures ?

- Favoriser les relations symbiotiques avec les **organismes du sol** (de type rhizobiums) qui **fixent l'azote atmosphérique**, permettant de couvrir les besoins de la légumineuse et donc **de laisser la niche d'azote du sol aux graminées** ou oléagineux, d'autant plus quand le milieu est pauvre en azote.
 - Réduire les adventices dans les associations, par **un accès restreint à la lumière et aux nutriments**, et ce d'autant plus en début de cycle.
 - Diminuer la **pression** et la **propagation des maladies** et des **ravageurs**, par l'effet barrière physique entre les variétés, la différence de maturité des fleurs et des graines ainsi que les prédateurs de ravageurs.
- > Induisant des **intérêts environnementaux** (diminution du lessivage des éléments, réduction des apports chimiques, écosystème plus diversifié, biodiversité favorisée) et **socio-économiques** (rendements supérieurs ou égaux, production diversifiée, meilleure qualité de la production, marge supérieure).



Quelques chiffres sur l'étude :

- > 4 types d'associations de plantes suivies : céréales-protéagineux, mélange variétaux de blé, colza associé et prairies multi-espèces
- > 3 campagnes (2015-2017) de suivis (mars à août)
- > 8 fermes

■ Observations sur la performance des essais APACH



La performance de l'association de cultures se mesure par :

- Le rendement biomasse des cultures ;
- La qualité des grains et produits obtenus (protéines, sucres...);
- Et le **Land Equivalent Ratio (LER)**.

Le LER permet de calculer l'efficacité et l'efficacité de l'association. Ce calcul compare le résultat du rendement en association de cultures avec le rendement des cultures en pur.

$$LER = \frac{\text{Rendement Céréale en association}}{\text{Rendement Céréale en pur}} + \frac{\text{Rendement Protéagineux en association}}{\text{Rendement Protéagineux en pur}}$$

Si LER > 1 : l'association est plus productive que les 2 cultures cultivées seules.

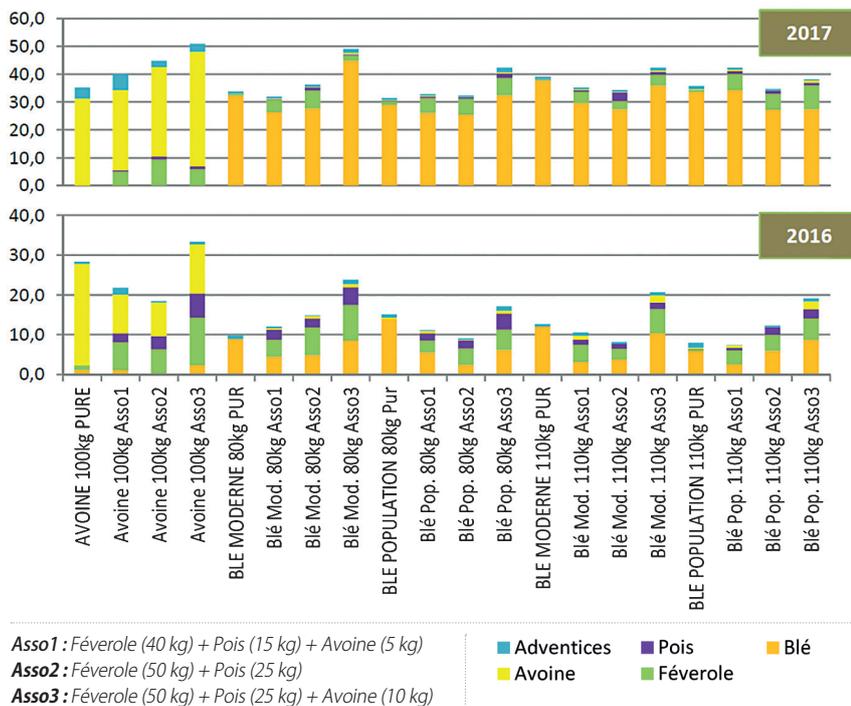
Exemple : un LER de 1,15, signifie que pour obtenir le même rendement en cultures pures, il faudrait 15% de surface en plus.

LER	Blé population (120 kg/ha) + Féverole (30 kg/ha)	Blé population (100 kg/ha) + Féverole (60 kg/ha)	Blé moderne (120 kg/ha) + Féverole (30 kg/ha)	Blé moderne (100 kg/ha) + Féverole (60 kg/ha)
2015	0,90	1,16	1,05	1,26
2016	1,27	1,25	1,25	1,38
2017	1,17	1,33	0,89	1,15

Dans l'ensemble des essais, les **LER** sont majoritairement **supérieurs à 1**, indiquant une **meilleure performance de l'association de la céréale avec un ou des protéagineux** (pois et/ou féverole), par rapport à une culture pure. Cette performance varie selon les conditions pédo-climatiques annuelles de la parcelle. Une culture en pur peut être plus performante en conditions optimales.

Cependant, sur plusieurs années, l'association est toujours plus performante, notamment dans une perspective d'aléas climatiques, de plus en plus extrêmes et fréquents.

> Rendements - exemple chez Claude Souriau en Céréales-protéagineux



Le rendement des associations n'est pas toujours nettement supérieur à la culture en pur (Cf. 2017).

Lors d'années climatiques difficiles telles que 2016, les associations complexes (association 3) assurent un rendement biomasse supérieur et sécurisent davantage le système de l'exploitant.

Notamment, en 2016, les protéagineux ont assuré et compensé une partie du rendement.

Zoom sur le rendement en colza associé :

Le couvert n'a pas concurrencé la culture. Le rendement est identique entre le colza en pur et les deux autres modalités de colza associé, en conventionnel comme en AB.

■ Paroles d'agriculteurs : Luc Jouault et Philippe Martin

Quels sont les intérêts technico-économiques des associations de cultures ?

Philippe : « Les associations permettent une solidité du système, un rendement égal ou supérieur, amenant de la stabilité ! Il y a un effet complémentaire selon les années. »

Luc : « Dans le cas des prairies multi-espèces, c'est intéressant car on n'a pas besoin de refaire nos prairies très souvent, à l'inverse des prairies simples. C'est donc un avantage économique important ! Les associations de plantes sécurisent pour moi le système, notamment dans un système où on cherche à être le plus autonome sur l'alimentation du troupeau. L'association avec des légumineuses, en prairies ou en céréales, c'est une source non négligeable d'azote pas cher dans la rotation et pour l'alimentation des vaches. En faisant, un précédent graminées-légumineuses, on réduit considérablement le besoin d'apport d'azote pour la culture suivante. »

À l'inverse, quels limites ou inconvénients vois-tu ?

Philippe : « Pour le colza, la réussite (en AB) est liée à la réussite du couvert. Je suis donc convaincu des associations, en colza, comme en céréales, il est néanmoins indispensable d'étudier et prendre en compte tous les autres facteurs. Le frein principal est au niveau des filières de débouchés et du tri. Il faut faire évoluer les filières et les coopératives pour le développement de cette pratique culturale. Pour les conventionnels en zones céréalières, c'est cet aspect là qui coince et freine les agriculteurs au développement des associations. »

Que conseillerais tu à un agriculteur qui souhaiterait faire des associations de cultures ?

Philippe : « Je lui conseillerais de s'informer sur la valorisation et les débouchés possibles dans un premier temps avant de se lancer. Sur les associations, je ne peux qu'affirmer que c'est un plus agronomique et économique non négligeable. Souvent les agriculteurs se mettent des freins sur la technique alors qu'au final c'est sûrement l'aspect le plus simple à régler, des solutions existent ! Si les coopératives bloquent encore pour les céréales-protéagineux, d'autant plus en conventionnel, il faut se tourner vers des éleveurs. Après pour le colza associé, il n'y a aucun problème technique ou de filière, c'est que des plus ! »

Luc : « Finalement faire des associations, c'est l'idée de ne pas mettre tous ses oeufs dans le même panier ! Mettre plusieurs espèces dans un champ, ça permet de laisser au sol le choix des espèces les plus adaptées. Sur des sols plus difficiles, c'est un vrai avantage ! »

La ferme en quelques mots...



