

Appel à projets R&D REACTIF 2

« REcherche sur l'Atténuation du Changement Climatique par l'agriculture et la Forêt »

Edition 2013

Dossier de demande d'aide

Les dossiers de demande d'aide doivent être présentés par les candidats de la manière détaillée ci-après.

Préambule

- Penser à mettre la table des matières à jour
- Citer toutes les références bibliographiques au chapitre 6
- Les nombres maximums de pages proposés ainsi que les canevas de réponses peuvent être réduits en fonction de leur intérêt et de leur pertinence dans le cadre du projet proposé. **Les dossiers attendus sont de l'ordre de 20 pages et ne devront pas dépasser 35 pages.**
- Certaines rubriques sont également à remplir par copier/coller sur la plate-forme de dépôt en ligne «appelsaprojets.ademe.fr».

Le fichier Excel (annexe financiere.xls) joint au présent document concerne les renseignements financiers. Ce fichier doit également être dûment rempli et déposé sur la plate-forme de dépôt en ligne «appelsaprojets.ademe.fr» avant la clôture de l'APR REACTIF 2 fixée au **26 juin 2013 à 15h00**.

Toute question concernant cet APR doit être adressé par courriel à l'adresse : apr.reactif@ademe.fr

Fiche descriptive du projet (max 2 pages)

Ces éléments doivent être également télédéposés sur le site « appelsaprojets.ademe.fr »

Acronyme

Parasol

Titre du projet en français	Etude d'impact du microclimat agroforestier adulte en systèmes d'élevage ovin.		
Titre du projet en anglais	Impact study of mature agroforestry microclimate on a ruminant breeding system.		
Mots clés :	Agroforesterie, prairie, comportement animal, climat, production fourragère, carbone, adaptation, bilan GES.		
Thème(s) couvert(s) par le projet :	Les 3 thèmes de l'appel à projets sont couverts par le projet. Le projet porte avant tout sur l'adaptation d'un système - reconnu comme à vocation carbone - face aux effets du changement climatique.		
Disciplines mobilisées	Agronomie Zootechnie Agroforesterie Ethologie Sciences du sol Génétique végétale et animale Ecophysiologie végétale et animale Modélisation		
Coordinateur	Organisme, laboratoire Nom de la personne impliquée et mél		
Equipe(s) associée(s)	Equipe 1	AGROOF Fabien Liagre, Camille Béral, Antoine Marin, Daniele Ori Mél : liagre@agroof.net	
	Equipe 2	Lasalle Beauvais Dorothee Bizeray-Filoche, David Grandgirard, Mél : dorothee.bizeray@lasalle-beauvais.fr	
	Equipe 3	IDELE Jean Christophe Moreau, Denis Gautier, Eric Pottier Mél : Eric.Pottier@idele.fr	
	Equipe 4	INRA Lusignan Jean-Claude Emile, Sandra Novak Mél : sandra.novak@lusignan.inra.fr	
	Equipe 5	Inra Clermont-Theix-Lyon 1354UERT (Unité d'Expérimentation sur les Ruminants de Theix) Mickaël BERNARD, Hervé TOURNADRE, Eric Villeneuve Mél : mickael.bernard@clermont.inra.fr	
	Equipe 6	Inra Clermont-Theix-Lyon 1213UMRH (Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores) Cécile GINANE, Véronique DEISS, Donato ANDUEZA, Marie-Madeleine MIALON	
Budget total	643 665 €	Durée du projet	36 mois
Aide demandée	229 317 € (36%)	(max : 36 mois)	

Résumé (1 page maximum) :

Le développement récent de l'agroforesterie témoigne d'un intérêt soutenu des agriculteurs. Depuis la réforme des réglementations à partir des années 2000, les systèmes agroforestiers sont mieux reconnus par le monde professionnel, et le nombre de projets va croissant, d'année en année. Cependant, des questions techniques demeurent. Car l'agroforesterie a ceci de différent avec les autres pratiques agricoles, c'est qu'elle se conçoit sur le long terme et que les processus en jeu sont complexes. « Temps » et « complexité » rendent son étude peu aisée car il est difficile d'étudier sur la durée des systèmes agroforestiers in situ.

Cependant, un dispositif expérimental ancien existe.

Les premières parcelles expérimentales ont été mises en place par le CEMAGREF (aujourd'hui IRSTEA) à la fin des années 80 en Auvergne (35 parcelles). Il s'agissait de tester la production de bois d'œuvre sur prairie dans des systèmes d'élevage ovin et bovins. L'INRA et le Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) du Languedoc Roussillon ont emboîté le pas en 1989 (8 parcelles). Puis de nouveau le CEMAGREF dans le Pas de Calais en 1990 (10 parcelles). Doté de témoins agricoles et forestiers, ce réseau de 53 parcelles offre aujourd'hui une opportunité unique, celle de pouvoir étudier et quantifier l'impact de systèmes agroforestiers adultes sur la production de bois et fourrage et sur la production animale, dans les problématiques d'atténuation et/ou d'adaptation au changement climatique.

Tels sont les objectifs que nous nous proposons de mener au sein du projet « **Parasol** ».

La première action sera de rencontrer l'ensemble des éleveurs et techniciens ayant contribué au réseau des 53 parcelles, afin de caractériser les systèmes d'exploitations, les protocoles mis en place et faire un état des lieux des parcelles 25 ans après leur mise en place.

Fort d'un système expérimental âgé, on peut s'attendre à ce que les arbres impactent pleinement les conditions microclimatiques de la parcelle. Une opportunité pour notre étude qui permettra d'évaluer le potentiel d'adaptation au changement climatique de systèmes agroforestiers arrivés à maturité. Nous étudierons l'impact des arbres au sein du système Arbre-Prairie-Animal dans trois contextes climatiques variés: plaine tempérée (Pas de Calais), semi-montagnard (Auvergne) et Méditerranée (Languedoc-Roussillon).

Nous mesurerons la production quantitative et qualitative de la biomasse totale des parcelles (arbre : bois d'œuvre, branche et feuilles ; et prairie). Nous mettrons particulièrement l'accent sur le suivi de la production herbacée dans le temps et selon sa distance à l'arbre (effet de compétition). La production fourragère des feuilles sera également étudiée (composition, qualité, digestibilité) à des périodes clés pour l'éleveur, notamment en période de sécheresse (début d'été et fin d'été). Dans le même temps, le comportement et les performances des ovins seront mesurés en fonction de la présence ou non des arbres.

L'ensemble de ces expérimentations permettront de tester l'occurrence des systèmes de productions associés (arbres/pâtures), dans leur adaptation aux changements climatiques. Elles permettront de plus, de fournir des références quantitatives sur la séquestration de carbone à un temps donné, de systèmes agroforestiers âgés ; des données qui seront destinées à servir les modèles utilisés dans l'évaluation du potentiel des pratiques agricoles à séquestrer du carbone durablement et à atténuer par la même le changement climatique.

Enfin, l'ensemble de ces expérimentations permettront de nourrir les futurs thèmes de recherche pour les équipes scientifiques partenaires, que ce soit dans le cadre de dispositifs expérimentaux nouveaux ou de recherche participative en lien avec le réseau d'éleveurs innovants (réseau Base Agroforesterie). L'accent sera mis également sur la valorisation pédagogique des sorties du projet (modules de formation pour lycées agricoles et mise en place de parcelles en partenariat avec des lycées candidats).

SOMMAIRE

1.CONTEXTE ET POSITIONNEMENT DU PROJET.....	5
1.1.CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL ET ENJEUX ÉCONOMIQUES ET SOCIÉTAUX.....	5
1.2.POSITIONNEMENT DU PROJET.....	6
2.DESCRPTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.....	7
2.1.ÉTAT DE L'ART.....	7
2.2.OBJECTIFS ET CARACTÈRE AMBITIEUX/NOVATEUR DU PROJET.....	9
3.PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET.....	11
3.1.PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET	11
3.2.MANAGEMENT DU PROJET.....	12
3.3.DESCRPTION DES TRAVAUX PAR TÂCHE.....	13
3.3.1.Tâche 1 – Analyse des systèmes d'élevage ex-ante (Coord. Agroof).....	13
3.3.2.Tâche 2 - Evaluation de la disponibilité fourragère herbacée et évaluation des modes de gestion de l'alimentation au pré (Coord. IDELE).....	14
3.3.3.Tâche 3 - Composition et digestibilité des ressources fourragères arborées et intérêt pour l'alimentation des troupeaux – (coord. INRA Lusignan).....	15
3.3.4.Tâche 4 – Impact des arbres sur le comportement et les performances zootechniques des troupeaux d'ovins (Coord. : INRA UERT-UMRH).....	17
3.3.5.Tâche 5 - Etude des performances globales des systèmes agroforestiers (Coord. Lasalle Beauvais)..	19
<i>On évaluera en parallèle les performances organisationnelles et sociales de sorte de considérer et prendre en compte les modifications d'organisation imputables tant aux travaux supplémentaires requis pour l'entretien et l'affouragement arboré qu'aux économies d'intervention en périodes extrêmes du fait du potentiel d'adaptation des pâturages arborés. La méthodologie retenue est celle du Bilan Travail et Attelage (BTA; Hostiou 2008) développée par l'Institut de l'Elevage. Des adaptations à cette méthode pour intégrer de manière précise la variabilité des temps investis pour l'entretien comme pour l'affouragement arboré seront proposés. Ils seront estimés auprès des éleveurs suivis comme tirés d'expériences autres auprès d'exploitations en agroforesterie. Elles devront en outre tenir compte de la fréquence locale et régionale des risques climatiques.</i>	20
3.3.6.Tâche 6: Communication et diffusion des résultats (Coord. Agroof).....	20
3.4.CALENDRIER DES TÂCHES, LIVRABLES ET JALONS.....	21
4.STRATÉGIE DE VALORISATION DES RÉSULTATS ET MODE DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RÉSULTATS.....	22
5.ORGANISATION DU PARTENARIAT.....	23
5.1.DESCRPTION DES PARTENAIRES.....	23
5.2.TABLEAU DES PROJETS IMPLIQUANT LES PARTENAIRES DE PARASOL.....	31
5.3.QUALIFICATION DU COORDINATEUR ET COMPLÉMENTARITÉ DES ÉQUIPES.....	32
6.RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	33

1. Contexte et positionnement du projet

1.1. Contexte environnemental et enjeux économiques et sociétaux

1 page max

Les systèmes agroforestiers sont reconnus depuis quelques années dans le cadre de l'atténuation du changement climatique, notamment en climat tropical (accords de Kyoto par exemple). Les travaux de l'INRA de Montpellier sont d'ailleurs largement cités par la Commission européenne dans les options crédibles pour la lutte contre le changement climatique (Pijnappels 2012). L'importance de ces systèmes sur le volet adaptation en climat tempéré est par contre moins étudiée.

Sur le terrain, depuis la réforme des réglementations engagée en 2001, le nombre de projets récents progresse et leur surface dépasse les 10 000 ha en 2012 (Liagre et al. 2012). Cette augmentation pose la question de l'accompagnement sur le terrain et soulève surtout de nouvelles questions de recherche, notamment dans une perspective de prise en compte grandissante de l'agroécologie. L'agroforesterie est d'ailleurs citée comme un système de production adapté aux enjeux agro-environnementaux actuels, et devant faire l'objet d'une recherche approfondie tel que recommandé dans le rapport Agroécologie de l'INRA pour la période 2010-2020 (Guillou 2013).

Pour le secteur de l'élevage, dans un contexte de changement climatique, responsable en partie de la stagnation des rendements agricoles (Brisson et al. 2010), les éleveurs doivent faire face à un contexte économique difficile : l'indice IPAMPA (Indice des prix d'achat des moyens de production agricole) montre une constante hausse depuis sa création, il est passé de 98 en 2005 à 134 aujourd'hui. Couplé à des sécheresses régulières qui affectent l'autonomie fourragère et plus globalement l'autonomie alimentaire, ces évolutions fragilisent les exploitations.

La fréquence des sécheresses impacte fortement le prix de la paille et des céréales, augmentant les charges des exploitations d'élevage. Les éleveurs doivent aujourd'hui anticiper les conséquences de ces évolutions. Cela passe entre autre par l'intégration de nouvelles dynamiques annuelles des productions fourragères : creux estival de plus en plus accentué, avance de la production printanière et une production hivernale non négligeable (Ruguet et al. 2012) qui permettrait de limiter les conséquences du changement climatique. Toutefois, à très long terme, d'ici la fin du siècle, une dégradation rapide des rendements des prairies est possible, avec pour conséquence l'obligation dans de nombreuses zones de devoir rentrer les animaux l'été, ou du moins les affourager à l'extérieur (Moreau et al. 2008).

Dans un futur proche l'allongement des périodes de pâturage est considéré comme l'une des clés d'adaptation des systèmes d'élevage herbivores pour répondre aux évolutions de contexte qu'il soit climatique (Chenais et Le Roux 1996) ou économique (hausse du prix des intrants). L'allongement de la durée de pâturage, vers des périodes de moindre production fourragère, sur prairies ou sur parcours, permet des économies importantes en fourrages stockés et en concentrés sans dégrader les performances des animaux (Pottier et al. 2001).

L'implantation d'arbres en prairie ou céréales peut avoir une influence considérable en modérant la température de l'air et du sol, en accroissant l'humidité relative (Lal et Cummings 1979) et d'autre part, en limitant l'évapotranspiration et le stress azoté des cultures (Dupraz et al. 2012). Ces effets bénéfiques à la croissance des cultures sont mis à profit dans de nombreux systèmes d'agroforesterie (Weber et Hoskins. 1983; Vergara et Briones 1987). Par transposition aux exploitations d'élevage herbivore, l'arbre serait un réel élément de soutien et d'adaptation au changement climatique, en période estivale, mais également en période hivernale en assurant un rôle de protection des animaux vis-à-vis des intempéries.

En plus de la ressource fourragère disponible sous les arbres, le feuillage et les fruits des arbres constituent une ressource non négligeable pour l'élevage : elle permet de combler une pénurie de fourrage sur l'exploitation en cas de sécheresse et de sécuriser le système (Gautier et al. 2011) et d'étaler l'offre fourragère dans l'année (Balandier 2004 ; Agreil et Greff 2008). Enfin, la qualité fourragère en minéraux et oligo-éléments des feuilles ou fruits des arbres pourrait en faire d'excellents aliments, notamment pour les animaux en lactation, notamment à des périodes de faibles ressources herbacées (Bertrand 1997; Liagre 2006).

