

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Première approche de la contribution de
l'élevage laitier au maintien des services
écosystémiques

Nadège Michelin
Option Elevages et Systèmes de Production
Septembre 2013

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Première approche de la contribution de
l'élevage laitier au maintien des services
écosystémiques

Nadège Michelin
Option Elevages et Systèmes de Production
Septembre 2013

Maître de stage : Vincent Manneville
Tuteur pédagogique : Fabienne Blanc

« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

Résumé

En France, la production de lait est très importante, avec une augmentation de la productivité et de la taille des exploitations, palliant la diminution du nombre de vaches et d'exploitations. Depuis le Millennium Ecosystem Assesment en 2005, il est reconnu que les écosystèmes rendent des services nommés services écosystémiques, dont la société tire des bénéfices. L'INRA a proposé une classification de ces services en trois catégories : les services de production, les services intrants et les services hors revenu agricole. L'élevage, considéré comme un agro-écosystème, rend également des services à la société en parallèle de la production, pour lesquels il n'est pas rémunéré. Ce projet effectué par l'Institut de l'Élevage porte sur l'étude de ces services dans le cas des élevages de vaches laitières. Il est réalisé en partenariat avec la coopérative laitière française Sodiaal, qui est intéressée par un service en particulier : la conservation de la biodiversité. Une méthode a été élaborée permettant de qualifier et quantifier neuf services et 22 enquêtes d'éleveurs sur la zone de production de Sodiaal, à échelle nationale, ont été effectuées. Elles ont été classées selon leur système et le type de paysage auquel elles appartiennent. Les résultats montrent que l'élevage laitier a tendance à préserver ces différents services, bien que certains les limitent. Cette étude détaille les pratiques rencontrées et les résultats qui en découlent. Par exemple l'élevage laitier contribue au maintien des paysages grâce aux haies et autres infrastructures agro-écologiques qu'il entretient.

Mots clés : Services écosystémiques, systèmes bovin lait, biodiversité, paysage, méthode

Abstract

The milk production is very important in France, and the decrease of the number of cows and farms is offset by an increase of the productivity and the size of farms. Since the Millennium Ecosystem Assessment in 2005, it is known that ecosystems give some services to the society, for the human well-being. The French National Institute for Agricultural Research proposed a classification of these services in three categories: input services, production services and services apart from direct income of the farmer. Livestock as an agroecosystem give some services to the society and is not paid for it. This project by the French Livestock Institute is about the study of these services for dairy farms. It is in partnership with the French dairy cooperative Sodiaal, which is interested in a service particularly: the conservation of biodiversity. A method has been realized in order to qualify and quantify nine services and 22 farms in the production area of Sodiaal have been interviewed. These farms have been classified according to their systems and the type of landscape where they are. The results show that dairy livestock preserve these different services, although some limit them. This study shows the practices that explain the results. For example dairy farming contributes to maintaining landscape thanks to the hedges, trees and other agro-ecological infrastructure that it preserves.

Key words: ecosystem services, dairy systems, biodiversity, landscape, method

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Vincent, grâce à qui mon stage s'est très bien déroulé, dans la bonne humeur et la bonne entente. Nos discussions ont été très enrichissantes et il a su me laisser de l'autonomie tout en étant disponible et encadrant. Merci pour ses précieux conseils tant sur la conduite de notre projet que sur mon développement professionnel, et la rusticité développée durant ces six mois à Aubière !

Je remercie Gwenaëlle Garnier de Sodiaal pour sa confiance ainsi que Eric Auger, tout deux pour leur disponibilité et leurs différents conseils.

Je remercie aussi Fabienne Blanc pour son suivi, sa disponibilité et son écoute tout au long du stage.

Je remercie également les personnes que j'ai contactées et qui m'ont aidé à avancer dans ce projet, notamment Hélène Rapey, qui a eu la gentillesse de prendre du temps pour me conseiller.

Merci à tous les agriculteurs qui m'ont accueilli et ont accepté de consacrer du temps à mon projet.

Je tiens à remercier Alice, pour son aide et nos nombreuses discussions très utiles lors de ces six mois dans le même bureau, mais également pour ses qualités culinaires, ses côtés belges et son accent du Nord.

Je remercie également particulièrement les collègues de l'antenne d'Aubière, Carine, Gérard, Jean, Jean-Pierre, Marie-Christine, Jean et Jean-Luc, grâce à qui ces six mois ont été agréables, et qui m'ont également aidé sur le plan professionnel grâce à leur expérience et leurs conseils.

Il est également nécessaire d'évoquer le premier étage de la cité régionale de l'agriculture lorsqu'on évoque la bonne ambiance au travail ! Je les remercie pour les déjeuners parfois très animés, leur accueil et leur convivialité.

J'ai une pensée également pour tous mes amis de l'ENITA, pour les bons moments passés ensemble, nos sorties, nos rigolades, nos pauses tricots aussi. Mais je pense également à la bonne ambiance générale de l'école, aux différentes activités permises qui lui donnent sa convivialité reconnue.

Enfin, je remercie ma famille pour son soutien tout au long de ma scolarité et des différentes décisions que j'ai pu prendre, ainsi que pour leurs conseils et leur aide. Je tiens également à remercier Alban pour son soutien au quotidien.

Table des matières

Introduction	1
Partie 1 : Du contexte à la problématique	2
1. <i>Etat des lieux de la filière bovin lait en France</i>	2
1.1. La diminution du cheptel et du nombre d'exploitations françaises	2
1.2. Une typologie pour différencier les systèmes	2
1.3. Le devenir du lait produit	3
2. <i>De la prise en compte de la biodiversité à la notion de services écosystémiques</i>	4
2.1. La biodiversité et l'agriculture, les différentes échelles à étudier	4
2.2. L'élargissement de la biodiversité à la prise en compte des services écosystémiques	5
2.3. Les services rendus par l'élevage laitier, le début des recherches	6
3. <i>L'émergence de méthodes d'évaluation des services</i>	7
3.1. La définition d'un indicateur	7
3.2. Les méthodes existantes pour évaluer la biodiversité	8
3.3. L'émergence de l'évaluation des services rendus par les élevages	8
4. <i>Emergence de la problématique</i>	10
Partie 2 : Méthodologie	21
1. <i>L'échantillonnage des zones à enquêter</i>	21
1.1. L'analyse statistique de la zone de production de Sodiaal	21
1.2. L'analyse paysagère des départements à enquêter	25
2. <i>L'élaboration de la méthode d'évaluation des services</i>	27
2.1. Le choix d'un nombre limité de services pour plus de lisibilité	14
2.2. Les différents types de variables	15
2.3. L'agrégation des variables et critères	17
3. <i>La collecte, le traitement et la valorisation de l'information</i>	18
3.1. La collecte et le traitement de l'information	18
3.2. Le rendu individuel prévu aux éleveurs	18
Partie 3 : Résultats	19
1. <i>Un échantillon national aux paysages et systèmes variés</i>	19
1.1. Illustration aérienne et photographique des paysages enquêtés	19
1.2. Nature de l'échantillon d'exploitations enquêtées	22
1.3. Différents types de paysages identifiables	22
2. <i>Les services hors revenu agricole : une tendance globale de préservation</i>	23
2.1. La conservation de la biodiversité ordinaire et du paysage	23
2.2. La contribution à la qualité de l'eau	24
2.3. L'élevage laitier et la régulation au climat	27
3. <i>La préservation des services intrants</i>	28
3.1. La pollinisation	28
3.2. La stabilité structurale du sol	29
3.3. Le maintien de la fertilité des sols	57
4. <i>La contribution aux services de production</i>	29
4.1. La capacité nourricière	31
4.2. La capacité productive végétale	31
4.3. La capacité productive animale	32

5. <i>Mise en relation des services rendus par l'élevage laitier</i>	32
5.1. Les relations entre les différents services	32
5.2. La balance entre les trois types de services	34
Partie 4 : Discussion, limites et perspectives	35
1. <i>La méthode utilisée pour mesurer les services</i>	35
1.1. Les points forts de cette méthode	35
1.2. Les points faibles de la méthode	36
1.3. Les perspectives de cette méthode.....	36
2. <i>Les résultats obtenus et le contexte de l'étude</i>	37
2.1. L'échantillon obtenu.....	37
2.2. Des objectifs remplis	38
2.3. Une dynamique de recherche autour des services écosystémiques	38
2.4. Vers la rémunération des services, une idée controversée	39
Conclusion	40
Références bibliographiques	

Table des sigles

AOC : Appellation d'Origine Contrôlée
CDB : Convention pour la Diversité Biologique
CORPEN : Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement
DDT : Direction Départementale du Territoire
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
EA : Exploitation Agricole
FAO : Food and Agriculture Organisation (Organisation de l'alimentation et de l'agriculture)
GIP : Groupe d'Intérêt Public
GIS : Groupe d'Intérêt Scientifique
IAE : Infrastructures Agro-Ecologiques
Idele : Institut de l'Elevage
INRA : Institut National de Recherche Agronomique
Interbev : Interprofession du Bétail et de la Viande
MEA : Millennium Ecosystem Assessment
Otex : Orientation technico-économique
PAC : Politique Agricole Commune
PNUE : Programme pour les Nations Unies et l'Environnement
PP : Prairies Permanentes
PSE : Paiement pour Services Environnementaux
PT : Prairies Temporaires
SAU : Surface Agricole Utile
SFP : Surface Fourragère Principale
STH : Surface Toujours en Herbe
UGB : Unité Gros Bovin
UTH : Unité de Travail Humain

Table des figures

Figure 1 : Les effets de l'agriculture sur la biodiversité, trois échelles à prendre en compte. <i>Source : Le Roux et al 2008</i>	4
Figure 2 : Les services produits par les écosystèmes et leurs liens avec le bien être humain, <i>Source: traduit de Millennium Ecosystem Assessment, 2005</i>	5
Figure 3 : Liens entre les services et les agro-écosystèmes proposés par l'INRA, <i>Source : Le Roux et al, 2008</i>	5
Figure 4 : Démarche d'analyse des services écosystémiques proposée par l'INRA, <i>Source: Le Roux et al, 2008</i>	5
Figure 5: Les liens entre les états de végétations et l'aptitude des prairies à fournir différents services, <i>Source :(Michaud, 2011)</i>	6
Figure 6: Les liens entre les pratiques de gestion et les états de végétation établis par A. Michaud (2011).....	6
Figure 7 : Services analysés par l'Institut de l'Elevage et Interbev pour les élevages ovins, <i>Source : Morin, 2013</i>	8
Figure 8: Les différentes étapes du projet.....	20
Figure 9: Répartition départementale des adhérents de Sodiaal et des litres collectés	11
Figure 10: Représentation graphique des litres collectés dans différents départements.....	22
Figure 11: Représentation graphique de la collecte dans des départements peu laitiers	22
Figure 12: Représentation graphique des litres collectés dans des départements très laitiers	22
Figure 13 : Résultat des deux approches: départements retenus pour faire partie de l'échantillon (en bleu sur la carte).....	24
Figure 14: Démarche d'analyse des services écosystémiques, <i>Source : Morin, 2013</i>	28
Figure 15: Exemple de fiche descriptive d'un service intrant : la pollinisation	28
Figure 16: Arbre illustrant l'analyse des services, les critères et variables déterminés	30
Figure 17: Echelles de notation des variables, exemples d'un cas qualitatif et quantitatif, le « curseur » voir indique où se situe l'élevage	30
Figure 18: Radar montrant la contribution d'une exploitation à tous les services.....	34
Figure 19: Exemple de rendu aux éleveurs pour le service pollinisation	34
Figure 20: Répartition des exploitations selon leur contribution à la biodiversité ordinaire	24
Figure 21: Méthode d'évaluation du potentiel de biodiversité des prairies permanentes, <i>Source : EBioTEP in Perrodeau et Manneville, 2013</i>	24
Figure 22: Répartition des exploitations selon leur contribution au paysage	24
Figure 23: Exemple de l'approche géométrique d'un arbre, calcul de sa surface développée, <i>Source: Manneville et Chanséaume, 2010</i>	48
Figure 24: Contribution des exploitations classées par systèmes au service conservation de la biodiversité et des paysages	23
Figure 25: Contribution des exploitations classées par paysages au service conservation de la biodiversité et des paysages	23
Figure 26: Contribution des exploitations à la présence de zones tampon	23
Figure 27: Contribution des exploitations au critère de gestion de la fertilisation	24
Figure 28: Contribution des exploitations aux pratiques altérant la qualité de l'eau.....	24
Figure 29: Contribution des exploitations classées par systèmes au service qualité de l'eau	24
Figure 30: Contribution des exploitations classées par paysages au service qualité de l'eau	24
Figure 31: Contribution des exploitations aux critères de régulation du climat	25
Figure 32: Contribution des exploitations classées par systèmes au service régulation du climat....	25
Figure 33: Contribution des exploitations classées par paysages au service régulation du climat....	25
Figure 34: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services hors revenu agricole	25
Figure 35: Contribution des exploitations classées par paysages aux services hors revenu agricole	25
Figure 36: Contribution des exploitations à l'habitat disponible pour les insectes pollinisateurs	26