Philippe Martin :

> Polyculture-Elevage en VA

> UTH : 2

> SAU : 86 ha

> Système en AB

> Assolement : Blé, Colza, Féverole, Luzerne, Maïs, Céréales-Protéagineux, Orge, Prairies, Tournesol

> Valorisation : transformation en huile, viande, vente en circuits courts et vente directe, céréales en coopérative.



Luc Jouault :

> Eleveur laitier + canards

> UTH : 2

> SAU : 104 ha

> Assolement : Prairies, Maïs, Blé, Betterave

> Valorisation : 455 000 L de lait, Canards de chair, Céréales en coopérative

Rédaction : Charlene Mignot. Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM. Mise en page : ☺ (01/2018). Imprimé sur papier recyclé.

Recueil réalisé par :



Avec le soutien financier de :



AMÉLIORER LA QUALITÉ DES GRAINS : FÉVEROLE ET BLÉ



En principe, les associations céréales/protéagineux produisent des graines plus riches en protéines. Des dosages sucres et protéines ont été réalisés pour vérifier le maintien ou l'amélioration de la qualité des grains. Une analyse des feuilles de féverole a permis d'estimer le contenu carboné et azoté de la plante, utilisable lors de la remobilisation des éléments, pour le remplissage de la graine, qui est étroitement lié à la qualité à la récolte.

■ Pourquoi doser les sucres et les protéines ?

- Déterminer le stock de **réserves carbonées et azotées** des feuilles de féverole après floraison qui serviront au **remplissage des graines**.
- Évaluer l'**aspect quantitatif et qualitatif** des graines de la culture cultivée seule ou en association, à deux densités de semis différentes.
- Déterminer quels types d'associations sont les **plus bénéfiques pour la production** de céréales et de protéagineux (d'un point de vue qualitatif et quantitatif).

■ Résultats pour le blé

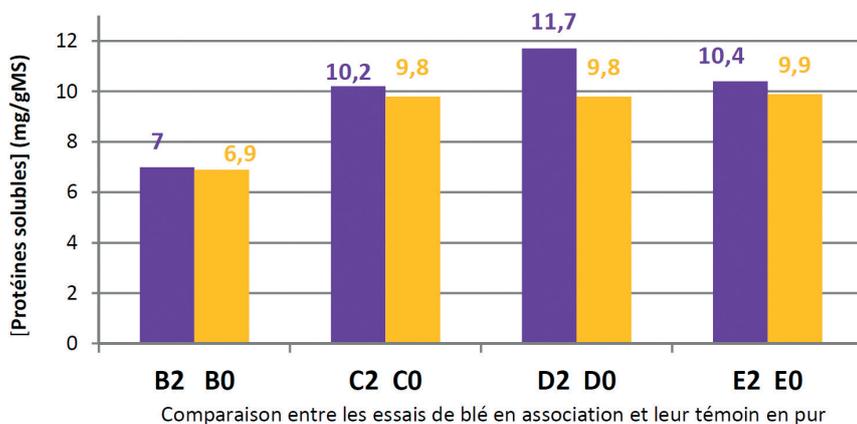
- Le **PMG** (poids de mille grains) : la **masse** de 1000 grains de blé cultivés **en association est supérieure** ou égale à la masse de 1000 grains de blé cultivés dans la culture pure correspondante.
- **Teneur en protéines** : les grains de blé cultivés en **association** présentent des **teneurs en protéines solubles supérieures** à leur modalité pure respective (Cf. graphique).

Quelques chiffres sur l'étude :

- > Suivis sur Céréales/Protéagineux
- > 2 agriculteurs
- > 2 parcelles
- > 5 modalités
- > 2 types de blé (moderne et population)
- > 2 densités de semis de blé (80kg/ha et 110kg/ha)
- > 2 stades de développement (stade végétatif après floraison et stade graine)



Teneur en protéines des blés dans les essais céréales/protéagineux - Exemple chez Claude en 2016



Essais étudiés

TÉMOINS PURS	Bande Asso 2 = Féverole (50kg/ha) + Pois (25kg/ha)
Bande A = Avoine (100kg/ha)	Mélange A2
Bande B0 = Blé moderne (80kg/ha)	Mélange B2
Bande C0 = Blé population (80kg/ha)	Mélange C2
Bande D0 = Blé moderne (110kg/ha)	Mélange D2
Bande C0 = Blé population (110kg/ha)	Mélange E2
Bande F0 = Féverole (80kg/ha)	Mélange F2

■ Étude de la féverole

En 2016 et 2017, deux stades de développement ont été analysés sur les feuilles : stade après floraison et stade graines, dans les essais céréales/protéagineux. Toutes les modalités ont été récoltées à la maturité de la culture pure de féverole, expliquant certains résultats à suivre.

■ Résultats pour les graines de féverole

Les résultats sur l'amélioration de la qualité de la production en association sont d'autant plus marqués avec des blés populations.

	Association blé + féverole	Culture pure de féverole
Analyses Phénotypiques	État sanitaire des féveroles	+
	Robustesse des féveroles	+
	Nombre de gousses / Plant de féverole	+
	Masse et surface des graines de féveroles	+
	Maturité des graines de féveroles	-
Les associations blé-féverole permettent une meilleure production de graines par rapport aux cultures pures, mais leur maturité est plus tardive.		
Analyses Biochimiques	Teneur en sucres solubles + amidon	+
	Teneur en protéines solubles	-
De par leur retard de développement, les féveroles en association n'ont pas encore constitué toutes leurs réserves protéiques lors de leur récolte. Par conséquent, à pleine maturité, des teneurs en protéines plus importantes et donc une meilleure qualité globale sont attendues pour ces féveroles.		

La **modalité E2 (féverole avec blé population à 110 kg/ha)** possède une plus grande **quantité de graines et de meilleure qualité, en comparaison des autres modalités**. De par sa rusticité et sa diversité génétique, le blé population semble mieux s'exprimer en association. Il possède une meilleure résistance aux aléas du milieu (maladies, ravageurs, sécheresses, humidité) qui affecte moins son rendement et sa qualité.

■ Paroles d'agriculteur : François Michaud

Pourquoi faire des dosages (sucres, protéines) sur les blés et les féveroles ?

« En faisant des dosages sur les graines, l'objectif est de voir l'efficacité de l'activité photosynthétique et de l'utilisation des ressources par les différentes espèces du mélange. C'est voir s'il y a des interactions positives (complémentarité) ou négatives (compétition) entre les plantes. En effet, s'il y a perturbation de l'activité photosynthétique ou de l'accès aux ressources, cela va avoir un impact négatif sur le rendement, et la qualité des grains produits. D'autre part, étudier la teneur en protéines est intéressant, car en coopératives, nous sommes rémunérés, en partie, sur ce taux. Donc étudier ce volet là dans les mélanges est important pour savoir si les associations de cultures influent sur le taux de sucres et protéines. »

Est-ce que tu as vu une différence de qualité des grains en associant les cultures ?

« Avant tout, ce que j'ai remarqué, c'est que j'ai moins de maladies, moins de ravageurs et moins d'adventices dans mes cultures en associant les plantes. Par conséquent, bien que je ne le mesure pas précisément, si ma culture est moins perturbée, le rendement et la qualité du grain sont meilleurs. Je remarque par exemple que j'ai beaucoup moins de graines de féverole qui sont impactées par les bruches. Le fait de mélanger une céréale et un protéagineux, permet qu'ils ne soient pas en compétition sur leurs exigences en nutriments et oligo-éléments. S'il n'y a pas de compétition chaque culture pourra remplir au mieux ses grains. »

Est-ce que les résultats d'APACH vont avoir une influence sur tes pratiques ?