1.2. Positionnement du projet

Préciser notamment :

- **positionnement du projet par rapport au contexte** développé précédemment : vis-à-vis des projets et recherches concurrents, complémentaires ou antérieurs, des brevets et standards...
- **si le projet s'inscrit dans la continuité de projet(s) antérieurs déjà financés par l'ADEME ou d'autres financeurs**. Dans ce cas, présenter brièvement les résultats acquis.
- **positionnement du projet par rapport au(x) thème(s) et aux priorités de l'appel à projets**.
- **positionnement du projet aux niveaux européen et international**.

En 2013 a été lancé le projet Agripsol financé dans le cadre de l'AAP REACCTIF 1. La finalité du projet est d'étudier le bilan carbone en agroforesterie, essentiellement axé sur l'impact des peuplements d'arbres sur le niveau de carbone stocké dans le sol. Une des actions de ce projet est de réaliser une campagne d'analyses de sol dans une vingtaine de parcelles agroforestières, dont certaines seront retenues ici dans les actions de Parasol. Mais si Agripsol se positionne davantage sur les aspects atténuation vis-à-vis des effets du changement climatique, Parasol sera davantage tourné vers le potentiel d'adaptation des systèmes agroforestiers à ces changements. Néanmoins, il sera mesuré également dans le présent projet à la fois les croissances des arbres (et donc les quantités de carbone séquestrées dans la partie aérienne), et l'impact sur le système d'élevage, ce qui permettra de réaliser des bilans complets de GES des exploitations étudiées grâce à l'intégration des données carbone du sol obtenues dans Agripsol.

En 2014 a débuté le projet européen Agforward pour une durée de 4 années. Constitué de 26 équipes européennes représentant 16 pays, ce projet permettra l'étude des systèmes agrosylvopastoraux en Europe. Agroof est coordinateur du WorkPackage Communication de ce projet portant sur l'ensemble des systèmes agrosylvopastoraux. L'IDELE et l'INRA de Lusignan, également partenaires du projet travailleront sur les aspects modélisation, mais à partir de 3 parcelles expérimentales uniquement. Agroof est également chargé de traduire le modèle YieldSAFE en format web, modèle de simulation de projets retenu dans Agforward. Créé lors du projet européen SAFE (coordonné par l'UMR SYSTEM de l'INRA de Montpellier) YieldSAFE est un modèle biophysique coréalisé par l'Université de Cranfield (actuel coordinateur d'Agforward) et l'Université de Lisbonne, permettant de produire des chronologies de rendements d'arbres et de cultures dans différents contextes pédoclimatiques. Les résultats de Parasol permettront d'enrichir le nombre de cas étudiés et d'analyser davantage de paramètres non prévus dans le projet européen (étude du comportement animal, suivi de la production fourragère, impact du climat sur la production...). Le rôle des partenaires de Parasol offre une place de choix pour donner un écho européen aux résultats qui seront obtenus dans le projet.

Enfin, le projet CASDAR ARBELE, coordonné par l'IDELE, en partenariat avec Agroof, débutera fin 2014 et interviendra sur les systèmes agroforestiers en élevage de ruminants. Davantage axé sur la faisabilité technico-économique des projets (notamment les jeunes parcelles), ce projet DAR pourra également intégrer les résultats de Parasol pour affiner les conseils sur les itinéraires techniques à préconiser et le contenu des formations et animations sur le sujet.

Que ce soit dans Agforward ou Arbele, il n'y a quasiment aucune étude d'impact des peuplements d'arbres adultes sur les parties prairies et surtout animal comme proposé dans Parasol.

D'un point de vue plus général, Parasol s'intègre dans les objectifs de l'UMT SAFE (Systèmes allaitants, fourrages et environnement, Idele-Inra, Clermont-Ferrand) ainsi que du RMT AgroforesterieS, notamment dans les actions 1 (réseau expérimental), 4 (outils de modélisation) et 5 (enseignement).

Positionnement du projet par rapport aux thèmes de l'appel à projet Reactif 2

Le projet Parasol vise à :

- donner une cohérence entre stratégies d'atténuation et celles d'adaptation face au changement climatique afin de favoriser la faisabilité et l'adoption de l'agroforesterie en système d'élevage.
- réaliser un bilan de parcelles agroforestières expérimentales âgées de 20 à 30 ans mises en place chez des agriculteurs.
- identifier à partir de ce réseau unique des pistes d'amélioration autour de l'agroforesterie pour valoriser au mieux sa multifonctionnalité et sa place centrale dans l'atténuation du changement climatique. Des projets participatifs impliquant les réseaux d'agriculteurs agroforestiers seront développés. De nouvelles questions de recherche pourront être prises en charge dans le cadre du nouveau RMT Agroforesteries, coordonné par l'INRA et les Chambres d'Agricultures.

Les 3 échelles de l'AAP seront abordées :

1. Echelle des processus : On cherchera notamment à savoir si un projet agroforestier visant à atténuer les effets du changement climatique par la séquestration carbone peut répondre à des stratégies d'adaptation de l'éleveur cherchant à diminuer la vulnérabilité de son système face à ces changements climatiques.
2. Echelle des systèmes agricoles : Les études d'impacts seront menées à l'échelle de la parcelle, en mettant en lien effet microclimatique et production, pour identifier des solutions techniques afin d'assurer des transitions agro-environnementales. Les résultats seront extrapolés à l'échelle exploitation afin d'analyser leur faisabilité socio-économique.
3. Echelle des territoires : Le bilan de 30 années de pratiques et recherche à l'échelle nationale permettront d'identifier les mécanismes permettant le changement et l'innovation, en mettant l'accent sur l'étude d'impact de l'agroforesterie sur les bilans GES et son efficacité énergétique. Une action du projet portera spécifiquement sur la création d'un réseau expérimental de recherche participative en lien avec le réseau national de parcelles expérimentales créé par le RMT AgroforesterieS.

2. Description scientifique et technique

2.1. État de l'art

(1,5 pages maximum)

*Décrire le **contexte et les enjeux scientifiques** dans lequel se situe le projet en présentant un **état de l'art national et international** dressant l'état des connaissances sur le sujet.*

Faire apparaître d'éventuels résultats préliminaires.

Inclure les références bibliographiques nécessaires au point 6.

Si l'agroforesterie est aujourd'hui en plein développement, beaucoup de questions techniques et économiques demeurent de par la durée que nécessite l'appréciation de son impact sur un dispositif « adulte ». De fait, le thème de l'agroforesterie a très peu fait l'objet de recherche sur le long terme notamment dans les zones à climat tempéré et concernant l'élevage de ruminants. En conséquence, beaucoup d'idées reçues circulent dans un sens comme dans un autre sur la faisabilité de l'agroforesterie ou sur son impact réel à long terme.

Sur un plan climatique, les arbres interviennent à un double niveau : à la fois dans l'atténuation des effets climatiques par le jeu de la séquestration du carbone mais également dans l'adaptation des systèmes agricoles pour favoriser leur tolérance au changement climatique (Hamon et al. 2009). L'aménagement arboré peut notamment séquestrer une quantité non négligeable de carbone, pouvant compenser les émissions carbone du système d'élevage (Gac et al. 2010, 2011). Dans ce contexte, le ministère de l'agriculture souhaite mieux prendre en compte le cas de l'agroforesterie (Madignier et al. 2014).

Les premières parcelles expérimentales agroforestières portaient essentiellement sur des plantations d'arbres en prairies (réseau CEMAGREF et INRA, 1988/89). Les premiers essais d'agroforesterie en élevage ont dans un premier temps porté sur la comparaison des densités d'arbres et la gestion des jeunes arbres en présence d'animaux (Auclair 1996 ; Etienne 1996 ; Agrech et al. 2001), exception faite des parcours boisés, notamment en zone méditerranéenne ou de montagne (Etienne 1996 ; Mosquera 2005; Guerin et al. 2009). L'étude de l'impact des interactions plus fines, notamment entre les arbres et l'animal ou la production fourragère, a été très peu développée (Andrieu 1987).

La présence d'arbres sur les parcelles pâturées peut avoir des effets directs sur l'animal *via* la fourniture d'abri et/ou de nourriture, et indirects *via* la modification de la structure de la strate herbacée, première ressource alimentaire pour les herbivores au pâturage. Ce projet permettra de comparer des individus conduits de façon identique dans plusieurs milieux différents (arboré ou non), et de mieux connaître les effets de la présence d'arbres sur l'expression des paramètres zootechniques, comportementaux et sanitaires, et sur le niveau de bien-être des animaux.

Les études sur l'impact d'un abri (artificiel ou naturel) au pâturage montrent un effet bénéfique pour lutter contre la chaleur et les radiations (Audic et al. 1997 ; Van laer et al. 2014), ou le vent et le froid (Pottier et al. 2001). En milieu tempéré, la probable augmentation d'épisodes chauds va obliger la profession à se questionner sur l'intérêt de disposer d'abris pour les animaux. On sait que la présence d'ombre artificielle améliore le niveau de production et modifie le comportement des animaux (Kendall et al. 2006). La motivation pour accéder à l'ombre lors de fortes chaleurs peut d'ailleurs être importante comme en témoigne le fait que des vaches préfèrent rester debout sous un abri, que couchées en dehors de l'abri même après une contrainte de 12 heures les empêchant de se coucher (Schutz et al. 2008). De plus, les bovins préfèrent l'ombre des arbres à un abri artificiel (Higgins et al. 2011). Chez les ovins, la présence de rangées d'arbres sur la pâture diminue la vitesse du vent et peut permettre de réduire de 3.3% le taux de mortalité à la naissance et d'augmenter le taux de survie des jeunes agneaux (Moss et Burton 1982 ; Bray dans Pollard et Dunedin 2010). Les arbres, en plus de leur rôle de protection contre les variables climatiques (soleil, pluie, vent) peuvent aussi servir de barrière physique ou visuelle entre les individus d'un même troupeau et limiter ainsi les comportements agressifs (Whittington et Chamove 1995) ou permettre aux femelles gestantes de s'isoler lors de la mise bas (Pollard et Dunedin 2010). L'essentiel de ces travaux a été mené soit avec des dispositifs d'abris artificiels soit de haies en bordure de champs et peu d'études ont été réalisées sur le comportement des animaux au pâturage sous couvert d'arbres intraparcellaires.

Un des atouts de l'arbre en élevage tient aussi en la production d'une ressource fourragère potentiellement disponible pour compléter l'alimentation des herbivores (notamment en cas de pénurie comme lors des sécheresses estivales), et économiser les

stocks fourragers. Plusieurs essences d'arbres étaient fréquemment utilisées pour affourager les ruminants (Lachaux et al. 1988). Si quelques références sont proposées par Marcello Piccioni dans son dictionnaire des aliments publié en 1965, il y a un net manque de références quantitatives et comparées à la fois sur la valeur alimentaire des principales essences d'arbres et l'évolution de cette valeur au cours de la saison avec la phénologie de la feuille (Lachaux et al. 1987), et sur leur ingestibilité par les animaux. Outre les feuilles, les fruits de certaines espèces peuvent contribuer de façon non négligeable à la ration à des moments clés du cycle de production. Que ce soit en tables fourragères ou *in situ* avec une consommation directement sur l'arbre ou des feuilles tombées au sol, ce projet permettra d'apporter des connaissances nouvelles et indispensables au développement des systèmes agroforestiers en milieu tempéré, semi-montagnard et méditerranéen.

Au-delà de ses effets directs sur le mouton, la présence d'arbres est considérée bénéfique pour différentes composantes du système *via* la limitation des pertes d'eau du sol et de son érosion, la filtration des nitrates, le stockage du carbone ou la favorisation de la biodiversité. Concernant la production et la composition de la strate herbacée, les effets des arbres nécessitent d'être approfondis. En effet, alors que certains résultats indiquent une production prairiale réduite en présence d'arbres (Hawke 1991) en raison d'une compétition pour les ressources en eau et nutriments et/ou d'un effet d'ombre des houppiers, d'autres études suggèrent que cet effet d'ombre pourrait être contrebalancé par une meilleure disponibilité en nutriments pour la strate herbacée (Jackson et Ash 2001), avec un optimum à trouver selon la densité et le type d'arbres présents (Bird et al. 1992). Afin d'évaluer l'intérêt des pratiques agroforestières, il convient donc d'évaluer l'impact de la présence d'arbres sur la production de la prairie, en quantité et qualité, puisque cette strate herbacée représente la principale ressource alimentaire des troupeaux d'herbivores pendant la saison de pâturage. En complément, il convient également d'analyser le comportement alimentaire des herbivores sur ces prairies car ces animaux, de par leur défoliation sélective ont une action forte sur l'évolution de la structure (Adler et al. 2001 ; Rook et al. 2004), et de la diversité (Bakker et al. 2006 ; Öckinger et al. 2006) du couvert végétal prairial.

Enfin, les arbres pourraient présenter un intérêt dans la gestion des infestations parasitaires par les nématodes gastro-intestinaux des ovins qui y sont particulièrement sensibles, avec des conséquences fortes sur leur conduite au pâturage (Hoste et Torres-Acosta 2011). Les résultats acquis sont encore peu nombreux compte-tenu de l'étendue de ce champ d'investigation. Certains indiquent que la présence d'arbres, en protégeant les zones au sol des intempéries et notamment du froid, favoriserait la survie des larves de nématodes (Hawke 1991) et donc les infestations, mais d'autres suggèrent que la présence fréquente de composés secondaires dans les feuilles pourrait, soit directement *via* la dégradation des feuilles dans la litière soit *via* l'ingestion par l'animal réduire les niveaux d'infestations chez l'animal (Hoste et Torres-Acosta 2011). Il apparaît donc intéressant de fournir de nouvelles données relatives aux effets des arbres sur les niveaux d'infestation et leur évolution au cours de la saison, qui pourront être mises en relation avec l'essence d'arbre présente et la présence éventuelle de composés secondaire aux propriétés anthelminthiques.

