

Rapport de stage

présenté pour l'obtention du Diplôme de master Agris Mundus en agronomie

Option : Développement Agricole et Rural au Sud (DARS)

Spécialité : Ressources, Systèmes Agraires et Développement (RESAD)

Le rôle de l'arbre intraparcellaire au sein des systèmes d'élevage ovins en France, et son utilisation comme potentielle stratégie d'adaptation au changement climatique.



Photo : AGROOF Scop

par Matthias THIERY

Rapport de stage

présenté pour l'obtention du Diplôme de master Agris Mundus en agronomie

Option : Développement Agricole et Rural au Sud (DARS)

Spécialité : Ressources, Systèmes Agraires et Développement (RESAD)

Le rôle de l'arbre intraparcellaire au sein des systèmes d'élevage ovins en France, et son utilisation comme potentielle stratégie d'adaptation au changement climatique.



Photo : AGROOF Scop

par Matthias THIERY

Année de soutenance : 2015

**Mémoire préparé sous la direction de :
Claire AUBRON**

Organisme d'accueil : AGROOF Scop

Présenté le : 13/04/2016

Maîtres de stage : Camille BERAL

devant le jury :

Et Antoine MARIN

Camille BERAL

Claire AUBRON

Charles-Henry MOULIN

Emmanuel TORQUEBIAU

RESUME

Cette étude s'intéresse au rôle de l'arbre intraparcellaire sur les exploitations ovines en France, et l'utilisation potentielle de l'arbre comme stratégie d'adaptation au changement climatique. Nous avons parcouru un territoire important afin de couvrir autant de zones agroécologiques possibles.

Nous détaillons la conduite des deux grands types d'agroforesterie rencontrés au cours de cette étude, les plantations à essences forestières, et les plantations à essences fruitières. Les dernières s'avèrent être les plus contraignantes, mais également les plus productives, et offrent, comme les autres, des bénéfices intéressants au niveau technique. Il ressort de notre étude que chez les planteurs forestiers, la plupart ont planté leurs arbres pour des bénéfices techniques, et non pas économiques.

Nous trouvons que les exploitations à forte RUE (Réserve Utile en Eau) sont celles qui offrent le plus de bénéfices des arbres, en termes de meilleur maintien de l'herbe lors des épisodes de chaleurs estivales, ainsi que le moins de compétition entre les arbres et la prairie, et donc une plus grande productivité herbagère ($P \text{ value} < 0,05$, résultat statistiquement très significatif). Les exploitations situées sur des sols à forte RUE sont donc non seulement très adaptées à l'agroforesterie en général, mais, grâce à ce meilleur maintien de l'herbe, offrent également les meilleures possibilités d'adaptation au changement climatique. Les exploitations situées sur des zones à faible RUE ne bénéficient pas de ces caractéristiques.

Nous trouvons que de nombreux éleveurs agroforestiers à essences forestières étaient peu formés à la conduite des arbres, et recommandons donc plus d'échanges avec les centres forestiers afin de vulgariser les itinéraires techniques de conduite des arbres à essences forestières, ainsi que d'ouvrir des perspectives pour la valorisation des arbres. Enfin, pour faire face à un manque d'engagement des repreneurs, problème courant en foresterie, nous recommandons de sensibiliser les successeurs à la présence et à l'utilité des arbres au sein du paysage agricole.

Mots clés

Agroforesterie, ovins, arbres intraparcellaires, essences fruitières, essences forestières, maintien de l'herbe, réserve utile en eau, bois d'œuvre

ABSTRACT

Title : The role of intra-plot trees in sheep farming systems in France, and its use as a potential adaptation and mitigation strategy to climate change

This study focuses on the role of intra-plot trees in sheep farming systems in France, and its potential use as an adaptation and mitigation strategy to climate change.

We present the technical itineraries of the two main agroforestry systems met during the course of the study, which are the forest trees plantations, and the fruit trees plantations. The latter ones happen to be much more constraining on various levels, but also the most productive, and, like the other ones, offer interesting benefits at the technical level. We find that in the case of the forest tree planters, most of them planted trees not for the economical benefits, but rather for the technical benefit the trees bring on the plot.

We find that the farms located on soils with high Available Water Reserve (AWR) are those that gain most from the inclusion of trees on the plots, in terms of shielding the prairie and grass from the excess sun and drought in summer, and are also the ones where the competition is least intense between the trees and the grass (P value < 0,05, statistically significant result). The farms located on soils with a high AWR are thus not only very suitable to agroforestry in general; due to the fact the trees are able to shade the grass best and allow it to remain green, they are also the ones where trees offer the most opportunities as adaptation and mitigation strategies to climate change. The farms located on areas with lower AWR do not benefit from these characteristics. They do, however, enjoy other technical benefits.

We find that many sheep farmers in agroforestry under forest trees modalities were little trained for the proper making of trees, and thus recommend more interactions with forest specialised research centres in order to share knowledge and the appropriate technical itineraries to grow valuable trees, as well as a way to bring some degree of perspective in order to better know and access the timber market. Finally, to fight a lack of interest and commitment by the inheritors of the trees, a common problem amongst foresters, we suggest to raise awareness on the usefulness of trees in the agricultural landscape.

Key words

Agroforestry, sheep, intra-plot trees, forest trees, fruit trees, grass resistant to hot temperatures, available water reserve, timber

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier ma maître de stage Camille Béral pour la patience dont elle a fait preuve à de nombreuses reprises, et notamment au moment de la relecture, exercice auquel s'est aussi prêté Antoine Marin, maître de stage numéro 2, qui a été d'un grand secours pour tout ce qui touchait à l'élevage, et m'a prêté main forte lors de mon séjour dans le Nord et la France.

Je remercie Claire Aubron également, d'avoir accepté de me re-superviser après ce qui a été un stage compliqué en Inde l'année passée. Je remercie donc sa persévérance à mon égard, et notamment pour la phase de relecture également, qui – ou en tous cas, j'en ai l'impression – a été très fructueuse. J'en profite pour remercier Bruno Dorin, du CSH de Delhi, qui m'a consacré beaucoup de temps lors de mon passage en Inde.

Then comes my Hungarian brainy Melinda Süveg who has been extremely patient as well, and thanks to whom I was able to find some very interesting elements in order to finish my master thesis.

L'équipe Caroline Bascoul / Ambroise Martin-Chave a également été formidable, et a contribué à des éléments importants de ce mémoire qui ont beaucoup servi à en améliorer le contenu.

Je remercie la team AGROOF pour leurs commentaires constructifs lors de ma première soutenance, qui n'aura que peu de choses à voir avec la dernière. Guillaume Sabourin a également beaucoup contribué, tant par son aide que par ses réflexions.

Je remercie les partenaires du projet Parasol également, David Grandgirard (tout particulièrement, pour ses commentaires de haute volée lors du copilotage du projet le 15 Mars), Eric Pottier, Jean-Christophe Moreau, Mickaël Bernard (pour son très bon accueil à l'INRA de Theix, où j'ai failli rester à cause de la neige), Jean-Claude Emile, Dorothée Bizeray, et les autres que je n'ai pas cité ici.

Je remercie les agriculteurs, dont j'ai pris parfois beaucoup de temps, et qui m'ont néanmoins souvent fait bon accueil. Je remercie tout particulièrement ceux qui étaient intéressés, et voulaient échanger sur le sujet.

Un grand merci à Mr Jean-charles Thiévenaz, expert forestier, dont l'expérience et les conseils étayent les points techniques sur les arbres dans ce mémoire.

Enfin, je remercie les professeurs et membres de SupAgro Isabelle Michel, Olivier Philippon, Elizabeth Rasse Mercat, Didier Pillot, Gisèle André, Mireille Alauzen pour leur soutien lors de mon retour d'Inde, leur attitude compréhensive, la façon dont ils ont facilité mon changement de stage, y compris la logistique mise en œuvre pour un retardataire comme moi.

TABLE DES MATIERES

Résumé	3
Abstract	4
Remerciements	5
Table des matières	6
Avant-Propos	7
Glossaire	8
Sigles et acronymes	9
Introduction	11
I. Contexte	13
a) Changement climatique	13
b) L'agroforesterie : présentation	13
c) Les initiatives de recherche	14
d) Présentation de l'étude	15
II. Synthèse bibliographique	16
III. Problématique, objectifs et hypothèses	29
a) Problématique	29
IV. Matériel et méthodes	32
a) Zone d'étude, échantillonnage et méthodologie	32
b) Analyse des données :	35
V. Résultats	39
a) Présentation de l'échantillon enquêté	39
b) Les systèmes agroforestiers	42
c) Présentation de la conduite d'une exploitation en ovins et sous vergers fruitiers	52
VI. Le maintien de l'herbe, la productivité prairiale, et la qualité de l'herbe sous les arbres	60
VII. Typologie d'agriculteurs	65
a) Typologie 1 : le degré de succès d'intégration de l'arbre au sein du système d'exploitation	65
b) Typologie 2 : l'utilisation de l'arbre comme adaptation au CC:	68
VIII. Discussion	73
a) Réponse aux questions de recherche	73
b) Vérification des hypothèses :	77
c) Les limites de la méthode :	81
d) Discussion de certains aspects ressortant des enquêtes	84
Conclusion	87
Références bibliographiques	89
Annexes	93
Résumé	106

AVANT-PROPOS

Ce stage s'est déroulé au sein de la Scop AGROOF pour la complétion du Master en agronomie Agris Mundus à Montpellier SupAgro, option RESAD.

GLOSSAIRE

Agroforesterie : Pratique visant à inclure des arbres sur des parcelles agricoles avec les cultures et / ou des animaux, de manière simultanée ou séquentielle, visant autant la production de bois que de la culture du sous-étage, afin d'en tirer des bénéfices économiques et / ou techniques.

Arbres intraparcellaire : arbres plantés à densité pré-établie, en lignes, à inter-rang régulier, afin de produire des arbres à essences forestières ou fruitières.

Bois d'industrie : bois ayant des défauts (nœuds, blessures) et non propres à l'utilisation noble du bois, telle que la construction ou l'ébénisterie.

Bois d'œuvre : bois dénué de défauts, de qualité supérieure, utilisé pour des usages plus nobles, tels que la construction ou l'ébénisterie.

Ventes groupées : Ventes organisées par des professionnels de la forêt, des experts forestiers ou par le syndicat des propriétaires forestiers local, visant à augmenter considérablement le poids du vendeur dans la transaction, et s'organisant en plusieurs étapes :

- Un expert vient visiter une parcelle dont le propriétaire souhaite vendre les arbres, les martèle (frappe d'un coup de marteau forestier, afin d'y imprimer son sigle), et en prend les caractéristiques (cubage sur écorce, qualité, essences, nombre, facilité de débardage).
- L'expert fait circuler auprès d'acheteurs potentiellement intéressés, en général scieurs ou autres, qui se déplacent afin de visiter les parcelles.
- Une vente aux enchères est organisée par l'expert, pendant laquelle plusieurs lots sont vendus, et à laquelle se présentent les acheteurs potentiels, qui participent donc aux enchères selon leurs besoins respectifs d'acquisition de bois d'œuvre, ceci afin de faire jouer la concurrence.

SIGLES ET ACRONYMES

- ACM : Analyse de Composantes Multiples
- ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- AF : Agroforesterie
- AFAF : Association Française d'AgroForesterie
- AGROOF Scop
- ARBELE
- BCAA : Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales
- C : Carbone
- CAH : Classification Ascendante Hiérarchique
- CC : Changement Climatique
- D5cm : diamètre de l'arbre à 5 cm de hauteur
- D2m : diamètre de l'arbre à 2 m de hauteur
- DBH : de l'anglais, « Diameter at Breast Height », « diamètre au niveau de la poitrine », consiste à faire une mesure du diamètre d'un arbre à la hauteur de la poitrine. Nous avons ici utilisé un mètre-ruban, pour obtenir non pas le diamètre, mais la circonférence.
- FAO : Food and Agriculture Organisation of the United-Nations
- FEADER : Fond Européen Agricole pour le Développement Rural
- GIEC : Groupement Intergouvernemental pour l'Environnement et le Climat
- Ibid : d'« Ibidem », signifiant « même endroit ». Renvoie à l'auteur précédemment cité.
- IDELE : Institut de l'Elevage
- INRA : institut National de Recherche Agronomique
- IP : Intraparcellaire
- Kgc : kilogramme de carcasse ; unité utilisée pour quantifier le poids d'un agneau découpé et préparé. Les agneaux sont habituellement vendus entre 16 et 20 kgc, seuils en dessous ou au dessus desquels la viande est déclassée, et moins bien rémunérée.
- MAAF : Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt
- MAEC : Mesures Agro-Environnementales et Climatiques
- MO : Matière Organique
- N : Azote
- P : Phosphore
- PARASOL

- PDIN : Valeur azotée des aliments fourragers
- PDRH : Plan de Développement Rural Hexagonal
- OCDE : Organisation pour la Coopération et le Développement Economique
- RDR : Règlement de Développement Rural
- RPA : Rayonnement Photosynthétiquement Actif
- SEA : Surface Equivalente Assolée
- TMC : Température Minimale Critique
- UFL : Valeur énergétique des aliments fourragers
- VD : vente directe

INTRODUCTION

Dans un contexte mondial de changement climatique, l'agriculture va faire face à de nombreux défis : chaleur, sécheresses, violents épisodes climatiques, migration de certaines maladies seront les enjeux majeurs auquel elle devra faire face au cours de ce siècle (GIEC, 2007 ; 2013). Le consensus scientifique est que ce changement climatique s'opère suite à l'augmentation des gaz à effets de serre (GES) dans l'atmosphère, produits de l'activité économique humaine (*Ibid.*).

Pour faire face à ces problèmes, l'agroforesterie peut permettre, par l'utilisation d'arbres au sein de l'espace agricole, de remédier à ce problème sur deux fronts : d'une part, les arbres sont une « technologie » de capture et de stockage du carbone, qui joue donc à réduire directement la quantité de carbone dans l'atmosphère (*Ibid.*), et deuxièmement en offrant un effet d'atténuation des impacts météorologiques à l'échelle de la parcelle (Nair, 1993). Ces effets peuvent être variés : atténuation des épisodes de chaleur et sécheresse, meilleure infiltration et rétention d'eau, augmentation de la Surface Equivalente Assolée (SEA), contrôle de l'érosion, etc... Cependant, des effets de compétition peuvent aussi apparaître. Des études sur le sujet sont donc nécessaires afin de mieux comprendre les mécanismes en jeu, et dans quelles conditions ils s'appliquent.

Cette étude s'intéressera à la production ovine en agroforesterie intraparcellaire à essences forestières et fruitières, réparties dans de nombreux endroits en France, dans le but de couvrir un maximum de zones agroécologiques. Il s'agira de voir le rôle de l'arbre intraparcellaire au sein du système d'élevage, et son utilisation potentielle comme solution potentielle d'adaptation au changement climatique. Pour ce faire, nous avons enquêté chez de nombreux éleveurs ayant des parcelles déjà âgées, dont beaucoup de planteurs d'essences forestières étaient issus d'un programme de recherche initié par l'INRA / l'IRSTEA.

Les différents systèmes agroforestiers sont présentés, ainsi que la conduite technique associée à la gestion d'ovins sur des exploitations agroforestières. Nous trouvons que les systèmes en ovins en agroforesterie varient en intensité de production, de contraintes, et en bénéfices économiques : les exploitations à essences fruitières sont les plus contraignantes, mais également productives plus rapidement, et apportent de nombreux bénéfices techniques à la conduite du troupeau. Viennent ensuite les exploitations en agroforesterie à essences forestières, dont les arbres requièrent moins d'attention, sont productives après environ 40 ans pour du bois d'œuvre, et apportent également une variété de bénéfices techniques. Puis viennent en dernier lieu les exploitations à essences forestières plantées non pas pour le bois d'œuvre, mais dans d'autres buts, principalement techniques. Celles-ci sont les moins contraignantes dans la gestion des arbres. Nous trouvons que ces dernières sont probablement les exploitations les plus nombreuses chez les planteurs d'essences forestières.

Nous trouvons que les arbres apportent de nombreux bénéfices au système d'élevage lorsque les exploitations sont situées sur des sols à forte Réserve Utile en Eau (RUE) : ils permettent alors souvent de permettre à la prairie de rester verte, ou relativement plus verte lors des épisodes de chaleur estivale. C'est également sur les sols à forte RUE que les effets de compétition se font le moins sentir, et que la productivité herbagère est identique, ou presque identique que sur les prairies non arborées (P value $< 0,05$, résultat statistiquement très significatif dans les deux cas). C'est donc sur ces exploitations que les arbres remplissent le mieux leur rôle tampon face aux événements météorologiques adverses. Sur les exploitations

à sols à plus faible RUE, la prairie a tendance à se dessécher, et la productivité herbagère à baisser. Cependant, dans les deux cas, l'arbre est un atout appréciable pour les ovins pour faire face à la chaleur, en plus des autres bénéfices techniques susmentionnés.

Il ressort de notre étude que les planteurs d'essences fruitières étaient meilleurs connaisseurs de leurs arbres, et mieux formés à leur conduite, que les planteurs d'essences forestières. Pour faire face à un certain manque de connaissances en sylviculture des agriculteurs rencontrés, nous conseillons aux bureaux d'études et centres de recherches de se rapprocher de centres spécialisés sur la gestion sylvicole, afin de pouvoir procéder à un partage de connaissances entre les secteurs, qui serait vraisemblablement bienvenu pour les éleveurs en agroforesterie. Ces connaissances vont de la conduite des arbres, jusqu'aux débouchés.

Enfin, tout comme en foresterie, l'accent doit être mis sur la transmission et la sensibilisation des successeurs aux arbres et à l'agroforesterie, afin que ce projet intergénérationnel soit poursuivi lors de la reprise de la ferme.

I. CONTEXTE

a) Changement climatique

Les enjeux du changement climatique pour l'élevage

Selon les prévisions du GIEC (2013), le changement climatique devrait d'une manière générale accentuer les phénomènes climatiques régionaux existants, en accentuant les contrastes entre zones chaudes et froides, et humides et sèches, bien que des exceptions à l'échelle régionale soient certaines. Il est donc question d'un réchauffement global, mais qui va de paire avec un refroidissement de certaines régions. Les impacts de ce réchauffement global sur l'agriculture seront multiples : difficulté accrue pour la production agricole à cause d'une plus grande incertitude liée au cycle de l'eau, aux vagues de chaleur, à la sécheresse, aux épisodes climatiques extrêmes (cyclones, typhons), à des précipitations plus espacées et moins « ponctuelles » (notamment en ce qui concerne la mousson) mais plus violentes. En ce qui concerne l'élevage, la chaleur pourra affecter de nombreuses espèces, une humidité croissante pourra favoriser le développement de maladies, la sécheresse limiter les possibilités pour les animaux de s'abreuver, et enfin même la pisciculture, la pêche et les récifs coralliens sont menacés du fait de l'acidification croissante des océans, qui absorbent la majeure partie du CO₂ produit (Hansen, 2011).

b) L'agroforesterie : présentation

L'agroforesterie est une pratique visant à intégrer des arbres dans les exploitations agricoles, de manière simultanée ou séquentielle, intra ou extra parcellaire (Huxley, 1999). Elle est pratiquée depuis l'aube de l'agriculture dans de nombreux endroits du monde, et bien qu'elle ait été délaissée dans les Pays du Nord du fait du développement de la mécanisation dans la période post seconde guerre mondiale, elle est toujours très utilisée dans les Pays du Sud (Mazoyer et Roudart, 2002 ; Michon, 2015).

Cependant, étant donné le potentiel de l'agroforesterie à répondre à certains enjeux qui se posent aujourd'hui en agriculture, tels que les problèmes liés à l'érosion, à la rétention d'eau, à l'adaptation et l'atténuation du changement climatique, nous assistons aujourd'hui à un retour de cette pratique agricole dans les pays dits développés (Michon, 2015 ; Moreno et al. 2006 ; Semenov et al. 2007). De nombreuses études visent aujourd'hui à comprendre comment adapter l'agroforesterie aux contraintes modernes des exploitations et comment mesurer et appréhender les services rendus par les arbres (Balandier et Dupraz, 1999 ; Silva Pando et al., 2002 ; Papanastasis et al., 1995 ; Pollard, 2006 ; etc...).

L'agroforesterie : une aide à l'adaptation des systèmes d'élevage au changement climatique

Les arbres influent donc sur le microclimat par l'ombre qu'ils projettent sur la parcelle, d'une part, et par « l'ambiance forestière » qu'ils créent d'autre part (Hubert, 1997). En ce qui concerne les animaux, la présence d'ombre et le microclimat favorable créé par les arbres, plus frais en saison chaude, et plus chaud en saison froide, peuvent leur être très bénéfique. Cependant, la présence des arbres et du microclimat qu'ils génèrent peut être bénéfique dans certains cas, et néfastes dans d'autres cas où la compétition entre les arbres et la culture du sous-étage est trop importante. Toute la question est donc d'étudier des combinaisons de plantes et arbres dans lesquelles la facilitation prévaut sur la compétition, de manière à utiliser

la complémentarité des deux à l'avantage de l'agriculteur (Huxley, 1999). Il s'agit de connaître les différents systèmes et leurs impacts, et c'est là la raison d'être des projets d'études en agroforesterie.

c) Les initiatives de recherche

Les projets PARASOL et ARBELE

Le projet PARASOL, est, lui, coordonné par AGROOF, qui codirige également les tâches 1 et 6. Ce projet vise à **l'étude de l'adaptation des systèmes d'élevage ovins au changement climatique par l'introduction d'arbres sur les prairies pâturées.** Le projet Parasol repose sur le partenariat entre l'IDELE (Institut de l'Elevage), l'Institut Lasalle Beauvais, l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) de Theix et l'INRA de Lusignan, et le soutien financier de l'ADEME (Agence de l'Environnement et la Maîtrise de l'Energie) pour une durée de trois ans (Août 2015 à Août 2018). Il est divisé en cinq tâches à réaliser au cours des trois années:

- Tâche 1 – Analyse des systèmes d'élevage ex-ante (Coord. Agroof)
- Tâche 2 – Evaluation de la disponibilité fourragère herbacée et évaluation des modes de gestion de l'alimentation au pré (Coord. IDELE)
- Tâche 3 – Composition et digestibilité des ressources fourragères arborées et intérêt pour l'alimentation des troupeaux – (coord. INRA Lusignan).
- Tâche 4 – Impact des arbres sur le comportement et les performances zootechniques des troupeaux d'ovins (Coord. : INRA UERT-UMRH)
- Tâche 5 – Etude des performances globales des systèmes agroforestiers (Coord. Lasalle Beauvais)

Le second projet, le CasDAR **Arbele**, est quant à lui financé par le ministère de l'agriculture et coordonné par l'IDELE (l'Institut de l'Elevage), et s'étendra sur la période Janvier 2015 à Décembre 2018. Il a pour titre : L'ARBRE dans les exploitations d'ELEvage herbivore: des fonctions et usages multiples (ARBELE). Le projet est divisé en quatre actions, qui sont :

- ACTION 1 : L'arbre dans les élevages : état des lieux des pratiques, des besoins et des attentes des éleveurs, des décideurs et des structures d'accompagnement technique, leviers et freins techniques et réglementaires.
- ACTION 2 : Etude des interactions arbre/animal/culture.
- ACTION 3 : Etude des itinéraires technico-économiques.
- ACTION 4 : Transfert des argumentaires des connaissances et des outils, co-conception des méthodes de conseil et d'accompagnement de projets.

Une des difficultés des projets agroforestiers tient au fait que les arbres ont une croissance lente. Il peut par conséquent y avoir un considérable laps de temps entre l'initiation d'un projet et l'observation des premiers résultats pertinents. Or, ces deux projets s'appuient sur des parcelles de l'IRSTEA, l'INRA et du PNR Cap et marais d'Opale mises en place dans les années 80. Ces projets visaient, à l'époque, à voir s'il était possible de combiner la production de bois d'œuvre sur les parcelles de prairies en élevage afin d'apporter une diversité de revenus à l'agriculteur. De ces expériences et d'un manque de connaissances plus général sur le sujet sont nés, 30 ans plus tard, les projets Parasol et Arbele, bénéficiant de plantations

devenues depuis lors matures.

Le projet OASYS

D'autres initiatives existent, comme le projet OASYS, porté par l'INRA de Lusignan, qui vise à tester l'efficacité des systèmes en bovin laitier en agroforesterie. 600 arbres ont été plantés, mais qui en sont encore au stade juvénile. Le projet cherche à obtenir du lait « bioclimatique », ce qui signifie qu'il cherche à tirer le meilleur parti des ressources naturelles.

d) Présentation de l'étude

Structure d'accueil : AGROOF SCOP

Cette étude se déroulera au sein du bureau d'études AGROOF, une Société Coopérative et Participative (SCOP) basée à Anduze et spécialisée dans le développement et l'étude des systèmes agroforestiers en France et en Europe. Elle offre aux agriculteurs désireux de transformer leur système agricole en système agroforestier conseil et accompagnement, contribue à la recherche et au développement de cette pratique, et travaille à la communication audiovisuelle et internet des expériences et connaissances acquises en la matière.

Dans le cadre de ces activités de recherche et développement AGROOF s'intéresse à l'agroforesterie d'élevage et plus particulièrement à étudier l'impact de l'introduction d'arbres sur les animaux et sur les cultures. Le stage s'inscrira dans deux tâches de projets plus larges : **Parasol** (financé par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie), et dont AGROOF co-dirige les tâches 1 et 6) et **Arbele** (financé par le ministère de l'agriculture, et par l'IDELE (Institut de l'Elevage) et dans lequel AGROOF co-coordonne la tâche 2).

Le stage portera sur une thématique importante en agriculture: l'adaptation des pratiques agricoles au changement climatique via l'agroforesterie.

Le sujet de l'étude

L'étude présentée s'inscrit dans le cadre de la tâche 1 du projet PARASOL visant à réaliser un diagnostic ex-ante d'exploitations ovines pratiquant l'agroforesterie. Cette étude vise d'une part à décrire et comprendre la manière dont les arbres sont intégrés aux systèmes d'élevage ovin et leur rôle dans l'adaptation des systèmes d'élevage au changement climatique. Le sujet sera donc :

« la place de l'arbre dans les systèmes d'exploitations en ovins et le rôle potentiel de l'arbre dans l'adaptation au changement climatique »

Enfin, cette étude préliminaire aura pour but de sélectionner neuf parcelles qui seront le support des tâches suivantes.

II. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Changement climatique :

Selon l'OCDE (2015), l'agriculture contribue à hauteur de 17% aux émissions de gaz à effet de serre (GES), et à un additionnel 7 à 14% en incluant les changements d'occupation des sols, avec notamment la conversion de terres forestières à l'agriculture par la déforestation. Cependant, le GIEC (2014b) note que ce secteur est le seul dont la part n'a pas augmenté ces 7 dernières années.

Le GIEC (2007) dans son rapport sur l'Europe, conclut que le ruissellement pourrait augmenter de 15 à 30% en Europe du Nord, et que les étés deviendront plus chauds et connaîtront des occurrences de sécheresse plus élevées. Il est à craindre que le changement climatique (CC) ait des répercussions importantes sur l'agriculture. Ceci pourrait en effet avoir un impact marqué sur les animaux, qui, sensibles à la chaleur, passeront plus de temps en dehors de leur zone de confort (Croisier et Croisier, 2014). Ceci pourra engendrer des risques sanitaires, comme une plus grande incidence de maladie, de parasitisme, ou de baisse de production. En ce qui concerne la production végétale, Semenov et. Al. (2007) ont souligné que le risque de chaleur extrême était plus dommageable pour le blé que le risque de sécheresse, notamment au moment de l'anthèse, qui peut ralentir le processus de remplissage du grain. Le taux de protéines diminuant alors, le blé perd en qualités commerciales et nutritionnelles. Ainsi, il est à anticiper que les agriculteurs devront faire face à la nécessité de changer leurs pratiques pour conserver une production élevée en quantité et qualité. Un tel réajustement d'ampleur, s'il ne se fait pas sans difficultés, pourrait avoir des conséquences sur la sécurité alimentaire des régions touchées par un tel réchauffement. Par ailleurs, dans le rapport du GIEC (2014b, p71), les auteurs estiment que « *les options d'adaptation sont limitées pour les gens qui sont dépendants de l'agriculture, et qui ne peuvent se permettre d'acheter des machines agricoles.* » [traduit de l'anglais]. Ceci témoigne que les agriculteurs les plus pauvres auront le plus de mal à s'adapter. Cependant, comme il sera détaillé plus bas dans les parties sur l'impact de l'arbre sur la température ambiante, l'agroforesterie pourrait être d'intérêt dans de tels cas, ainsi que dans les pays développés.

Agroforesterie :

L'agroforesterie est « *un nom collectif pour les systèmes d'occupation des sols où les plantes pérennes ligneuses sont délibérément incluses sur les mêmes parcelles que les cultures agricoles et / ou que des animaux, ceci sous une forme déterminée d'arrangement spatial ou temporel.* » (Nair, 1993: 14). Elle est souvent présentée comme « *un nouveau nom pour une vieille pratique* » (Ibid, p5). En fonction des différents endroits où elle est pratiquée, les variations de systèmes peuvent être très grandes : cela passe des jardins forestiers des paysans des Pays du Sud, où, n'ayant pas toujours de contraintes liées à la mécanisation, les arbres sont souvent plantés de manière désordonnée, aux plantations de Nouvelle Zélande et d'Australie, intensives et mécanisées.

Cette pratique est souvent mise en avant pour les bénéfices écologiques qu'elle peut apporter à un système agricole, en termes de diversité de revenus ou de capitalisation (Nair, 1993 ; Huxley, 1996), de conservation du sol (Young, 1997), ou de système tampon pour absorber les chocs climatiques (Texeira et. Al., 2003 ; Brenner et. Al. 1996) (les principaux usages de l'arbre pour cette fonction en système d'élevage seront décrits plus bas). Les arbres, à condition qu'ils ne partagent pas les mêmes ravageurs et pathogènes que les cultures cultivées sur la même parcelle, peuvent également avoir un rôle de barrière limitant la propagation de ces nuisibles (Scroth et. Al., 2000). Ils peuvent également avoir une valeur paysagère, et

parfois symbolique, culturelle ou religieuse (Michon, 2015).

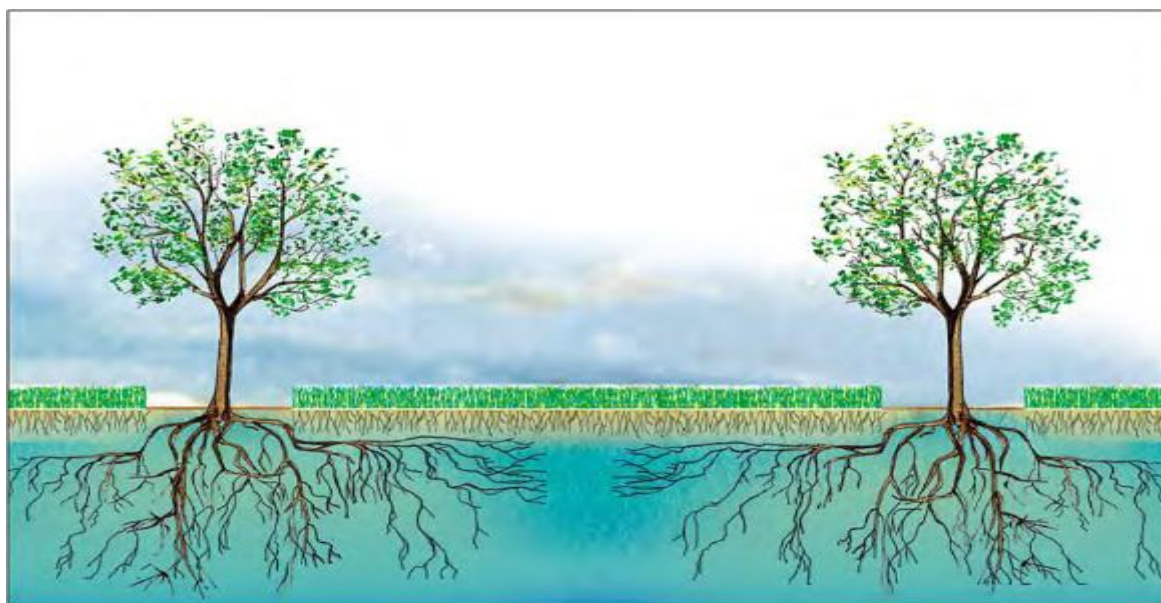


Figure I : représentation schématique de l'enracinement d'arbres et d'une culture de plein champ. Il s'agit d'une représentation sur laquelle les racines et la culture explorent des horizons du sol différents.

Source : Duparz et Liagre, 2008

Les arbres peuvent représenter un appui technique sur les parcelles agroforestières : ils peuvent limiter l'évapotranspiration, augmenter le niveau de matière organique (Young, 1997), augmenter la réserve utile en eau du sol (Young, 1997), accéder à des nutriments dans des horizons hors de portée des racines (Teixeira et. Al., 2003 ; Young, 1997), ou encore pour certains, fixer de l'azote (N) (Addlestone et. Al. 1999), etc...

Des problèmes liés à la présence des arbres peuvent cependant également survenir: compétition pour les ressources (eau et nutriments) si les cultures explorent les mêmes horizons que les arbres (Teixeira et. Al., 2003 ; Young, 1997), compétition pour la lumière (Brenner, 1996), maladies communes aux arbres et aux cultures (Schroth et. Al., 2000), mauvaise préhensibilité ou digestibilité du fourrage de l'arbre (Shiey, 1999) dégradation des arbres par les animaux (Gautier et. Al. 2002), etc...

Aujourd'hui, l'agroforesterie revient sur le devant de la scène. Ceci est principalement dû au fait qu'elle peut représenter dans certains cas une solution productive et écologique. A ce titre, il est d'ailleurs intéressant de noter que le GIEC (2014b) ne mentionne que trois fois (dans un rapport de 80 pages) l'agroforesterie en tant que pratique, pour la constitution de stocks de carbone, pour la santé humaine et animale, ainsi que dans les stratégies d'adaptation de l'agriculture face au changement climatique en Asie. Par contraste, l'adaptation au changement climatique par l'usage de variétés et cultivars génétiquement modifiés reçoit plus de mentions... Il est cependant indiqué dans le chapitre sur les mitigations du changement climatique que l'*afforestation* peut jouer un rôle important, ainsi que le fait que *l'agriculture durable et la foresterie* «*sont un exemple d'actions ayant des co-bénéfices non négligeables*», sans faire de lien explicite avec l'agroforesterie (GIEC, 2014b). Enfin, le GIEC (2014a : p27) recommande l'utilisation d'arbres dans le but de donner de l'ombre («*shade trees*» en anglais) dans les exemples de services basés sur les écosystèmes dans la

catégorie « adaptation structurelle / physique » au CC.

Compte-tenu de l'ampleur considérable de la superficie agricole (45 millions de kilomètres carrés en 2010, soit 1/3 des terres émergées ; Leridon et de Marsily, 2011), l'AF pourrait jouer un rôle majeur dans l'adaptation et la mitigation au changement climatique.

Agroforesterie : le cas de la Nouvelle Zélande

L'élevage ovin en agroforesterie a connu un essor important en Nouvelle Zélande dans les années 1960. C'est de ce pays que sont issues le plus grand nombre et les plus anciennes publications sur la thématique ovin et arbres intraparcellaires. L'AF s'est développée à la suite de plusieurs événements climatiques adverses, notamment la grande tempête de neige de 1967 dans laquelle des dizaines de milliers d'animaux moururent de froid (Gregory, 1995). L'expérience et les enseignements néo-zélandais ont une certaine valeur, dont cette étude peut tirer parti.

Cependant, et d'une certaine manière à l'opposé des attentes de l'agroforesterie en France pour sa contribution à l'agroécologie, l'AF est pratiquée en Nouvelle Zélande de manière intensive (Guitton et al. 1993). Une des raisons pour laquelle le gouvernement a encouragé cette pratique agricole est qu'elle pouvait apporter une solution à l'exploitation croissante des forêts naturelles pour le bois, qui avaient diminué d'un estimé 18 millions d'hectares au temps des premiers colons Européens, à 6 millions d'ha environ en 1957 (FAO, n.d.). L'AF permettait donc de produire à la fois du bois, ainsi que de la viande et des produits laitiers. Les chercheurs se sont donc intéressés à des plantations forestières à densité finale ou quasi-finale, c'est-à-dire des plantations dans lesquelles tous les arbres seront considérés comme des arbres d'avenir, ou quasiment tous, au lieu de l'habituel 1/7 en plantation forestière classique (Dupraz, et al. 1993). L'idée est de planter à haute densité afin de provoquer une grande compétition entre les arbres, les pousser à croître en hauteur d'une part, et à cesser d'irriguer en sève élaborée les branches du bas, qui mourront donc et tomberont, ceci afin d'éviter de faire des nœuds et d'obtenir du bois de qualité, donc du bois d'œuvre (Ibid.). Quant à la haute densité d'arbres, elle baisse au fur et à mesure de la croissance des arbres et que les forestiers choisissent les « arbres d'avenir » et abattent ceux qui ne le sont pas. Ce faisant, cela permet également de valoriser les arbres coupés pour le bois d'industrie (bois-énergie ou autre) dont les forestiers ont besoin des revenus pour financer ces mêmes coupes d'éclaircies, afin de dynamiser la forêt (Hubert, 1997). Les expériences néo zélandaises ont cependant montré qu'en plantant à densité finale et en apportant un soin aux arbres par l'élagage, il était possible d'obtenir des arbres d'avenir. Des observations similaires sur des feuillus précieux ont été rapportées par Balandier et Dupraz (1999) en France, qui ont comparé la croissance de feuillus précieux (érable sycomore *acer pseudoplatanus*, noyer noir *juglans nigra*, chêne rouge d'Amérique *quercus rubra*, frêne commun *fraxinus excelsior*). Les auteurs concluent que la densité des plantations forestières n'est en effet pas une condition *sine-qua-non* pour l'obtention d'arbres d'avenir (Ibid.). Ainsi, fort de ces expériences, l'AF s'est développée en Nouvelle Zélande, avec la plantation massive du Pin de Monterey (*Pinus Radiata*) associé à du pâturage ovin sur la prairie permanente. Cet arbre s'est avéré pousser tellement bien sur le sol néo zélandais, donnant la possibilité de récolter des grumes d'un mètre de diamètre à DBH (« Diameter at Breast Height ») en 25 ans seulement, tant et si bien que cet arbre, cultivé de manière intensive, a fini par couvrir environ 95% des plantations domaniales et privées (Dupraz et al., 1993 ; Guitton et al. 1993).