« Ça me conforte dans l'idée de continuer les mélanges de plantes dans les champs. Les effets positifs semblent avérés en mélange d'hiver. Il faut chercher du côté des mélanges de printemps, dont je souhaite développer la place dans ma rotation. Maintenant, que je suis plus sûr de certains résultats, je me dis que je pourrais proposer à mon voisin de tester, sur du blé-féverole, s'il est intéressé bien sûr. »

La ferme en quelques mots...

- > SAU : 97 ha
- > Production : Céréales + Chanvre
- > UTH : 1
- > Système en AB et Agroforesterie
- > Valorisation : Circuits longs et circuits courts, vente directe aux éleveurs voisins

François Michaud



Rédaction : Nathalie Pourtau, Laurence Mauroussat, Camille Raimbault. Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM. Mise en page : ☎ (01/2018). Imprimé sur papier recyclé.

Recueil réalisé par :



Avec le soutien financier de :



GÉRER LES ADVENTICES ET LES MALADIES FONGIQUES



En agronomie, adventice désigne une plante herbacée ou ligneuse qui se trouve dans un agroécosystème sans y avoir été intentionnellement installée. Ce sont les « mauvaises herbes » dans le langage courant. Les maladies fongiques correspondent à des champignons qui infectent les plantes à différents stades de développement et sur différents organes.

■ Quels impacts des adventices sur les cultures ?

La nuisibilité des adventices recouvre **deux effets distincts** :

- **La nuisibilité directe** : causée par la concurrence que les adventices exercent sur une plante cultivée. Elle affecte le potentiel de rendement de la culture. Cette concurrence s'exerce vis-à-vis de l'espace, de la lumière, de la quantité en eau et des nutriments ;
- **La nuisibilité indirecte** : regroupe les autres effets indésirables des adventices comme leur impact sur la qualité de la récolte ou sur la qualité sanitaire de la culture ainsi que le risque d'infestation de celle-ci les années suivantes.

Quelques chiffres sur l'étude :

- > 8 agriculteurs
- > 6 communes
- > 3 campagnes de suivis et d'inventaire de la flore
- > 4 types d'essais
- > 100 espèces identifiées



■ Intérêts des associations de cultures pour lutter contre les adventices

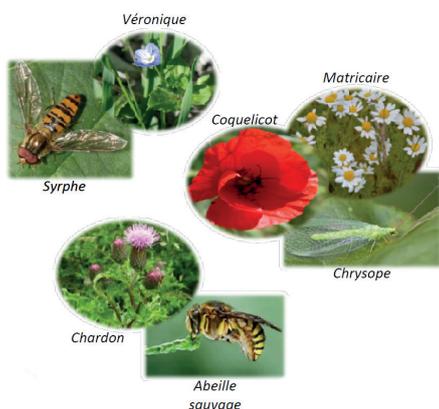
Les cultures associées, de par leur couverture du sol et leur densité, entrent en compétition et empêchent les adventices de s'implanter durablement.

■ Observations sur les essais APACH

En cultures associées, les adventices sont moins présentes qu'en culture pure, en essais de céréales/protéagineux et colza associé. L'association d'une céréale à un protéagineux est un moyen de sécuriser une des deux productions face à des facteurs tels que les adventices.

■ Les adventices favorisent-elles la macrofaune du sol et les pollinisateurs ?

Dans les associations de cultures, mais aussi en bordures de champs, il existe diverses plantes attractives qui créent un cortège floristique attirant de nombreux auxiliaires de cultures. Que ce soit la flore spontanée ou les espèces semées, certaines espèces végétales possèdent un intérêt pour la faune :



> Intérêt pour la macrofaune du sol

Les cultures sont impactées par divers ravageurs (pucerons, altises, charançons, méligèthes...). La flore spontanée ou adventice permet la lutte contre ces ravageurs en offrant un refuge pour de nombreux auxiliaires de cultures, tels que les staphylins et les coccinelles.

> Intérêt pour les pollinisateurs

De nombreuses espèces végétales attirent des insectes grâce à leur nectar. Par exemple, les véroniques attirent les syrphes. Les chardons attirent des abeilles sauvages et des hyménoptères pollinisateurs.



Oïdium



Piétin Verse



Rouille Brune



Septoriose

■ Pourquoi lutter contre les maladies fongiques ?

Les **maladies fongiques sur céréales à paille** touchent différentes parties de la plante et agissent à différents stades, du premier nœud jusqu'à l'épiaison et la floraison. Ces maladies sont **très fréquentes** et **nuisibles**. Elles **impactent très négativement le rendement** soit à cause de la verse de la plante, soit par la **réduction de la surface photosynthétique** et par la **subtilisation des sucres** par le champignon pathogène.

■ Intérêts des associations de cultures pour lutter contre les maladies fongiques

Les maladies fongiques sur céréales à paille créent **des lésions sur les feuilles ou le pied du blé**. Elles libèrent des spores qui se propagent d'un plant à un autre par éclaboussures dues à la **pluie et/ou au vent**. Si la variété touchée est **résistante**, les spores ne peuvent pas se développer. Ainsi, un **mélange de céréales associées à des protéagineux** (insensibles à ces maladies), permet **d'augmenter la résistance** à ces maladies fongiques. Plus l'**association** sera **variée**, et plus la **résistance sera élevée** grâce à un **effet barrière** créé entre les plants de différentes espèces ou variétés.

■ Résultats des suivis APACH

En moyenne, les maladies fongiques **impactent moins les cultures associées** que les cultures pures. Elles sont **présentes sur chaque essai, pendant les 3 années** du projet. La septoriose est la plus présente, à 60 % sur tous les essais au cours des 3 ans. Cependant, il y a **moins de septoriose et de rouille brune** (respectivement -20 % et -15 %) **en céréales/protéagineux**, en 2016. En essai mélange de variétés de blé, le piétin verse est très présent en pur, de par l'absence de barrière créée par une variété ou une espèce différente et résistante.

■ Paroles d'agriculteur : Alexandre Hénault sur le colza associé

Comment gérais-tu les adventices et les maladies avant de t'intéresser aux associations de plantes ?

« Avant, en colza, c'était désherbage systématique, juste après le semis, pour éviter la germination des adventices, et ce à pleine dose. Il n'y avait pas forcément de raisonnement, tout comme pour la gestion des ravageurs : je traitais par prévention. »

Aujourd'hui, qu'est ce que tu as changé dans tes pratiques ?

« J'ai commencé par un mélange lentille-fenugrec en colza car j'avais entendu que ça marchait. J'ai mis une bande pour tester. J'avais peur que le couvert impacte réellement mon colza et le rendement, et finalement avec le couvert, mon colza était plus beau et la parcelle moins sale ! L'année d'après, j'ai fait tous mes colzas en association, et finalement je me suis rendu compte que j'avais oublié de garder une bande en pur pour comparer ! D'autre part, avant je semais en septembre, maintenant je sème à la mi-août. Le couvert m'a permis d'avancer ma date de semis. Le couvert sert de régulateur de la biomasse du fait d'un semis mi-août mais en semant plus tôt j'ai moins de problèmes d'altises. »

Pour quelles raisons raisonner les traitements ?

« Je souhaitais intégrer des mélanges pour baisser les doses de désherbage, l'objectif était d'enlever tous les désherbages post-semis sur mes cultures, et faire uniquement des rattrapages si besoin, et donc faire plus d'observations dans mes champs et arrêter de faire du systématique ! L'objectif : diminuer mes IFT. Je préfère mettre de l'argent dans les couverts et gagner des passages de pulvé de pesticides, c'est mieux pour la santé et l'environnement. Et sur la marge nette, il n'y a pas d'impacts économiques à ce changement de pratique. »

La ferme en quelques mots...

- > SAU : SAU 80 ha en location et propriété, 18 ha irrigués (melons) + 70ha en ETA pour un GFA en AB + 55 ha melons
- > Production : Céréales + Melons
- > UTH : 2 + saisonniers en melons
- > Valorisation : Circuits longs et vente directe pour une partie des melons



Alexandre Hénault

Rédaction : Camille Raimbault. Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM. Mise en page : ☺ (01/2018). Imprimé sur papier recyclé.

