

Dossier de demande de subvention «Ecosystèmes, Agricultures, Alimentation» 2013

Prénom et Nom du responsable de projet : Fabien Liagre

Nom du laboratoire d'accueil et ville : SCOP AGROOF, Anduze

Intitulé du projet (en français et en minuscules): Arbratatouille
Amélioration des itinéraires techniques agroforestiers en production maraichère.

NATURE DU FINANCEMENT DEMANDE :

PROJET DE RECHERCHE

PROJET DE DEVELOPPEMENT

1ERE DEMANDE OU RENOUELEMENT

S'agit-il d'une première demande à la Fondation de France pour le projet soumis ou d'un renouvellement ? dans ce dernier cas, indiquez le n° d'engagement de la subvention précédente

1ERE DEMANDE

RENOUELEMENT
n° d'engagement :

COMMENT AVEZ-VOUS EU CONNAISSANCE DE CET APPEL D'OFFRES ?

Fondation de France : site Internet courriel courrier postal

Media ou autre site Internet, lequel ?

Tête de réseau / Fédération / Autre organisme, lequel ?

Autre (préciser) : Directement par la Fondation de France

- Sommaire -

Merci de numéroter les pages de votre dossier et d'insérer les numéros dans ce sommaire.

Fiche signalétique	1
DOSSIER ADMINISTRATIF :	
Fiche résumé du projet	2
Présentation des organismes partenaires	3
DOSSIER SCIENTIFIQUE	
Composition de l'équipe	5
Présentation du projet	7
Résultats attendus	13
Calendrier de réalisation	14
CV du responsable du projet	15
BUDGET	17

- Fiche résumé du projet -

Mots clés : agroforesterie, maraichage, sélection variétale, changement climatique, compétition interspécifique, santé des plantes, lutte biologique, fertilité biologique des sols.

Résumé du projet (une page maximum) :

Parmi les voies de réduction des intrants (notamment des pesticides) et la maîtrise de la qualité de la production, la modification agroécologique des systèmes de culture fait parti des pistes explorées par les agriculteurs et la recherche. Il est nécessaire pour cela de concevoir des systèmes de production reposant sur une diversification des systèmes de culture (diversification des strates et des espèces végétales, diversité floristique, association de plusieurs variétés d'une même espèce) et sur une gestion de la fertilité des sols (création de couverts afin de protéger les sols et améliorer les bilans organiques, modulation des associations et successions végétales, choix adapté des méthodes de travail du sol) qui peuvent permettre (a) de mobiliser les processus de régulation naturelle des bioagresseurs au sein de l'agroécosystème, (b) de favoriser la santé des cultures et la maîtrise des maladies et des parasites et (c) de garantir l'obtention de produits répondant aux besoins de la santé humaine, tout en répondant aux exigences économiques de la conduite des fermes.

Dans le projet « Arbratouille », nous proposons d'identifier les itinéraires techniques adaptés pour cultiver une dizaine d'espèces de légumes (tomate, poivron, aubergine, carotte, pomme de terre, courgette, maïs doux, salade, chou, haricot vert et oignon) en conditions agroforestières dans des systèmes âgés (avec finalité bois d'œuvre ou fruits) installés depuis 12 à 25 ans. Le projet sera mis en œuvre avec un dispositif complet sur l'ancien site d'expérimentation agroforestier de l'INRA de la ferme de Roumassouze à Vézénobres. Un dispositif plus léger sera mis en place sur 5 à 6 autres fermes pour étudier la production de une à deux espèces avec un nombre restreint de dispositifs expérimentaux au sein de vergers différents (pommiers, abricotiers, oliviers, espèces fruitières variées) ou sous un couvert diversifié d'arbres champêtres spontanés.

Le travail consiste dans un premier temps à formuler les hypothèses sur le fonctionnement de tels systèmes et à identifier les paramètres et les indicateurs permettant de conduire des expérimentations sur la culture de légumes en conditions agroforestières dans le prolongement des premiers travaux effectués sur cette thématique (Gaspari 2011, Godin 2013, Sieffert 2013). Dans un second temps, nous procéderons à des expérimentations sur les fermes. Les axes d'expérimentation concerneront (a) la compétition pour la lumière et l'effet de l'environnement aérien, (b) les conditions d'alimentation et de croissance des plantes en fonction de la gestion du sol (présence d'un engrais vert, couverture du sol, fertilisation par un amendement organique, essais sur les méthodes de travail du sol simplifié, notamment le semis sous couvert végétal,...) et des associations (légumes-arbres, avec des engrais verts, associations entre espèces de légumes,...) et (c) la santé du système en étudiant le contrôle biologique des principaux ravageurs identifiés pour les productions étudiées et les interactions biotiques entre différents constituants du système ainsi que la dynamique de certains auxiliaires et bioagresseurs. L'expérimentation consistera à moduler les différents paramètres retenus pour identifier les conditions de croissance (dimensions physiologique et écologique), de production (dimension économique) et de gestion des bioagresseurs (dimension phytopathologique) favorables pour une dizaine d'espèces de légumes dans un couvert arboré à base de bois d'œuvre ou d'arbres fruitiers.

Les résultats obtenus seront diffusés plus largement dans le cadre de réseaux d'agriculteurs intéressés par l'agroforesterie (Association BASE, Chambres d'Agriculture, Groupements d'Agriculture Biologique, CIVAM, CASDAR SMART, ...) sous forme de visites, de rencontres d'échanges et de sessions de formation et sous la forme de documents écrits et de comptes-rendus diffusés sur internet.

- Présentation des structures : demandeur et partenaires -**Structure demandeuse**

Dénomination complète **sans abréviation** : SOCIETE COOPERATIVE DE PRODUCTION AGROOF

Sigle (le cas échéant) : AGROOF

Adresse : 120 impasse des 4 vents

Code postal : 30140 Ville : Anduze

Courriel du responsable de l'équipe : liagre@agroof.net

Tél. secrétariat : 04 66 56 85 47

Courriel secrétariat : lyfoung@agroof.net

Statut juridique : SCOP SARL

Responsable du projet (responsable effectif du projet décrit dans ce dossier)

M. Mme Melle

Prénom et nom : Fabien Liagre

Titre et fonctions : Associé Cogérant

Organisme : Agroof

Tél. direct : 06 22 10 42 42

Courriel : liagre@agroof.net

Organisme de rattachement de la structure demandeuse

Si la structure demandeuse n'a pas d'**autonomie juridique**, merci de renseigner les informations suivantes pour la personne morale à laquelle elle est rattachée :

Nom (dénomination développée et **sans abréviation**) :

Sigle :

Adresse :

Code postal : Ville :

Tél. / Fax / Courriel :

Nom du Directeur ou responsable :

Statut juridique (établissement public à caractère scientifique et technologique (EPST), Université, autre ?) :

Organisme gestionnaire de l'aide financière

Au cas où une aide serait accordée, si l'organisme qui gèrera les fonds est une autre personne morale que l'organisme de rattachement de l'allocataire, merci de renseigner les informations suivantes :

Nom (dénomination développée et sans abréviation) :

Sigle :

Adresse :

Code postal : Ville :

Tél. / Fax / Courriel :

Séparément du dossier : joindre impérativement le Relevé d'identité bancaire (RIB) de l'organisme qui gèrera la subvention, soit la structure demandeuse, soit l'organisme de rattachement. Un seul exemplaire suffit.

Présentation générale des activités/thèmes de recherche de la structure demandeuse

Il s'agit de présenter d'une façon générale les activités de structure chef de file du projet

AGROOF est un bureau d'étude spécialisé dans la recherche développement en agroforesterie en France et en Europe, pour et auprès des agriculteurs, des étudiants et des collectivités. Sa finalité est de faire le lien entre la recherche et le terrain, dans une démarche de recherche participative et de partage des connaissances.