Figure 37: Contribution des exploitations aux réserves alimentaires disponibles pour les pollinisateurs et aux pratiques érosives.....	26
Figure 38: Contribution des exploitations classées par systèmes au service de pollinisation	26
Figure 39: Contribution des exploitations classées par paysages au service de pollinisation	26
Figure 40: Contribution des exploitations aux critères de stabilité structurale du sol : couverture du sol et maintien du complexe argilo-humique.....	27
Figure 41: Contribution des exploitations classées par systèmes au service de stabilité structurale du sol.....	27
Figure 42: Contribution des exploitations classées par paysages au service de stabilité structurale du sol.....	27
Figure 43: Contribution des exploitations aux critères de maintien de la fertilité.....	28
Figure 44: Contribution des exploitations classées par systèmes au service maintien de la fertilité des sols.....	28
Figure 45: Contribution des exploitations classées par paysages au service maintien de la fertilité des sols.....	28
Figure 46: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services intrants.....	28
Figure 47 : Contribution des exploitations classées par paysages aux services intrants.....	28
Figure 48: Répartition des exploitations selon leur capacité nourricière.....	29
Figure 49: Capacité nourricière des exploitations classées par systèmes	29
Figure 50: Capacité nourricière exploitations classées par des paysages	29
Figure 51: Répartition des exploitations selon leur productivité autonome	29
Figure 52: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services de productions végétales.....	30
Figure 53:Contribution des exploitations classées par paysages aux services de productions végétales.....	30
Figure 54: Répartition des exploitations selon la productivité des vaches laitières.....	62
Figure 55: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services de production	30
Figure 56: Contribution des exploitations classées par paysages aux services de production	30
Figure 57: Contribution des exploitations classées par systèmes aux trois grands types de services	31
Figure 58: Contribution des exploitations classées par paysages aux trois grands types de services	31
Figure 59: Contribution aux trois types de services, 3 exploitations.....	32
Figure 60: Contribution à tous les types sauf préservation des services hors revenu agricole, 3 exploitations.....	32
Figure 61: Contribution aux services de production mais altération des autres services, 2 exploitations.....	32
Figure 62: Altération des services de production mais contribution aux autres services, 3 exploitations.....	32
Figure 63: Contribution aux services de production mais altération des services intrants et préservation des services HRA, 3 exploitations.....	32
Figure 64: Contribution aux services de production mais altération des services HRA et préservation des services intrants, 2 exploitations.....	32
Figure 65: Préservation de tous les services voire contribution à un type de service, 6 exploitations.....	32

Table des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des méthodes de diagnostic de biodiversité existantes	8
Tableau 2: Répartition des exploitations selon l'implantation départementale de Sodiaal et la spécialisation laitière du département	12
Tableau 3: Illustration aérienne et photographique des paysages bretons pour chaque exploitation enquêtée, <i>Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail</i>	19
Tableau 4: Illustration aérienne et photographique des Pays de la Loire et du Nord de la France pour chaque exploitation enquêtée, <i>Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail</i>	20
Tableau 5: Illustration aérienne et photographique des paysages de l'Est et du Massif Central pour chaque exploitation enquêtée, <i>Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail</i>	21
Tableau 6: Illustration aérienne et photographique des paysages de l'Aveyron pour chaque exploitation enquêtée, <i>Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail</i>	21
Tableau 7: Typologie des exploitations enquêtées selon les systèmes d'exploitation.....	22
Tableau 8: Illustration des trois types de paysages définis, <i>Source : Géoportail</i>	23
Tableau 9: Typologie des exploitations enquêtées selon les paysages	23

Table des cartes

Carte 1 : Localisation des vaches laitières en France en 2011, <i>Source : BDNI-traitement Agreste in Agreste GraphAgri 2012</i>	2
Carte 2 : Zones géographiques d'élevages laitiers identifiées par l'Institut de l'Élevage, <i>Source : Réseaux d'élevage pour le conseil et la prospective et al, 2012</i>	2
Carte 3 : Orientation technico-économique des exploitations françaises en 2010, <i>Source : Agreste, 2012</i>	3
Carte 4 : Part de la Surface Toujours en Herbe (STH) dans la Superficie Agricole Utile (SAU) en 2010, <i>Source : Agreste, 2012</i>	3
Carte 5: Départements contribuant fortement à la production de Sodiaal (en vert et en jaune : 95% de la collecte, en vert seulement : 75% de la collecte)	22
Carte 6: Localisation des adhérents de Sodiaal, chacun représenté par un point vert, <i>Source : Sodiaal</i>	36
Carte 7: Différents paysages bretons, <i>Source : GIP Bretagne Environnement, 2011</i>	37
Carte 8: Entités paysagère de la Mayenne, <i>Source: DDE de la Mayenne et al, 2001</i>	20
Carte 9: Différentes entités paysagères de la Sarthe, <i>Source: CERESA et al 2005</i>	20
Carte 10: Utilisation des terres en Nord Pas de Calais, <i>Source : DREAL Nord - Pas-de-Calais, 2005</i>	20
Carte 11: Utilisation des terres dans la Somme, <i>Source : Le Boudec et al, 2007</i>	20
Carte 12: Représentation des zones de montagne en France, <i>Source: Ministère de l'Agriculture in Cloye et al, 2010</i>	22

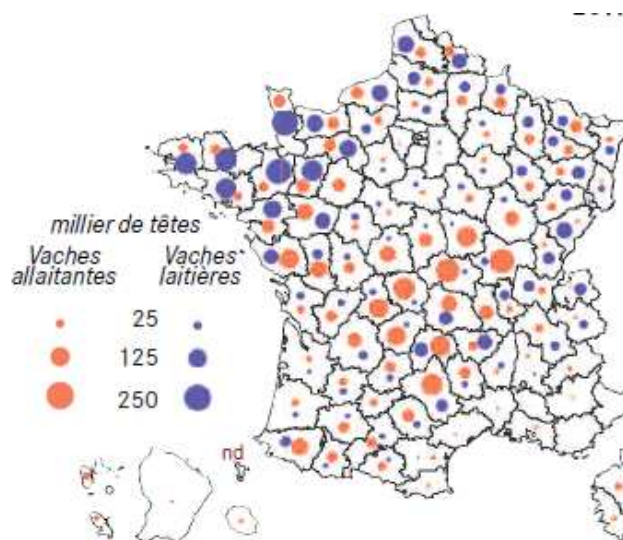
Introduction

La notion de services écosystémiques a été introduite avec le Millennium Ecosystem Assessment en 2003, qui les définit ainsi : « *Les services écosystémiques sont les bénéfices que les hommes obtiennent des écosystèmes.* » (traduit de Millennium Ecosystem Assessment, 2003, p 53) Les écosystèmes rendent des services aux Hommes, qu'il est nécessaire de maintenir. La production agricole est fondée sur la nature, l'exploitation peut être considérée comme un agro-écosystème. Cette notion a pour objectif de prendre en compte la contribution de la nature et de ses fonctions au processus de production agricole tout en intégrant les effets positifs ou négatifs de l'agriculture sur le milieu naturel. Le cheptel bovin français est le plus important d'Europe, et la production de lait française est la seconde derrière l'Allemagne avec 24 milliards de litres collectés en 2011/2012 (Alim'agri, 2012). L'élevage laitier tient une place prépondérante en France, il est donc intéressant d'essayer de déterminer les relations de cette filière avec la nature et sa contribution dans le maintien des services écosystémiques.

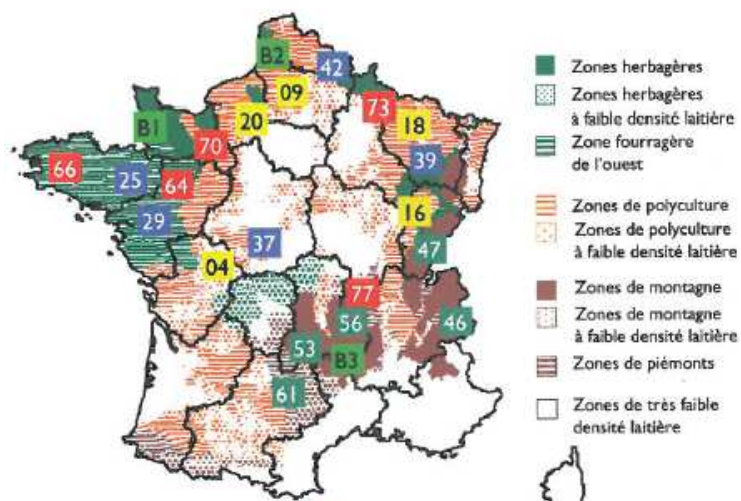
La contribution au maintien de la biodiversité est un service pour lequel il existe certaines méthodes d'évaluation. Cette notion de biodiversité a émergé en 1992 au Sommet de Rio, et est de plus en plus prise en compte dans la société actuelle, que ce soit dans la politique ou dans les attentes des consommateurs et des entreprises. Dans ce cadre, la coopérative laitière Sodiaal a créé un partenariat avec l'Institut de l'Élevage pour réaliser une étude sur sa zone de collecte, faire un état des lieux de l'impact de ses élevages sur la biodiversité. Cela lui servira de support pour ensuite communiquer à ce sujet auprès des consommateurs.

Ce projet a donc pour objectif de réaliser cette étude, mais également de développer un moyen de qualifier différents services rendus par l'élevage laitier.

Dans un premier temps nous décrirons l'état des lieux actuel des différents systèmes laitiers et des recherches sur la qualification des services écosystémiques. Puis nous développerons la méthodologie utilisée pour réaliser l'étude sur les services rendus par l'élevage laitier. Nous poursuivrons par une présentation des résultats, et nous finirons par une discussion de ces résultats et du projet, ses limites et ses perspectives d'évolution.



Carte 1 : Localisation des vaches laitières en France en 2011,
Source : BDNI-traitement Agreste in Agreste GraphAgri 2012



Carte 2 : Zones géographiques d'élevages laitiers identifiées par l'Institut de l'Élevage, Source : Réseaux d'élevage pour le conseil et la prospective et al, 2012

Partie 1 : Du contexte à la problématique

L'objectif de cette première partie est de présenter le contexte de l'étude et de faire le bilan des travaux actuellement publiés sur les différentes thématiques étudiées. Cela nous permettra de définir la problématique du projet et son contexte.

1. Etat des lieux de la filière bovin lait en France

Notre étude portant sur la filière bovin lait, cette première partie fait un état des lieux de la filière en France en présentant quelques éléments concernant le cheptel, les différents systèmes rencontrés et les débouchés du lait.

1.1. La diminution du cheptel et du nombre d'exploitations françaises

Depuis l'instauration des quotas en 1984, le cheptel laitier a été réduit de moitié. Cette diminution (3,7 millions de vaches laitières en 2011 contre 7,2 millions en 1983) s'est accompagnée d'une augmentation du rendement par vache (4 000L en 1990, 6 400L en 2010). Le nombre d'exploitations a diminué : 83 000 exploitations possèdent actuellement des vaches laitières, contre 427 000 en 1983. Elles se sont agrandies, comprenant à présent en moyenne 45 vaches contre 17 en 1983. On dénombre 50 000 exploitations orientées bovins lait, c'est-à-dire dont la production principale est le lait de vache (Dollé *et al*, 2013; Agreste GraphAgri, 2012).