2.2. Objectifs et caractère ambitieux/novateur du projet

(1,5 pages maximum)

*Décrire les **objectifs scientifiques et techniques** du projet et détailler les **verrous scientifiques et techniques** à lever par la réalisation du projet. **Identifier le cas échéant les difficultés qui pourraient être rencontrées.***

*Décrire **le ou les produits finaux développés**, présenter les **résultats escomptés** en proposant par exemple des critères de réussite et d'évaluation adaptés au type de projet, permettant de juger les résultats en fin de projet.*

Le réseau de parcelles anciennes offre aujourd'hui une opportunité peu courante dans la recherche : faire le bilan d'une pratique expérimentale en place depuis 25 ans et profiter de parcelles adultes pour réaliser des mesures nouvelles dans une thématique très

particulière concernant l'adaptation au changement climatique. Nous proposons donc ici de faire un bilan de ces essais, de réaliser des mesures d'impact du microclimat créé en agroforesterie, et de proposer aux différentes thématiques de recherche à développer suite aux résultats obtenus dans le projet.

Ce projet apportera deux innovations majeures au travers de l'étude d'une part des potentialités fourragères herbacées et «aériennes» de l'agroforesterie, notamment dans une perspective de changement climatique, et d'autre part de l'étude d'impact des arbres sur les animaux eux-mêmes. L'intérêt scientifique principal repose donc sur la réutilisation de ce réseau de recherche initial, comportant environ 53 parcelles situées dans 3 régions climatiques complémentaires : le Nord-Pas de Calais, l'Auvergne et le Languedoc Roussillon. Chaque parcelle comporte un témoin agricole sans arbre et parfois un témoin forestier ; la comparaison des modalités seront donc riches d'enseignement sur leurs performances fourragères, zootechniques, sylvicoles et socio-économiques. L'ensemble de ces parcelles concernent des plantations sur prairies dans des systèmes ovins ou bovins. Lors des plantations, des protocoles ont été mis en place, essentiellement pour étudier le comportement des arbres en faible densité par rapport à des densités de boisement classique de terres agricoles. Ces parcelles ont été suivies jusqu'à aujourd'hui pour mesurer essentiellement la croissance et le développement des arbres. Quelques essences phares comme le merisier ont été testées.

Les actions proposées ici permettent de faire une évaluation poussée d'un système reconnu ou en cours d'étude sur les questions de séquestration carbone, mais en se focalisant sur le deuxième axe de la politique climatique, à savoir sur les aspects adaptation au changement climatique. En s'appuyant sur 3 parcelles d'élevage herbivore les plus représentatives dans chaque région soit 9 exploitations au total, on étudiera l'effet microclimatique généré par le climat des 2 premières années du projet, en mettant l'accent sur l'évolution saisonnière du système durant l'année:

- Etude d'impact des peuplements d'arbres sur la production fourragère sous différents climats, et en différentes périodes de l'année (en saison pluvieuse et sèche).
- Etude de la qualité fourragère des feuilles d'arbres. Etude de la composition chimique et de la digestibilité cellulase des ressources fourragères arborées. Evaluation de la part fourragère arborée possible à l'échelle d'une exploitation, notamment en période sèche (été ou sécheresse).
- Etude d'impact des peuplements d'arbres sur le comportement et performances des animaux, notamment dans un contexte de hausse des températures, mais également en climat plus froid ou pluvieux.

Un bilan sera tiré des études réalisées et affiné par des travaux de modélisation :

- Bilan économique 25 à 30 ans après la plantation, de l'ensemble des projets, compte tenu des impacts prévisibles des peuplements d'arbres sur le système de production, et des animaux sur la croissance et la qualité des peuplements. On complètera ce bilan par une étude de modélisation permettant de simuler la production globale des parcelles jusqu'à la coupe finale des arbres.
- Etude de faisabilité de l'agroforesterie en situation de changement climatique. A partir des données mesurées sur le terrain en condition réelle (paragraphe précédent), on simulera notamment l'effet des conséquences du changement climatique sur la production fourragère grâce à l'utilisation du modèle YieldSAFE. Dans un premier temps, le bilan des parcelles existantes en condition climatique variée permettra de paramétrer certaines formules du modèle en se basant sur des cas agroforestiers réels et surtout à « maturité ». Dans un second temps, grâce à l'utilisation de jeux de données climatiques correspondant aux scénarios prévisibles du changement climatique (GIEC), on comparera différents scénarios de projets dans lesquels on fera varier les paramètres clés repérés dans les mesures réalisées durant les 2 premières années (densité d'arbres notamment).

• Bilan de la recherche sous l'angle relation Eleveur/Chercheur. Comment orienter les thèmes de recherche nouveaux après cette expérience unique portant sur le long terme ? Comment impliquer les agriculteurs dans les nouvelles démarches expérimentales ? Un travail d'enquêtes sera réalisé auprès des différents acteurs. Une réflexion sera menée pour réfléchir à de nouveaux protocoles de recherche, avec les agriculteurs d'une part mais aussi les instituts de recherche (projet SFI de Lusignan), afin de constituer un référentiel expérimental à 2 niveaux d'intervention.

3. Programme scientifique et technique, organisation du projet

3.1. Programme scientifique et structuration du projet

(2 pages maximum, intégrant si possible un diagramme opérationnel)

Présentez le programme scientifique et justifiez la décomposition en tâches du programme de travail en cohérence avec les objectifs poursuivis.

*L'utilisation d'un **diagramme opérationnel** présentant les tâches et leurs liens est recommandée car il permet d'avoir une vue d'ensemble du programme et d'identifier ainsi les grandes phases du projet.*

*Pour les programmes exigeant la pluridisciplinarité, exposer également **l'articulation entre les disciplines scientifiques**.*

*N'oubliez pas les activités et actions correspondant à la **dissémination**, à la **valorisation** et au **pilotage**.*

L'idée principale est de comparer la situation agroforestière avec le témoin prairie. Le suivi sera réalisé sur l'ensemble de la saison et pendant 2 ans.

La première étape sera de réaliser un état des lieux *ex-ante*. On étudiera notamment le mode de gestion (fertilisations directes et indirectes, fauches, taux de pâturage, état-piétinement, chargement...) des systèmes d'élevage ovin des exploitations qui seront retenues (9 au total, 3 dans chacune des trois régions).

Au cours des deux premières années, un suivi de la productivité des parcelles sera réalisé pour étudier l'influence des arbres sur la production herbacée au cours de l'année, et selon différents climats. On étudiera notamment la dynamique de croissance par fauche et par an ainsi que l'état écophysiologique des herbages (statut N, statut hydrique, et leur évolution au cours du cycle). On tiendra compte de ce que cette comparaison peut être biaisée par le fait qu'on a sans doute plus de présence d'ovins dans la partie agroforestière de la parcelle. En parallèle, le potentiel de production fourrager des arbres sera évalué (rendement matière sèche compartimenté, analyse qualitative du fourrage pour les essences fourragères d'importance, étude de la digestibilité des ressources arborées sur l'année). On en déduira le potentiel fourrager global du système agroforestier, en comparaison au potentiel herbagé seul.

Sur quelques parcelles ciblées, on étudiera également l'impact de différentes densités d'arbres sur les ovins, selon différentes périodes de l'année et sous différents climats. On mesurera ainsi les performances zootechniques, ainsi qu'un ensemble de paramètres comportementaux et sanitaires liés au bien-être).

Enfin, connaissant le niveau global d'émission de GES et le potentiel de séquestration carbone en agroforesterie, on réalisera une première approche de l'impact global de l'agroforesterie en prenant en compte les conséquences microclimatiques sur le système de production et notamment sur son autonomie fourragère et énergétique. Il ne s'agira donc pas simplement de considérer l'arbre comme élément stockant du carbone mais comme facteur pouvant induire des économies énergétiques pour le système de production.

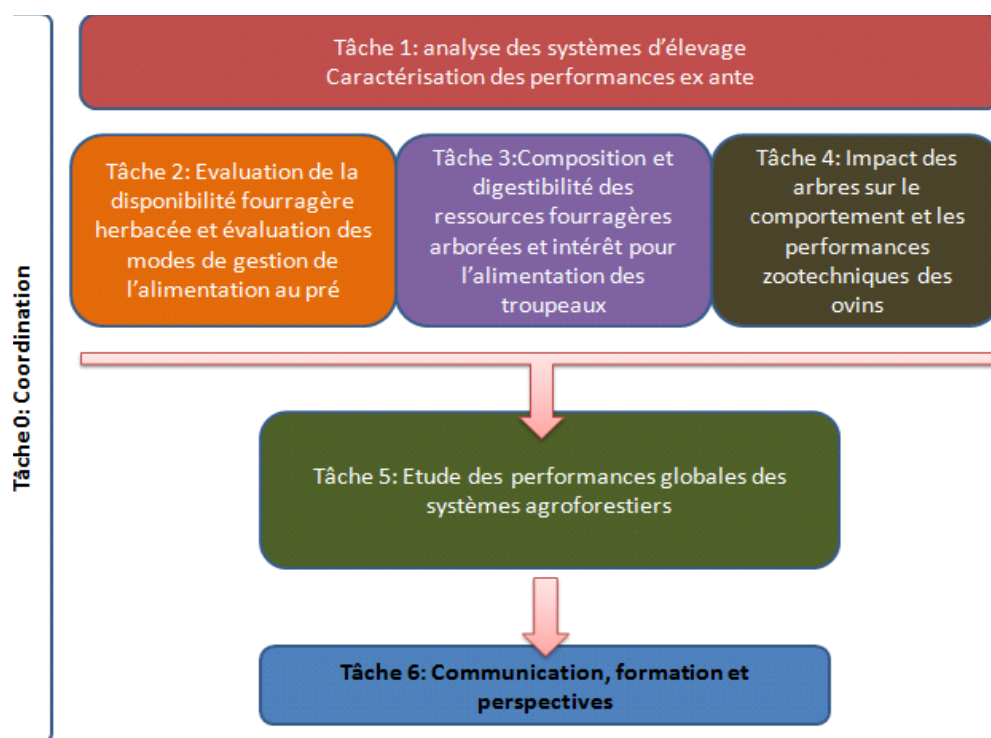


Diagramme opérationnel du projet

3.2. Management du projet

(1 page maximum)

Préciser **les aspects organisationnels** du projet et les **modalités de coordination** (si possible individualiser la tâche coordination : cf. tâche 1 du présent document de soumission).

La coordination du projet sera assurée par le bureau d'étude Agroof.

Le mode de coordination suivra les normes des projets européens, avec un calendrier précis des jalons et livrables, sous la responsabilité de partenaires bien identifiés.

En tant que coordinateur, Agroof assurera le suivi:

- de la progression du projet, du contrôle de la qualité et de la quantité des résultats. Le coordinateur veillera à la signature d'un accord de Consortium afin de définir les droits et les obligations respectifs des partenaires, y compris les dispositions sur les droits de la propriété intellectuelle, et de compléter les dispositions du contrat signé avec l'ADEME sur la gestion interne du projet.
- de l'ajustement et l'adaptation, si nécessaire, du calendrier annuel, en relation avec les représentants de l'ADEME, des solutions à proposer à un Partenaire après l'accord de l'ADEME, si des problèmes techniques venaient à apparaître dans la mise en place d'une tâche donnée par le Partenaire.
- de l'organisation de la stratégie du projet en ce qui concerne les publications dans la presse scientifique et les journaux internationaux ciblés, selon les procédures et polices, en conformité avec l'accord de consortium signé au début du projet relatif à la gestion des connaissances et aux droits d'accès à celles-ci par chaque Partenaire.
- de l'organisation de la diffusion des connaissances (projets, sites web, réseaux des propriétaires et des utilisateurs finaux), communiqués de presse pour soulever l'intérêt et la participation du public professionnel

- de la préparation de rapports contractuels sur l'état d'avancement du projet avec les responsables des Partenaires. Chaque coordinateur de tâche sera responsable de la gestion scientifique (supervision de l'accord des protocoles communs, supervision de la mise en place d'instruments, mise en place de bases de données communes...) et des résultats de sa tâche, y compris de la compilation et de l'analyse des données. Les coordinateurs des Partenaires seront responsables du rapport financier de leur équipe et le résumé des dépenses sera également soumis au Coordinateur du Projet.
- le coordinateur du projet consolidera et validera chaque contribution scientifique et technique ainsi que les rapports financiers dans le but de soumettre un ensemble de documents intégrés à l'ADEME.

Suivi technique du projet

Le projet aura une durée de 3 années.

Un séminaire de lancement sera organisé en début de projet sur le site de l'INRA de Theix pour délivrer les documents de travail du projet. Une attention toute particulière concernera la façon de partager les résultats auprès des utilisateurs professionnels. Agroof organisera à sa charge trois réunions de démarrage avec les éleveurs de chacune des 3 régions. Ces ateliers de travail de un à deux jours seront programmés pour faciliter les échanges, la validation des protocoles et des résultats ainsi que de la programmation à suivre (adaptation éventuelle des actions).

En terme de gestion interne, trois réunions annuelles seront organisées avec les partenaires du projet et les représentants de l'ADEME, en visioconférence pour limiter les frais de déplacement. Ces réunions seront organisées par l'équipe responsable de la gestion du projet pour (i) évaluer l'évolution du projet (ii) garantir le partage efficace des informations entre Partenaires et les différentes tâches, (iii) discuter et valider les solutions proposées par les Partenaires si des problèmes apparaissent, (iv) réviser, si nécessaire, la stratégie et proposer des manières d'adapter ou d'ajuster les activités, (v) valider les rapports contractuels sur l'avancée du projet, (vi) définir la stratégie de publication scientifique des résultats et choisir les journaux internationaux ciblés. Lors de ces réunions, le coordinateur attachera une importance particulière à la confrontation et l'évaluation critique des résultats afin de dresser les conclusions de l'étude discutée.

Une réunion de restitution sera réalisée dans les trois régions en fin d'année 2 avec les éleveurs du projet afin de discuter des résultats obtenus et valider les démarches de valorisation auprès de la profession agricole. Des journées d'animation et de formation seront assurées par Agroof et l'IDELE pour faciliter la diffusion et le partage des connaissances (10 journées sont prévues sur l'ensemble des trois années du projet).

