

Terre et Humanisme et ses partenaires portent le projet :

## Litières Forestières Fermentées (LiFoFer) :

Développement participatif d'une technologie agroécologique innovante,  
alternative aux intrants de synthèse pour une production alimentaire saine et abondante.



## Rapport d'activité 2019

Avec le soutien de :

## Table des Matières

<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
Micro-organismes Efficaces et Litières Forestières Fermentées .....	3
Historique du projet : un transfert de technologie sud-sud et sud-nord .....	3
Phase exploratoire en France .....	3
<b>I – Formulation et production de LiFoFer</b> .....	<b>4</b>
Phase exploratoire .....	4
Année 2019 .....	4
Perspectives .....	5
<b>II. – Formation à la fabrication et aux usages de la LiFoFer</b> .....	<b>5</b>
Sessions de formation et publics .....	5
Pédagogie .....	6
<b>III – Evaluation participative des effets de la LiFoFer</b> .....	<b>7</b>
III.1 – Dynamique de recherche-action participative .....	7
III.1.1 – Emergence du réseau de recherche-action .....	7
III.1.2 – Organisation et temps forts du réseau de recherche-action .....	7
III.2 – Questions de recherche, indicateurs et protocoles élaborés .....	9
Principales questions de recherche identifiées : .....	9
Principaux indicateurs retenus : .....	9
Protocoles mis en œuvre : .....	10
III.3 – Principaux résultats .....	10
III.3.1 – Essais sur sols très dégradés .....	10
Rappel des antécédents .....	10
Résultats 2019 .....	11
III.3.2 – Réseaux d’expérimentation paysanne .....	11
Rappel des antécédents .....	11
Evolution du réseau local en 2019 .....	11
Extension vers les réseaux territoriaux des GABs .....	12
Résultats en arboriculture fruitière .....	13
Résultats généraux sur les cultures maraîchères .....	14
Essai sur les poireaux .....	14
Essais sur les composts .....	15
Essais sur l’élevage de volailles : .....	16
III.3.4 – Essais satellites en Drôme, Haute-Saône et Loire-Atlantique .....	16
Essais sur la vigne en Drôme .....	16
Essais sur les prairies de fauche en Haute-Saône .....	17
Essais sur les cultures maraîchères en Loire-Atlantique .....	17
III.3.5 – Difficultés rencontrées et perspectives .....	18
Difficultés rencontrées et limites de la démarche .....	18
Freins à la diffusion et à l’expérimentation .....	19
Succès et atouts .....	20
Défis et pistes d’amélioration .....	21
Perspectives 2020 .....	21
<b>Conclusion</b> : .....	<b>22</b>
<b>Annexe I – Liste des rapports, mémoires et documents cités</b> .....	<b>23</b>
<b>Annexe II – Guide de T&amp;H sur la LiFoFer</b> .....	<b>24</b>
<b>Annexe III – Fiche protocole maraîchage</b> .....	<b>25</b>
<b>Annexe IV – Fiche protocole arboriculture</b> .....	<b>26</b>
<b>Annexe V – Fiche protocole compostage</b> .....	<b>27</b>
<b>Annexe VI – Fiche protocole gloeosporioses</b> .....	<b>28</b>

## Introduction

### *Micro-organismes Efficaces et Litières Forestières Fermentées*

Au cœur d'usages empiriques millénaires, les technologies basées sur les micro-organismes promettent d'être structurantes dans de nombreux secteurs industriels, thérapeutiques, agricoles et alimentaires de demain.

Originaires du Japon, la technologie des « microorganismes efficaces (Efficient Microorganisme - EM) » suscite l'enthousiasme du monde agricole d'Asie et d'Amérique latine depuis près de 20 ans. Son adaptation dans le contexte agricole français en est encore au stade exploratoire.

Les EM sont proposés sous forme commerciale produite en laboratoire. Equivalent local, la Litière Forestière Fermentée (LiFoFer) peut également être produite de manière autonome par des agriculteurs, à partir de matières issues de leur territoire, avec un très faible coût. Le procédé de fabrication consiste à mettre en fermentation de la litière forestière, dans le but de créer une riche culture de micro-organismes (bactéries, levures, champignons...).

Valorisant des fonctions biologiques encore peu connues, le produit obtenu constitue un excellent biofertilisant, stimulant naturellement la vie des sols et la santé des plantes, sans toxicité. Alternative aux engrais et produits phytosanitaires de synthèse, la LiFoFer représente une technologie endogène robuste, à usages multiples, et à fort potentiel pour la transition agroécologique.

### *Historique du projet : un transfert de technologie sud-sud et sud-nord*

En 2013, Terre et Humanisme organise une première mission exploratoire au cours de laquelle Dorian Félix documente la recette et les usages de la technologie des « micro-organismes de montage (MM) », ou « micro-organismes endogènes », fabriqués par les paysans agroécologistes cubains. En 2016, un voyage d'échange est organisé pour des praticiens agroécologistes français et africains, auprès d'acteurs paysans cubains. Il confirme l'intérêt des producteurs partenaires pour cette innovation paysanne.

Depuis, T&H et ses partenaires expérimentent pour adapter la confection et l'utilisation de LiFoFer, aux contextes français et ouest-africain. Menés dans une démarche de recherche-action participative, plusieurs essais concluants attestent de son adaptabilité et de son efficacité sur les cultures et les élevages, en milieux tempérés et sahéliens.

Au terme d'une première phase exploratoire, les effets de la LiFoFer doivent être scientifiquement évalués et crédibilisés, pour envisager un développement territorial à plus large échelle.

### *Phase exploratoire en France*

En 2016 et 2017, le jardin expérimental et pédagogique du Mas de Beaulieu est le support de l'adaptation du procédé de fabrication de la LiFoFer aux conditions françaises. Des premiers essais concluants sont menés avec un réseau d'expérimentation local, des partenariats se nouent avec les acteurs de la recherche, et la sensibilisation est initiée auprès du grand public.

A partir de 2018, plusieurs actions ont permis d'amorcer un changement d'échelle vers l'expérimentation et la diffusion en conditions agricoles, avec la mobilisation d'un réseau professionnel d'agriculteurs expérimentateurs, et des collaborations renforcées avec des acteurs scientifiques.

Dès 2019, dans une démarche de recherche-action participative inédite, T&H, l'Institut de Recherche de l'Agriculture Biologique (FiBL France), le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD, dont l'UMR Eco&Sols) et les Groupements d'Agriculteurs Biologiques (GABs) d'Ardèche, Drôme, Rhône et Loire, et une quinzaine d'agriculteurs-expérimentateurs collaborent pour : mieux comprendre l'action de la LiFoFer ; optimiser sa production et son efficacité ; capitaliser et diffuser ces nouveaux savoirs au service d'une agriculture écologique et abondante.

## I – Formulation et production de LiFoFer

### *Phase exploratoire*

Depuis 2016, des expérimentations sont menées au Mas de Beaulieu – jardin expérimental et pédagogique de T&H -, pour adapter la recette de fabrication de LiFoFer aux conditions tempérées. Désormais maîtrisée, la fabrication repose principalement sur des matières premières locales – feuilles mortes, résidus de céréales, son, mélasse et petit lait -, permettant la mise en culture d’une riche diversité de micro-organismes endogènes. La LiFoFer présente deux spécificités importantes :

- ✓ la provenance essentiellement locale et la grande diversité des souches microbiennes utilisées, lesquelles permettent de respecter, rétablir et soutenir l’équilibre naturel des agrosystèmes ciblés, tout en augmentant la probabilité de répondre positivement à la complexité des problématiques locales liant sols, plantes et animaux ;
- ✓ l’accessibilité technique et financière de sa confection, facilement réalisable à la ferme.

Souhaitant garantir l’autonomie des agriculteurs et des jardiniers pour sa fabrication et son utilisation, T&H a édité un livret-guide à leur intention. Voir annexe II.

Depuis 2018, les formations pratiques à destination du grand public et des professionnels permettent de partager le procédé de fabrication à de plus en plus nombreux expérimentateurs (voir partie II).

### *Année 2019*

En 2019, l’unité de production artisanale du Mas de Beaulieu a permis de produire 100 Kg de LiFoFer solide, ce qui représente 2 000 Litres de LiFoFer liquide, distribuée agriculteurs-expérimentateurs et aux organismes de recherche partenaires qui participent à l’évaluation du produit.

Ce faisant, au sein de T&H, les expérimentations sur la formulation se poursuivent, notamment pour :

- ✓ identifier des alternatives encore plus locales à certaines matières employées, dont celles source de sucre, dans le but de privilégier des matières en provenance du territoire proche ;
- ✓ enrichir la formulation de base de la LiFoFer par des minéraux, dans le but de développer des produits biostimulants à spectre d’action plus large, adaptés à différents types de sols cultivés ;
- ✓ développer une nouvelle présentation du produit fini en poudre (au lieu d’un liquide), pour faciliter son utilisation en zone non irriguée et non mécanisée, notamment en vue d’expérimentations dans les châtaigneraies ardéchoises.