La localisation du cheptel français en 2011 (Carte 1) est la suivante : 39% du cheptel est réparti entre la Normandie, la Bretagne et les Pays de la Loire. Il se situe également dans le Nord, l'Est et les massifs montagneux. En revanche certaines zones en contiennent très peu, comme le Bassin Parisien, le Centre de la France, le Sud Ouest et le pourtour méditerranéen. Cette réduction du nombre d'exploitations et l'intensification des systèmes sont accompagnés par une simplification des paysages due notamment à la suppression des milieux semi naturels (haies, arbres...) (Le Roux *et al*, 2008). Il est donc important de s'intéresser à la diversité des systèmes laitiers français, afin d'appréhender par la suite les services qu'ils rendent.

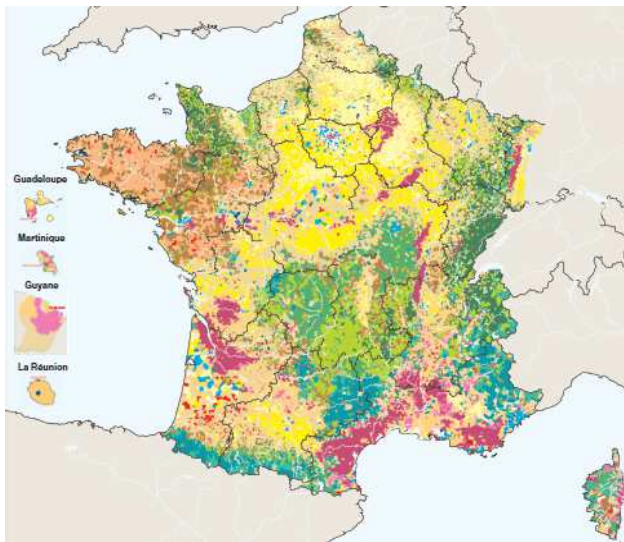
1.2. Une typologie pour différencier les systèmes

Les réseaux d'élevage sont constitués d'exploitations choisies pour représenter des systèmes fréquemment rencontrés. L'Institut de l'Elevage, les Chambres d'Agriculture et les Réseaux d'Elevage utilisent donc une typologie commune pour différencier les systèmes (Réseaux d'élevage *et al*, 2012), basée sur les critères suivants :

✓ La zone géographique

Les systèmes bovins lait sont très influencés par la situation géographique de l'exploitation. En effet, l'altitude, la pluviométrie, les sols et le relief sont les premiers facteurs influençant la structure d'une exploitation. Différentes zones de productions sont identifiées par l'Institut de l'Elevage et les réseaux d'élevage (Carte 2, Réseaux d'élevage *et al*, 2012) :

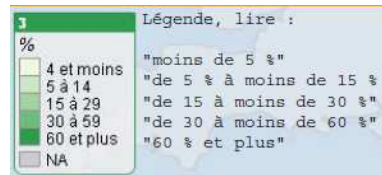
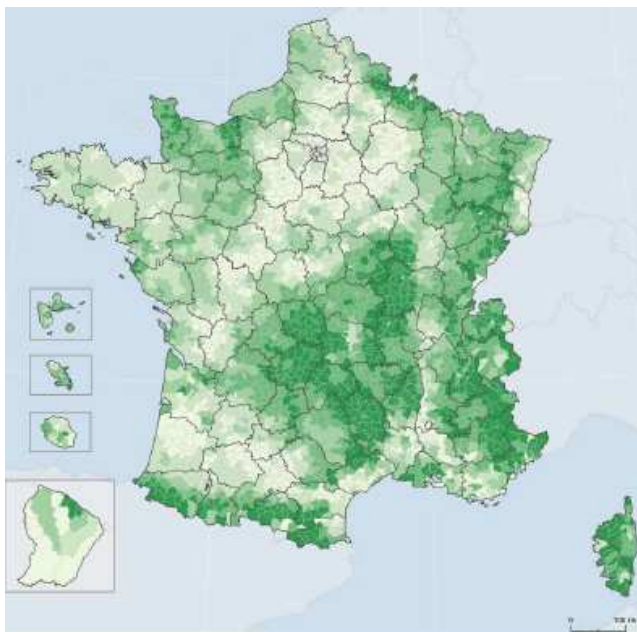
- des zones de montagne et de piémonts : les Vosges, le Jura, les Alpes et le Massif Central, seules les Pyrénées sont à faible densité ;
- des zones de polycultures réparties dans le Sud Ouest, l'Est et le Nord de la France ;
- des zones herbagères dans les Ardennes, la Normandie et entre les Vosges et le Jura ;
- une zone fourragère en Bretagne et Pays de la Loire ;
- des zones de très faible densité laitière dans le Sud-est, le bassin Parisien, le Centre.



Orientation technico-économique de la commune

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| □ Sans exploitation | ■ Bovins lait |
| ■ Céréales et oléoprotéagineux | ■ Bovins viande |
| ■ Autres grandes cultures | ■ Bovins mixtes |
| ■ Légumes et champignons | ■ Ovins, caprins |
| ■ Fleurs et horticulture diverse | ■ Polyélevage d'herbivores |
| ■ Viticulture | ■ Porcins |
| ■ Fruits et autres cultures perman | ■ Aviculture |
| | ■ Autre polyélevage |
| | ■ Polyculture dominante |
| | ■ Polyélevage dominant |
| | ■ Polyculture et polyélevage |
| | ■ Exploitations non classées |

Carte 3 : Orientation technico-économique des exploitations françaises en 2010, Source : Agreste, 2012



Carte 4 : Part de la Surface Toujours en Herbe (STH) dans la Superficie Agricole Utile (SAU) en 2010, Source : Agreste, 2012

✓ L'orientation technico-économique

L'orientation technico-économique (Otex) d'une exploitation est déterminée selon la contribution de ses ateliers à sa marge brute standard. C'est un facteur important pour définir les systèmes car il indique quelles sont les productions de l'exploitation et le poids de ces différents ateliers. Ce critère est donc à prendre en compte pour comparer les systèmes. La répartition des Otex en France issue du recensement de 2010 (Carte 3) montre que les régions orientées bovins lait et mixte sont principalement localisées en Normandie et dans les Massifs montagneux à l'exception des Pyrénées, ainsi que dans le Nord. La Bretagne et les Pays de la Loire constituent une zone importante de polyculture-élevage (Agreste, 2012).

✓ Le système fourrager

Le poids du maïs dans le système fourrager différencie les élevages selon un gradient fixé par les Réseaux d'Élevage avec des seuils à 10% et 30% de maïs ensilage dans la Surface Fourragère Principale (SFP).

La Surface Toujours en Herbe (STH) qui correspond aux prairies permanentes est également un critère important. En effet, en 2011, la France comprenait 9,7 millions d'hectares de prairies permanentes, ce qui représentait 33% environ de la surface agricole. (FAO, 2011) Aussi, ces dernières constituent une part importante de l'alimentation des herbivores et la gestion des fourrages différencie les systèmes laitiers. La part de la STH dans la Surface Agricole Utile (SAU) de l'exploitation peut être mise en lien avec l'intensification du système fourrager. Les régions ayant plus de 60 % de leur surface en herbe sont situées dans les Massifs montagneux, en Normandie et dans le Nord du pays (Carte 4, Agreste, 2012). En revanche les zones identifiées précédemment comme des zones de polyculture élevage disposent de peu de surfaces en herbe (à peine 10%). De plus, la plupart des exploitations ayant des vaches laitières les font pâturer au moins une partie de l'année (seul 7% ne les font jamais pâturer), sur de la STH et/ou des prairies temporaires (durant moins de 5 ans) (Agreste, 2012). L'élevage laitier est donc gestionnaire de surfaces, et des éléments semi-naturels, dits infrastructures agro-écologiques (IAE) qui lui sont rattachées. Ces surfaces en herbe et IAE ont de nombreux avantages comme le maintien de la diversité des paysages, de la biodiversité... (Chevassus-au-Louis in Dollé *et al*, 2013).

1.3. Le devenir du lait produit

A l'échelle européenne de grands groupes de transformation français sont reconnus. En terme de chiffre d'affaire Lactalis est le premier (12,6 milliards d'euros), suivi de Danone (11,2), Sodiaal (4,4), Bongrain (4) et les fromageries Bel (2,5) (GEB de l'Institut de l'Élevage, 2013). Une partie du lait produit est conditionnée et vendue sous différentes formes (entier, écrémé...) cela représente environ 1,3 milliards de litres (GEB de l'Institut de l'Élevage, 2013 ; Agreste Conjoncture Lait, 2012). Mais la France se distingue par le nombre important de fromages produits, et de signes de qualités qu'elle comporte. En effet, 29 Appellations d'Origine Contrôlée (AOC) de fromages au lait de vaches, 2 AOC de beurres et une de crème sont dénombrées (CNIEL, 2004). Ces appellations indiquent que les fromages sont fabriqués dans un terroir spécifique, selon un cahier des charges précis. Lorsque l'on étudie les systèmes de production de lait, il est donc intéressant de savoir la valorisation du lait produit, car cela influence les moyens de production.

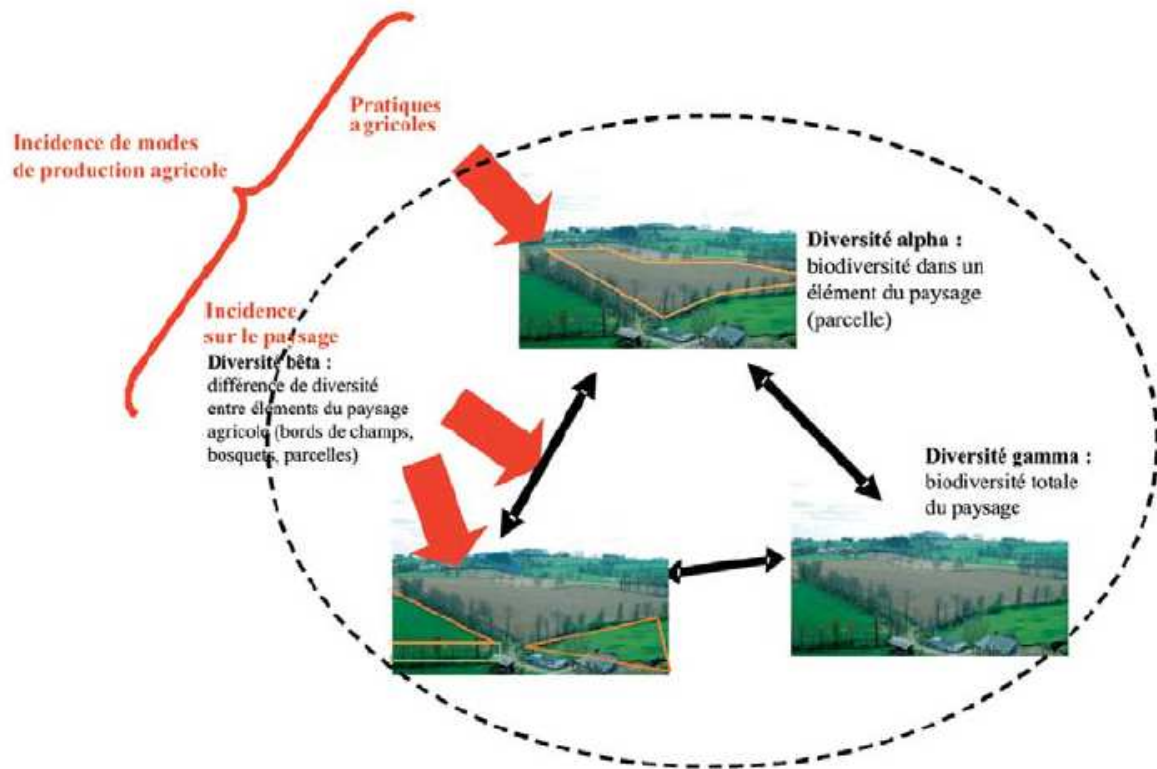


Figure 1 : Les effets de l'agriculture sur la biodiversité, trois échelles à prendre en compte.
 Source : Le Roux et al 2008

Pour résumer :

Plus de 22 milliards de litres de lait sont produits en France chaque année, avec divers débouchés : fromages sous signe de qualité ou non, produits frais... Les systèmes d'exploitation laitiers sont différents selon leur contexte géographique, leur système fourrager... Ceux-ci produisent du lait grâce à une exploitation variée des ressources naturelles dont ils disposent et sont en interaction avec la nature et l'environnement dans lesquels ils évoluent. Nous nous intéressons donc à la biodiversité qui fournit les ressources nécessaires à l'agriculture et plus largement aux services rendus entre la nature et l'élevage laitier.