Créé en 2000, Agroof est aujourd'hui une société coopérative et participative (SCOP) de 6 personnes dont 5 ingénieurs intervenant sur différents projets de recherche développement (Projet européen FP7, CAS DAR, Interreg, ANR). Une part importante de son activité est consacrée à la formation et à la diffusion des résultats de ces projets, que ce soit auprès des agriculteurs comme des étudiants ou des techniciens. L'objectif des activités est d'améliorer les connaissances sur les pratiques agroforestières afin de réfléchir et de proposer des modes de productions reposant sur des démarches agroécologiques à faible niveau d'intrant. La complémentarité entre agriculture de conservation et agroforesterie est un des axes essentiels de travail pour Agroof. En 2013, Agroof rejoint l'association BASE et crée un département BASE Agroforesterie, afin d'expérimenter et d'échanger sur les pratiques agroforestières menées par les agriculteurs adhérents de BASE. Afin de structurer ce réseau sur le terrain, Agroof aide à la conception et à la mise en place de projets expérimentaux en milieu paysan ou scientifique (domaines expérimentaux INRA ou de Centres Techniques : plateforme TAB, Bergerie de Villarceaux, Domaine INRA de Lusignan, Domaine INRA de La Fage, Lasalle Beauvais, Domaine de Restinclières...).

Les thèmes d'interventions dans les projets de recherche sont le sol (fertilité et érosion), la biodiversité (auxiliaires et lutte biologique), la biomasse (valorisation des produits énergétiques et industriels) et l'eau (qualité de l'eau, gestion et protection microclimatique) dans les systèmes agroforestiers.

Co-fondateur de l'AFAF (association Française d'Agroforesterie), de l'AFAHC (association française des arbres et haies champêtres), et tout récemment de l'Association Européenne d'Agroforesterie (EURAF), AGROOF participe activement à l'évolution des réglementations françaises et européennes.

Agroof est partenaire de l'Institut Lasalle Beauvais (convention de partenariat scientifique et pédagogique).

Compte de Résultat réalisé 2012 et prévisionnel 2013 de la structure demandeuse

N° cpt e	CHARGES / Dépenses	2012	2013	N° cpt e	PRODUITS / Recettes	2012	2013
60, 61, 62	Achats, services extérieurs			70	Ventes produits et services	129235	231950
	- Marchandises, - approvisionnements	2882	24932	74	Subventions de fonctionnement acquises (à détailler **): - Projets CAS DAR (Auximore, Parcours volaille, Agroforesterie)	54439	39340
	- Variation de stocks	295	-17216				
	- Autres charges	522	68876				
	- Sous traitance	42844	5139				
	Total achats, services extérieurs	46543	82219		Sous-total subventions acquises	54439	39340
64	Charges de personnel				Subventions de fonctionnement demandées (à détailler**): - FPH		5000
	Salaires	98061	142775				
	Charges sociales	36352	60237				
					Sous-total subventions demandées		5000
					Total subventions		44340
	Total charges de personnel	134413	203012	75	Cotisations, dons		
63, 65	Autres charges de gestion courante, Impôts et taxes	3032	2808	75	Produits divers	1123	7382
66	Charges financières		443	76	Produits financiers		
67	Charges exceptionnelles	1238	3600	77	Produits exceptionnels	6353	14000
68	Dotations aux amortissements et aux provisions et/ou fonds dédiés	5348	2800		Reprise sur amortissements et provisions et/ou fonds dédiés		
	Total charges	190474	294882		Total produits	191149	297672
	Résultat (excédent)	676	2790		Résultat (déficit)		
	TOTAL	191149	297672		TOTAL	191149	297672

Structure partenaire 1

Dénomination complète **sans abréviation** : Société Coopérative de production AGROOF

Sigle (le cas échéant) : AGROOF

Adresse : 120 impasse des 4 vents

Code postal : 30140 Ville : ANDUZE

Courriel du responsable de l'équipe : liagre@agroof.net

Tél. secrétariat : 04 66 56 85 47

Courriel secrétariat : lyfoung@agroof.net

Statut juridique : SCOP

Principales activités ou thèmes de recherches : Recherche développement en Agroforesterie et ingénierie de projets territoriaux d'aménagements agroforestiers.

Structure partenaire 2

Dénomination complète sans abréviation : UR 1115 - Plantes et Systèmes de Culture Horticoles

Sigle : PSH

Adresse : Site Agroparc - Domaine St Paul

Code postal : 84914 Ville : Avignon cedex 9

Courriel du responsable de l'équipe : Jean-Francois.Debras@paca.inra.fr

Tél. secrétariat : 33 (0)4 32 72 26 08

Courriel secrétariat : francoise.chazey@avignon.inra.fr

Statut juridique : Recherche publique

Principales activités ou thèmes de recherche : travaille sur les productions horticoles alimentaires, et principalement les fruits et légumes consommés en frais. Ses objectifs finalisés sont de contribuer à la mise au point de scénarios techniques et paysagers permettant de promouvoir la qualité des produits récoltés et le respect de l'environnement.

Structure partenaire 3

Dénomination complète sans abréviation : UR SAD/INRA 767 Ecodéveloppement

Sigle : ECODEV

Adresse : 228 route de l'aérodrome - Domaine St Paul - Site Agroparc

Code postal : CS 40509 - 84914 Ville : Avignon CEDEX 9

Courriel du responsable de l'équipe : marc.tchamitchian@avignon.inra.fr

Tél. secrétariat : +33 (0)4 32 72 25 61

Courriel secrétariat : viviane.rouselle@avignon.inra.fr

Statut juridique : Recherche publique

Principales activités ou thèmes de recherche : Analyse des conditions de transition vers une écologisation durable de l'agriculture et des territoires ruraux, en considérant une diversité de modèles d'agriculture et de systèmes agri-alimentaires écologisés.

- Dossier scientifique -**Composition de l'équipe projet, organisme d'appartenance de chaque participant, répartition des tâches****SCOP AGROOF**

Fabien Liagre, coordination du projet.
André Sieffert, chargé d'étude. Coordination technique.
Daniele Ori et Camille Béral, chargés d'étude.

INRA PSH

Yvan Capowiez, Jean-François Debras, Jean-Charles Bouvier; Gilles Vercambre
Chargés de Recherche.

INRA –Unité Ecodéveloppement

Marc Tchamitchian – Directeur de l'Unité. Stéphane Bellon, ingénieur d'étude.

AGRICULTEURS (hors financement)**Site expérimental de Vézénobres :**

Denis et Virginie Flores, Domaine de Roumassouze (30)

Sites pilotes secondaires :

Thierry Tardieu, Marion Boutin et Jean-Baptiste Marandon, Domaine des Adrets (84)

Odile Sarrazin, Le Jardin d'Odile (34)

Ina Reese, Ferme de La Fontaine (05)

Dominique Lussan, Domaine de la Grande Terre (30)

Sonia Guérin, Le Bouldou (34)

Valérie Sévenier et Philippe Vadot, Lycée agricole de Carpentras (84)

Présentation du projet, sans dépasser 20 000 signes espaces compris**- contexte scientifique et contexte local dans lequel il s'inscrit,**

Dans un souci d'amélioration des itinéraires techniques et d'augmentation de la productivité, les systèmes agricoles se sont simplifiés grâce aux progrès de la pétrochimie à partir des années 50. Tout comme la plupart des productions, les systèmes de production en arboriculture et maraichage se sont orientés vers les assolements de cultures pures. Le développement de cette pratique s'est accompagné du développement de méthodes de gestion directe des parasites et des maladies et a augmenté la dépendance des agriculteurs vis-à-vis d'intrants (engrais minéral, pesticides, herbicides) qui perturbent le fonctionnement naturel de l'agroécosystème (Altieri 2004a; Simon et al 2011; Malézieux et al 2009), entraînant des phénomènes de résistances de plus en plus fréquents.

Les études scientifiques, notamment l'expertise scientifique collective « Ecophyto R&D », mettent en évidence qu'une forte réduction des intrants n'est possible que sur la base d'une reconception des systèmes de culture (Bellon et al 2010; Butault et al 2010, Rosset et Altieri 1997). En particulier, la diversification des systèmes de culture et la gestion de la fertilité des sols doivent permettre de mobiliser les processus de régulation naturelle des bioagresseurs au sein de l'agroécosystème, de favoriser la santé des cultures et la maîtrise des maladies et des parasites et de garantir l'obtention de produits répondant aux besoins de la santé humaine, tout en répondant aux exigences économiques de la conduite des fermes.