Recueil réalisé par :



Avec le soutien financier de :





■ Quels impacts ont les associations de culture sur la macrofaune du sol ?

Produisant un **couvert végétal haut et multi-strates**, les associations de cultures forment un **environnement humide et couvrant, très favorable aux cloportes et aux carabes** et **conditionnent leur répartition** au sein des parcelles, comme l'ont montré les essais.

Bien qu'aucune différence significative ne soit identifiée entre les cultures pures et associées, les **associations de cultures constituent des milieux favorables** aux populations de **lombrics**, en apportant une **matière organique plus importante et diversifiée** à consommer.

■ Les cultures associées sont-elles plus ou moins sensibles aux ravageurs que des monocultures ?

Les cultures associées présentent une **végétation plus diversifiée et hétérogène** donc proposent **plus de niches écologiques** pour les prédateurs de ravageurs de cultures. Ainsi, les **cultures associées sont moins impactées pas les organismes nuisibles** que les cultures pures de par la dispersion de la plante hôte ciblée.

La répartition des carabes, selon leur régime alimentaire a permis de montrer une plus forte proportion d'espèces **zoophages*** en culture pure et un meilleur équilibre en **association de cultures** dû à la diversité du milieu, permettant potentiellement une meilleure lutte contre les **ravageurs et les adventices**.

■ Paroles d'agriculteur : Claude Souriau

Pourquoi s'intéresser à la macrofaune du sol ?

« La macrofaune est un bon indicateur de la vie du sol. L'avantage c'est qu'elle est visible à l'oeil nu. Je pense que la macrofaune est utile et intéressante pour l'équilibre des cultures, des autres espèces et des paysages. Plus la macrofaune est diversifiée, plus il y a de chances d'avoir des espèces intéressantes et régulatrices des espèces pathogènes des cultures. »

Qu'est ce que tu retiens de ce suivi sur la macrofaune dans tes parcelles ?

« Ce qui nous intéresse c'est d'apprendre à mieux les reconnaître, à comprendre leurs fonctions dans les cultures. Pour moi, on ne regarde pas assez cette biodiversité dans les champs. La plupart des fois, on ne parle que des espèces invasives et prédatrices des cultures. On oublie de parler de leurs rôles et de l'équilibre des espèces. Avec le programme APACH, ça a été une manière de mieux appréhender la diversité de la macrofaune, de pouvoir l'observer concrètement, mettre un nom avec les scientifiques qui nous entouraient, de comprendre l'importance de certaines espèces. On a pu voir des écarts de populations dans les différents essais entre des cultures pures et des cultures associées. »

Et qu'as-tu changé dans tes pratiques ? Quelles pratiques conseillerais-tu pour favoriser la macrofaune du sol dans les champs ?

« Dans mon système, après avoir introduit les cultures en mélange, j'ai commencé par remettre des haies, puis des arbres dans les champs avec de l'agroforesterie. J'ai ramené de la diversité structurelle, pas uniquement de la diversité annuelle.

Pour favoriser la macrofaune, je conseillerai dans un premier temps de ramener de la diversité dans les cultures, avec des rotations plus longues, puis de faire des cultures associées. Ce qui est favorable, c'est la diversité de cultures, la diversité de variétés. Plus il y a de diversité, plus l'agriculteur a de chances d'avoir cette diversité faunistique dans ses champs. Cependant, il faut aussi se questionner sur ses pratiques de travail du sol, dans la mesure du possible, il faut les réduire. »

La ferme en quelques mots...

- > Éleveurs de volailles
- > UTH : 4
- > SAU : 72 ha
- > Système en AB et agroforesterie
- > Assolement : Méteil (25ha), Blé (10ha), Prairies (20ha), Maïs (15ha)
- > Travaille avec des semences paysannes
- > Valorisation : abattage et transformation à la ferme, vente directe ou circuits courts



Claude Souriau

Rédaction : Camille Raimbault. Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM. Mise en page : (01/2018). Imprimé sur papier recyclé.

Recueil réalisé par :



Avec le soutien financier de :



POURQUOI

COMMENT

Associer ses cultures en Châtelleraudais

COMPRENDRE L'INTÉRÊT ET LE RÔLE DE LA MACROFAUNE



La macrofaune du sol comprend tous les invertébrés du sol mesurant plus de 2 mm : les Annélides (vers de terre), les Insectes (carabes, termites ou fourmis), les Myriapodes (mille-pattes), les Arachnides (araignées), les Crustacés terrestres (cloportes) et les Mollusques (limaces et les escargots).

■ Pourquoi étudier la macrofaune du sol ?

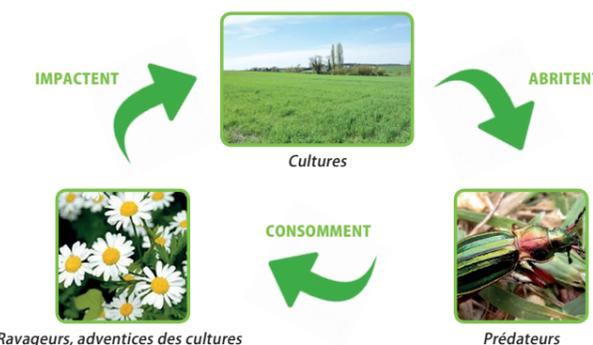
La biodiversité faunistique du sol est fortement impactée par l'intensification des pratiques agricoles (produits phytosanitaires et travail du sol) et la perte d'infrastructures agroécologiques (haies, bandes enherbées...). La disparition de groupes d'espèces sensibles à cette intensification fait de cette macrofaune de bons indicateurs biologiques. La biodiversité du sol a un rôle inestimable dans la production agricole par les services écosystémiques qu'elle rend, tels que la régulation des ravageurs, la minéralisation de la matière organique et la structuration naturelle du sol.

Quelques chiffres sur l'étude :

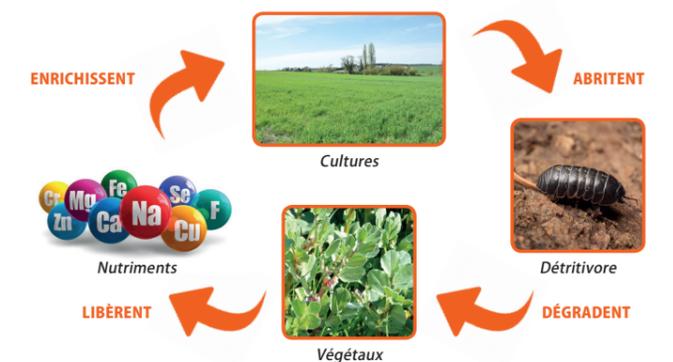
- > 8 agriculteurs
- > 6 communes
- > 3 ans de suivis et capture de la macrofaune du sol
- > 4 types d'essais suivis
- > 5 taxons* analysés
- > Des centaines d'espèces inventoriées
- > Des milliers d'individus capturés

■ Les rôles de la macrofaune du sol ?

Les prédateurs (araignées, carabes), **consomment les ravageurs de cultures** : ce sont des **polyphages*** et **zoophages***. Certains consomment également les graines d'adventices : **phytophages***.



Les détritivores (cloportes, iules...) décomposent les végétaux, **augmentant le retour des nutriments** vers le sol. Ils les rendent plus rapidement assimilables par les plantes en favorisant leur minéralisation par les microorganismes.