Parallèlement, les partenariats avec le CIRAD et l’IRD, à travers l’UMR Eco&Sol, permettent de s’appuyer sur la recherche microbiologique et biochimique pour caractériser la LiFoFer et mieux comprendre les processus à l’œuvre dans son élaboration.

En 2019, deux stages de Master recherche encadrés par Pierre Christen au sein de l’Institut Méditerranéen de Biodiversité et d’Ecologie marine et continentale (IMBE) ont permis de<sup>1</sup> :

- ✓ Démontrer l’absence pathogènes staphylocoques et clostridium dans le produit fini ;
- ✓ Confirmer la composition de la LiFoFer en termes bactéries mésophiles, champignons/levures et bactéries anaérobies lactiques ;
- ✓ Evaluer les variables du processus de fabrication par fermentation, en termes de pH, conductivité, eau disponible et humidité relative, et de transformation des composants ;
- ✓ Analyser l’influence de l’oxygène sur le processus de fabrication, en vue d’optimiser les constantes et le matériel de production.

---

<sup>1</sup> **Lucie Martins et Morgane Perina, 2019**, Rapport de stage de MASTER 1 Sciences de l’environnement terrestre (SET), spécialité Biodiversité, Ecologie et Evolution (BEE) à l’Institut Pythéas – Observatoire des sciences de l’Univers de l’Université Aix-Marseille, stage effectué au sein de l’Institut de Recherche pour le Développement (IRD) - l’Institut Méditerranéen de Biodiversité et d’Ecologie marine et continentale (IMBE)  
**GUTIÉRREZ MÁRQUEZ Alejandra, 2019**, Rapport de stage de MASTER 1 Génie des procédés et bioprocédés à l’Université de l’Université Aix-Marseille, stage effectué au sein de l’Institut Méditerranéen de Biodiversité et d’Ecologie marine et continentale (IMBE)

Ces premiers résultats font l'objet d'une communication scientifique lors d'un congrès de chercheurs à Cuba, et d'une publication scientifique en préparation. Ils seront complétés au cours des années à venir.

### *Perspectives*

Dès 2020, et en perspective pour les années suivantes, l'ambition d'une diffusion massive de la LiFoFer vers le monde agricole est confrontée aux enjeux de sa production et de sa distribution à plus grande échelle. T&H souhaite explorer différentes alternatives, parmi lesquelles :

- ✓ Le développement de la petite unité de production du Mas de Beaulieu, pour répondre à la demande croissante des membres et des partenaires expérimentateurs ;
- ✓ Le transfert des compétences vers les agriculteurs eux-mêmes, visant une production territorialisée sous le contrôle des usagers, et impliquant leur structuration au sein d'organisations socio-professionnelles adaptées à cette production locale ;
- ✓ Le soutien à des entreprises de production, qui s'engageraient à garantir une accessibilité aux producteurs, dans une démarche d'économie sociale et solidaire.

Pour faciliter ce changement d'échelle, les supports de diffusion seront complétés et actualisés, avec :

- ✓ La préparation d'un livre dont la parution aux Editions du Rouergue est prévue début 2021 ;
- ✓ L'actualisation du livret-guide à destination des agriculteurs et du grand public, qui a vocation à rester en accès libre sur le site web de T&H ;
- ✓ Des publications en préparations par les partenaires scientifiques associés à la démarche expérimentale.

## II. – Formation à la fabrication et aux usages de la LiFoFer

### *Sessions de formation et publics*

Plusieurs sessions de formations sur la fabrication et l'utilisation de la LiFoFer ont été proposées aux producteurs du territoire, ainsi qu'à un public de jardiniers confirmés :



- ✓ Au monastère de Solan (30) : 04/04 et 17/05/2019 ;
- ✓ Au Mas de Beaulieu à Lablachère (07) : 26/05 et 11/11/2019 ;
- ✓ Pour les producteurs bio du Rhône et de la Loire : 21/11/2019 et 09/01/2020 ;
- ✓ Pour les producteurs bio d'Ardèche : 12/11/2019 ;
- ✓ Pour les producteurs bio du Civam de l'Hérault : 28/11/2019 et 16/01/2020.

Près de 100 personnes ont été ainsi formées en 2019.

Les partenariats noués avec les organisations agricoles du territoire, notamment les groupements d'agriculteurs biologiques d'Ardèche et de Rhône et Loire, ont permis de mobiliser l'intérêt des agriculteurs. Les résultats pour 2019 dépassent les prévisions (plus de sessions de formations, plus d'agriculteurs formés).

## *Pédagogie*

Les formations sont dispensées par Valo Dantine, jardinier et formateur de T&H. Sur la base de l'expérience acquise en 2018 et 2019, l'ingénierie des formations a été améliorée avec la construction d'une trame pédagogique, et le renforcement des contenus à destination des professionnels.

### **Objectifs de formation**

Découvrir une technique de fertilisation utilisée en Amérique latine pour tendre vers plus d'autonomie dans la gestion de la fertilité de ses sols. Savoir la fabriquer et l'utiliser.

- ✓ Replacer les LiFoFer dans le contexte général des propositions stimulant la vie des sols en agriculture.
- ✓ Identifier les différentes familles de micro-organismes, leur fonctionnement et leur utilité pour le fonctionnement de l'écosystème sol.
- ✓ Identifier les points clés de fabrication (ingrédients, recette, processus, points de vigilance) et découvrir les usages possibles en agriculture.
- ✓ Fabriquer concrètement une solution artisanale de LiFoFer. Acquérir des réflexes de bonnes pratiques pour la réalisation d'une solution stable.
- ✓ Être en mesure de mettre en application l'utilisation de la LiFoFer de manière efficace en réponse à ses problématiques sur sa ferme.

### **Contenu :**

#### **Séquence I : Histoire et définition**

Histoire. Présentation et comparaison des différentes préparations vivantes (extraits fermentés, préparations à base de mycorhizes, bactériosol, préparations commerciales...).

#### **Séquence II : Interactions et dynamiques de l'écosystème sol/plante**

Qui sont les micro-organismes et quel est leur rôle : notions de base de la vie du sol /importance du sol couvert : paillage et couvert végétal en hiver.

Quels liens avec le fonctionnement de l'écosystème sol/plante (quelques notions du fonctionnement du sol) ? Impacts des pratiques de fertilisation.

#### **Séquence III : La LiFoFer : caractérisation et usages : c'est quoi ? ça sert à quoi ?**

Usages empiriques et effets constatés. Ingrédients (et variabilité), processus : fermentation anaérobie + aérobie, matériel artisanal, caractérisation, indicateurs (pH, odeur...), réglementations, diversité des recettes, complémentarité avec d'autres extraits fermentés.

#### **Séquence IV : Fabrication artisanale de la LiFoFer**

Prélèvement en forêt. Fabrication de la phase solide et fabrication de la phase liquide.

#### **Séquence V : Usages et dosages**

Préconisations d'utilisation. Passage à l'acte : qu'est-ce que je mets en place chez moi ? comment ? questions ? points de blocage ?

## III – Evaluation participative des effets de la LiFoFer

### III.1 – Dynamique de recherche-action participative

#### III.1.1 – Emergence du réseau de recherche-action

A l'issue des formations, il est proposé aux jardiniers et agriculteurs d'expérimenter les effets de la LiFoFer dans leurs jardins et leurs fermes, et de partager leurs observations et résultats. T&H joue un rôle de centralisation, de capitalisation et de mise en partage des observations de chaque acteur impliqué, permettant d'enrichir connaissances et savoir-faire communs.

**Les jardiniers amateurs** expérimentent en autonomie, avec de fréquents recours aux conseils et à l'assistance technique des jardiniers de T&H. Les observations sont centralisées par ces derniers.

Pour faciliter cette dynamique, en 2019, une plateforme interactive d'échange a été mise en ligne sur <https://www.omnispace.fr/essaisLiFoFer/>.

**Les agriculteurs professionnels** désireux de s'investir dans une véritable démarche de recherche-action participative sont invités à participer à un réseau de paysans-expérimentateurs émergent, relayé dans chaque territoire par les Groupements d'Agriculture Biologique (GAB).

Ceux qui souhaitent autoproduire leur LiFoFer sont accompagnés par T&H pour la fabrication en autonomie. Un soutien technique est par ailleurs organisé avec l'appui scientifique du FiBL France pour la mise en place et le suivi de protocoles d'expérimentation des effets de la LiFoFer sur les cultures, en condition agricole. Enfin, les partenariats tissés avec d'autres acteurs agronomes et scientifiques soutiennent ce processus (voir ci-dessous, partie III.1.2).