Depuis des siècles, les agriculteurs ont développé des systèmes agroforestiers diversifiés et localement adaptés qui permettent la production d'aliments tout en préservant la biodiversité du milieu agricole. L'observation de ces systèmes traditionnels, ainsi que des systèmes naturels, permet d'identifier des caractéristiques fonctionnelles et structurelles et des principes communs (Altieri 2004a ; Ewel 1999 ; Malezieux 2012). Ils concernent en premier lieu, d'une part, la diversification spécifique (comprenant les espèces animales et végétales) et, d'autre part, l'optimisation du fonctionnement du sol :

- La diversification agroforestière a des effets de dilution, de diversion, d'attraction ou de répulsion sur les bioagresseurs et permet une complémentarité entre différentes strates ou espèces végétales (Bhan 2010 ; Ratnadass et al 2012).
- La diversité floristique crée des conditions favorables de nourriture et d'habitat pour les auxiliaires et pollinisateurs (Decourtye et al 2012 ; Généau et al 2012 ; Hogg et al 2011 ; Rusch et al 2010).
- L'association de plusieurs variétés d'une même espèce a pour effet de diminuer la susceptibilité des végétaux aux bioagresseurs (Döring et al 2012 ; DEFRA 2002 ; Ratnadass et al 2012 ; Tooker et Franck 2012).
- Une protection optimale du sol et un approvisionnement en matière organique végétale ou animale pour un maintien de processus de recyclage des éléments et des déchets avec un rôle central des associations et successions végétales dans la régénération de l'agroécosystème. Le choix des méthodes de travail du sol et de gestion de la fertilité est ainsi fondamental (travail simplifié, semis sous couvert végétal (SCV), rotations avec les engrais verts, bandes enherbées ou florales sous verger, fertilisation,...). Ces pratiques, sous réserve de bonnes orientations techniques, pourraient jouer un rôle important dans la santé des cultures et leur résistance aux parasites et maladies (Altieri et Nicholls 2003a et b ; Altieri et Farrell 1984 ; Dordas 2008 ; Hazarika et al 2009 ; Lal 2009 ; Ratnadass et al 2012 ; Séguy et al 2001 ; Seguy et Bouzinac 1999 et 2008).
- Les systèmes associés permettent également une meilleure efficacité de l'utilisation des ressources en eau et des nutriments (Lavanya et al 2009 ; Olosantan 2010 ; Valet 2011 ; Ved et al 2007).

Deux études analysent l'effet de l'intensification des systèmes agroforestiers, i.e. la disparition des arbres formant la canopée résultant de l'intensification de la production, sur la biodiversité. Le système intensif correspondant à la situation sans arbres de haut jet en dehors de la culture arborée ou arbustive principale (le cacaoyer ou le caféier). Philpott et al (2008) montrent que dans les systèmes caféiers, la diminution du nombre d'arbres de canopée est corrélée à la diminution de la diversité spécifique des fourmis et des oiseaux, le niveau le plus bas étant trouvé dans les systèmes de culture sans arbres. Steffan-Dewenter et al (2007) ont analysé en systèmes cacaoyers différents paramètres concernant la diversité spécifique des arbres et plantes spontanées, des fourmis, des abeilles et guêpes, l'effet sur le sol (biomasse de surface et racinaire, capacité d'échange cationique, décomposition de la litière,...), les dégâts des phytophages sur les feuilles et le degré de parasitisme sur les abeilles et les guêpes. Ils ont étudié différents systèmes présentant un gradient d'intensification avec une diminution des arbres de canopée. Ils ont montré que la création de cacaoyères en forêt primaire provoque une disparition de 60% de la diversité des espèces forestières, affectant plus les espèces végétales que les insectes qui sont mobiles. Leurs résultats mettent en évidence qu'ensuite, entre 80% et 40% de couverture par la canopée, la biodiversité et les interactions biotiques évoluent peu. Par contre, l'élimination totale des arbres de canopée provoque une rupture importante de la biodiversité et des interactions biotiques étudiées. L'absence des arbres de canopée provoque dans le système cacaoyer pur une augmentation de 4°C de la température et une diminution de 12% du taux d'humidité de l'air à 2 m du sol. Les travaux de Stamps et al (2009) examinent pour un système agroforestier tempéré aux Etats Unis le compromis entre le maintien de fonctions écologiques de régulation et l'obtention de rendements et de revenus satisfaisants. En culture en couloir, ils identifient qu'une largeur de parcelle de 25 m permet de maintenir un effet bénéfique sur la régulation de certains parasites tout en conduisant aussi à l'obtention de rendements

satisfaisants. A 12 m, les rendements sont insuffisants et au-dessus de 25 m il existerait à priori un niveau de rupture (non précisé) de la régulation des bioagresseurs. Sur le site de Vézénobres, les agriculteurs observent notamment que la régulation est très fluctuante selon l'ombrage et les évolutions climatiques. S'ils observent une diversité plus forte de la faune, cela concerne également certains ravageurs (limaces ou punaises) et maladie (oïdium) dont le contrôle biologique n'est pas forcément visible.

Staver et al (2001) présentent les différents paramètres à prendre en compte pour gérer et évaluer l'impact des conditions d'ombrage sur les réseaux trophiques et la santé des cultures en système agroforestier à base de caféiers. Reynolds et al (2007) présentent des résultats concernant l'effet de l'ombrage par les arbres sur la photosynthèse, la croissance et les rendements de cultures avec un métabolisme en C3 (le soja) ou en C4 (le maïs) en milieu tempéré au Canada. D'autres expérimentations ont été conduites sur le chou (Nissen et al 1999), le maïs (Ding et Su 2010), le concombre (Ballaré et al 1995) et le radis (Newman 1986), mettant en évidence l'impact différent que pourrait avoir l'ombre des arbres sur la productivité de telle ou telle culture.

Dans le cadre de ce projet, il s'agira donc, pour les productions maraichères, d'identifier quel serait l'impact des différents paramètres caractérisant les peuplements d'arbres sur la régulation des parasites et sur le microclimat, tout en permettant une production satisfaisante pour l'agriculteur.

Problématique scientifique

Le « verger-maraicher » avec ou sans arbres champêtres de haut jet est à ce titre une voie de diversification agroforestière qui repose sur l'association d'arbres fruitiers et/ou d'arbres et arbustes champêtres avec des cultures maraichères, et qui devrait être conçu sur la base des différents principes énumérés ci-dessus. Mais en climat tempéré et compte tenu de l'évolution de l'agriculture actuelle (matériel génétique différent, contexte agroécologique perturbé, évolution de la mécanisation, certification et labellisation plus marquées, manque de savoir-faire autour de ces pratiques complexes...), de nombreuses questions nécessitent d'être explorées. Dans ce projet, une attention particulière sera portée à la diversité spécifique et variétale des cultures, l'organisation spatiale de l'agroécosystème, les méthodes de gestion du sol et les moyens d'associer la biodiversité fonctionnelle à partir des pistes de recherche proposées par divers auteurs (Altieri 1999 ; DEFRA 2004 ; Malézieux et al 2009 ; Médiène et al 2011 ; Quinkenstein et al 2009 ; Ratnadass et al 2012).

Nous analyserons dans nos expérimentations des formes variées d'associations de légumes avec des arbres fruitiers ou champêtres en modulant différents paramètres (luminosité, humidité, densité des arbres,...) pour différents systèmes de cultures et sous différentes conditions pédo-climatiques pour apporter des éléments de réponse sur l'identification des conditions optimales de densité et de diversité des arbres, ainsi que des itinéraires techniques au sol, qui permettent d'obtenir des rendements satisfaisants. 11 productions principales sont retenues : tomate, poivron, aubergine, carotte, pomme de terre, courgette, maïs doux, salade, chou, haricot vert et oignon.