Ainsi, malgré la présence de l'herbe, ces forêts plantées restent néanmoins d'immenses plantations ligneuses monospécifiques, avec toutes les conséquences sur la biodiversité et les

risques sanitaires que cela représente (CRPF, n.d.). Cet arbre est donc associé à l'herbe pour l'élevage, le revenu de l'élevage se valorisant mieux que les produits des coupes d'éclaircie des plantations forestières classiques, ledit « bois d'industrie » (Ibid.). L'agroforesterie telle qu'elle est pratiquée en Nouvelle Zélande est donc bien plus une pratique agricole présentant un intérêt avant tout financier pour les forestiers / éleveurs (ce qui n'est pas à négliger), mais est loin d'être l'incarnation de l'agroécologie pour les bénéfices écologiques qu'elle est capable d'apporter au système agricole par Nair, (1993) ou Huxley, (1999) si l'intensification n'est pas la première priorité retenue.



Figure II : Des moutons pâturent sous une plantation à espacements larges de *Pinus Radiata* en Nouvelle Zélande

Source : Farm Forestry New Zealand, 2008

Aujourd'hui, le *Pinus Radiata* couvre plus de 1 820 000 hectares en Nouvelle Zélande, soit plus de 90% des plantations sylvicoles (Forest Owners Association, 2014).

Les différents systèmes en France :

En France, l'agroforesterie a été traditionnellement utilisée jusqu'aux années suivant la deuxième guerre mondiale. Jusque-là, les haies, les bocages, les prés-vergers en Normandie, étaient monnaie courante, d'autres étaient plus marginaux, comme les *hautains* en Haute Garonne.

Les associations d'arbres et de cultures se faisaient principalement dans les noyeraies du Lot, de la Drôme et de l'Isère. Dans ces systèmes, des cultures intercalaires poussent entre les arbres. Selon la hauteur de bille désirée, la mise au fruit peut être retardée, et la durée de production des cultures annuelles intercalaires peut aller de 5 à 10 ans (Ibid.) L'olivier était également cultivé de la même façon dans le Sud de la France. Du fait du temps de latence important entre la plantation des arbres et la première récolte, le gel et la concurrence eurent raison de ces systèmes, dont la superficie diminua de plus de la moitié entre 1950 et 1990, pour atteindre 3 millions d'arbres (Ibid.).

Les systèmes associant de la vigne à des cultures céréalières ou maraîchères, ou à des arbres, étaient appelés des *complants*. Ces systèmes plus marginaux, lorsqu'ils intégraient vigne et arbres fruitiers, étaient nommés *joualle*, et lorsqu'il s'agissait de vigne poussant sur les arbres, s'en servant comme support, s'appelait *hautains*. Ces derniers étaient limités à quelques vallées, en Haute Garonne, dans la vallée de l'Arbas, ou en Ariège (Ibid.).

Le bocage était un élément très important du paysage agricole français. L'objectif était à la

fois la production de bois divers, de fruits, mais également la protection des cultures vis-à-vis des animaux en liberté lors de la vaine-pâturage.



Figure III : Photo d'un paysage bocager dans le Pas de Calais avec des haies basses et deux arbres en têtards, très branchus, visibles au milieu.

Photo : Matthias THIERY, département du Pas de Calais

La conduite des arbres en têtards est très ancienne, et couvre une grosse partie de la France. Les têtards accumulent la sève au niveau de la plaie, et font des rejets à cette hauteur. Ils deviennent très prolifiques, et sont notamment utilisés pour le bois de chauffe et le fourrage pour les animaux. Ils sont également des points importants de biodiversité, grâce au fait que ces multiples cicatrices forment des cavités parfois très grandes, dans lesquelles s'insère de la matière organique (feuilles, déjections animales, animaux morts, etc...) et dans laquelle s'abritent insectes, batraciens, oiseaux et mammifères de petite à grande taille (des souris aux belettes) (Liagre, 2006).

Les arbres ont commencé à disparaître après la 2^{ème} guerre mondiale, années durant lesquelles la mouvance était à la productivité, à la mécanisation, et à l'utilisation plus importante d'intrants chimiques. René Dumont aurait d'ailleurs dit en parlant des arbres : « *Nous manquons parfois d'agriculteurs assez hardis pour remettre en question toutes les vérités, ayant dénoncé cette imbécillité.* » (cité dans Coulon et. Al., 2000 p28). L'arbre, cette « *imbécillité* », fut désigné comme l'ennemi de ce procédé d'intensification croissante de l'agriculture, ce qui amena les décideurs et les agriculteurs à arracher les bocages et à enlever les arbres intra-parcellaires (Coulon et. Al., 2000 ; Michon, 2015). De plus, la culture de l'olivier subit la concurrence des huiles d'olive et d'arachide africaine, le mûrier fut abandonné du fait de la concurrence de la Chine sur la soie, et le chancre et l'encre provoquèrent l'effondrement des plantations de châtaigniers (Coulon et. Al., 2000). Les auteurs (Ibid.) soulignent néanmoins qu'aujourd'hui encore, le bocage couvre 930 000 hectares en France.

Les systèmes d'élevage en France

En ce qui concerne l'élevage en AF, les bovins sous pré-verger, pratique Normande et Alpine (pour le pommier et le poirier), et Lorraine (pour le mirabellier), étaient des pratiques très courantes. Outre la production laitière, la production arboricole était orientée vers la transformation en cidre et en calvados en Normandie, et en eau de vie en Lorraine. A part

dans le cas lorrain où l'herbe n'était pas pâturée, du fait de sa supposée mauvaise qualité, les prés étaient pâturés par des bovins laitiers. Les prés-vergers Normands ont perduré longtemps après la vague de « modernisation » de l'agriculture post-2^{ème} guerre mondiale, mais ont vu leur déclin s'amorcer dans les années 1970 du fait de la diminution de la consommation de cidre (Coulon et. Al., 2000).



Figure IV : brebis Texel sous un pré-verger de pommiers hautes-tiges en Normandie

Photo : Matthias THIERY, département de l'Eure

L'agroforesterie dans la PAC

La PAC (Politique Agricole Commune) offre des mesures de soutien aux agriculteurs à condition qu'ils remplissent certaines conditions. Ainsi, dans le cadre du premier pilier de la PAC, le DPB (Droit au Paiement de Base) donne droit à des aides à conditions de respecter les BCAE (Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales), parmi lesquelles se trouve la BCAE 7 qui « impose le maintien (et donc la protection) des particularités topographiques dont « les haies, les arbres en ligne, en groupes, ou isolés ». » (MAAF, 2015a).

Vient ensuite le Paiement Vert, qui vient compléter le DPB, et qui est basé sur trois critères : diversité des cultures, maintien des prairies permanentes, et un pourcentage minimal de 5 % de SIE (surfaces d'intérêt écologique) sur les terres arables. Les SIE « *peuvent être des éléments topographiques non agricoles (arbres, haies, bosquets, mares, terrasses, fossés...) ou des surfaces (agroforesterie, bandes tampons, cultures fixant l'azote...) présents sur une terre arable ou directement adjacents à celle-ci* » (AFAF, 2015). Les arbres et haies font partie des SIE, cette mesure vise donc à les préserver. Les arbres têtards, recelant une forte biodiversité, peuvent faire l'objet d'aides de la PAC au titre des SIE : chaque arbre têtard est comptabilisé comme ayant une surface de 30 m², ce qui aide à atteindre l'objectif de 5% de surface en SIE. Il suffit donc de 17 arbres têtards / ha pour remplir le critère des 5% en SIE.

Enfin, dans le cadre du RDR (Règlement de Développement Rural), qui se décline en PDRH en France (Plan de Développement Rural Hexagonal), les régions décident ou non de subventionner la plantation de parcelles agroforestières (limitées à 200 arbres / ha), à hauteur de 80% du financement, répartis entre le FEADER et les régions (55% - 45% respectivement). Ceci se fait dans le cadre de la réalisation des MAEC (Mesures Agro-Environnementales et Climatiques), parmi lesquelles figurent en plus des parcelles

agroforestières « *la plantation de haies peut être aidée au titre des investissements non productifs dans si elles sont localisées de manière pertinente* » (MAAF, 2015a ; AFAF, n.d.).

Etat des connaissances en agroforesterie

Les principes généraux de productivité des différents éléments présents dans un système agroforestier sont connus. La productivité des différents éléments dépend principalement de la densité et de la disposition de chacun des éléments par rapport aux autres, et des interactions qui se mettent alors en jeu. Ces interactions sont notamment des jeux d'influence dus au microclimat créé par les arbres sur la strate végétale inférieure, de la répartition de la ressource hydrique, d'un jeu complexe sur les maladies et ravageurs entre les différentes espèces (tantôt remparts, tantôt vecteurs de maladies ou ravageurs, selon les espèces et maladies nuisibles propres à chaque végétal) et de la compétition pour l'eau et les nutriments entre les plantes présentes (Schroth et al, 1999 ; Brebber et al, 1996 ; Huxley, 1999). Le but de l'agriculteur est donc de jouer sur ces éléments afin d'optimiser la production de son système selon ses objectifs en termes de productivité, mais également en termes d'aspects écologiques, ou pour faire face à certaines pressions particulières à son échelle locale (sécheresses, vent).

En ce qui concerne les éleveurs ovins en France, les principaux éléments à prendre en compte sont :

- La protection des ovins contre les intempéries (vent, chaleur, froid et pluie).
- L'endommagement des arbres par les ovins.
- La productivité herbagère sous les arbres, qui dépend des espèces, de la température ambiante, du sol et du régime hydrique (profondeur, texture, structure, roche mère et teneur utile en eau), et de la compétition pour la lumière.

Cependant, il y a en France un manque de données précises relatives à ces interactions susmentionnées. Il y a donc nécessité de créer de la donnée sur ces différentes interactions afin d'accompagner l'adoption de systèmes agroforestiers par les agriculteurs français. Ces interactions sont résumées ci-après, en se basant sur la littérature scientifique (souvent étrangère existante sur le sujet).

L'impact de l'arbre sur les ovins : vent, température, et température minimale critique des animaux

« Normalement, un animal vivant dans son habitat naturel trouverait son propre abri [lors d'épisodes climatiques adverses], mais les animaux de ferme n'ont généralement pas assez d'options, particulièrement s'ils se trouvent dans un champ enherbé simplement entouré d'une clôture » [traduit de l'anglais] (Gregory, 1995 : 423). Dans une revue d'études sur l'impact des abris sur les agnelages en Nouvelle-Zélande et en Australie, Pollard (2006) rapporte le comportement des brebis avant et après l'agnelage sous différentes conditions climatiques. Selon l'auteur, les agneaux sont particulièrement vulnérables peu après leur naissance. Le mécanisme de résistance au froid agit comme suit : « *dans des conditions sous la Température Minimale Critique (TMC), les dépenses d'énergie sont augmentées, et les besoins supplémentaires sont satisfaits soit par une augmentation de la consommation alimentaire, soit par la mobilisation des réserves de graisse et la gluconéogenèse des réserves corporelles. Si l'apport de nutriments est limité, soit à cause d'une indisponibilité (comme lorsque la neige couvre ou que la densité d'animaux est trop élevée), soit à cause d'une incapacité à consommer plus de nourriture, ou encore s'il y a une difficulté à mobiliser les réserves de*

graisse et la gluconéogenèse. Dans l'un de ces cas, une perte de forme physique menant à la fin au « Syndrome d'Exposition à la Faim (SEF). » (« Starvation-Exposure Syndrome », en anglais) se développera » (McCutcheon et. Al. in Gregory, 1995 :434. [traduit de l'anglais]). Alexander (1962 :b), cité dans Pollard (2006), a calculé que pour un agneau de 2 kg tout juste né (encore mouillé à cause du liquide amniotique), et dans un vent de 23 km/h, une température ambiante de moins de 22°C pendant une période prolongée peut-être fatale. Pour un agneau de 5 kg, une température inférieure à 4°C dans ces mêmes conditions peut également être fatale. Gregory (1995, dans le tableau X) donne plus de valeurs concernant la Température Minimale Critique (TMC) pour différentes espèces de bovins de 40 et 400 kg, et de moutons de 40 kg. La « maintenance » réfère au nombre de fois que l'animal est nourri, « maintenance X 2 » signifie donc qu'un animal reçoit plus de nourriture, ce qui lui donne plus d'énergie, le rend plus résistant, et baisse donc sa Température Minimale Critique. Inversement, lorsque les conditions sont humides, cela exacerbe la sensation de froid et augmente donc la TMC. Une brebis ayant une épaisseur de toison de 1 cm aura une TMC de 17°C en conditions sèches sans vent, et en aura une de 23°C en conditions humides sans vent. Une accélération du vent de 0,3 m/s à 1,1 m/s augmentera encore la perte de chaleur, ce qui fera passer sa TMC de 23°C à 28°C en conditions humides avec vent, etc...

Tableau I : Températures minimales critiques pour différentes espèces de bovins et d'ovins sous différents régimes d'humidité, de vent, et d'apport de nourriture.

Table 2 Lower critical temperatures (°C) for cattle and sheep.

	Maintenance				2 × Maintenance			
	Dry		Wet		Dry		Wet	
Wind speed (m/s)	0.3	3.9	0.3	1.1	0.3	3.9	0.3	1.1
Cattle								
<i>Calves</i> 40 kg liveweight								
Coat depth 2 cm	9	17	16	24	-9	4	3	16
<i>Adult</i> 400 kg liveweight								
Coat depth 2 cm	-2	7	6	16	-19	-13	-14	1
Coat depth 3 cm	-7	3	2	11	-36	-20	-22	-5
Sheep 40 kg liveweight								
Coat depth 1 cm	17	22	23	28	4	12	13	22
Coat depth 3 cm	5	15	10	21	-15	2	-6	11
Coat depth 5 cm	-7	8	-1	14	-33	-10	-24	-1
Coat depth 10 cm	-35	9	-29	-3	-79	-37	-69	-27

After Holmes & Sykes (1984).

Source : Gregory (1995)

Il en ressort que la présence d'abris, en agissant sur le vent, peut éviter de monter la TMC des ovins et bovins. Ceci s'applique aux brise-vents. Sur une parcelle plantée d'arbres, l'effet « parapluie » des arbres peut en plus intercepter beaucoup d'eau lors d'averses. Pour de courtes averses de 5 minutes, il n'y aura presque pas d'eau qui atteindra le sol, alors que pour un couvert forestier dense, l'interception de l'eau par les houppiers peut-être de l'ordre de 1/3 de la hauteur de pluie, en fonction de la densité, de la durée, et de l'intensité de l'averse (Alexandre, 2002). Tout ceci peut aider considérablement les agneaux à survivre pendant la période immédiate après la naissance, et ce, d'après l'auteur (Pollard, 1996.), jusqu'à environ 20 jours, âge auquel les agneaux commencent à progressivement quitter les abris pour faire

face aux éléments. Pour être efficace, un abri dans des conditions de plein-air (à l'opposé d'une bergerie, donc) doit être « dispersé pour que les brebis puissent mettre-bas isolée des autres, et capable de protéger efficacement contre le vent, la pluie, contre les pertes par rayonnement (baisse de température corporelle) et conduction (baisse de température due à un sol froid) tout en permettant l'exposition au soleil » (Pollard, 2006 :395). En plus des arbres, l'auteur rapporte que la présence de hautes bandes enherbées peut réduire la vitesse du vent à la hauteur des agneaux de l'ordre de 60% de la vitesse du vent à 1,2 m de hauteur. Cependant, si les mêmes lois s'appliquent à ces herbes qu'aux arbres, qui ne protègent que sur une distance égale à 2 à 4 fois leur propre hauteur, ces herbes devraient être très nombreuses afin de fournir un abri adéquat pour un troupeau.

Gregory (1995) détaille la dynamique du vent tel qu'impacté par des haies d'arbres dans le schéma ci-dessous :

Gregory—The role of shelterbelts in protecting livestock

427

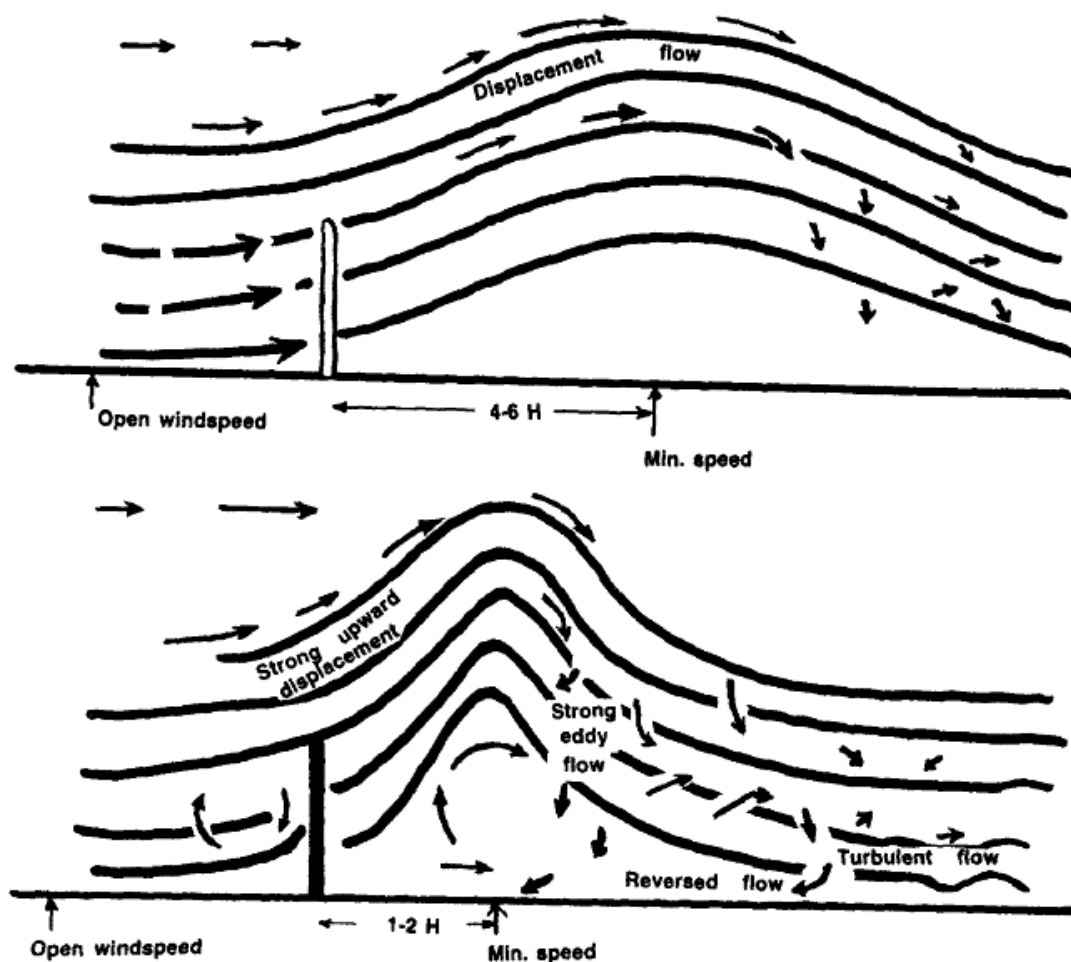


Fig. 1 Vertical wind flow profiles through a permeable barrier (top diagram) and a barrier with low permeability (lower diagram). After Sturrock (1969b).

Figure III : Le rôle des haies dans la réduction de la vitesse du vent

Source : Gregory (1995)

Le diagramme du haut représente la dynamique du vent lorsqu'il est affecté par une ligne d'arbres relativement poreuse (40 à 60% de porosité). Sur ce schéma, l'abri du vent obtenu grâce à la bande d'arbres est maximum à une distance égale à 6 fois la hauteur (H) de l'arbre, et reste

appréciable jusqu'à une distance d'environ 8 fois la hauteur de l'arbre. Selon Gregory (Ibid.), il est préférable de distribuer la porosité sur toute la hauteur de l'arbre. Si le bas est ouvert, cela permet au vent d'accélérer à la hauteur des animaux, ce qui peut être dangereux pour les jeunes agneaux dans des conditions défavorables. Ces ouvertures devraient être bouchées par une barrière végétale plus basse.

Sur celui du dessous, lorsque le vent rentre en contact avec un brise-vent trop imperméable, le vent dévié vers le haut retombera en puissants remous de l'autre côté (« *eddy flow* » en anglais sur le schéma).

L'auteur (Ibid.) présente plusieurs schémas d'arbres et de leur impact sur le profil horizontal du vent. Parmi les trois profils d'arbres détaillés par l'auteur, il est probable que le *Quercus Robur* (chêne pédonculé) soit celui qui soit le plus présent.

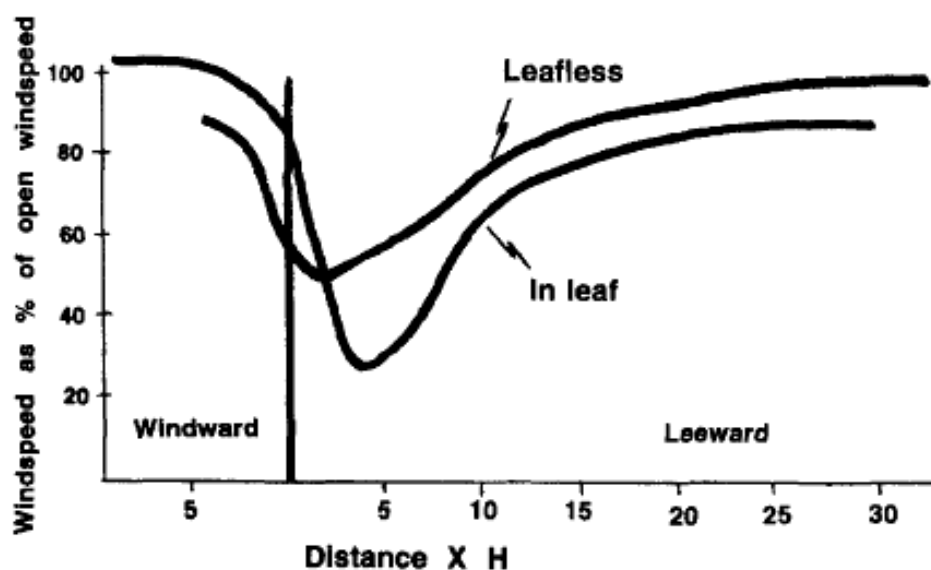


Figure III : impact de haies de *Quercus Robur* sur la vélocité du vent

Source : d'après Sturrock (1969 a) in Gregory (1995)

Le diagramme montre la réduction du vent après interception du vent par l'arbre, lorsque celui-ci est en feuilles (« *in leaf* ») ou sans feuilles (« *leafless* »). La réduction est maximale (de l'ordre de 25% de la vitesse du vent) jusqu'à 5 fois la hauteur (H) de l'arbre en feuilles, avant de perdre en efficacité à 10 H de l'arbre (40% de réduction), et n'est plus égale qu'à 20% à 15 H de l'arbre. Il est intéressant de noter que la vélocité du vent est malgré tout diminuée de 50% entre 0 et 5 H de l'arbre lorsque celui-ci n'a plus ses feuilles, même si le vent regagne en vélocité plus vite, atteignant 80% de sa vitesse originale à 10 H de l'arbre.

Les agriculteurs doivent donc prendre ceci en compte lorsqu'ils créent des haies d'arbres pour protéger leur troupeau afin de bénéficier de leur protection (Gregory, 1995). En l'absence d'arbres ou autres abris, ils doivent rentrer le troupeau lorsqu'ils n'ont pas d'autres solutions afin de se prémunir du vent ou des épisodes de chaleurs trop fortes.

Effets néfastes de l'arbre sur le troupeau

Bien que Pollard (2006), dans sa revue, rapporte principalement des effets positifs de l'arbre sur les animaux. Il mentionne néanmoins deux études, une dans laquelle des abris en tôle ondulée (Miller, 1968, in Pollard, 2006) et une autre concernant des agneaux pâturent sous

une plantation de pins en système agroforestier (Percival et. Al. 1986, in Pollard, 2006). Dans les deux études, une plus grande incidence de parasitisme interne était observée. Gregory (1995) rapporte qu'il est préférable de ne pas planter de haies d'arbres près d'endroits où le sol retient beaucoup d'eau, afin de faciliter l'évaporation. Planter les arbres dans ces conditions entretient l'humidité et puisque les animaux utilisent cet endroit comme abri, cela peut mener à un piétinement très important dans ces zones. On peut alors observer le développement de maladies aux sabots des ovins. Il est à supposer que ce problème de piétinement lié aux haies n'existera pas sur des parcs arborés qui visent précisément à homogénéiser le microclimat sur la parcelle entière. L'auteur rapporte également que les haies favorisent la prolifération d'insectes nuisibles, mais commente que des entomologistes (Bowden et Dean, 1977, in Gregory, 1995) ont déterminé que les insectes étaient attirés par les arbres à cause de la plus grande diversité de végétation. Enfin, Gregory (1995 : 443) commente cependant que « l'expérience pratique a montré que les abris créés par les plantations d'arbres ou de haies d'arbres menaient à une plus grande concentration de spores de *Pithomyces chartarum*, sur la prairie. Partant, il est dit que les haies augmentent le risque d'eczéma sur la tête des moutons, qui est une maladie qui peut causer des souffrances considérables au bétail » [traduit de l'anglais]. Papanastasis (1995) note que sur des parcelles à haute densité (600 et 1 200 arbres / ha), les moutons pâturaient moins, apparemment parce que la couverture herbacée était plus faible, mais également parce-qu'ils semblaient « effrayés ».

Impact des aléas climatiques sur la production animale

Fuquay (1981) rapporte que les agneaux dont les mères ont été exposées à de fortes chaleurs pendant une période prolongée grandissaient moins vite que les agneaux dont les mères étaient dans un environnement témoin plus frais. La chaleur aurait également pour effet d'augmenter la ration de protéines nécessaires aux agneaux. Enfin, l'auteur (Ibid.) rapporte que tout comme pour les bovins, la fertilité des ovins est égale à zéro lorsque la température rectale mesurée dépasse 39°C. La période critique semble être entre l'insémination et quelques jours après que le zygote a atteint l'utérus des bovins ou ovins (Ibid.). Selon Gregory (1995), des conditions très froides peuvent également avoir un impact sur les chaleurs des vaches mises à la reproduction, mais aussi réduire la production de lait, et augmenter la teneur en matières grasses.



Figure V : Etat du Gujarat, District de Gondal : des buffles Jaffarabadi s'abritent du

soleil sous un arbre lors des pics de chaleur journaliers.

Photo : Matthias THIERY, District de Gondal, Gujarat, Inde

En élevage caprin, Darcan et Güney (2007) ont observé que le groupe expérimental de chèvres sur lesquelles était pulvérisée de l'eau et qui était ventilée une heure par jour, de 12h à 13h, entre le 10 Juin et le 10 Septembre 2010 en Turquie, sur la côte Méditerranéenne Est, ont produit 21% plus de lait que le groupe témoin, qui n'a bénéficié ni d'eau ni de ventilation. Bien que la littérature scientifique traite relativement abondamment de l'impact du froid sur la mortalité des agneaux et des brebis, il existe moins de données sur la production ovine. Cependant, ceci est plus étudié sur les systèmes bovins laitiers.

Van Laer et. Al. (2015) notent qu'en ce qui concerne les bovins laitiers, la chaleur peut très vite diminuer la quantité de lait produite, ainsi qu'altérer sa composition en diminuant le ratio de protéines sur matières grasses (P/MG ratio), ce qui est moins bien rémunéré pour l'éleveur. Les auteurs soulignent cependant que d'autres études ont montré des résultats inverses (Kendall et. Al., 2006, in Van Laer et. Al., 2015). Van Laer et. Al. (2015) ont observé que pour des bovins de race Holstein, la production de lait a diminué de 1L / jour, passant en moyenne de 25,1 L /jour à 24,1 L/jour lorsque la température dépassait de beaucoup la zone de confort thermique des bovins, soit 25 °C. En moyenne sur la période de chaleur observée, la production était inférieure de 8 L / vache / an en 2012, et en 2013 où la vague de chaleur a duré plus longtemps, soit 31 jours au-dessus de la zone de confort thermique des Holstein, la production était inférieure de 13 L / vache / an (Ibid.). Les auteurs concluent donc que plus les températures seront élevées par rapport à la zone de confort thermique, plus le déclin de la production sera important.



Figure VI : Brebis s'abritant à l'ombre d'un arbre au début de l'été, dans les Pyrénées Orientales.

Photo : AGROOF, département de l'Aude

Impact des ovins sur les arbres

Il est possible que les ovins endommagent les arbres, en mangeant les branches basses (ce qui est critique au stade juvénile de l'arbre) ou en enlevant de l'écorce (Hubert, 1997 ; Gregory,

1995). Guiton et al (1993) commentent également que l'utilisation des arbres comme support pour se gratter peut endommager les arbres. Les formes de protection suggérées sont l'utilisation de manchons de protection d'un mètre cinquante en systèmes ovins, deux mètres vingt en système bovins (Hubert, 1997). Gregory (1995) rapporte que des méthodes peu orthodoxes essayées en Nouvelle-Zélande produisaient de bons résultats, telles que badigeonner les troncs des arbres avec du fumier frais, ainsi qu'asperger les troncs avec une émulsion à base d'urine de chien ou d'œufs fonctionnaient toutes bien ou encore « entraîner » les brebis à ne pas manger d'arbres en les amenant tout d'abord dans une forêt de conifères afin qu'elles puissent manger les branches basses, et en être dégoutées.

L'arbre en tant qu'apport fourrager

L'arbre ayant été progressivement écarté des systèmes de production agricoles dans les pays développés (Michon, 2015), l'utilisation du feuillage comme supplément fourrager est mal connue et peu pratiquée, alors qu'elle l'est encore dans de nombreux pays en développement où l'agriculture, notamment les exploitations familiales, ont pour beaucoup gardé une grande diversité végétale. Dans les Pays du Sud, l'utilisation du fourrage arboré est donc une pratique plus courante (Michon, 2015 ; Nair, 1993). Ainsi, lors des périodes de manque de fourrage, les agriculteurs peuvent recourir au feuillage de l'arbre afin d'apporter une supplémentation aux animaux (Nair, 1993). Cependant, des problèmes se posent tant en termes de préhensibilité qu'en termes de production herbagère : tout l'intérêt est de produire un fourrage arboré de haute qualité nutritive, en utilisant au maximum les effets bénéfiques de l'arbre sur le microclimat afin de stimuler la croissance herbagère dans des périodes de grande chaleur estivale (Brenner, 1996 ; Jose et. Al. 2004), sans toutefois rentrer en compétition avec la strate herbacée sous l'arbre. Ceci permet de maximiser la production herbacée pendant les périodes de pousse, tout en comptant sur l'arbre pour apporter un supplément alimentaire (Knowles et. Al. 1999 ; Moreno, et. Al. 2006).

L'impact de l'arbre sur la production herbagère : densité d'arbres, lumière, température et cycle de l'eau.

Les études de Silva Pando et. Al. (2006), Papanastasis et. Al. (1995), Knowles et. Al. (2006) et Moreno et. Al. (2006) semblent relativement accordées sur le sujet de la production herbagère sous les arbres. A densité assez faibles (100 à 150 arbres / ha), et avec une fermeture de canopée de l'ordre de 30%, les auteurs rapportent que la croissance de l'herbe est de l'ordre de 70% de sa croissance sans couvert arboré.

Croisier et Croisier (2014), Guérin et. Al. (2005) et Castillon (2005) rapportent que l'arbre peut impacter la pousse de l'herbe également à cause des températures différentes sous le houppier. Ainsi, les espèces sous les arbres arriveraient à maturité en décalé par rapport aux espèces découvertes, provoquant l'effet d'un déprimage.

Enfin, Jose et. Al. (1994), Brenner et. Al. (1996) et Moreno et. Al. (2006) ont trouvé une influence des arbres sur le régime hydrique de la parcelle plutôt positive lorsque les conditions étaient limitantes (notamment lors d'épisodes d'excès de chaleur, mais également de grands froids). Dans ce premier cas, l'arbre, en limitant l'évapotranspiration, protège plus qu'il ne gêne. Les auteurs décrivent également une influence négative lorsque les conditions sont propices à la pousse de l'herbe. Dans ce dernier cas, l'arbre gêne plus qu'il ne protège.

III. PROBLEMATIQUE, OBJECTIFS ET HYPOTHESES

a) Problématique

Etant donnés les impacts précédemment évoqués dus au changement climatique (CC), les éleveurs risquent de faire face à des périodes de stress accentuées, avec par exemple des vagues de chaleur estivales, ou le manque de fourrage, notamment dû à la sécheresse. Il est donc important de rechercher des solutions d'adaptation à ces changements.

L'agroforesterie peut présenter des atouts pour lutter à l'échelle locale contre ce changement climatique, notamment par l'influence des arbres sur le microclimat via leur ombre, et donc sur la température, la rétention d'eau, la diminution de l'évapotranspiration, ou encore un confort accru des animaux.

Cependant, étant donné le peu de données disponibles sur l'agroforesterie en élevage ovin en France, ainsi que le manque d'expériences pratiques par des agriculteurs, il est d'abord important de procéder à un état des lieux des pratiques des éleveurs dans ces systèmes. Cet état des lieux permettra de rassembler des données sur la croissance conjointe des arbres, de la prairie et des animaux en système agroforestier, et ce dans des environnements biophysiques aussi variés que possible, ceci afin d'orienter les recherches et d'éclairer des agriculteurs intéressés par ces systèmes mais résidant dans des environnements différents.

La question de recherche de ce mémoire sera donc :

Quelle place les éleveurs accordent-ils à l'agroforesterie à modalité d'arbres intraparcellaires dans leur système d'élevage en général, et de quelle manière l'agroforesterie constitue-t-elle, selon eux, une potentielle stratégie d'adaptation au changement climatique ?

Trois objectifs en découlent :

Objectif 1 : Comprendre la façon dont les éleveurs ayant des arbres en agroforesterie intraparcellaire au sein de leur système les intègrent à leur élevage ovin.

Objectif 2 : Comprendre la place qu'ils accordent aux arbres au vu du changement climatique, et son rôle potentiel pour l'adaptation de leur système au changement climatique.

Objectif 3 : Identifier, selon eux, les perspectives en terme recherche et développement pour l'agroforesterie

Ces objectifs auront des sous-questions de recherche, détaillées ci-dessous.

Questions de recherche :

Objectif 1 : Comprendre la façon dont les éleveurs ayant des arbres en AF intraparcellaire au sein de leur système les intègrent à l'élevage ovin.

- Quels sont les différents types d'aménagements agroforestiers associés aux élevages ovins visités ?

- Quels sont les problèmes et avantages liés aux systèmes de production associant élevage et sylviculture et / ou arboriculture ?
- Quelle importance les systèmes en AF intraparcellaire ont-ils au sein des systèmes d'exploitation ?
- Comment ces systèmes sont-ils gérés et comment sont-ils valorisés ?

Objectif 2 : Comprendre la place de l'arbre en AF IP au vu du changement climatique, et son rôle futur comme adaptation à ce changement.

- Quelle est la perception que les éleveurs ont du changement climatique ?
- Quel est son impact, et comment ils font face à ces changements ?
- Quel est le ressenti des éleveurs vis-à-vis de la place de l'agroforesterie dans le futur ? Les éleveurs considèrent-ils l'agroforesterie comme une stratégie d'adaptation au changement climatique dans toutes les régions de France, et de quelle manière ?
- Quelles sont les stratégies d'adaptation mentionnées quant à l'adaptation des éleveurs aux changements climatiques ?
- Dans quelles conditions climatiques se reposent-ils plus particulièrement sur l'arbre ?

Objectif 3 : Identifier, selon eux, les perspectives en termes de recherche et développement pour l'agroforesterie intraparcellaire.

- Quels questionnements ont-ils sur l'utilisation de l'agroforesterie IP dans le cadre des systèmes d'élevage ovin ?
- Quels sont les outils pour lever ces freins et questionnements ?
- Quelles perspectives identifient-ils pour améliorer ces systèmes agroforestiers dans le cadre de l'adaptation au CC ?