2. De la prise en compte de la biodiversité à la notion de services écosystémiques

Cette deuxième partie a pour objectif de présenter les notions de biodiversité et de services écosystémiques, leur émergence et leur prise en compte dans l'agriculture.

2.1. La biodiversité et l'agriculture, les différentes échelles à étudier

✓ Historique et définition

Le terme biodiversité est apparu dans les années 80, mais c'est au Sommet de la Terre à Rio en 1992 qu'il a été défini et mis en avant. Après presque quatre ans de travail, un comité d'experts convoqué par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a mis au point la Convention pour la Diversité Biologique (CDB) que 168 Etats ont signée lors du Sommet de Rio (CDB, 2013). Cette convention est le premier texte de droit international définissant la biodiversité comme étant la « *variabilité des organismes vivants de tout origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes* » (Le Roux *et al*, 2008, p6).

✓ Les échelles de la biodiversité

Selon sa définition, la biodiversité comprend trois niveaux : la diversité des écosystèmes, la diversité des espèces (interspécifique) et la diversité génétique au sein des espèces (intra-spécifique). Elle doit donc être appréhendée à plusieurs échelles. Ainsi, il est intéressant d'étudier les espèces individuellement, les relations entre espèces et le fonctionnement des communautés, des écosystèmes. Le contexte agricole doit être étudié à l'échelle **de la parcelle, de l'exploitation et du territoire** (Figure 1) (Bertrand, 2001; Le Roux *et al*, 2008).

✓ La biodiversité et l'agriculture

En agriculture, on distingue différents types de biodiversité :

- La **biodiversité domestique** : la diversité des espèces sur lesquelles la production repose, comme les végétaux cultivés, les animaux d'élevage...
- La **biodiversité sauvage** : toutes les espèces qui sont présentes dans le milieu mais que l'Homme ne gère pas.

Il existe une interaction forte entre ces deux types de biodiversité, par exemple les pollinisateurs sont des espèces qui aident à la production. De plus, la biodiversité sauvage représente un réservoir important de gènes dans lequel l'agriculture vient puiser régulièrement de nouveaux avantages (résistance aux maladies, précocité...) (Bertrand, 2001).

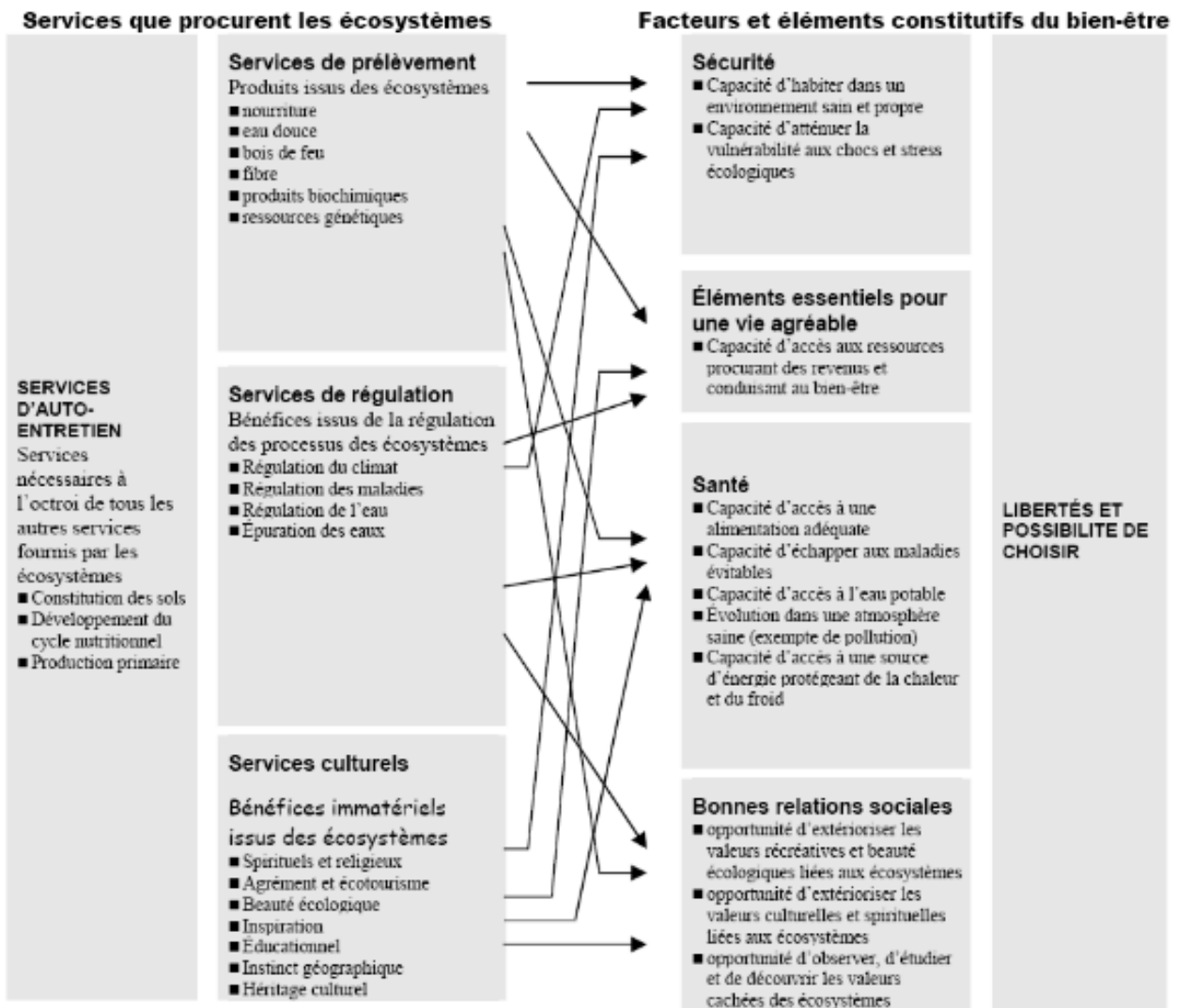


Figure 2 : Les services produits par les écosystèmes et leurs liens avec le bien être humain, *Source: traduit de Millennium Ecosystem Assessment, 2005*

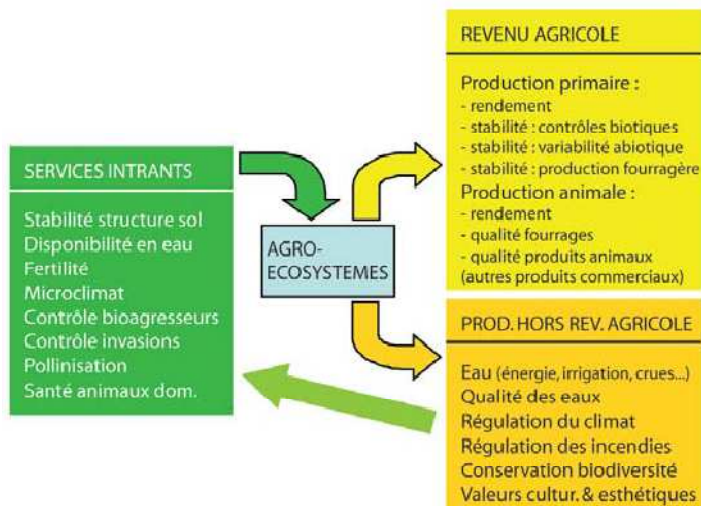


Figure 3 : Liens entre les services et les agro-écosystèmes proposés par l'INRA, *Source : Le Roux et al, 2008*

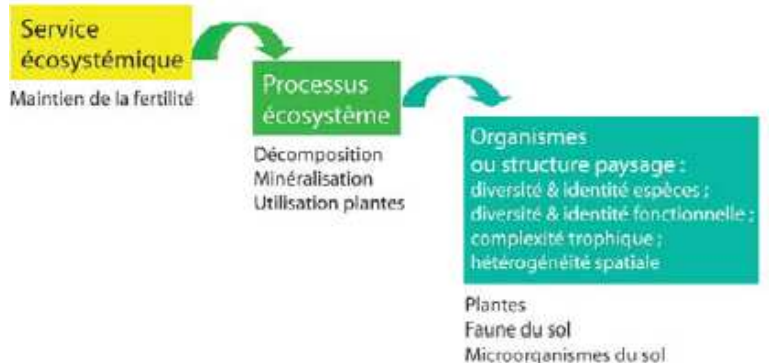


Figure 4 : Démarche d'analyse des services écosystémiques proposée par l'INRA, *Source : Le Roux et al, 2008*

Au sein de la biodiversité sauvage, il est nécessaire de distinguer la biodiversité patrimoniale ou remarquable de la biodiversité ordinaire. La première correspond aux espèces rares, vulnérables ou ayant un intérêt culturel pour lesquelles des plans d'actions et de conservation sont mis en place. La deuxième est constituée d'espèces plus communes. Il est important de conserver la diversité des espèces présentes dans la nature, car une grande partie d'entre elles est encore méconnue, et pourrait un jour être essentielle à la survie de l'Homme (Bertrand, 2001). Ce dernier puise ses ressources vitales et trouve son bien-être dans la nature, les différents écosystèmes lui fournissent des « services » indispensables.

2.2. L'élargissement de la biodiversité à la prise en compte des services écosystémiques

A partir de 2001, afin de montrer l'importance de la biodiversité et d'évaluer les conséquences du changement des écosystèmes dans le monde sur le bien-être humain, un groupe de plus de 1 300 experts a conduit une étude mondiale, appelée le Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Différents rapports ont été publiés, montrant l'importance de préserver la biodiversité dans le monde afin qu'elle subvienne aux besoins de l'Homme. Le rapport « Ecosystems and Human Well-being, a framework for Assessment » a été publié en 2003. Le chapitre 2 évoque la notion de services écosystémiques, dont la définition est la suivante : « *les services écosystémiques sont les bénéfices que les hommes obtiennent des écosystèmes* » (traduit de Millennium Ecosystem Assessment, 2003, p53). Ces derniers ont été classés en quatre grandes catégories (Figure 2) : les services d'approvisionnement (nourriture, eau, bois...), de régulation (régulation du climat, des maladies, purification de l'eau), culturels (rôle esthétique, spirituel et de récréation de la nature...) et de support (production primaire, formation des sols ...) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Cette notion de services écosystémiques a été popularisée par le MEA, bien qu'elle ait été émise pour la première fois en 1997 par Costanza (Antona et Bonin, 2010).

En 2008, une expertise scientifique collective de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) a proposé une classification plus opérationnelle des services définis par le MEA, que nous retiendrons par la suite (Le Roux *et al*, 2008) :

- **Les services intrants** : ils contribuent aux ressources agricoles et sont fournis par la nature (la stabilité structurale du sol, la fertilité, la disponibilité en eau...)
- **Les services de production** : ils contribuent au revenu agricole et correspondent aux productions animales et végétales ;
- **Les services produits hors revenus agricoles** : ils sont fournis par les exploitations en parallèle de leur production, ce sont par exemple la valeur esthétique des paysages, la séquestration du carbone...

Les liens entre ces services sont illustrés schématiquement (Figure 3) : les services intrants permettent aux exploitations agricoles de produire les deux autres types de services, et réciproquement ceux-ci influent sur les services intrants.