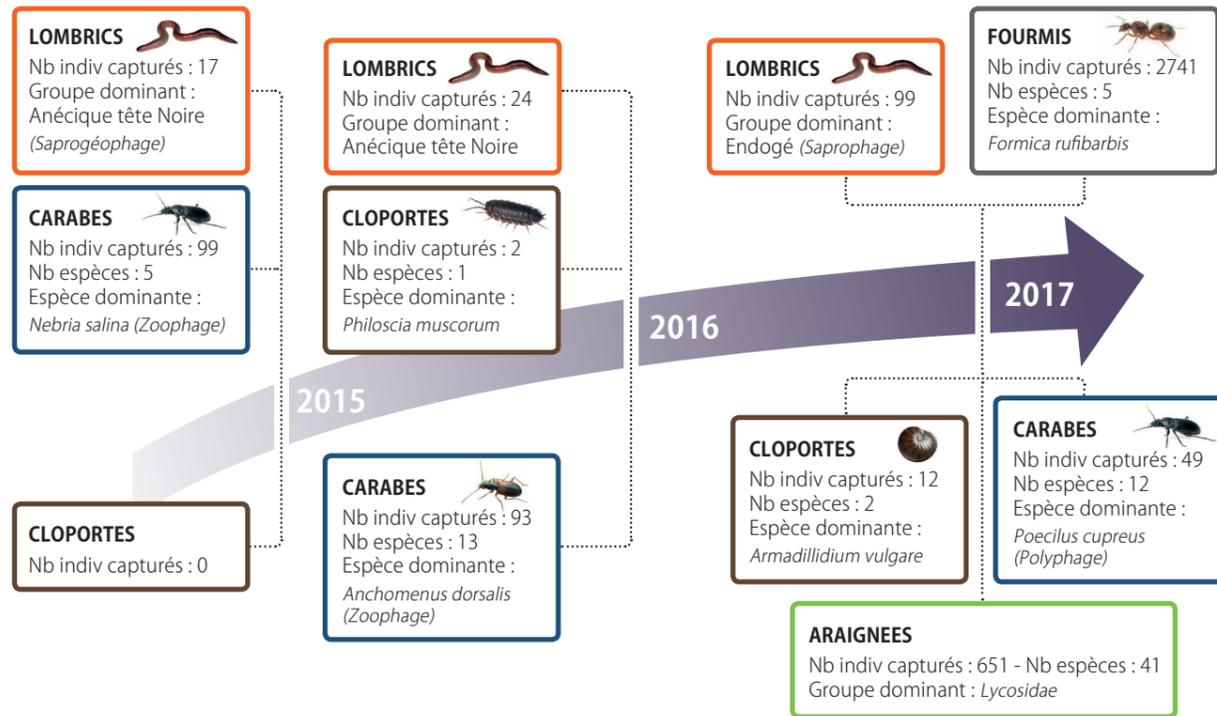


Les ingénieurs du sol (vers de terre, termites) participent à la **formation des sols** et immobilisent les composés organiques jusqu'à ce que d'autres organismes s'en nourrissent et les remettent en circulation. Ils **aèrent le sol** par leurs galeries et permettent un **apport d'oxygène essentiel** pour la survie des autres êtres vivants. Ils **facilitent également l'écoulement de l'eau** vers les couches profondes.

> Glossaire

- Zoophage** : organisme dont le régime alimentaire est constitué d'animaux ou de substances d'origine animale.
- Polyphage** : organisme dont le régime alimentaire consiste à se nourrir d'aliments variés, d'origine animale et/ou végétale.
- Phytophage** : organisme dont le régime alimentaire est constitué de végétaux ou de substances d'origine végétale.
- Saprogéophage** : organisme fragmentant, enfouissant, brassant la matière organique morte en surface, avec le sol ingéré.
- Saprophage** : organisme fractionnant la matière organique morte.
- Taxon** : unité (genre, famille, espèce) de classification des êtres vivants.

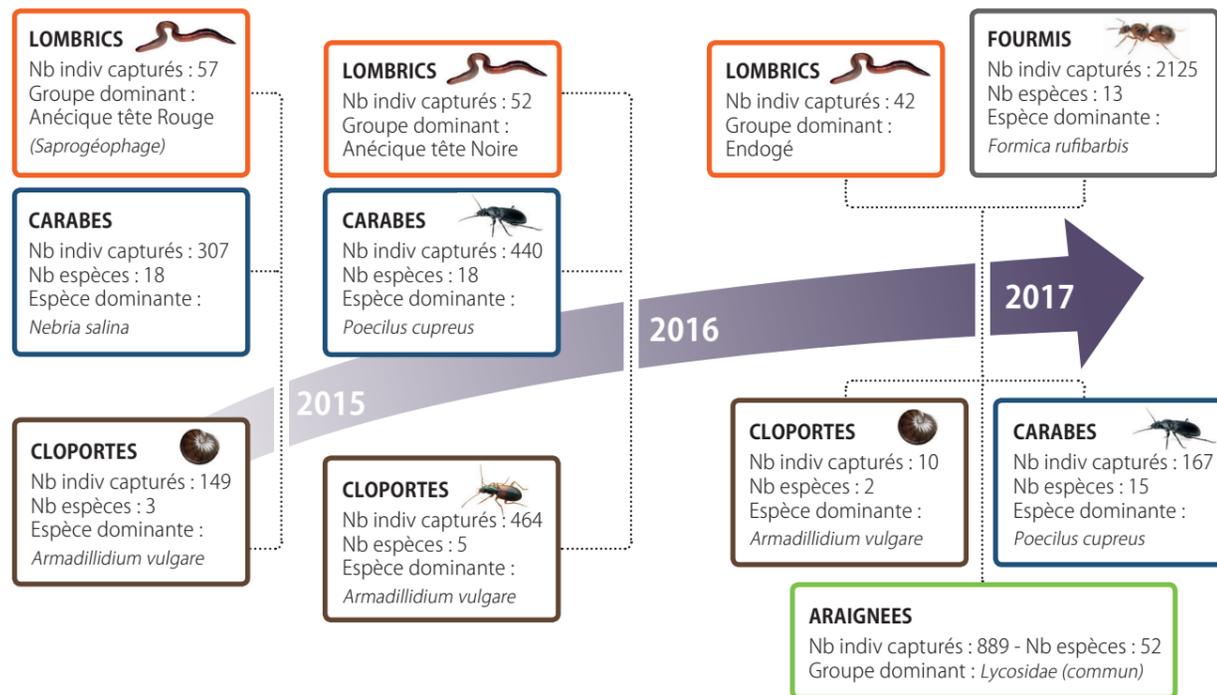
■ Prairies multi-espèces (1 essai en 2015 et 2016, 2 essais en 2017)



En essais **prairies multi-espèces**, les espèces de **carabes** capturés sur ces essais sont polyphages* et zoophages*. Cela est dû aux **nombreuses variétés de plantes** qui hébergent une **grande variété d'insectes** consommés par les prédateurs.

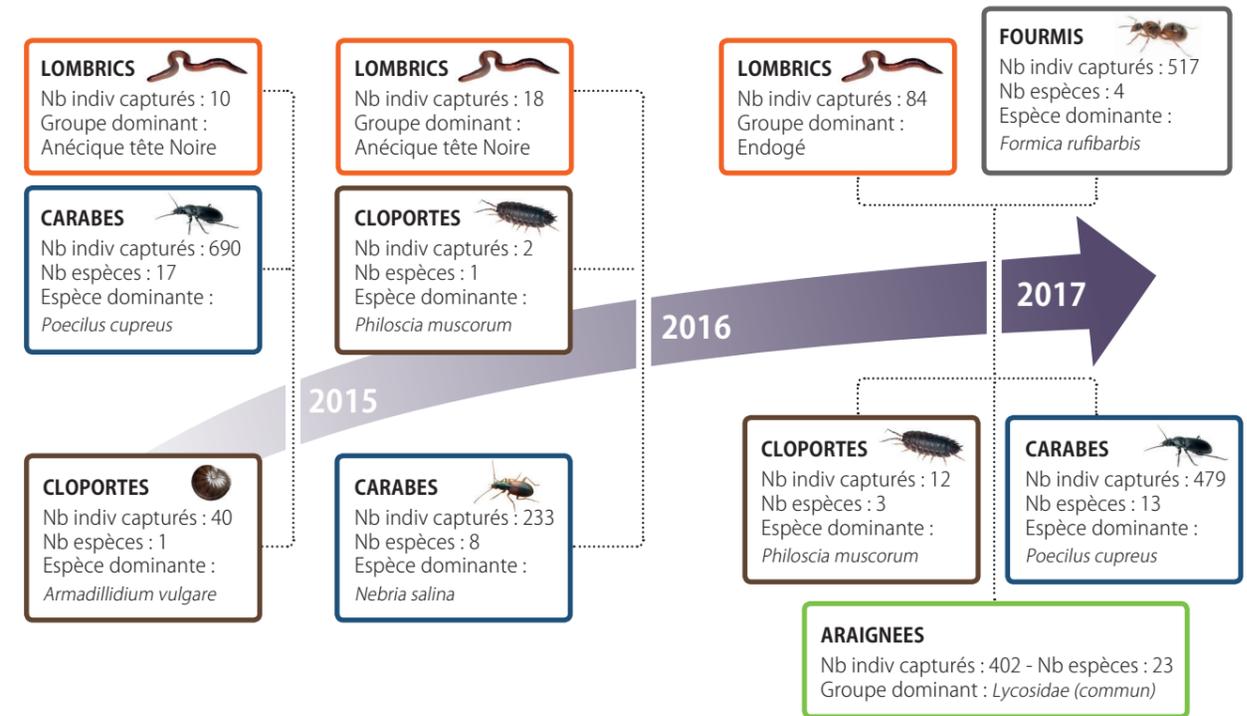
Différents groupes d'espèces de **lombrics** existent. En prairies multi-espèces, ils sont saprogéophages* en 2015 et 2016 et majoritairement saprophages* en 2017. Les **araignées et fourmis** échantillonnées en 2017 appartiennent à des espèces communes dans la région du Châtelleraudais. Le nombre élevé de cloportes et de lombrics en 2017 est dû à l'échantillonnage d'un nouvel essai sur cette dernière année.