Hypothèses :

Les hypothèses formulées sont les suivantes :

- Les matrices agroforestières et leur intégration aux pratiques agricoles différeront en fonction des objectifs personnels de chaque agriculteur et des systèmes et stratégies d'élevages.
- Les impacts de l'agroforesterie et leur intégration dans la gestion des élevages sont appréhendés différemment par les éleveurs en fonction des régions climatiques françaises.
- Les agriculteurs dont le troupeau en pâturage intégral ont d'avantage besoin des arbres pour lutter contre le froid en hiver et la chaleur en été.

- L'agroforesterie est plus généralement intégrée sur des exploitations appartenant à des agriculteurs plutôt jeunes, des « néo-ruraux », des agriculteurs en bio, et ceux ayant une certaine sensibilité à l'arbre.
- L'utilisation du fourrage arboré est une pratique peu commune en France. Les agriculteurs qui cherchent à l'utiliser sont plutôt ceux qui recherchent l'autonomie fourragère.
- Les agriculteurs manquent de connaissances concernant la gestion des arbres, notamment sur les pratiques liées à l'établissement et à la conduite des arbres, leur protection pendant les premières années, ou la vente des arbres.
- Les agriculteurs ont une gestion différenciée des pâturages en fonction de la présence ou non d'arbres. Les agriculteurs disposant de parcelles âgées n'y font pas de foin, l'herbe est valorisée via le pâturage ou l'enrubannage.
- La nature du sol est un facteur important dans les systèmes agroforestiers. Les sols à forte réserve utile en eau sont plus adaptés pour les systèmes agroforestiers, et limitent les effets de compétition entre la prairie et les arbres. Les systèmes agroforestiers sur sols à faible RUE souffrent plus de compétition.

IV. MATERIEL ET METHODES

a) Zone d'étude, échantillonnage et méthodologie

Définition de la zone d'étude

La zone d'étude est assez vaste, et comprend trois grandes régions : une première, dite du « Nord », qui comprend tous les départements visités au Nord de Paris, puis viennent ensuite l'Auvergne, et le Languedoc-Roussillon, qui seront traitées comme la zone « Centre et Sud ». Elles correspondent aux régions dans lesquelles les réseaux de l'IRSTEA(Centre), du Parc Naturel Régional du Cap et Marais d'Opale (Nord), et enfin du CRPF Languedoc-Roussillon et l'INRA de Montpellier (Sud) ont subventionné la mise en place de parcelles expérimentales d'essences forestières dans les années 1985 à 1995 environ.

A ces parcelles s'ajoutent de nombreux arboriculteurs ayant développé l'élevage de moutons sous les vergers de fruitiers afin de bénéficier de certaines interactions, qui seront détaillées dans le corps du rapport.

Ces régions ont l'avantage de représenter une certaine diversité des zones agro-écologiques françaises ; les résultats de l'étude ainsi créés pourront apporter des références à autant d'agriculteurs du territoire français.

Les agriculteurs

Les principales personnes enquêtées ont été les agriculteurs. Le recensement agricole de l'IDELE (IDELE, 2010, visible sur InterBeV, 2013) rapporte qu'il y avait en France 55 945 exploitations qui détenaient des ovins en 2010, dont environ 91% avaient des brebis allaitantes, et 9% des brebis laitières.

L'échantillonnage des exploitations agricoles a été rendu difficile par le fait que, comme en témoigne sa petite taille, il s'agissait de contacter des éleveurs ovins assez particuliers, qui n'ont pas été officiellement recensés.

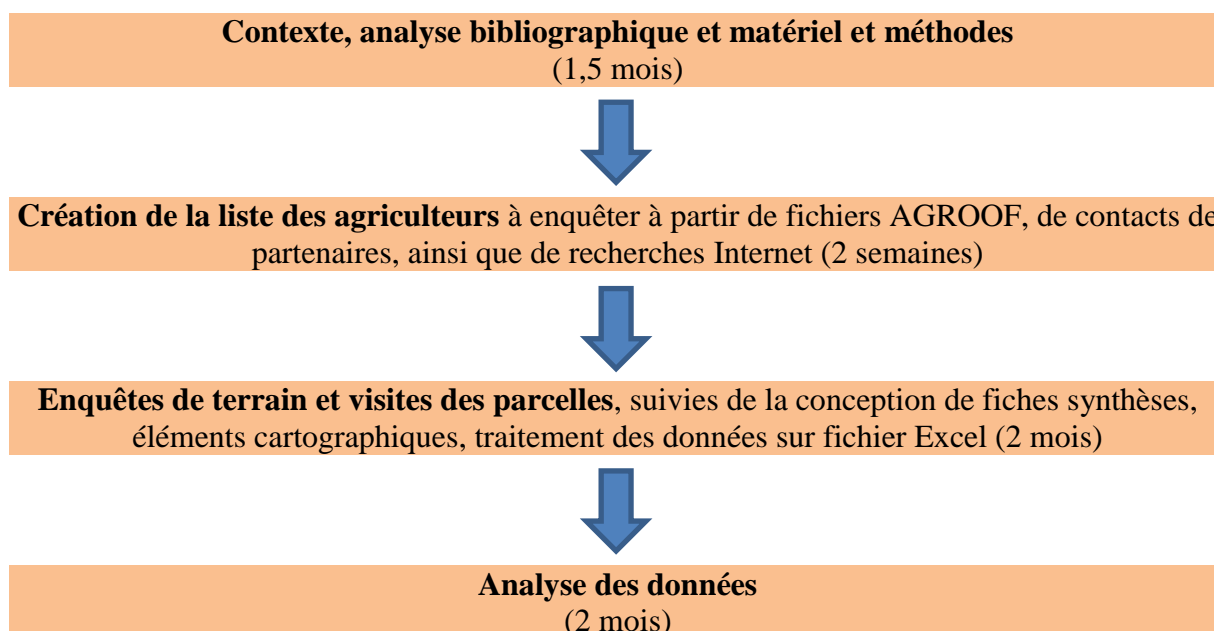
De nombreux éleveurs contactés provenaient du « Tour de France » d'AGROOF (projet autofinancé d'AGROOF) faisant un état des lieux des parcelles des réseaux IRSTEA, du PNR Cap et Marais d'Opale, du CRPF, projets initiés dans les années 1980 et depuis très peu suivis. D'autres venaient de partenaires du projet Parasol (IDELE, INRA de Lusignan et Clermont-Ferrand, Institut Lasalle-Beauvais), et d'autres enfin ont été trouvés par recherche sur Internet ou par d'autres contacts.

La liste d'agriculteurs établie comptait 59 agriculteurs, dont 32 agriculteurs ont été enquêtés. Ils représentent donc un peu moins de 1 / 1000 des exploitations françaises en ovin.

Parmi ces 59 agriculteurs, 3 ont été enquêtés pas téléphone, 8 n'ont jamais répondu à nos appels, 5 n'avaient plus d'ovins, 6 ont refusé de nous recevoir, 3 étaient trop loin pour justifier le déplacement, 1 a été enquêté pour obtenir des informations sur l'arbre fourrager, et 1 était décédée. Un 33^{ème} agriculteur a été enquêté par la suite, mais ses résultats n'ont pas été inclus dans le traitement des données.

Méthodologie : Démarche générale :

La démarche générale s'est effectuée comme suit :



Enquêtes de terrain : le questionnaire semi-directif

Afin de répondre à la question de recherche, des entretiens semi-directifs ont été réalisés. Ces entretiens porteront sur l'analyse des systèmes à l'échelle de la parcelle selon la méthodologie de Gillham (2000).

La méthode retenue pour les enquêtes fut donc celle du questionnaire semi-directif. Le but recherché était d'avoir un guide d'entretien aussi structuré que possible, tout en permettant la tenue de conversations et d'explications additionnelles sans lesquelles beaucoup d'éléments du questionnaire auraient été incompréhensibles, notamment sur la place de l'arbre au sein du système d'élevage et la perception des éleveurs du changement climatique. De même, du fait de l'éclatement géographique des agriculteurs (du Nord au Sud de la France), des réunions de groupe n'étaient pas envisageables à cause de la logistique à mettre en œuvre.

Le processus de description du système agroforestier en ovin et de la place de l'arbre IP au sein du système s'échelonne en trois parties : une partie descriptive, une partie sur l'analyse fonctionnelle, une partie d'observations sur le terrain.

- **Analyse descriptive :**
 - Fonctionnement du système d'exploitation
 - Description du système d'élevage
 - Description de la matrice agroforestière
- **Analyse fonctionnelle**
 - Analyse des parcelles et évaluation des apports de l'arbre « ressource » pour l'élevage, et état des lieux des représentations et attentes de l'arbre chez les éleveurs.
 - Etude de la gestion différenciée des cultures sur la parcelle en AF et des parcelles sans arbres.
 - Etude à dire d'éleveurs des interactions arbres / animaux / cultures sur les parcelles agroforestières
- **Observations et mesures de terrain**
 - Visite de l'exploitation, observation de l'état des parcelles et des arbres, recueil de données pédoclimatiques

Visites de parcelles :

Les visites de parcelles visaient à voir 3 choses : appréhender l'état de la prairie sous les arbres, juger de l'état de développement des arbres, et enfin relever un ensemble de critères nécessaires à la sélection ou non des parcelles dans le cadre de la réalisation des tâches expérimentales du projet PARASOL.

Pour l'état de la prairie, les éléments à voir étaient l'homogénéité de l'herbe sous les arbres, le piétinement, les zones de refus et leur localisation par rapport aux prairies environnantes sans arbres quand cela était possible.

En ce qui concerne l'état des arbres, les critères d'observation étaient leur rectitude, la présence de nœuds, la hauteur d'élagage, la présence de maladie, l'état de l'écorce. Les observations des arbres ont servi à établir la valeur économique potentielle de la plantation, ainsi que l'investissement dans le projet bois d'œuvre de l'agriculteur.

Enfin, en ce qui concerne les critères de sélection des 9 exploitations, les critères suivants ont été relevés :

- L'intérêt de l'agriculteur
- La présence d'un témoin sans arbre mais dont les caractéristiques doivent être similaires :
 - La topographie
 - La conduite de la parcelle
 - Le type de sol

Les mesures d'arbres :

Ces mesures serviront donc dans le cadre de cette étude pour les raisons expliquées auparavant, et serviront également à AGROOF pour la création d'équations allométriques relatives à la croissance des arbres dans des environnements variés.

Les mesures d'arbres incluaient, pour les feuillus précieux :

- Une mesure à DBH (« Diameter at Breast Height » (1,3m de haut))
- Une mesure D5cm (Diamètre à 5 cm)
- Une mesure D2m (Diamètre à 2 mètre)
- La hauteur totale
- La hauteur de la bille.

Pour les arbres fruitiers, les mesures étaient

- DBH
- Hauteur totale
- Hauteur de bille
- Largeur du houppier en mètres.

Enfin, pour les fruitiers basse-tiges avec plusieurs branches charpentières, les mesures étaient :

- D5cm
- Hauteur de la bille (donc de la fourche)
- Hauteur totale
- Largeur du houppier.

b) Analyse des données :

L'analyse des données a été faite par Excel, via un tableur de saisie des données, afin de pouvoir insérer les résultats des entretiens et de pouvoir ensuite les comparer. Un tableur résumant brièvement les caractéristiques des systèmes agroforestiers (espacement, essences, âge, présence d'un témoin, utilisation de la parcelle, etc...) a également été conçu.

Analyse de l'impact de la réserve utile en eau sur le maintien de l'herbe, la productivité herbagère, et la qualité de l'herbe.

Nous avons fait l'hypothèse que la profondeur de sol, et donc la RUE, impactaient le maintien de l'herbe, la productivité herbagère, et la qualité de l'herbe sur les prairies arborées.

Le maintien de l'herbe est défini comme la capacité de l'herbe à se maintenir sur une période interannuelle lors des épisodes de grandes chaleurs et de sécheresse. La productivité herbagère sur les parcelles arborées est définie comme la productivité de la prairie sur les parcelles arborées par rapport aux prairies non arborées. La qualité de l'herbe est mesurée comme étant la qualité de l'herbe sur les parcelles arborées par rapport aux prairies non arborées. Les 3 résultats sont tous à dire d'agriculteurs, et ne sont donc pas le fruit d'observations rigoureuses. Il a néanmoins été estimé que les agriculteurs seraient en mesure de fournir des données s'approchant de la réalité, bien que n'étant pas parfaite.

Les données de sol ont, elles, été recueillies auprès des agriculteurs, et portaient sur la texture et la profondeur des sols sur lesquels se trouvaient les parcelles en AF étudiées. Il a été décidé que les sols seraient classés dans deux catégories pour les besoins de l'étude, « sols à faible RUE » (réserve utile en eau) et « sols à forte RUE ».

En se basant sur le GRET (1990), il a été jugé que ces types de sols seraient déterminés par leur texture et leur profondeur.

- Les sols classés comme sols à faible RUE sont ceux qui sont :
 - Sableux
 - Peu profonds, avec une profondeur estimée à moins de 30 cm (horizon exploré par les racines de l'herbe).
- Les sols classés comme sols à forte RUE sont ceux qui sont :
 - De texture autre que sableuse, de nature à mieux retenir l'eau,
 - Et de profondeur supérieure à 30 cm.

Les données ont ensuite été comparées pour tester l'influence du sol sur le maintien de l'herbe (et donc sur la capacité des arbres à créer un microclimat favorable sur les prairies arborées).

Un modèle Probit a été construit sous Stata 13 afin de conduire des analyses de régression et de tester les hypothèses relatives au maintien de l'herbe, à la productivité herbagère, et à la qualité de l'herbe sur les prairies arborées.

Le modèle utilisé est un type d'analyse de régression, ou de classification binaire dans lequel la variable dépendante peut prendre seulement deux valeurs, dans ce cas là, si il y a un maintien de l'herbe observé ou non. Le but du modèle est d'estimer la probabilité qu'une observation avec des caractéristiques particulières sera ou non dans une des catégories, pour les besoins de l'étude. Ici, nous avons cherché à voir si les sols à forte RUE (Réserve Utile en Eau) ou à faible RUE avaient un impact sur le maintien de la prairie, défini précédemment, ainsi que sur la quantité d'herbe produite et la quantité d'herbe produite sur les prairies

arborées.

Les codes utilisés ont été les suivants :

- Pas de maintien : 0 ; maintien de l'herbe : 1
- Baisse de la productivité herbagère : 0 ; Productivité similaire ou quasiment identique : 1 ;
- Baisse de la qualité de l'herbe : 0 ; qualité de l'herbe similaire ou quasiment identique : 1 ;

La régression a été faite avec Stata 13 avec la « probit » commande sur les variables de résultats et les variables explicatives. Les P value en dessous de 0,05 montrent le degré de signification.

Données sur la valorisation et les débouchés du bois d'œuvre

Les données sur les prix du bois d'œuvre ont été obtenus sur les sites internet du CRPF et de l'ONF.

Les données sur la valorisation des différentes essences, des cours du bois, des façons de vendre, etc... ont été obtenues par conversation avec Mr J.C. Thiévenaz, expert forestier à Grenoble, qui a été en mesure de répondre à nos questions.

Typologies d'agriculteurs

Une analyse statistique a été réalisée sur l'échantillon d'éleveurs enquêtés. L'analyse était composée d'une ACM (Analyse de Composantes Multiples) et d'une CAH (Classification Ascendante Hiérarchique).

Pour répondre à la question de recherche, et en vue d'infirmer ou confirmer les hypothèses établies, il a ensuite été décidé de procéder à l'analyse des données selon 3 axes :

- Les agriculteurs sont d'abord présentés dans leurs généralités
- La première typologie classe les agriculteurs basée sur un gradient de succès d'intégration de l'arbre au sein du système d'exploitation selon plusieurs critères.

Au-delà de la distinction évidente entre les planteurs forestiers et fruitiers, cette typologie sert donc à présenter les éléments de gestion qui font que ces deux catégories d'agriculteurs se recoupent, et peuvent finalement faire partie d'un seul et même type. Les indicateurs sont décrits ci-après.

Cependant, étant donné que les exploitations rencontrées comptaient énormément d'éléments agroforestiers alternatifs à l'arbre intraparcellaire (tels que des haies, des bosquets, des parcours, autant d'éléments qui fournissaient des « services » techniques (biodiversité, contrôle de l'érosion, infiltration de l'eau, etc...)), il a été décidé que le facteur de « succès d'intégration » serait uniquement basé sur la capacité des agriculteurs de retirer des bénéfices économiques à la fois des arbres, et du troupeau ovin.

La typologie distingue également à distinguer quelles sont les exploitations qui replanteront certainement après la coupe. En d'autres termes, il s'agit de distinguer, si possible, quelles sont les exploitations qui, désormais, peuvent être classées comme exploitations avec un atelier agroforesterie, à l'opposé des exploitations qui ont commencé ce projet, mais ne le renouvelleront pas.

- La deuxième typologie groupe les agriculteurs selon le potentiel d'adaptation de l'exploitation au changement climatique par le biais de l'arbre agroforestier.

Les indicateurs

Tableau II : tableau des indicateurs utilisés pour la présentation de l'échantillon

Indicateurs
Type d'exploitation
Chargement UGB / ha
Surface Agricole Utile
Localisation
Autres ateliers
Fruitiers ou forestiers
Lots d'agnelages et type d'agneaux
Concentrés par kgc ou kgl
Agriculture biologique ou conventionnelle
Mode de commercialisation
Unité de Main d'œuvre

Tableau III: tableau des indicateurs utilisés pour la typologie 1

Indicateurs	Composition des indicateurs
Perception d'un bénéfice écologique	<ul style="list-style-type: none"> Perception d'un bénéfice écologique
Bénéfice économique de l'intégration arbre / animal	<ul style="list-style-type: none"> Bénéfice économique tiré des arbres (revenus en fruits ou capacité potentielle à valoriser les arbres en bois d'œuvre, soit un élagage fait au dessus de 4 m de haut) Bénéfice économique tiré des moutons
Marginalité de la plantation	<ul style="list-style-type: none"> Marginalité en termes de taille de la parcelle par rapport à l'exploitation
Rôle de l'agriculteur dans la conception	<ul style="list-style-type: none"> Rôle de l'agriculteur dans la conception, faible ou fort.
Probabilité de replanter	<ul style="list-style-type: none"> Probabilité de replanter ou non.
Degré d'adaptation de l'agriculteur à l'intégration arbre / animal	<ul style="list-style-type: none"> Accès à la totalité de la surface pâturable. Accès en permanence à la surface pâturable.

Tableau IV : tableau des indicateurs utilisés pour la typologie 2.

Indicateurs	Composantes des indicateurs
Maintien de l'herbe été	L'éleveur observe-t-il un meilleur maintien de l'herbe sous les arbres en saison sèche ?
Quantité d'herbe	L'éleveur observe-t-il une quantité d'herbe très diminuée sous les arbres ?
Intention de replanter	Intention de replanter
Attitude envers les arbres	Sentiment général de l'éleveur envers les arbres
Accentuation de la variabilité climatique	L'éleveur perçoit-il une accentuation de la variabilité climatique, en termes de succession plus aléatoire des périodes sèches puis des périodes humides ? Peut-il « compter » sur les saisons ?
Accentuation de phénomènes climatiques	L'éleveur a-t-il observé une accentuation de phénomènes climatiques, ou que le climat demeure inchangé ?

Deux critères ont été écartés pour l'ACM de la typologie 2 (détail dans la partie « Discussion »).

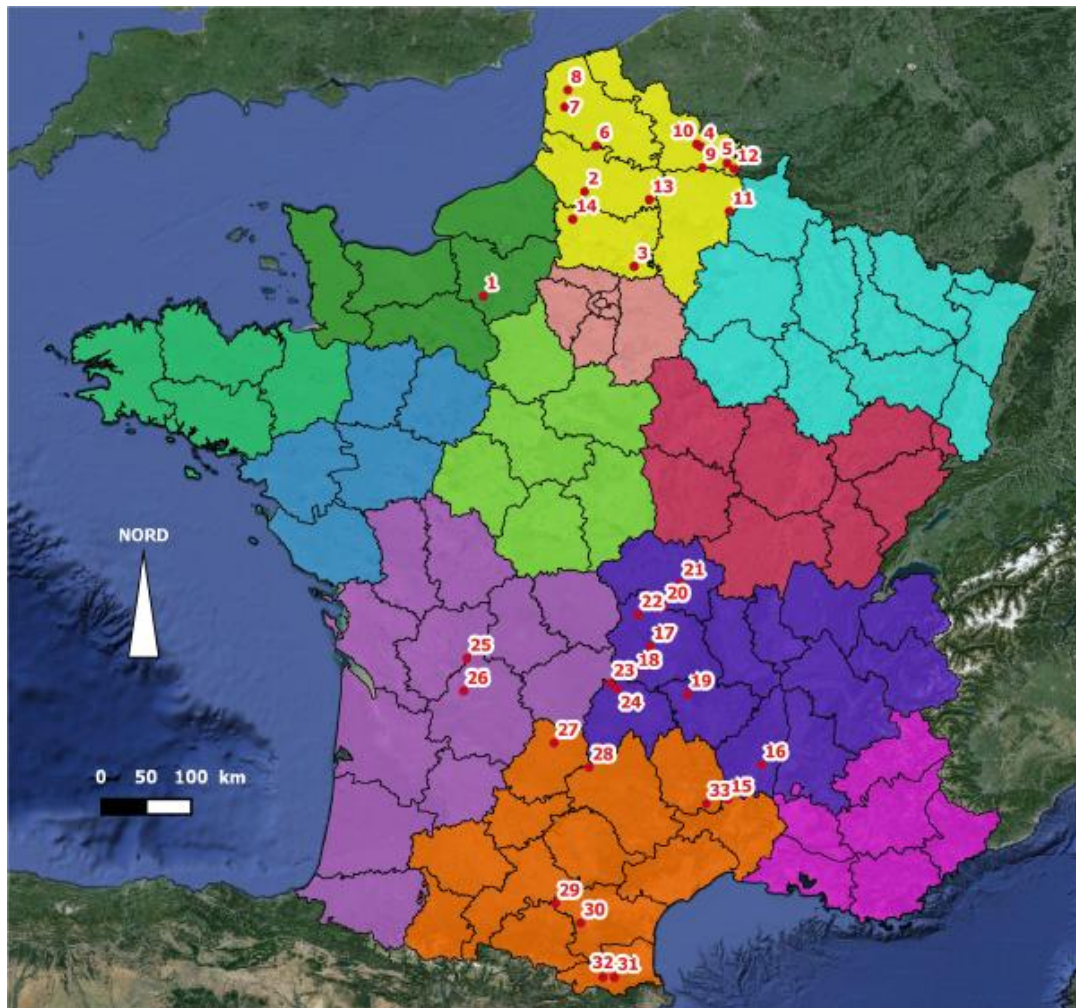
- Les éleveurs qui observent que l'arbre est important pour les animaux.
- Les éleveurs qui considèrent les arbres comme une solution d'adaptation au CC

Résultats attendus :

Des groupes sont attendus en fonction des variables sélectionnées pour chacun des axes. Les typologies seront ensuite croisées afin de voir si éventuellement les agriculteurs se recoupent par thème étudié.

V. RESULTATS

a) Présentation de l'échantillon enquêté



Cartographie des entretiens réalisés pour l'étude

Entretiens réalisés

- 1 - Sainte-Marguerite-en-Ouche - Eure
- 2 - Revelles - Somme
- 3 - Rosières - Oise
- 4 - Jolimetz - Nord
- 5 - Sains-du-Nord - Nord
- 6 - Bonnières - Pas de Calais
- 7 - Enquin-sur-Baillons - Pas de Calais
- 8 - Brunembert - Pas de Calais
- 9 - Fesmy-le-Sart - Alsne
- 10 - Le Quesnoy - Nord
- 11 - Montloulé - Aisne
- 12 - Ohain - Nord
- 13 - Voyennes - Somme
- 14 - Fontaine-Lavaganne - Oise
- 15 - Portes - Gard
- 16 - Mirabel - Ardèche
- 17 - Saint-Genès-Champanelle - Puy de Dôme
- 18 - Picherande - Puy de Dôme
- 19 - Frugières-le-Pin - Haute Loire
- 20 - Gannat - Allier
- 21 - Varennes-sur-Allier - Allier
- 22 - Saint-Gervais-d'Auvergne - Puy de Dôme
- 23 - Madic - Cantal
- 24 - La Monsélie - Cantal
- 25 - Varaignes - Dordogne
- 26 - Grand-Brassac - Dordogne
- 27 - Rignac - Lot
- 28 - Bouillac - Aveyron
- 29 - Molandier - Aude
- 30 - Pomy - Aude
- 31 - Valmanya - Pyrénées Orientales
- 32 - Sahorre - Pyrénées Orientales
- 33 - Saint-Martin-de-Lansuscle - Lozère

Limites administratives

— Départementales

Régionales :

- Alsace, Champagne-Ardennes, Lorraine
- Aquitaine, Limousin, Poitou-Charentes
- Auvergne, Rhône-Alpes
- Bourgogne, Franche-Comté
- Bretagne
- Centre, Val-de-Loire
- Ile-de-France
- Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées
- Nord-Pas-de-Calais, Picardie
- Normandie
- Pays-de-la-Loire
- Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Figure IV : cartographie des entretiens réalisés pour l'étude

Le parcellaire

La taille moyenne des exploitations était de 73,5 hectares (ha). Il y a bien sûr des disparités, avec le plus haut des premiers, deuxièmes, troisièmes, et quatrièmes quartiles respectivement à 24, 59, 78,5 et 280 hectares. La médiane, elle, se tient à 59,5 ha.

18 agriculteurs étaient avant tout des éleveurs, qui avaient par la suite planté des arbres forestiers. 14 agriculteurs étaient des producteurs de fruits, qui avaient ensuite créé un système d'élevage ovin pour bénéficier de l'interaction arbre / animal.

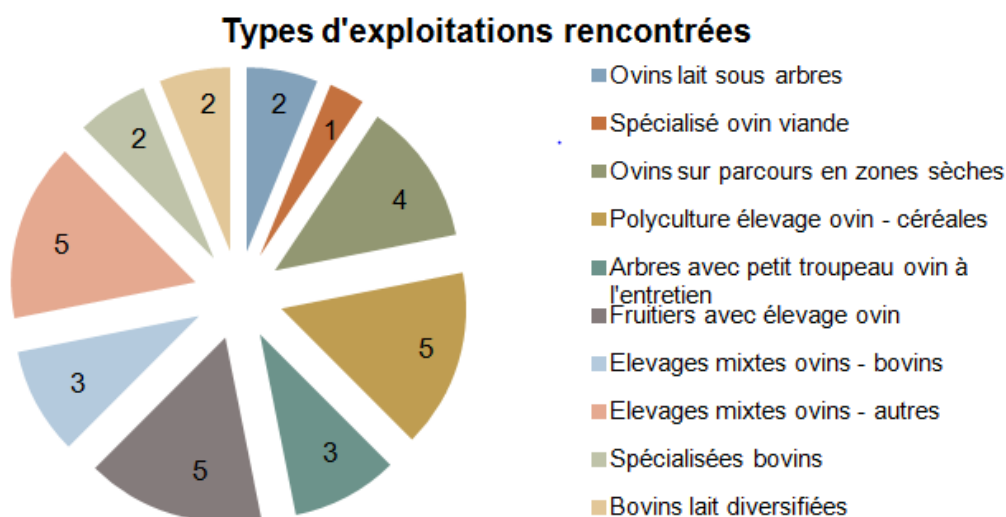


Figure VII : Schéma des différents types d'exploitations rencontrées lors des enquêtes.

Agriculture biologique vs. agriculture conventionnelle :

11 exploitations étaient en agriculture biologique (AB) ou en conversion bio, 4 étaient pour partie en AB, soit 47% en AB en tout ou partie, ce qui est bien au dessus de la moyenne nationale, qui elle, est de 4,5% en 2014 selon l'Agence Bio (2014). 9 des agriculteurs en AB ou partiellement en AB étaient des fruitiers (28% du total, et 60% du nombre total des fruitiers). 17 étaient en agriculture conventionnelle (AC).

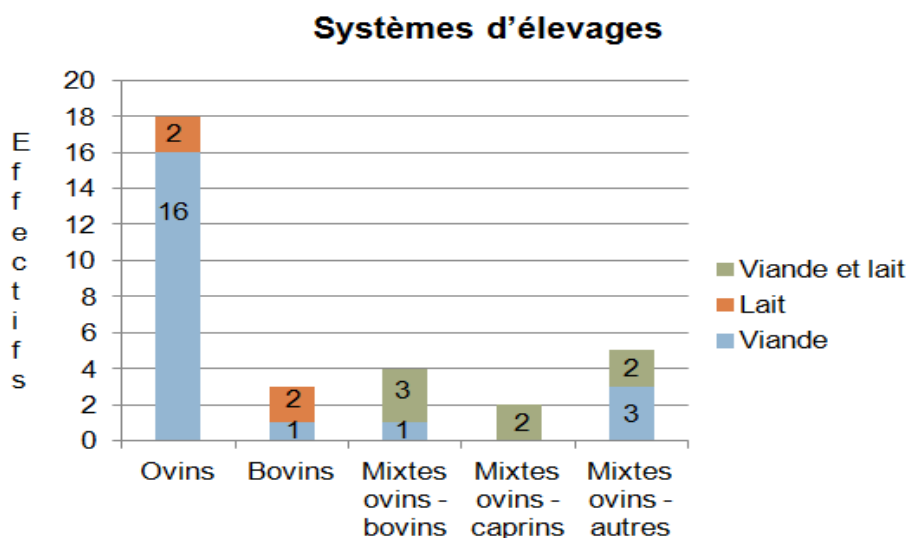


Figure VIII : schéma des systèmes d'élevage rencontrés lors des enquêtes

Degré de diversification

En comptant les 5 agriculteurs susmentionnés, 11 en tout (34%) touchaient plus de 50% de leurs revenus de la production ovine (selon leur estimation). 5 arboriculteurs (15%) dérivait plus de 50% de leurs revenus de la production fruitière, de fruits coupés ou transformés.

Seuls 2 éleveurs ovins (6%) produisaient du lait, dont 1 seul transformait (3%). 2 éleveurs bovins transformaient également leurs produits en fromage (6%), et enfin tous les éleveurs caprins (3, soit 9%) produisaient du lait, dont 2 (6%) transformaient en fromage.

Modes de commercialisation

Parmi les agriculteurs enquêtés, 9 pratiquaient la vente directe pour mieux valoriser leur agneau, avec une différence de prix confortable : les agriculteurs qui vendaient leurs agneaux vifs à l'abattoir les vendaient entre 5,5€/kgc (kilogramme de carcasse) et 7€/kgc, alors que ceux qui les vendaient en vente directe les vendaient entre 11 et 14€/kgc.

La plupart vendaient leurs agneaux vifs à l'abattoir (16/32), pour une rémunération moins élevée, mais une plus grande facilité à les écouler. Enfin, 2 éleveurs gardaient leurs moutons pour leur consommation personnelle ou pour cadeaux à de la famille ou des amis (il s'agit des éleveurs ayant un très petit troupeau, de l'ordre de 6 à 10 bêtes), 1 arboriculteur chez lequel un éleveur fait pâturer ses moutons n'a pas pu renseigner le débouché de son éleveur, 1 autre vendait exclusivement ses ovins en reproducteur, avec une forte valorisation (250€ par agnelle), et 3 éleveurs étaient en bovins exclusivement, leur débouché n'important donc pas pour le sujet de cette étude.

Conduite du troupeau

Le nombre moyen d'UGB par ferme était 41 UGB ovins, avec une médiane à 29 UGB ovins. 13 exploitations avaient des animaux d'autres types, pour majorité des vaches laitières (5 éleveurs), des chèvres laitières (3), des broutards (2), des jeunes bovins (1), des volailles chair (3), des chiens pour dressage (1), du gibier (faisans, paons, etc...) (1).

Enfin, 3 éleveurs n'avaient aucun mouton, mais uniquement des bovins. Eux ont été enquêtés pour la qualité de leurs parcelles en AF, en vue de prendre part au projet ARBELE pour la suite. Ce facteur a bien sûr été pris en compte lors du traitement des données.

Gestion de l'alimentation

La tendance au sein des élevages était la recherche de l'autonomie fourragère, avec 22 éleveurs sur 32 indépendants en foin. 6 éleveurs n'en produisaient aucun, mais il s'agissait soit d'éleveurs de montagne, avec un système basé sur des parcours et donc avec un parcellaire compliqué pour faire du foin, soit de petits élevages requérant peu de foin, donc peu de frais. 1 seul éleveur de taille conséquente produisait du foin, mais pas assez pour être autonome, il s'agit de celui possédant le plus gros cheptel rencontré pendant l'étude, avec environ 1500 agneaux vendus chaque année, sur une SAU de 176 ha. Lui en produisait 85%, donc visait une fois de plus l'autonomie. Enfin, 3 enquêtés n'ont pu nous renseigner sur cette question, du fait qu'ils n'étaient pas la personne en charge des ovins sur l'exploitation.

19 éleveurs laissaient leurs bêtes en pâturage plus de 8 mois sur 12 dans l'année, dont 6 les laissaient 12 mois dehors.

Seuls 5 agriculteurs produisaient 100% des céréales consommées, et la plupart des autres éleveurs (20/32) n'en produisaient aucune, préférant les acheter à l'extérieur au besoin.

14 éleveurs sur les 27 en ovin viande avaient recours à moins de 4,5 kg de concentrés par kgc, ce qui représente une moyenne pour les agneaux de bergerie (référence : cas-types de l'IDELE, 2009), et parmi ceux là, 9 avaient recours à moins de 2 kg de concentrés par kgc, incluant 4 qui n'en utilisaient jamais, leurs agneaux étant exclusivement à l'herbe.

Parmi les éleveurs qui utilisaient plus de 3 kg de concentrés par kgc sans en produire, ou en produisant peu, tous avaient une deuxième activité sur la ferme, aucun ne faisait exclusivement de l'agneau. Il s'agissait d'éleveurs également céréaliers, qui gagnaient à vendre leur production céréalière pour en acheter, ou bien de producteurs de fruits couteaux ou transformés, qui valorisaient cette production également.

Les éleveurs qui tiraient 100% de leur chiffre d'affaires (CA) de la production ovine tendaient à n'utiliser que très peu de concentrés par kgc (de 0 kg à 2 kg de concentrés par kgc), et les deux éleveurs qui dérivait 90 et 80% de leur CA de la production ovine et qui en utilisaient plus de 2 kg par kgc étaient respectivement autonomes à environ 50%.

Comparaison des races rustiques et prolifiques : quelques données.

La productivité numérique moyenne au sein des exploitations était de 1,37 agneaux / brebis. 20 éleveurs avaient des races rustiques, et 8 en avaient des prolifiques, parfois croisées pour améliorer la rusticité. Le reste des éleveurs était en système bovin, et ne sont donc pas pris en compte ici.

Les éleveurs ayant des races rustiques avaient :

- Une productivité numérique de 1,26 agneaux par mère en moyenne
- Donnaient en moyenne 2,3 kg de concentrés par kgc
- Laisseraient leurs bêtes 9,3 mois par an au pâturage.
- 11 faisaient 2 agnelages au moins par an, et 9 n'en faisaient qu'1 / an.

Ceux ayant des races prolifiques avaient :

- Une productivité numérique de 1,67 agneaux par mère
- Laisseraient leurs animaux 8,3 mois par an au pâturage
- Donnaient en moyenne 5 kg de concentrés par kgc.
- 5 faisaient 2 agnelages au moins par an (dont 1 qui en faisait 52 par an environ, 1 / semaine) et 3 n'en faisaient qu'1 par an. Ces derniers étaient de petits troupeaux : 1 troupeau de 6 brebis viande, 1 autre de 33 brebis viande, et 1 autre de 80 brebis laitières.

En ce qui concerne la durée de la mise au pâturage, les éleveurs en races rustiques avaient donc tendance à laisser leurs animaux 1 mois de plus par an au pâturage, lors de la période hivernale.

Plus de détails sont donnés dans l'Annexe I.

b) Les systèmes agroforestiers

18 exploitations sur 32 (56%) produisaient des arbres forestiers, initialement pour le bois

d'œuvre, mais avec un degré de succès variant grandement en fonction des exploitations. 14 sur 32 avaient des arbres fruitiers (incluant un agriculteur dont les arbres n'avaient qu'une utilité fourragère. Les arbres étant étêtés à 50 cm du sol environ, il a été compté et traité comme un fruitier).

Seuls 5 agriculteurs sur 32 (15%) étaient exclusivement éleveurs de moutons, et 1 agriculteur sur 32 (3%) était exclusivement en système arboricole (en ce qui concerne ses revenus monétaires ; les moutons n'avaient pas vocation commerciale).

L'expérimentation agroforestière des projets IRSTEA / INRA pour la production de bois d'œuvre et la production ovine.

La définition de bois d'œuvre, telle que le concept est utilisé par la suite, est la suivante : bois de qualité, s'entendant comme une absence de nœuds, eux-mêmes étant évités par l'élagage des branches sur une hauteur suffisante.