Le groupe d'experts a également proposé une démarche d'analyse (Figure 4). Chaque service résulte de plusieurs fonctions des écosystèmes, qui peuvent être étudiées pour savoir quels sont les organismes qui en sont responsables, les éléments de la biodiversité impliqués (Le Roux *et al*, 2008).

Les composantes de la biodiversité peuvent donc être analysées plus largement en étudiant les services qu'elles rendent. De plus certains travaux de recherches visent à montrer la contribution des élevages au maintien de ces services.

Service	Critère d'aptitude	Etats de végétation
Services fouragers	Production (pour un cycle de végétation, annuelle), croissance de l'herbe, volume d'herbe disponible), aptitude au séchage, portance du sol, qualité (valeur nutritive)	Composition botanique (présence et dominance en espèces) et fonctionnelle (TMS, types fonctionnels, date de floraison, proportion de graminées, légumineuses et diverses, phénologie d'une prairie, traits de vie)
Séquestration du carbone	Stockage du carbone	Composition botanique (présence en espèces), composition fonctionnelle (proportion de graminées, légumineuses et diverses)
Maintien de la diversité ordinaire	Diversité en espèces, abondance relative	Composition botanique (présence et dominance en espèces)
Maintien de la diversité patrimoniale	Nombre d'espèces à statut de protection	Composition botanique (présence en espèces), composition fonctionnelle (nombre d'espèces oligotrophes)
Pollinisation et contribution au maintien d'insectes pollinisateurs	Quantité de nectar disponible	Composition fonctionnelle (date de floraison, pourcentage d'espèces entomogames)
Aspects esthétique de la prairie	Variété et intensité des couleurs, variété du couvert	Composition botanique (dominance en espèces, présence en espèces), composition fonctionnelle (date de floraison, hauteur maximale))

Figure 5: Les liens entre les états de végétations et l'aptitude des prairies à fournir différents services, *Source : (Michaud, 2011)*

ETATS DE LA VEGETATION	DESCRIPTEURS	
	pédoclimatiques	pratiques de gestion
<i>Composition botanique</i>		
Composition floristique		Chargement global et instantané, nombre d'utilisations, date de 1 ^{re} exploitation, quantité de fertilisation azotée (minérale et organique), potassique et phosphatée
Abondance en espèces		
<i>Composition fonctionnelle</i>		
Proportion de graminées, légumineuses et autres plantes		Chargement global et instantané, nombre d'utilisations, date de 1 ^{re} exploitation, quantité de fertilisation azotée (minérale et organique), potassique et phosphatée
Nombre d'espèces oligotrophes		Quantité de fertilisation azotée (minérale et organique), potassique et phosphatée
Pourcentage d'espèces entomogames	sol et climat	
Stade moyen de développement		
Date de floraison		Chargement global et instantané, nombre d'utilisations, date de 1 ^{re} exploitation, quantité de fertilisation azotée (minérale et organique), potassique et phosphatée
Teneur en matière sèche		
Hauteur maximale		
Types fonctionnels		

Figure 6: Les liens entre les pratiques de gestion et les états de végétation établis par A. Michaud (2011)

2.3. Les services rendus par l'élevage laitier, le début des recherches

Différentes recherches existent sur les services fournis par les écosystèmes comme la prairie mais peu sur les services fournis par l'agriculture en tant qu'agro-écosystème.

Parmi les trois types de services définis précédemment, les **services de production**, contribuant au revenu de l'agriculteur, ne sont pas nommés comme tel, mais sont déjà reconnus. En effet, l'agriculture a pour objectif de fournir de la nourriture aux Hommes, en matières premières animales ou végétales. Pour cela, l'agriculteur est rémunéré par le marché et la Politique Agricole Commune (PAC), il fournit un service à la société en lui garantissant la production d'aliments.

Les écosystèmes fournissent des moyens, procurent des **services intrants** à l'agriculture et influencent sa gestion. Le choix de l'implantation des cultures est fonction des ressources présentes, et le prix des terres dépend des potentialités des sols, de l'accès à l'eau... (Zhang *et al*, 2007). Les services et aussi les « non-services » rendus par les écosystèmes pour l'agriculture ont été étudiés. Ainsi par exemple, les insectes peuvent à la fois rendre des services de pollinisation, de décomposition de matière organique ou de contrôle des bioagresseurs. En revanche, la disparition de certaines espèces supprime le rôle de régulation au sein d'une chaîne trophique, cela entraîne des impacts négatifs en détruisant les cultures, ces insectes sont alors considérés comme « des ravageurs ». Certains effets de l'agriculture sur ces composantes des écosystèmes ont également été définis individuellement, comme le fait que l'utilisation d'insecticides est néfaste pour les pollinisateurs, ce qui a des effets négatifs pour les cultures elles-mêmes. Mais les interactions au sein des écosystèmes et entre les écosystèmes sont complexes et rendent difficile l'étude exhaustive des services (Zhang *et al*, 2007) et donc de l'influence de l'agriculture sur les services des écosystèmes.

Les élevages laitiers fournissent également des **services hors revenu agricole**, mais ceci pose plusieurs difficultés. La première est de définir précisément ces services, depuis le rapport du MEA de nombreuses publications étudient ce sujet. La deuxième est de relier les pratiques agricoles aux services, la recherche travaille sur ce sujet, mais peu de publications ont été faites.

Seule la prairie naturelle a fait l'objet de recherches poussées en termes de biodiversité et de pratiques favorisant la production de services écosystémiques. Ainsi lors de sa thèse, A. Michaud (2011) évoque le fait que la prairie de part sa présence en tant que couvert permanent rend différents services. Elle contribue par exemple à la stabilité structurale du sol, au stockage du carbone... Son étude s'est ensuite portée uniquement sur les services dépendant de la diversité des états de végétation des prairies, pour lesquels les pratiques de gestions ont une influence. Ces différents états permettant de prédire les critères d'aptitudes de la prairie à fournir différents services ont été étudiés (Figure 5). Ainsi la composition fonctionnelle (date de floraison...) contribue à déterminer la quantité de nectar disponible, rendant ainsi le service de pollinisation et participant au maintien des insectes pollinisateurs. L'état de végétation est influencé par les conditions pédoclimatiques mais également les pratiques de gestion comme le chargement, la fréquence et les dates de fauche, la fertilisation... (Figure 6). Ainsi selon leur utilisation les prairies permanentes sont disposées à fournir des services.

L. Mauchamp et ses co-auteurs (2013) ont également rédigé un ouvrage qui synthétise les connaissances sur les prairies, la biodiversité et les services écosystémiques. La prairie est reconnue pour fournir différents types de services, comme limiter l'érosion des sols grâce à son couvert permanent, participer à la qualité de l'eau par sa capacité de filtrer les éléments polluants, ainsi que participer à l'économie du territoire en rendant un service culturel, attirant les touristes par sa valeur paysagère. Mais tous ces services rendus dépendent des pratiques, par exemple un surpâturage

réduit l'avantage de limiter l'érosion des sols en les mettant à nu, l'utilisation d'engrais minéraux restreint le pouvoir filtrant de la prairie... (Mauchamp *et al*, 2012).

Pour résumer :

La prise en compte de la biodiversité et l'étude des différents écosystèmes ont porté sur la scène internationale et scientifique la notion de services écosystémiques. Ces services sont rendus par les écosystèmes et participent au bien-être humain, mais la recherche agronomique s'intéresse également aux services rendus par les exploitations agricoles en tant qu'agro-écosystème. Il est établi que l'élevage laitier rend différents services comme ceux de production, mais également d'autres types grâce par exemple au maintien de l'écosystème prairial. Différentes recherches sont en cours pour mettre au point des méthodes d'évaluation des services rendus par l'élevage laitier.

3. L'émergence de méthodes d'évaluation des services

Dans cette partie, nous faisons un bilan des méthodes d'évaluation des services rendus par les écosystèmes et les agro-écosystèmes.

3.1. La définition d'un indicateur

Derrière la notion d'évaluation se trouve souvent l'utilisation d'indicateurs. Il est nécessaire de bien comprendre la différence entre une variable et un indicateur. Une variable doit être confrontée à une référence pour avoir un sens, cette valeur de référence est un indicateur. Ce dernier est un outil d'aide à la décision mais il peut également être un outil pédagogique et de communication (Girardin *et al*, 2005). Mitchell *et al* (1995) donnent la vision suivante : « *ils fournissent des informations au sujet d'un système complexe en vue de faciliter sa compréhension [...] aux utilisateurs de sorte qu'ils puissent prendre des décisions appropriées qui mènent à la réalisation des objectifs* » (cité dans ACTA, 2010 p4 et Girardin *et al*, 2005 p14).

Un indicateur doit avoir différentes qualités : être facilement mis en œuvre, avoir une bonne lisibilité, être sensible aux variations d'activités humaines et aux variations du milieu et enfin être reproductible (Girardin *et al*, 2005). Ces caractéristiques peuvent être regroupées et qualifiées plus simplement : un indicateur doit être pertinent, pratique et fiable (Saussereau, 2009).

Il existe deux catégories d'indicateurs (Esco in Saussereau, 2009; ACTA, 2010) :

- Les **indicateurs directs**, qui s'intéressent aux espèces, aux races ou aux taxons en cherchant à les évaluer. Ils caractérisent directement le milieu.
- Les **indicateurs indirects**, qui sont orientés vers les moyens permettant de favoriser la biodiversité, en quantifiant et qualifiant les éléments l'impactant, comme les structures des paysages...

Ces indicateurs peuvent être simples (à paramètre unique), ou composites (à plusieurs paramètres compilés).

Il n'est pas possible d'assembler des indicateurs provenant de différentes méthodes, car chaque méthode d'évaluation a sa propre cohérence interne et correspond à un objectif et un système particulier, pour un public précis (Girardin *et al*, 2005).

Tableau 1 : Comparaison des méthodes de diagnostic de biodiversité existantes

Méthode	Echelles	Type d'évaluation	Opérateur	Public	Auteurs	Référence
EBioTep	Territoire, Exploitation, Parcelle	Profil de l'exploitation, critères non agrégés	Agriculteurs Technicien	Agriculteurs, Techniciens	Manneville V., Chanséaume A.	(Manneville et Chanséaume, 2010)
IDEA	Agroécologique, socioterritoriale, économique	Note de 0 à 100	Technicien	Enseignants, agents de développements, groupes d'agriculteurs	Direction de Lionel Vilain	(Vilain, 2003)
Indigo	Exploitation et parcelles	Note de 0 à 10, 7 le seuil acceptable	Technicien	Agriculteurs	INRA Colmar	(UMR Nancy-Colmar Equipe Agriculture Durable, 2002)
Biodiversité des prairies permanentes	Parcelle d'Auvergne (adaptable à d'autres régions)	Appréciation diversité faible, moyenne, forte	Technicien	Enseignants et formateurs	Dominique Orth et Claire Balay	(Orth et Balay, 2010)
IBIS	Territoire et exploitation	Appréciation globale, proposition d'amélioration	Conseiller, Naturaliste	Chambre d'agriculture	Chambre régionale d'agriculture du Centre	(Chambre régionale d'agriculture du Centre, 2010)
IBEA	Exploitation	Appréciation : problématique, acceptable, favorable	Technicien	Enseignants, formations agricoles	France Nature Environnement	(France Nature Environnement 2013)