■ Céréales - Protéagineux (2 essais en 2015, 2016, 2017)



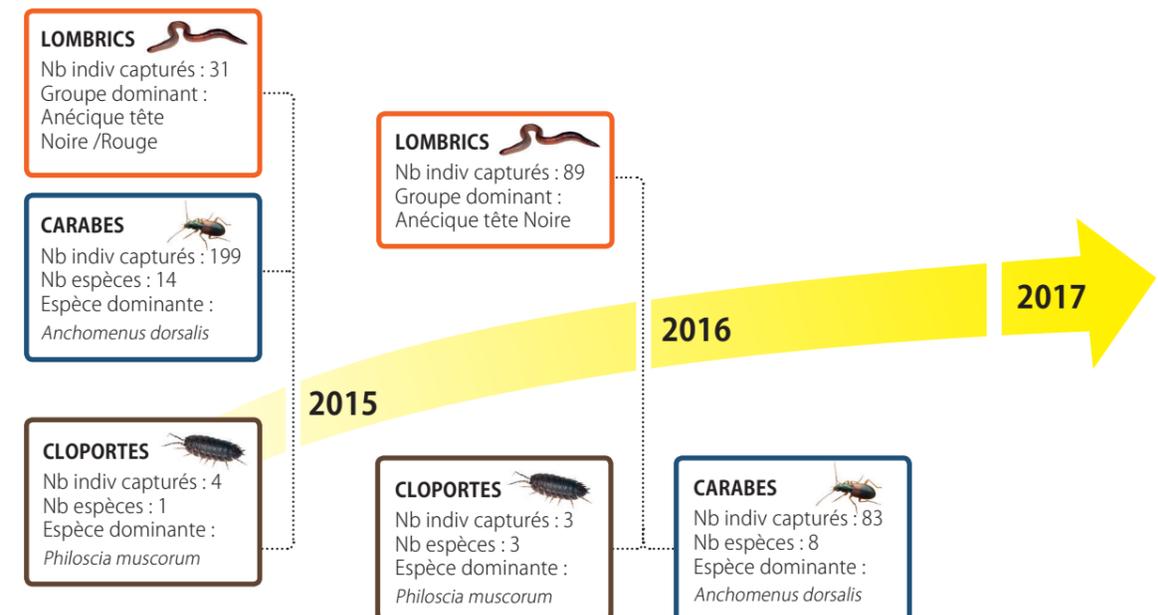
Sur les 3 ans, les essais **céréales/protéagineux** ont la **macrofaune la plus diversifiée**. Ils ont le **meilleur équilibre faunistique** pour les 5 taxons* étudiés (cloportes, araignées, carabes, lombrics et fourmis). En effet, les **légumineuses maintiennent mieux l'humidité du sol** que les graminées. Elles sont ainsi favorables aux cloportes et aux carabes grâce à une hauteur de végétation en strates. Les **carabes** inventoriés sont majoritairement zoophages* et polyphages*. Les lombrics étudiés sont saprogéophages* en 2015 et 2016, et saprophages* en 2017.

■ Mélange de variétés de blés (2 essais en 2015, 2016, 2017)



Les **essais mélanges de variétés de blés** sont les essais sur lesquels **le plus de carabes** ont été capturés. Leurs régimes alimentaires sont majoritairement zoophages* et polyphages*, comme pour les essais céréales/protéagineux. En effet, les cultures semées sont favorables à ces régimes alimentaires. La présence d'adventices dans ces essais a également favorisé la présence de phytophages*. Les nombreux lombrics inventoriés ont un régime alimentaire saprogéophage* en 2015 et 2016, et majoritairement saprophage* en 2017, comme en essais prairies multi-espèces et céréales/protéagineux.

■ Colzas associés (3 essais en 2015, 1 en 2016 et 0 en 2017)



Les essais de **colza** ont été réalisés sur les deux premières années du projet, pour cause de sécheresse en 2017. Les différents groupes d'espèces de **lombrics** inventoriés sont saprogéophages*. Les **carabes** sont zoophages*. Ils **consommant** donc potentiellement les **ravageurs présents dans le colza**.

Les modalités **colza/sarrasin** ont une **diversité en macrofaune plus élevée** que les autres modalités. L'association **colza/lentille/fenugrec** permet **l'enrichissement du sol en azote** et apporte un intérêt en terme de biodiversité en proposant une couverture végétale multi-strates.

AMÉLIORER SON SOL ET LES MYCORHIZES

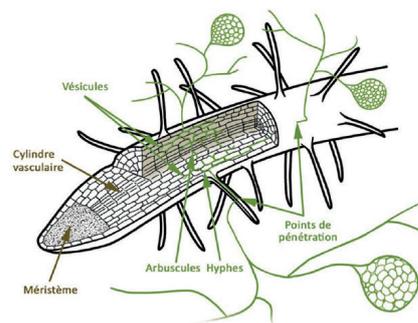


Les mycorhizes sont des champignons qui instaurent une relation symbiotique. C'est-à-dire une relation spécifique, à bénéfice réciproque, avec les racines des plantes. Plus de 95% des plantes terrestres sont mycorhizables. Les techniques agricoles, basées sur le travail du sol et le recours aux engrais solubles - notamment nitrophosphatés- et de pesticides, ont provoqué une raréfaction des phénomènes de mycorhization.

■ Quels intérêts pour la plante et le champignon ?

- **Augmentation par 400 à 1000 de la surface de contact racinaire**, grâce au réseau mycélien du champignon, pour un meilleur accès à **l'eau et aux éléments nutritifs du sol**, notamment des éléments peu mobiles (phosphore, cuivre, zinc).
- **Meilleure nutrition des plantes**, permettant une meilleure **résistance aux aléas environnementaux**.
- **Protection contre des agents pathogènes** du sol (nématodes, champignons, bactéries pathogènes), en renforçant les **défenses naturelles des plantes** (sécrétion d'antibiotiques et de vitamines).
- **Amélioration de la structuration et la stabilité du sol** par le développement des filaments mycorhiziens.

En échange, **le végétal fournit des sucres issus de la photosynthèse**, que le champignon, organisme non chlorophyllien, ne peut élaborer.