Cette démarche suscite un fort intérêt au sein de la profession, avec une quinzaine agriculteurs-expérimentateurs en 2019. Ce faisant, elle relève le défi de la grande diversité de producteurs et de systèmes de production concernés, avec des problématiques diversifiées. Ceci complexifie l'élaboration, la mise en place et le suivi scientifique de protocoles d'expérimentation rigoureux. Malgré le manque de temps et de ressources humaines pour accompagner cette dynamique de recherche-action en plein champs, de nombreuses observations et quelques premiers résultats sont d'ores et déjà exploitables (voir partie III.3).

#### III.1.2 – Organisation et temps forts du réseau de recherche-action

Mobilisant ce réseau d'acteurs et de partenaires, la dynamique de recherche-action s'est organisée à 3 niveaux principaux :

1. Essais locaux sur sol dégradé : menés en direct par T&H, avec le concours de Miguel Neau, spécialiste de l'analyse de la flore bio indicatrice ;
2. Réseau local d'expérimentation paysanne « laboratoire » : expérimentations menées par quatre agriculteurs-expérimentateurs en lien étroit avec T&H, suivis et accompagnés par Madeline Carlin, agronome, avec le concours de Miguel Neau pour l'analyse de la flore bio indicatrice, et de l'IRD, UMR Eco&Sol, pour les analyses biochimiques des échantillons de sols ;
3. Réseau d'expérimentation « en conditions agricoles » : expérimentations menées par treize agriculteurs-expérimentateurs suivis et accompagnés par les GABs de chaque territoire, avec le concours du FiBL France pour la conception des protocoles expérimentaux adaptés aux principaux systèmes de production, et de Miguel Neau pour l'analyse de la flore bio indicatrice.

Antoine Malivel, élève ingénieur agronome de Montpellier SupAgro, a été accueilli sur 6 mois de stage pour le suivi du réseau local d'expérimentation, et des expérimentations en milieu agricole.

Evaluation de l'efficacité agronomique de la Lifofer							
Essai sur sol dégradé		Réseau local d'expérimentations paysannes : « laboratoire »			Echelle agricole (arboriculture/petits fruits/maraichage)		
Suivi flore bioindicateur et chromatographie	Analyses biochimiques échantillons de sol	Tests de protocoles et essais	Suivi indicateurs (PBI, analyse échantillons de sol, vie du sol, chromatographie)	Suivi et appui stagiaire/mesure indicateurs et analyse	Tests en conditions de production agricole	Analyse des freins et leviers à l'appropriation en milieu agricole	Identification et suivi d'indicateurs « macro » + chromatographie
T&H, Miguel Neau, IRD		Experts agronomes, stagiaire, IRD, Miguel Neau, 5 agriculteurs			AB07, ARDAB, 15 agriculteurs, stagiaire, Miguel Neau, FiBL		

#### Schéma prévisionnel des différents niveaux d'action et d'intervention des acteurs

D'autres acteurs et initiatives d'expérimentations satellites ont rejoint la dynamique en cours d'année, notamment :

- ✓ la Chambre d'agriculture de Haute-Saône, avec un groupe de paysans-expérimentateurs éleveurs, qui ont mené des essais sur la dynamique des prairies de fauche ;
- ✓ le Carrefour Agroécologique du Grand Ouest (CADO), qui a conduit des expérimentations riches d'enseignement sur des productions maraîchères.

Au cours de l'année 2019, deux temps forts ont réunis les acteurs de cette dynamiques – paysans-expérimentateurs, animateurs des GABs, agronomes et chercheurs. Ces deux temps de rencontre et d'échange ont été l'occasion de discuter entre pairs, et avec les personnes ressources scientifiques, notamment :

- ✓ En début de saison, le 7/03/2019 24 participants réunis au Mas de Beaulieu pour co construire des protocoles d'expérimentation adaptés aux problématiques de production ;
- ✓ Et en fin de saison, le 17/12/2019 22 participants réunis au Mas de Beaulieu pour restituer et analyser les principales observations et résultats.

Plus de 20 participants ont répondu présents à chaque rendez-vous, permettant d'avancer autant sur le fond que sur la forme pour :

- ✓ Consolider la dynamique participative de recherche-action multi-acteurs horizontale ;
- ✓ Partager les questions relatives à la fabrication, à la réglementation, aux protocoles, aux conditions d'utilisation de la LiFoFer en milieu professionnel... ;
- ✓ Faire émerger des problématiques de terrain et les partager aux chercheurs pour co construire les questions de recherche ;
- ✓ Partager sur les contraintes et les spécificités des systèmes de production impliqués pour élaborer des protocoles expérimentaux adaptés ;
- ✓ Faire remonter les observations et les résultats issus des fermes, mais aussi les difficultés rencontrées sur le terrain, pour améliorer le processus expérimental ;
- ✓ Partager aux acteurs du terrain les principaux résultats des expérimentations menées en laboratoire.

## III.2 – Questions de recherche, indicateurs et protocoles élaborés

### *Principales questions de recherche identifiées :*

❖ **Bio-fertilisation** : La LiFoFer pourrait représenter un intérêt pour améliorer la santé du sol et des plantes, notamment dans une optique d'accélération de leur croissance tout en respectant leur équilibre végétatif. Les techniques envisagées comportent le trempage des semences, le pralinage des jeunes plants, ainsi que l'aspersion au sol ou sur feuillage. Les cultures d'intérêt sont les engrais verts (notamment en situations difficiles : vignobles aux sols secs et pauvres, châtaigneraies sujettes à l'érosion), les petits fruits et arbres fruitiers, les cultures maraîchères.

❖ **Accélérateur de la maturation du compost** : Certains producteurs ayant des difficultés à composter leurs résidus de culture (bogues et feuilles de châtaigniers, déchets verts) sont intéressés pour utiliser la LiFoFer en tant que dynamiseur du processus de compostage. L'idée est aussi que, potentiellement, un compost enrichi à la LiFoFer puisse apporter une biodiversité et une charge microbiennes supérieures à celles d'un compost simple, et se comporter ainsi comme un bio-fertilisant indirect.

❖ **Effet supprimeur de maladies** : Par occupation des niches trophiques, stimulation des défenses des plantes, ou par antagonisme direct, la LiFoFer pourrait exercer un effet supprimeur ou protecteur vis-à-vis de certains pathogènes des sols et/ou des cultures. Pour les maladies des cultures à fort intérêt stratégique et économique, qui représentent un gros défi technique en agriculture biologique (mildiou, monilia sur fleur, cloque, tavelure, etc.), le conseil donné par le FiBL France a été de ne pas tenter de substituer, en l'état actuel des connaissances, la LiFoFer à l'itinéraire classique de protection des cultures. En revanche, plusieurs problèmes sanitaires secondaires représentent des impasses techniques, auxquelles les producteurs se résignent plus ou moins, et sur lesquelles la LiFoFer pourrait avoir un grand intérêt. Notamment, ont été identifiés : les maladies des salades en culture hivernale sous abri (souvent désignées sous le nom de « *Pythium* », bien qu'il s'agisse en fait le plus souvent de *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, ou *Botrytis*) ; les maladies de conservation (« Gloeosporioses ») sur certaines variétés de pomme (Pinova = Corail, et sa dérivée Chanteloup) ; et les problèmes de « fonte des semis » en pépinière maraîchère (également causés par un cortège de pathogènes : *Phytophthora*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, etc.).

Parmi les autres thématiques soulevées, il a pu être envisagé d'employer le LiFoFer comme :

- ✓ **stimulateur de croissance et améliorateur de la santé des animaux d'élevage** ;
- ✓ **régulateur des adventices** des cultures ;
- ✓ **régulateur de certaines plantes invasives**, notamment l'ambrosie - qui représente, par son pouvoir allergène et son fort développement sur les sols dégradés du quart sud-est, un véritable problème de santé public ;
- ✓ **conservateur**, et retardateur du pourrissement, en traitement après récolte.

Au-delà des principales questions de recherche formulées, la démarche de recherche-action adoptée est volontairement large et souple. Elle donne une place importante aux observations des praticiens de terrain, susceptibles d'identifier des tendances inattendues, et de nouveaux indicateurs, sur la base de leur connaissance fine du milieu et de leur système de production.

### *Principaux indicateurs retenus :*

**Sur les cultures**, les principaux indicateurs identifiés et suivis sont :

- ✓ La vigueur, la croissance (en hauteur des plants, en longueur ou en diamètre sur les rameaux), la pigmentation (traduite par la couleur des feuilles), le calibre (des fruits récoltés) ;
- ✓ Le rendement, en poids récolté (plantes entières ou fructification) ;
- ✓ La tolérance aux maladies et aux ravageurs, en nombre de feuilles ou de pieds atteints, nombre de pieds de taille réduite ou détruits ;

- ✓ La conservation, en durée de conservation, nombre de fruits atteints ou détruits, en volume conservés ou impropres à la consommation.
- ✓ Sur la base d'observations organoleptique, la mesure du taux de sucre dans les fruits a été ajouté en cours d'expérimentation.