Un accent particulier sera mis également sur l'analyse des pathocenoses, et du cortège de la microflore et faune auxiliaire qui pourrait avoir un effet régulateur. Dans le prolongement des travaux de Philpott et al (2008) et de Steffan-Dewenter et al (2007), il s'agit notamment de savoir à partir de quel niveau de diversification avec des arbres de haut jet, donc de « stratification verticale » et de complexité architecturale du système de culture (en prenant pour témoin des systèmes de culture sans arbres), il est possible d'observer la mise en place de fonctions écologiques permettant de réguler les bioagresseurs qui ne seraient pas observés dans les systèmes intensifs habituels sans arbres en maraichage, y compris en agriculture biologique.

Contexte local

Dans le Sud-Est de la France, des initiatives de recherche ont été lancées : Ferme pilote de la Durette (GRAB Avignon), plateforme TAB à Etoile sur Rhône (CA Drôme), Centre de Balandran (CTIFL), CEHM de Marseillan...

Le groupe de fermes identifié :

Site expérimental principal

- Terres de Roumassouze (Vézénobres, 30) : maraichage avec arbres forestiers de 18 ans. Parcelle nouvelle avec arbres fruitiers à partir de 2013/14. Modalité agroforestière : densité de 30 à 100 arbres par ha. Présence de témoins forestier et agricole sans arbre. Surface de 11 hectares.

Réseau de sites expérimentaux participatifs

- Le Lycée agricole de Carpentras (84) : légumes dans un verger conservatoire de pommiers
- Le Boulidou, (Cazilhac, 34) : maraichage sur billons associé aux arbres champêtres et aux fruitiers
- Le Jardin d'Odile (Marseillan, 34) : maraichage dans un verger d'oliviers
- Domaine des Adrets (Villedieu, 84) : maraichage sous abricotiers
- Cyrille Fatoux en (St Hilaire du Rosier, 38) : maraichage associé aux arbres fixateurs d'azote et aux fruitiers
- Ferme de la Fontaine (Barret-sur Méouge, 05) : verger-maraicher
- Domaine de la Grande Terre (Saint Etienne Vallée Française, 30) : maraichage sous couvert arboré spontané

La ferme de Vézénobres (avec des arbres forestiers variés de 18 ans) est un cas particulièrement intéressant car il présente des témoins agricoles et forestiers, pour une surface totale de 11 ha. Des expérimentations ont été conduites sur ce site pendant 15 ans par l'INRA sur les associations de bois d'œuvre avec des céréales et depuis trois ans un maraicher s'est installé en agriculture biologique pour cultiver sous ces arbres qui forment une canopée presque continue par endroit. De nombreuses données pédoclimatiques sont donc mobilisables pour notre étude. Le site sera partagé en 2, correspondant à deux approches scientifiques : la partie exploitée actuellement par les maraichers avec tests variétaux en densités variables fera l'objet d'une approche systémique ; la partie actuellement non cultivée sera mis en culture en mode expérimental par les équipes mobilisées pour le projet et fera l'objet d'une approche analytique avec comparaison de témoins agricoles et forestiers purs.

La pratique du maraichage sous des arbres âgés formant une canopée soulève actuellement de nombreuses questions, pousse à tester différentes espèces et variétés dans différentes conditions, à tester de nouvelles associations,.... L'ensemble des autres fermes choisies pour ce projet ont des arbres installés depuis 15 à 20 ans. L'expérimentation porte donc sur l'interaction des cultures annuelles avec des arbres bien implantés dans des systèmes où la gestion de la concurrence aérienne ou racinaire présente un enjeu réel.

- objectif(s),

L'objectif du projet est d'améliorer les itinéraires techniques des systèmes de maraichage agroforestier par l'étude des interactions arbres-cultures. L'action centrale est de mettre en place et de faire fonctionner des systèmes de culture maraichers en conditions agroforestières par comparaison avec des conditions de cultures pures. Il s'agit de faire varier les paramètres qui conditionnent selon nos hypothèses la croissance des cultures en association avec les arbres champêtres ou fruitiers de façon à (1) vérifier nos hypothèses et (2) identifier les conditions optimales de croissance des légumes testés.

- Description du projet et méthodologie utilisée

Le projet se décline en 5 actions, communes aux 3 partenaires (Agrooof, PSH, Ecodéveloppement).

Action 0) Diagnostic et conception des protocoles

Responsable : M. Tchamitchian, UMR Ecodéveloppement.

Cette action est la base des actions de recherche suivantes. Il s'agit de :

- I) Faire le point sur les connaissances existantes
- II) Faire un diagnostic agronomique et socio-économique du site pilote principal (Domaine de Roumassouze) et des sites du réseau pilote (cf tableau en annexe).
- III) Identifier les principales hypothèses de travail et concevoir les protocoles des actions suivantes en concertation avec les gestionnaires de site. Nous nous appuierons sur le travail initial d'identification des paramètres déterminants pour l'association des arbres et des légumes et des indicateurs de suivi pour étudier le fonctionnement de tels systèmes (Gaspari 2011, Godin 2013, Sieffert 2013).

Les itinéraires techniques seront conçus selon une méthodologie participative avec les chercheurs impliqués dans le projet, les agriculteurs des fermes participantes et les expérimentateurs participant aux différents suivis pour résoudre des problématiques que les agriculteurs rencontrent dans leur pratique ou pour répondre à des questions que se posent les agriculteurs sur les conditions de croissance, de production ou de gestion phytosanitaire des cultures sous un couvert arboré. La conception se fera aussi selon une démarche de construction itérative sur la base de références existantes et des connaissances des producteurs dans un processus de co-construction, tel que développé par certains auteurs (Debaeke et al. 2009 ; Drinkwater 2002 ; Lançon et al. 2008 ; Le Gal 2009 ; Navarette et al. 2010, Sadok et al. 2008 ; Vereijken 1997). Nous adopterons une démarche de conception en boucle des prototypes Conception / Mise en œuvre / Analyse / Evaluation / Ajustement de l'itinéraire technique.

- (1) A partir des objectifs, hypothèses et contraintes identifiées, les prototypes proposés sont évalués sur la base de différents critères pour faire évoluer progressivement les prototypes avant mise en œuvre et expérimentation sur le terrain ; les systèmes de cultures retenus sont alors mis en place ;
- (2) Les systèmes mis en œuvre font à leur tour l'objet d'une étude sur la base de plusieurs critères relevant des trois thèmes d'étude ci-dessus pour être évalués au fur et à mesure de leur fonctionnement ;
- (3) Pour préparer la saison de culture suivante, les systèmes testés sont évalués pour vérifier si les hypothèses proposées sont vérifiées, si elles peuvent être formulées de façon plus structurante ou si elles doivent être reformulées. Les itinéraires techniques sont alors soit retestés dans leur forme initiale ou modifiés pour pouvoir mieux répondre aux questions posées.

Le choix des indicateurs et de certains dispositifs expérimentaux se fera également en concertation avec le CASDAR SMART axé sur le suivi d'exploitations en maraichage associé à des arbres fruitiers.

Action 1) La compétition pour la lumière et l'effet de l'environnement aérien

Responsable : André Sieffert, Agrooof.

Différentes modalités de gestion contribuent à contrôler la compétition lumineuse et à influencer le microclimat tels que la gestion de l'architecture des arbres par l'élagage des troncs et l'émondage des houppiers dans des densités d'arbres variables ou encore les éclaircies pour diminuer la densité d'arbres.

Selon ces différentes modalités, plusieurs paramètres seront mesurés : température, humidité, fraction de rayonnement solaire reçu,...etc. Les paramètres finalement mesurés seront précisés et validés suite à l'action 0.