Quelques chiffres sur l'étude :

- > 2 campagnes de suivis
- > 3 essais étudiés (en AB)
- > 8 modalités comparées
- > Des centaines de racines prélevées.
- > Une analyse de sol par an et par modalité

« Insuffisamment mises en valeur depuis plusieurs décennies, les **mycorhizes** sont des **acteurs déterminants**, de la **fertilité naturelle des sols**, mais aussi d'une **agriculture économe** en intrants. En effet, les principaux facteurs de rendement qui sont la nutrition minérale, l'absorption d'eau et la résistance au parasitisme sont largement améliorés par la possibilité qu'ont les sols à laisser s'établir et se développer cette relation symbiotique. »

Jean-Pierre Scherer, Pédologue-Agronome, MFR de Chauvigny

■ Pratiques favorables aux organismes du sol (champignons, bactéries)



- **Peu ou pas de travail du sol** : car cela endommage le réseau mycélien et entraîne une réduction de la surface d'interception des nutriments et de l'eau pour la plante.
- **Réduction-suppression des pesticides** : notamment les fongicides nocifs pour les champignons.
- **Couverture du sol** : la survie du champignon se doit à la présence des plantes.
- **Fertilisation limitée** : l'apport de certains éléments nutritifs (N,P), réduit la nécessité de collaboration et limite l'échange d'autres éléments nutritifs peu mobilisables (Cu, Zn, K).

■ Préserver ses sols et leur fertilité :

L'aptitude d'un sol agricole à fournir une production abondante et de qualité est **multi factorielle**. Elle résulte de la capacité d'une culture à assimiler les éléments nutritifs utiles à son développement.

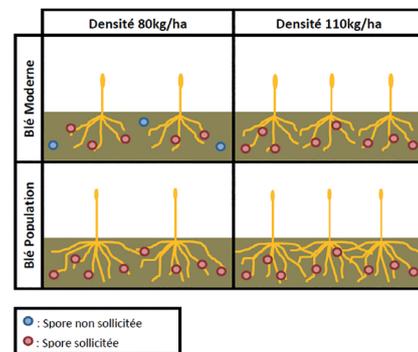
Cette capacité repose non seulement sur la **quantité d'éléments nutritifs, mais aussi sur leur disponibilité**. La disponibilité dépend de l'activité biologique, elle-même corrélée à l'état structural du sol. Préserver la fertilité de son sol demande donc d'**associer** plusieurs regards, tant sur la chimie du sol que sur **son activité microbienne et son état structural**.

Résultats : Sur le plan organique, la présence abondante de sources de carbone (précurseurs d'humus) dans les sols étudiés favorise le développement de la relation symbiotique plante/champignon, traduit par une amélioration de la vitesse de minéralisation de l'azote. De plus, les analyses ont démontré que les mycorhizes opèrent une régulation naturelle de la biomasse microbienne.

■ Suivis mycorhization 2016 et 2017

> Observations générales :

En **variétés modernes**, plus la **densité** de semis est **basse**, **moins les mycorhizes** sont développées. A l'inverse, pour les **variétés populations**, plus la **densité est basse**, plus les **mycorhizes se développent**, car leur réseau racinaire plus développé qu'un blé moderne, permet plus de possibilités de contact entre les spores du champignon (cf. schéma). Les suivis montrent des tendances rejoignant ce qui a pu être montré dans des laboratoires.

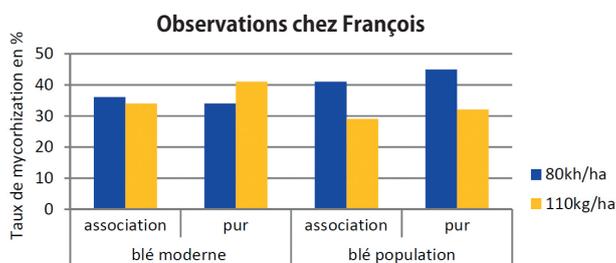


Le système racinaire plus dense du blé population permet une meilleure mycorhization à une densité plus faible et propose un meilleur compromis entre colonisation et densité de semis.

> Exemple chez un agriculteur :

Les associations semées à 80 kg/ha, montrent un taux de mycorhization plus élevé qu'à 110 kg/ha, et ce d'autant plus avec du blé population. En effet, les études comparatives semblent montrer que l'utilisation de blé population améliorerait la mycorhization.

L'azote et la matière organique augmentent la mycorhization tandis que le phosphore entraîne une réduction de la mycorhization.



Les **associations de cultures** ne sont **pas le seul facteur** influençant le taux de mycorhization. Les pratiques agricoles et le **contexte pédo-climatique impactent** également le phénomène.

Mycorhization : Essais suivis

Culture Pure	Culture Associée
Blé Moderne (80kg/ha)	Féverole (50kg/ha) + Pois (25kg/ha) + Blé Moderne (80kg/ha)
Blé Population (80kg/ha)	Féverole (50kg/ha) + Pois (25kg/ha) + Blé Population (80kg/ha)
Blé Moderne (110kg/ha)	Féverole (50kg/ha) + Pois (25kg/ha) + Blé Moderne (110kg/ha)
Blé Population (110kg/ha)	Féverole (50kg/ha) + Pois (25kg/ha) + Blé Population (110kg/ha)

■ Paroles d'agriculteur : Philippe Martin

Pourquoi s'intéresser au sol et organismes tels que les champignons ?

« C'est la base de la production. Je ne pense pas que les associations de cultures modifient la texture mais par contre sur la structure et la vie de sol, je pense qu'il y a un réel impact. Les associations de plantes enrichissent en biodiversité, que ce soit insectes, macrofaune du sol ou micro-organismes du sol. Ça apporte une couverture du sol plus dense et donc une meilleure protection de tout le compartiment sol, d'autant plus sur des sols fragiles.

Les associations peuvent également avoir un effet sur l'amélioration de la fertilité des sols. Par exemple sur du colza associé, les plantes compagnes gélives sont restituées au sol, c'est un apport peut-être faible mais ça enrichit quand même le sol et ça rentre dans la chaîne alimentaire au moins des organismes du sol. »

Qu'est ce que tu en as retenu et qu'as-tu changé dans tes pratiques ?

« Je retiens que le système sol est très complexe, et qu'on ne comprend pas forcément encore tous les mécanismes en interactions avec les plantes. On sait que c'est important de le préserver. Les associations participent à une amélioration, mais ça ne suffit pas, il faut aussi faire attention à ses pratiques de travail du sol. Il faut éviter la compaction qui engendre une limitation de leur oxygénation et réduit donc la présence d'organismes types bactéries ou champignons. Un travail du sol intensif les perturbe. J'essaye d'y faire attention autant que je peux. »

La ferme en quelques mots...

- > Polycultures-Elevage de Salers
- > UTH : 2
- > SAU : 86 ha
- > Système en AB
- > Assolement : Blé, Colza, Féverole, Luzerne, Maïs, Céréales-Protéagineux, Orge, Prairies, Tournesol
- > Valorisation : transformation en huile, viande, vente en circuits courts et vente directe, céréales en coopérative.

Philippe Martin



Rédaction : Charlene Mignot, Jean-Pierre Scherer, Camille Raimbault. Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM. Mise en page : Ø (01/2017). Imprimé sur papier recyclé.

Recueil réalisé par :



Avec le soutien financier de :



AMÉLIORER LES PRODUITS TRANSFORMÉS



Au moment de la transformation des matières premières, les associations ont-elles un impact sur le produit final ? Ce volet du programme vise à étudier les qualités nutritionnelles, technologiques mais aussi gustatives des produits transformés (farines, pains, huiles) issus de cultures en association.

■ Pourquoi étudier les farines et pains issus de cultures associées ?

Nombreux sont les agriculteurs du CIVAM à cultiver des blés en cultures associées, notamment ceux qui transforment à la ferme (farines, pains). Cependant, il est difficile d'évaluer l'effet des associations et leurs impacts immédiats sur le consommateur : qualités nutritionnelles, technologiques et gustatives. Pour y répondre, des farines issues de blé pur et blé/féverole ont été étudiées ainsi que les pains qui en sont issus.