L'analyse du cortège de plantes bio-indicatrices permet quant à elle d'identifier des tendances évolutives des éléments nutritifs et des facteurs biotiques des sols, qui impactent les critères de développement et de santé des plantes, mais aussi d'autres facteurs comme les conditions de levée de dormance des plantes et la compétition entre cultures et adventices<sup>2</sup>.

**Sur les composts**, les principaux indicateurs identifiés sont la granulométrie, l'odeur, la couleur, la température et l'humidité, ainsi que les effets sur la germination du cresson et la présence de pathogènes, analysés en laboratoire par le FiBL France.

#### *Protocoles mis en œuvre :*

En fonction des problématiques et questions de recherche prioritaires identifiées avec les producteurs lors des sessions de formation et au cours de la rencontre multi acteurs en début de saison, des préconisations d'essais, et leurs protocoles sous forme de « feuilles de route », ont été proposées par le FiBL France (voir fiches protocoles en annexes III, IV, V et VI).

Diverses utilisations de la LiFoFer ont été testées en conditions agricoles : pralinage, inoculation de fumier ou de compost, arrosage avec LiFoFer et fertirrigation, pulvérisation foliaire, pulvérisation post-récolte pour la conservation des fruits,...

Sur le terrain, les protocoles mis en œuvre sont aussi variés que les expérimentateurs et les systèmes agricoles impliqués. Ils sont décrits en détail dans les différents rapports des expérimentateurs et accompagnants, listés en annexe I.

### III.3 – Principaux résultats

#### III.3.1 – Essais sur sols très dégradés

##### *Rappel des antécédents*

Mis en œuvre directement par T&H, dans le but de dégager des pistes de recherche à approfondir sur l'usage de la LiFoFer sur des sols très dégradés, des micro-essais sont menés sur un ancien sol viticole à Chambonas, en Ardèche méridionale. Des protocoles simples visent à percevoir, par des observations directes, les effets de la LiFoFer sur le fonctionnement du sol. Ils ont été suivis et analysés par Miguel Neau, botaniste et écologue, spécialiste de la méthode de diagnostic par les plantes bio-indicatrices.

En 2018, l'analyse comparée des diagnostics réalisés à plusieurs moments de la saison avaient permis de montrer : (1) une meilleure biodisponibilité des minéraux que l'on qualifie de bases dans notre approche (Ca, Mg, K, Na) et des oligoéléments (+ 25% à 30% dans les modalités avec LFF). (2) Un lessivage de l'élément Ca très diminué pour certaines modalités avec LFF (jusqu'à - 30% avec LFF) (3) Une tendance à une meilleure rétention d'eau dans la plupart des modalités avec LFF, permettant d'envisager un pouvoir tampon du sol légèrement renforcé (20% d'écart entre les modalités avec LFF et les témoins). (4) Une tendance à limiter le lessivage et l'érosion (jusqu'à plus de 10% d'écart entre les modalités avec LFF, par rapport aux témoins) (5) Une tendance à améliorer l'usage des composés azotés et carbonés du sol (de 10% à 15% d'écart avec LFF) (6) Un effet dépressif fort sur l'ambrosie.

---

<sup>2</sup>*Méthode de diagnostic par les plantes Bio-indicatrices* : Méthode de diagnostic agronomique des sols basée sur les plantes spontanées des cultures et des prairies. Mise en place par Gérard Ducerf et testée de manière empirique sur les sols agricoles dans toute la France depuis plus de 25 ans

### Résultats 2019

Les conditions exceptionnelles de 2019 (sécheresse), combinées à des difficultés techniques (canal d'irrigation défectueux et impossibilité d'arroser pendant plusieurs semaines), ont limité la portée des expérimentations menées en 2019. Signalons toutefois un résultat particulièrement intéressant :



Les traitements avec arrosage à la LiFoFer chaque 2 semaines ont eu un **effet significatif sélectif dépressif sur l'ambroisie** (bioindicateur de déstructuration du sol et de quasi absence d'humus) en termes de taille et nombre de pieds, corrélée à la présence d'onagre (bioindicateur supposé de bon fonctionnement du sol).

Ces résultats pourront être confortés par des analyses microbiologiques, chimiques et organiques.

#### Variabilité de la densité d'Ambroisie en fonction des essais engrais verts sans LFF, LFF chaque 30 ou chaque 15 jours

Ces observations méritent d'être explorées et confortées, car ce résultat présente un intérêt potentiellement très fort pour les agriculteurs, et au-delà, en termes de santé publique.

### III.3.2 – Réseaux d'expérimentation paysanne

#### *Rappel des antécédents*

Initié en 2018 à petite échelle, avec 4 producteurs volontaires géographiquement proches du Mas de Beaulieu (viticulteur, éleveur de volailles, arboriculteur), le réseau local d'expérimentation paysanne permet d'identifier et de tester des usages et modalités d'application variés de la LiFoFer. Cette démarche valorise les observations directes des agriculteurs, dont la connaissance fine de leur milieu est un atout majeur pour déceler d'éventuels effets qui n'auraient pas été attendus lors de la mise en place de d'expérimentations en conditions de recherche.

En 2018, l'accompagnement régulier par Dorian Félix, docteur spécialiste des LiFoFer, et sa participation à l'analyse des résultats avait permis de mettre en évidence des premiers résultats intéressants, notamment pour les essais en arboriculture fruitière et en élevage (voir ces rubriques ci-dessous).

#### *Evolution du réseau local en 2019*

En 2019, le réseau local d'expérimentation s'est étoffé, avec la mobilisation de 3 maraîchers. L'accompagnement du réseau local a été confié à Madeline Carlin, agronome, avec l'appui du stagiaire Antoine Malivel, de Montpellier SupAgro. Cet accompagnement vise la mise en place de protocoles simples mais rigoureux, qui permettent d'allier observations empiriques et mesures agronomiques fiables, pour une meilleure compréhension des phénomènes complexes mis en jeu par la LiFoFer.

Toutefois, la saison agricole a été difficile (fortes sécheresses). L'accompagnement de fermes très hétérogènes, dont des très petites fermes atypiques, et des agriculteurs-expérimentateurs en cours d'installation, s'est avéré complexe. Malgré un fort engagement des expérimentateurs, seuls quelques résultats sont significatifs et scientifiquement exploitables, relatés dans le rapport de stage de Antoine Malivel, Madeline Carlin et Miguel Neau (voir référence en annexe I).

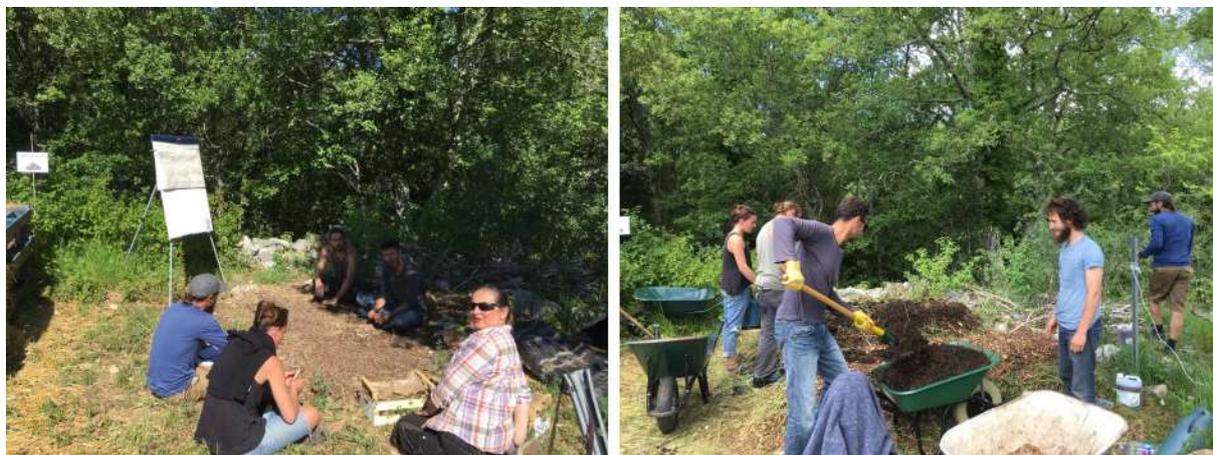
### *Extension vers les réseaux territoriaux des GABs*

Suite aux formations professionnelles organisées en 2019, de nouveaux réseaux d'agriculteurs-expérimentateurs volontaires ont été constitué par les Groupements d'Agriculture Biologique (GAB) d'Ardèche, de Drôme, du Rhône et de la Loire. Ces derniers ont été accompagnés dans la mise en place des essais sur la LiFoFer par les animatrices de leurs GABs respectifs.