Nous ferons varier la densité de l'ombre en jouant sur l'architecture des arbres et sur le nombre de branches par élagage sélectif, ou en jouant sur la densité des arbres en faisant une éclaircie sélective dans un couvert régulier d'arbres. Il est aussi envisagé d'analyser l'état de stress hydrique des cultures et leurs besoins en eau. Concernant le calcul d'impact de l'ombrage des arbres, nous ferons des mesures par photographies hémisphériques traitées par le logiciel GLA (Gap Light Analyser) pour identifier les conditions existantes de rayonnement direct et diffus par cycle de production ainsi que les valeurs de LAI et de proportion d'ouverture de la canopée agroforestière. Nous utiliserons également le modèle Qualitree pour simuler l'effet de différentes options de gestion sur le rayonnement total reçu par les cultures, en se basant sur les premiers résultats de simulation présentés par Sieffert (2013).

Action2) Les conditions d'alimentation et de croissance des cultures en fonction :

- a. de la gestion du sol (présence d'un engrais vert, couverture du sol, fertilisation par un amendement organique, méthodes de travail du sol (des méthodes simplifiées ou de semis sous couvert végétal seront testées),...)
- b. des interactions des légumes avec les arbres, des associations des légumes avec des engrais verts, notamment des légumineuses fixatrices d'azote, ou des associations entre espèces de légumes : avec des espèces légumineuses (fèves, haricot,...), avec les oignons, connus pour leur capacité mycorhizotrophe, pour tester des associations ayant des interactions variables en terme d'occupation du sol ou de l'espace aérien.

Responsable : André Sieffert, Agroof.

Action 3) La santé du système

Responsable : Yvan Capowiez, UMR PSH

La diversité des cultures peut apporter des conditions de nutrition particulières et jouer sur les interactions biotiques pour la régulation des bioagresseurs. La nature des fertilisants, des couverts végétaux et des méthodes de travail du sol peuvent conditionner l'alimentation minérale et la santé du système. Les conditions d'ombrage peuvent également avoir une influence sur les conditions de nutrition minérale, de dynamique des auxiliaires et des bioagresseurs. Dans cette action les objectifs seront les suivants :

- a. Estimer le contrôle biologique des principaux ravageurs identifiés pour les productions étudiées,
- b. Etudier les interactions biotiques entre différents constituants du système ainsi que la dynamique des auxiliaires et des bioagresseurs.

Action 4) Communication et formation

Responsable : Daniele Ori, Agroof

Cf paragraphe suivant.

Valorisation des résultats

Organisation de journées de terrain essentiellement. Avec compte rendu et liens en ligne sur nos sites internet.

Organisation d'une journée débat en streaming, accessible sur toute la France, à destination des professionnels de la filière.

Sessions de formation.

Rapport final en ligne avec synthèse de 20 pages

Résultats attendus et livrables

Action 0 – Diagnostics initiaux et élaboration des protocoles

L0.1 : Diagnostic des exploitations retenues pour le projet

L0.2 : Proposition des protocoles pour Vézénobres et pour le réseau des sites pilotes.

Action 1 : Compétition pour la lumière et effet de l'environnement aérien

L1.1 : Etude de l'impact des arbres et leur gestion sur la compétition pour la lumière

L1.2 : Etude microclimatique des systèmes agroforestiers (température et humidité)

Action 2 : Conditions d'alimentation et de croissance des cultures

L2.1 : Etude de l'impact des arbres sur les propriétés biologiques du sol (cf annexe 2)

L2.2 : Etude des populations de lombricidés présents sur les parcelles expérimentales.

L2.3 : Etude de la gestion du sol sur les productions étudiées.

L2.4 : Etude des conditions de croissance et de développement des cultures en fonction de la complexité des associations arbres/cultures/couverts.

Action 3 : Santé du système

L3.1 : Evaluation de l'impact de l'agroforesterie sur les principaux ravageurs identifiés

L3.2 : Etude des populations d'oiseaux présentes et étude de faisabilité d'aménagements de nichoirs (mésanges et chouettes)

L3.3 : Etude des interactions biotiques entre les paramètres des aménagements agroforestiers et la dynamique des auxiliaires et des bioagresseurs.

L3.4 : Etude de faisabilité d'itinéraires techniques pour favoriser les mécanismes de biocontrôle.

L3.5 : Proposition d'outils d'aide à la réflexion pour des aménagements innovants

Action 4 : Diffusion

L4.1 : Rapport synthétique sur les principaux résultats.

L4.2 : Organisation des journées d'échange et de formation.

Calendrier de réalisation

	2014				2015				2016			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
L0.1 : Diagnostic	■				■							
L0.2 : Protocoles	■											
L1.1 : Lumière	■				■							
L1.2 : Microclimat	■				■							
L2.1 : Sol					■				■			
L2.2 : Lombricidés					■				■			
L2.3 : ITK	■				■							
L2.4 : Association cultures					■				■			
L3.1 : Ravageurs					■				■			
L3.2 : Oiseaux					■				■			
L3.3 : Aménagement et biocontrôle					■				■			
L3.4 : ITK et biocontrôle.					■				■			
L3.5 : Pistes d'aménagements					■				■			
L4.1 : Synthèse résultats.					■				■			
L4.2 : Journées et formation					■							

CV du chef de projet

FABIEN LIAGRE

Expérience**CONSULTANT INDEPENDANT EN AGROFORESTERIE**

Depuis 2009 : Création de la SARL AGROOF (2 associés : Fabien Liagre et Nicolas Girardin, et 3 salariés). Puis convertie en SCOP (société coopérative et participative) en 2013.

Agroof a deux activités principales: bureau d'étude et de formation en agroforesterie (suite de Agroof Développement en profession libérale). La SARL initie une activité de production audiovisuelle (production de documentaire et d'une collection de cahiers DVD techniques autour de l'arbre et de l'agriculture durable).

2000-2008: installation comme consultant sous le statut de la profession libérale intervenant dans le domaine de l'agroforesterie et du développement rural.

Création du Bureau d'Etudes AGROOF Développement, assurant le lien entre la recherche et le développement. Principaux partenaires : MAAPAR, MEDD, Chambres d'Agricultures, INRA, Conseils Généraux et Régionaux, Ecoles d'Agronomie et Forestières, et CRPF.

Principales missions et études réalisées :

- 2014-2018 : Projet Européen AgForward, sur l'étude des systèmes agrosylvopastoraux. Responsable du WP9 Communication et diffusion (26 partenaires, Call FP7, budget de 6 millions d'euros).
- 2012-2014 : Coordination du Projet AgriSol (AAP REACTIF de l'ADEME). Etude du bilan carbone organique en agroforesterie. Partenaire : INRA Bioemco, INRA System, IRD Eco Sol, Université de Rennes.
- 2009-2010. Etude de l'impact de l'agroforesterie sur les bilans hydriques et azote. Projet de collaboration INRA Agroof avec financement Agence de l'Eau RMC.
- Projets de recherche ANR en cours où Agroof apparait comme partenaire ou prestataire : INTENS&FIX, ECOSFIX, AGROCOP. Partenaires principaux : INRA, CIRAD, AFAF. Fin des projets en 2014.
- 2009-2011 : partenaire du projet CAS DAR Agroforesterie, coordonné par la Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres. Responsable de l'action concernant l'évaluation de l'impact de l'arbre sur le sol.
- 2006-2008 : coordination du programme de développement de l'agroforesterie en France. 20 départements, 24 partenaires institutionnels (Chambres d'Agriculture, Civam, CRPF, INRA et Centre de Transfert de l'Agro de Montpellier). La finalité du programme est de structurer le développement de l'agroforesterie en France et de mettre en place un programme de recherche développement sur 5 ans. Voir le site : www.agroforesterie.fr.
- 2002-2005 : Contrat de 3 ans à l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture dans le cadre du programme européen de Recherche Développement en Agroforesterie SAFE coordonné par l'Inra de Montpellier. L'objectif était de mesurer la faisabilité de l'agroforesterie selon le point de vue des acteurs de terrain et de proposer une réglementation européenne pour l'agroforesterie (Leader du workpackage 2 : European silvoarable knowledge). En parallèle de la gestion du programme européen, animation du dossier agroforesterie au niveau de l'ensemble des Chambres d'Agriculture (Information, formation, réflexion sur le statut fiscal et foncier en partenariat avec les Ministères concernés, suivi de projets). Co-organisation des conférences de clôture à Paris et à Bruxelles.
- Animation du Programme départemental de Recherche en Agroforesterie sur le Domaine de Restinclières, sous la coordination scientifique de l'INRA de Montpellier, et financé par le Conseil Général de l'Hérault (PIRAT – 2003 à 2012). Dans le cadre de PIRAT : Etude technico-économique des aménagements réalisés et réalisation de panneaux et fiches de communication autour du thème de l'agroforesterie.