■ Mise en place de l'étude des farines et des pains

Protocole : À la récolte, les blés ont été triés de la féverole et nettoyés de toutes impuretés. Pour s'affranchir des facteurs « meunerie » et « transformateur », seul Thomas Barthout (agriculteur transformant à la ferme) a transformé les produits testés (farines et pains).

Analyses : Farines et pains ont été analysés en laboratoire sur des critères technologiques et nutritionnels.

Tests organoleptiques : Les pains ont été soumis à des tests, avec des panels diversifiés. Outre les résultats, l'enjeu était d'amener les testeurs à réfléchir avec les agriculteurs aux pratiques agricoles et à l'alimentation qui en découle.

Essais et variétés testés

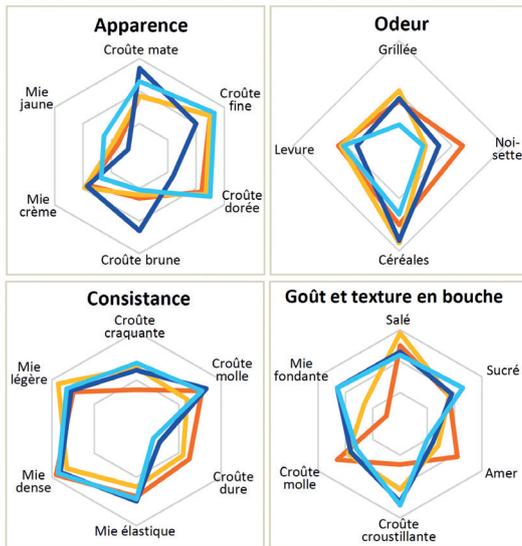
- Blé population
- Blé population + féverole
- Blé moderne
- Blé moderne + féverole

■ Résultats sur les farines

ANALYSES DE FARINES moyenne des 3 années		Farine blé population culture pure	Farine blé population cultivée avec féverole 30%	Farine blé moderne culture pure	Farine blé moderne cultivée avec féverole 30%	OBSERVATIONS
Taux Protéines en %		12,2	12,6	10,3	11,0	Plus élevé en blé population. Augmentation en association féverole.
Temps de Chute Hagberg en s (activité amylasique)		378,0	344,0	393,3	373,7	Plus court sur les farines de blé population, et baisse en cultures associées (activité amylasique supérieure = farines hypodiastiques).
Taux de cendres en % (matières minérales)		0,9	0,9	0,8	0,9	Varié sur les trois années sur toutes les farines : de 0,66 à 1,21. Les farines sont de types T65 à T110.
Indice de Zélény (qualité de la force boulangère)		21,0	21,0	22,7	25,3	Indice faible en 2015-2016 de 4 à 24 (faible). L'indice est plus élevé en 2017 : 39 à 48.
Alvéogramme de Chopin	P (ténacité de la pâte) en mm H ₂ O	50,3	51,7	102,3	100,3	Faible pour les farines issues de blé population. Plus élevé (>90) en blé moderne (avec ou sans féverole), indiquant des farines de blé de force supérieure.
	L (extensibilité de la pâte) mm	77,0	69,7	41,0	38,3	Meilleure en farine de blé population qu'en blé moderne, avec une diminution en mélange féverole.
	G (gonflement) cm ³	19,4	18,4	14,1	13,6	Meilleur en farine de blé population qu'en blé moderne avec une perte en mélange féverole.
	W (force boulangère de la pâte) à 10 ⁴ J	94,3	88,3	163,3	145,7	Les farines de blé population sont ≤100 (non panifiables selon les critères classiques), tandis que les farines de blé moderne ont de bonnes valeurs grâce à la consistance. Diminution avec féverole.
Gluten	Index en %	51,0	44,3	96,5	91,7	Plus faible dans les farines de blé population que dans les farines de blé moderne, pas de variations liées à l'association avec féverole.
	Humide en %	28,5	26,6	23,6	23,0	
	Sec en %	11,3	11,9	7,9	7,8	



■ Tests organoleptiques : observations sur les pains (2015-2016-2017)



— blé population + féverole — blé population pur
— blé moderne + féverole — blé moderne pur

13 critères ont été analysés :

> Blé moderne / blé population

Les différences de variétés influent sur la consistance et le goût des pains. La mie est plus légère et la croûte plus dure en blé population. Les pains issus de blé moderne semblent plus fondants, sucrés et la croûte plus croustillante, tandis que ceux issus de blés population sont plutôt salés, amers et avec un aspect en bouche plus mou.

> Blé seul / blé féverole

L'association de cultures semble influencer sur l'apparence des pains avec la farine de blé moderne. La croûte est plus brune et mate en culture pure et plutôt fine et dorée en cultures associées. Il y a des différences sur l'odeur, la consistance et le goût des pains notamment une odeur noisette à céréales en cultures associées sur les 2 types de blés. La mie est plus légère en culture pure et le goût plus amer et moins fondant en association.

Ces observations rendent compte des qualités et faiblesses des variétés et de l'association de cultures, montrant l'intérêt de cultiver les blés en mélange (variétaux et multi espèces) pour la transformation en pain.

Les tests organoleptiques

- > 3 années de tests
- > 4 types de pains
- > Panel de 70 personnes
- > 13 critères analysés



Un test organoleptique a été fait sur des huiles de colza (cultivé seul et en association), montrant des caractéristiques gustatives différentes selon la modalité. Les profils acide gras réalisés n'ont pas permis de mettre en relation les observations gustatives.



■ Paroles d'agriculteur : Thomas Barthout

Quels avantages et inconvénients rencontrais-tu en cultivant ton blé en pur ?

« Au démarrage, j'ai commencé en blé population, cultivé en pur, pour des raisons éthiques et de convictions personnelles, pensant que c'était le mieux pour le produit que je souhaitais. Je me suis vite rendu compte de la difficulté sur la boulange et sur l'esthétique des pains en sortie. En pur, c'était aussi prendre des risques sur le rendement et donc ma production de pain. D'autre part, j'ai des sols à faible potentiel, cultiver en pur n'était pas pertinent et ne permettait pas d'exprimer le potentiel du blé. »

Aujourd'hui qu'est ce que tu as changé pour jouer sur la qualité et les propriétés des graines ? Quelles pratiques conduis-tu pour arriver à la qualité espérée ?

« Après ces réflexions : stabilité des rendements, amélioration des sols, prise en compte de la biodiversité, qualité des produits... j'ai décidé d'associer mon blé avec de la féverole. Grâce aux mélanges, je m'y retrouve dans mon produit final, et ce au-delà de l'aspect écologique et agronomique. L'intérêt d'associer avec de la féverole, était de voir le taux de protéine du blé augmenter et ça a été le cas ! J'ai aussi revu le choix des variétés de blé. En mélangeant des blés modernes et populations, avec de la féverole, j'ai un meilleur équilibre dans le travail de boulange et dans l'esthétique du produit final.

Les blés anciens/populations apportent de la rusticité et du goût, tandis que les blés modernes expriment leur génétique sélectionnée (couleur, forme, tenue). La réponse est dans l'équilibre des deux ! J'ai également des produits avec un taux de gluten plus équilibré, et sûrement plus digestes, enfin d'après les retours de ma clientèle. »

Qu'est ce que cela t'apporte en termes de débouchés et de valorisation ?

« Je valorise ces pratiques culturelles auprès de ma clientèle, en leur expliquant les avantages environnementaux. C'est une clientèle sensible, et qui conditionne souvent ses achats sur ces aspects là. »

La ferme en quelques mots...

- > Céréalière transformant à la ferme
- > UTH : 1
- > SAU : 13 ha
- > Système en AB
- > Assolement : prairies, maïs, blé-féverole, cultures de printemps, céréales-protéagineux
- > Valorisation : transformation en pains, vente directe et circuits courts



Thomas Barthout

Rédaction : Elodie Hélon, Charlene Mignot. Relecture : Agriculteurs et partenaires du CIVAM, Réseau CIVAM. Mise en page : Ø (12/2017). Imprimé sur papier recyclé.

Recueil réalisé par :



Avec le soutien financier de :