Suite à une conversation avec Mr J. C. Thiévenaz, expert forestier à Grenoble, il a été décidé pour les besoins de l'étude qu'une bille de bois serait considérée comme du bois d'œuvre si l'élagage avait été fait sur une hauteur supérieure à 4 m de haut. En deçà de cette hauteur, les arbres n'ont pas été considérés comme du bois d'œuvre, mais comme du bois d'industrie (valorisable en BRF ou bois de chauffage – le dernier, s'il est coupé et débité, peut atteindre un prix de 50 à 60€ par stères en vente directe, selon les essences).

Nous avons donc rencontré 19 planteurs d'essences forestières, répartis comme suit :

- 13 (incluant le mixte fruitier / forestier) qui avaient des parcelles issues des projets du IRSTEA, du PNR Cap et Marais d'Opale, du CRPF Languedoc-Roussillon / INRA Montpellier.
 - Parmi ceux-ci, 1 était dans un centre de recherche, 2 dans des lycées agricoles, et 1 était la propriété de l'ONF en agroforesterie.
- 1 planteur indépendant en agroforesterie à essences forestières, en modalité intraparcellaire.
- 2 étaient des planteurs forestiers à l'origine.
- 3 ont planté des essences forestières pour d'autres raisons (biodiversité, vent) mais pas en modalité intraparcellaire. A partir d'ici, elles sont donc laissées de côté dans le raisonnement qui va suivre.

Le raisonnement qui va suivre s'intéresse uniquement aux planteurs en agroforesterie intraparcellaire d'essences forestières, soit

- 9 agriculteurs planteurs d'essences forestières du projet IRSTEA et CRPF,
- 1 agriculteur indépendant en AF,
- 2 planteurs en modalités forestières.

Les autres planteurs mentionnés seront donc laissés de côté, pour les raisons qui sont les suivantes:

- Les 4 établissements publics (également du projet IRSTEA) sont soumis à des changements dans leur gestion (nouvelle direction, changement de projets, réorientation de financements, contraintes budgétaires,...), il paraît normal d'attendre de ces différents établissements publics une gestion différenciée des parcelles agroforestières, projet qui se construit sur des années.
- Les 3 autres planteurs d'arbres, qui ont planté leurs arbres en linéaire de bordures de champs, pour d'autres raisons que le bois d'œuvre.

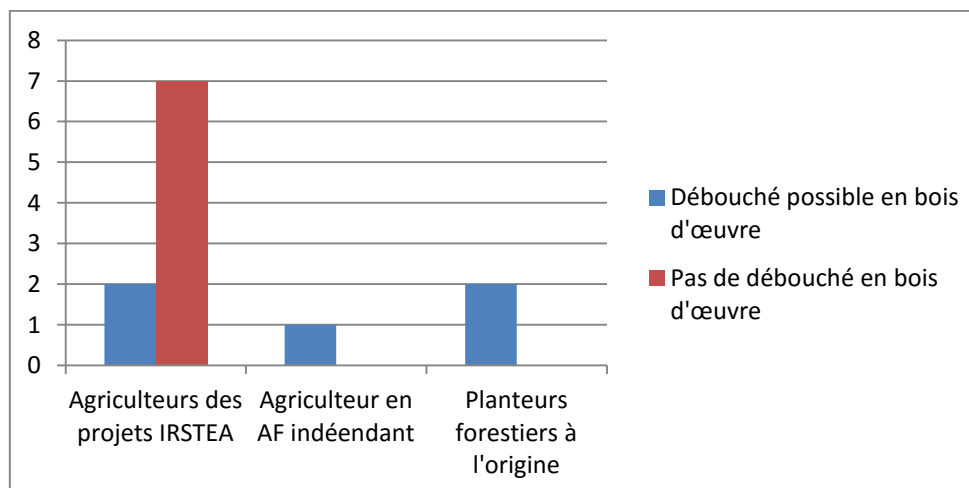


Figure IX: Succès et échecs des plantations d'essences forestières pour le bois d'œuvre en fonction des types d'agriculteurs

Il reste donc 2 planteurs à densités forestières à l'origine, qui ont mené à bien leur projet, 1 planteur en AF indépendant, qui a lui aussi mené à bien son projet, et 9 planteurs des projets IRSTEA qui étaient des agriculteurs indépendants engagés dans un projet agroforestier. Parmi ceux là, seulement 2 ont mené à bien le projet bois d'œuvre. Tous les autres n'ont pas entretenu leurs arbres. Les agriculteurs n'étaient pas formés à la pratique de l'élagage, beaucoup ne semblaient pas avoir essayé (pas de traces sur les arbres, branches très basses suggérant qu'elles étaient les premières après la sortie du manchon), ils n'avaient parfois pas enlevé les manchons de protection, qui avaient donc « fusionné » avec le tronc au fur et à mesure qu'il se développait,...

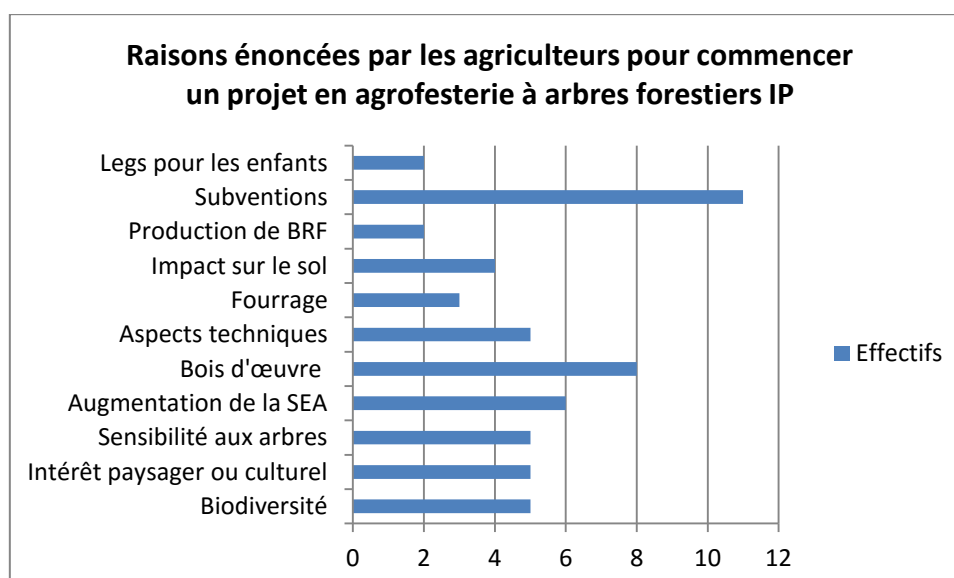


Figure X : Raisons énoncées par les agriculteurs pour commencer un projet en agroforesterie à arbres forestiers intraparcéllaires.

Le graphique ci-dessus présente les motivations énoncées par les agriculteurs pour commencer ce projet. Il est notable que la première des motivations énoncées soit la présence des subventions. 8 agriculteurs ont également déclaré avoir commencé pour la production de bois d'œuvre, mais il semblait plutôt s'agir d'un objectif initial, rapidement abandonné. Il est possible que les agriculteurs aient eu d'autres raisons, plus personnelles, pour commencer ce projet en agroforesterie. Par exemple, d'autres motivations des agriculteurs étaient :

- Une augmentation de la SEA par la production de bois (6 agriculteurs)
- L'utilisation des arbres pour leurs apports techniques (notamment l'ombre pour les brebis, la protection du vent ou de la pluie, l'augmentation de la matière organique dans le sol, l'infiltration de l'eau et l'augmentation de la rétention en eau, la limitation de l'évapotranspiration, etc...) (5) .
- Une certaine sensibilité aux arbres (5).
- Un intérêt paysager ou culturel, avec souvent une certaine nostalgie du bocage et des paysages agricoles plus traditionnels (5).
- Le sentiment d'une biodiversité améliorée (mais difficilement mesurable dans les faits) (5).

Enfin, en ce qui concerne les raisons qui revenaient moins souvent, il s'agissait de :

- L'impact des arbres sur le sol (en termes d'érosion, par exemple) (4)
- L'apport fourrager que les arbres représentent (chez ceux qui prenaient le temps de couper des branches de leurs arbres de haut jet, ou encore chez ceux qui avaient des parcelles dédiées à la production de fourrage arboré, avec des mûriers à vers à soie, notamment), (3)
- La création d'un legs pour les enfants, (2)
- Et enfin la production potentielle de BRF chez ceux qui plantaient des arbres en haie également (2).

Par conséquent, étant donné que les agriculteurs ont commencé ce projet, mais n'ont pas poursuivi le projet bois d'œuvre, il est probable que les agriculteurs aient eu des projets plus personnels, et qu'ils ne partageaient pas les mêmes objectifs avec les centres de recherche, ou en tous cas pas assez pour mener les projets à bien une fois que les centres de recherches ne se sont plus manifestés. Les agriculteurs ont été nombreux à dire :

« L'IRSTEA – en Auvergne – est venu un temps, et puis n'est plus jamais revenu. »

« Ils [un des centres de recherche ayant mis en place les projets dans les années 1980] ont insisté pour planter ces essences là, alors qu'elles ne sont pas adaptées du tout à la région. »

« Ils ne nous ont pas donné de détails et de formation sur la conduite des arbres et l'élagage. »

Des éléments récoltés concernant la déception des agriculteurs qui s'étaient engagés vis-à-vis des centres de recherche étaient, par exemple, que ces centres, désireux d'expérimenter, ont souvent imposé des essences, qui se sont parfois révélées peu adaptées à la station, (voir l'annexe II) ; ils ont planté à des espacements variés, selon leurs protocoles, ce que certains éleveurs ont trouvé déroutant (notamment ceux chez lesquels l'espacement était inférieur à 10 m x 10 m). Ils ont parfois fait des tests avec des manchons de protection (dont une fois, 2 manchons de 2 mètres de haut l'un sur l'autre, soit 4 mètres de haut) afin de tester différents effets, comme la vitesse de croissance hors du manchon, qui était certes rapide, mais ne laissait pas assez de temps au tronc pour s'épaissir et gagner en résistance. Cette tentative a parfois provoqué l'étêtage accidentel de plantations entières dès que la tête de l'arbre sortait

du manchon et faisait face à un vent fort ou une neige lourde. Il ressort que les agriculteurs, en plus de ne pas avoir été les initiateurs du projet, ont décrit avec une certaine amertume avoir très peu de contrôle sur cette expérience. En conséquence, très peu d'éleveurs ont mené à bien ce projet. Le résultat est éloquent : seuls 3 planteurs en agroforesterie (dont 1 qui ne faisait pas partie du projet IRSTEA / INRA) ont produit du bois d'œuvre sur leurs parcelles.

Dans certains cas, les éleveurs qui avaient repris l'exploitation à la suite de leurs parents, ne partageaient pas du tout leur intérêt pour l'agroforesterie (y compris dans le cas des parcelles d'arbres bien entretenus). Un éleveur dans ce cas là, peu investi dans l'AF, voyait surtout les arbres comme une gêne à la pousse de l'herbe. Selon ses mots, « *l'arbre appartient à la forêt, l'herbe au pré.* »

Cette expérience du projet IRSTEA met en valeur quelques éléments importants de la recherche participative en agroforesterie : tout d'abord, que si les objectifs ne sont pas les mêmes entre les projets de recherche et les agriculteurs, la possibilité existe que les agriculteurs fassent autre chose du projet.

Ensuite, étant donné que les agriculteurs sont très peu formés à la sylviculture, qu'un accompagnement technique est nécessaire.

Enfin, que l'avis des agriculteurs a de la valeur dans la prise en compte des essences à planter, et que respecter leur opinion contribuerait certainement au succès des plantations. Cela ferait également en sorte qu'ils se sentent plus inclus dans le projet, et soient donc mieux à même de le porter après que les centres de recherche se soient retirés de ce projet. Cela donnerait aussi une image plus positive des centres de recherche.

La présence de ce groupe au sein de l'échantillon d'agriculteurs planteurs d'essences forestières paraît à première vue présenter un biais important dans l'étude de leurs pratiques et les résultats obtenus, et il est tentant de se demander si lesdits résultats n'auraient pas été différents s'il s'était agi d'agriculteurs très investis dans leur projet agroforestier pour le bois d'œuvre.

Cependant, aujourd'hui, l'Union Européenne et les Régions financent à hauteur de 70% l'installation d'arbres intraparcellaire, avec un cahier des charges requérant la production de bois d'œuvre à hauteur de 2,5m d'élitage, et un bon entretien de la parcelle boisée (densité à respecter, élitage, protection) soumis à des contrôles possibles pendant 10 ans (AFAF, 2015). 2,5 m de hauteur de bille est encore bien en deçà de l'assurance de bien vendre son bois, comme le rapportait Mr J.C. Thiévenaz, expert forestier questionné à ce propos, ou en tous cas à des prix inférieurs à ceux présentés.

Il paraît donc très possible qu'encore aujourd'hui, des éleveurs (ou autres agriculteurs) aient recours à ces subventions, non pas pour faire du bois d'œuvre, mais pour un tout autre panel de raisons comme celles énoncées ci-avant, telles que le sentiment de contribution et d'amélioration de la biodiversité, des intérêts techniques (rétention / infiltration d'eau, ombrage de l'herbe / cultures / animaux, etc...). De plus, il est probable qu'au moment de la conception du projet IRSTEA, lorsque les techniciens ont cherché à contacter des agriculteurs pour savoir lesquels seraient partants pour un projet d'agroforesterie pour le bois d'œuvre, ils aient opéré une sélection parmi les agriculteurs, et aient donc écarté les agriculteurs qui auraient été partants pour un projet d'agroforesterie dans un but technique ou autre. Il y a donc de bonnes raisons de penser que l'agroforesterie intraparcellaire en France, en système d'élevage ovin, ne se ferait que rarement pour le bois d'œuvre, mais plus souvent pour les autres raisons énoncées auparavant, et ce dans des proportions plus grandes que ce que

l'échantillon ne le laisse voir.

Présentation de la conduite d'une exploitation en ovin à essences forestières en agroforesterie

Principe général

Il s'agit ici de produire à la fois du bois (bois d'œuvre, BRF, brise vent, ou autre apport technique) en même temps que de produire des agneaux. Pour ce faire, les producteurs ont donc planté une partie de leurs prairies permanentes avec des essences de feuillus précieux, pour la production de bois d'œuvre. Ce système présente certaines contraintes et avantages, décrits ci-dessous.

Contraintes de la conduite d'un troupeau en agroforesterie à essences forestières

- Les arbres doivent être protégés pour éviter que les moutons n'abîment l'écorce. Pour ce faire, les arbres sont entourés d'un manchon en plastique biodégradable dont la taille varie en fonction de la hauteur désirée de protection (1,5 m pour des ovins, 2,5 m pour des bovins). En pratique, puisque les manchons ne se dégradent pas vraiment naturellement, ils doivent être enlevés après quelques années manuellement, faute de quoi l'arbre continue à croître, et finit par absorber le manchon, ce qui nuit à la qualité du bois.
- La mécanisation (passage du tracteur, de la barre de fauche, de l'andaineur, de l'enrubanneuse, etc...) nécessite un espacement minimal afin de faciliter les déplacements dans la plantation. Plus les arbres sont espacés, plus il est aisé de circuler. Les agriculteurs ont souvent dit qu'une largeur minimale de 10 à 12 m entre les arbres était nécessaire afin de pouvoir circuler. Dans les faits, la fauche était une pratique quasiment absente, du fait des arbres qui gênent physiquement, ainsi que du fait que les arbres ralentissent le séchage de l'herbe. L'enrubannage est une option plus intéressante si vraiment les agriculteurs doivent effectuer une intervention pour valoriser l'herbe plus tard par l'affouragement, l'herbe pouvant être ramassée verte en enrubannage.
- Certains éleveurs, dans les régions plus élevées et plus froides (Cantal, Puy de Dôme) ont rapporté que les feuilles se dégradaient mal, et pouvaient de plus être présentes dans le foin ou l'enrubannage de l'année suivant la chute des feuilles. Certains les broyaient ou en faisaient des balles, d'autres, dont les parcelles se situaient sur des pentes non mécanisables, ne pouvaient pas prendre de mesures contre ce problème. Ce problème ne s'est néanmoins rencontré que chez 5 agriculteurs.



Figure XI : En Dordogne, un tapis de feuilles très épais sous des châtaigniers à fruits. Le broyage est nécessaire lorsqu'il y a une telle épaisseur, afin de laisser la prairie pousser au Printemps

Source : Matthias THIERY, département de la Dordogne

- Certains éleveurs (20/32) ont rapporté une quantité d'herbe inférieure à cause des arbres. Certains observaient ce phénomène seulement à l'aplomb des arbres, d'autres sur toute la prairie arborée.
- L'élagage doit être fait si l'agriculteur souhaite faire du bois d'œuvre. Le temps moyen d'élagage à hauteur de 5 mètres par arbre était de 4 à 5 minutes par arbre pour les agriculteurs équipés d'une simple scie à perche manuelle, et 2 à 3 minutes pour les agriculteurs équipés d'une tronçonneuse à perche. L'élagage était nécessaire les premières années, pendant environ 10 ans, après quoi la bille élaguée était déjà assez haute, et ne requérait donc plus, ou très peu, d'entretien.
- Par rapport à la culture d'arbres fruitiers, les arbres forestiers n'offrent un débouché qu'après un temps de croissance long (environ 40 ans en moyenne). Le temps que les agriculteurs peuvent y consacrer annuellement est donc moindre, les arbres n'offrant pas de revenus immédiat.
- Tout comme en sylviculture, la culture d'essences forestières à large espacements peut être sujette à des changements sur le marché du bois qui font durablement baisser les prix de certaines essences. Le merisier en est un exemple (source : conversation avec Mr J.C. Thiévenaz).
- Certaines essences forestières (chênes rouges d'Amérique, chênes pédonculés, poirier sauvages, pommiers sauvages) qui produisent des fruits mangés par les moutons doivent être plantés en faible quantité afin d'éviter que les moutons n'en mangent trop, ce qui peut conduire à des diarrhées, ou à de l'entérotaxémie, qui peuvent tuer le mouton.

Avantages de la conduite d'un troupeau en agroforesterie à essences forestières :



Figure XII (à gauche) et XIII (à droite) : à gauche, des peupliers en plantations non pâturée, dans le Jura ; le sous-étage est embroussaillé, et gêne pour la circulation lors des phases d'élagage. A droite, des frênes au premier plan, sur une prairie pâturée dans le Pas de Calais, dont le sous-étage est valorisé par des brebis.

Source : Matthias THIERY, département du Jura (photo de gauche) et département du Pas de Calais (photo de droite)

- Les moutons entretiennent la parcelle, et valorisent une ressource qui ne serait autrement pas valorisée.
- Par rapport à la simple valorisation de l'herbe par l'élevage, les arbres peuvent apporter un revenu supplémentaire, augmentant la SEA à l'échelle de la parcelle grâce :
 - ainsi qu'au bois, qui peut être valorisé en bois d'œuvre après une longue période de pousse : 20 ans en moyenne pour les peupliers, 35 à 45 ans pour les feuillus précieux (noyers, érables, chênes, frênes, alisiers, cormiers).
- Certains éleveurs ont observé un meilleur maintien de l'herbe en été lors des épisodes de sécheresse importants (la notion sera détaillée dans la partie suivante).
- La plupart des éleveurs ont rapporté avoir observé que les animaux semblaient tirer parti de l'ombre des arbres comme protection des intempéries, que ce soit le vent, la pluie, et notamment le soleil. Les animaux passent ainsi beaucoup de temps à se protéger sous les arbres.
 - Le soleil en période chaude estivale semble être une nuisance majeure pour les animaux : un éleveur, qui a des ovins et des caprins, et utilise la parcelle arborée seulement pour les ovins, a rapporté qu'il devait rentrer les caprins lors des grandes chaleurs estivales, faute de protection du soleil.

- Les éleveurs mentionnaient un bénéfice écologique, comme une plus grande biodiversité (en termes d'insectes et d'oiseaux), une meilleure biodiversité fonctionnelle (en termes d'insectes et d'oiseaux utiles pour les cultures, comme des carabes ou des oiseaux insectivores), ou encore une accumulation bienvenue de matière organique (MO), ou bien encore le fait que les animaux fertilisaient les vergers, etc...
- Cependant, ce bénéfice écologique se base plutôt sur un sentiment, sans que celui-ci puisse être clairement établi par l'éleveur.
- La valorisation de l'herbe *via* les moutons est supérieure à la valorisation des coupes d'éclaircies pour le bois d'industrie, et plus régulière. Les coupes d'éclaircie ne sont réalisées à densité forestière que lorsque les houppiers des arbres se touchent. On enlève alors 1 arbre sur 2, en sélectionnant les « arbres d'avenir ». Du fait de la croissance des arbres, cette opération se répète 5 à 7 fois pendant la période de croissance des arbres, et avec un faible revenu (bois valorisé en bois d'industrie), soit un revenu très irrégulier (en agroforesterie, les plantations sont déjà à densité finale, il n'y a donc pas de coupes d'éclaircies.) Les revenus de la vente d'agneaux sont, eux, plus réguliers, mais demandent également une présence constante par rapport aux arbres sans pâturages. Certains éleveurs rencontrés faisaient d'ailleurs pâturer leurs animaux chez des propriétaires qui avaient des parcelles en agroforesterie. Les propriétaires dégageaient alors un revenu de la location des terres, en plus de la valorisation de leur bois à terme.
 - Par rapport aux arbres fruitiers, les arbres forestiers requièrent relativement peu de temps d'astreinte par an, à part pour l'égamage et la taille de formation les premières années. Les arbres fruitiers requièrent une coupe régulière des branches (parfois faite au lamier), l'aspersion de produits phytosanitaires si besoin, parfois la gestion de l'irrigation, et enfin le ramassage des pommes, leur conditionnement, parfois leur transformation, et enfin la commercialisation du produit.
 - Les coupes de bois d'œuvre sont souvent dites « sur pied », ce qui signifie que l'arbre est vendu debout (dans le cadre d'une vente groupée à une scierie, par exemple). Le coût de coupe est intégré à la vente, ce qui signifie que l'agriculteur n'a rien à faire lui-même.

Revenus potentiels d'une exploitation productrice de bois d'œuvre selon les essences rencontrées.

Le tableau ci-dessous montre les produits de ventes – fictives – des essences de bois rencontrées au cours de cette étude basés sur le catalogue des prix du bois sur pied du CRPF 2015.

Tableau V : produits de ventes potentiels pour les principales essences rencontrées.
Prix du CRPF 2015

Essences	Hauteur de bille en m	Prix en €/ m ³	Prix / arbre en € pour 2,5 m ³	Marge brute annuelle : pour 100 arbres / 40 ans en €
----------	-----------------------	---------------------------	---	--

Frêne	5 à 6	225 et +	562.5	1406.25
Erable	5 à 6	350 et +	875	2187.5
Merisier	5 à 6	260 et +	650	1625
Noyer	6	200 à 2000*	500 à 5000	1 250 à 12 500
Noyer	3 à 4	200 et +	200€ X 1,5 m ³ = 300	750

Source : CRPF 2015

*prix du noyer sur pied selon *Forêt de bourgogne.org*. Ce prix est valable pour les essences précieuses : noyer, cormier, alisier, fruitiers.

Pour une vente – fictive, à titre d’illustration – de 100 merisiers de la meilleure qualité plantés sur 1 hectare, le vendeur pourrait espérer les vendre à 650€ l’unité pour des billes d’arbres de 5 à 6 m de haut, après 40 ans environ (plus ou moins selon les régions, du fait des disparités d’environnement), soit un revenu de 65 000 € pour 100 arbres. Ramené à l’année, la marge brute reviendrait à 65 000 / 40 ans, soit 1 625€ / an / hectare, soit un revenu appréciable au moment où il est perçu.

A l’inverse, le prix moyen d’arbres en bois d’industrie par m³ tourne autour de 6€, quelle que soit l’essence. La même personne qui vendrait donc ses arbres sur pied en bois d’industrie – dans l’hypothèse (incertaine) où un scieur accepterait de se déplacer pour ça –, le produit de la vente reviendrait à 100 arbres à 24 € l’unité (pour 4 m³), soit 2400 €, ce qui, ramené à l’année, reviendrait à 60€ / an / hectare, soit un écart de 20 entre le bois d’œuvre et le bois d’industrie. Généralement, le bois d’industrie est enlevé lors de coupes de bois d’œuvre, à la même occasion.

L’écart pour certaines espèces, comme le chêne, et surtout le noyer (hybride ou commun) peut être encore plus vaste.

Pour des agriculteurs qui ne peuvent donc valoriser leurs arbres en bois d’œuvre, à moins que ceux-ci n’y trouvent un autre intérêt, ce qui est parfois le cas, dans ce cas les agriculteurs sont plus prônes à y voir un sérieux inconvénient (tel que des difficultés à manœuvrer avec leurs engins agricoles, des difficultés – voir une impossibilité – de faire du foin sous les arbres, une perte de rendement,...) n’ayant que peu de contreparties positives.

Les agriculteurs et les ventes groupées

Enfin, à ceci s’ajoute le fait que parmi les 14 agriculteurs planteurs d’essences forestières en modalité agroforestière ou forestière, 9 ne connaissaient pas le débouché classique de vente des arbres (les ventes dites « ventes groupées » ; voir glossaire) (Hubert, 1997). 2 n’ont pas renseigné l’information, et 3 autres n’étaient pas propriétaires des parcelles sur lesquelles ils faisaient pâturer (mais ne connaissaient pas non plus). D’une manière générale, les agriculteurs semblaient très incertains lorsque la question leur était posée, et seuls 3 avaient une idée sur une façon de vendre leurs arbres.

c) Présentation de la conduite d'une exploitation en ovins et sous vergers fruitiers

Contraintes de la conduite d'un verger en arboriculture élevage plutôt qu'en arboriculture simple :

- Les arbres doivent être protégés pour éviter que les moutons n'abîment l'écorce. Certains arboriculteurs utilisent également la race de moutons Shropshire (voir encadré p 58), qui n'attaque pas les arbres.
- La mécanisation (passage du tracteur, de la barre de fauche, de l'andaineur, de l'enrubanneuse, etc...) nécessite un espacement minimal afin de faciliter les déplacements dans la plantation.
- Certains éleveurs, dans les régions plus élevées et plus froides (Cantal, Puy de Dôme) ont rapporté que les feuilles se dégradaient mal, et pouvaient de plus être présentes dans le foin ou l'enrubannage de l'année suivant la chute des feuilles. Certains les broyaient ou en faisaient des balles, d'autres, dont les parcelles se situaient sur des pentes non mécanisables, ne pouvaient pas prendre de mesures contre ce problème.
- Certains éleveurs (20/32) ont rapporté une quantité d'herbe inférieure à cause des arbres.
- Les arboriculteurs doivent clôturer leurs parcelles afin que les moutons ne s'échappent pas. Cela peut représenter un investissement en temps et argent relativement important en fonction de la surface.
- Les moutons mangent les pommes pourries qui tombent au sol. Cependant, certains arboriculteurs ont dit qu'il fallait faire attention s'il en tombait beaucoup à ce que les moutons n'en mangent pas trop, à cause de risques de santé pour les animaux.
- Hautes-tiges (HT) : les moutons doivent être enlevés un mois avant la récolte des fruits pour éviter les salissures dues aux déjections animales lors du ramassage des fruits, qui se fait au sol, par exemple pour les noix, châtaignes, ou les pommes et poires à cidre. Certaines coopératives l'exigent des éleveurs qui font pâturer sous les arbres fruitiers.
- Basses-tiges (BT) : les moutons doivent être enlevés avant le développement des fruits sur les branches basses, ou alors l'agriculteur doit accepter que son verger se transforme en mi-tiges, ainsi qu'une perte de production (évaluée à 10 %) due à la consommation des branches basses. Les fruits sont cueillis plutôt que ramassés en basses-tiges et mi-tiges.
- Pour les deux raisons précédentes, un arboriculteur doit toujours avoir une « parcelle de repli » où mettre les moutons le temps de la récolte, ou bien les mettre en bergerie. Ils peuvent également jongler entre les parcelles fruitières si la production n'est pas que d'une espèce. Par exemple, la récolte des prunes et des poires se fait respectivement en Juillet et Septembre, avec des écarts selon les variétés et les endroits. L'agriculteur peut donc mettre les moutons sous les pruniers pendant la récolte des poires, et inversement.

- En arboriculture – élevage, les animaux doivent être tenus à l'écart pendant une durée variable après l'épandage des produits phytosanitaires, en fonction des produits pour les différentes espèces végétales concernées.
 - Par exemple, la quantité maximum de cuivre (un produit très souvent rencontré chez les arboriculteurs – éleveurs enquêtés) qui peut être épandue par an sur un verger de fruitier pâturé par des ovins est de 1,2 à 1,5 kg / an / ha, épandu en plusieurs passages. Au-delà, les moutons peuvent en mourir, l'effet étant cumulatif sur l'année. Selon un agriculteur en pommes, il faut ensuite au moins 30 jours avant de réintroduire les moutons, ou bien 40 mm de pluie.
 - Le soufre est moins contraignant à ce niveau là dans la gestion de la tavelure : un arboriculteur qui en utilisait en pulvérisation dans des pommiers basses-tiges a rapporté que les moutons pouvaient être réintroduits immédiatement après.
 - Enfin, un autre éleveur qui utilisait des huiles essentielles pour épandre sur son verger de pommiers haute tige, à raison de 30 à 60 ml d'huiles diluées dans 150 à 300 L d'eau / an / ha, ne rencontrait pas non plus de difficultés au niveau de la mise au pâturage.

Il ressort que plus souvent un agriculteur applique de traitements phytosanitaires, et plus la gestion de la mise au pâturage des ovins sous les arbres est compliquée. La combinaison de l'élevage et de l'arboriculture appelle donc une gestion aussi économe que possible en produits phytosanitaires, an agriculture biologique comme en conventionnelle, afin de pouvoir mettre le troupeau au pâturage autant que possible

- Aucun agriculteur n'utilisait d'engrais minéraux sur les arbres, leur effet sur les animaux n'est donc pas décrit.

Avantages de la conduite d'un verger en arboriculture élevage plutôt qu'en arboriculture simple :

- Par rapport à la simple valorisation de l'herbe par l'élevage, les arbres peuvent apporter un revenu supplémentaire, augmentant la SEA à l'échelle de la parcelle grâce :
 - aux fruits, dont la production commence après 4 à 5 ans pour les fruits à pépins de basses-tiges, et 7 à 8 ans pour les fruits à pépins de hautes-tiges,
- Certains éleveurs (20/31) ont observé un meilleur maintien de l'herbe en été lors des épisodes de sécheresse importants. 1/31 n'a pas répondu à la question.
- 27/32 éleveurs ont rapporté avoir observé que les animaux semblaient tirer parti de l'ombre des arbres comme protection des intempéries, que ce soit le vent, la pluie, et notamment le soleil.
 - Le soleil en période chaude estivale, semble être une nuisance majeure pour les animaux : un éleveur, qui a des ovins et des caprins, et utilise la parcelle

arborée seulement pour les ovins, a rapporté qu'il devait rentrer les caprins lors des grandes chaleurs estivales, faute de protection du soleil.

- Les éleveurs mentionnaient un bénéfice écologique, comme une plus grande biodiversité (en termes d'insectes et d'oiseaux), une meilleure biodiversité fonctionnelle (en termes d'insectes et d'oiseaux utiles pour les cultures, comme des carabes ou des oiseaux insectivores), ou encore une accumulation bienvenue de matière organique (MO), ou bien encore le fait que les animaux fertilisaient les vergers, etc...

Cependant, ce bénéfice écologique se base plutôt sur un sentiment, sans que celui-ci puisse être clairement établi par l'éleveur.

- Loin de n'être plus qu'une plante en compétition avec les arbres fruitiers, l'herbe est valorisée en tant qu'aliment pour moutons. De ce fait, la tonte par les moutons représente une économie de temps et de carburant, ainsi que d'aliments achetés, tout en fournissant un revenu à l'arboriculteur-éleveur.
- Les arbres fruitiers offrent une valorisation de leurs produits plus rapidement aux agriculteurs (après 3 à 4 ans pour des basses-tiges, après 8 à 10 ans pour des hautes-tiges).
- Si les fruits sont transformés sur l'exploitation (pressage, par exemple), l'agriculteur dispose dans ce cas des restes de pulpe qui peuvent être valorisée en la donnant aux animaux – en faisant néanmoins attention à la dose de sucre, et donc à la donner lentement.
- Les moutons piétinent et enfouissent les feuilles de fruitiers, qui n'ont donc plus à être écartées pour éviter la tavelure. Ceci représente une économie de passage. (pour les noyers, et dans certaines châtaigneraies, les feuilles devaient malgré tout être écartées ; un éleveur en faisait des balles, avec pour projet de les intégrer au fumier des animaux pour être épandues ensuite.)
- 1 arboriculteur a rapporté qu'en se grattant sur les écorces d'arbres, les moutons les lissaient, limitant le développement de cochenille et de carpocapse, tout en limitant le développement de parasites dans la laine des animaux. Il y voyait donc une synergie très profitable entre les arbres et les animaux.
- Ce même arboriculteur a également rapporté que les moutons taillant les branches basses, les vergers gagnent en ventilation, ce qui diminue le risque de tavelure.
- Les éleveurs peuvent utiliser leur troupeau sous fruitiers afin d'en dériver une source de revenus, ou simplement n'avoir que vocation d'entretien, et donc n'avoir besoin que de peu de temps d'astreinte.

Etude de la trajectoire des exploitations fruitières et forestières

Une différence d'importance existe entre les planteurs d'essences forestiers et fruitiers : tous les planteurs d'essences fruitières étaient avant tout arboriculteurs avant de commencer l'élevage de moutons, sauf 1 qui, lui, a commencé en même temps l'arboriculture et l'élevage. Les arboriculteurs ont donc emprunté cette direction afin de pouvoir valoriser l'herbe qu'ils avaient sous leurs arbres fruitiers, et qu'il fallait de toutes façons tondre, ainsi que par souci écologique, ce qui est reflété par le fait que seulement 3 fruitiers sur les 13 rencontrés (soit

23%) ne conduisaient pas leurs arbres en bio. Il s'agissait aussi pour beaucoup d'éleveurs de pouvoir en plus valoriser économiquement leurs ovins. Seul 1 éleveur-arboriculteur ne vendait pas ses moutons, mais les utilisait à vocation de consommation personnelle.

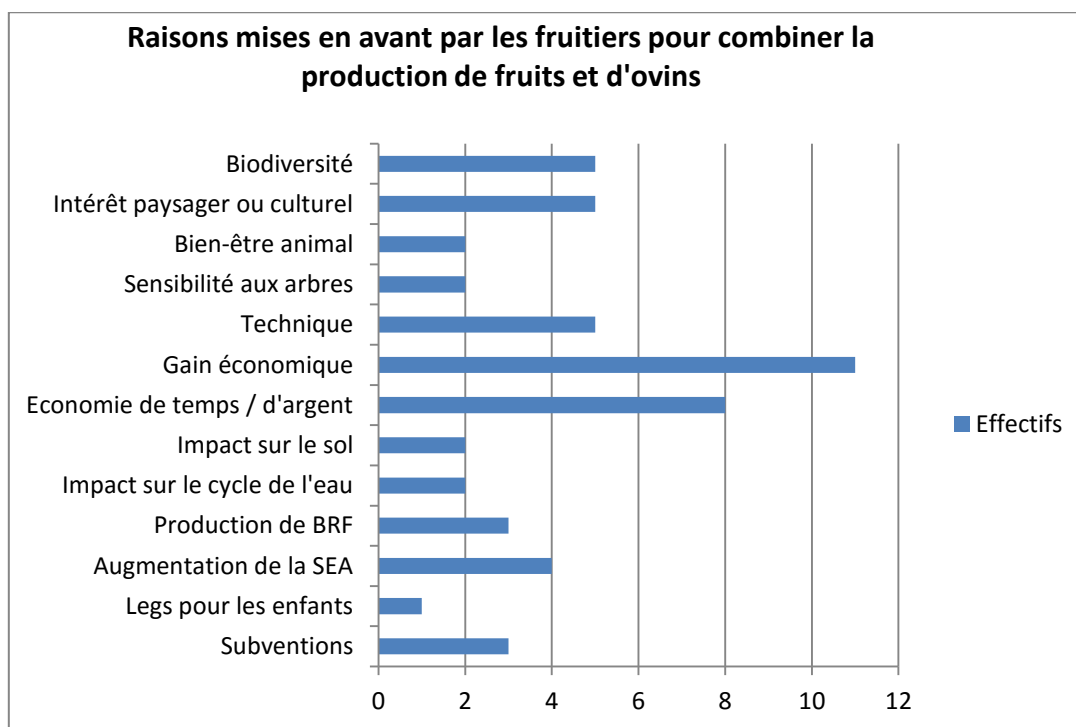


Figure XIV : Raisons mises en avant par les planteurs de fruitiers pour combiner la production de fruits et d'ovins

Les raisons principalement mises en avant par les arboriculteurs fruitiers pour créer un tel système étaient avant tout :

- Ressortir un gain économique de la production ovine de leurs parcelles fruitières.
- Bénéficier d'une économie de temps et / ou d'argent grâce au fait d'avoir des ovins sur les parcelles.
- L'apport technique que les brebis représentaient (au niveau de la gestion des maladies notamment).
- Un intérêt paysager ou culturel fort chez les éleveurs situés en zones où ces systèmes étaient traditionnellement utilisés.
- Un intérêt pour la biodiversité.
- Une augmentation de la SEA, chez certains un concept plus philosophique qu'économique.
- La possibilité d'avoir des subventions dans certaines régions (dans le Thiérache, par exemple)
- L'impact des arbres sur le cycle de l'eau,
- L'impact des arbres sur le sol,
- La sensibilité aux arbres,
- Le bien-être animal.
- Et enfin la création d'un legs pour les enfants.