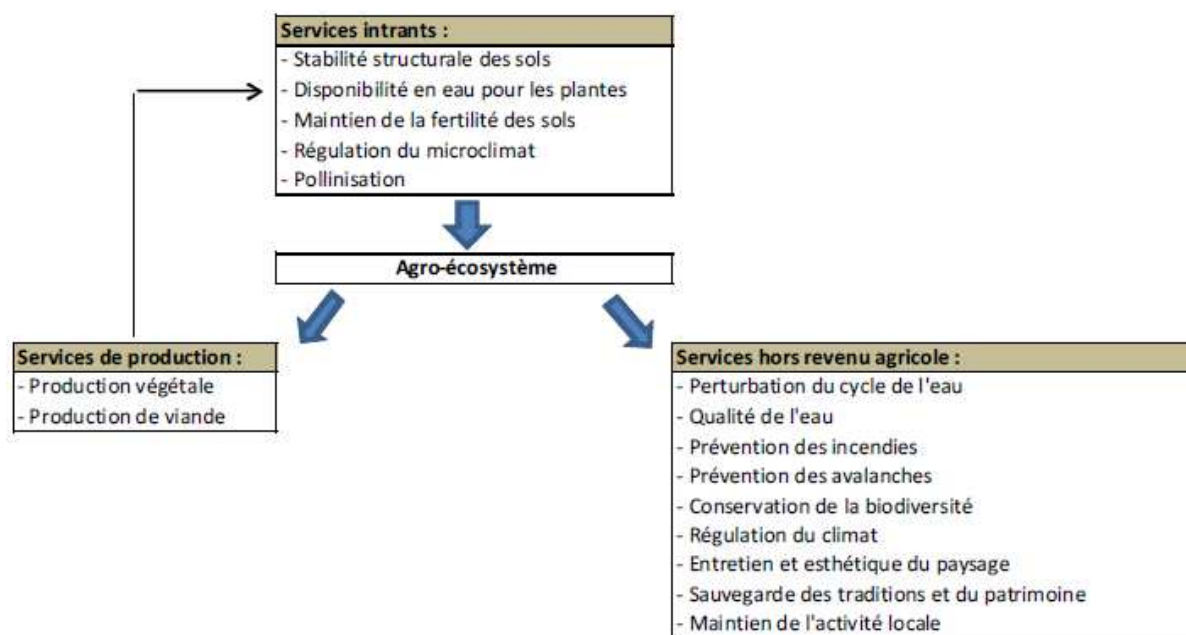


Figure 7 : Services analysés par l'Institut de l'Elevage et Interbev pour les élevages ovins, Source : Morin, 2013

3.2. Les méthodes existantes pour évaluer la biodiversité

La contribution de l'élevage au maintien de la biodiversité est un des services rendus par l'élevage laitier. Or, un grand nombre d'indicateurs et de méthodes de diagnostic existent déjà pour évaluer la biodiversité.

De tous les indicateurs existants répertoriés par Myriam Brochier (2009), certains ne sont en fait que des variables car ils n'ont pas de valeur seuil. De plus, l'utilisation d'indicateurs directs pour mesurer la biodiversité dans les exploitations agricoles pose de nombreux problèmes : manque de précision du terme biodiversité, manque d'une base de données avec des valeurs de références, échantillonnage pour obtenir ces valeurs trop important... (Büchs, 2003). Pour mesurer réellement la biodiversité, il faudrait connaître tout de toutes les espèces existantes et de leurs relations, ce qui implique de disposer d'un temps considérable, voire infini.

Aussi les indicateurs indirects simplifient l'évaluation de la biodiversité, ils en donnent une idée proche de la réalité afin de permettre aux acteurs d'agir et d'avancer dans sa protection (Brochier, 2009 ; ACTA, 2010).

Un certain nombre de méthodes existe pour réaliser des diagnostics sur l'impact des exploitations agricoles sur la biodiversité. Nous pouvons citer par exemple EBioTEP, IDEA (Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles), Indigo, le projet IBIS (Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitation), IBEA (Impact des pratiques sur la Biodiversité Agricole) et une méthode de diagnostic de la biodiversité des prairies permanentes. Ces méthodes, comparées dans le tableau 1, sont destinées aux organismes agricoles pour conseiller les agriculteurs afin de mieux prendre en compte la biodiversité, à différentes échelles.

Il est difficile d'évaluer la biodiversité dans les exploitations agricoles, mais beaucoup d'acteurs s'y intéressent et mettent au point leurs propres outils. Une enquête réalisée par l'ACTA a recensé un certain nombre de travaux menés par les chambres d'agriculture pour intégrer la biodiversité dans leurs conseils. Un manque de méthodes validées scientifiquement, adaptées à différents enjeux et territoires est ressenti (ACTA, 2010). Concernant la politique, un projet de loi-cadre biodiversité verra le jour courant 2013. Dans ce cadre une Agence Nationale de la Biodiversité sera créée, elle reprendra peut être les objectifs mondiaux et aura pour but de simplifier les outils existants, palier les manques. Les agriculteurs attendent de cette agence qu'elle reconnaisse leur rôle dans la préservation de la biodiversité et les soutienne (Ayrault, 2013).

Il existe donc certaines méthodes pour évaluer la biodiversité. Actuellement, des méthodes émergent pour évaluer les services rendus dans la globalité, dont la biodiversité n'est qu'une composante.

3.3. L'émergence de l'évaluation des services rendus par les élevages

Le programme de recherche et développement de l'Interprofession du bétail et de la viande (Interbev) contient un volet « quantification des services territoriaux (environnemental, social, économique) rendus par l'élevage » (Interbev, 2013). Dans ce cadre, un partenariat avec l'Institut de l'Élevage (Idele) a été créé pour mettre au point des indicateurs de biodiversité et d'évaluation des services en élevage ovin. Dans son mémoire, Alice Morin (2013) a ainsi élaboré une méthode adaptée de la démarche proposée par l'INRA, afin d'évaluer les services rendus par l'élevage ovin dans différentes zones. Elle a choisi différents services (Figure 7) et développé des critères pour les évaluer, par exemple l'utilisation d'un bilan humique ou carbone à l'échelle de l'exploitation...

Le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) Elevages Demain a également mis en place un groupe de travail sur les services rendus par l'élevage, à l'échelle nationale. Il a pour objectifs

de mettre au point des indicateurs de la capacité des élevages à fournir des services, et de les évaluer afin de créer une production cartographique de leur variabilité spatiale (Ruetsch, 2012).

L'évaluation économique des services est également évoquée. Il faudrait pour cela, selon M. Duhem (Mauchamp *et al*, 2012) que des référentiels soient disponibles, avec des critères associés, et qu'ils soient reconnus au niveau international. Mais malgré cette difficulté, le centre d'analyse stratégique a publié un rapport à ce sujet en 2009. Il évalue économiquement les services rendus par les écosystèmes. Le principe repose sur l'évaluation du coût qu'engendrerait la compensation des services rendus par un hectare d'un écosystème si celui-ci était supprimé. Les experts ont ainsi évalué la valeur des services écologiques d'une forêt à 970€/ha/an, de la prairie permanente à 600€/ha/an dont 350€ de stockage de carbone, 90€ de filtration de l'eau, 60€ de pollinisation et 100€ de service culturels (paysages, promenades, chasses..). Sur cette base, en France les services rendus par les prairies permanentes représentent 5 milliards d'euros, par les forêts 15 milliards et par les abeilles 2 milliards. Ces valeurs peuvent être prises en compte dans la nouvelle PAC pour compenser les écarts de rendement économique entre les prairies permanentes et les autres prairies.

En effet, la PAC est en cours de révision et de nouvelles mesures seront prises pour 2014-2020. Le premier pilier devrait comprendre 30% de « paiement écologique ». Pour obtenir ce paiement l'agriculteur devra avoir au moins trois cultures différentes sur l'exploitation, maintenir des pâturages permanents et avoir un certain pourcentage de sa surface à intérêt écologique (zones tampons, jachère, éléments agro-écologiques). Des éléments plus précis sont encore en débat, comme les sanctions en cas de non respect, les exceptions de diversité pour les petites exploitations... (Pôle Economie et Prospective des Chambres d'agriculture de Normandie, 2013).

Pour résumer :

La conservation de la biodiversité est un des services rendus par l'élevage laitier pour lequel le plus de recherches sont effectuées, et différentes méthodes d'évaluation existent ou sont en cours d'élaboration. Ces dernières sont diverses, et utilisent différentes échelles. Elles utilisent également différents indicateurs, qui ne sont en fait souvent que des variables, manquant de valeurs seuils. La prise en compte de la biodiversité est en effet plus ancienne que celle des services écosystémiques, et notamment des services rendus par les exploitations agricoles. Il est complexe d'étudier les écosystèmes dans leur ensemble, ce qui rend la création d'indicateurs difficile. Cependant, différents instituts techniques tentent de valoriser les services rendus par les filières d'élevage.

4. Emergence de la problématique

Le contexte nous amène à conclure que les systèmes bovins lait sont diversifiés et représentent une part importante de l'agriculture en France. Le lait est transformé en différents produits avec de nombreux signes officiels de qualité, pour lesquels les fourrages conservent une place prépondérante. Les prairies permanentes sont étudiées pour leur biodiversité, et l'utilisation du pâturage par l'élevage justifie l'intérêt porté à l'élevage laitier dans ce thème. De la prise en compte de la biodiversité a émergé le concept de services écosystémiques. Pour les agro-écosystèmes, ces services sont définis en trois grandes catégories, les services de production des exploitations qui contribuent au revenu, les services hors revenu agricole qui sont fournis ou appauvris en parallèle de la production, et les services intrants, rendus par la nature, sur lesquels se base la production. Toutefois l'évaluation de ces services est encore peu évidente, avec un manque de référentiels et de critères. En effet, les interactions au sein des écosystèmes et entre eux sont complexes et rendent difficile l'évaluation.

Parmi tous les services, la conservation de la biodiversité est celui pour lequel des méthodes et indicateurs existent. En effet, une attention particulière est portée sur la biodiversité depuis son émergence au Sommet de Rio, elle est prise en compte dans les politiques publiques et fait l'objet de stratégies de communication. C'est le cas notamment pour la coopérative laitière Sodiaal qui dans le cadre de sa démarche de développement durable « La Route du Lait » souhaite avoir des outils de communication sur la biodiversité.

La notion de services écosystémiques fait également l'objet d'études, portant sur leur qualification et quantification, menées notamment par le GIS Elevages Demain, Interbev et l'Institut de l'Elevage.

De ce contexte émerge la problématique suivante :

Quels sont les services rendus par l'élevage laitier et comment les qualifier et quantifier ?

Pour répondre à cette question nous proposons une méthode pour qualifier les services, dans la continuité de la littérature. Cette méthode sera testée auprès des adhérents de Sodiaal, qui a créé un partenariat avec l'Institut de l'Elevage afin d'avoir une expertise scientifique et de faire un état des lieux illustratifs de l'impact de ses adhérents sur la biodiversité. Le projet de Sodiaal porte donc sur un des services étudiés, pour lequel la méthode EBioTEP de l'Institut de l'Elevage permet l'évaluation. Notre étude est nationale, basée sur une vingtaine d'enquête sur la zone de production de Sodiaal.

Cette étude a donc deux objectifs : réaliser le projet en partenariat avec Sodiaal sur la conservation de la biodiversité sur sa zone de collecte ; qualifier et quantifier les services écosystémiques rendus par l'élevage laitier.

Plusieurs hypothèses sont alors émises pour répondre à cette question :

- L'élevage laitier maintient des services écosystémiques dans les territoires qu'il occupe ;
- L'élevage laitier favorise la diversité et la typicité des paysages de son territoire ;
- La production de lait à partir de systèmes herbagers contribue à de nombreux services environnementaux tout en conservant une capacité productive soutenue.