En complément, plusieurs rencontres « bout de champs » ont été organisées par les GABs, pour faire progresser les agriculteurs dans leurs pratiques alternatives et favoriser le partage d'expérience entre eux. Ces diverses rencontres ont eu lieu sur les fermes d'agriculteurs-expérimentateurs, notamment autour de la biodiversité et de la vie des sols, des méthodes de diagnostics par les plantes bio-indicatrices, de l'utilisation de la LiFoFer, mais aussi d'autres préparations naturelles à base de plantes et de préparations biodynamiques .... A travers ses activités, les activités de recherche-action autour des LiFoFer s'inscrivent dans une dynamique plus large, visant l'innovation, la production et le partage d'une expertise paysanne adaptée aux nouveaux systèmes de production agricoles durables, ainsi que le renforcement de l'autonomie des agriculteurs.

Conséquences de nombreux biais, notamment liés à la fabrication autonome de la LiFoFer et la variabilité de son utilisation, les expérimentations menées dans le cadre de ces réseaux ne permettent de tirer que quelques conclusions fiables et fermes dès cette première année. Cependant, la diversité de fabrication et d'utilisations possibles pour la LiFoFer renseigne sur les travaux de recherche à mener pour conforter l'évaluation et la compréhension de ses effets en agriculture. L'observation de tendances très encourageantes plaident pour la poursuite de certains protocoles expérimentaux, avec la mise en place de conditions d'application plus rigoureuses, et la nécessité d'un suivi plus régulier par les accompagnants technico-scientifiques.

Expérimentations et résultats sont détaillés dans les rapports d'Antoine Malivel et de Miguel Neau (voir référence en annexe I).



**Journées d'échange et de travaux collectifs au sein du réseau local d'expérimentation**

### *Résultats en arboriculture fruitière*

#### ❖ **Rappels des observations en arboriculture fruitière en 2018 :**

- ✓ Une différence significative de la vigueur des pousses de l'année, en nombre (+40%) comme en taille (+32%), pour les arbres arrosés / pulvérisés à la LiFoFer ;
- ✓ Des différences significatives au moment de la récolte entre les arbres traités au Cu/S seul et ceux traités au Cu/S et à la LiFoFer, à la fois sur le nombre de fruits moyen par arbre (+44%) et sur le rendement moyen par arbre (+57%) ;
- ✓ Une taille des fruits plus importante et plus régulière, avec relativement peu de petits fruits (<4cm de diamètre) pour les arbres traités au Cu/S et à la LiFoFer ;
- ✓ Une meilleure capacité de régénération des arbres traités à la LiFoFer, suite à l'infestation de cloque.

#### ❖ **Résultats sur arboriculture fruitière et petits fruits en 2019 :**

Les expérimentations en cours depuis 2018 chez un arboriculteur du réseau local (J.-C. Marie, Chambonnas) ont été mises à mal par un épisode violent de grêle, qui a détruit une partie des pieds, et fortement réduit le nombre d'observations. Ces conditions n'ont pas permis de constater des effets significatifs des traitements - inoculation sur du basalte apporté en amendement, ou aspersion au sol -, sur la santé, la vigueur, les rendements, ou la taille des fruits.

Toutefois, le suivi de la flore bio-indicatrice s'est avéré révélateur de différences significatives entre les traitements avec et sans LiFoFer (Cf rapport de Miguel Neau, référence en annexe I), concernant :

- ✓ Une meilleure fixation du calcium ;
- ✓ Une optimisation du fonctionnement des matières organiques (MO) carbonées et azotées du sol.

De nouvelles expérimentations débutées en 2018 avec 4 producteurs de petits fruits n'ont pas non plus permis d'apporter de résultats significatifs sur les cultures. Des itinéraires techniques très différents les uns des autres auraient nécessité des protocoles plus adaptés au cas par cas. Malgré un certain nombre de biais liés à ces itinéraires culturaux -désherbage, bâchage, tonte, mulch, ... -, l'analyse de la flore bio-indicatrice indique :

- ✓ Une meilleure dégradation de la matière organique, et une réduction de la matière organique fossile, avec des résultats significatifs sur 2 fermes des 4 fermes.

D'autres expérimentations des effets de LiFoFer sur la gléosporiose sont en cours dans les réseaux départementaux.

En complément, Valo Dantine, jardinier à T&H, a mené des essais sur la conservation des pommes après récolte, qui ont permis quelques observations intéressantes :

- ✓ Les pommes récoltées après traitement LiFoFer sur la culture de pommiers semblent avoir subi moins de dommages d'origine fongique.
- ✓ Parmi les pommes traitées par aspersion de LiFoFer en post récolte, plus de pommes sont conservées plus longtemps (+1%).



**Pommes conservées sans traitement**



**Pommes pulvérisées après récolte à la LiFoFer 1%**

## *Résultats généraux sur les cultures maraîchères*

### ❖ Résultats 2019 :

Compte-tenu des difficultés évoquées précédemment – sécheresse, manque de rigueur dans la mise en place des protocoles, et manque de temps pour le suivi -, les essais initialement prévus en maraichage ont été perturbés au sein des réseaux d'expérimentation paysanne du Sud-Est.

Un faisceau d'observations paysannes converge toutefois vers l'identification d'effets sur les cultures maraîchères dès la pépinière (stimulation de la germination et vigueur des plantules) et au champ (effets sur le rendement, sur les ravageurs et maladies), ainsi que des effets sur la conservation post-récolte des produits maraîchers. Si les essais et les suivis réalisés n'ont pas permis d'aboutir à une validation statistique des effets observés, ceux conduits sans biais, ou avec des biais considérés comme peu significatifs, permettent de dégager des tendances intéressantes, notamment ceux menés sur une culture de poireaux.

Parallèlement, les nouvelles expérimentations rigoureuses conduites dans le contexte du Grand-Ouest au Carrefour Agroécologique de l'Ouest (CADO) permettent quant à elles de retenir des résultats statistiquement valides sur les cultures de haricots (voir partie III.3.4).

De manière générale, sont constatés, dans les parcelles conduites avec apport de LiFoFer (toutes modalités d'apport de LiFoFer confondues, et par rapport aux témoins traités à l'eau) :

- ✓ Sur les salades : précocité, rapidité de développement et plus fort développement des salades (+ 43% de masse fraîche) ;
- ✓ Sur les tomates : fructification précoce, meilleure vigueur et meilleure résistance à la sécheresse ;
- ✓ Sur les fraisiers : meilleur développement (4 x plus de hampes florales) et taux de sucre supérieur dans les fruits issus des plants traités ;
- ✓ Sur les poireaux : précocité, vigueur en pépinière, plus forte croissance (+17% de circonférence avec LiFoFer), accompagnée d'une pigmentation plus intense et d'un développement racinaire plus dense, parallèlement à un sol mieux structuré dans la planche, un enherbement nettement diminué, et à un flétrissement retardé après récolte ;

### *Essai sur les poireaux*

En 2019, l'essai sur lequel les observations ont été les plus régulières et les effets les plus remarquables concernent une culture de poireaux, sur laquelle ont été comparées une planche témoin, à une planche ayant reçu 6 arrosages additionnés de LiFoFer. Ont été constatés :

- ✓ La précocité et la vigueur à la levée des semis ;
- ✓ La vigueur des plants : diamètre des futs (+17% de circonférence), intensité de la couleur des feuilles,... ;
- ✓ Un volume racinaire plus important à la récolte : le volume racinaire des poireaux traité avec la LiFoFer est bien plus développé, au point de rendre la récolte plus difficile.
- ✓ L'état du sol amélioré : l'observation du sol à la récolte est également très significative, il est grumeleux et bien structuré dans les planches traitées à la LiFoFer.
- ✓ Un niveau d'enherbement quantitativement et qualitativement différents entre les planches traitées et non traitées.



Poireaux sans LFF, moins pigmentés et moins enracinés



Poireaux avec LFF, plus pigmentés et plus enracinés



Variation de l'enherbement dans les planches : à gauche avec LFF et à droite sans

A première vue, la planche traitée à la LiFoFer donne presque l'impression qu'un désherbage intermédiaire a été effectué, bien qu'il n'en soit rien.

Le suivi de la flore bio-indicatrice ouvre des pistes de réflexion qui n'étaient pas envisagées au moment de la mise en place de l'essai, concernant notamment l'effet de la LiFoFer sur la régulation des adventices. Les observations de terrain mettent en évidence **un effet dépressif** (taille plus réduite et densité moindre) **sur les plantes compagnes**, surtout les plus nitrates comme le liseron des champs, le chénopode et l'amaranthe.

- ✓ Augmentation variété floristique ;
- ✓ Effet dépressif sur les plantes compagnes, notamment les plantes nitrates (liseron, chénopode, amarante), permettant de supposer un meilleur usage de l'azote mobile au profit de la culture, et une réduction des pertes d'azote volatile.