Analyse économique : les bénéfices de l'intégration d'ovins sur les exploitations arboricoles

Concrètement, un arboriculteur qui intègre les ovins à son exploitation agricole peut en tirer les bénéfices suivants :

- Admettons une production d'herbe sur un verger basse-tige de 50% par rapport à une prairie sans arbres, soit environ 2,5 tonnes de matière sèche (MS) par an (en fonction des environnements et de la météorologie).
- Admettons des brebis ayant en moyenne des besoins de 1,5 kg de MS / jour, soit 547,5 kg, et des agneaux nourris au lait pendant 2 mois puis à l'herbe pendant 4 mois, avec des besoins en MS de 1 kg en moyenne sur les 4 mois. Une telle prairie permettrait d'entretenir 4 brebis et de produire 4 agneaux par an, avec un léger affouragement pour pallier le manque d'herbe.

La valorisation des agneaux étant de 6,5€/kg en moyenne en AC, et de presque 14€/kg en AB et vente directe, la marge brute par agneau peut donc être de 117 à 252€ / agneau,

soit de 468€ pour 4,5 agneaux en AC, à 1008€ pour 4 agneaux en AB et vente directe.

A ceci s'ajoute les coûts d'opportunité évités associés à la conduite des arbres sans brebis sur un hectare. Un éleveur en basse-tige a rapporté qu'il lui fallait auparavant 30 heures de tonte / ha / an au total. Les moutons lui permettaient donc d'économiser :

- Du temps
- Du carburant
- De l'usure de matériel

Cependant, des coûts s'ajouteraient à la production d'agneaux :

- Le temps passé à la gestion du troupeau (agnelages, affouragement, soins vétérinaires, etc...)
- Construction éventuelle d'une bergerie (ou serre, ou abri de fortune, comme certains éleveurs sur vergers le font)
- Le temps passé à clôturer des vergers qui ne l'étaient pas avant.
- Achat (ou production) de concentrés si l'éleveur souhaite intensifier la production.

La production d'agneaux sous vergers peut donc permettre de dégager un revenu allant de 400€ environ, à 1 000€ environ, ce qui peut représenter un bénéfice intéressant pour des éleveurs désireux d'intensifier leur système, à la condition d'avoir les ressources pour.

Analyse économique : les bénéfices de la plantation d'arbres fruitiers dans une exploitation en ovin lait ou viande

Encadré : la race de moutons Shropshire



Figure XV : Moutons Shropshire sous pommiers de basse-tiges plantés récemment. Aucun arbre n'est protégé, malgré leur taille, signe de confiance de l'agriculteur.

Source : Matthias THIERY, département de l'Oise

Les planteurs fruitiers étaient très intéressés, dans le Nord notamment, par la race de moutons Shropshire, qui est réputée pour ne pas attaquer les arbres. Pour des arboriculteurs qui ont souvent planté leurs arbres depuis longtemps, cette race de moutons représente une bonne opportunité de combiner arboriculture et élevage, sans avoir à acheter et à mettre en place des manchons pour protéger les arbres. Cet avantage joue surtout en fruitiers de basses-tiges, dont la densité est couramment de 1 000 arbres / ha. Certains arboriculteurs introduisent leurs Shropshire alors que leurs arbres en sont encore à un stade très précoce, comme en témoigne la photo ci-dessus.

Cependant, bien que les Shropshire ne soient pas censés manger les arbres, un agriculteur a rapporté que certains le faisaient. Ceux-ci ont été réformés pour éviter la persistance d'une mauvaise « souche ».

Les rares arboriculteurs qui plantaient des vergers après avoir commencé la production ovine le faisaient dans une optique d'intégration des arbres et des animaux. Les arboriculteurs commencent donc par clôturer une parcelle, et à planter des arbres avec des manchons pour les protéger (sauf les éleveurs de la race Shropshire). Les arboriculteurs qui plantaient de nouvelles parcelles, ou qui débutaient la production arboricole, avaient tendance à planter des vergers de hautes-tiges, afin que les branches soient hors de portée des animaux, ainsi que dans le but d'avoir beaucoup moins d'arbres par hectare (de 1 000 en basses tiges à 100 ou 200 / ha en hautes-tiges) en vue de produire plus d'herbe que sous basses-tiges.

En vergers de hautes-tiges, certains arboriculteurs ont rapporté produire jusqu'à 20 tonnes par ha / an en pommes à cidre ou jus.

Un arboriculteur qui avait fait des greffes en gobelet sur les pommiers hautes-tiges, les utilisaient pour la production de fruits couteaux. Ainsi, toutes les branches portaient horizontalement en parapluie à deux mètres de haut, et étaient plus facilement récoltables que sur des pommiers hautes-tiges partant en arbres de hauts-jets, jusqu'à 10 mètres de haut.

Un arboriculteur vendait ses pommes 2,3€/kg au détail en magasins, et 1,8€/kg en coopérative

en fruits couteaux. Un autre les vendait 1,6€/kg en fruits couteaux en semi-gros, donc à des acheteurs en quantité intermédiaires.

En suivant l calcul précédent, et en admettant la même diminution d'herbe par rapport à une prairie sans arbres, la production de pommes pourrait monter à 15 à 20 tonnes, valorisées à un prix moyen de 1,8€/kg, le revenu brut en fruits pourrait donc monter à 26 000 à 37 000€ / an / ha une fois que les arbres viennent en pleine production, après 4 ans environ pour les basses-tiges, et 8 ans environ pour les hautes tiges.

A ceci s'ajouteraient des coûts, notamment :

- Le temps passé à entretenir les vergers.
- Le carburant dépensé pour l'entretien des vergers.
- L'achat, location du matériel, ou ETA pour la conduite technique du verger (taille des branches avec lamier, ou taille des pommiers hautes-tiges.
- Conditionnement des pommes.
- Stockage des pommes en chambre froide pendant un certain temps.
- Transformation des produits
- Transport des marchandises.

En contrepartie, l'agriculteur bénéficierait des services fournis par l'élevage sous les arbres fruitiers expliqués auparavant.

Il ressort des enquêtes que contrairement aux planteurs d'essences forestières, les planteurs d'essences fruitières plantaient avant tout pour des raisons économiques de valorisation de la production des arbres, et faisaient pâturer pour une raison de valorisation de l'herbe présente sous les arbres, afin d'augmenter leurs revenus (dans le cas de 11 agriculteurs). Ensuite seulement, 8 agriculteurs ont rapporté que les ovins venaient comme appui à la gestion technique de leurs parcelles fruitières (tonte, gestion des feuilles, etc...). La première motivation est donc avant tout économique (valorisation de l'herbe et des fruits).

Encadré : Présentation des expériences sur l'arbre fourrager rencontrées

Seuls 2 éleveurs sur 32 (6%) utilisaient les arbres comme arbres fourragers, bien qu'avec des méthodes et objectifs différents, ainsi qu'un autre, qui ne fait pas partie de l'échantillon analysé, mais dont l'expérience positive est rapportée ici.

Le premier éleveur combinait la production de fourrage arboré à la production de bois d'œuvre. Cette méthode requiert un certain temps : l'agriculteur associe ce procédé avec le besoin d'élaguer les arbres pour le bois d'œuvre. Lors des périodes estivales pendant lesquelles la prairie sèche beaucoup, l'agriculteur élague 2 lignes d'une quinzaine d'arbres chacune par jour (les arbres sont espacés de 6 à 7 m, et mesurent environ 7 à 8 m de hauteur). Les branches tombent au sol, ce qui « occupe les [80] brebis pendant une heure ». Selon l'agriculteur, cela permet de fournir aux brebis un fourrage vert nutritionnellement intéressant, et de compléter avec du « foin moyen », en l'occurrence de la paille de pois avec de l'ammoniac. Bien qu'il soit difficile de dire si les brebis pourraient uniquement consommer ce foin moyen sans l'apport des arbres, il est certain que le fourrage arboré représente un plus.

Le deuxième éleveur, en fait un lycée agricole, possède une parcelle qui était autrefois utilisée pour la sériciculture, qui a depuis disparu des Cévennes.

La modalité est différente : il s'agit de mûriers (Kokuso 21), plantés en lignes espacées de 3 m, avec 1 m entre chaque, et taillés en têtards à 50 cm de haut. Les mûriers font ainsi beaucoup de rejets, que les moutons peuvent pâturer directement sur l'arbre, en plus de l'herbe sur la parcelle. Les mûriers

font des feuilles deux fois par an, les brebis peuvent donc en profiter plus d'une fois. Les rejets sont taillés tous les 2 ans, ce qui prend un certain temps. De manière à rendre la taille plus économique, une expérimentation est actuellement conduite sur quelques lignes de têtards, qui ont été coupés à la base du tronc avec une débroussailleuse sur laquelle a été montée une scie circulaire, de façon à recéper les mûriers. Il s'agit maintenant de voir la longévité de l'arbre lorsqu'il est traité de cette façon.



Figure XVI : mûriers en 1x3m. Rangée de gauche en têtards à 50 cm de haut, rangée de droite recépée.

Source : Matthias THIERY,

Exploitation du Olivier de Serres, Le Pradel, Ardèche



Figure XVII (gauche) et XVIII (droite) : mûriers conduits en têtards, non taillés (à gauche) et taillé (à droite) pour fournir du fourrage aux brebis.

Source : Matthias THIERY, Saint Martin de Lansuscle

Enfin, un troisième éleveur, qui a été enquêté alors que l'étude amorçait sa phase finale, et n'a donc pas été inclus dans l'échantillon statistique, avait également des mûriers, plantés au début du XXème siècle pour la sériciculture. Ceux-là sont taillés en têtards à hauteur d'homme, entre 1,5 m et 2 m de haut environ, et sont ébranchés tous les deux ans.

Ces mûriers servent lors des périodes de sécheresses estivales. L'agriculteur a rapporté qu'il passait une après-midi pour récolter les branches de 3 arbres, en séparer les feuilles des parties ligneuses des troncs, et les apporter aux animaux. Les feuilles de 3 arbres suffisent à remplir une remorque décrite comme faisant 6m³, sans les tasser. Cette quantité, toujours selon l'éleveur, suffit à fournir 50% de l'alimentation journalière à 120 brebis (Blanches du Massif Central) en période de faibles besoins (après sevrage des agneaux). Un rapide calcul en se basant sur une consommation journalière par brebis de 1,5 kg de matière sèche (MS) par brebis par jour montre que, selon l'éleveur, 120 brebis consomment 180 kg de MS par jour, dont la moitié est fournie par 3 mûriers. Ceci monte donc à 90 kg pour 3 arbres, soit 30 kg de MS par mûrier. Il est à noter que ce calcul se base sur des données non mesurées, et a uniquement valeur d'illustration.

Enfin, les éleveurs ont toujours dit que les animaux ne mangeaient pas les feuilles qui tombent à l'automne, les trouvant peu appétentes. Elles sont donc piétinées et intégrées à la réserve de MO du sol.

VI. LE MAINTIEN DE L'HERBE, LA PRODUCTIVITE PRAIRIALE, ET LA QUALITE DE L'HERBE SOUS LES ARBRES

Concernant le maintien de l'herbe, deux hypothèses ont été testées. La première repose sur le fait que les arbres peuvent fournir un meilleur maintien de l'herbe sur sols à forte RUE, la deuxième repose sur le fait que le maintien de l'herbe est plus présent dans les zones où il pleut relativement plus que dans d'autres.

La première hypothèse se base sur le schéma ci-dessous : dans des sols à forte RUE, décrits ici comme des sols plus profonds que 30 cm et / ou non sableux, les arbres peuvent fournir un meilleur maintien de l'herbe. Nous faisons l'hypothèse que dans des sols à faible RUE, donc sableux et / ou peu profonds, la compétition entre les racines des arbres et les racines de la prairie pour l'eau fait que l'arbre n'aide pas la prairie à se maintenir dans les zones où il pleut relativement peu. Comme il est montré sur l'illustration, en sols profonds, les racines des arbres et les racines de l'herbe n'occupent potentiellement pas les mêmes horizons, et exploitent ainsi des strates différenciées (ceci n'est pas vrai pour les espèces d'arbres à racines très superficielles et filantes, qui explorent des horizons superficiels). Chaque type de racine peut donc explorer les horizons qui lui sont appropriés, maximisant l'exploitation en profondeur de la RUE. L'arbre peut donc ici jouer son rôle de parasol, couvrant l'herbe de son ombrage, et limitant l'évapotranspiration.

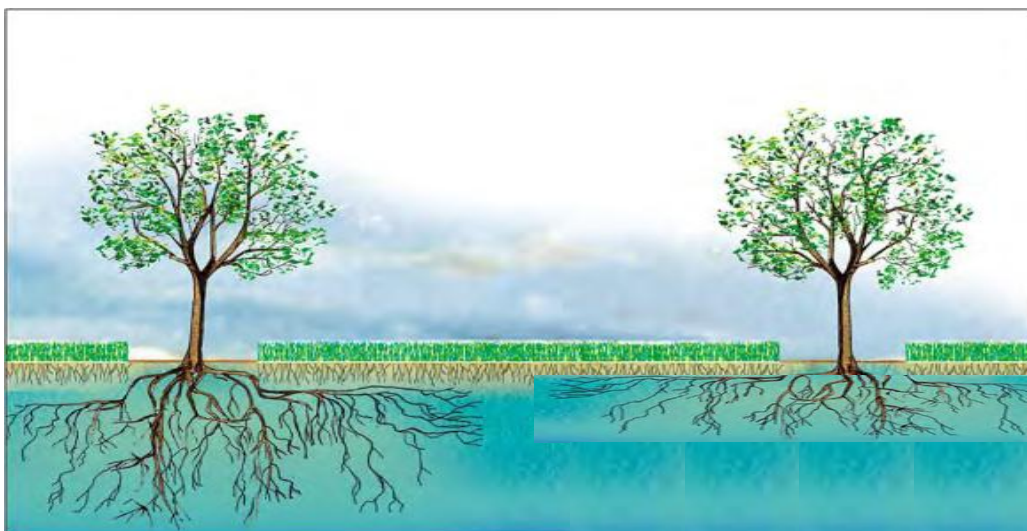


Figure XIX : représentation schématique de l'enracinement d'arbres et d'une culture de plein champ. Sur cette représentation, les arbres ont accès à des horizons différents : celui de gauche est libre d'explorer des horizons inférieurs, alors que celui de droite explore des horizons moins profonds. C'est ce dernier type d'arbre qui rentre probablement plus en compétition avec la culture du sous-étage en termes d'exploration du sol.

Source : Dupraz et Liagre, 2008

Cependant, il paraît logique qu'en sols peu profonds (inférieurs à 30 cm) les racines des arbres n'ont pas d'autres choix que d'explorer les horizons superficiels du sol, qui sont également exploités par l'herbe. Dans ce dernier cas, cela signifie que la RUE est donc divisée par les besoins de l'arbre et ceux de l'herbe, ce qui peut donc provoquer un déficit hydrique. Nous faisons donc l'hypothèse que dans les endroits à faible RUE, les arbres ne causent pas de meilleur maintien de la prairie en périodes sèches.

Ce raisonnement s'applique également à la productivité herbagère : cette dernière est probablement plus importante lorsque les arbres n'explorent pas le même horizon que la prairie.

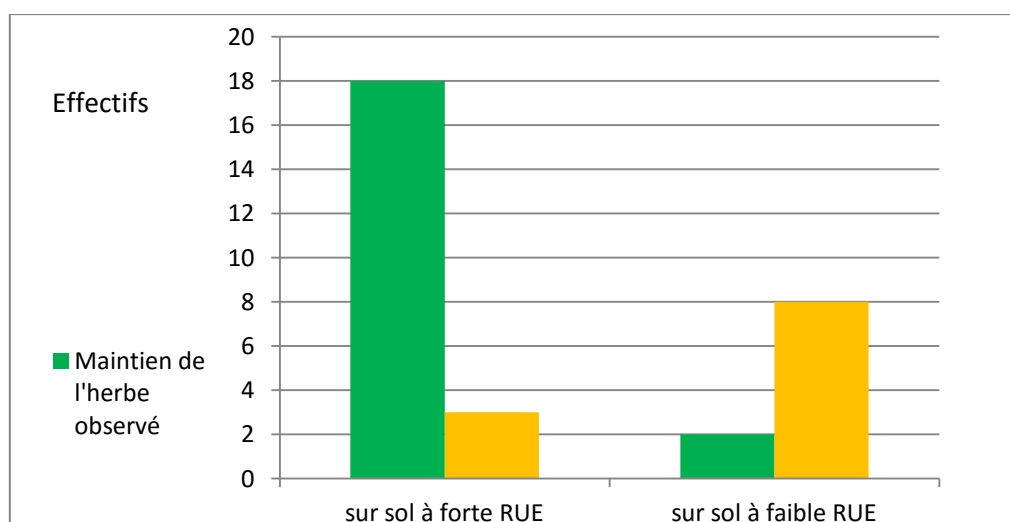


Figure XX : effectifs d'agriculteurs percevant un maintien de l'herbe sous les arbres ou non en fonction du type de sol

Le diagramme ci-dessus montre le nombre d'agriculteurs qui perçoivent un maintien sous les arbres en fonction du type de sol sur lequel la plantation en agroforesterie intraparcellaire se situe, soit des sols à forte RUE pour 21 agriculteurs, ou à faible RUE pour 10 agriculteurs.

- Concernant les agriculteurs sur des sols à forte RUE,
 - 18 percevaient un maintien de l'herbe. Ceux-ci avaient une moyenne de précipitations en Juillet de 55 mm au Nord, et 51.5 mm au Sud.
 - 3 ne percevaient pas de maintien de l'herbe sur sols à forte RUE. Ceux là avaient une moyenne de précipitations en Juillet de 66 mm au Nord et 41 mm au Sud.
- Concernant les agriculteurs sur des sols à faible RUE,
 - 2 observaient un maintien sur des sols à faible RUE. Ceux-ci avaient une moyenne de précipitations de 65,5 au Sud. Aucun n'était au Nord.
 - 8 n'observaient pas de maintien de l'herbe sous les arbres sur des sols à faible RUE. Ceux-là avaient une moyenne de précipitations de 61 mm au Nord, et de 57 mm au Sud.

Il paraît assez clair, selon les données collectées, que les agriculteurs ayant un sol à grande RUE ont tendance à observer un maintien de l'herbe sous les arbres, et ceux ayant une faible RUE n'observent généralement pas de meilleur maintien de l'herbe sous les arbres.

Résultats de l'analyse statistique

Le modèle montre que des sols à forte RUE impactent positivement la probabilité d'observer un meilleur maintien de l'herbe lors des périodes sèches (périodes estivales) (P value < 0,05, résultat statistiquement significatif au niveau de 5%).

Encadré : incohérence des données sur l'influence des précipitations sur le maintien de l'herbe

L'analyse de l'influence des précipitations sur le maintien de l'herbe s'est révélée infructueuse à cause de la méthodologie employée : en effet, le diagramme ci-dessus montre des incohérences au niveau des agriculteurs qui rapportent observer un meilleur maintien de l'herbe, et ceux qui n'en observent pas.

Par exemple, comme il est dit précédemment, les 18 agriculteurs qui observaient un maintien de l'herbe ont une moyenne mensuelle de précipitations en Juillet nettement inférieure à ceux qui n'observent pas de maintien (55 mm chez ceux qui observent un maintien de l'herbe au Nord vs. 66 mm chez ceux qui n'en observent pas.).

La raison probable de cette incohérence est probablement due au fait que les agriculteurs qui répondaient « non » à la question « *percevez-vous un meilleur maintien de l'herbe sous les arbres lors des périodes estivales ?* » ont pu vouloir dire deux choses :

- a. « *Les prairies sèchent plus vite sous les arbres par rapport aux prairies non arborées* »,
Ou bien
- b. « *Les prairies ne sèchent jamais, ni sous les arbres, ni sur les prairies ouvertes.* »

Par conséquent, l'influence des précipitations sur le maintien n'a pu être mesurée. Bien que certains aient précisé (3 agriculteurs) que les prairies séchaient plus sous les arbres par rapport aux prairies non arborées, nous ne pouvons apporter de réponse précise à cette question.

Précautions dans le traitement des données relatives au maintien de l'herbe

Les résultats donnés ici sont à prendre avec précaution, car il s'agit de données sur tout le territoire français, comparant le Nord et le Sud, avec des climats et des influences liées à la géographie et la topographie qui ne sont que peu comparables.

De plus, concernant la nature des influences biophysiques sur le maintien d'une prairie, elles sont extrêmement nombreuses : le maintien dépend bien sûr des précipitations, mais également de l'évapotranspiration. Cette dernière dépend, elle, de nombreux autres facteurs. Selon Roche (1963), les facteurs à l'œuvre sont la température de l'air, la température de l'eau, l'humidité de l'air, le rayonnement solaire, le vent, la pression atmosphérique. A quoi il faut ajouter la nature du sol (texture, structure et profondeur) (GRET, 1990), la répartition de la pluviométrie, l'altitude et le rayonnement qui en dépend, la couverture nuageuse, le degré de pente, et probablement bien d'autres.

Nous avons choisi de prendre en compte la texture et la profondeur du sol car c'étaient les seuls facteurs qu'il était possible de mesurer dans le cadre de cette étude, dans le temps et les moyens impartis, tout en étant des facteurs d'importance pouvant apporter une explication générale, mais ne pouvant fournir d'explications au cas par cas.

Des études plus fines sur la RUE des sols en fonction de ces paramètres pourraient être réalisées afin d'éclairer ce sujet, mais dépassent largement le cadre de cette étude. Les résultats obtenus nous paraissent intéressants, mais à manier avec précaution.

Productivité et qualité de la prairie

16 agriculteurs sur les 31, soit 51% des agriculteurs interrogés, ont rapporté observer une productivité herbagère identique, ou légèrement inférieure aux prairies non arborées. 6 agriculteurs ont observé une productivité inférieure allant de 25% en moins à 2/3 en moins, et à ceux-ci s'ajoutent 7 agriculteurs (22%) qui n'ont décrit que qualitativement la perte de production comme étant « moindre » à « bien moindre ».

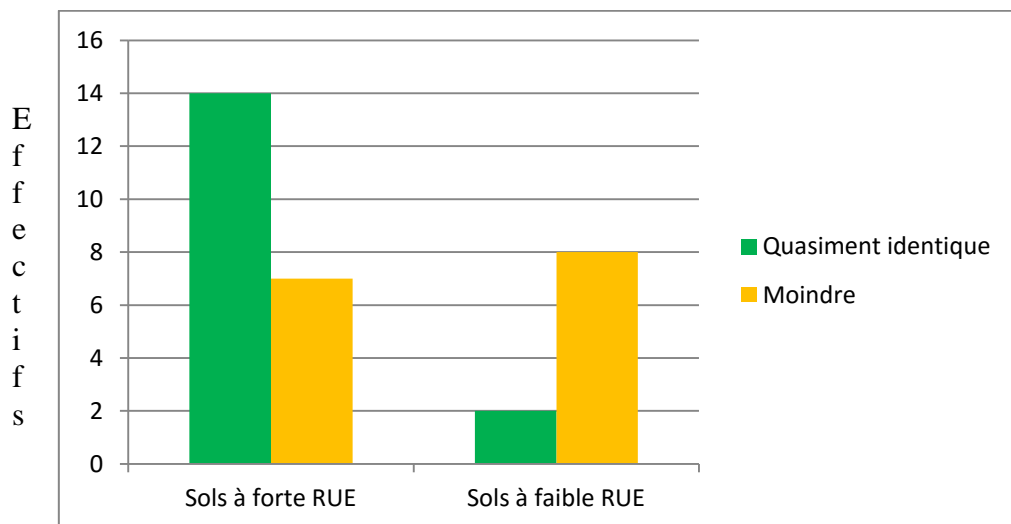


Figure XXI : productivité des prairies permanentes sur les parcelles arborées comparée aux parcelles non arborées en fonction de la réserve utile en eau des sols.

La productivité herbagère semble être elle aussi très dépendante de la RUE des sols, comme en témoigne le diagramme ci-dessus. 2/3 des agriculteurs sur des sols à forte RUE ont rapporté observer une productivité prairiale quasiment identique sous les arbres par rapport

aux prairies non arborées, alors que 8/10 agriculteurs sur des sols à faible RUE ont rapporté observer une diminution de la prairie. Cela suggère une fois de plus l'impact de la RUE dans la productivité prairiale, probablement pour les mêmes raisons de compétition dans les horizons superficiels des sols par les racines des arbres et de l'herbe.

La productivité herbagère semble corrélée à la perception d'un meilleur maintien de l'herbe, puisque sur les 16 agriculteurs qui observaient une productivité herbagère quasiment identique, ou identique, 14 observaient également un maintien de l'herbe en périodes estivales. Il s'agit donc quasiment toujours des mêmes agriculteurs qui rapportent l'une et l'autre observation.

-

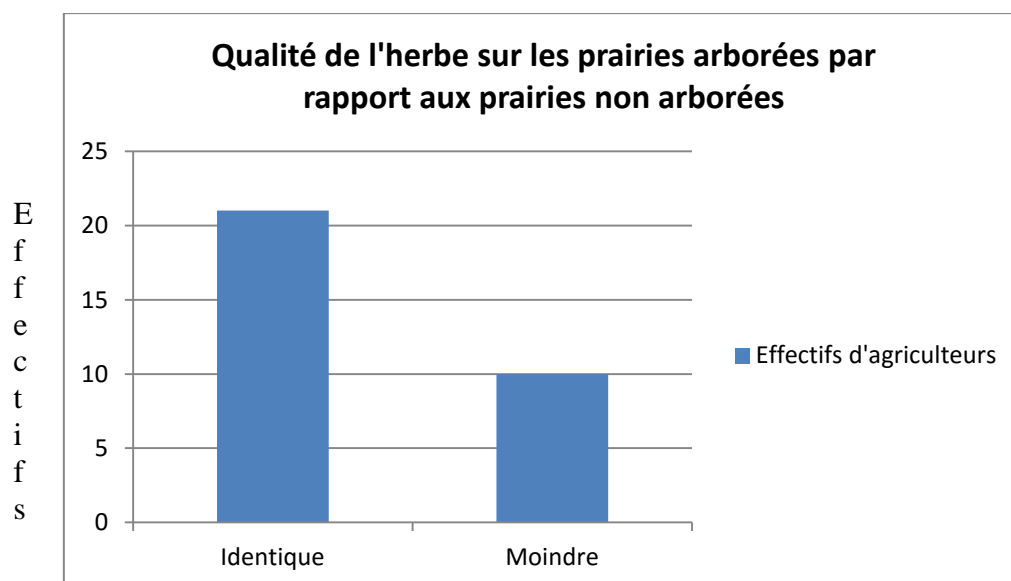


Figure XXII : Qualité de l'herbe sur les prairies arborées par rapport aux prairies non arborées.

Cette dernière donnée a également été récoltée à dire d'agriculteurs, mais elle tient d'autant plus de la subjectivité de l'agriculteur, et est donc probablement plus difficile à évaluer que les données sur la productivité. Néanmoins, 21 éleveurs (67%) ont déclaré qu'ils pensaient que la prairie était d'aussi bonne qualité que sur les prairies non arborées, 10 d'entre eux (33%) qu'elle était de moindre qualité.

La productivité herbagère et la perception de la qualité de la prairie semblent corrélées à la RUE également, puisque sur les 21 agriculteurs qui se situaient sur des zones à forte RUE, 15 estimaient que l'herbe était de qualité relativement similaire aux prairies non arborées, et 14 observaient une quantité d'herbe proche de celle des prairies non arborées.

Inversement, chez les 10 agriculteurs qui se situaient sur des zones à faible RUE, 8 observaient une diminution de la productivité herbagère. Le contraste est moindre en ce qui concerne la perception de la qualité de l'herbe sur les prairies arborées sur sols à faible RUE : 4 agriculteurs observaient une qualité diminuée, et 6 une qualité similaire.

Résultats de l'analyse statistique

Le modèle montre que des sols à forte RUE impactent positivement la probabilité d'avoir une productivité prairiale peu différente de la productivité prairiale sur les parcelles non arborées (P value < 0,05, résultat statistiquement significatif au niveau de 5%).

Le modèle montre que des sols à forte RUE n'impactent pas de manière significative la probabilité d'observer une herbe de qualité aussi bonne que sur les prairies non arborées (P value > 0,05, résultat statistiquement non significatif).

Ce dernier résultat était attendu, car il est très possible que les arbres impactent la qualité de l'herbe à cause de l'ombre qu'ils font sur la prairie, de l'humidité relative, du manque de lumière, etc... et que le sol ne soit donc pas la seule influence sur la qualité de l'herbe.

VII. TYPOLOGIE D'AGRICULTEURS

a) Typologie 1 : le degré de succès d'intégration de l'arbre au sein du système d'exploitation

Type 1 : Les agriculteurs qui intègrent bien l'arbre et l'animal dans leur système d'exploitation. Ils sont 14 sur les 27 utilisés dans l'ACM.

- Ils dérivent d'importants bénéfices économiques de l'intégration arbre intraparcellaire / animal.
- Ils perçoivent des bénéfices écologiques importants.
- Ils étaient impliqués dans la création du système agroforestier.
- Ils replanteront probablement.

Type 2 : Les agriculteurs qui n'intègrent que partiellement l'arbre et les ovins dans leur système d'exploitation. Ils sont 5 sur les 27 utilisés dans l'ACM.

- Du fait d'un manque d'adaptation de leur système d'exploitation, ils ne peuvent profiter de l'intégration arbre/animal que sur une partie de leur exploitation (problèmes de clôtures ou d'arbres de basses-tiges).
- Sur la partie intégrée, ils dérivent des bénéfices économiques de l'intégration arbre / animal.
- Ils perçoivent des bénéfices écologiques.
- Ils replanteront probablement, peut-être en modalités différentes.

Type 3 : Les agriculteurs qui n'intègrent pas ou peu les arbres et les ovins dans leur système d'exploitation. Ils sont 8 sur les 27 utilisés dans l'ACM.

- Ils ne dérivent pas de bénéfices économiques de l'intégration arbre intraparcellaire / animal.
- Certains perçoivent des bénéfices techniques de l'intégration arbre intraparcellaire / animal.
- Ils ont des parcelles marginales, de moins de 1 à 2 ha.
- Ils n'étaient que peu impliqués dans le projet.

Description de la typologie : type 1 : les agriculteurs qui intègrent bien l'arbre. (14/27)

Les traits communs aux fruitiers et forestiers :

Tous sauf 1 agriculteur de ce type avaient en commun une certaine sensibilité à l'écologie. Les parcelles qu'ils ont plantées faisaient une taille relativement importante par rapport au reste de leur exploitation, de l'ordre de 10 à 60%, et tous étaient propriétaires de leur parcelle, sauf un agriculteur qui loue des terres où des arbres étaient déjà plantés. Ceci semble indiquer que dans le cas des plantations d'arbres, la propriété de la terre est un élément important dans la prise de décision de planter des arbres. Presque tous les agriculteurs ont fait la démarche de planter leurs arbres eux-mêmes (12/14), ce qui semble indiquer que la motivation de planter des arbres à l'origine est en effet un facteur de succès de la plantation.

Ces agriculteurs se trouvaient plutôt en zones sèches (dans la moyenne inférieure des précipitations de Juillet évoquée dans la partie sur le maintien de l'herbe).

Enfin, toutes les exploitations ont bien intégré les ovins et l'agroforesterie, en ceci que les animaux peuvent aller partout où les arbres sont (grâce à un système de clôtures extensif) et à des arbres (fruitiers) bien adaptés à la taille des moutons.

Concernant les fruitiers :

Tous les arboriculteurs de ce type étaient en bio, ce qui témoigne soit de leur intérêt pour l'écologie, soit du fait qu'il est plus facile de gérer des animaux sous des arbres fruitiers en bio.

Concernant les 6 forestiers

4/6 planteurs d'essences forestières étaient en système diversifié, soit en ovins et volailles, ovins lait transformé, ovins et céréales, ou encore ovins, bovin lait, et broutard. Ces agriculteurs étaient plutôt en système extensif avec un faible chargement pour la plupart (entre 0,15 et 0,5 UGB/ha et un faible apport de concentrés).

Cas types : Agriculteurs de type 1 :

Élevage ovin lait en AB sur 40 ha avec transformation en fromages, en vente directe, dans les Pyrénées Orientales.

L'agriculteur : il est en zone de collines dans les Pyrénées Orientales. Il est originaire des Flandres, et souhaitait reconstituer un paysage plus arboré, d'une part pour en faire bénéficier ses animaux, d'autre part par souci écologique, et enfin pour limiter les problèmes d'érosion qu'il observait sur les exploitations autour de la sienne. Il s'est intéressé à l'AF au début des années 1990, et a fait les démarches auprès de la DDT pour bénéficier de subventions et réaliser la plantation.

Les arbres présents sont un mélange de feuillus (frênes communs et d'Amérique, érables sycomores et plane) ainsi que de feuillus précieux (cormier, alisiers torminaux). Les animaux ont accès à la totalité de la partie en AF, grâce à des clôtures suffisantes en nombre. L'exploitation compte également de nombreuses haies. Les arbres ont été bien entretenus, protégés dans leur jeunesse, puis élagués, et représentent potentiellement une valeur économique intéressante sur pied.

La période sèche commence en Juin et s'étend pendant le reste de l'été (42 mm en Juillet en moyenne), les brebis profitent donc de l'ombre des arbres pendant cette période, ainsi que l'herbe en cas de période très chaude : les foin sont pressés en ETA, la personne l'ayant fait

cette année a fait remarquer qu'il avait fait 2 fois plus de foin sur les parcelles arborées fauchées (les replats du haut) que sur les parcelles non arborées.

Type 2 : les agriculteurs qui n'intègrent pas complètement l'arbre et les ovins ; description. 5/27)

Tous les agriculteurs de ce type étaient des fruitiers. 3/5 étaient en bio, et tous étaient également propriétaires des terres sur lesquelles ils avaient des arbres. Ce qui les différencie vraiment du type 1 est qu'il s'agissait d'exploitations qui n'exploitaient pas pleinement l'interaction arbre / animal. A cause d'un système de clôtures pas assez important, les ovins n'avaient accès qu'à une certaine portion de la surface potentiellement pâturable. Un autre problème était également la taille inadaptée aux moutons des arbres basses-tiges. Ceux là étaient généralement sur un système d'exploitation avec au moins deux productions (par exemple, ovins viande et fruits variés) ou bien très diversifié (par exemple, fruits couteaux, fruits transformés, maraîchage, et un petit atelier en ovin. C'est chez ces éleveurs qu'on retrouvait le plus souvent des troupeaux de petite taille pour l'entretien de la parcelle.

Cas-type : agriculteur de type 2 :

Exploitation arboricole avec production de légumes et petit troupeau ovin en développement, en AB, dans le Nord Pas de Calais.

L'exploitation a été reprise par l'agriculteur à la suite de ses parents. En production arboricole et de légumes depuis 2003, les agriculteurs ont intégré un petit troupeau de moutons Shropshire sur l'exploitation afin de contrôler la pousse de l'herbe sur une partie du verger haute-tige, sur 1,2 ha. Le chargement paraît trop élevé sur ces parcelles, le sol est très exposé, la terre est presque à nu, sous une herbe très basse. Les brebis passent toute l'année sur les parcelles, n'ayant qu'un simple abri pour rentrer si elles le souhaitent. Les agneaux sont élevés à l'herbe, et sont vendus en VD. Il reste à clôturer l'autre verger haute-tige afin d'agrandir la surface pâturée, augmenter le troupeau, et diminuer les charges d'entretien du verger, ainsi que d'économiser du temps. Cependant, clôturer ce verger prendra du temps et de l'argent, et reste un projet à faire, pour lequel il faut débloquer les deux. Cela fera cependant gagner 4 ha de surface pâturée.

Type 3 : les agriculteurs qui n'intègrent pas ou peu l'arbre à leur élevage ; description. (8/27)

Tous les agriculteurs de ce type sont des planteurs d'essences forestières. Ce qui différencie ce groupe des autres est le fait que les plantations agroforestières ont été un échec en termes de production de bois d'œuvre : les agriculteurs n'ont pas mené à bien le projet en agroforesterie. Ce type contient aussi les agriculteurs qui n'étaient pas propriétaires de leurs parcelles qu'ils faisaient pâturer. Ceux-ci avaient l'air en général peu intéressés, et ne connaissaient pas les essences plantées sur les parcelles, ce qui dénote un certain manque d'intérêt pour ces arbres. Enfin, 7 sur ces 8 planteurs font partie du projet du IRSTEA / INRA, ce qui semble bien témoigner de l'échec de la partie production de bois d'œuvre de ce projet. Ces derniers étaient ceux qui dénotaient le moins souvent d'effets positifs de l'arbre sur la prairie : eux n'observaient pas de meilleur maintien de l'herbe sous les arbres en période

chaude, ainsi qu'une diminution relativement élevée de la productivité de la prairie sous les arbres. 5/8 étaient enfin diversifiés dans leur production (ovin et bovins, ou ovins et canins, ou encore ovins et volailles).