Un colloque de restitution finale sera organisé sur Beauvais en fin de projet en partenariat avec les journées du RMT AgroforesterieS, dont l'Institut Lasalle Beauvais et Agroof sont coanimateurs.

3.3. Description des travaux par tâche

(Maximum 1,5 pages par tâche)

Pour chaque tâche, décrire notamment:

- *les objectifs et éventuels indicateurs de succès,*
- *les liens avec les tâches précédentes et ultérieures,*
- *le responsable, les partenaires impliqués et leurs contributions respectives (qui fait quoi),*
- *le programme détaillé des travaux, des méthodes et des choix techniques*
- *les livrables,*
- *les risques identifiés et les solutions de repli envisagées.*

3.3.1. Tâche 1 – Analyse des systèmes d'élevage ex-ante (Coord. Agroof)

Dans un premier temps, il s'agit de recenser les parcelles expérimentales encore existantes, mises en place lors des programmes IRSTEA et INRA des années 80 et début 90 (près de 60 parcelles à l'origine).

Délivrable D-1.1: Recensement et description des modes de gestion appliqués aux systèmes agroforestiers (LaSalle, Agroof, mois 6)

L'ensemble des éleveurs seront interviewés afin de décrire leur projet et son historique, ainsi que les pratiques en place. On étudiera et explicitera le niveau de développement de ces projets (expansion, stable, terminé).

On décrira notamment les systèmes d'exploitation (productions, productivité, filières, gestion et itinéraires techniques, fertilisation, stratégie d'alimentation des troupeaux, dépendance alimentaire ...) et les données pédoclimatiques (types de sols, analyse de terre et matière organique (voir projet AGRIPSOL), climatologie locale depuis implantation des arbres, fréquence des accidents climatiques, vulnérabilité prairiale). Ce travail s'appuiera pour partie sur la méthodologie développée dans le cadre du dispositif national Réseau d'Élevage pour le Conseil et la Prospective et intégrera les approches Analyses Fonctionnelles développées dans les années 1990 par l'Institut de l'Élevage (Guérin et al. 1994).

Délivrable D-1.2 : Sélection des 9 exploitations pour la réalisation des actions suivantes (Agroof, mois 6)

A partir de l'échantillon des sites enquêtés, on sélectionnera les 9 sites pour réaliser les actions suivantes. Les paramètres de sélection porteront sur l'existence d'un témoin agricole, sur la qualité des peuplements et l'homogénéité des parcelles, ainsi que sur la motivation des agriculteurs pour participer aux expériences du projet et la disponibilité de données exploitables (performances animales, production fourragère, planning et mode d'utilisation des parcelles, chargement instantané en animaux...). Parmi ces sites, celui de l'INRA de Theix (Lamartine) a été choisi pour pouvoir faire des mesures en conditions contrôlées (facteurs animaux et environnementaux) et permettre une pression de mesure importante tant sur la ressource végétale qu'animale.

3.3.2. Tâche 2 - Evaluation de la disponibilité fourragère herbacée et évaluation des modes de gestion de l'alimentation au pré (Coord. IDELE)

Il s'agit ici de quantifier la disponibilité fourragère herbacée des systèmes agroforestiers en précisant l'impact d'une implantation agroforestière sur la production de la prairie et l'impact des modes de conduite des troupeaux au pré sur l'état en agroforesterie. Au total ce seront 9 x 2 parcelles, l'une témoin agricole, l'autre agroforestière, qui seront suivies au cours de deux années pleines (années 1 et 2).

On étudiera l'impact des arbres sur la production fourragère au sol, en fonction des saisons et du climat. Cette étude sera complétée par des travaux de modélisation (YieldSAFE) pour simuler l'impact de situations climatiques correspondant aux prévisions du GIEC sur le changement climatique.

Délivrable D-2.1 : Enquête et bilan de l'utilisation des parcelles (IDELE, mois 10)

La première phase de cette tâche consistera à retracer le bilan de la conduite de chacune des parcelles en s'attachant plus particulièrement aux dernières années d'exploitation et à caractériser l'ensemble des parcelles (identification des faciès de

végétation, niveau de dégradation selon les zones et les faciès ...). L'enquête aura pour objectifs :

- de préciser la place de la parcelle agroforestière dans le système fourrager (quand, comment, par qui...)
- de connaître les pratiques génériques de conduite mises en œuvre sur ces parcelles
- d'évaluer le potentiel de production sur la base du nombre de journées de pâturage réalisées.

Délivrable D-2.2 : Évaluation de la composition floristique de la parcelle (IDELE, mois 24).

Cette évaluation comprendra deux niveaux. Il s'agira dans un premier temps de décrire les différents faciès de la végétation des parcelles (description globale). Consécutivement des relevés floristiques détaillés seront réalisés sur les faciès dominants des parcelles. Ce travail s'appuiera sur la méthode CAPRIF, proposée par l'UMT SAFE (Farrugia et Note, 2012).

Délivrable D-2.3 : Mesure de la production fourragère et de sa qualité (IDELE, mois 30)

L'enjeu est de préciser l'impact de la présence d'arbres sur la production fourragère mais aussi sur 1/ sa répartition annuelle 2/ sa qualité. La méthode développée s'inspirera de celle utilisée dans le cadre de l'étude Casdar Prairies permanentes 2008/2011 (Ouvrage : Prairies Permanentes, des références pour valoriser leur diversité, Launay F., 2011).

Sur chaque parcelle, deux zones de mises en défends seront installées et sur chacune 4 prélèvements seront réalisés à des distances bien précises des rangées d'arbres. Un dispositif identique sera mis en place sur la parcelle témoin. Au total ce sont 16 prélèvements qui seront réalisés 5 fois dans l'année pour chaque dispositif afin de capter la dynamique de végétation.

A chaque date de prélèvement des mesures de composition simplifiée seront faites dans des quadrats au niveau des 4 zones de prélèvements déterminées (proportions de graminées de légumineuses et de diverses, ainsi que les stades de développement des graminées).

3.3.3. Tâche 3 - Composition et digestibilité des ressources fourragères arborées et intérêt pour l'alimentation des troupeaux – (coord. INRA Lusignan).

Il s'agit dans cette tâche d'explorer la fonction fourragère des arbres, à partir du réseau de parcelles. On s'attachera dans un premier temps à identifier le potentiel fourrager issu des arbres, que ce potentiel ait été ou non exploité par des animaux durant la période. Pour cela, on déterminera la dynamique temporelle sur 25-30 ans de mise en place de la biomasse arborée aérienne et on en isolera la part fourragère foliaire. Une modélisation compartimentalisée de la productivité aérienne arborée sera réalisée grâce au modèle YieldSAFE ; elle tiendra compte des choix et modes de gestion des essences arborées comme des impacts des troupeaux sur l'état sanitaire et productif des arbres. Puis on évaluera la valeur alimentaire et la composition biochimique de ces ressources fourragères encore mal connues ainsi que les principales sources de variation de qualité. Enfin l'intégration de ces ressources fourragères originales dans l'alimentation des troupeaux sera étudiée. Le programme retenu permet de s'affranchir de l'utilisation réelle des ressources fourragères arborées dans le réseau. Les 4 sous-tâches ci-dessous peuvent être identifiées.

Délivrable D-3.1 : Détermination de la répartition compartimentalisée de la biomasse aérienne arborée (LaSalle, Agrooof, mois 27)

Pour cette détermination de la répartition compartimentalisée de la biomasse arborée [grume, bois d'œuvre ($\varnothing > 7\text{cm}$), bois énergie ($\varnothing < 7\text{cm}$) et feuillage] la méthodologie des relations conformationnelles allométriques sera privilégiée (Bartelink 1997 ; Le Goff et al. 2004 ; Cienciala et al. 2005). Elle permet une estimation non (ou partiellement) destructive, robuste et reproductible de la biomasse des compartiments aériens des essences arborées (Grandgirard 2011), et du potentiel d'atténuation.

Délivrable D-3.2 : Estimation de l'évolution dans le temps des biomasses aériennes (LaSalle, Agrooof, avec l'appui d'expertise de l'Irstea, mois 30)

L'évolution des biomasses aériennes compartimentalisées et du potentiel d'atténuation sera estimée à partir des mesures de croissance arborées réalisées par l'Irstea et l'INRA depuis l'implantation, et des modèles allométriques précédemment bâtis (Grandgirard et Havas 2010).

Délivrable D-3.3 : Détermination de la valeur alimentaire des ressources arborées dans le réseau (INRA Lusignan, mois 22)

Les résultats issus de la tâche 1 permettront de choisir les grandes catégories de fourrages cibles. Il s'agira bien entendu de l'essence (espèce végétale) et de l'organe (feuilles, rameaux, fruits) mais aussi de la localisation géographique de la parcelle (intégrant les aspects climatiques), de la saison où cette ressource serait utile dans un système fourrager (*a priori* juin, août, voire octobre, périodes de moindre disponibilité en fourrages prairiaux) ou tout autre facteur de variation qui apparaîtrait pertinent. Les méthodes de prélèvement seront à adapter selon chaque type de ressources. Les besoins sont de l'ordre du kilogramme de matière sèche. Les prélèvements seront effectués en année 1 du projet, avec si besoin un complément en année 2. Ils seront combinés avec les mesures réalisées sur la biomasse (tâche 2) afin de limiter les interventions.

La valeur alimentaire des fourrages prélevés sur l'ensemble du réseau sera caractérisée à partir de leur composition biochimique (fibres, azote) et de leur digestibilité. Des évaluations de la teneur en minéraux ainsi que de l'éventuelle présence de composés antinutritionnels seront entreprises.

D'un point de vue pratique, une centaine de modalités expérimentales (avec 2 répétitions) pourront être étudiées sur la durée du projet, en combinant les zones géographiques, les essences arborées, la date de récolte et l'organe. L'opportunité d'exploiter certains arbres en têtards sera également recherchée sur certains des sites (année 1). La collecte des échantillons sera réalisée en concertation avec les partenaires Lasalle et Agrooof du projet. Les fourrages séchés à l'étuve seront envoyés à Lusignan (INRA Ferlus) qui se chargera de leur broyage et de leur expédition aux laboratoires d'analyse prestataires ainsi que de l'analyse des données.

Les mesures biochimiques seront confiées (prestation) au laboratoire de chimie de l'INRA-URP3F à Lusignan (86) afin de déterminer les teneurs en azote, en fibres (NDF, ADF, ADL) et la solubilité, en chimie analytique. Les teneurs en minéraux et la recherche de facteurs antinutritionnels sera conduite sur ces échantillons en prestation externe. Une collecte des spectres infrarouges permettra de jeter les bases de la constitution d'une équation de prédiction de la composition biochimique. Ces analyses viendront compléter celles engagées dans le cadre du projet casdar ARBELE et du projet européen Agforward sur d'autres ressources fourragères

arbustives (tables fourragères composites, vignes, haies ...) et avec d'autres méthodes (dont dégradation ruminale).

En complément, sur le dispositif "LaMartine" à Theix, nous évaluerons la biomasse et la valeur nutritive (mêmes analyses que celles précédemment citées) des feuilles tombées au sol en fin d'été pour estimer la disponibilité et la valeur de cette ressource.

Délivrable D-3.4 : Détermination de la valeur alimentaire du frêne (INRA Theix UERT, UMRH, mois 24)

Une attention particulière sera portée sur la valeur alimentaire du frêne en raison d'une part de l'intérêt de cette espèce référence (croissance rapide, tolérance à la trogne, appétence pour les herbivores), et d'autre part de l'opportunité de sa présence sur le site de Theix depuis la constitution du réseau.

Dans un premier temps (année 1), divers échantillons de feuillage seront prélevés en fonction du mode d'exploitation (arbre de haut-jet ou têtard), et du stade phénologique de la feuille (saisons). Les analyses biochimiques seront homologues à celles présentées dans l'action D-3.3.

Dans un second temps (année 2), et en fonction des résultats de l'année 1, une analyse plus poussée de la valeur nutritive des feuilles de frêne, à un stade donné sera réalisée sur ovins. L'évaluation de la digestibilité *in vivo* de la matière organique et des matières azotées permettront de préciser l'intérêt nutritionnel de proposer du frêne en fourrage pur ou en association avec un aliment standard (foin de graminée par exemple) dans différentes proportions.

3.3.4. Tâche 4 – Impact des arbres sur le comportement et les performances zootechniques des troupeaux d'ovins (Coord. : INRA UERT-UMRH)

Cette tâche concernera les 9 sites sélectionnés dans la tâche 1. La charge de mesures sera la plus forte sur le site de Lamartine qui intègre des parcelles et des animaux en conditions expérimentales permettant un contrôle des facteurs animaux et environnementaux (taille des lots et des parcelles, stades physiologiques des animaux) ainsi qu'une pression de mesure non envisageable chez les éleveurs. Sur ce site, deux densités d'arbres destinés à la production de bois d'œuvre ont été retenues (60 et 150 arbres/ha) ainsi qu'une parcelle sans arbres. Cela permettra de réaliser une expérimentation *in situ* avec pâturage des brebis allaitantes pendant près de 6 mois ainsi que l'ensemble des mesures et observations associées. Sur ce site expérimental, des stations météorologiques seront utilisées afin de disposer de données températures, humidité et vent précises subies par les animaux en fonction du couvert arboré ; des mesures d'humidité du sol seront aussi réalisées.

Délivrable D-4.1 : Étude du comportement et du bien-être des ovins (INRA Theix UMRH, UERT, mois 30)

Sur les 9 sites du réseau répartis dans trois régions (Nord-Pas de Calais, Auvergne, Languedoc), un ensemble d'observations et de mesures sur les animaux présents sera réalisé sur les deux premières années du projet. Certaines de ces mesures porteront sur chaque individu du troupeau ou bien sur certains animaux cibles selon la taille du troupeau. Elles consisteront à :

(1) enregistrer par observation directe l'activité des animaux et leur positionnement dans la parcelle, en réalisant des scans réguliers (deux jours par période d'observation et par parcelle, huit heures d'observation quotidienne). Ces scans d'activité permettront d'évaluer le temps passé debout, couché, à s'alimenter, à

ruminer, à boire, le temps passé sous et en dehors du couvert des arbres ou en contact avec eux (grattage), ainsi que le temps consacré aux activités sociales (interactions positives ou négatives).