Des recherches complémentaires pourront être effectuées, notamment sur la stabilisation et la mobilisation des nitrates dans les sols, ainsi qu'une vue d'une meilleure compréhension du rapport entre adventice et culture (dominance, compétition, agresseivité,...en lien avec conditions biotiques influencées par l'apport de LiFoFer).

### *Essais sur les composts*

#### ❖ Résultats 2019 :

Au sein du réseau local d'expérimentation, des essais menés sur des tas de compost montés au cours de chantiers d'entraide ont permis d'observer les effets de l'inoculation de LiFoFer à 2% dans l'eau d'arrosage des tas. En cours de saison, le manque d'eau n'a toutefois pas permis de suivre ces essais jusqu'à leur terme, et en a limité la portée.

Les rapports de Madeline Carlin et Martin Trouillard pour le FiBL France, constatent néanmoins :

- ✓ Une meilleure montée en température sur le tas inoculé avec LiFoFer (différence toutefois non significative) ;
- ✓ Une meilleure germination du cresson sur le substrat provenant du tas traité, avec une augmentation du poids des pousses de cresson (facteur 3), signant une accélération de la dégradation de matière organique.



A l'avenir, un suivi plus rigoureux de la température des composts, des analyses de composition en laboratoire, la répétition des tests de germination du cresson, ainsi que de nouveaux tests d'effets suppressifs sur les pathogènes présents dans le compost pourront être menés.

#### *Essais sur l'élevage de volailles :*

##### ❖ **Rappels des observations en élevage de volailles en 2018 :**

- ✓ Des différences significatives dans l'incidence de diarrhées chez les volailles, beaucoup moins fréquentes chez les individus ayant reçu des LiFoFer dans l'eau de boisson ;
- ✓ Un comportement beaucoup plus dynamique, une santé et une vigueur plus homogène, et enfin une moindre mortalité chez les volailles bénéficiant de LiFoFer.

##### ❖ **Résultats 2019 :**

Les expérimentations en cours depuis 2018 chez un éleveur du réseau local (B. Pelletier) se sont poursuivies en 2019, avec le suivi des effets de LiFoFer dans l'eau de boisson des volailles. Toutefois, l'incapacité à séparer pendant une période donnée des lots recevant ou non de la LiFoFer introduit un biais important aux résultats des observations.

Celles-ci portent sur des lots traités et témoins qui se sont succédés dans le temps à des saisons différentes, mais indiquent toutefois des tendances intéressantes, confirmant les résultats 2018 :

- ✓ Amélioration de la santé des volailles en période d'acclimatation des poussins au nouveau site après réception des lots
- ✓ Forte diminution des fientes liquides, indicatrices de perturbations gastriques

Par la suite, il serait intéressant de mobiliser un éleveur chez il serait possible de comparer les effets de la LiFoFer sur deux lots de volailles traités différemment à la même saison, de relever la mortalité naturelle et les maladies sur ces lots et de tester le traitement des bâtiments et effluents.



**Différence de l'état des fientes, indicateur de l'état sanitaire des volailles, sans et avec LiFoFer dans l'eau de boisson**

### III.3.4 – Essais satellites en Drôme, Haute-Saône et Loire-Atlantique

Nées de l'intérêt suscité autour de la LiFoFer, de nouvelles démarches de recherche-action ont été initiées par différents acteurs en lien avec T&H, dans de nouveaux territoires.

T&H a soutenu ces nouvelles initiatives en fournissant gratuitement de la LiFoFer produite au Mas de Beaulieu, et en apportant, avec le concours du FiBL France, un appui-conseil à la conception de protocoles. Ce faisant, les acteurs concernés se sont engagés à mettre en partage leurs observations et résultats.

#### *Essais sur la vigne en Drôme*

Sur le domaine viticole **Chapoutier**, situé à Tain l'Hermitage, dans la Drôme, des expérimentations ont été mises en place pour évaluer les effets de la LiFoFer :

- ✓ D'une part, pour la redynamisation du sol, pour rétablir et maintenir la biodiversité microbienne des sols, rétablir et maintenir le potentiel de synergie entre microorganismes et végétaux ;
- ✓ D'autre part sur le court noué – une maladie virale de la vigne portée par un nématode du sol -, dans le but de limiter la maladie et de diminuer l'emploi de produits phytosanitaires ;

✓ Enfin sur la vigueur de la vigne.

Pour cette première année, des observations visuelles sur la vigueur de la vigne, ainsi que des mesures de croissance (en cm) permettent de supposer un effet sur la vitalité et la santé des pieds, sans toutefois obtenir de validation statistique.

De même, des observations visuelles sur la vigueur et la nature de la végétation au sol permettent de supposer un impact positif sur les sols, sans validation statistique.

### *Essais sur les prairies de fauche en Haute-Saône*

La Chambre d'Agriculture de Haute Saône pilote quant à elle des nouveaux essais concernant les effets de la LiFoFer sur la valeur fourragère sur des prairies de fauche utilisées par les éleveurs du territoire. Différents indicateurs sont suivis notamment les rendements, la densité ou la hauteur d'herbe des prairies, ainsi que sur leur valeur alimentaire.

Malgré des observations positives concernant l'effet des LiFoFer sur les prairies concernées, des effets statistiquement fiables n'ont pas pu être mis en évidence sur cette première période.

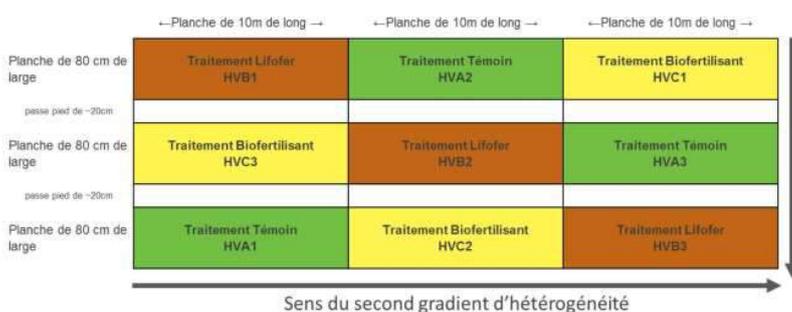
### *Essais sur les cultures maraîchères en Loire-Atlantique*

Le Carrefour Agroécologique dans l'Ouest (CADO), partenaire T&H situé à St Gildas des bois (44) présente 2ha de cultures potagères, dont 3000 m<sup>2</sup> de tunnels.

Comme T&H au cours des années précédentes, le CADO amené différentes expérimentations visant à adapter la recette de production de LiFoFer aux ressources locales de son territoire. Parallèlement, des essais d'utilisation ont été menés sur des cultures de haricots verts nains en plein champ, et sur des cultures d'épinards sous abris, à partir de LiFoFer fabriquée sur place (dilution à 10% pulvérisée tous les 15 jours).

#### ❖ **Essai 1 : culture de haricots verts nain en plein champs**

Un échantillonnage aléatoire rigoureux, avec répétitions, permet de limiter les biais (effet bordure et brise vent, précédents culturaux, micro-variabilité de sol : granulométrie et structure). Le protocole compare les effets d'une pulvérisation d'eau, de LiFoFer à 10% et d'un autre biofertilisant à 10% (fermentation de bouse fraîche), réalisée sur la culture à une fréquence de 15 jours.



Sens du premier gradient d'hétérogénéité



HV = culture d'haricots verts nains  
A/B/C = traitement  
1/2/3 = répétition

#### **Au CADO, un dispositif expérimental rigoureux sur une culture de haricot**

Les résultats obtenus sont encourageants :

- ✓ A l'œil, les mottes des carrés traités à la LiFoFer semblent plus humides sous la surface
- ✓ Sur la production totale en fin de saison (kg de fruits) : plus importante de 30% pour la modalité LFF et de 18% pour le biofertilisant, en comparaison au témoin (différence statistique entre témoin et traitement, mais pas entre LFF et biofertilisant) ;
- ✓ Sur la biomasse (matière sèche par plant) : plus importante pour biofertilisant, que pour LFF, que pour le témoin (différence statistique entre témoin et traitement, mais pas entre LFF et biofertilisant)

« [...] la LFF semble davantage impacter favorablement les rendements, tandis que le biofertilisant aurait un effet plus marqué sur la production de biomasse. Au niveau des rendements, nous pouvons aussi relater de l'évolution positive des rendements par rapport au témoin qui semble plus marquée pour la LFF que le biofertilisant au fil du temps. Il se pourrait que ce résultat témoigne d'une meilleure fertilité des sols, sans doute facilité par une meilleure disponibilité des nutriments permise par l'action des microorganismes. Il peut aussi s'agir d'une action directe des composés organiques et/ou minéraux présents de la LFF pour stimuler la croissance des plantes. »<sup>3</sup>

#### ❖ **Essai 2 : culture d'épinard sous abri**

Malgré des conditions relativement contrôlées sous abri, par rapport au plein champ, les résultats obtenus ne sont pas significatifs (trop de biais et d'effet bordure, épinard pas adapté car récolte plante entière, etc...)