Ce troisième type comprend 2 sous groupes, qui gèrent les arbres de la même façon :

- 1 sous-groupe qui se sert des arbres et qui les a pour des raisons techniques. Il ressort cependant des réponses que la plupart ne replanteront pas. (6 éleveurs).
- 1 autre sous-groupe qui n'estime pas que les arbres représentent un quelconque apport au système d'élevage, et qui ne replanteront certainement pas. Il s'agit d'un éleveur qui fait pâturer sur une parcelle ne lui appartenant pas, et d'un éleveur qui n'est pas à l'origine de la plantation de la parcelle en AF, mais en a hérité avec la ferme. (2 éleveurs).

Cas-type : agriculteur de type 3 :

Exploitation ovins viande en AC située dans les Pyrénées Orientales de 400 brebis.

L'exploitation se situe sur une zone collinaire dans une zone à climat très sec en été, avec une moyenne des précipitations pour le mois de Juillet de 41 mm. L'élevage est en système très extensif, avec un chargement de 0,45 UGB/ha, sur 180 ha de SAU au total, dont 80 ha de bois de chênes pâturés, apportant une ressource en gland à l'Automne. Les bois sur parcours sont régulièrement éclaircis, le but étant d'obtenir une densité d'environ 30 à 50 arbres / ha. Les arbres coupés sont valorisés en bois de chauffage.

La parcelle n'a pas été un grand succès : l'agriculteur a reconnu que « *il vaut mieux choisir une parcelle plus homogène au niveau de la profondeur de sol* ». De nombreux arbres sont morts, en partie à cause d'un mauvais choix d'espèces, mais également à cause de la profondeur aléatoire du sol.

Les arbres ne jouent pas de rôle tampon sur cette parcelle, la prairie séchant tout autant sous les arbres que sans les arbres. L'arbre IP joue un rôle très superflu étant donné l'extrême importance des parcours (80ha sur un total de 180) qui sont répartis sur les parcelles de façon à donner accès aux animaux à la fois aux boisements et aux prairies permanentes afin de pouvoir se protéger des intempéries quand ils le souhaitent.

b) Typologie 2 : l'utilisation de l'arbre comme adaptation au CC:

Type 1 : Les agriculteurs qui considèrent l'arbre comme une solution d'adaptation au CC (16/27)

Ceux là sont plutôt ceux qui :

- Ils observent un CC à leur échelle, qui les impacte.
- Ils observent une accentuation des phénomènes météorologiques.
- Ils observent une accentuation de la variabilité climatique.
- Ils sont dans des zones relativement plus sèches en été.
- Ils observent un meilleur maintien de l'herbe en été sur les prairies arborées par rapport aux prairies non arborées.
- Ils observent que la quantité d'herbe est relativement peu diminuée sous les arbres par rapport aux prairies permanentes sans arbres.
- Ils replanteront probablement

Type 2 : Les agriculteurs qui ne considèrent pas l'arbre comme une solution d'adaptation au CC (11/27)

- Ceux là sont plutôt :
- Ils observent souvent une accentuation des phénomènes météorologiques.
- Ils n'observent généralement pas d'accentuation de la variabilité climatique.
- Ils se situent:
 - dans des zones relativement plus pluvieuses en été sur sols à forte RUE,
 - ou bien sur des zones séchantes ou pluvieuses, mais sur sols à faible RUE.
- Ils n'ont pas observé un meilleur maintien de l'herbe en été.
- Ils observent une diminution notable de l'herbe sous les arbres.
- Ont parfois une attitude négative, parfois presque hostile, envers les arbres IP.
- Les planteurs forestiers ne replanteront probablement pas.
- Les planteurs fruitiers replanteront très probablement.

Contrairement à la précédente typologie, la différenciation entre les agriculteurs semble venir de la capacité des arbres sur certains systèmes à offrir une protection adéquate contre les épisodes météorologiques extrêmes, tels que les sécheresses estivales.

Type 1 : Les agriculteurs qui considèrent l'arbre comme une solution d'adaptation au CC ; description. (16/27)

Concernant les agriculteurs en général :

Ces agriculteurs se trouvaient dans des zones à relativement plus faible pluviosité (voir p69 sur le maintien de l'herbe) et sur des zones à plus forte RUE. Ceux-ci étaient donc des agriculteurs qui observaient donc un meilleur maintien de l'herbe lors des périodes de chaleur estivales. Parmi les 7 forestiers, 5 auront potentiellement un débouché en bois d'œuvre. Tous trouvaient qu'il était important pour les ovins d'avoir de l'ombre en été, et trouvaient les arbres utiles à cette fin.

Rapport à la typologie précédente :

- 12 sont des agriculteurs de type 1 : ils sont « des éleveurs qui intègrent bien l'arbre IP et l'ovin ».
- 3 sont des agriculteurs de type 2 : ils sont « des éleveurs qui n'intègrent l'arbre IP et l'ovin qu'à un certain degré ».
- 1 est un éleveur de type 3 : il est « un éleveur qui n'intègre pas ou peu l'arbre IP et l'ovin ».

Cas-type d'un agriculteur de type 1

Exploitation en AB en ovin viande sous verger de pommiers hautes-tiges, située dans l'Oise.

L'agriculteur est en zone de plaine dans le Nord de la France. Il a planté des arbres lorsqu'il est revenu en France et s'est installé sur l'exploitation familiale, d'abord des haies, afin de se protéger des produits phytosanitaires des agriculteurs voisins, puis des pommiers de hautes-tiges et quelques poiriers, sur 2 ha. Les arbres aident le système dans son intégralité, en

permettant aux animaux à se protéger du soleil et du vent, « *qui sont bien comme tout sous les arbres* », tandis que les animaux entretiennent la pelouse et limitent la compétition de l'herbe avec les arbres. Pour lui, son système est déjà bien adapté au changement climatique, qui représente pour lui « *la grande connerie de l'homme, qui s'est attaqué à une grosse mécanique* ». Les haies et autres arbres intraparcéllaires sont, selon lui, des éléments qu'il faudra bientôt réintégrer sur les exploitations agricoles, pour faire face à ces différents problèmes : vent, chaleur, sécheresse. Les haies l'aident à se protéger des vents, de plus en plus violents dans la région, mais également « *permettent à l'air de se charger en humidité, ce qui rafraîchit le microclimat de la parcelle* ». L'agriculteur rapporte que dans une zone où il pleut en moyenne 56 mm en Juillet, la prairie reste plus verte sous les arbres lors des périodes sèches, et la productivité de l'herbe est la même que sur les prairies non arborées. De plus, les arbres apportent une quantité non négligeable de matière organique sur le système par leurs feuilles, « *le moteur du système* », qui sont intégrées par le piétinement des moutons, et permettent, en augmentant le taux de MO, d'augmenter la réserve utile en eau. « *Tant qu'on n'arrête pas les produits chimiques, on replantera pas des haies correctement* ». Ils ont cherché à développer des produits à base d'huiles essentielles, « *catabolisées dans la plante en 12 jours, et qui ne gênent pas les moutons* ».

Type 2 : Les agriculteurs qui ne considèrent pas les arbres comme une solution d'adaptation au CC ; description. (11/27)

Concernant les agriculteurs de ce groupe en général :

Ce qui les différencie du premier groupe est le fait qu'ils n'observent pas d'impact positif de l'arbre pour faire face aux périodes sèches. Il s'agit d'agriculteurs chez lesquels la prairie sèche tout aussi vite, voir plus vite, sous les arbres, par rapport aux prairies non arborées. Ils observent également une diminution de la productivité herbagère plus marquée que les autres éleveurs (en termes de pourcentage exprimé). Les éleveurs de ce groupe se situent dans des zones où la pluviométrie est plus forte en moyenne que ceux du premier groupe, et également pour beaucoup sur des zones à sols à faible RUE.

Rapport à la typologie précédente :

- 3 sont des éleveurs de type 1 : ils sont « des éleveurs qui intègrent bien l'arbre IP et l'ovin ».
- 2 sont des agriculteurs de type 2 : ils sont « des éleveurs qui n'intègrent l'arbre IP et l'ovin qu'à un certain degré ».
- 6 sont des éleveurs de type 3 : ils sont « des éleveurs qui n'intègrent pas ou peu l'arbre IP et l'ovin ».

Cas-type d'un agriculteur de type 2

Exploitation en ovins viande et volailles chair et faisant également chambres d'hôtes en Auvergne, sur une zone collinaire.

Exploitation de 200 brebis de race BMC (Blanche du Massif Central) située sur une zone collinaire en Auvergne, l'agriculteur a observé plutôt des désavantages à avoir des arbres sur l'exploitation, et peu d'avantages. Située sur un substrat sableux et peu profond, il rapporte que la prairie sèche plus vite sous les arbres, avant de sécher en dehors de l'emprise du houppier, et également que la production la prairie « *produit beaucoup moins* » sous les arbres. Se basant sur son expérience, il regrette la verve actuelle qui veut que tous les agriculteurs plantent des arbres partout, même s'il reconnaît que « *puisqu'ils absorbent du*

carbone, ils seront bien sûrs utiles pour faire face au changement climatique ».

Lui est parti sur ce projet agroforestier avant que ça ne devienne obligatoire pour ses parcours de volailles, le but n'a jamais été de faire du bois d'œuvre. Malgré une grande diversité d'essences (5 espèces d'arbres à l'origine) le choix d'essences n'était selon lui pas approprié (car non présent naturellement dans les environs), beaucoup d'arbres sont morts, et aucun n'a été élagué, un débouché économique n'est donc pas possible pour ces arbres. Enfin, l'exploitation comptant de très nombreuses haies, abords de bosquets et parcours, qui permettent aux ovins de s'abriter des intempéries, les arbres en AF IP sont superflus en termes techniques.

Perception des éleveurs du changement climatique :

- Tous les éleveurs ont rapporté être conscient du changement climatique.
- 21/32 éleveurs ont rapporté avoir observé une accentuation des phénomènes météorologiques en termes d'années plus sèches et plus chaudes. Ce ressenti était partagé par 15/19 agriculteurs de l'Auvergne et du Sud, et par 6/13 agriculteurs du Nord. 1/13 agriculteur au Nord a rapporté que les années se faisaient de plus en plus humides.

15/32 ont rapporté qu'en plus d'une accentuation des phénomènes météorologiques, les années se faisaient plus variables en termes de changements brusques de conditions météorologiques entre périodes de pluies et périodes ensoleillées. Parmi ceux-ci, 9 se situaient en Auvergne et au Sud.

Impact du changement climatique sur les systèmes d'élevages ovins :

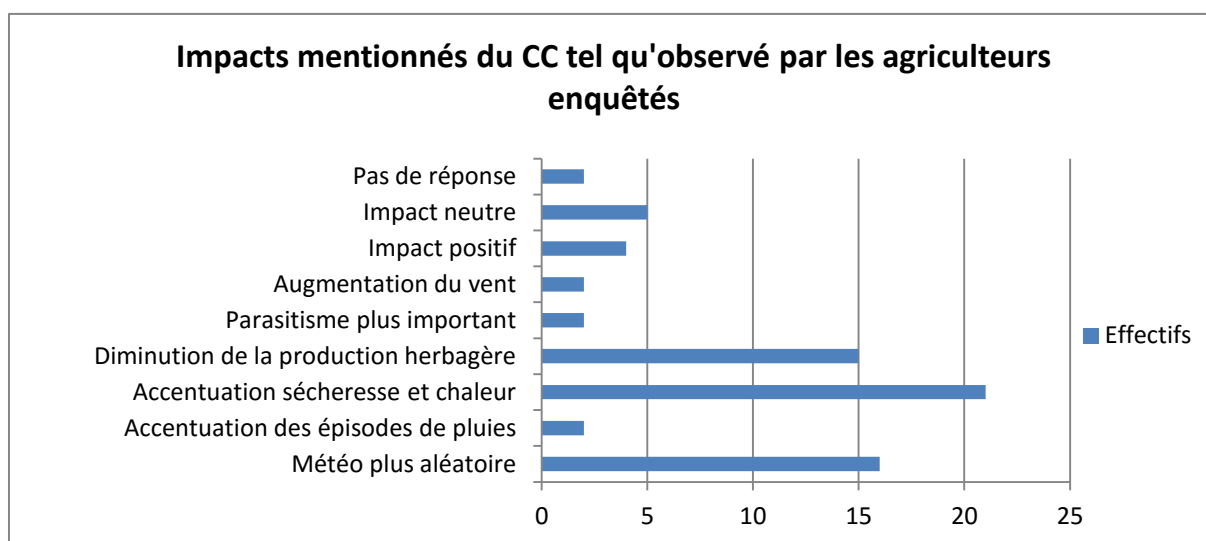


Figure XXIII : Impacts mentionnés du CC tel qu'observé par les agriculteurs enquêtés

Le changement climatique semble être une réalité chez les agriculteurs, avec 21 d'entre eux qui observaient une accentuation de la sécheresse et de la chaleur. 16 observaient une météo plus aléatoire, avec des alternances inhabituelles pour les saisons entre les périodes de soleil et de pluie, et 15 encore voyaient comme résultat une baisse de la production herbagère, soit due à la sécheresse estivale, ou encore dans certains zones au fait que le regain se faisait plus rare. 5 agriculteurs n'observaient aucun impact du changement climatique, 4 trouvaient que cet

impact était positif (moins de pluie, plus de beau temps, plus de temps de remplissage des bourgeons chez les arboriculteurs pendant les hivers doux, etc...). Enfin, seulement 2 voyaient une augmentation de la force du vent, 2 autres une plus grande incidence du parasitisme à cause d'hivers plus doux, et 2 autres enfin qui voyaient une accentuation des épisodes de pluie, en termes de violence des épisodes, dans les régions montagneuses (Pyrénées et Cévennes).

Le CC risque donc en effet de poser un problème aux éleveurs, avec déjà à peu près la moitié des éleveurs qui rapportent ressentir un impact sur leurs stocks fourragers.

Stratégies d'adaptation au changement climatique en système d'élevages ovins :

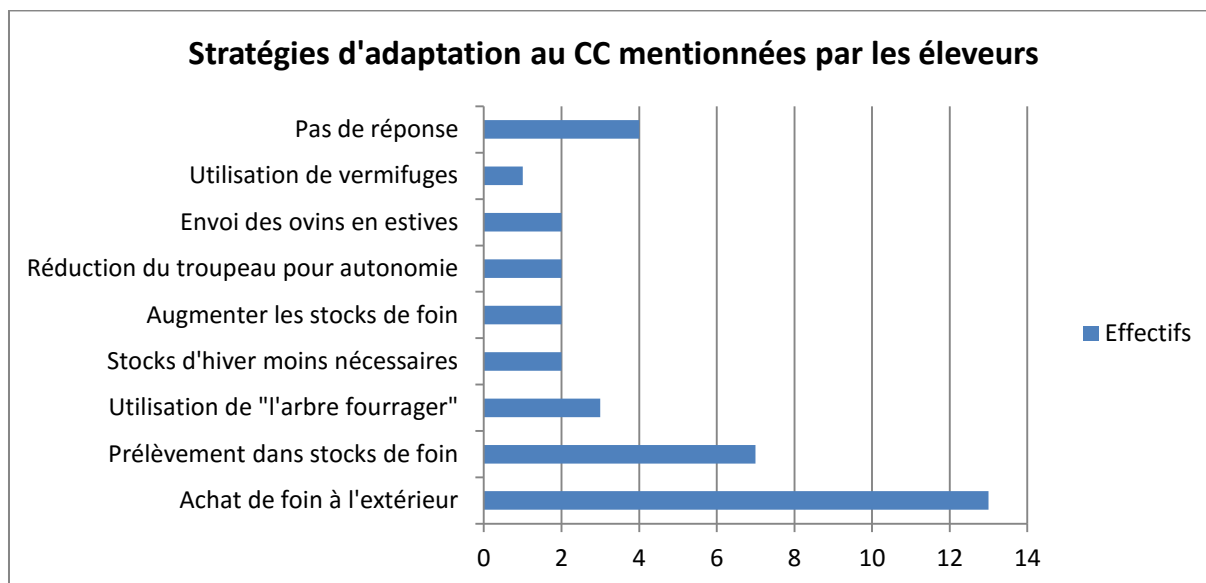


Figure XXIV : Stratégies d'adaptation au CC mentionnées par les éleveurs.

Pour faire face à ce changement climatique, les éleveurs ont néanmoins quelques stratégies d'adaptations à leur disposition. La principale s'avère également une stratégie potentiellement coûteuse : 13 d'entre eux ont rapporté acheter du foin à l'extérieur. Cependant, comme le disait un éleveur, « *quand il fait chaud ici et que les foins sont mauvais, ils sont aussi mauvais dans la plaine, donc ils viennent de loin.* » 7 éleveurs rapportaient prélever dans des stocks de foin de l'année passée ou de l'hiver à venir pour passer l'été. 4 n'ont pas donné de réponse à cette question, 3 ont déclaré compter sur l'arbre fourrager (voir p 61) afin de pallier les besoins de leurs animaux lors des périodes sèches. 2 éleveurs ont déclaré qu'ils pouvaient envoyer leurs animaux en estives pendant 3 à 4 mois (une pratique plus commune dans les Pyrénées chez les éleveurs rencontrés), 2 encore ont rapporté qu'ils réfléchiraient à la réduction du troupeau si ces événements climatiques devaient se poursuivre plusieurs années, afin de conserver leur autonomie fourragère. Enfin, 2 éleveurs ont observé que les stocks d'hiver étaient également moins nécessaires à cause d'hivers plus doux, et qu'ils pouvaient donc déstocker les foins d'hiver afin de les donner aux animaux afin d'équilibrer.

VIII. DISCUSSION

a) Réponse aux questions de recherche

Objectif 1 : Comprendre la façon dont les éleveurs ayant des arbres intraparcellaires au sein de leur système les intègrent à l'élevage ovin.

Les différents types d'aménagements agroforestiers rencontrés étaient les suivants :

Des plantations de type agroforesterie à modalité d'arbres intraparcellaire (IP) d'essences forestières (très souvent merisiers, érables, noyers hybrides, ou frênes, en plantations monospécifiques, sauf dans 1 cas, sur 19 planteurs forestiers), souvent sur une surface restreinte (2 ha ou moins), et quelques unes sur une surface plus importante (25% de leur exploitation, ou plus).

- Certaines (2) étaient des plantations forestières (à forte densité) pâturées, en cours de conversion vers un espacement large (donc une « coupe d'éclaircie » des arbres, afin d'atteindre un espacement de 10x10 m, pour valoriser les arbres en bois d'industrie, et mieux valoriser l'herbe).
- Certaines des exploitations étaient spécialisées en ovin, d'autres étaient diversifiées (polyculture-élevage).

Les résultats de la conduite des arbres, en termes de valorisation économique possible, étaient très variables en fonction des exploitations, avec certaines exploitations sur lesquelles le seul débouché possible pour les arbres était le bois d'industrie. La plupart n'avaient pas pour objectif la production de bois d'œuvre, mais un but autre, tel qu'un objectif technique, ou encore culturel ou esthétique.

Elles se situaient dans une grande variété d'environnements, des Cévennes et des Pyrénées en passant par l'Auvergne, et jusqu'aux plaines du Nord de la France.

Certaines étaient pâturées par des éleveurs non propriétaires des arbres.

Des plantations en arbres IP d'essences fruitières, souvent en pommiers (haute et basse tige ; les hautes-tiges étaient souvent en 10x10 m environ, les basses-tiges en 2x4m environ).

Ces exploitations étaient plutôt celles d'agriculteurs qui sont avant tout arboriculteurs, et qui ont commencé un élevage ovin pour l'apport écologique et économique, comme une baisse des IFT, « de 10 par an à 2 par an » dans le cas d'un éleveur, ainsi que de l'économie (notamment temps et carburant) réalisée par ce biais.

Celles-ci bénéficiaient d'un entretien plus systématique, du fait de la valorisation immédiate par les fruits, et de l'attention dont elles ont besoin pour être productives.

Les arbres ont donc des natures différents : un agriculteur qui a peu de terrain, et souhaite, ou peut y consacrer beaucoup de temps, pourra choisir des arbres fruitiers en plus de l'élevage ovin. Ceux-ci sont donc les arbres qui génèrent le plus gros CA, en plus d'être productifs après quelques années, et peuvent constituer un apport technique pour la conduite du troupeau (ombre sur les animaux, possiblement influence positive sur le maintien de l'herbe et faible diminution de la productivité herbagère, infiltration et rétention d'eau, gestion des maladies, etc...). Un agriculteur qui a moins de temps, et souhaite néanmoins planter des arbres, soit pour profiter du revenu à terme, soit pour constituer un legs pour ses enfants, pourra donc planter des essences forestières, en sélectionnant avec attention les essences pour qu'elles

soient bien adaptées (voir annexe II sur le sujet). La conduite des arbres forestiers prend beaucoup moins de temps que les fruitiers (3 à 5 minutes pour l'élagage par arbre, par an), et offrent de nombreux aspects techniques. Enfin, un agriculteur qui souhaite planter des arbres pour les bénéfices techniques qu'ils offrent, mais qui ne souhaite pas, ou n'a pas le temps de s'en occuper, pourra planter une grande diversité d'essences forestières, avec un panel d'essences plus larges : en effet, même si certains poussent mal, ou sont endommagés par un environnement peu adapté (comme les merisiers dont le tronc éclate parfois au soleil en été), l'agriculteur ne cherchant pas de débouchés économiques, l'impact sera moindre.

Parmi tous les éleveurs rencontrés, tous les planteurs d'essences forestières en modalité intraparcellaire, sauf 3, ont débuté ce projet à la démarche du IRSTEA, de l'INRA de Montpellier ou du CRPF du Languedoc-Roussillon, ou bien du PNR du Cap et Marais d'Opale. Les planteurs d'arbres forestiers en haies ont démarré le projet de plantation de leur propre chef, tout comme les fruitiers.

Objectif 2 : Comprendre la place de l'arbre au vu du changement climatique, et son rôle futur comme adaptation à ce changement.

Les éleveurs considèrent-ils l'agroforesterie comme une stratégie d'adaptation au changement climatique dans toutes les régions de France, et de quelle manière ?

Ressenti des éleveurs vis-à-vis de l'agroforesterie

Seuls 5 éleveurs sur 32 (15%) n'ont pas explicitement cité l'ombre des arbres comme un avantage dans la gestion du troupeau. Les éleveurs étaient donc très prônes à reconnaître cet avantage.

Arbres, agroforesterie et aléas climatiques

Comme dit précédemment, 21 éleveurs ont rapporté avoir observé un meilleur maintien de l'herbe grâce aux arbres, 27/32 ont dit que l'arbre était utile aux animaux en périodes chaudes pour leur fournir un abri, et enfin 32/32 ont dit que les arbres étaient utiles lors d'événements météorologiques adverses en général, incluant donc la chaleur, mais aussi les périodes pluvieuses ou venteuses.

Cependant, il s'agissait des arbres en général, et non pas des arbres intraparcellaires. Les éleveurs disposaient en effet de nombreuses alternatives agroforestières (haies, bosquets, parcours, etc...) aux arbres intraparcellaires, qui n'étaient donc pas les seuls arbres présents sur l'exploitation. Les arbres en général étaient utiles, mais les arbres intraparcellaires n'étaient pas vitaux pour les animaux ou le système en général. Ces nombreuses haies, bosquets, arbres isolés, ou autres abris offraient des bénéfices techniques aux agriculteurs très comparable aux arbres intraparcellaires, mais généralement sur une plus grande surface (notamment les haies ou parcours) (voir Annexe XIV).

En termes de changement climatique, nous trouvons donc que la RUE joue un grand rôle tant dans le maintien de l'herbe pendant les périodes sèches, que dans le maintien de la productivité herbagère sur les prairies arborées (**P value < 0,05, résultat statistiquement très**

significatif). Si compétition pour l'eau il y a lorsque les arbres et l'herbe explorent les mêmes horizons, il est hautement probable qu'il y ait en plus compétition pour les nutriments (GRET, 1992) et que l'agroforesterie à arbres intraparcellaires sur des sols à faible RUE (et notamment peu profonds) cause une forte compétition, qui ralentisse à la fois la croissance des arbres, et diminue la productivité de la prairie.

Par conséquent, les exploitations adaptées au changement climatique par le biais des arbres intraparcellaires sont celles à forte RUE (à moins de cas particuliers, comme les zones à vents très séchants, par exemple). Dans certains cas, comme en témoigne l'agriculteur du cas-type 1 p 60, les foins peuvent être plus abondants sur les parcelles en agroforesterie que sur les parcelles sans arbres. Sur les exploitations à sols à faible RUE, l'arbre ne joue pas son rôle tampon face aux épisodes de chaleur, et la prairie sèche aussi vite que sans les arbres, et parfois même plus vite.

Les animaux, eux, bénéficient évidemment toujours de la présence des arbres comme protection du soleil, notamment.

Il doit être noté que notre analyse de l'impact des précipitations s'est avérée infructueuse (voir encadré p 60), et que celles-ci jouent également un aussi grand rôle. Selon E. Pottier et J-C. Moreau de l'Idèle, non seulement la quantité tombée, mais en plus la régularité avec laquelle elles tombent jouent un très grand rôle dans le maintien et la croissance de la prairie en été. Par conséquent, il est très probable qu'une exploitation sur une zone à sols à faible RUE mais avec des précipitations régulières et abondantes ne souffre pas des épisodes de chaleurs estivales. Mais il est également vrai que dans ce dernier cas, une exploitation qui fait face à un environnement plus clément ait moins besoin des arbres en général face au changement climatique.

L'arbre fourrager

La plupart des autres éleveurs ont manifesté un certain scepticisme, plus ou moins mâtiné d'enthousiasme selon les cas. Certains pensaient que « *si on fait ça, on passe la journée sur une échelle* », d'autres se posaient la question de la vulgarisation de la pratique, et semblaient penser que ça n'était faisable qu'en lycée agricole, et trop peu généralisable aux « *vraies* » conditions d'élevage. D'autres enfin, toujours sceptiques, se déclaraient intéressés par cette pratique et par l'apport fourrager qu'elle peut représenter.

D'une manière générale, la plupart n'avaient jamais envisagé la possibilité d'avoir des arbres pour le fourrage, et semblaient très surpris de la suggestion.

En ce qui concerne l'arbre fourrager, il faut d'abord dire que tous les arbres ne peuvent faire des arbres fourragers productifs. Les arbres forestiers plantés dans le but de faire du bois d'œuvre produisent beaucoup moins de fourrage que les arbres en têtards, d'une part parce que la pratique de la conduite en têtard pousse l'arbre à faire de très nombreuses branches, mais d'autre part parce qu'un arbre conduit pour le bois d'œuvre ne peut être intégralement ébranché. La conduite en BO n'est cependant pas incompatible avec la production fourragère si l'élagage est fait à la fin de l'été, au moment où les arbres forestiers ont déjà fini la période de croissance annuelle (CRPF, 2009). Cependant, l'élagage étant une pratique relativement peu mise en œuvre par les planteurs d'arbres forestiers (11/19 planteurs forestiers ne l'ont pas bien fait), les éleveurs n'ont que rarement pu observer la consommation du feuillage par les animaux.

Cependant, compte-tenu du fait que la plupart des éleveurs recherchaient l'autonomie fourragère, avec 22 éleveurs complètement indépendants, et les autres largement indépendants également, des expériences comme l'arbre fourrager telles que décrites en p56 sont encourageantes, notamment en termes de productivité. La gestion de la parcelle d'arbres fourragers reste un point à améliorer, en termes de rapidité de coupe et d'élague des têtards.

Cependant, des incertitudes demeurent quant à la répliquabilité de ces expériences dans d'autres zones agro-écologiques, telles que des zones à faible pluviométrie, ou à plus faibles RUE. Il est également important d'arriver à déterminer un certain nombre d'essences fourragères appropriées pour différents environnements, ainsi qu'à étudier leur préhensibilité et aspects nutritionnels. Ceci sera donc la tâche 3 du projet PARASOL.

Les éleveurs ovins en agroforesterie à essences forestières pour la production de bois d'œuvre existent-ils vraiment ?

Etant donné les résultats des enquêtes, la question mérite d'être posée. En effet sur toutes les plantations à essences forestières rencontrées, très peu étaient des plantations qui reflétaient vraiment la volonté de l'éleveur. En agroforesterie, c'était en fait le cas chez un seul éleveur ; les autres avaient soit accepté de prendre part au projet, soit étaient à la base des planteurs forestiers qui s'étaient lancés d'eux mêmes dans la plantation forestière, mais pour diverses raisons liées à la gestion de leurs terres, et pas pour faire pâturer leurs ovins dessous. Par conséquent, nous n'avons trouvé qu'une seule exploitation où l'agroforesterie intraparcellaire pour la production de bois d'œuvre reflète vraiment la volonté de l'éleveur. Cet éleveur (déjà caractérisé dans le cas-type 1 p 64) était donc animé par un souhait avant tout écologique et environnemental : il s'agissait à la base de rajouter des arbres à un paysage qui en avait beaucoup perdu au fil du développement de l'agriculture dans cette région, ainsi que d'améliorer la biodiversité de son exploitation.

Il est probable que si les agriculteurs s'étaient vus offrir le choix de concevoir eux-mêmes leur projet, il aurait été différent, en fonction des besoins et désirs de chacun.

Objectif 3 : Identifier, selon eux, les perspectives en termes de recherche et développement pour l'agroforesterie

Questionnements des éleveurs sur l'utilisation de l'agroforesterie dans le cadre des systèmes d'élevage ovin.

Concernant les planteurs forestiers :

Les planteurs forestiers ont souvent déclaré qu'ils auraient trouvé utile d'avoir des données sur la croissance de l'herbe sous les arbres, afin de pouvoir anticiper la perte de production. Ceci était fortement corrélé à l'espacement des arbres.

L'espacement, qui impacte donc la croissance, mais également la capacité à manœuvrer avec des engins agricoles, a été souvent critiquée par les agriculteurs. Les agriculteurs semblaient s'accorder pour dire que « au moins 10, voir 12 mètres sont nécessaires pour bien manœuvrer. » A ce sujet, beaucoup d'agriculteurs ont eu peu de marge de manœuvre pour choisir l'espacement auquel les arbres allaient être plantés, les différents centres de recherche

insistant apparemment pour planter selon les densités qu'ils pensaient adaptées, ou nécessaires pour les suivis du projet.

Les choix des essences a été souvent mentionné également, notamment chez les planteurs de merisiers, dont beaucoup ont mal toléré la largeur d'espacement. Par conséquent, les agriculteurs souhaitaient avoir plus de conseils quant aux espèces à planter, et se référaient souvent aux espèces présentes naturellement autour pour juger de la viabilité d'une essence en plantation.

Les débouchés étaient également des voix de recherche à creuser, tant au niveau des modes de commercialisation qu'au niveau des prix pratiqués sur les essences, en fonction de la qualité. A ce sujet, voir la partie « Intérêt et désintérêt des éleveurs pour l'agroforesterie » dans la partie « Discussion ».

Enfin, très peu de planteurs forestiers étaient formés à **la conduite des arbres**, et notamment à l'élague.

Concernant les fruitiers :

Certains fruitiers étaient moins intéressés par les données sur la pousse de l'herbe que les forestiers. Ceux-ci étaient plutôt ceux qui n'avaient que récemment commencé l'élevage, et qui le faisaient comme une activité vraiment secondaire à la ferme. De fait, ils voyaient à l'origine l'herbe comme un facteur de compétition avec les fruits, et étaient contents de la valoriser par les moutons.

Les éleveurs qui semblaient plus concernés par la pousse de l'herbe étaient ceux qui avaient pensé leur système pour accueillir dès le début à la fois des arbres et des ovins. Ceux-là ont mentionné le fait que les arbres pouvaient en effet gêner la croissance de l'herbe. Il s'agit aussi d'éleveurs ayant des fruitiers de plus haut jet (châtaigners ou noyers), et se situant au Sud.

Les mesures qui seront faites dans le cadre des projets **Parasol** et **Arbele** semblent donc en mesure de répondre aux attentes des éleveurs engagés dans la pratique de l'élevage ovin en AF IP.

b) Vérification des hypothèses :

Les matrices agroforestières et leur intégration aux pratiques agricoles différeront en fonction des objectifs personnels de chaque agriculteur et des systèmes et stratégies d'élevages.

Ce fait est plus observable chez les fruitiers, qui, n'ayant pas planté à la suite d'un projet de recherche avec des exigences d'espacements ou d'essences, ont donc eu plus de latitude pour réfléchir et créer leur projet. On peut donc observer de nombreuses modalités d'associations élevage / agroforesterie, chez les fruitiers, mais aussi chez les forestiers :

- Des plantations d'essences fruitières,
 - de surfaces variées,
 - avec des arbres de haute ou basse-tige, en fonction du débouché des fruits,
 - avec un petit troupeau d'entretien,

- avec un troupeau à débouchés commerciaux,
- en ovin viande, en bovin lait, ou ovin lait,
- avec un petit troupeau de reproducteurs,
- à production d'agneaux de bergerie ou d'agneaux d'herbe,
- avec des animaux à l'herbe pendant 12 mois de l'année, etc...
- Des plantations d'essences forestières,
 - A vocation de bois d'œuvre, et techniques, ou bien
 - Purement techniques, esthétiques ou culturelles (la majorité),
 - avec ovin lait, viande, ou bovin lait, ou viande,
 - de surfaces très variables, en fonction des attentes de l'agriculteur,
 - avec des ateliers de transformation et une certaine diversification (fromage, jus de fruits, chambres d'hôtes),
 - avec un troupeau d'entretien, à but de consommation personnelle,
 - avec un troupeau à vocation commerciale,
 - plus facile à conduire en AC que chez les fruitiers.

Les impacts de l'agroforesterie et leur intégration dans la gestion des élevages sont appréhendés différemment par les éleveurs en fonction des régions climatiques françaises.

Il était attendu que les agriculteurs utilisent l'arbre au Sud différemment du Nord, notamment par rapport au maintien de l'herbe sous les arbres. Bien que nous observions une différence de précipitations moyennes en Juillet entre le Nord et le Sud (voir p60), la différence n'est pas Nord vs. Sud, mais zones à forte réserve utile en eau vs. zones à faible RUE, avec cependant des variations dans nos résultats (avec des réserves quant au nombre de critères utilisés, qui seront détaillés plus bas dans la partie « Retour sur le maintien » plus bas »).

Les agriculteurs plus jeunes, les « néo-ruraux », les agriculteurs en bio, et ceux ayant une certaine sensibilité à l'arbre et la forêt sont à priori plus enclins à adopter ces systèmes.

Selon l'Agence Bio (2015), il y aurait 4% d'exploitations en ovin bio en France en 2014. Dans l'échantillon étudié, chez les forestiers, 5/19 étaient en AB, soit 26%. Chez les fruitiers, ils étaient 8/13 en AB, soit 61%, et 3/13 étaient partiellement en bio (les arbres étaient en bio, pas les ovins), soit 23%.

Seulement 3 étaient des « néo-ruraux », ils ne représentaient donc pas une partie importante des enquêtés.

La moyenne d'âge était de 50 ans sur l'échantillon enquêté, avec un âge médian de 47 ans. L'échantillon ne comptait donc que peu de jeunes.

L'utilisation du fourrage arboré est une pratique peu commune en France. Les agriculteurs qui cherchent à l'utiliser sont plutôt ceux qui recherchent l'autonomie fourragère.

Seuls 2 éleveurs parmi l'échantillon enquêté, plus un troisième, qui n'a pas été inclus dans les statistiques, utilisaient l'arbre fourrager. Cette pratique reste donc encore marginale, malgré son potentiel intéressant en termes de production. Un inconvénient majeur reste le temps nécessaire pour récolter le feuillage ou tailler les branches sur les têtards.

Les agriculteurs qui faisaient cette pratique recherchaient en effet l'autonomie fourragère : 2 étaient autonomes à 100% en foin, un autre produisait 85% de l'alimentation annuelle de ses brebis.

Les agriculteurs manquent de connaissances dans la gestion des arbres, notamment sur certaines pratiques liées à l'établissement et à la conduite des arbres, leur protection pendant les premières années, ou la vente des arbres.

Un grand manque d'assurance transparaissait très souvent chez les éleveurs ayant des arbres forestiers sur leur exploitation. Cela semblait lié à un manque de connaissances sur le sujet des arbres, notamment sur l'élagage (période et méthodes).

La protection des arbres semblait avoir été bien faite, avec malgré tout quelques problèmes liés à l'utilisation de protections : les arbres ont, dans certains cas, poussé trop vite, ce qui a eu pour effet de rendre la tige faible, qui a dans certains cas cassé au vent, frotter contre les manchons et abîmé l'écorce, ou encore poussé en diagonal à cause du vent.

Cependant, certains éleveurs n'avaient pas enlevé les manchons de protection, tant et si bien que certains ont fini par « fusionner » avec l'arbre au gré de son développement.