(2) caractériser par observation directe les choix alimentaires des animaux en caractérisant à différents moments de la journée la composition des bouchées (famille botanique, stade phénologique et hauteur du couvert). La consommation éventuelle de feuilles d'arbres tombées au sol pourra ainsi être relevée. Ces observations seront réalisées sur trois périodes au cours de la saison de pâturage.

(3) évaluer indirectement les quantités ingérées sur trois périodes au cours de la saison (printemps, été, automne). Ces mesures ne seront faites que sur le site INRA auvergnat car cette procédure implique l'administration quotidienne aux animaux d'un marqueur indigestible (l'oxyde d'ytterbium, voir détails dans Garcia et al. 2003) et la récolte de fèces sur plusieurs jours consécutifs.

4) estimer les déplacements en équipant les individus de podomètres et d'accéléromètres, à minima sur le site auvergnat.

(5) évaluer la cohésion du groupe par des observations de distances entre les individus et d'affinité entre eux (Sibbald et al. 2005), la présence d'arbres pouvant impacter la répartition des individus sur la pâture.

(6) enregistrer des mesures comportementales liées à l'état de bien-être de l'animal (Mialon et al. 2012) incluant :

- des données de réactivité à l'homme estimées par un test d'approche permettant de comparer d'évaluer les degrés de confiance/crainte du troupeau selon les différentes modalités d'aménagement.
- l'observation de blessures sur le corps des animaux (abcès, parasites, dermatoses, plaies), la fréquence des boiteries et de problèmes respiratoires (Mialon et al. 2012).
- et une évaluation globale de l'état émotionnel du lot d'animaux (Wemelsfelder et al. 2009)

(7) relever par observation directe la fréquence respiratoire des animaux qui traduit une réponse à un stress de chaleur (Silanikove 2000). Ces mesures seront réalisées sur des pas de temps de quelques minutes et autant que possible lors de conditions climatiques variées.

(8) relever les mouvements de réponse aux insectes (nombre de mouvements de queue et de pied) dans les mêmes conditions que les observations de fréquence respiratoire.

(9) évaluer les consommations d'eau au niveau du troupeau par sondage des tonnes à eau.

Délivrable D-4.2 : Étude des performances zootechniques (INRA Theix UERT, UMRH, mois 30)

En parallèle aux mesures de comportement, des données seront recueillies sur les performances zootechniques des animaux ainsi que des indicateurs sanitaires, pour apprécier les performances obtenues pendant les phases d'exploitation des parcelles agroforestières. Sur le dispositif expérimental de Lamartine, les mesures seront toutes réalisées de façon régulière sur l'ensemble des animaux. Sur les parcelles privées, la difficulté sera de disposer de mesures réalisées régulièrement par les exploitants ou de pouvoir les mettre en œuvre chez eux. Elles porteront si possible sur certains animaux cibles à leur entrée et à leur sortie des parcelles retenues. Selon le type de production (allaitants ou laitiers), les données ou observations à recueillir portent sur :

- le poids et/ou l'état d'engraissement pour apprécier le niveau de croissance/d'engraissement ;
- pour les animaux producteurs de lait, la production laitière et la composition du lait (quantité de lait, taux butyrique et protéique, taux de cellules du lait) ;

- le planning et mode d'utilisation des parcelles : calendrier de pâturage, date des récoltes, chargements instantanés.
- sur le site auvergnat, des fèces seront récoltées et des coproscopies réalisées sur des animaux cibles (jeunes, adultes) à intervalles mensuels, pendant toute la durée de leur présence sur les parcelles, pour estimer indirectement le fardeau parasitaire et son évolution en présence ou absence d'arbres.

3.3.5. Tâche 5 - Etude des performances globales des systèmes agroforestiers (Coord. Lasalle Beauvais)

Les résultats des tâches précédentes nourriront hypothèses et scénarios pour évaluer les performances globales du système d'élevage d'une part, et déterminer l'éventuelle marge de progrès que représente le caractère atténuateur et adaptatif des pâturages agroforestiers, d'autre part.

Enfin, les niveaux de performances réels comme simulés seront analysés en fonction de leur région pédoclimatique d'appartenance afin de considérer l'impact de la localisation sur les potentiels d'atténuation comme d'adaptation aux changements climatiques.

L'ambition de cette tâche n'est donc pas d'extrapoler les principaux résultats à l'ensemble des situations d'élevage en France. L'objectif est avant tout de bien cerner les conditions de performances dans les zones et exploitations étudiées. Pour les régions externes au projet, on posera les critères et hypothèses à prendre en compte pour mesurer l'intérêt éventuel de l'agroforesterie.

Délivrable D-5.1 : Néo-systèmes d'élevage sylvopastoraux issus des ateliers de co-conception (INRA Lusignan, IDELE, Agroof, LaSalle, mois 32)

La caractérisation de la valeur des ressources fourragères arborées calculée dans la tâche 3 permettra de les intégrer dans les calculs de ration, en tenant compte de leur variabilité et de leur disponibilité dans le temps et de l'estimation de leur biomasse. On évaluera comment ces ressources peuvent contribuer (ou ont contribué) à l'alimentation des troupeaux dans les parcelles du réseau. On complètera cette ressource par l'offre fourragère herbacée d'origine agroforestière, en tenant compte de sa variabilité en terme de production et de qualité. A partir de ces bilans fourragers, des scénarios seront co-construits avec les éleveurs gérants des parcelles étudiées et les partenaires du projet pour simuler l'impact du contexte climatique des trois régions *via* l'utilisation du modèle biophysique YieldsAFé.

Délivrable D-5.2 : Résultats de l'évaluation des performances technico-économiques et environnementales (Agroof, LaSalle, mois 33)

A partir des scénarios du D5.1, il sera évalué les performances technico-économiques du fait (i) de l'accroissement hypothétique de l'autonomie fourragère qui conduirait à une réduction des achats d'aliments du bétail (concentrés) voire à une réduction des coûts de complémentation, (ii) d'une possible valorisation à terme de la biomasse arborée produite sur la parcelle (trois valorisations économiques seront envisagées: bois d'œuvre, bois énergie, biofibres), et (iii) des potentiels gains de productivité conséquence d'un état sanitaire et/ou physiologique amélioré des animaux pâturant. Divers indicateurs finaux telle la marge nette seront générés (Houssin et al. 2011). Cette étude sera menée sous 2 axes principaux : calcul du bilan existant des parcelles étudiées, et évaluation *via* le modèle FarmSafe (modèle technico-économique) de différents scénarios décrit dans le livrable 5.1.

Une analyse qualitative des impacts environnementaux (hors GES) sera menée à partir des études passées. L'objectif sera de fournir une vision globale des externalités environnementales des systèmes d'élevage arborés, notamment en

terme de biodiversité (trame verte), de paysage (évaluation patrimoniale) ou de service rendu en terme de gestion des principaux ravageurs concernés par les systèmes agricoles étudiés ici (soit en mode pâturage, soit en mode culture fourragère intercalaire).

Dans le projet, une attention particulière sera toutefois portée à la réalisation **des bilans carbone** liées à la séquestration aérienne mesurée dans le projet et sa possible incidence sur les performances ainsi évaluées. Pour ce bilan, on intégrera dans le calcul du bilan carbone, les résultats du projet Agripsol (bilan carbone sol) mesuré dans ces mêmes parcelles.

Délivrable D-5.3 : Résultats de l'évaluation des performances organisationnelles et sociales (LaSalle, IDELE, Agroof, mois 34)

On évaluera en parallèle les performances organisationnelles et sociales de sorte de considérer et prendre en compte les modifications d'organisation imputables tant aux travaux supplémentaires requis pour l'entretien et l'affouragement arboré qu'aux économies d'intervention en périodes extrêmes du fait du potentiel d'adaptation des pâturages arborés. La méthodologie retenue est celle du Bilan Travail et Attelage (BTA; Hostiou 2008) développée par l'Institut de l'Élevage. Des adaptations à cette méthode pour intégrer de manière précise la variabilité des temps investis pour l'entretien comme pour l'affouragement arboré seront proposés. Ils seront estimés auprès des éleveurs suivis comme tirés d'expériences autres auprès d'exploitations en agroforesterie. Elles devront en outre tenir compte de la fréquence locale et régionale des risques climatiques.

3.3.6. Tâche 6: Communication et diffusion des résultats (Coord. Agroof)

En terme de communication, 4 publics seront visés : les éleveurs, les organisations professionnelles, l'enseignement agricole et la communauté scientifique.

Délivrable D-6.1 : Création d'outils de communication en co-construction avec les éleveurs (Agroof, mois 34)

L'originalité de cette action réside dans le fait que le contenu et le format de diffusion des résultats sera conçu en partenariat avec les éleveurs dont les sites auront été retenus pour le projet. De la même manière que ces éleveurs auront été étroitement associés à la réflexion sur les protocoles et les discussions sur les résultats obtenus, nous les solliciterons afin d'imaginer avec eux les meilleurs outils de communication selon l'intérêt et l'importance des résultats obtenus durant le projet. Une part du budget permettra de prendre en compte leurs frais de participation à ces réunions de travail (une par région en 3^{ème} année pour initier la création des outils + une réunion de restitution/validation des outils).

Délivrable D-6.2 : Création d'outils pédagogiques à destination des enseignants des lycées agricoles (Agroof, mois 34)

Dans un premier temps seront recensés l'ensemble des lycées investis dans la thématique Élevage et Agroforesterie, en partenariat avec le RMT AgroforesterieS.

Des outils seront élaborés en partenariat avec la Bergerie Nationale afin de répondre le mieux possible aux programmes et contenus pédagogiques des cycles de formation. Il sera par exemple proposé de réfléchir à fournir un jeu de données spécifiques à l'agroforesterie dans le cadre des jeux de rôles de type Rami-Fourragier.

Pour élaborer ce contenu, des séminaires de travail seront organisés pour définir le format et le contenu, et la diffusion. En fonction des besoins et attentes, des journées de formation de formateurs seront organisés sur des financements internes au réseau Lycées.

Délivrable D-6.3 : Propositions de thématiques expérimentales pour la recherche (Agroof, mois 34)

A la fin du projet, un document de synthèse présentera les pistes de recherche sur les principales thématiques scientifiques abordées, pour affiner les travaux en cours sur des sites expérimentaux existants (Domaine INRA de Lusignan ou Bergerie de Villarceaux, INRA Theix), ou en cours de réflexion (INRA Nouzilly, INRA Mirecourt, INRA LaFage, Institut Technique Lasalle Beauvais...).

Délivrable D-6.4 : Publications scientifiques (Ensemble des partenaires, mois 34)

En fin de projet, on se propose de produire 3 publications scientifiques majeures soumises à revues spécialisées (Agroforestry Systems, Journal of Animal Science, Grass and Forage Science...).

Tableau des responsables de tâches

WorkPackage	Responsable	Partenaires
Tâche 0 – coordination	Agroof (Fabien Liagre)	Tous
Tâche 1	Agroof (Camille Beral)	IDELE, Lasalle Beauvais
Tâche 2	IDELE (Eric Pottier)	Lasalle, Agroof, INRA Theix
Tâche 3	INRA Lusignan (Sandra Novak)	Agroof, INRA Theix
Tâche 4	INRA Theix D 4.1 : UMRH (C. Ginane) D 4.2 UERT (M. Bernard)	IDELE, Lasalle, Agroof, INRA Lusignan
Tâche 5	LaSalle (D. Grandgirard)	IDELE, Agroof
Tâche 6	Agroof (Nicolas Girardin, Hélène Legallic)	Tous

3.4. Calendrier des tâches, livrables et jalons

(2 pages maximum)

TABLEAU des LIVRABLES et des JALONS
--

Tâche	Intitulé et nature des livrables et des jalons	Date de fourniture <i>nombre de mois à compter de T0</i>	Partenaire responsable du livrable/jalon
1. Analyse des systèmes d'élevage ex-ante			
	D 1.1: Recensement et description des modes de gestion appliqués aux arbres	6	Lasalle
	D 1.2 : Sélection des 9 exploitations retenues pour la réalisation des actions suivantes	6	Agroof
2. Evaluation de la disponibilité fourragère herbacée et évaluation des modes de gestion de l'alimentation au pré			
	D 2.1 Enquête et bilan de l'utilisation des parcelles	10	IDELE
	D 2.2 Evaluation de la composition floristique de la parcelle	24	IDELE
	D 2.3 Mesure de la production fourragère et de sa qualité	30	IDELE
3. Composition et digestibilité des ressources fourragères arborées et intérêt pour l'alimentation des troupeaux			
	D 3.1: Détermination de la répartition compartimentalisée de la biomasse aérienne arborée	27	Lasalle
	D 3.2: Estimation de l'évolution dans le temps des biomasses aériennes	30	Lasalle
	D 3.3 Détermination de la valeur alimentaire des ressources arborées dans le réseau	22	INRA Lusignan
	D 3.4 Détermination de la valeur alimentaire du frêne	24	INRA UERT
4. Impact des arbres sur le comportement et les performances zootechniques des troupeaux de ruminants			
	D 4.1 Etude du comportement et du bien-être	30	INRA UMRH
	D 4.2 Etude des performances zootechniques	30	INRA UERT
5. Etude des performances globales des systèmes agroforestiers			
	D 5.1 : Néo-systèmes d'élevage sylvopastoraux issus des ateliers de co-conception	32	INRA Lusignan
	D 5.2 : Résultats de l'évaluation des performances technico-économiques	33	Agroof
	D 5.3 : Résultats de l'évaluation des performances organisationnelles et sociales	34	Lasalle
6. Communication et diffusion des résultats			
	D 6.1 Création d'outils de communication en co-construction avec les éleveurs	34	Agroof
	D 6.2 Création d'outils pédagogique à destination des enseignants des lycées agricoles	34	Agroof
	D 6.3 Proposition de thématiques expérimentales pour la recherche	34	Agroof
	D 6.4 Publications scientifiques	34	Partenaires

(T0 : date de démarrage du projet)

4. Stratégie de valorisation des résultats et mode de protection et d'exploitation des résultats

(1 page maximum)

Les résultats seront valorisés sous un angle scientifique et à destination du monde professionnel.