### III.3.5 – Difficultés rencontrées et perspectives

#### *Difficultés rencontrées et limites de la démarche*

Dans l'ensemble, le processus de recherche-action ouvert à tout type de producteurs, sur la base de la motivation et de l'engagement à expérimenter, s'est heurté à la forte hétérogénéité des systèmes de production représentés – maraîchage, arboriculture, petits fruits,... Parmi les volontaires, on compte plusieurs systèmes de production atypiques, peu représentatifs de la majorité fermes des territoires concernés : installation, diversification extrême des productions, très petite taille...

Malgré un engagement volontaire au départ, les producteurs impliqués ont été confrontés au manque de temps pour la mise en place d'essais robustes et le suivi assidu des expérimentations. Par ailleurs, deux des maraichers expérimentateurs ont interrompu leur activité au cours de la saison.

Du fait d'une grande dispersion géographique des fermes impliquées, les ressources humaines mobilisées au sein de T&H – un agronome en prestation et un stagiaire -, ainsi qu'au sein du FiBL France – un chercheur – se sont avérées insuffisantes pour accompagner régulièrement les expérimentations sur le terrain. Le concours des animatrices des GABs n'a pas toujours permis de relayer efficacement les feuilles de route sur les protocoles, et de veiller à leur bonne mise en application dans la durée.

Compte-tenu de l'appropriation récente des agriculteurs dans la fabrication et l'utilisation de LiFoFer, la mise en place des protocoles expérimentaux a connu beaucoup de liberté. Les essais menés en autonomie par les paysans ont pu amener à un foisonnement d'expérimentations avec un suivi parfois difficile, ou à l'inverse à un abandon d'un essai unique par manque de temps.

D'une manière générale, nous constatons un engouement certain (bon nombre des agriculteurs formés fabriquent et utilisent leur propre Litière Forestière Fermentée), mais l'implication dans un dispositif de recherche-action reste à consolider. Nous observons beaucoup de créativité dans la fabrication et l'utilisation des LiFoFer, les agriculteurs partagent des observations d'effets encourageants, mais nous regrettons des difficultés à aller jusqu'à la validation statistique.

---

<sup>3</sup> CADO, 2019, rapport « Expérimentations sur la technique des litières forestières fermentées dans le contexte du Grand-Ouest au Carrefour Agroécologique de l'Ouest (CADO) »

### *Freins à la diffusion et à l'expérimentation*

Compte-tenu de ce contexte, la problématique du stage initialement prévue a été amenée à évoluer, dans le but d'identifier les freins et les leviers pour la fabrication, l'utilisation et l'expérimentation de la LiFoFer en conditions agricoles professionnelles. Parmi les principaux freins, sont cités :

#### ❖ **De manière générale :**

- ✓ Le manque de temps ;
- ✓ Le manque de matériel adapté ;
- ✓ Le manque d'appui technique régulier.

#### ❖ **Pour la fabrication :**

- ✓ Les incertitudes et tâtonnements encore en cours pour certaines matières (par quoi remplacer le sucre exogène ? la mélasse coûteuse ? le petit lait qui a une courte durée de conservation ?) et procédés (comment gérer la température et de l'oxygénation,... en conditions artisanales) ;
- ✓ Les contraintes de conservation sur l'exploitation ;
- ✓ Le manque de temps (estimation : 20 minutes de préparation par hectare traité à raison de 30L/ha), de matériel, d'espaces dédiés pour la fabrication puis pour le stockage, en cas de fabrication individuelle ;
- ✓ Le manque de coordination, d'organisation pour la fabrication collective au niveau des territoires ;
- ✓ La question de l'échelle de production optimale pour rester dans une production artisanale, locale et contrôlée par les usagers, tout en satisfaisant à leurs besoins en quantité, à un coût accessible.

#### ❖ **Pour l'utilisation :**

- ✓ Le coût : Le coût de revient pour la LiFoFer produite à T&H (environ 2 à 2,5€/L), quoique très inférieur au prix des EM mis sur le marché par les premières entreprises qui la diffusent en France (autour de 10€/L de produit liquide prêt à l'emploi), reste supérieur à d'autres préparations naturelles employées en agriculture (Sur la base de 2,5€/L de LFF x 30 L/ha : coût de revient = 75€/ha, à comparer à 20 à 40 €/ha pour PNPP achetées sur internet) ;
- ✓ Manque de matériel d'aspersion à basse pression ;
- ✓ Les contraintes de séparation avec d'autres produits phytosanitaires (Cu, S,...) lors de la l'aspersion, nécessitant plusieurs passages ;
- ✓ Les contraintes d'application pour les systèmes non mécanisés, sans système d'irrigation, appelant la réflexion sur de nouvelles forme de produit finit solide ;
- ✓ L'incertitude concernant les conditions climatiques optimales d'usage (préconisation pour un usage en conditions humides favorables aux micro-organismes, mais rares pendant la période estivale dans le sud-est) ;
- ✓ L'incertitude concernant les modalités et les stades de développement optimaux pour l'application sur les différentes cultures ;

#### ❖ **Pour l'expérimentation en conditions agricoles :**

- ✓ La mise en place et le suivi des protocoles par des agriculteurs peu disponibles, et peu outillés, sur la base du volontariat et sans compensation ;
- ✓ La complexité pour combiner les objectifs productifs et expérimentaux reposant sur les mêmes cultures et les mêmes personnes mobilisées, sans moyens supplémentaires alloués ;
- ✓ La difficulté pour contrôler la qualité et d'homogénéité de la LiFoFer utilisée, surtout quand elle est autoproduite, ou longtemps stockées sur les fermes ;
- ✓ Le défi de la représentativité des échantillonnages ;
- ✓ Les difficultés à mettre en place des témoins ;

- pour disposer de témoins suffisamment grands (surface, quantité, ...), comparables à la même période, dans les mêmes conditions biotiques, avec fixation de toutes les autres variables à part le traitement LiFoFer ;
  - pour disposer de deux témoins (traitement à l'eau, et traitement à la LiFoFer stérilisée, nécessaire pour comprendre le rôle de microorganismes vivants par rapport aux effets des autres constituants de la LiFoFer) :
  - pour les animaux, quand les lots ne sont pas spatialement séparables ;
  - pour les cultures quand la fertirrigation passe par un système de tuyauterie unique ;
  - pour très petites exploitations, quand les premiers bons résultats supposés ou observés donnent envie de traiter l'ensemble de la production, quitte à se priver d'un échantillon de comparaison.
- ✓ Les incertitudes concernant impacts potentiels sur les maladies, qui ne permettent pas de remplacer d'autres traitements habituels par des traitements à la LiFoFer, au risque de perdre des cultures et des productions ;
  - ✓ La nécessité d'anticiper sur les expérimentations et d'adapter les protocoles au cas par cas à chaque essai, de manière à réduire au maximum les biais liés aux conditions biotiques et aux conditions d'exploitation ;
  - ✓ La lourdeur induite par la nécessité de répliques des modalités pour l'obtention de résultats robustes ;
  - ✓ L'intérêt de pouvoir disposer d'analyses scientifiques complémentaires, relevant de différents spécialités et donc de différents laboratoires, pour mieux comprendre les mécanismes mis en jeu dans les phénomènes complexes observés dans les relations sols-plantes-milieu.
  - ✓ La complexité du suivi au regard de la diversité des fermes dans lesquelles ont été conduites les expérimentations, des productions et des intérêts des agriculteurs-expérimentateurs, ainsi que leur dispersion géographique et leur éloignement.

### *Succès et atouts*

Le projet LiFoFer s'inscrit dans un contexte particulier d'apprentissage, pour des acteurs nouvellement impliqués dans une démarche de recherche-action inédite. Il nécessite donc des étapes d'adaptation et d'amélioration progressive.

Malgré ce contexte particulier, le projet compte déjà des succès indéniables, notamment en termes :

- ✓ D'intérêt suscité auprès de plus en plus nombreux acteurs professionnels, et de nouveaux acteurs scientifiques, pour la production, l'utilisation et l'expérimentation autour des LiFoFer ;
- ✓ De diffusion de savoir-faire pour la fabrication autonome et l'utilisation de LiFoFer en milieu agricole, avec des effets positifs quantifiés sur la base d'observations agronomiques à dire d'acteurs, souvent suffisantes pour susciter l'intérêt de proche en proche, et l'extension du réseau des utilisateurs ;
- ✓ De stimulation de dynamiques territoriales d'innovation et d'expérimentation, d'échange et de partage d'expérience, au sein des réseaux professionnels agricoles ;
- ✓ De renforcement des collaborations entre les acteurs scientifiques et agricoles, avec un rapprochement grâce à une meilleure compréhension des priorités, des contraintes de chaque type d'acteur ;
- ✓ D'émergence d'un réseau de recherche-action territorialisé, qui renforce les espaces, les méthodes et les outils de collaboration entre ses membres.