Enfin, les éleveurs connaissent d'habitude bien les filières dans lesquelles ils évoluent, ce qui aide à anticiper et à obtenir un résultat escompté. Ce n'est pas le cas dans le cas de l'agroforesterie. Il est probable que le fait de ne pas connaître les débouchés de cette filière – la filière bois – a fait que les éleveurs n'ont pas anticipé sur les tâches à accomplir pour mener à bien ce projet, comme la taille, l'élagage, ou plus simplement une bonne idée du résultat à obtenir pour bien valoriser un arbre.

Les agriculteurs ont une gestion différenciée des pâturages en fonction de la présence ou non d'arbres.

La plupart des agriculteurs ont mentionné en effet qu'une distance minimum de 10 à 12 mètres était nécessaire pour bien manœuvrer avec le matériel agricole (tracteur, broyeur... certains ont dit avoir renoncé à faire du foin sous les arbres à cause du manque de marge de manœuvre). Certains ont choisi de planter sur leurs parcelles précisément parce qu'elles étaient déjà difficilement mécanisable, et étaient donc exclusivement pâturées.

Un agriculteur a rapporté faire les foins sous les arbres. Il s'agit d'un agriculteur qui a une partie significative de son exploitation en AF (50% de la totalité des prairies). Cependant, au-delà des problèmes de mécanisation dus aux arbres, certains ont mentionné le fait que l'herbe séchait mal à cause du couvert arboré. L'enrubannage, ou le séchage en séchoir, paraissent donc des options plus appropriées pour les parcelles en AF.

Un éleveur a rapporté qu'il faisait autrefois les foins sous les arbres, mais a arrêté à cause de la présence de feuilles de noyers dans les foins, ce qui en diminuait la qualité.

L'étude et les observations ayant été faites à l'automne, il a été observé que les feuilles s'avéraient très persistantes sur les prairies arborées, tout particulièrement dans le Cantal. Ceci peut-être dû au froid plus intense en altitude, qui ralentit la décomposition des feuilles. Un éleveur faisait des balles de feuilles pour les écarter, afin d'éviter la propagation de maladies sur les feuilles de noyers. Celui-ci a rapporté faire 20 balles de 200 kg de feuilles sèches sur une parcelle de noyers de 5 ha, qui étaient brûlées ensuite. La possibilité de les inclure à du fumier pour les composter était une piste de réflexion des éleveurs. Un autre éleveur broyait simplement le couvert de feuilles à l'automne pour faciliter la décomposition.

En ce qui concerne la mise au pâturage, les planteurs forestiers avaient peu de contraintes, et géraient leur parcelle en AF comme les autres prairies permanentes. Les planteurs de fruitiers, eux, ayant des contraintes plus importantes, devaient gérer la mise au pâturage sur les parcelles en agroforesterie de manière plus précise, et en empêcher l'accès pendant des périodes critiques au niveau du développement des fruits : du début de la production pour les basses-tiges et à un mois avant la récolte pour les hautes-tiges, à après la récolte pour les hautes et basses tiges.

Les agriculteurs dont le troupeau en pâturage intégral ont d'avantage besoin des arbres pour lutter contre le froid en hiver et la chaleur en été.

Certains éleveurs laissaient en effet les brebis sur leurs parcelles pendant toute l'année, avec un simple abri pour mettre les agneaux quelques jours suivant la naissance. En effet, selon Gregory (1995), les agneaux sont très sensibles aux événements météorologiques adverses – notamment la pluie et le froid – deux jours après leur naissance). Ceux-ci avaient des parcelles en AF assez grandes par rapport au reste de leur exploitation (de 30 à 50% de la SAU en AF), des abris « de fortune » (cabanes, serres) pour mettre les brebis en cas de situation trop extrême du point de vue de la météo, et avaient également des races de brebis rustiques (Bizet, Shropshire, Rouge de l'Ouest ou Bleue du Maine).

La nature du sol est un facteur important dans les systèmes agroforestiers. Les sols à forte réserve utile en eau sont plus adaptés pour les systèmes agroforestiers, et limitent les effets de compétition entre la prairie et les arbres. Les systèmes agroforestiers sur sols à faible RUE souffrent plus de compétition.

Il ressort de nos analyses qu'en effet la RUE semble jouer un rôle majeur sur la productivité herbagère (défini comme la productivité prairiale sur les prairies arborées relative à la productivité prairiale sur des prairies non arborées) ainsi que sur le maintien de l'herbe (défini comme la capacité de l'herbe à rester verte, et donc appétente, ou même à croître, lors des périodes sèches et / ou chaudes). Nous trouvons en effet que sur sols à forte RUE, 66% des agriculteurs observent une productivité herbagère quasiment identique et 80% observent un meilleur maintien de l'herbe, alors que sur sols à faible RUE, 80% observent une productivité herbagère diminuée par rapport aux prairies non arborées, et 70% n'observent pas de meilleur maintien de l'herbe.

Nous trouvons des résultats statistiquement significatifs dans les 2 cas (**P value < 0,05, statistiquement très significatif**).

c) Les limites de la méthode :

Les limites des entretiens semi-directifs

Dû à la grande quantité d'informations à récolter, il a été nécessaire de passer rapidement sur certains points afin de pouvoir en passer plus sur d'autres. Ainsi, il a été décidé de passer rapidement, pour en comprendre la dynamique, mais sans en faire le détail, sur les parties :

- machineries et bâtiments
- reproduction du troupeau
- alimentation du troupeau

L'étude des systèmes de reproduction et d'alimentation sera précisée au cours d'une autre série d'enquêtes du projet PARASOL.

Inversement il a été décidé qu'il fallait se concentrer sur les éléments suivants :

- La gestion des arbres, de la plantation à la vente.
- La gestion différenciée des cultures du sous-étage sur les parcelles en AF vs. les parcelles sans AF.
- La perception du changement climatique.
- Les perspectives d'avenir sur le changement climatique et sur l'agroforesterie.

Dans certains cas où l'agriculteur / agricultrice enquêté(e) explicitait clairement qu'il fallait aller plus vite, certaines parties ont été laissées de côté pour se concentrer sur les 4 parties mentionnées immédiatement avant. La méthode ayant été créée pour enquêter des éleveurs ovins ayant planté des arbres, certaines questions ont dû être abandonnées ou modifiées lorsque, par exemple, l'enquêté était un arboriculteur en pommes qui avait mis des ovins sous les arbres.

La surface du terrain des enquêtes

La surface du terrain d'enquête (environ 6 000 km parcourus pour rencontrer 32 éleveurs) s'est avérée être un facteur limitant également, en ceci qu'il n'a pas permis de retourner voir des exploitations si le besoin s'en faisait sentir, comme il est courant dans les périodes de collecte de données (Ferraton et Touzart, 2007). A la place, les entretiens ont dû se faire par téléphone lorsqu'il y avait des précisions à apporter. Lors de ces occasions, et conformément aux expériences précédentes sur d'autres travaux, certains agriculteurs modifiaient parfois certaines données récoltées pendant les entretiens (ici, au sujet de la densité des plantations, par exemple). Dans ces cas là, il est généralement préférable d'être sur le terrain pour confirmer les dires des agriculteurs, ce qui n'a pu être possible.

D'autre part, cette grande surface du terrain d'enquête, avec un seul critère, le fait que l'agriculteur ait des ovins en pâturage sous des arbres, a fait que nous avons rencontré une très grande diversité d'exploitations agricoles, diversité démontrée dans la partie 7.3. « Axe 1 », dans le tableau « Diversité des exploitations rencontrées ». Cette grande diversité a rendu la comparaison parfois compliquée, les systèmes de production n'étant pas toujours comparable, et requérant parfois des choix dans le raisonnement : par exemple, l'éleveur qui avait des mûriers en têtards a été traité comme un fruitier, l'éleveur qui avait un verger expérimental de poiriers qui n'étaient pas récoltés a été traité comme un forestier en bois d'industrie, etc...

Le choix des exploitations enquêtées.

Il aurait été intéressant d'enquêter des éleveurs d'ovins à l'herbe afin de pouvoir mettre en exergue des différences. Cela aurait notamment pu être utile pour mieux comprendre la conduite du troupeau lors des épisodes de grandes chaleurs en France, mais faute de temps principalement, cela n'a pu être fait. Cependant, tous les éleveurs que nous avons enquêté avaient la plus grande partie de leurs prairies permanentes sans arbres dessus, avec des haies ou autres bosquets. A ce titre, les éleveurs pouvaient donc apporter des éléments de comparaison entre la conduite des prairies permanentes en AF et sans AF.

Choix dans les indicateurs de la première typologie sur le rôle de l'arbre au sein du système d'élevage :

L'indicateur « Bénéfices socio-technico-économique » a donc été créé à partir des composantes mentionnées ci-dessus dans le tableau. Afin de rendre possible la lecture de l'ACM et de la CAH, certains indicateurs ont donc été créés à partir de plusieurs, pour en limiter le nombre. Celui-ci représente donc la totalité des bénéfices attendus de l'intégration des moutons et des arbres (aspects écologiques, agronomiques, économiques). Les agriculteurs ayant des arbres forestiers, qui en bénéficient d'un point de vue technique, mais qui ne les ont pas entretenus, et ne pourront pas les valoriser d'un point de vue économique, n'auront pas un bon « score » à cet indicateur. La raison en est la suivante : compte-tenu de la petite taille des parcelles en AF (en général 1 à 2 hectares) et la présence de nombreuses ressources alternatives, avoir des arbres forestiers mais ne pas pouvoir en tirer bénéfice économiquement revient à avoir beaucoup d'inconvénients (souvent une perte de production d'herbe sur l'équivalent de la surface arborée, difficultés liées à la mécanisation, etc...) sans en tirer beaucoup d'avantages, précisément à cause de l'abondance générale des alternatives à l'arbre intraparcellaire (IP).

De plus, un des principes de l'AF étant la culture simultanée des arbres et des cultures (ici, l'herbe), et ce, afin d'améliorer le LER (Land Equivalent Ratio), il a été estimé que si l'arbre ne présentait pas de débouché économique, le LER était réduit. Ainsi, la possibilité d'en tirer un débouché économique est donc retenue comme « décisive » pour obtenir un bon score pour cet indicateur.

Les agriculteurs en fruitiers ont eux aussi un critère « décisif » : il s'agit de la possibilité d'avoir accès à l'intégralité du verger (et donc de la ressource en herbe), ce que certains agriculteurs ne pouvaient pas faire, à cause d'un manque de clôtures, ou encore d'arbres basse-tige, inadaptés aux moutons, qui mangent souvent les branches basses, les jeunes pousses, ou encore les fruits, réduisant (parfois significativement) la taille de la pâture. En ceci, l'intégration n'est donc pas complète.

Choix dans les indicateurs de la seconde typologie sur la place de l'arbre comme solution d'adaptation potentielle au CC.

Bien que la question « considérez-vous l'arbre comme une solution d'adaptation potentielle

au changement climatique » a été posée, une différence importante est ressortie : les éleveurs avec arbres forestiers réfléchissaient à la question par rapport à leur activité principale : l'élevage ovin. Les fruitiers, eux, réfléchissaient également à cette question par rapport à leur activité principale. Cependant, dans leur cas, il s'agissait souvent des arbres fruitiers. Certains ont imaginé un arbre forestier, par exemple un frêne, protégeant de son ombre un pommier... avant de conclure que ça ne tenait pas la route. Les réponses sont donc à prendre de manière mesurée.

Cependant, il s'est avéré qu'en incluant cet indicateur ou non, les résultats statistiques ne variaient que peu. La méthode employée a donc été de déterminer les situations dans lesquelles l'arbre pouvait aider face au CC, et notamment aux périodes sèches estivales. L'idée était donc de confronter les indicateurs qui indiquaient : un changement dans le climat, en termes d'accentuation de phénomènes climatiques (périodes plus sèches ou périodes plus humides), ceux qui observaient un maintien de l'herbe en périodes sèches, ceux qui le considéraient comme une solution potentielle d'adaptation au CC, avec ceux qui replanteront certainement et avec ceux qui ont une attitude positive envers leurs arbres.

28 agriculteurs sur 32 (87,5%) ont observé que les moutons semblaient tirer un certain confort sur les pâturages grâce aux arbres. Cet indicateur n'a donc pu être utilisé, les agriculteurs étant quasiment unanimes.

Qu'en est-il des études des ovins sur parcours ?

Dans le but d'étudier les interactions entre les arbres et les animaux, et compte-tenu de la faible quantité d'éleveurs à avoir produit du bois d'œuvre, et du fait que le projet, qui ne concernait au départ que les producteurs de bois d'œuvre, se soit ouvert aux planteurs de fruitiers,, il aurait été censé dans le cadre du projet d'étudier les parcours d'ovins. Ceux-ci ont plusieurs mérites également, et le fait qu'ils soient venus sous le feu de la PAC récemment, avec la suppression de la prime à l'herbe pour les chênaies et châtaigneraies naturelles au titre que la ressource en herbe est trop pauvre (au même moment où la PAC et l'état français encouragent l'agroforesterie par des subventions, qui prend d'ailleurs parfois la forme de chênaies (chênes rouges d'Amérique) et de châtaigneraies (à fruits)), fait que ces systèmes mériteraient qu'on leur porte plus d'attention : ils présentent exactement les mêmes caractéristiques que les plantations faites par l'homme, en termes de changement climatique, de stockage de carbone, d'effet parasol sur les animaux par les arbres, de maintien de la prairie en saisons sèches (dans certains endroits seulement), etc... Ils représentent de plus une tradition culturelle importante, notamment dans le bassin méditerranéen, où les éleveurs et leurs troupeaux jouent un rôle de débroussaillage qui participe à la gestion de la prévention des incendies, et valorisent également une ressource et un environnement qui ne peut être valorisé par aucune autre forme d'agriculture, si ce n'est l'élevage caprin. Il est également possible qu'étudier ces systèmes aurait permis d'identifier des espèces végétales adaptées à l'alimentation des ovins, qu'il aurait pu être intéressant d'étudier dans le cadre de l'arbre fourrager.

Pour ces raisons, l'étude des parcours d'ovins aurait eu toute sa place dans le cadre de cette étude.

d) Discussion de certains aspects ressortant des enquêtes

Gestion de l'alimentation

Parmi les 6 éleveurs qui laissaient leurs moutons dehors toute l'année, 3 d'entre eux n'avaient pas de bergerie, mais un simple abri (abri sommaire ou serre) afin de pouvoir rentrer les agneaux pendant les deux premiers jours suivant l'agnelage, période à laquelle l'agneau est en effet très vulnérable (Pollard, 2006), et les remettaient ensuite sous les arbres. Ces éleveurs là pouvaient faire profiter leurs moutons d'un couvert arboré sur l'ensemble de la surface pâturée, utilisant la protection des arbres à leur avantage, et éliminant les coûts associés à la construction d'une bergerie, mais rendant la gestion précise de l'alimentation difficile (par exemple au niveau des lots d'agneaux uniques ou doubles, les doubles ayant eu moins de lait disponible au début de leur croissance, et ayant donc généralement besoin de plus de concentrés pour grandir que les agneaux uniques, ou prenant plus de temps). Il s'agissait d'éleveurs ayant une race de moutons rustique (Shropshire, Bizet, Rouge de l'Ouest ou Bleue du Maine). Il ne peut pas être démontré avec certitude que la pratique d'avoir des moutons en extérieur toute l'année, sans investir dans une bergerie, ne peut se faire qu'avec de nombreux arbres pour protéger les animaux, néanmoins il est intéressant de noter que c'est précisément chez des éleveurs ayant beaucoup d'arbres que cette pratique était observée, ce qui tend à confirmer cette hypothèse. Dans de tels systèmes, les arbres, en évitant aux éleveurs de financer une bergerie, représentent donc une économie d'investissements très importante.

Autres apports techniques de l'arbre

En ce qui concerne les autres apports de l'arbre, nous n'avons pas été en mesure de les mesurer. Cependant, il était clair sur les prairies trempées par la pluie que la portance du sol était s'améliorait sur un gradient important au fur et à mesure qu'on se rapprochait des arbres. La plus grande rapidité d'infiltration a été souvent observée. L'érosion n'a pu être ni mesurée ni observée, mais certains éleveurs ont rapporté avoir planté des parcelles en agroforesterie pour la limiter. Ils semblaient néanmoins citer ce bénéfice comme un apport technique qu'ils connaissaient, mais pas un bénéfice dont eux bénéficiaient de manière tangible.

Ressenti des planteurs forestiers

L'ombre a donc été citée par 27/32 éleveurs comme un point important que les arbres fournissent au système d'élevage.

Cependant, étant donné la très forte présence d'éléments boisés fournissant le même avantage, nommément l'ombre et la possibilité pour les animaux d'y trouver refuge, les éleveurs ne comptaient pas vraiment sur leur parcelle en agroforesterie IP dans ce but. Les haies, hautes ou basses, ainsi que les arbres isolés, en têtards ou non, étaient légion sur toutes les exploitations, sans compter les éleveurs du Sud qui avaient souvent des parcours boisés de très grande superficie. Il est donc difficile de dire que la parcelle en AF IP était nécessaire aux agriculteurs pour la gestion du troupeau en période estivale.

Différence de ressenti des arbres forestiers et des fruitiers

Tableau VI : Différence de ressenti des arbres forestiers et des fruitiers

Ressenti des planteurs forestiers	Ressenti des planteurs de fruitiers
Les forestiers étaient des éleveurs qui ont planté des arbres, le plus souvent, à la démarche des centres de recherche susnommés.	Les planteurs de fruitiers sont, la plupart du temps, arboriculteurs, et non éleveurs. Ils ont planté des arbres de leur propre chef. Ils ont ensuite pris des moutons pour leur apport écologique.
Les forestiers ont plus tendance à voir l'arbre comme une gêne à la pousse de l'herbe, même si le maintien en été est parfois noté comme un bon point.	Les fruitiers voient l'herbe comme un apport positif, malgré sa faible quantité. Sans ovins, elle a le statut d'adventices, avec ovins, elle devient une ressource.
Sauf BRF ou bois de chauffage, les forestiers ne tirent des revenus monétaires de l'arbre qu'à la coupe, après 35 ans au moins.	Les fruitiers tirent des revenus après quelques années. Les arbres peuvent constituer une part significative du revenu, parfois 100%.
Pour cette raison, les forestiers cherchent à passer aussi peu de temps que possible à entretenir (élaguer) les arbres par an.	Pour cette raison, les fruitiers peuvent passer la majorité de leur temps à entretenir leurs arbres.
Les planteurs d'essences forestières plantent parfois les arbres en partie pour les revenus économiques qu'ils peuvent à terme apporter, mais ces planteurs sont nombreux à planter des arbres pour des bénéfices techniques.	Les planteurs d'essences fruitières intègrent avant tout les ovins et les arbres pour le revenu économique qu'ils rapportent, et dans une moindre mesure pour l'apport technique qu'ils dérivent de cette intégration arbre / animal.
15/ 20 forestiers ne connaissent pas le débouché « classique » des ventes forestières. Les forestiers ne traitent jamais leurs arbres.	Les fruitiers connaissent parfaitement les débouchés de ventes de fruits. Les fruitiers utilisent parfois des produits phytosanitaires, ce qui peut alourdir la gestion du troupeau.
Les forestiers n'irriguent jamais leurs arbres.	L'herbe bénéficie parfois de l'irrigation des arbres fruitiers.
Les forestiers choisissent leur race de mouton en fonction de caractéristiques propres à leur environnement et ressources	La race de mouton Shropshire se répand sur les exploitations arboricoles. Un critère important est qu'ils n'attaquent pas les arbres.

L'agroforesterie comme pratique intergénérationnelle

Ainsi, même chez les agriculteurs qui semblaient très engagés, notamment sur le sujet d'une agriculture plus vertueuse écologiquement parlant, les agriculteurs enquêtés répondaient souvent lors des questions sur la replantation future, qu'ils n'étaient pas sûrs du tout que leurs enfants fassent de même.

Le CRPF (2015 :b) et l'ONF (n.d.) mettent l'accent dans leurs publications sur ce côté intergénérationnel, et conseillent aux exploitants forestiers de passer du temps à apprendre à la génération suivante l'importance de la forêt, la gestion, etc... ceci afin de développer l'intérêt des repreneurs pour la forêt familiale. De par la très longue durée nécessaire pour mener à bien un arbre, nous pouvons considérer que l'AF est une pratique intergénérationnelle, au même titre que la sylviculture et la transmission des forêts. Au vu des

dissensions observées entre les agriculteurs planteurs de parcelles en AF et leurs successeurs / repreneurs, il paraît nécessaire de faire de même que les forestiers qui passent du temps à sensibiliser la génération suivante aux arbres, à leur importance écologique, esthétique et culturelle, afin que lesdits repreneurs les considèrent d'un meilleur œil.

Enfin, en ce qui concerne les repreneurs les moins sensibles aux aspects techniques et écologiques, ils pourraient peut-être se laisser convaincre de replanter des arbres s'ils venaient à bien les valoriser. Il est probable qu'une vente à 85 000 € pour 100 érables bien élagués soit mieux à même de vaincre leur hésitation qu'une vente à 2 400 € pour les mêmes 100 arbres. Ceci est d'autant plus vrai si l'agriculteur ou ses enfants ont commencé ce projet agroforestier sans beaucoup de motivation personnelle, et que lui / elle ou leurs enfants ont trouvé que les arbres gênaient plus qu'autre chose, et ce pendant 40 ans.

Cependant, pour ce faire, les agriculteurs doivent savoir comment procéder, par le biais des ventes groupées notamment, et les centres de recherche et bureaux d'études doivent donc fournir des informations sur la question. Un rapprochement des instituts spécialisés dans le bois peut-être une solution intéressante, comme l'ONF ou le CRPF, afin de profiter de leur expertise en la matière.

CONCLUSION

Projets personnels des agriculteurs : arbres forestiers vs arbres fruitiers (temps, but) et raisons techniques

Dans un contexte de changement climatique, l'arbre présente des atouts majeurs, d'une part en tant qu'élément pouvant lutter contre l'augmentation du carbone (C) dans l'atmosphère en le séquestrant de manière qui peut être très durable, et d'autre part en tant qu'addition souvent bienvenue permettant de limiter certains impacts du CC. Ces impacts peuvent être la rétention d'eau sur les prairies, un meilleur maintien de l'herbe, de l'ombre pour les animaux, un effet brise-vent, etc.... Cependant, l'impact des arbres peut être négatif également, comme une plus grande compétition pour les ressources (eau, nutriments, lumière), donc une diminution de la production herbagère, ou encore une plus grande incidence du parasitisme.

Cette étude visait à étudier le rôle de l'arbre dans les systèmes d'élevage ovins, et son utilisation potentielle comme stratégie d'adaptation au CC en France.

Nous trouvons que les éleveurs qui ont le mieux intégré économiquement les arbres, forestiers ou fruitiers, sont ceux qui étaient le plus impliqués à la création du projet, témoignant d'une plus grande motivation à mener à bien un projet qui s'étale sur de nombreuses années. Nous avons rencontré deux grands types d'agroforesterie intraparcellaire et élevage ovin : des planteurs d'essences fruitières en élevage ovin, et des planteurs d'essences forestières en élevage ovin. Les premiers représentaient la forme la plus exigeante de l'agroforesterie, où les arbres nécessitent un entretien important, apportent également des contraintes importantes dans la gestion du troupeau, mais en retirent des bénéfices économiques importants également. Les planteurs d'essences forestières à bois d'œuvre, eux, avaient un niveau de contrainte moindre (élagage, mise en défends, conduite au pâturage quasiment inchangée...) mais en tiraient des bénéfices économiques après de nombreuses années. Enfin, de nombreux éleveurs, uniquement des planteurs d'essences forestières, étaient motivés par l'apport technique que les arbres agroforestiers intraparcellaires représentent, et non pas pour en retirer un débouché économique. En conséquence, ces éleveurs n'ont pas apporté le soin qu'il le fallait pour espérer valoriser leurs arbres en bois d'œuvre. Il reste donc l'apport technique de l'arbre, apport qui avéré inégal entre les exploitations: nous trouvons en effet que les éleveurs qui retirent le plus de bénéfices techniques de la présence des arbres sont ceux dont l'exploitation est située sur des sols à forte réserve utile en eau (RUE) (**P value < 0,05, résultat statistiquement significatif**). Ceux-ci observent généralement également une productivité herbagère peu impactée par la présence des arbres, l'arbre impacte donc positivement le système herbager, et ils bénéficient en plus des autres apports de l'arbre, en termes de rétention et infiltration d'eau, frein à l'érosion, etc... C'est sur ces exploitations que l'arbre joue son plus grand rôle tampon contre les aléas climatiques, en permettant à la prairie de rester verte, donc appétente, et parfois de continuer à croître quand les autres se dessèchent.

Ceux dont l'exploitation se trouve sur des zones à faible RUE n'observent généralement pas de maintien de l'herbe et sont également ceux qui observent généralement une diminution de la productivité herbagère. Dans ce dernier cas, si l'arbre n'a pas bien élagué et qu'il ne peut donc être valorisé économiquement, il n'apporte au système d'exploitation qu'un intérêt plus limité, purement technique (érosion, biodiversité, etc...) que certains agriculteurs apprécient néanmoins. Sur ces dernières exploitations, l'arbre ne joue pas de rôle tampon sur les aléas

météorologiques, notamment les sécheresses et le manque d'eau.

Cependant, en ce qui concerne le changement climatique et la nécessité de fournir un fourrage de qualité en été, quelques expériences de l'arbre fourrager ont été rencontrées, qui sont très encourageantes, et devraient être essayées dans des environnements variés afin de tester cette possibilité pour faire face à des épisodes de manque de fourrage.

Bien que la pérennité des arbres au sein du système d'exploitation soit un facteur difficile à évaluer, il est néanmoins attendu que les agriculteurs dans le premier cas (bois d'œuvre – ou non – avec impacts positifs de l'arbre sur sols à forte RUE) seront plus enclins à replanter, eux ou leurs successeurs / repreneurs. Inversement, ceux dans le deuxième cas (qui n'ont généralement pas fait de bois d'œuvre, et n'observent que peu d'impacts positifs sur le système herbager), seront moins enclins à replanter, sauf dans le cas où ils y trouvent une motivation autre que le revenu économique, comme les bénéfices techniques, par exemple. Les agriculteurs en arbres fruitiers, eux, replanteront certainement, les bénéfices économiques presque immédiats qu'ils en retirent étant toujours largement suffisants pour compenser la perte de prairie là où c'est le cas, ou une fois de plus être un apport bienvenu dans les cas où la prairie bénéficie de la présence des arbres plutôt qu'elle n'en souffre.

Cependant, les exploitations étaient toutes entourées de haies, de bosquets, etc... Les prairies en agroforesterie intraparcellaire étaient de ce point de vue importantes pour le confort ovin, mais les exploitations visitées ayant très souvent de nombreuses alternatives à l'arbre intraparcellaire, les éleveurs ne comptaient donc pas sur la parcelle en agroforesterie intraparcellaire en particulier pour le bien-être de leurs animaux.

Enfin, la production d'arbres, et notamment de bois d'œuvre, étant très souvent une pratique faite pour bénéficier la génération d'exploitants suivante, il paraît important que, en accord avec les préconisations de centres forestiers comme le CRPF ou l'ONF, les agriculteurs en agroforesterie sensibilisent leurs successeurs – lorsqu'ils les connaissent – au rôle de l'arbre au sein des systèmes d'élevage, afin que la génération d'après reprenne le flambeau. Les agriculteurs doivent également être mieux formés à la conduite des arbres à essences forestières, ainsi qu'au circuit de leurs débouchés. Nous recommandons donc que les centres de recherche et bureaux d'études informent les agriculteurs sur les débouchés potentiels, tant en termes d'utilisation que de revenus, afin que les agriculteurs aient une vision claire de la pratique qu'est l'agroforesterie à essences forestières en modalité intraparcellaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agence Bio (2014) *Chiffres de la bio en France en 2014*. Agence-bio [Internet] disponible sur <http://www.agencebio.org/la-bio-en-france> [Accédé le 03/03/2016].
- Alexandre (2002) *Initiation à l'agroforesterie en zone sahélienne*. Paris, IRD et Karthala Editions.
- Balandier, P. et Dupraz, C. (2000). Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France. *Agroforestry Systems*. 43, pp 151-167.
- Brenner, A. J. (1996) Microclimatic modifications in agroforestry. In: Ong, C. K., and Huxley, P. *Tree-crop interaction, a physiological approach*. Wallingford, CABI International.
- Castillon (2005). *La production et l'utilisation de l'herbe: de la pousse de l'herbe à la gestion du pâturage*. Chambre d'agriculture du Midi-Pyrénées. [Internet] Accessible depuis : <http://www.mp.chambagri.fr/La-production-et-l-utilisation-de.html> [Accédé le 17/03/2016].
- Climate-Data (2016) Climate-data [Internet] Accessible depuis : <http://fr.climate-data.org/> [Accédé le 23/03/2016].
- Croisier et Croisier (2012) *Alimentation animale; besoins, aliments et mécanismes de la digestion des animaux d'élevage*. Editions Educagri, Dijon.
- Croisier et Croisier (2014) *Alimentation animale; raisonnement du système fourrager en élevage*. Editions Educagri, Dijon.
- CRPF (n.d.) Centre Régional de la Propriété Forestière, *Gestion des peuplements mélangés feuillus résineux*. [Internet] Accessible sur : <http://www.crfp.fr/Bretagne/pdf-information/Gestion-peuplements-melanges.pdf> [Accédé le 05/03/2016].
- CRPF (2009) Centre Régional de la Propriété Forestière, *Principes de croissance d'un arbre*, CRPF Limousin. [Internet] Accessible sur <http://www.crfp-limousin.com/sources/files/principes%20de%20croissance%20d%20un%20arbre.pdf> [Accédé le 03/03/2016].
- CRPF (2015) Centre Régional de la Propriété Forestière, *Cours des bois sur pied*. [Internet] Accessible sur <http://www.foretriveefrancaise.com/cours-des-bois-sur-pied-149926.html> [Accédé le 03/03/2016].
- CRPF (2015 :b) Centre Régional de la Propriété Forestière, *Pratique*. [Internet] Accessible depuis : http://www.crfp.fr/ifc/revue/072P09_Generation.pdf [Accédé le 25/03/2016].
- Darcan et Güney (2007) Alleviation of climate stress of dairy goat in the mediterranean climate. *Small ruminant research*. 74, pp 212-215.
- Dupraz, C. Et Liagre, F. (2008) *Agroforesterie, des arbres et des cultures*. 2^{ème} édition. Editions France Agricole

- FAO (n.d.) Pinus Radiata, essence exotique. *Archives de documents de la FAO*. [Internet] Accessible depuis : <http://www.fao.org/docrep/x5394f/x5394f03.htm> [Accédé le 10/10/2015].
- Farm Forestry New Zealand (2008) Farm Forestry New Zealand [Internet] Accessible sur : <http://www.nzffa.org.nz/farm-forestry-model/resource-centre/tree-grower-articles/> > [Accédé le 03/03/2016].
- Ferraton et Touzard. (2009) *Comprendre l'agriculture familiale*, Editions Quaé, Gembloux.
- Forest Owners Association (2014) Sustainable Plantations, *Forest Owners Association*. [Internet] Accessible depuis: <http://www.nzfoa.org.nz/plantation-forestry/sustainable-plantations> [Accédé le 12/11/2015].
- Fuquay (1981) Heat stress as it affects animal production. *Journal of animal science*. 52:1, pp 164-174.
- GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de~)]. GIEC, Genève, Suisse.
- GIEC (2013) GIEC. (2013) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. [Internet] disponible sur <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>> [accédé le 09/10/2015]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Gillham, B. (2000) The research interview. London, Continuum.
- Gregory (1995) The role of shelterbelt in protecting livestock, a review. *New Zealand journal of agricultural research*. 38 :4, pp423-450.
- Guérin et Al. (2002) Sylvopastoralisme, les clés de la réussite. Institut de l'Élevage.
- Guiton et al (1993) vingt ans de recherche agroforestière en Nouvelle-Zélande : quels enseignements pour l'Europe? Partie 2. *Revue forestière française*, 6, pp523-538.
- GRET. (1990) *Manuel d'agronomie tropicale appliqué à Haïti*. Groupe de Recherche et d'Echange Technologique, GRET, Paris.
- Hansen, et. Al. (2012) Scientific case for avoiding dangerous climate change to protect young people and nature. Cornell University online Library. [Internet]. Disponible sur <<http://arxiv.org/abs/1110.1365>> [accédé le 09/10/2015]
- Hubert (1997) *Vos bois, mode d'emploi*. Paris, IDF.
- Huxley, P. (1999) Tropical agroforestry. Blackwell Science. Mazoyer, M. et Roudard, L. (2002) *Histoire des agricultures du monde*. Editions du Seuil, Paris.
- IDELE (2010), in InterBeV (2013): Chiffres clés 2013: productions ovines lait & viande. *Institut de l'élevage*. [Internet] Accessible depuis : <http://www.interbev.fr/wp->

<content/uploads/2014/01/chiffres-cles-2013-productions-ovines-lait-et-viande.pdf>

[Accédé le 27/11/2015].

- Knowles et. Al. (1999) Developing a canopy closure model to predict overstorey/understorey relationships in *Pinus radiata* silvopastoral systems. *Agroforestry Systems*. 43, pp109-119.
- Jose et. Al. (2004) Interspecific interactions in agroforestry. *Agroforestry Systems*. 61, pp 237-255.
- Léger et. Al. (2000) Outils et méthodes pour analyser les ressources au pâturage. **In Bourbouze A. (ed.) , Qarro M. (ed.) . Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l' élevage sur parcours.** Pp205-215.
- Leridon, H. and de Marsily, G. (2011) Démographie, climat et alimentation mondiale. *Académie des sciences*. [internet] Available from: <<http://www.academie-sciences.fr/activite/rapport/rst32.htm>> [Accessed 14 February 2013]. Liagre, F.
- MAAF (2015) Agro-écologie, produisons autrement. *Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt*. [Internet]. Accessible depuis http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/151215-ae-agrofesterie-v2_plan.pdf [Accédé le 01/02/2016].
- MAAF (2015) Stéphane Le Foll précise les moyens d'encourager l'agorforesterie, notamment à travers la PAC. *Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt*. [Internet]. Accessible depuis <http://agriculture.gouv.fr/stephane-le-foll-precise-les-moyens-dencourager-lagroforesterie-notamment-travers-la-pac> [Accédé le 14/03/2016].
- Michon, E (2015) *Agriculteurs à l'ombre des forêts du monde*. Actes Sud, IRD Editions.
- Moreno, et. Al. (2006) Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas with management practices. In *Agroforestry systems*. 2007, 70, pp25-40.
- Nair, P. K. R. (1993) *An introduction to agroforestry*. Dordrecht, Kluwer Publishers.
- OCDE (2015) Organisation pour la Coopération et le Développement Economique; *Trade and agriculture directorate ; agriculture and climate change*. [Internet] Accessible depuis : <https://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/agriculture-climate-change-september-2015.pdf> [Accédé le 25/03/2016].
- ONF (n.d.) Office National des Forêts. *Exploiter la forêt est un acte de gestion durable* [Internet] Accessible depuis : http://www.onf.fr/gestion_durable/sommaire/action_onf/commercialiser/offre/20080918-121819-329940/@_@index.html [accédé le 02/04/2016].
- Papanastasis (1995) Effects of thinning, fertilisation and sheep grazing on the understory vegetation of *Pinus pinaster* plantations. *Forest ecology and management*. 77, pp181-189.
- Pollard, J. C. (2006) Shelter for lambing sheep in NZ, a review. *New Zealand journal of agricultural research*. 49:4, pp395-404.

- Prache, S. et Peyraud, J. L. (1997) Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovins et ovins. *INRA, Productions animales*. 10 :5, pp377-390.
- Roche, M. (1963) *Hydrologie de surface*. Office de la Recherche Technique et Scientifique d'Outre-Mer. Editions Gauthier Villards, Paris.
- Schroth, G. et. Al. (2000) Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry systems*. 50 pp.199-241.
- Semenov, M. A. and Halford, N. H. (2009) Identifying target traits and molecular mechanisms for wheat breeding under a changing climate. *Journal of experimental botany*. 60:10, pp. 2791-2804.
- Shipley, L. (1999) Grazers and browsers: how digestive morphology affects diet selection. In: Launchbaugh, K. L. et. Al. *Grazing behavior of livestock and wildlife. Idaho Forest, wildlife & range Exp. Sta. Bull.* 70. pp20-27.
- Silva-Pando et. Al. (2002) Pasture production in a silvopastoral system in relation with microclimate variables in the Atlantic coast of Spain. *Agroforestry Systems*. 56. Pp 203-211.
- Teixeira et.al. (2003) Soil Water. Chapter 11. In: Schroth, G. and Sinclair, F. L. Eds; *Trees, crops and soil fertility*. Wallingford. Cab International.Torres (1983).
- Van Laer et. Al. (2015) Effect of summer conditions and shade on the production and metabolism of Holstein dairy cows on pasture in temperate climate. *Animal*. 9:9. Pp 1547-1558.
- Young, A. (1997) *Agroforestry for soil management*. CAB International, Wallingford.