Formation

1986-90**ISTOM - LE HAVRE****Diplôme d'Etudes Supérieures Techniques d'Outre-Mer****Ecole d'agroéconomie tropicale
Spécialisation en aménagement
de terrain****1992-93****ENGREF - MONTPELLIER****Diplôme de Spécialisation
Post Universitaire****Agroforesterie et foresterie rurale en milieu
méditerranéen**

Publications

Liagre F., Girardin N., (2011). Agroforesterie, enjeux et perspectives. DVD documentaire 17 mn avec répertoire réglementations et politique aménagement, Agroof Productions.

Liagre F., Girardin N., (2009). Agroforesterie, produire autrement. DVD documentaire de 65 mn en HDV, Agroof Productions.

Liagre F., Dupraz C., (2008). Agroforesterie, des arbres et des cultures. Guide pratique de l'agroforesterie qui associe arbres et cultures sur une même parcelle. Avec le soutien du Ministère de l'Agriculture. Editions France Agricole, 417 p.

Liagre F. (2006) Les haies rurales, fonction, création, entretien – Editions France Agricole, 320 p.

Liagre F. (2005) Numéro spécial de la Revue des Chambres d'Agriculture, Agroforesterie: produire autrement – Numéro Août/sept 2005, 32 pages

Liagre F., (1993). Les pratiques de cultures intercalaires dans la noyeraie fruitière du Dauphiné. Mémoire de Mastère en Sciences Forestières, ENGREF, Montpellier, 80 pp

Eichhorn M, Paris P, Herzog F, Incoll L, Liagre F, Mantzanas K, Mayus M, Moreno G, Papanastasis V, Pilbeam D, Pisanelli A and Dupraz C 2006 Silvoarable Systems in Europe : Past, Present and Future Prospects. Agroforestry Systems 67, 29-50.

Graves A.R., , P.J. Burgess, J.H.N. Palma, F. Herzog, G. Moreno, M., Bertomeu, C. Dupraz, F. Liagre, K. Keesman, W. van der Werf, A., Koeffeman de Nooy, J.P. van den Briel, 2006. Development and application of bio-economic modelling to compare silvoarable, arable and forestry systems in three European countries. Ecological Engineering

Graves A.R., P. J. Burgess, F. Liagre, J-P. Terreaux, C. Dupraz, 2005, Development and use of a framework for characterising computer models of silvoarable economics, Agroforestry Systems, 65, 53-65. Erratum Agroforestry Systems, 2005, 65 :253.

Palma J H N, Graves A R, Bunce R G H, Burgess P J, de Filippi R, Keesman K J, van Keulen H, Liagre F, Mayus M and Moreno G, 2007. Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe. Agriculture, Ecosystems & Environment 119, 320-334.

Coulon F, Dupraz C, Liagre F, Pointereau P, (2001) Étude des pratiques agroforestières associant des arbres fruitiers de haute tige à des cultures ou des pâtures, Solagro/Inra, Ministère de l'Aménagement et du Territoire et de l'Environnement, 199 pp.

Dupraz C., Lagacherie M., Liagre F., Boutland A., (1995). Perspectives de diversification des exploitations agricoles de la région Midi-Pyrénées par l'agroforesterie. Rapport de fin d'étude commandité par le Conseil Régional Midi-Pyrénées, Inra-lepse éditeur, Montpellier, 253 pp.

Dupraz C., Lagacherie M., Liagre F., Cabannes B., (1996). Des systèmes agroforestiers pour le Languedoc-Roussillon. Impact sur les exploitations agricoles et aspects environnementaux. Inra-Lepse éditeur, Montpellier, 418 pp.

Dupraz C., Liagre F., Manchon O., Lawson G. (2004). Implications of legal and policy regulations on rural development: the challenge of silvoarable agroforestry in Europe. In J. Parotta et al. (editors) Meeting the Challenge: Silvicultural Research in a changing world. IUFRO Division 1 Conference Proceedings, Montpellier, France, pp 37-39

Mary F., Dupraz C., Delannoy E., Liagre F., 1998. Incorporating agroforestry practices in the management of walnut plantations in Dauphiné, France: an analysis of farmers' motivations. Agroforestry Systems, 43(1/3): 243-256.

- Renseignements financiers -

Budget prévisionnel de fonctionnement du projet

<u>N° cpté</u>	CHARGES / Dépenses	2014	2015	2016	<u>N° cpté</u>	PRODUITS / Recettes	2014	2015	2016
60, 61, 62	Achats, services extérieurs *				70	Ventes produits et services			
	Achat matériel suivi Agroof	4000	4000	2000		-	0	0	0
	Achat matériel INRA	2000	3200	3200		-			
	Prestations sols		22000	6000		Subventions de fonctionnement acquises (à détailler***):	0	0	0
	Communication video			6000		-			
	Déplacement Agroof	5000	7000	7000		-			
	Déplacement INRA	2600	8100	8100		-			
Sous-total achats, services extérieurs	13600	44300	32300		Sous-total subventions acquises	0	0	0	
64	Charges de personnel				74	Subventions de fonctionnement demandées (à détailler***):			
	- Agroof	49140	58240	58240		-Fondation de France**	34264	67286	67286
	- INRA PSH	7325	4575	4575		- Fondation Picard	34264	34264	34264
	- INRA Ecodeveloppement	4294	4294	4294		-			
	- Stagiaires et apprenti Agroof		17040	17040		-			
	- Stagiaires INRA	2600	8800	6200		-			
					Sous-total subventions demandées	68528	134572	119268	
	TOTAL	80399	92949	107389		Total subventions			
					75	Cotisations, dons			
63, 65	Autres charges de gestion courante, Impôts et taxes				75	Produits divers			
	Gestion Agroof	2900	5400	4800		Salaires Publics	11619	8869	8869
	Gestion INRA	288	792	688					
66	Charges financières				76	Produits financiers			
	Total charges	80147	143441	128137		Total produits	80147	143441	128137

Appréciation des contributions en nature

Précisez, le cas échéant, les différents postes et, si possible, leur chiffrage en valeur monétaire

1. Bénévolat (nombre d'heures sur l'année) :
2. Dons en nature (locaux, équipement, marchandises, services) :

Budget prévisionnel d'investissement le cas échéant

EMPLOIS	2013	2014	2015	RESSOURCES	2013	2014	2015
Immobilisations (à décrire)				Ressources propres			
-				Subventions d'investissement acquises (à détailler) :			
-				-			
-				-			
-				-			
Sous-total immobilisations				Sous-total subventions acquises			
-				Subventions d'investissement demandées (à détailler) :			
-				-			
-				-			
-				-			
				Sous-total subventions demandées			
				Total subventions			
TOTAL EMPLOIS				TOTAL RESSOURCES			

Annexe 1 : liste des sites qui seront étudiés

	commune	Espèces arborées	âge de la plantation (ans)	Superficie (ha)	Espèces maraichères
Site expérimental					
Terres de Roumassouze Denis Flores	Vézénobres (34)	Noyers et autre bois d'oeuvre	18 ans	11 ha Dont 3 ha expérimentaux	diverses
Sites pilote					
Lycée agricole Valérie Sévenier et Philippe Vadot	Carpentras (84)	Pommiers (Verger Conservatoire)	15 ans	1 ha	Pomme de terre
Domaine des Adrets Thierry Tardieu, Marion Boutin et Jean-Baptiste Marandon	Villedieu (84)	Abricotiers	20 ans	0,5	Salade, Courgette
Le Jardin d'Odile Odile Sarrazin	Marseillan (34)	Oliviers	12-15 ans	0,87	diverses
Ferme de La Fontaine Ina Reese	Barret-sur-Méouge (05)	Plusieurs espèces fruitières	17 ans	1	diverses
Le Bouldou Sonia Guérin	Cazilhac (34)	Plusieurs espèces fruitières et frênes	Jeunes fruitiers et arbres spontanés anciens	1	diverses
Domaine de la Grande Terre Dominique Lussan	St Etienne Vallée Française (30)	Espèces champêtres spontanées	Arbres spontanés anciens	0,5ha	diverses

Annexe 2 : Analyse de sols proposée

Les analyses seront menées par un laboratoire indépendant (Celesta-Lab)

L'objectif est d'étudier l'impact des arbres et des itinéraires techniques sur les propriétés du sol.