- La mise en ligne de l'ensemble des résultats sur une page internet dédiée.

- Un minimum de 3 publications dans des revues scientifiques seront produites.
- 3 articles en revues professionnelles spécialisées en élevage notamment.
- Des journées d'informations, d'échanges et de formations seront réalisées avec BASE Agroforesterie, les organismes professionnels et dans le réseau des lycées agricoles. Au moins 6 journées régionales seront organisées dans 6 régions françaises (Bretagne, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Nord Pas de Calais, Bourgogne et Languedoc Roussillon)

Les retombées scientifiques pourraient être d'ampleur étant donné le côté innovant du thème proposé et surtout de son contexte (évaluation d'expériences de plus de 20 ans d'âge). Les résultats devraient permettre de fournir plusieurs pistes de recherche (qui seront clairement énoncées dans la tâche 6) :

- Amélioration des bilans fourragers en situations climatique et économique difficiles.
- Intégration de l'arbre en élevage dans une perspective de changement climatique, que ce soit d'un point de vue atténuation ou adaptation.

Pour l'INRA, ces pistes de recherches seront déclinées en thèmes de travail pour les principaux domaines expérimentaux qui ont décidé de prendre en compte ou du moins d'étudier la possibilité d'intégrer l'agroforesterie dans leurs priorités. On peut citer les domaines de Lusignan qui vont installer les premiers arbres en 2014 ou de la Bergerie de Villarceaux (projet en cours de développement), mais aussi les domaines INRA de Nouzilly, La Fage, ou Mirecourt.

Pour l'Idede et Agroof, c'est la possibilité de compléter le projet européen tout juste validé par un projet de recherche appliqué dont les objectifs sont communs avec AgForward. Agroof étant responsable du WP Communication et formation, les résultats obtenus dans Parasol nourriront la réflexion et le contenu de certaines actions du projet européen. Bien entendu, les sources des données seront scrupuleusement respectées lors de la diffusion.

Pour Lasalle Beauvais, c'est l'occasion de développer de nouveaux axes de travail, en lien avec leur volonté de développer la place de l'agroforesterie dans les modules de formation de l'Institut mais aussi dans les projets de terrain comme celui d'Eau de Paris, mené en collaboration avec Agroof.

Enfin, les résultats obtenus sur les sites expérimentaux seront partagés avec les partenaires du RMT Agroforesterie, nouvellement approuvé par le Ministère de l'Agriculture. Agroof, en tant que responsable de l'action réseau, veillera à l'intégration de ces résultats au niveau des productions du RMT (carte des ressources expérimentales et pédagogiques)...

5. Organisation du partenariat

5.1. Description des partenaires

(maximum 1 page par partenaire)

Partenaire 1: Agroof

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 (CAS DAR, Interreg, ANR). Une part importante des activités est consacrée à la formation et à la diffusion des résultats de ces projets, que ce soit auprès des agriculteurs comme des étudiants. 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. Les thèmes d'interventions 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'AFHC (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 représente à ce titre le consortium AFAF/AFHC/Agroof au sein du club Carbone du CDC Climat. Des démarches sont en cours en vue de la création d'un cahier des charges carbone.

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

Personnes impliquées

Fabien Liagre est fondateur d'Agroof en 2000. En 2009, avec Nicolas Girardin (responsable audiovisuel), ils créent la SARL Agroof. Puis avec Daniele Ori (responsable formations) et Camille Béral (responsable recherche), ils transforment la SARL en SCOP.

Dans Parasol, Fabien Liagre assurera la coordination, Camille Beral, la supervision scientifique. Daniele Ori aura à charge d'imaginer les outils de formations pour l'animation auprès des instituts de formation et Nicolas Girardin sera responsable de la communication audiovisuelle. Enfin, le salarié Antoine Marin, basé en Picardie, appuiera les expérimentations en parcelles (suivi arbres et production fourragère).

Principales missions et études réalisées par Agroof ces 5 dernières années :

- 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.
- 2012-2013 ; Etude de faisabilité de l'agroforesterie comme outil carbone dans le cadre des PCET du Languedoc Roussillon. Contrat Ademe / Chambre Régionale d'Agriculture.
- 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.
- 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.
- 2011-2013 : projets CAS DAR Auximore (Chambre Régionale de Picardie) et Parcours Volaille arborés (Chambre d'Agriculture de la Sarthe et ITAVI).
- 2006-2008 : coordination du programme CAS DAR 2006-2008 de développement de l'agroforesterie en France. 20 départements, 24 partenaires institutionnels.

Publications principales

- Dupraz C., Liagre F., (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, 320p.
- Liagre F., Girardin N., (2009). Agroforesterie, produire autrement. DVD documentaire de 65 mn en HDV, Agroof Productions.

Partenaire 2: Institut Polytechnique LaSalle Beauvais

L'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais est un pôle d'enseignement supérieur et de recherche en sciences de la terre, du vivant et de l'environnement formant des ingénieurs amenés à exercer une activité professionnelle dans les secteurs de l'Agriculture, l'Alimentation-Santé ou de la Géologie.

L'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais développe une politique scientifique d'excellence basée sur une densification des thématiques, en partenariat avec des professionnels et des organismes de recherche français et étrangers en favorisant les apports et approches pluridisciplinaires dans les domaines des Géosciences, Aliments et santé et des Agroressources – ce dernier domaine visant à la diversification des productions agricoles, de leurs usages, l'adaptation des pratiques et des systèmes de production en s'appuyant notamment sur une meilleure maîtrise des procédés de sélection, de production et de transformation qui doivent par ailleurs satisfaire les critères de développement durable.

L'institut dispose en outre d'une exploitation polyculture lait avec robot et d'une exploitation polyculture-viande et d'une parcelle expérimentale agroforestée lui qui permettent la conduite d'expérimentations en élevages, de plein champ ou en micro-parcelle et de projets de développement.

L'institut LaSalle Beauvais est partenaire de la SCOP Agroof (convention de partenariat scientifique et pédagogique) avec qui il conduit des projets de recherche et de développement transversaux concernant l'agroforesterie.

Personnes impliquées

Dorothee BIZERAY-FILOCHE

Compétences : Ethologie, bien-être animal
Formation : Doctorat en Biologie (2001), Habilitation à expérimenter l'animal (niveau I)
Expérience professionnelle : Enseignant-chercheur en comportement et bien-être animal à LaSalle Beauvais (2003 à aujourd'hui), Ethologiste dans un centre de tests alimentaires pour animaux de compagnie (2002)
Recherche/enseignement : Partenaire du projet CASDAR SOLVL, sur l'impact des sols de circulation en bâtiment sur les vaches laitières Collaboratrice de l'équipe CASE (Comportement Animal et Systèmes d'Elevage de l'ISA de Lille) . Responsable de la 1^{ère} année des spécialités Agriculture et Alimentation & Santé à Lasalle Beauvais

- Lensink B.J., Ofner-Schröck E., Ventorp M., Zappavign P., Flaba J., Georg H. and Bizeray-Filoché D., 2013. Lying and walking surfaces for cattle, pigs and poultry and their impact on health, behaviour and performance, In : Livestock housing : Modern management to ensure optimal health and welfare of farm animals, Ed : Aland A. and Banhazi T. ISBN: 978-90-8686-217-7, pages 75-92.
- Bizeray-Filoché, D., Caudrillier, J., Morin, C., Bouton, L., Lensink, B. J., 2010. Est-il conciliable de faire pâturer ses vaches et de les traire au robot ? Actes des Journées de l'AFPF, Paris, 30-31 mars 2010, 154-155.
- Bizeray-Filoché, D., Prevost, M.C, Bouton, L., Rey, J.F., Lensink, B.J., 2008 How does automatic milking system impact on dairy cow welfare? 4th Int. Workshop on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level, WAFL, 10-12 septembre 2008, Gand (Belgique)

David GRANDGIRARD

Compétences :	Ecophysiologie végétale, Agroécologie
Formation :	Doctorat en Sciences agronomiques (2002)
Expérience professionnelle :	Enseignant-chercheur en Ecophysiologie végétale, Agroécologie à LaSalle Beauvais (2009 à aujourd'hui), Chargé de recherche au Joint Research Centre d'Ispra (2006-09), Enseignant chercheur ISAB (2004-05)
Recherche/enseignement :	Membre du département enseignement-recherche SAGA (Sciences Agronomiques et Animales) LaSalle Beauvais, responsable parcours 5A ingénieurs Agroécologie, sol eau et territoires

- Dupraz C, Talbot G, Metay A, Roux S, Grandgirard D (2011). Agroforestry Systems and climate change: could AFS mitigate adverse effects of climate change on crops in temperate areas? Proceedings of the 12th North American Agroforestry Conference, Athens, GA, June 4-9, 2011
- Leip A, Weiss F, Wassenaar T, Perez I, Fellman T, Loudjani P, Tubiello F, Grandgirard D, Monni S and Biala K (2010). Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) - Final report. Administrative Arrangements AGRI-2008-0245 and AGRI-2009-0296. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, EUR – Scientific and Technical Research reports. pp323
- Grandgirard, D et Havas, M, (2010). Etude des potentialités offertes par l'agroforesterie pour la production d'agrocaburant de 2nde génération – R 4.2 : Estimation de la productivité agroforestière. CasDAR "Améliorer l'efficacité agro-environnementale des systèmes agroforestiers en grandes cultures" Action 4 – livrable 4.2, Convention 08 AAP n° 8095, pp60

Partenaire 3 : IDELE

L'Institut de l'Élevage est un **Institut de Recherche appliquée et de développement** au service de l'élevage et des filières herbivores (bovins, ovins, caprins, équins). Ses activités visent à améliorer la compétitivité des exploitations et les conditions d'exercice du métier d'éleveur, adapter la production et les systèmes d'élevage aux attentes de la société, répondre aux demandes des filières sur la transformation des produits et les démarches qualités du producteur au consommateur.

Association loi 1901, créée en 1991 suite à la fusion de l'ITEB et de l'ITOVIC, l'Institut de l'Élevage est dirigé par les représentants des fédérations professionnelles membres de son conseil d'administration. L'Institut de l'élevage est le **lieu privilégié de la concertation professionnelle** sur la politique de recherche/développement pour les productions d'herbivores avec les organisations professionnelles (FNPL, FNB, FNO, FNEC), les chambres d'agriculture, les organisations techniques (FBC, FCL, FIE, FNGDS, FUS, UNCEIA), les organisations économiques et les interprofessions lait, viande et cheval, les organismes publics : ministère de l'Agriculture, France Agri Mer, Inra, Haras nationaux et les collectivités territoriales. L'élaboration des programmes repose sur les travaux des comités de filière par espèce. L'Institut de l'Élevage est doté d'un conseil scientifique placé sous la présidence d'un directeur scientifique de l'INRA.

L'Institut de l'Élevage emploie **240 personnes dont 200 ingénieurs et techniciens**. Un tiers du personnel est basé au siège à Paris, les deux autres tiers sont répartis sur l'ensemble du territoire national dans les onze sites régionaux et bureaux rattachés.

L'Institut de l'Élevage conduit des essais dans un réseau de 12 fermes expérimentales. Il dispose ainsi de données précises sur les flux et pertes d'azote, phosphore et carbone sur des systèmes expérimentaux, suivis depuis plus de 10 ans. Il supervise le contrôle de performances dans près de 100 000 élevages. Dans le cadre des **Réseaux d'Élevage**, dispositif partenarial avec les chambres d'agriculture, l'Institut de l'Élevage anime un dispositif national qui s'appuie sur **1300 exploitations**. Les exploitations sont suivies par des ingénieurs, à raison de 4 à 5 visites par an. Ce dispositif comprend 400 fermes bovines laitières et près de 400 exploitations d'élevage bovin allaitant. Ces exploitations sont réparties sur l'ensemble du territoire et sont représentatives de la diversité des systèmes d'élevage français. Elles sont classées selon une typologie basée sur les éléments constitutifs du système fourrager (herbe vs maïs), la zone géographique (plaine vs montagne), le type de production (conventionnelle vs biologique), etc.

Personnes impliquées

Eric Pottier est chef de projet à l'Institut de l'Élevage au sein du service Fourrage et Pastoralisme et directeur du. Il est membre du bureau de l'Unité Mixte de Technologie Systèmes allaitants, Fourrages et Environnement associant l'Inra de Theix (Unité de Recherche sur les Herbivores) et l'Institut de l'Élevage.

Directeur de la ferme Expérimentale du Mourier puis du Centre Interrégional de Recherche en Production Ovine (CIIRPO) dont le siège social est basé en Limousin pendant plus de 18 ans Il est spécialiste en élevage ovine viande et en production fourragère. Il a piloté de nombreux projets de recherche développement dont un programme de travail sur le pâturage hivernal des ovins et des bovins dans les années 1990 (Programme Acta 98/01), un projet national sur la prairie permanente (Programme Casdar), et plus récemment un projet de

recherche sur l'innovation en élevage allaitant, Casdar RFI Salinov, axé notamment sur la conduite des troupeaux ovins et bovins allaitants en plein air en hiver

Denis Gautier est chef de projet à l'Institut de l'Élevage au sein du Service Productions de Viandes et directeur du CIPO. Il pilote des projets en élevage ovin et systèmes fourragers plus particulièrement pastoraux et sylvopastoraux (Projets Casdar). Il est partenaire privilégié dans la conduite des expérimentations sur la ferme expérimentale de Carmejane (04) ayant notamment des essais sur l'agroforesterie au travers de projets d'aménagements sylvopastoraux.

Jean Christophe Moreau est chef de projet à l'Institut de l'Élevage. Après s'être plus particulièrement intéressé aux systèmes laitiers du Sud Ouest de la France, il est aujourd'hui en charge de dossiers sur les systèmes fourragers et l'adaptation des exploitations aux changements climatiques. Il a notamment piloté le programme Acta Changement Climatique de 2007 à 2009 et animé le Réseau Mixte thématique La prairie. Il est notamment chef du projet Casdar Arbele, démarré en octobre de cette année.