ANNEXES

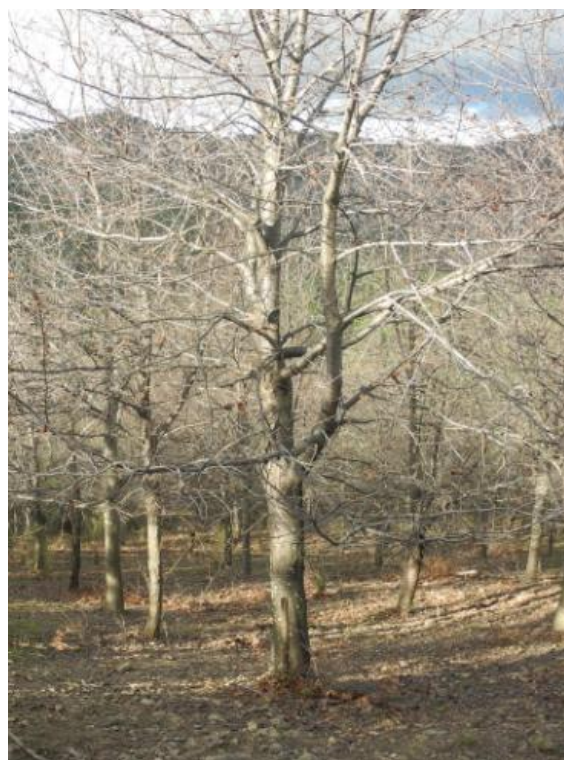
Annexe I : Types d'agriculteurs rencontrés

Type (effectifs)	Chargement global UGB / ha	SAU (incluant parcours)	Localisation	Autres ateliers	Fruitiers	Concentrés / kgc / kgl	Nombre en Bio	Vente Directe	UMO salariée
Ovins lait sous arbres (2)	0,3 et 2	40 à 50	Basse montagne	Transformation	1/2	0.8 kg / L	1/2	1/2	0
Spécialisé ovin viande (1)	2,2	11.5	Plaine	Double actif	1 (perso)	1,8	0/2	0	0
Ovins sur parcours en zones sèches (4)	0,15 à 0,45	78 à 280	Basse montagne	Bois énergie (1)	0	1,3 à 2	0/4	1/4	0
Polyculture-élevage ovin – céréales (5)	De 0,4 à 2	78 à 176	Plaine	Fruits, volailles	1/5	Important : 3 à 10	1/5	2/5	1 ou + (5/5)
Arbres avec petit troupeau ovin à but entretien (3)	De 0,08 à 0,15	10 à 20	Plaine	Maraîchage et fruits (1)	2/3	0 à 1	2/3	2/3	0 (2/3) (1/3)
Fruitiers avec troupeau ovins (5)	De 1 à 2,5	> 20 ha	Plaine	Céréales (1)	5/5	0; 1,5; 3	4/5	4/5	0 (4/5) et 1
Elevage mixte ovins – bovins (3)	1,2	32, 73 et 150	Plaine et basse montagne	Bois d'œuvre (2)	1	1,35 (1) et n.r. (1)	En Partie (1)	1	++ (2) et 0 (1)
Elevage mixte ovins – autres (caprins, volailles, gibier, canin) (5)	1 à 1,86 (4) et 4 (1)	22 (1), 42 à 75	Plaine (1) et basse montagne (4)	Bois d'œuvre (4)	1	3 à 6	1 / 5	1	++ (2) et 0 ou 1 (3)
Spécialisées bovins (2)	1	63 à 75	Moyenne montagne	Bois d'œuvre (2) et lait + transfo (1)	0	X	0/2	0	0
Bovins lait diversifiées (2)	0,7 et 3,1	55 et 67	Plaine	Petit troupeau ovin (1), transfo lait et fruits (1), petit atelier céréales (2)	1	X	1/2	1	1 (1) et 2+ (1)

ANNEXE II : La production de bois d'œuvre

Conditions pour faire du bois d'œuvre

Selon Hubert (1997), les arbres à bois d'œuvre sont des arbres qui ont été suivis dès les débuts de la plantation pour leur port droit. La rectitude est en effet une qualité *sine qua non* pour faire du beau bois d'œuvre.



Figures XXV (gauche) et XXVI (droite) : à gauche, des merisiers bien élagués à 5 m de haut, bons pour le bois d'œuvre, dans les Pyrénées Orientales. A droite, un merisier pas élagué, sans débouchés de bois d'œuvre, dans les Cévennes.

Photos : Matthias THIERY,

L'absence de nœuds est une deuxième condition très importante. Elle est remplie si l'agriculteur a bien fait l'élagage au cours des années suivant l'implantation de l'arbre. Le but est d'empêcher les nœuds de se former. Les nœuds sont la « racine » de la branche qui est dans le tronc. Plus la branche est épaisse, plus l'ancrage dans le tronc l'est, et donc plus le nœud l'est aussi. Les nœuds ont une densité plus élevée, donc se comportent différemment : ils sèchent moins vite, se dégradent moins vite, peuvent se désolidariser. Ils présentent des problèmes d'ordre mécaniques dans le tronc. Il faut intervenir et enlever les branches basses avant qu'elles ne fassent plus de 3 à 5 centimètres (même si certaines essences peuvent tolérer un élagage jusqu'à 10 cm de large à la base).

Enfin, dernière condition : l'intégrité physique de l'arbre doit être respectée.

Les arbres dont l'écorce est abîmée, à moins que le défaut ne soit mineur, ne se développent pas bien, et ne pourront faire que du bois d'industrie.



Figure XXVII : Tronc de merisier ayant éclaté à cause de l'excès de chaleur, en Languedoc-Roussillon.

Photo : Matthias THIERY, département de l'Aude

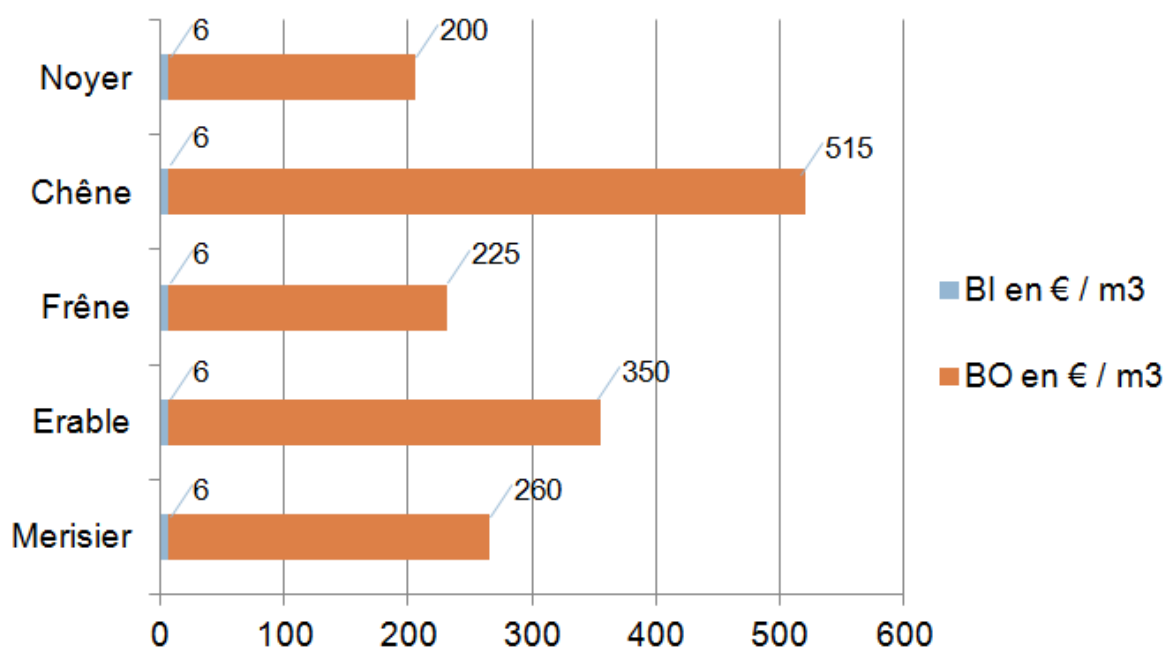


Figure XXVIII : Comparaison cours bois sur pied bois d'industrie (BI) vs. bois d'œuvre (BO). Prix CRPF 2015

Le diagramme ci-dessus montre les vastes disparités de prix entre des arbres ayant été bien élagués, et les mêmes arbres ne l'ayant pas été. Les prix sont issus du catalogue du CRPF 2015, et sont en € / m³. Ainsi, le noyer se négocie entre 200€ et 2 000€ / m³ pour les rares pièces ayant une hauteur de bille de 6 m, soit un écart de 30 à 330 fois entre le prix en BI et

BO. Ceci est vrai pour les autres bois précieux d'ébénisterie, alisiers, cormiers, fruitiers (ONF, 2015). D'après une conversation avec Mr Thiévenaz, expert forestier, les billes de noyers qui vont atteindre des prix tels que 2 000 € / m³ sont les billes qui font dans les 6 mètres de haut, d'épaisseur considérable, et qui sont utilisées dans l'immobilier de luxe – bureaux, sièges d'entreprises, etc... – ce qui est à la portée d'un agriculteur s'il a bien fait l'élagage. L'écart de prix entre le chêne BI et BO est de 6€ à 515 € pour la meilleure qualité, soit un écart de 85 fois entre les deux. Les frênes et merisiers, eux, ont un écart de prix de 37 et 43 fois entre le prix BI et BO, et enfin l'érable a un écart de prix de 58 fois entre les deux. Plus de prix sont donnés dans l'annexe XXX : cours des bois sur pied.

Annexe III : Cours des bois sur pieds 2015, CRPF

PRIX MOYENS PAR QUALITÉ RELEVÉS EN FORÊTS (EN EUROS/M ³ /SUR PIED) – Mars 2015					
Qualité L ¹	Diamètre ²	Défauts ³	Utilisation	Prix ⁴	Évolution ⁵
Chêne					
A 3m →	55 et +	○	Tranchage 1 ^{er} choix	515 et +	↔
A 3m	50 et +	○	Tranchage 2 ^e choix	380 et +	↔
B 3m	50 et +	●	Plot ébénisterie	380 et +	↔
B 1,20 m	50 et +	●	Merrain	144 à 281	↗
B 3m	50 et +	● courbures, nœuds	Plot menuiserie	307	↔
C 3m	45 et +	● ●	Plot dépareillé	165	↔
C 2m	35 et +	● ●	Avivés	63 à 86	↔
C 3m	40 et +	● ●	Charpente	70 à 86	↔
C 3m	40 et +	● ●	Châssis	40	↔
D 2m	30 et +	● ● ●	Traverse	21	↔
D 1,50 m →		● ● ●	Palette	6 ←	↔
Hêtre					
A 3m →	55 et +	○	Tranchage	130 et +	↔
B 3m	50 et +	● cœur rouge exclu	Plot 1 ^{er} choix	68 à 98	↔
B 2,5 m	45 et +	● cœur rouge exclu	Déroulage	57 à 90	↔
C 3m	45 et +	● ●	Plot 2 ^e choix	23 à 30	↔
C 2m	35 et +	● ●	Avivés	13 à 25	↔
C 1,50 m	35 et +	● ●	Calage	13 à 19	↔
D 1,80 m	30 et +	● ● ●	Traverse	11 à 16	↔
D 1,50 m →	30 et +	● ● ●	Palette	2 à 6 ←	↔
Châtaignier					
A 3m →	50 et +	○	Tranchage	222 et +	↔
B 3m	45 et +	●	Plot 1 ^{er} choix	98 à 192	↔
B 3m	40 et +	●	Plot 2 ^e choix	47 à 102	↔
C 3m →	40 et +	● ●	Charpente	31 à 73	↔
C 1,50 m	30 et +	● ●	Avivés	18 à 44	↔
D 1,50 m →	20 et +	● ● ●	Piquet	15	↔
Peuplier					
A 2,5 m	45 et +	○ bille élaguée, bois blanc	Déroulage 1 ^{er} choix	41 à 52	↔
B 2,5 m	40 et +	● bille élaguée	Déroulage 2 ^e choix	31 à 42	↔
C 2m	35 et +	● ●	Sciages	11 à 20	↔
Frêne					
A 3m →	50 et +	○	Tranchage	225 et +	↔
B 3m	45 et +	● cœur noir exclu	Plot	138 à 182	↔
C 2m →	35 et +	● ●	Sciages	41 à 78	↔
Merisier					
A 3m →	50 et +	○	Tranchage	260 et +	↔
B 3m	45 et +	● veine verte exclue	Plot	100 à 150	↔
C 2m →	35 et +	● ●	Sciages	30 à 55	↔
Érable sycomore					
A 3m →	50 et +	○ mais fibre ondulée recherchée	Tranchage	350 et +	↔
B 3m	45 et +	●	Plot	145 à 175	↔
C 2m →	35 et +	● ●	Sciages	65	↔

Source : CRPF (2015)

Le tableau ci-dessus, issu d'une publication du CRPF, montre les cours du bois sur pied (non abattus) pour différentes essences. La première colonne classe les arbres par qualité et hauteur de bille, et non par diamètre, car c'est bien de ce facteur que dépend le prix d'un arbre. Le CRPF note qu'une seule bille d'arbre peut être composée de plusieurs tronçons dont la qualité

varie, et que donc, chaque mètre cube de l'arbre ne vaut pas un autre. La deuxième colonne revient donc sur le diamètre de l'arbre (à DBH – Diamètre au niveau de la poitrine –). La troisième colonne revient sur les défauts, les ronds blancs représentant une absence de défauts, et les ronds noirs représentant des défauts. Plus les ronds sont nombreux, plus les défauts le sont. La quatrième colonne représente, elle, l'utilisation qui en est faite, la cinquième met un prix sur ces catégories, et enfin la dernière montre la tendance.

Des flèches rouges ont été ajoutées à côté de certaines essences rencontrées, pour plusieurs niveaux de qualité.

Annexe IV : Tab test 1:

tableau croisé montrant le nombre d'agriculteurs observant un meilleur (1) ou moins bon (0) maintien de l'herbe (sur colonne) et une meilleure (1) ou moins bonne (0) qualité de l'herbe (sur ligne).

```
. tab maintien_herbe quaity_grass
```

maintien_h erbe	quaity_grass		Total
	0	1	
0	5	6	11
1	5	15	20
Total	10	21	31

Annexe V : Tab test 2 :

Tableau croisé d'agriculteurs observant un bon (1) ou moins bon (0) maintien de l'herbe (sur colonne) et une quantité d'herbe produite (sur ligne) similaire (1) ou moindre (0)

```
. tab maintien_herbe quantityreviewed
```

maintien_h erbe	quantity reviewed		Total
	0	1	
0	9	2	11
1	6	14	20
Total	15	16	31

Annexe VI : Tab test 3:

tableau croisé d'agriculteurs sur forte (1) et faible (0) RUE (sur colonne) observant une bonne (1) ou moins bonne (0) qualité de l'herbe (sur ligne)


```
. tab sol quaity_grass
```

sol	quaity_grass		Total
	0	1	
0	4	6	10
1	6	15	21
Total	10	21	31

Annexe VII : probit test 1:

impact de la RUE sur la productivité herbagère sur les prairies arborées.

```
Iteration 0: log pseudolikelihood = -21.471431
Iteration 1: log pseudolikelihood = -17.723397
Iteration 2: log pseudolikelihood = -17.721744
Iteration 3: log pseudolikelihood = -17.721744
```

Probit regression

```
Number of obs   =      31
Wald chi2(2)    =      5.11
Prob > chi2     =    0.0778
Pseudo R2      =    0.1746
```

Log pseudolikelihood = -17.721744

quantityre~d	Robust		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
sol	1.503221	.6731095	2.23	0.026	.1839503	2.822491
centre	.5924682	.5879596	1.01	0.314	-.5599115	1.744848
_cons	-1.296559	.7839036	-1.65	0.098	-2.832982	.2398634

Annexe VIII : probit test 2 :

impact de la RUE sur le maintien de l'herbe en période estivale sur les parcelles arborées.

```
. probit maintien_herbe sol centre, robust
```

```
Iteration 0: log pseudolikelihood = -20.16211
Iteration 1: log pseudolikelihood = -16.292743
Iteration 2: log pseudolikelihood = -16.280961
Iteration 3: log pseudolikelihood = -16.28096
```

```
Probit regression      Number of obs   =      31
                      Wald chi2(2)    =      6.93
                      Prob > chi2     =    0.0312
Log pseudolikelihood = -16.28096      Pseudo R2      =    0.1925
```

	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
sol	1.470756	.5848353	2.51	0.012	.3244999	2.617012
centre	.1777915	.5671858	0.31	0.754	-.9338722	1.289455
_cons	-.6641841	.6537585	-1.02	0.310	-1.945527	.617159

Annexe IX : Probit test 3 :

impact de la RUE sur la qualité de l'herbe sur les parcelles arborées.

```
. probit quaity_grass sol centre, robust
```

```
Iteration 0: log pseudolikelihood = -19.492781
Iteration 1: log pseudolikelihood = -19.059908
Iteration 2: log pseudolikelihood = -19.059086
Iteration 3: log pseudolikelihood = -19.059086
```

```
Probit regression      Number of obs   =      31
                      Wald chi2(2)    =      0.97
                      Prob > chi2     =    0.6145
Log pseudolikelihood = -19.059086      Pseudo R2      =    0.0222
```

	Coef.	Robust Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
sol	.4626417	.5335738	0.87	0.386	-.5831438	1.508427
centre	.3542023	.500959	0.71	0.480	-.6276592	1.336064
_cons	-.031865	.5769122	-0.06	0.956	-1.162592	1.098862

Annexe X : Résultats de l'ACM de la typologie 1

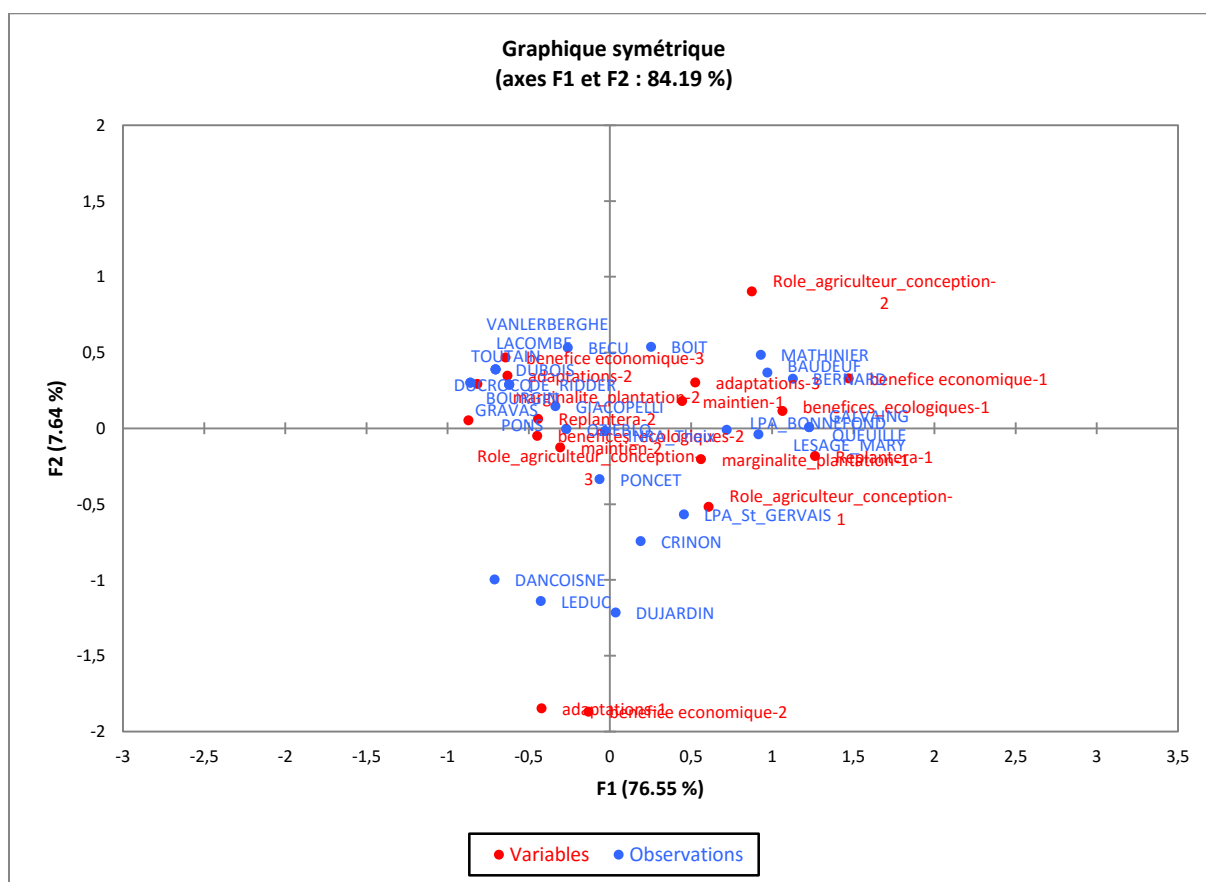


Figure XXX : Résultats de l'ACM de la typologie 1

L'ACM de l'axe 2 classe les agriculteurs en 3 groupes, principalement répartis sur l'axe horizontal (76,55%). L'axe vertical est peu important (7,64%) dans l'interprétation des groupes.

Annexe XI : Résultat de la CAH de la typologie 1

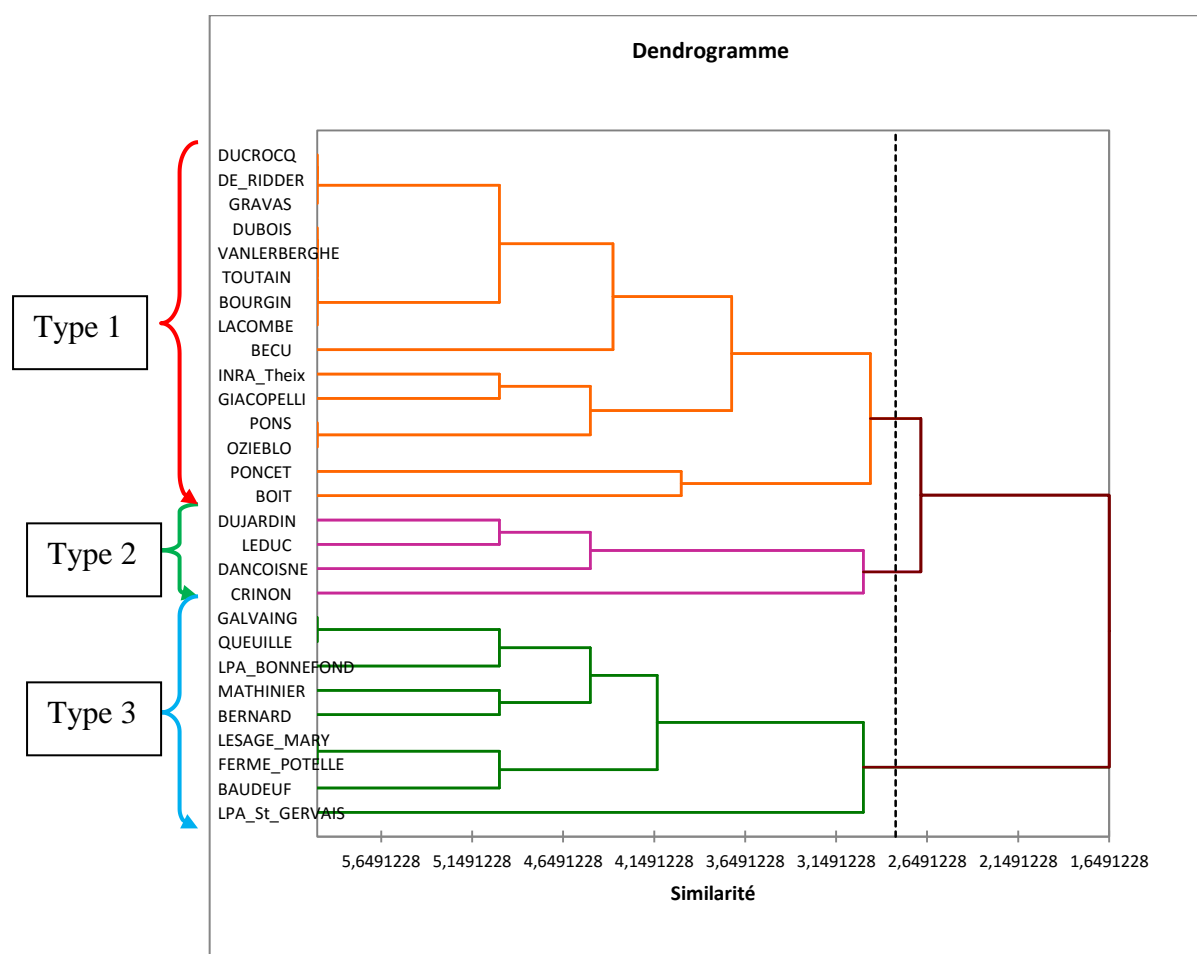


Figure XXX : résultats de la CAH de la typologie 1

La CAH met en valeur les groupes créés dans l'ACM. 3 groupes sont bien distincts, qui sont les suivants :

Annexe XII : Résultat de l'ACM de l'axe d'analyse 3

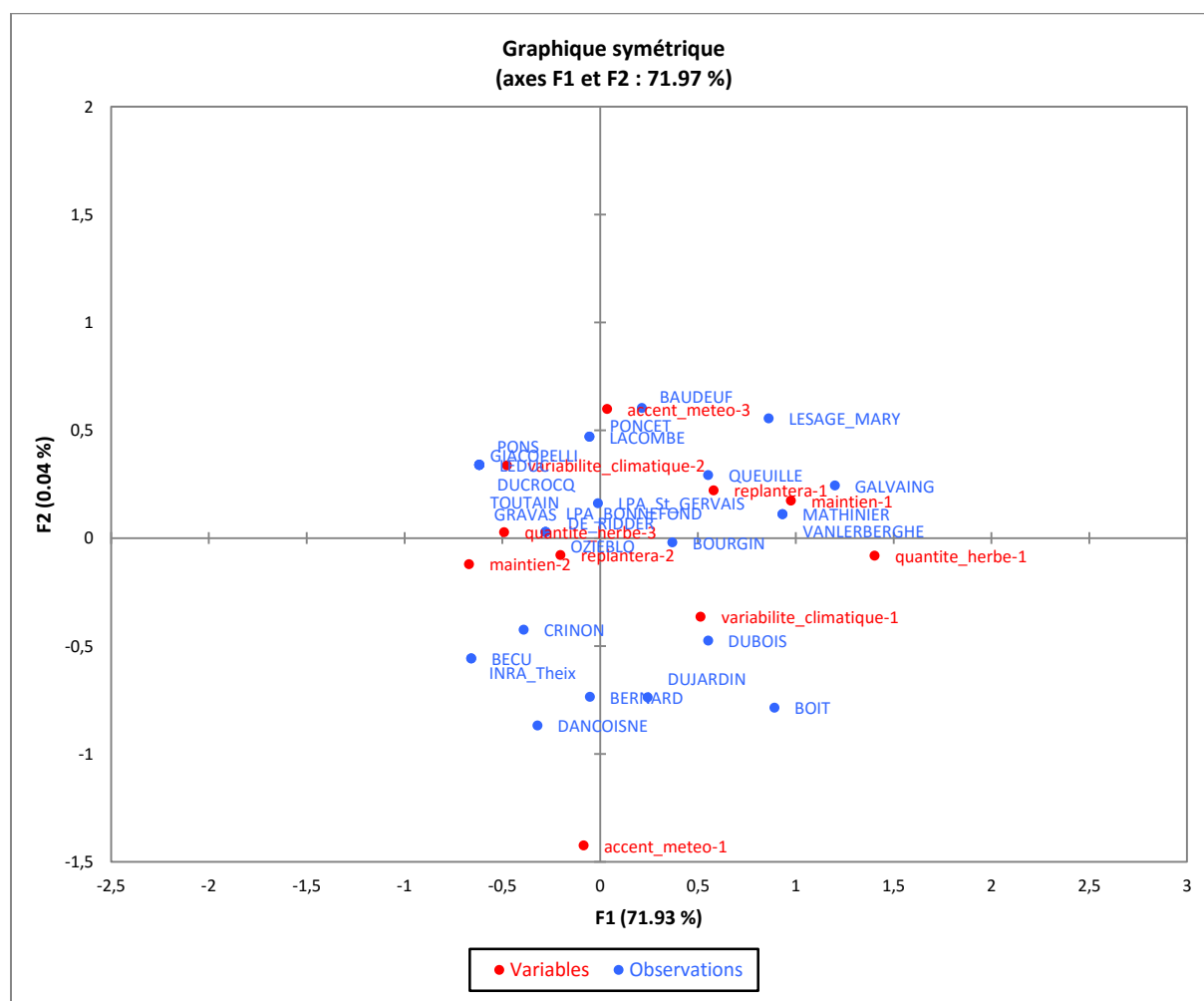


Figure XXX : résultats de l'ACM de l'axe d'analyse 3

Annexe XIII : Résultat de la CAH de l'axe d'analyse 3

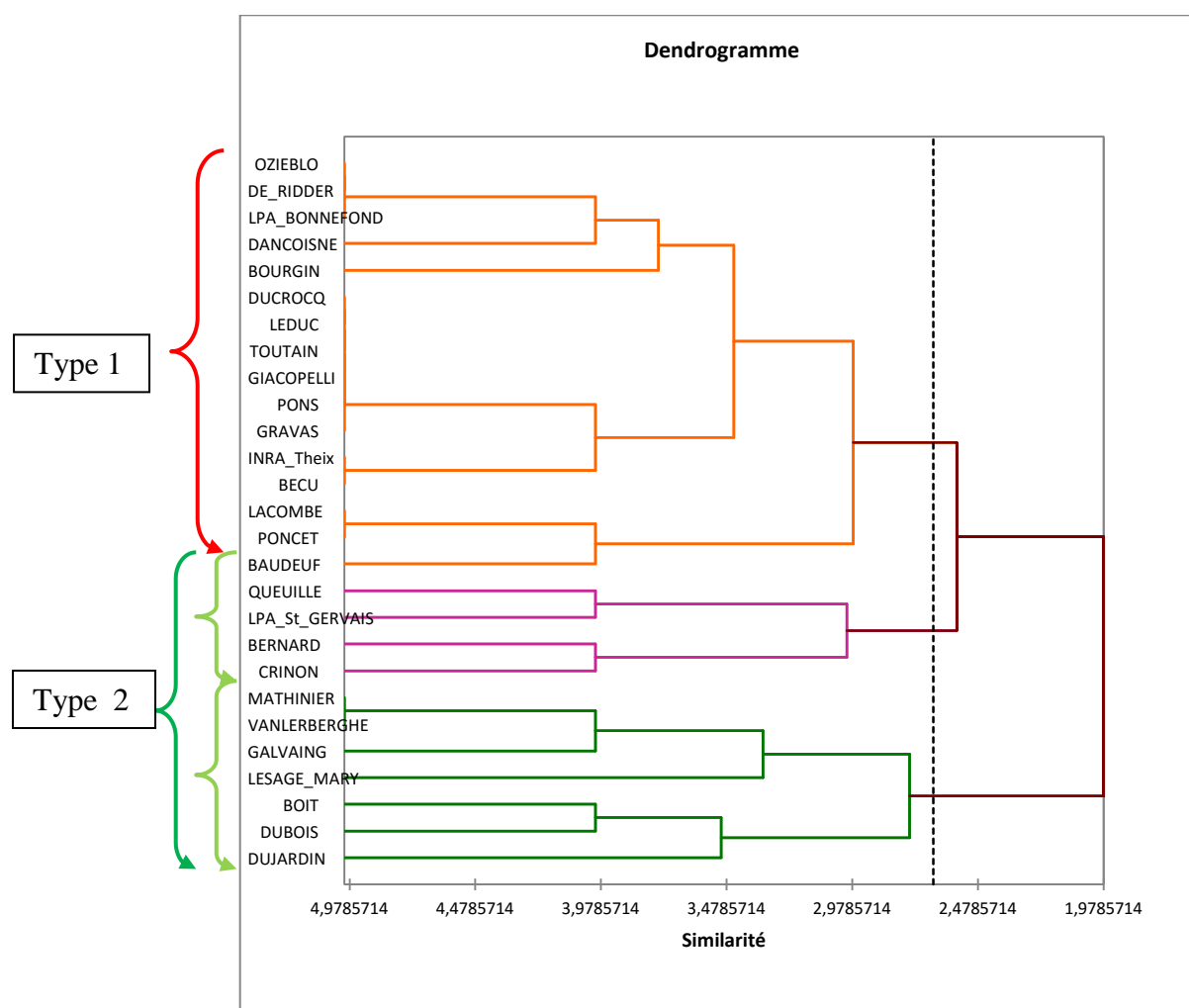


Figure XXX : résultats de la CAH de l'axe d'analyse 3

Dans le cadre de la typologie des éleveurs en fonction de l'utilisation des arbres comme solution potentielle d'adaptation au changement climatique, les deux sous-groupes du type 2 n'étant pas différenciés par des variables allant dans ce sens, ces deux sous-groupes sont traités comme un seul groupe, le type 2.

Annexe XIV : comparaison des avantages et inconvénients des différents types d'arbres rencontrés

Le tableau ci-dessous récapitule les 5 principaux systèmes agroforestiers rencontrés (dans son terme plus étendu, incluant les haies, les bosquets, les arbres isolés, et bien sûr les parcours) ainsi que leurs différentes caractéristiques en termes d'apports techniques, apports économiques, et apports « en nature ».

Tableau VI : comparaison des avantages et inconvénients des différents types d'arbres rencontrés

Types d'arbres	Arbres intra-parcellaires	Haies	Arbres isolés	Parcours	Bosquets
Production de bois d'œuvre	Possible	Difficile	Difficile	Difficile	Possible
Production de bois d'industrie	Possible	Possible	Possible	Possible	Possible
Production de fruits	Possible	Possible	Difficile	Difficile	Difficile
Autres: glands, châtaignes, etc.	Possible, mais rare	Possible, mais rare	Possible	Souvent	Possible
Répartition de l'impact des arbres	Très réparti	Localisé	Très localisé	Très réparti	Localisé
Limitation de l'érosion	Oui	Oui	Faible	Oui	Localisée
Protection vent	Oui	Oui	Faible	Oui	Oui
Protection soleil	Oui	Localisée	Très localisée	Oui	Oui
Protection pluie	Oui	Faible	Très localisée	Oui	Oui
Piétinement	Réparti	Localisé	Très localisé	Réparti	Réparti
Portance améliorée	Oui	Moyen (piétinement)	Non (piétinement)	Oui	Oui
Infiltration améliorée	Oui	Moyen (piétinement)	Non (piétinement)	Oui	Oui
Protections arbres	Oui	Oui	Oui	Non	Variable
Production fourragère	Possible	Possible	Possible	Possible	Possible
Diversité des essences plantées	Possible, mais rare	Souvent diversifiées	Faible	Possible	Possible

RESUME

Cette étude s'intéresse au rôle de l'arbre intraparcellaire sur les exploitations ovines en France, et l'utilisation potentielle de l'arbre comme stratégie d'adaptation au changement climatique. Nous avons parcouru un territoire important afin de couvrir autant de zones agroécologiques possibles.

Nous détaillons la conduite des deux grands types d'agroforesterie rencontrés au cours de cette étude, les plantations à essences forestières, et les plantations à essences fruitières. Les dernières s'avèrent être les plus contraignantes, mais également les plus productives, et offrent, comme les autres, des bénéfices intéressants au niveau technique. Il ressort de notre étude que chez les planteurs forestiers, la plupart ont planté leurs arbres pour des bénéfices techniques, et non pas économiques.

Nous trouvons que les exploitations à forte RUE (Réserve Utile en Eau) sont celles qui offrent le plus de bénéfices des arbres, en termes de meilleur maintien de l'herbe lors des épisodes de chaleurs estivales, ainsi que le moins de compétition entre les arbres et la prairie, et donc une plus grande productivité herbagère ($P \text{ value} < 0,05$, résultat statistiquement très significatif). Les exploitations situées sur des sols à forte RUE sont donc non seulement très adaptées à l'agroforesterie en général, mais, grâce à ce meilleur maintien de l'herbe, offrent également les meilleures possibilités d'adaptation au changement climatique. Les exploitations situées sur des zones à faible RUE ne bénéficient pas de ces caractéristiques.

Nous trouvons que de nombreux éleveurs agroforestiers à essences forestières étaient peu formés à la conduite des arbres, et recommandons donc plus d'échanges avec les centres forestiers afin de vulgariser les itinéraires techniques de conduite des arbres à essences forestières, ainsi que d'ouvrir des perspectives pour la valorisation des arbres. Enfin, pour faire face à un manque d'engagement des repreneurs, problème courant en foresterie, nous recommandons de sensibiliser les successeurs à la présence et à l'utilité des arbres au sein du paysage agricole.

Mots clés

Agroforesterie, ovins, arbres intraparcellaires, essences fruitières, essences forestières, maintien de l'herbe, réserve utile en eau, bois d'œuvre

Pour citer cet ouvrage : Thiery, Matthias (2015). Le rôle de l'arbre intraparcellaire au sein des systèmes d'élevage ovins en France, et son utilisation comme potentielle stratégie d'adaptation au changement climatique. Rapport de stage, présenté pour le master Agris Mundus en agronomie, DARS, RESAD, Montpellier SupAgro. 106 pages

Montpellier SupAgro, Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques de Montpellier, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier cedex 02. <http://www.supagro.fr>