Les questions de recherche identifiées et les protocoles co construits restent des bases à remobiliser avec un suivi plus appuyé en 2020. Les premiers résultats tangibles orientent les questions de recherche et permettent de préciser les protocoles à mettre en place pour conforter et approfondir les premières tendances dégagées. L'expérience collective acquise est riche d'enseignements pris en

compte pour améliorer la co-construction, la circulation d'informations et la qualité de la collaboration entre les acteurs, en vue d'améliorer le processus de recherche-participative engagé.

### *Défis et pistes d'amélioration*

Au cours des années suivantes, les acteurs devront relever plusieurs défis pour la diffusion de la LiFoFer en milieu agricole. Après avoir adapté la recette cubaine avec des matériaux disponibles en conditions tempérées, il s'agit maintenant d'adapter le discours et le dispositif aux systèmes de production agricoles locaux, notamment aux systèmes non mécanisés et non irrigués.

Pour la démarche recherche-action, les acteurs ont pris en compte un certain nombre de recommandations dont :

- ✓ Une clarification du rôle de chaque acteur dans le dispositif de suivi des essais ;
- ✓ La mobilisation de plus de ressources humaines compétentes, et de temps dédié au suivi des dispositifs expérimentaux, sur un nombre resserré de fermes impliquées dans l'expérimentation ;
- ✓ Un ciblage sur des questions de recherche resserré, permettant d'approfondir et de conforter les premiers résultats obtenus ;
- ✓ Le choix d'exploitations moins atypiques et plus représentatives des exploitations des territoires concernés, avec des agriculteurs plus expérimentés – tant sur leur production que sur la mise en place d'essais -, et une meilleure analyse des espaces de tests disponibles avant le lancement de la campagne d'expérimentation ;
- ✓ Une adaptation plus fine des protocoles d'expérimentation aux conditions et aux itinéraires techniques de chaque exploitation ;
- ✓ Une meilleure valorisation et/ou une indemnisation du temps investi par les agriculteurs-expérimentateurs ;
- ✓ Une meilleure prise en compte des hypothèses et des observations des agriculteurs-expérimentateurs pour orienter et co-construire le dispositif de recherche ;
- ✓ L'organisation de temps d'échange distincts entre les agriculteurs-expérimentateurs, entre les personnes ressources scientifiques, puis entre les différents types d'acteurs intervenants ;
- ✓ La création de supports pour améliorer la circulation de l'information entre les acteurs ;
- ✓ La conduite de certaines expérimentations en conditions plus contrôlées, avec un suivi direct par les acteurs scientifique ;
- ✓ Le tout en continuant à élargir les partenariats scientifiques, et en mobilisant d'avantage de moyens pour soutenir chaque acteur dans son rôle.

### *Perspectives 2020*

Le réseau des agriculteurs-expérimentateurs s'élargit à la faveur d'un nouveau partenariat avec Agri Bio Drôme, et la mobilisation de nouvelles fermes dans ce territoire voisin.

Le réseau poursuit les expérimentations exploratoires en 2020, avec un accompagnement renforcé de la part du FiBL France. Dans le cadre d'un partenariat scientifique renforcé entre T&H et le FiBL France, celui-ci assure une coordination scientifique globale incluant la conception des protocoles (adaptation sur la base de l'expérience 2019), de l'appui à la mise en place, au suivi et au recueil des résultats. T&H et le FiBL France co-pilotent un stage de recherche, avec du temps dédié pour assurer un meilleur suivi des agriculteurs impliqués sur l'ensemble des 4 départements.

Par ailleurs, en vue de garantir la robustesse des résultats scientifiques sur un petit nombre d'expérimentations suivies rigoureusement, 3 fermes d'expérimentation ont été identifiées (en Drôme, Ardèche et Loire) pour bénéficier d'un suivi plus rapproché. Elaborés par le FiBL France, des protocoles précis seront mise en œuvre et étroitement suivis, dans le but d'évaluer les effets de la LiFoFer sur le développement et la santé des cultures. Enfin, dans le cadre d'un projet en partenariat

entre Agri Bio Drôme et le FiBL France, des nouvelles expérimentations sont menées sur les effets de la LiFoFer sur le compostage.

Enfin, les dispositifs expérimentaux conduits par d'autres partenaires se poursuivent :

- ✓ en Haute Saône encadré par une technicienne de la Chambre d'agriculture ;
- ✓ dans le Grand-Ouest, au CADO, avec une ingénieure agronome spécialiste de l'agroécologie ;
- ✓ et en Drôme, au sein de l'entreprise Chapoutier, avec l'encadrement du responsable Recherche et Développement de l'entreprise.

Ces différents dispositifs complémentaires peuvent donc compter sur des personnes ressources techniciennes, formées à une approche de recherche rigoureuse, et à même de conduire des protocoles expérimentaux robustes.

*NB : Non présentée dans le rapport actuel, l'articulation avec les activités de recherche-action participatives sur la LiFoFer en conditions sahéliennes, menées dans le cadre des programmes de T&H et ses partenaires en Afrique de l'Ouest, sera renforcée, notamment avec la collaboration du CIRAD.*

**Conclusion :** Début 2020, le projet LiFoFer, c'est : 15 agriculteurs-expérimentateurs, 3 Groupements d'Agriculteurs Biologiques, 1 expert agronome, 3 partenaires de recherche, 4 partenaires financiers, 3 salariés impliqués !

- ✓ un transfert d'innovation paysanne Sud-Nord et Sud-sud, de paysans à paysans et de paysans à chercheurs ;
- ✓ une conception participative multi-acteurs et une étroite collaboration entre agriculteurs, organisations professionnelles, organismes de recherche et mouvements de la société civile ;
- ✓ une interface originale entre la recherche scientifique et agronomique, la diffusion de l'innovation, et le développement agricole territorial ;
- ✓ une façon innovante de faire de la recherche orientée par les enjeux sociétaux et les besoins prioritaires des agriculteurs, et des principes d'action inédits, qui associent étroitement les agriculteurs au suivi et à l'analyse des protocoles scientifiques ;
- ✓ la revalorisation de l'expérimentation paysanne, levier pour la transition agroécologique ;
- ✓ une approche singulière portant un regard global sur l'agroécosystème ;
- ✓ de nouvelles solutions écologiques et accessibles au plus grand nombre pour la redynamisation de la vie des sols, de la fertilité et du contrôle des maladies...

La recherche active de nouveaux partenariats vise à consolider et amplifier la dynamique à l'œuvre.

## Annexe I – Liste des rapports, mémoires et documents cités

**Lucie Martins et Morgane Perina, 2019**, Rapport de stage de MASTER 1 Sciences de l'environnement terrestre (SET), spécialité Biodiversité, Ecologie et Evolution (BEE) à l'Institut Pythéas – Observatoire des sciences de l'Univers de l'Université Aix-Marseille, stage effectué au sein de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), et de l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE), sous la direction de Pierre Christen

**GUTIÉRREZ MÁRQUEZ Alejandra, 2019**, Rapport de stage de MASTER 1 Génie des procédés et bioprocédés à l'Univers de l'Université Aix-Marseille, stage effectué au sein de l'Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale (IMBE), sous la direction de Pierre Christen, avec la tutelle universitaire de MASMOUDI Yasmine

**Malivel Antoine, 2019**, Mémoire de fin d'étude pour le diplôme d'Ingénieur en Systèmes Agricoles durables au Sud, spécialité Ressources, Systèmes Agricoles et Développement à l'Institut des Régions Chaudes – Montpellier SupAgro, stage effectué au sein de Terre et Humanisme, sous la direction universitaire de Claire Marsden et Pascale Moity Maïzi

**CADO, 2019**, rapport « Expérimentations sur la technique des litières forestières fermentées dans le contexte du Grand-Ouest au Carrefour Agroécologique de l'Ouest (CADO) »

**Neau Miguel, 2019**, Rapport d'activité pour T&H en 2019, document interne

**Chapoutier M., 2019**, Présentation sur expérimentation LFF 2019, document interne

**Carlin Madeline, 2019**, Rapport d'activité pour T&H en 2019, document interne

**Trouillard Martin, 2019**, Rapport d'activité du FiBL pour T&H en 2019, document interne

**ARDAB, 2019**, retour d'expé sur la campagne 2018-19, document interne

**CA70, 2019**, retour d'expé de Chambre d'agriculture des Haut de Saône sur la campagne 2019, document interne

## Annexe II – Guide de T&H sur la LiFoFer

## Annexe III – Fiche protocole maraîchage

## Annexe IV – Fiche protocole arboriculture

## Annexe V – Fiche protocole compostage

## Annexe VI – Fiche protocole gloeosporioses