Principales publications

- Pottier E., D'Hour P., Havet A., Pelletier P., 2001, Allongement de la saison de pâturage pour les troupeaux allaitants, Fourrages, 167, 287-310
- Pottier E., Sagot L., Rodriguez A., 2002, Pâturage hivernal de le brebis, effets sur la prairie et les performances animales, Renc. Rech. Ruminants, 9, 299-302.
- Pottier E., Gautier D., Veron J., D'Hour P., 2001, Conduite en plein air de bovins et d'ovins. Conséquences sur les surfaces et la animaux, Renc. Rech. Rum, 8, 213-216.
- Pottier E., Sagot L., Cailleau L.M., 2006, Conséquences d'une maximisation de la part du pâturage sur les performances techniques d'un troupeau ovin allaitant, Renc. Rech. Rum., 13, 73-76
- Pottier E., Delaby L., Agabriel J., 2007, Adaptation de la conduite des troupeaux bovins et ovins aux risques de sécheresses, Fourrages, 191, p 267-284
- Pottier E., Martin-Rosset William, 2012, Récolte et Conservation des fourrages, In Nutrition et alimentation des chevaux, Eq Quae,
- Plantureux S., Pottier E., Carrère P., 2012, La prairie permanente : nouveaux enjeux, nouvelles définitions, Fourrages, 211, p 181-194
- Carrère P., Plantureux S., Pottier E., 2012, Concilier les services rendus par les prairies pour assurer la durabilité des systèmes herbagers, Fourrages, 211, p213-218
- MOREAU J-C, LORGEOU J (2007) : Premiers éléments de prospective sur les conséquences des changements climatiques, Fourrages, 191, 285-296
- MOREAU J-C, RUGET F, FERRAND M, SOUVERAIN F, POISSON S, LANNUZEL F, LACROIX B (2008) : « Prospective autour du changement climatique, adaptation de systèmes Fourragers, Actes des 15èmes rencontres Recherche Ruminants, 3-4 décembre 2008, Paris, 8 p.

Partenaire 4 : INRA-Ferlus (Unité expérimentale fourrages environnement ruminants)

L'Unité Fourrages, Environnement, Ruminants est une unité expérimentale de l'INRA basée à Lusignan (Poitou-Charentes) qui mène essentiellement des recherches sur les prairies et plantes fourragères ainsi que sur les ruminants valorisant ces ressources, de la conduite d'essais agronomiques à l'étude de leur valorisation alimentaire et de leur impact sur l'environnement. Elle est en particulier compétente dans l'estimation de la valeur des fourrages (prairies et cultures annuelles) et l'étude de son impact sur les performances zootechniques.

L'unité conduit également une expérimentation système originale sur la conception et l'évaluation d'un système bovin laitier innovant, ayant pour principaux objectifs de produire du lait dans un contexte d'aléas climatiques en minimisant le recours aux ressources en voie de raréfaction (eau, énergie fossile) tout en contribuant à une agriculture durable. Le système a été conçu avec des partenaires en considérant le système de production dans son ensemble (prairies, cultures et élevage), et en utilisant une approche agro-écologique (Novak et al., 2012). Elle est basée notamment sur une diversification des fourrages en termes d'espèces et d'associations, de périodes de production et de modes d'exploitation, en interaction avec les systèmes de culture, afin de favoriser la résilience du système et de valoriser au mieux les différentes strates du milieu. L'agencement dans le temps et dans l'espace de cette diversité et des strates herbacées, arbustives et arborées sera organisé de manière à sécuriser l'approvisionnement en fourrages et à constituer une ration équilibrée pour les ruminants. L'agroforesterie est donc au cœur de ce dispositif dans la mesure où l'intégration d'espèces ligneuses doit permettre de sécuriser l'approvisionnement fourrager en période de stress hydrique, de limiter le stress thermique des animaux et des couverts végétaux, de valoriser l'eau présente dans les couches profondes du sol, d'être un réservoir de biodiversité et de stocker du carbone. L'unité contribue en tant que partenaire, et sur les aspects élevage et agroforesterie, à deux projets coopératifs importants : Agworward (soutenu par l'Union Européenne) et ARBELE (soutenu par le CASDAR) et coordonne un projet régional sur l'agroforesterie d'élevage (LISEA).

Personnes impliquées

Jean-Claude Emile et Sandra Novak, ingénieurs dans l'UE INRA-Ferlus (UE Fourrages Environnement Ruminants) à Lusignan interviendront dans le projet.

Jean-Claude Emile est ingénieur agronome, docteur-ingénieur. Il a une expérience d'une vingtaine d'années sur la conduite d'expérimentations analytiques sur des aspects agronomiques, zootechniques et de l'environnement. Ses travaux portent en particulier sur l'évaluation de la valeur alimentaire des fourrages (prairies et cultures fourragères annuelles), sur le développement du pâturage et sur la réduction de la consommation d'eau et d'énergie en polyculture élevage. Il a été responsable de l'unité INRA- Ferlus (2003-2013). Membre du comité de pilotage du RMT prairies demain.

Sandra Novak est docteur en sciences du sol et spécialiste en évaluation agroenvironnementale. Elle est responsable de l'expérimentation système de Lusignan (co-conception, mise en œuvre et évaluation multicritères), décrite ci-dessus. Les multiples fonctions de l'agroforesterie et les interactions avec l'élevage y sont particulièrement développées.

Principales publications

- Emile J.C., Novak S. 2011. Recherche de systèmes fourragers innovants : économie d'eau et d'énergie, contribution au stockage du carbone. Séminaire changement climatique. Melle 6 décembre 2011, 41-45
- Novak, S., Delagarde, R., Fiorelli, J.L., 2012. Vers un système fourrager innovant en polyculture-élevage : la démarche initiée à Lusignan. Innovations Agronomiques 22, 159-168.
- Novak, S., Delagarde, R., Fiorelli, J.L., 2013. Conception d'un système fourrager bioclimatique : la démarche initiée à Lusignan. In: AFPPF (Ed.), Journées AFPPF, Prairies, systèmes fourragers et changement climatique, Paris, pp. 143-150.

Partenaire 5 : Inra UERT (Unité d'Expérimentation sur les Ruminants de Theix, UE 1354)

L'UERT, positionnée sur le Centre de Theix, dépend du département PHASE. C'est une unité expérimentale qui dispose d'installations pour l'expérimentation sur ruminants. Elle dispose de petits ruminants (ovins et caprins), de vaches laitières ou de bovins en croissance. Enfin, les surfaces utilisées exploitées sont exclusivement herbagères (160 ha). Environ 10 ha sont des parcelles agroforestières entretenues datant de 1988 de bois noble de différentes espèces (merisiers, frênes, érables) et à différentes densités par hectare sur prairies naturelles pâturées. Les principaux travaux de recherche développés sur l'UERT portent sur l'évaluation de la valeur des aliments pour les ruminants, la compréhension des mécanismes de leur digestion, l'élaboration de recommandations pour leur alimentation et la maîtrise des rejets, l'étude de leur comportement social et alimentaire et des conditions de leur bien-être. Les effets des différents facteurs d'élevage sur la qualité des produits lait et viande d'une part et sur l'environnement d'autre part sont aussi étudiés.

Personnes impliquées

Mickaël BERNARD, technicien de recherche à l'Inra est chargé d'expérimentation sur le troupeau ovin allaitant de l'UERT et spécialiste en production ovine. Il est diplômé ingénieur et a conduit une étude aux USA sur l'utilisation des tannins pour neutraliser l'effet des alcaloïdes. Il a aussi mené des recherches sur les effets associatifs induits par l'incorporation de chicorée dans des mélanges fourragers chez le mouton.

Hervé TOURNADRE est le directeur de l'UERT. Il est ingénieur d'étude et a conduit des études sur les systèmes de production ovine en agriculture biologique entre 1999 et 2013. Il a coordonné entre 2009 et 2011 le projet Permissyon soutenu par le Comité Interne à l'Agriculture Biologique de l'Inra. Il a aussi développé des travaux sur la maîtrise de la reproduction en contre saison chez la brebis *via* l'effet mâle (1996-2005).

Eric VILLENEUVE est technicien de la recherche, chargé d'expérimentation végétale à l'UERT. Il a conduits de nombreux protocoles dans différentes unités de recherche et expérimentales.

Principales publications

- Tournadre H, Pellicer M, Bocquier F (2009). Maîtriser la reproduction en élevage ovin biologique : influence de facteurs d'élevage sur l'efficacité de l'effet bélier. Innovations Agronomiques 4, 85-90.
- Benoit M, Tournadre H, Dulphy JP, Laignel G, Prache S, Cabaret J (2009). Comparaison de deux systèmes d'élevage biologique d'ovins allaitants différant par le rythme de reproduction : une approche expérimentale pluridisciplinaire. Inra Prod. Anim., 22 (3), 207-220.
- Bernard, M.; Maughan, B.; Villalba, J. J. (2013). Preference for tannin-containing supplements by sheep consuming endophyte-infected tall fescue hay. Journal of Animal Science, 91 (7) : 3445 - 3456.

Partenaire 6 : INRA-UMRH (Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores, UMR1213)

L'UMR1213 Herbivores est une unité mixte entre l'Inra et VetAgro Sup. Au sein de l'Inra, l'UMR1213 Herbivores est rattachée aux départements Physiologie et système d'élevage (Phase) et Sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement (SAE2). L'unité contribue au développement de systèmes durables d'élevage des herbivores, conciliant efficacité des productions, qualité des produits et viabilité socio-économique avec protection et valorisation de l'environnement, et bien-être animal. L'UMR1213 Herbivores analyse et intègre les mécanismes biologiques sous-jacents, et établit les lois de réponse de l'animal avec des approches allant des techniques à haut débit à la modélisation systémique et aux outils d'aide à la décision à destination de différents publics (producteurs, consommateurs, citoyens et décideurs publics). Les recherches ont pour objectifs plus précis de concevoir et étudier des systèmes d'élevage durables et adaptables, d'assurer la viabilité économique des itinéraires de production de la viande et du lait, d'évaluer l'empreinte environnementale des herbivores (biodiversité des prairies, rejets), de proposer et garantir des conduites d'élevage respectueuses du bien-être animal, et d'améliorer la qualité sensorielle, nutritionnelle et sanitaire des produits carnés et laitiers, spécialement pour les produits sous signe de qualité. À ces objectifs s'intègre celui d'investiguer et de développer des pratiques basées sur les principes de l'agroécologie, dont le sylvopastoralisme est une composante importante.

L'UMR1213 Herbivores regroupe près de 150 agents titulaires et 7 équipes de recherches dont deux sont impliquées dans ce projet, "Relations Animal-Plantes et Aliments" et "Adaptation et Comportements Sociaux".

Personnes impliquées

Cécile GINANE est chargée de recherche et animatrice adjointe de l'équipe "Relations Animal-Plantes et Aliments" de l'UMR1213. Elle est docteure en Biologie des organismes et Ethologie et titulaire de l'Habilitation à diriger des recherches. Ses travaux portent sur le comportement alimentaire des petits ruminants et plus précisément sur les mécanismes d'apprentissage alimentaire et d'adaptation à des ressources alimentaires diversifiées.

Véronique DEISS est chargée de recherche dans l'équipe Adaptation et Comportements Sociaux de l'UMR1213. Elle est docteur en biologie du comportement. Ses travaux portent sur l'impact des conditions d'élevage sur la perception de l'environnement par l'animal et sur l'amélioration du bien-être.

Donato ANDUEZA est ingénieur d'études dans l'équipe "Relations Animal-Plantes et Aliments" de l'UMR1213. Il est docteur ingénieur agronome. Ses travaux portent sur la valeur alimentaire des ressources fourragères complexes et notamment des prairies permanentes.

Marie-Madeleine MIALON est ingénieur de recherches dans l'équipe Adaptation et Comportements Sociaux. Ses travaux portent sur l'évaluation et l'amélioration du bien-être des ruminants en conditions d'élevage, en lien notamment avec les pratiques alimentaires. Dans le cadre du CASDAR Salinov, elle a contribué à développer des mesures pour évaluer le bien-être de moutons allaitant au pâturage. ...

Principales publications

- Favreau-Peigné A, Baumont R, Ginane C (2013) Food sensory characteristics: their unconsidered roles in the feeding behaviour of domestic ruminants. *Animal* 7, 806-813.
- Ginane C, Bonnet M, Baumont R, Revell D (2014) Feeding behavior in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. *Animal Production Science* (in press).
- Andueza, D., Picard, F., Jestin, M., Aufrère, J. 2013. The effect of feeding animals ad libitum versus at maintenance level on the in vivo digestibility of mown herbage from two permanent grasslands of different botanical composition. *Grass and Forage Science*, 68, 418-426.
- Andueza, D., Picard, F., Aufrère, J., Jamot, J., Bechet, G., Baumont, R. 2013. Polyethylene glycol determined by near-infrared reflectance spectroscopy to estimate faecal output in sheep fed fresh permanent grassland forage. *Livestock Science*, 155, 38-43.
- Mialon, M.M., Robin, C., Verney, A., Brule, A., Pottier, E., Davoine, J.M., Ribaud, D., Boivin, X. and Boissy, A., 2012. Preliminary assessment of sheep welfare on pasture. Conference of the European Association for Animal Production (EAAP), Bratislava (SLO), 27-31 August 2012. p.118. (comm. orale).
- Mialon, M.M., Brule, A., Beaume C., Boissy, A., Gautier D., Ribaud, D., Mounier L., Boivin, X., 2014. How to assess sheep welfare on pasture? 6th International Conference on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level, September 3-5, 2014, Clermont-Ferrand (affiche).
- Destrez, A., Deiss, V., Leterrier, C., Boivin, X., Boissy, A. (2013). Long-term exposure to unpredictable and uncontrollable aversive events alters fearfulness in sheep. *Animal*, 7 (3), 476-484
- Destrez A., Deiss, V., Lévy, F., Calandreau, L., Lee, C., Chaillou-Sagon, E., Boissy, A. (2013). Chronic stress induces pessimistic-like judgment and learning deficits in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 148 : 28-36