Les points qui seront étudiés :

1. Détermination des unités de sol homogènes et des ITK intéressants à comparer du point de vue sol (ex. : restitution des bois de taille, distance entre la culture et les arbres, présence de couverts végétaux, ombrage plus ou moins important qui joue sur la température du sol et donc la vitesse des réactions de minéralisation/consommation des MO...)
2. Caractérisation physico-chimique et biologique à T0 de chaque unité
3. Étude des dynamiques organo-biologiques déjà en place à T0
4. Suivi des dynamiques et mise à disposition d'éléments nutritifs dans le temps de chaque unité.

La méthode suivie :

2 dates d'analyse à différentes saisons de l'année : une au printemps et une à l'automne permettrait probablement de mettre en valeur une meilleure capacité tampon des sols des parcelles agroforestières décrite par Lacombe et al (2009)

2 profondeurs d'analyse (30 cm et 50 cm)

Description d'une analyse « physico-chimique et biologique à T0 » que nous proposons dans le projet

Tamassage à 5 mm, mesure humidité, pH eau et KCl, matière organique, Calcaire total, Phosphore assimilable, bases échangeables (K₂O, MgO, CaO, NaO), CEC metson, dosage N sol, calcul C/N, fractionnement granulométrique (A, L, S), séparation et dosage C/N de la MO libre, fumigation/extraction/dosage de la biomasse microbienne, mesure des activités hydrolytiques du sol, potentiel de minéralisation du carbone et de l'azote par incubation contrôlée (28j/28°C)

Description d'une analyse « Suivi des dynamiques organo-biologiques »

Tamassage à 5 mm, mesure humidité, pH eau, matière organique, dosage N sol, calcul C/N, fractionnement granulométrique (A, L, S), séparation et dosage C/N de la MO libre, fumigation/extraction/dosage de la biomasse microbienne, potentiel de minéralisation du carbone et de l'azote par incubation contrôlée (28j/28°C)

Description succincte des analyses biologiques qui seront menées

La méthodologie d'analyse des sols repose sur 3 points :

1. Description de l'état organique du sol à l'aide de l'analyse compartimentale de la MO. Cette technique permet de quantifier en particulier la teneur en MO libre du sol, matières impliquées dans la fertilité à court terme et la stimulation des activités biologiques du sol, et en MO liée, l'humus qui structure le sol et est impliqué dans la fertilité à long terme

2. Quantification des microbes du sol par la mesure de la biomasse microbienne. Ce compartiment, constitué essentiellement par la microflore du sol (bactéries + champignons), représente le potentiel de recyclage du sol et un compartiment de stockage d'éléments fertilisants (N, P...) immobilisés dans les constituants cellulaires

3. Mesure de l'activité biologique du sol. 2 tests sont utilisés. Le premier est enzymatique et permet d'estimer un potentiel hydrolytique (= digestion) global du sol. Le second est biologique et permet d'estimer la quantité de carbone et d'azote potentiellement minéralisable dans le sol.

Annexe 3 : Bibliographie

- Altieri M.A., Farrell J. (1984) Traditional farming systems of south-central Chile, with special emphasis on agroforestry. *Agroforestry Systems* 2:3-18. DOI: 10.1007/bf02345352.
- Altieri M.A. (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74:19-31
- Altieri M.A. (2004a) Linking Ecologists and Traditional Farmers in the Search for Sustainable Agriculture *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(1) : 35-42
- Altieri M.A., Nicholls C.I. (2003a) Effects of agroforestry systems on the ecology and management of insect pest populations.
- Altieri M.A., Nicholls C.I. (2003b) Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil & Tillage Research* 72:203-211. DOI: 10.1016/s0167-1987(03)00089-8.
- Altieri M.A., Nicholls C.I. (2004a) Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press Inc.
- Ballare C.L., Scopel A. L., Roush M. L., Radosevich S. R. (1995) How Plants Find Light in Patchy Canopies. A Comparison between Wild-Type and Phytochrome-B-Deficient Mutant Plants of Cucumber. *Functional Ecology* 9(6) :859-868
- Bellon S., Desclaux D., Le Pichon V. (2010) Innovation and research in organic farming: A multi - level approach to facilitate cooperation among stakeholders. 9 European IFSA Symposium.
- Bhan M. (2010) Cropping system complexity for suppressing pests in organic vegetable production. Dissertation doctor of Philosophy, University of Florida. 220 pp.
- Butault J.P., Dedryver C.A., Gary C., Guichard L., Jacquet F., Meynard J.M., Nicot P., Pitrat M., Reau R., Sauphanor B., Savini I, Volay T. (2010) *Ecophyto R&D*. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport d'étude, INRA Editeur (France), 90 p.
- Debaeke P., Munier-Jolain N., Bertrand M., Guichard L., Nolot J.-M., Faloya V., Saulas P. (2009) Iterative design and evaluation of rule-based cropping systems : methodology and case studies. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29:73-86
- Decourtye A., Alaux C., Odoux J.F., Henry M., Vaissière B., Le Conte Y. (2012) Why Enhancement of Floral Resources in Agro-Ecosystems Benefit Honeybees and Beekeepers? In *Ecosystems Biodiversity*, C - hap 16, 371-388.
- DEFRA (2002) Development of disease control strategies for organically grown field vegetable (DOVE). Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, UK. 23 p., <http://orgprints.org/8138>
- DEFRA (2004) Factors influencing biodiversity within organic and conventional systems of arable farming. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, UK. 24 p., <http://orgprints.org/8119>
- Ding S., Su P.X. (2010) Effects of tree shading on maize crop within a Poplar-maize compound system in Hexi Corridor oasis, northwestern China. *Agroforest Syst* 80:117- 129. DOI 10.1007/s10457-010-9287-x.
- Dordas C. (2008) Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. *Agron. Sustain. Dev.* 28(1):33-46. DOI: 10.1051/agro:2007051
- Döring T.F., Storkey J., Baddeley J.A., Crowley O, Howlett S.A., McCalman H. , Pearce H., Roderick S., Jones H.E. (2012) Legume based plant mixtures for delivery of multiple ecosystems services : an overview of benefits. *The Organic Research Centre (ORC)*. *Agriculture and the Environment IX, Valuing Ecosystems: Policy, Economic and Management Interactions*. pp. 150-155.
- Drinkwater L.E. (2002) Cropping Systems Research: Reconsidering agricultural experimental approaches. *Horttechnology* 12:355-361.
- Ewel J.J. (1999) Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. *Agroforestry Systems* 45:1-21.
- Gaspari C. (2011) Viabilité et pertinence du verger maraîcher dans le Sud-Est de la France ? Mémoire de stage GRAB, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- Géneau C.E., Wäckers F.L., Luka H., Daniel C., Balmer O. (2012) Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. *Basic and Applied Ecology* 13(1):85-93. DOI: 10.1016/j.baae.2011.10.005.
- Godin E. (2013) Utilité des problèmes de satisfaction de contraintes pour l'aide à la conception de vergers maraîchers. Mémoire de fin d'études d'ingénieur de VetAgro Sup Clermont Ferrand, Unité Ecodéveloppement, INRA, Avignon, 67 pp
- Hazarika S., Parkinson R., Bol R., Dixon L., Russell P., Donovan S., Allen D. (2009) Effect of tillage system and straw management on organic matter dynamics. *Agron. Sustain. Dev.* 29 :525-533. DOI: 10.1051/agro/2009024
- Hogg B.N., Bugg R.L., Daane K.M. (2011) Attractiveness of common insectary and harvestable floral resources to beneficial insects. *Biological Control* 56(1):76-84. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2010.09.007
- Lal R. (2009) Soils and food sufficiency. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29 113-133. DOI: 10.1051/agro:2008044