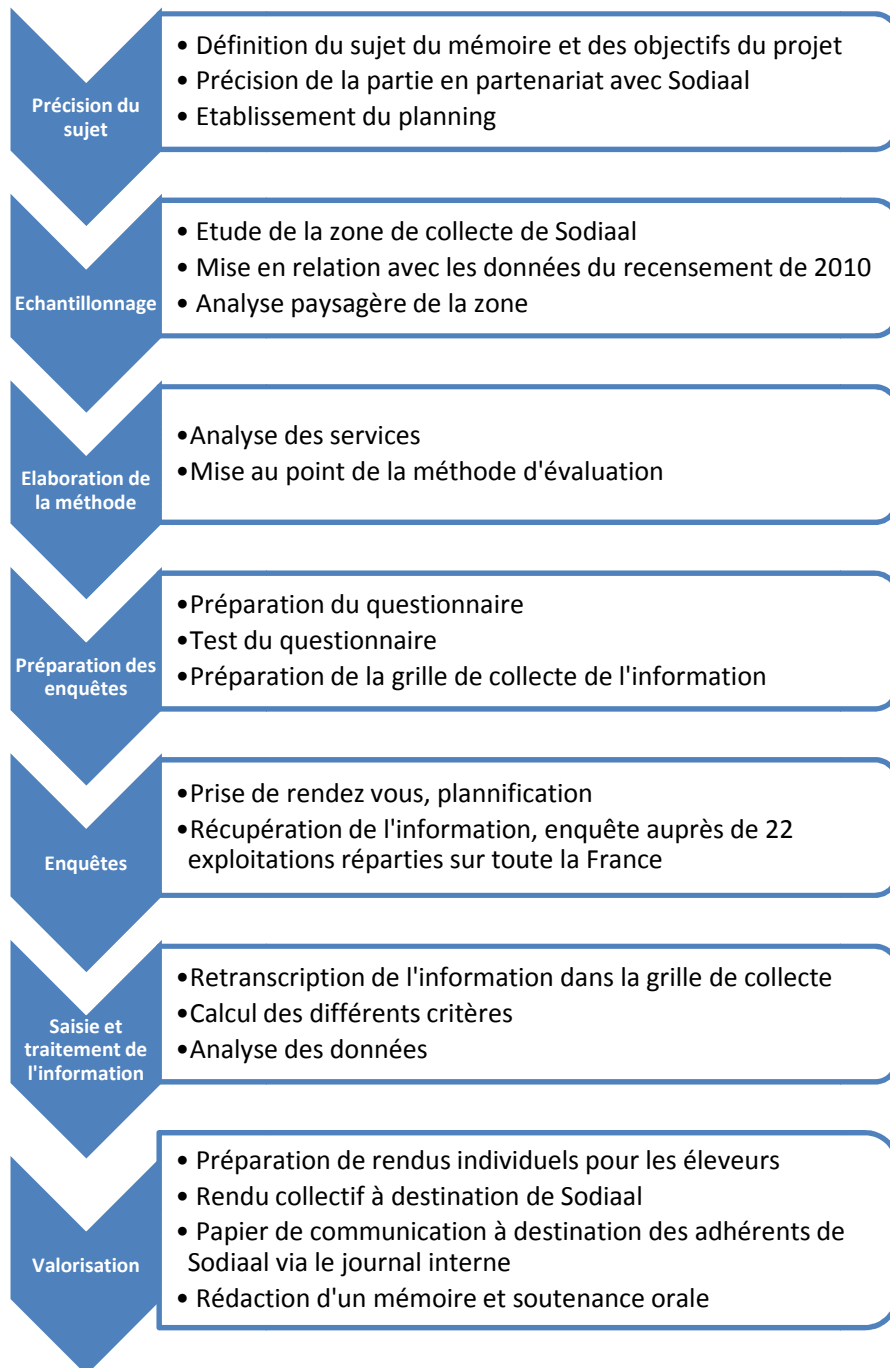


Figure 9: Les différentes étapes du projet

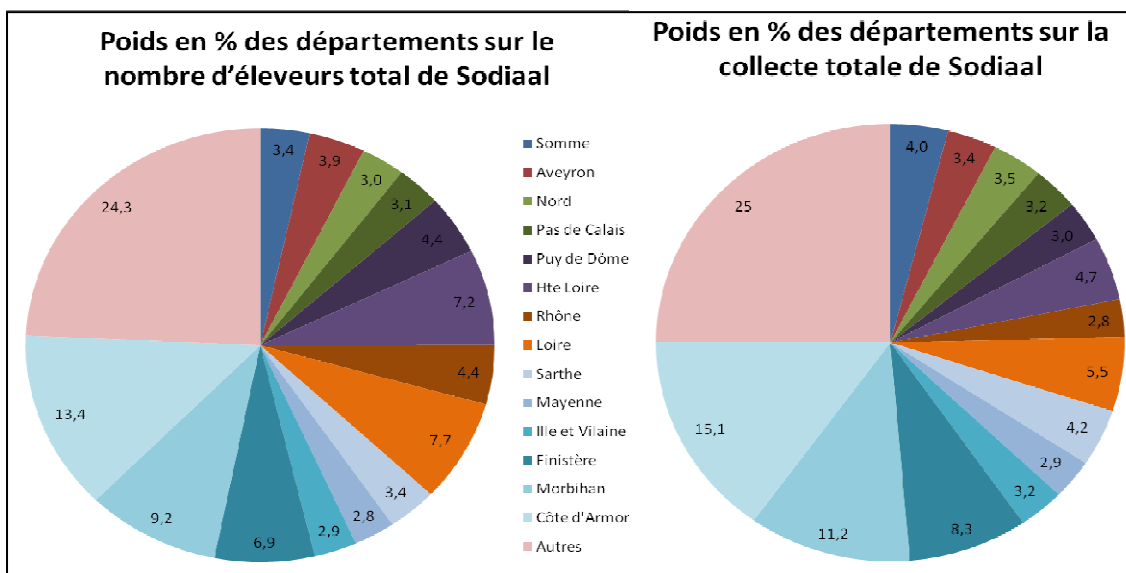


Figure 8: Répartition départementale des adhérents de Sodiaal et des litres collectés

Partie 2 : Méthodologie

L'objectif de cette partie est de qualifier la méthodologie employée pour mener à bien ce projet. Elle se décompose en six étapes (Figure 8), dont la première est une étape d'échantillonnage de la zone de collecte de Sodiaal afin de déterminer les exploitations à enquêter. Puis la méthode pour définir les services a dû être élaborée. La préparation des enquêtes a également été une étape importante, avec la mise en forme du questionnaire et de la grille de collecte des données. Puis 22 enquêtes ont été réalisées, les informations recueillies ont été saisies et traitées, les résultats ont ensuite été exploités.

1. L'échantillonnage des zones à enquêter

L'échantillonnage de la zone de production a été effectué à partir de la liste des adhérents que la coopérative nous a communiquée. Nous avons étudié la répartition des producteurs de Sodiaal en France, et nous nous sommes intéressés à la diversité paysagère que l'on retrouve sur la zone de collecte, comme première approche de la biodiversité. Nous avons ainsi effectué une analyse statistique de la zone de production, approfondie par une analyse fondée sur une approche paysagère.

1.1. L'analyse statistique de la zone de production de Sodiaal

Deux approches successives ont été effectuées. La première porte uniquement sur l'analyse des litrages et des producteurs de la coopérative, avec pour objectif de déterminer les principaux départements contribuant à la collecte. Puis, la deuxième approche compare les données de Sodiaal avec les statistiques nationales issues du recensement (Agreste, 2012) : nous avons étudié l'implantation de la coopérative dans les départements français afin de connaître son importance dans le territoire. Ces deux critères couplés permettent de choisir les territoires représentatifs de la zone de production, et ceux où l'action de Sodiaal sur la biodiversité et le paysage est importante.

✓ La détermination des départements fortement contributeurs à la collecte de Sodiaal

Afin de déterminer les départements les plus contributeurs, nous avons fait une analyse en termes de nombre de producteurs et de litres produits (Figure 9). Avec l'un ou l'autre de ces critères, les mêmes départements sont les plus contributeurs, seul le pourcentage diffère légèrement. Ainsi quatorze départements (en vert sur la Carte 5 ci-après) contribuent ensemble pour 75% de la collecte. Nous avons cherché à obtenir une représentativité de 95% de la collecte, mais pour cela de nombreux départements sont nécessaires (en vert et en jaune sur la Carte 5) avec des contributions individuelles très faibles (<2%). Nous sommes donc restés sur le choix initial des quatorze départements.

✓ L'implantation de Sodiaal au sein des départements

Dans un second temps, nous avons cherché à déterminer dans quels départements Sodiaal est fortement implantée, jouant ainsi un rôle remarquable dans la production laitière. Nous en déduisons ainsi que l'impact des adhérents est d'autant plus important sur les paysages et la biodiversité du territoire. Pour chaque département, nous avons comparé les volumes collectés par la coopérative avec ceux collectés de manière globale, d'après le recensement annuel de 2011 d'Agreste.

Le résultat est illustré dans les histogrammes ci-après (Figures 10, 11 et 12), les pourcentages sont représentés par les triangles verts, et l'échelle des litrages varie d'un graphique à l'autre. Ainsi pour sept départements (Hautes Alpes, Tarn et Garonne, Loiret, Bouches du Rhône, Haut Rhin,



Carte 5: Départements contribuant fortement à la production de Sodiaal (en vert et en jaune : 95% de la collecte, en vert seulement : 75% de la collecte)

Poids de la collecte de Sodiaal dans la collecte départementale

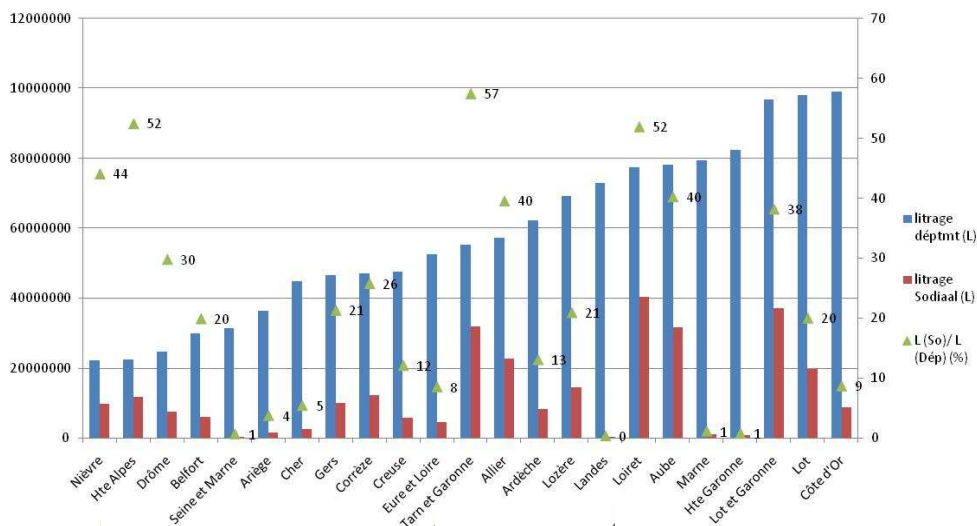


Figure 10: Représentation graphique des litres collectés dans différents départements

Poids de Sodiaal dans des départements peu laitiers

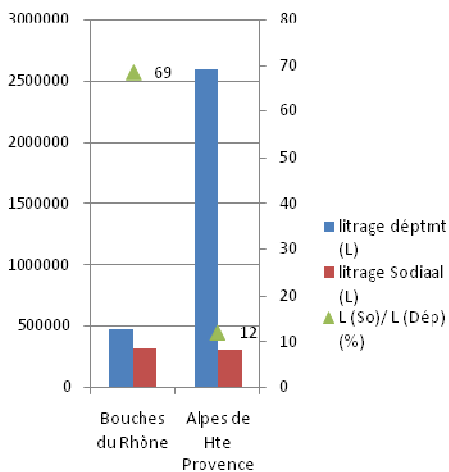


Figure 11: Représentation graphique de la collecte dans des départements peu laitiers

Poids de Sodiaal dans des départements très laitiers

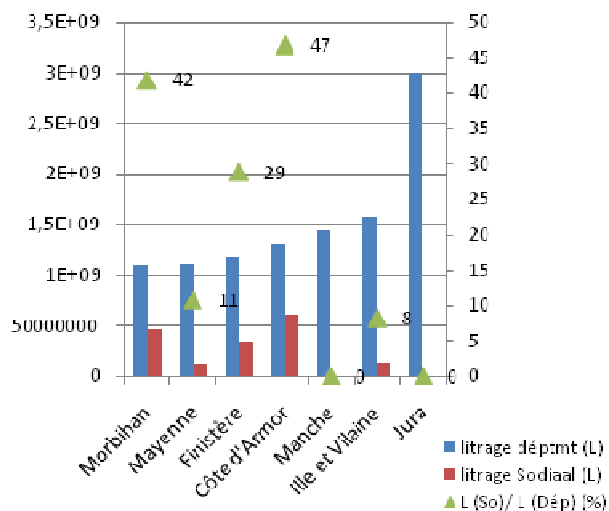


Figure 12: Représentation graphique des litres collectés dans des départements très laitiers

Rhône, Loire) la coopérative collecte plus de 50% du volume départemental produit.