5.2. Tableau des projets impliquant les partenaires de PARASOL

Partenaire	Source de financement	Intitulé de l'appel à projets	Titre du projet	Nom du partenaire coordinateur	Montant demandé	Date début & Date fin
N°1 - Agroof	ADEME	Reacctif 1	Agripsol Bilan carbone des sols agroforestiers	Agroof	222 k€	2013-2015
	Eau de Paris	Marché publique, commande N° 3245120074 0 / F15861 / DES	Projet expérimental de développement de l'agroforesterie sur les aires d'alimentation des captages de la vallée de la Vanne (dpt. 89 et 10).	Agroof	150 K€	2012-2017
	UE	KBBE.2013.1.2-01 : Agroforestry systems for Europe	Agforward Etude des systèmes agrosylvopastoraux européens	Dr Paul Burgess, Cranfield University, Royaume-Uni	170 K€	2014-2018
	Ministère Agriculture	AAP CAS DAR Innovation	ARBELE	IDELE	45 K€	2014-2018
N°2 – Lasalle Beauvais	ONEMA ACTA	EXPERIMENTATION DEPHY ECOPHYTO	SCA0pest: Système de Culture Agroforestier "zéro pesticide" en Grande Culture	LaSalle Beauvais	152 K€	2013-2019
	Eau de Paris	Marché publique, commande N° 3245120074 0 / F15861 / DES	Projet expérimental de développement de l'agroforesterie sur les aires d'alimentation des captages de la vallée de la Vanne (dpt. 89 et 10).	Agroof	54 K€	2012-2017
N°3 - IDELE	UE	KBBE.2013.1.2-01 : Agroforestry systems for Europe	AGroFORestry that Will Advance Rural Development (AGFORWARD)	Dr Paul Burgess, Cranfield University, Royaume-Uni	60 K€	2014-2016
	Ministère Agriculture	AAP CAS DAR Innovation	ARBELE	IDELE	96 K€	2014-2018

N°4 - INRA Lusignan	UE	KBBE.2013.1.2-01 : Agroforestry systems for Europe	AGroFORestry that Will Advance Rural Development (AGFORWARD)	Dr Paul Burgess, Cranfield University, Royaume-Uni	84 K€	2014-2016
	Ministère Agriculture	AAP CAS DAR Innovation	ARBELE	IDELE	14 K€	2014-2018
N°5 – INRA Theix UERT	UE	7th Framework programme Grant no: 311825	Precision Livestock Farming	D. Berckmans, KU Leuven, Belgique	12 K€	2012-2016
N°6 – INRA Theix UMRH	FranceAgri Mer		Biene : Protocole d'évaluation du bien être des brebis en condition de pâturage hivernal, test en exploitations d'élevage	IDELE	53 K€	2014-2015
	UE	FP7 - Marie Curie Initial Training Network	LegumePlus	I. Mueller-Harvey, Reading University, Royaume-Uni	93 K€	2012-2015
	Apis-Gènes		EFFITOOL : Biomarqueurs de l'efficace alimentaire des ruminants et méthodes de mesure	I Cassar-Malek et G. Cantalapiedra. INRA	147k€	2015-2016

5.3. Qualification du coordinateur et complémentarité des équipes

De 1993 à 1998, Fabien Liagre a travaillé au sein de l'INRA UMR SYSTEM en tant que chargé d'étude dans l'équipe d'Agroforesterie de Christian Dupraz. De 1998 à 1999, il occupe le poste de conseiller de gestion à la Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin. Installé d'abord en profession libérale à partir de 2000, son activité l'amène à convertir Agroroof en SARL en association avec Nicolas Girardin. Agroroof compte aujourd'hui 3 salariés permanents. La recherche développement en agroforesterie constitue la principale activité d'Agroroof.

Au cours de son expérience, Fabien Liagre a occupé différentes fonctions de coordination de projets :

- 2001-2005 : Chargé d'étude pour le compte de 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. Leader du workpackage 2 : European silvoarable knowledge. En parallèle de la gestion du programme européen pour l'APCA, animation du dossier agroforesterie au niveau de l'ensemble des Chambres d'Agriculture (Diffusion, formation, réglementations fiscales et foncier en partenariat avec les Ministères concernés). Co-organisation des conférences de clôture à Paris et à Bruxelles, en collaboration avec le COPA COGECA.

- 2006-2008 : coordination du programme de développement de l'agroforesterie en France (Projet CAS DAR). Le projet compte 24 partenaires institutionnels (Chambres d'Agriculture, Civam, CRPF, INRA et Centre de Transfert de l'Agro de Montpellier). La finalité du programme était de structurer le développement de l'agroforesterie en France (réseau de parcelles pilotes, expérimentations sol et biodiversité, création de l'association française d'agroforesterie...). Budget 767 K€.
- 2009-2011 : partenaire du projet CAS DAR Agroforesterie, coordonné par la Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres. Responsable de l'action 3 concernant l'évaluation de l'impact de l'arbre sur le sol. Budget action3 : 150 K€.
- 2013-2015 : coordination du projet AGRIPSOL financé par l'AAP REACTIF de l'Ademe. Etude des bilans carbone des projets agroforestiers. Budget de 210 k€.
- 2014-2018 : responsable du WP9 Communication du projet européen Agforward, sur l'étude des systèmes agrosylvopastoraux européens. 23 partenaires de 16 pays, pour un budget de 6000 k€.
- Animation du Programme départemental de Recherche en Agroforesterie sur le Domaine de Restinclières, financé par le Conseil Général de l'Hérault (PIRAT – 2003 à 2014).

Complémentarité des partenaires

Intérêt : Lien fort entre Recherche – développement, entre les partenaires « Arbres » et « Animal » et « Système de production ».

La complémentarité est d'abord thématique et disciplinaire. Les compétences regroupées autour de ce projet concerne l'agronomie systémique et l'étude des systèmes agroforestiers, la zootechnie, la production fourragère, enfin l'ingénierie et valorisation des travaux de recherche. Elle regroupe 4 partenaires bien distincts : trois unités de recherche INRA, un institut technique IDELE, un institut technique d'enseignement et de recherche Lasalle Beauvais, une coopérative de production spécialisée sur le sujet de l'agroforesterie Agroof.

Il est à noter également la collaboration antérieure ou sur d'autres projets de plusieurs des partenaires comme l'IDELE, l'INRA de Lusignan et Agroof (projet européen Agforward), Agroof et Lasalle (projet territoriaux d'ampleur comme celui concernant Eau de Paris) ou encore la présence de 4 partenaires à des postes d'animateurs ou de fondateurs du RMT AgroforesterieS, permettant un bon écho de ce travail au sein des actions du RMT.

6. Références bibliographiques

Donner la liste des références bibliographiques utilisées dans la partie « Etat de l'art »

Adler P.B., Raff D.A., Lauenroth W.K. 2001 The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128:465-479.

AGROOF Développement. 2009. Améliorer l'efficacité Agro-environnementale des systèmes agroforestiers. 2009. Délivrable 3.1 CASDAR Agroforesterie 2009-2011. Groupe de travail

Andrieu J. Demarquilly C ; 1987. Valeur nutritive des fourrages: tables de prévision. Bulletin Technique Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix. 61-73

Auclair et al, 1996. Programme de recherche européen ALWAYS, 1996. Utilisation Alternative des Terres Agricoles avec des Arbres à Croissance Rapide Alternative Agricultural Land - Use with Fast Growing Trees. Programme de recherche cofinancé par la Commission Européenne. Durée 4 ans (01/1993 - 12/1996).

Audic C, Veissier I., Pflimlin A., 1997, Influence de la haie sur le comportement et le bien être des brebis en période de fortes chaleurs estivales, Résultats de deux essais réalisés sur le site expérimental du Mourier, CR n° 9 98 33 01, Institut de l'Elevage

Audic C., 1996, Rôle de l'abri sur le comportement la santé et les performances des ovins et des bovins en conditions climatiques difficiles, Etude bibliographique, CR n° 9 98 33 02, Institut de l'Elevage.

- Aufrere J. et Michalet-Doreau B. 1988. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. *Animal feed science and technology*, 20 (3), 203-218
- Bakker ES, Ritchie ME, Olff H, Milchunas DG, Knops JMH (2006) Herbivore impact on grassland plant diversity depends on habitat productivity and herbivore size. *Ecol Lett* 9:780-788.
- Bartelink H.H., 1997. Allometric relationship for biomass and leaf area of beech (*Fagus sylvatica* L.). *Ann. Sci. For.* 54, 39-50
- Bertrand B. (1997), *Le frêne, arbre des centenaires*, Editions Terran, Collection Le Compagnon Vegetal, 132 p.
- Bourbouze A., Donadieu P. (1987), *L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes*, CIHEAM-IAM, Options Méditerranéennes, Montpellier. - 104 p.
- Cienciala E., Cerny M., Apltauer J., Exnerova Z., 2005. Biomass functions applicable to european beech. *Journal of Forest Science*, 51(4), 147-154
- Dupraz C., Liagre F., (2011 – nouvelle édition). *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.
- Etienne M., 1996. *Western European Silvopastoral Systems*. INRA Editions, Paris, 275 p.
- Etienne M., Balandier P., 2003. Interactions bétail-végétation dans les systèmes sylvopastoraux en France. *Revue Forestière Suisse* 154(5), 161-168.
- European Commission, 2013, *EU strategy on adaptation to climate change*, 8 p.
- Gac A., Cariolle M., Deltour L., Dollé J.B., Espagnol S., Flénet F., Guingand N., Lagadec S., Le Gall A., Lellahi A., Malaval C., Ponchant P., Tailleur A., 2011. GES'TIM – des apports pour l'évaluation environnementale des activités agricoles ; *Innovations Agronomiques* 17 (2011), 83-94
- Gac A., Deltour L., Cariolle M., Dollé J-B., Espagnol S., Flénet F., Guingand N., Lagadec S., Le Gall A., Lellahi A., Malaval C., Ponchant P., Tailleur A., 2010. GES'TIM, Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre. Version 1.2. 156 p. Institut de l'Élevage, Paris.
- Gac A., Manneville V., Raison C., Charroin T, Ferrand M., 2010. L'empreinte carbone des élevages d'herbivores – IDELE, *Rencontres Recherches Ruminants*, 2010, 17.
- Garcia F., Carrère P., Soussana J.F., Baumont R. 2003. The ability of sheep at different stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season. *Journal of Agricultural Science* 140, 113-124.
- Girardin P., Guichard L., Bockstaller C., Meynard J.M., 2005. Indicateurs et tableaux de bord : Guide pratique pour l'évaluation environnementale. Editions TEC&TOC Lavoisier, Paris, 39 pages
- Grandgirard D. et Havas M., 2010. Action 4 : Etude des potentialités offertes par l'agroforesterie pour la production d'agrocaburant de 2nde génération R 4.2: Estimation de la productivité agroforestière. CasDAR "Améliorer l'efficacité agro-environnementale des systèmes agroforestiers en grandes cultures", Convention 08 AAP n°8095, pp60
- Grandgirard D., 2011. Action 1 : Caractérisation des aménagements agroforestiers pour favoriser la biodiversité utile. Evaluation du service rendu par certains groupes d'auxiliaires en grandes culture R 1.1 : Mise en place de nouvelles parcelles agroforestières en milieu contrôlé - CasDAR "Améliorer l'efficacité agro-environnementale des systèmes agroforestiers en grandes cultures", Convention 08 AAP n°8095, pp60
- 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.
- Guerin G., Gautier D., Launay F., Gallion B., Sajdak G., 2009. *Le sylvopastoralisme, un atout. Recueil des documents techniques et méthodologiques issus du programme CASDAR – Ed. Institut de l'Élevage*. DVD.

- Guerin G., Gautier D., Launay F., Gallion B., Sajdak G., 2009. Le sylvopastoralisme, un atout. Recueil des documents techniques et méthodologiques issus du programme CASDAR – Ed. Institut de l'Élevage. DVD.
- Guérin G., Leger F. et Pflimlin A., 1994. Stratégie d'alimentation, méthodologie d'analyse et de diagnostic de l'utilisation et de la gestion des surfaces fourragères et pastorales. Collection Lignes. Institut de l'Élevage. 36 pages.
- Hamon X., Dupraz C., Liagre F., (2009). L'agroforesterie, outil de séquestration du carbone en agriculture. Rapport du projet CAS DAR Agroforesterie 2009-2011, 17 p.
- Hostiou N., Servièrre G., Madelrieux S., 2008. Bilan Travail – Atelage, une méthode de mise à plat de l'organisation du travail en élevage en vue du conseil. Projet Transformation de l'élevage et dynamique des espaces (Trans) et RMT Travail en élevage; pp13
- Houssin B., Gac A., Rouille B., Hardy A., Bardoux C., Odienné D., 2011. Evaluation des performances technico-économiques et des impacts environnementaux de deux systèmes laitiers "pâturage et ensilage de maïs" et "pâturage et foin séché en grange". Renc. Rech. Ruminants (2011), 18
- Launay F., 2011, Prairies Permanentes, des références pour valoriser leur diversité, Ed. Institut de l'Élevage, 128 p.
- Le Goff N., Granier A., Ottorini J.M., Peiffer M., 2004. Biomass increment and carbon balance of ash (*Fraxinus excelsior*) trees in an experimental stand in northeastern France. *Ann. For. Sci.* 61, 577-588
- Liagre F. (2006) Les haies rurales, fonction, création, entretien – Editions France Agricole, 320p.
- Liagre F., Girardin N., (2011). Agroforesterie, enjeux et perspectives. DVD documentaire 17 mn avec répertoire réglementations et politique aménagement, Agroof Productions.
- Madignier M.L., Benoit G., Roy C. (2014). Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique, rapport 14056 du CGAAER, 51p.
- Moreau J-C et al, 2008. Prospective autour du changement climatique : adaptation de systèmes fourragers. *Rencontres Recherche Ruminants n°15*, p.193-200.
- Öckinger E, Eriksson AK, Smith HG (2006) Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biol Conserv* 133:291-300.
- 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.
- Pijnappels M. (2012), *Adaptation Inspiration Book - 22 implemented cases of local climate change adaptation to inspire European citizens*, édition réseau Circle 2, 83 p.
- Rook AJ, Dumont B, Isselstein J, Osoro K, Wallis De Vries MF, Parente G, Mills J (2004) Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures - a review. *Biol Conserv* 119:137-150.