- Lançon J., Beau R., Cariolle M., Munier-Jolain N., Omon B., Petit M.-S., Viaux P., Wery J. (2008) Elaboration à dire d'experts de systèmes de culture innovants. Reau, R. & Doré, T. (eds.) : Systèmes de culture innovants et durables. Quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ?, Educagri éditions 91-107.
- Lavanya, V., Mukundam, B., Raja, V. (2009) Nutrient dynamics and microbial activity in maize as effected by planting pattern, vegetable intercrops and fertility management practices. *Green Farming* 2(11):745-747
- Le Gal P.-Y. (2009) Agronomie et conception de systèmes de production innovants : concept, démarches et outils. Symposium international "Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED)", Rabat, Maroc, 14-16 mai 2009:318-328.
- Malezieux E. (2012) Designing cropping systems from nature. *Agronomy for Sustainable Development* 32:15-29. DOI: DOI: 10.1007/s13593-011-0027-z.
- Malezieux E., Crozat Y., Dupraz C., Laurans M., Makowski D., Ozier-Lafontaine H., Rapidel B., Tourdonnet de S., Valantin-Morison M. (2009) Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29:43-62
- Mediene, S., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.P., de Tourdonnet, S., Gosme, M., Bertrand, M., Roger-Estrade, J., Aubertot, J.N., Rusch, A., Motisi, N., Pelosi, C., Dore, T. (2011) Agroecosystem management and biotic interactions: a review. *Agronomy for sustainable development* 31(3):491-514. DOI: 10.1007/s13593-011-0009-1.
- Miras-Avalos J.M., Egéa G., Nicolas E., Génard M., Vercambre G., Moitrier N., Valsesia P., Gonzalez-Real M., Bussi C., Lescourret F. (2011) QualiTree, a virtual fruit tree to study the management of fruit quality. II. Parameterisation for peach, analysis of growth-related. *Trees* 25:785- 799. DOI 10.1007/s00468-011-0555-9
- Navarette M., Tchamitchian M., Aissa Madani C., Collange B., Taussig C. (2010) Elaborating innovative solutions with experts using a multicriteria evaluation tool : The case of soil borne disease control in market-gardening cropping systems. Symposium ISDA 2010 "Innovation et Développement Durable dans l'Agriculture et l'Agroalimentaire" 28 Juin-1 Juillet 2010 - Montpellier. <http://hal.archives-ouvertes.fr/ISDA2010>.
- Newman S.M. (1986) A pear and vegetable interculture system : Land equivalent ratio, light use efficiency and productivity. *Applied ExplAgric.* 22:383-392
- Nissen T.M., Midmore D.J., Cabrera M.L. (1999) Aboveground and belowground competition between intercropped cabbage and young Eucalyptus torelliana. *Agroforestry Systems* 46:83-93. DOI: 10.1023/a:1006261627857.
- Olasantan F.O. (2010) Ecophysiological role of tropical indigenous vegetable crops in intercropping systems. *Ghana Journal of Horticulture* 8:92-104.
- Philpott S.M., Arendt W.J., Armbrrecht I., Bichier P., Diestch T.V., Gordon C., Greenberg R., Perfecto I., Reynoso-Santos R., Soto-Pinto L., Tejada-Cruz C., Williams-Linera G., Valenzuela J., Zolotoff J.M. (2008) Biodiversity loss in Latin American coffee landscapes: review of the evidence on ants, birds, and trees. *Conservation Biology* 22:1093-1105. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2008.01029.x
- Quinkenstein A., Wöllecke J., Böhm C., Grünwald H., Freese D., Schneider B.U., Hüttl R.F. (2009) Ecological benefits of the alley cropping agroforestry system in sensitive regions of Europe. *Environmental Science and Policy* 12 :1112-1121.
- Ratnadass A., Fernandes P., Avelino J., Habib R. (2012) Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 32:273-303
- Reynolds P.E., Simpson J.A., Thevathasan N.V., Gordon A.M. (2007) Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in southern Ontario, Canada. *Ecological Engineering* 29:362-371
- Rosset P.M., Altieri M.A. (1997) Agroecology versus Input substitution : A fundamental contradiction of sustainable agriculture. *Society and Natural Ressources* 10:283-295.
- Rusch A., Valantin-Morison M., Sarthou J.-P., Roger-Estrade J. (2010) Biological control of insect pests in agroecosystems - effects of crop management, farming systems and seminatural habitats at the landscape scale : a review. in: D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy*, 109: 219-259.
- Sadok W., Angevin F., Bergez J.-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T. (2008) Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems : implications for using multi-criteria decision-aid methods. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 28:163-174.
- Seguy L., Bouzinac S. (1999) Cultiver durablement et proprement les sols de la planète, en semis direct. CIRAD-CA. 126 p. <http://agroecologie.cirad.fr>.

- Seguy L., Bouzinac S. (2008) La symphonie inachevée du semis direct dans le Brésil Central : le système dominant dit de « semi-direct », limites et dégâts, éco-solutions et perspectives – la nature au service de l'agriculture durable. 214 p.
- Seguy L., Bouzinac S., Maronezzi A. C. (2001) Un dossier du semis direct : systèmes de culture et dynamique de la matière organique. Dossier du CIRAD accessible sur <http://agroecologie.cirad.fr>.
- Sieffert A., 2013, Conception de systèmes « vergers-maraichers » associant arbres fruitiers, légumes et arbres champêtres - Application au cas de la ferme agro-écologique pilote de la Durette. Projet soutenu par la Fondation de France, document du GRAB et de l'Unité INRA-PSH, Avignon, 190 pp.
- Simon S., Brun L., Guinaudeau J., Sauphanor B. (2011) Pesticide use in current and innovative apple orchard systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 2011, 31: 541-555.
- Stamps W.T., McGraw R.L., Godsey L., Woods T.L. (2009) The ecology and economics of insect pest management in nut tree alley cropping systems in the Midwestern United States. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 131:4-8. DOI: 10.1016/j.agee.2008.06.012.
- Staver C., Guharay F., Monterroso D., Muschler R.G. (2001) Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems* 53:151-170. DOI: 10.1023/a:1013372403359.
- Steffan-Dewenter I., Kessler M., Barkmann J., Bos M.M., Buchori D., Erasmi S., Faust H., Gerold G., Glenk K., Gradstein S.R., Guhardja E., Hartevelde M., Hertel D., Hoehn P., Kappas M., Koehler S., Leuschner C., Maertens M., Marggraf R., Migge-Kleian S., Moge J., Pitopang R., Schaefer M., Schwarze S., Sporn S.G., Steingrebe A., Tjitrosoedirdjo S.S., Tjitrosoemito S., Twele A., Weber R., Woltmann L., Zeller M., Tscharntke T. (2007) Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104:4973-4978. DOI: 10.1073/pnas.0608409104.
- Tooker J.F., Frank S.D. (2012) Genotypically diverse cultivar mixtures for insect pest management and increased crop yields. *Journal of Applied Ecology* 49:974-985. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2012.02173.x.
- Valet S. (2011) Cultures associées multi-étagées traditionnelles innovantes. Services écologiques : résilience et durabilité des éco-agro-systèmes. Colloque « *Production agricole* »: pour une réconciliation entre durabilité et rentabilité économique » 6-9 juin 2011- Université Ouverte de Ho Chi Minh, Viet Nam.
- Ved P., Bhattacharyya R., Govindan S. (2007) Long-term effects of fertilization on some soil properties under rainfed soybean-wheat cropping in the Indian Himalayas . *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170(2) : 224-233. DOI: 10.1002/jpln.200622032
- Vereijken P. (1997) A methodical way of prototyping integrated and ecological arable farming systems (I/EAFS) in interaction with pilot farms. *European Journal of Agronomy* 7:235-250.