Cependant ces trois histogrammes illustrent aussi que ceci n'est pas suffisant pour déterminer les départements dans lesquels l'implantation de Sodiaal est remarquable. En effet dans les départements très laitiers (Figure 12) la coopérative n'atteint pas 50% de la collecte mais 30 ou 40%, ce qui représente déjà des parts importantes. Dans les Bouches du Rhône en revanche (Figure 11), 70% de la collecte départemental représente peu de lait, ce département est très peu laitier, nous pouvons émettre un doute sur l'impact de la production laitière dans ce territoire en terme de biodiversité. Il est donc nécessaire de croiser l'implantation de Sodiaal avec le taux de spécialisation du département, afin de savoir si ce dernier est fortement orienté dans la production de lait ou non.

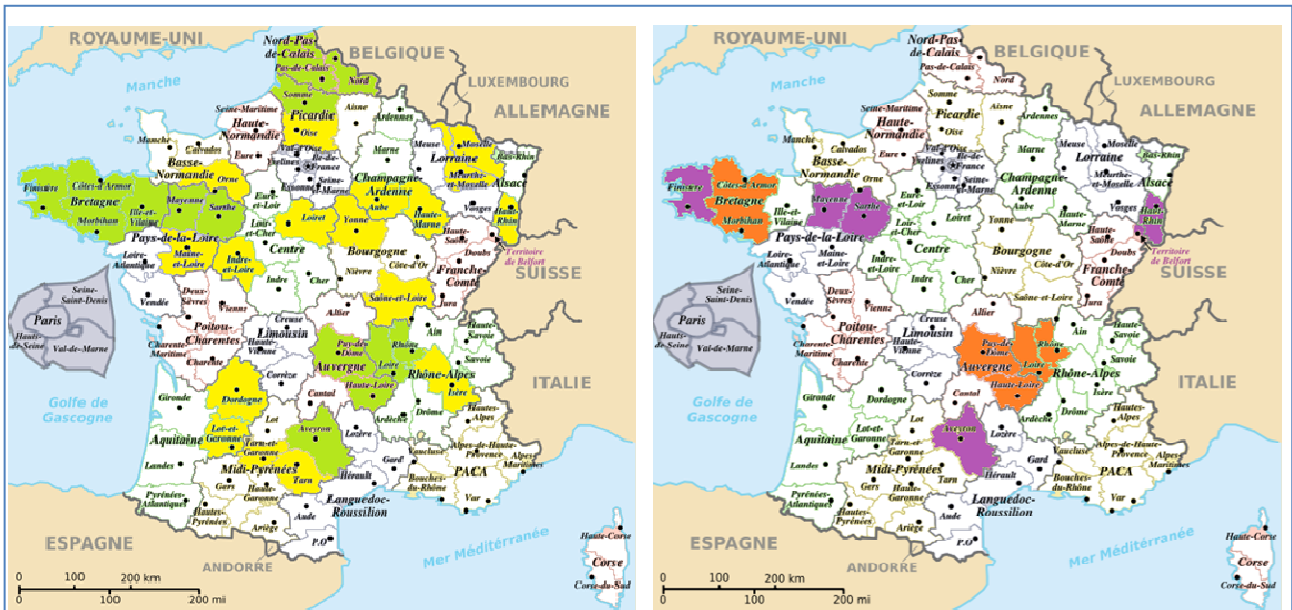
Nous avons calculé le taux de spécialisation d'un département en se basant sur la SAU occupée par les exploitations spécialisées lait. A partir des données du recensement de 2010 nous avons ainsi fait le rapport entre la SAU de l'Otex bovin lait et la SAU totale du département. La cohérence du résultat a été vérifiée avec la carte de la répartition des vaches laitières issue de Graph'Agri 2012. Le tableau suivant montre la répartition des Exploitations Agricoles (EA) regroupées en « classes d'exploitations » selon leur appartenance à un département plus ou moins spécialisé en production laitière, et dans lequel Sodiaal est plus ou moins implantée (ces deux critères ont été divisés en tranche de 10%)

Tableau 2: Répartition des exploitations selon l'implantation départementale de Sodiaal et la spécialisation laitière du département

		Taux de présence de Sodiaal dans le département (litres collectés Sodiaal /litres dép)							Total général
		---	--	-	±	+	++	+++	
		0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	
Taux de spécialisation du département SAUbovin lait/SAUtot	-- 0-10%	123	325	109	846	89	281	3	1776
	- 10-20%	78	872	1035		900		204	3089
	± 20-30%	144				547	544	943	2178
	+ 30-40%		371	848		1643			2862
	++ 40-50%	372				1135	882		2389
	+++ 50-60%	12							12
	Total	729	1568	1992	846	4314	1707	1150	12306

Les exploitations en rouge dans le tableau ont été éliminées. Elles correspondent aux départements du Jura et de la Manche, très laitiers, où Sodiaal est très faiblement implantée, et aux Bouches du Rhône dans lequel avec trois exploitations Sodiaal est très fortement implantée car ce département contient très peu d'exploitations laitières. Les départements retenus sont les suivants:

- 6 départements (Loire, Haute-Loire, Rhône, Puy de Dôme, Côtes d'Armor et Morbihan) correspondant aux 6 classes d'exploitations encadrées en orange. **Sodiaal joue un rôle important dans des départements laitiers**. En effet elle représente une forte proportion des exploitations laitières (>40% du litrage) dans des départements moyennement à fortement laitiers (>20% de la SAU).
- 6 départements correspondant aux 4 classes d'exploitations encadrées en violet. Ils sont retenus dans un premier cas car **Sodiaal est fortement implantée** (>40% du litrage) **dans des départements assez faiblement laitiers** (10-20% de la SAU). Il s'agit de l'Aveyron et de la Sarthe (900EA) ainsi que du Haut Rhin (204EA). Dans un second cas car **Sodiaal est assez faiblement implantée** (10-30% du litrage) **dans des départements fortement laitiers** (30-40% de la SAU). Il s'agit du Territoire de Belfort et de la Mayenne (371 EA) ainsi que du Finistère (848 EA).



1^{ère} approche : départements fortement contributeurs (en vert)

2^{ème} approche : départements où Sodial est fortement implantée (en orange et violet)

Prise en compte de la politique : ajout de la Moselle



Figure 13 : Résultat des deux approches: départements retenus pour faire partie de l'échantillon (en bleu sur la carte)

Le détail de la répartition des classes d'exploitations du tableau 2 est représenté en annexe 1, précisant de quels départements il s'agit, le nombre d'exploitations concernées et le pourcentage que cela représente par rapport au nombre total d'exploitations laitières du département.

✓ Les départements à enquêter

En croisant les résultats des deux approches et en prenant en compte la politique de la coopérative, notamment son découpage interne, la carte finale de la zone à enquêter a été déterminée (Figure 13). Nous avons donc sélectionné seize départements, représentant 76,9% du litrage et 77,6% des adhérents. Afin de déterminer plus précisément quelles exploitations enquêter, nous avons effectué une analyse paysagère de ces zones. L'étude portant sur la biodiversité et les services rendus dans les territoires, choisir différents paysages comme critère est intéressant, car ils représentent une diversité de territoire.

1.2. L'analyse paysagère des départements à enquêter

✓ Le recours aux atlas paysagers

Le terme de paysage a été défini selon la Convention européenne du paysage. Il est décrit comme faisant partie du patrimoine commun de la nation, et participant au bien-être humain. Sa connaissance et sa gestion sont donc nécessaires. Pour cela, tous les 10 ans environ les départements français réalisent des atlas paysagers, sous la direction des Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL). Ils définissent les différentes entités paysagères et leurs caractéristiques principales.

Nous nous sommes basés sur ces atlas pour déterminer les différentes entités paysagères qu'il serait intéressant de rencontrer, bien qu'ils ne soient pas homogènes dans leurs critères et leurs échelles (département ou région). Pour certains départements, les atlas paysagers ne sont pas à jour. Dans ce cas, nous nous sommes basés sur des critères de relief, sur les grandes entités paysagères connues (massifs montagneux, parcs...) ou sur les publications qu'ont pu faire divers parcs régionaux.

Dans un premier temps nous avons donc collecté les informations paysagères sur les départements sélectionnés, puis nous avons choisi des entités différentes, contrastées, afin d'avoir de la diversité. Nous avons également pris en compte la localisation plus précise des exploitations de Sodiaal. Enfin, nous avons cherché à observer également une diversité de systèmes, en étudiant leur répartition selon les réseaux d'élevage (bien que cela ne prenne en compte que les exploitations appartenant aux réseaux).

✓ Vingt deux exploitations dans des contextes paysagers variés

La commande de la coopérative portait sur une vingtaine d'exploitation. Nous avons donc cherché une vingtaine de paysages variés au sein des seize départements. Vingt deux paysages ont émergés, retenus en s'affranchissant des limites administratives au sein des zones. L'objectif est d'illustrer la relation de la production laitière avec différents services, ainsi nous avons choisi d'enquêter une exploitation par zone paysagère. De ce fait nous avons privilégié la diversité à la répétition.

Nous avons restreint des zones au sein des paysages et les conseillers de Sodiaal étaient chargés de nous transmettre une liste de producteurs susceptibles d'accepter de répondre aux questions. Nous leur avons communiqué un critère : les exploitations sélectionnées doivent être représentatives de la zone. D'après notre observation de la répartition des systèmes, nous avons émis des suppositions quant aux systèmes susceptibles d'être rencontrés car représentatifs. De plus, nous souhaitons exclure les exploitations mixtes car il serait difficile de distinguer les services rendus par

le troupeau laitier de ceux du troupeau allaitant. Nous avons également exclu les exploitations en agriculture biologique, car pour Sodiaal il n'est pas nécessaire de communiquer sur leur image par rapport à l'environnement et la biodiversité.

Pour résumer :

Nous avons donc sélectionné seize départements représentatifs de la zone de production de Sodiaal. Au-delà du découpage politique de la coopérative, notre échantillonnage a pris en compte deux entrées : les principaux départements de la collecte de Sodiaal et les départements dans lesquels Sodiaal tient une place prépondérante pour la collecte laitière et donc pour le territoire. Ils représentent 76,9% du litrage et 77,6% des adhérents. Une analyse paysagère des différentes zones nous a ensuite permis d'affiner l'échantillon et de choisir vingt deux entités paysagères intéressantes et variées, dans lesquelles nous souhaitons enquêter des exploitations qui leur sont représentatives. Les systèmes devraient donc être variés, et nous nous souhaitons exclure les mixtes (troupeaux laitier et allaitant) et l'agriculture biologique. En parallèle de l'échantillonnage et durant les délais de transmission des exploitations par Sodiaal, nous avons pu développer notre méthode d'évaluation des services.

2. L'élaboration de la méthode d'évaluation des services

Nous cherchons à élaborer une méthode pour qualifier les services d'une part, à travers leur analyse et l'élaboration de critères, et pour les quantifier par la suite, grâce à une agrégation des variables. Nous cherchons à estimer les services rendus par l'élevage laitier et à les relier aux pratiques agricoles afin de montrer comment tendre vers ces services. Notre méthode a également pour objectif d'être reproductible et pratique, les données permettant de calculer les variables doivent pouvoir être collectées grâce à des entretiens de deux heures maximum.

2.1. Le choix d'un nombre limité de services pour plus de lisibilité

Nous avons utilisé la classification proposée par l'INRA, reliant les services avec les agro-écosystèmes (Le Roux *et al*, 2008) pour choisir quels services étudier. Nous en avons limité le nombre afin de pouvoir approfondir leur analyse sans se disperser dans la multitude de services, au vu du temps imparti pour l'étude. Trois services par catégorie ont été choisis selon les éléments disponibles pour leur évaluation, et leur importance à nos yeux dans le cadre de la filière laitière.

Ainsi, les services choisis sont les suivants :

- **Services intrants** : L'exploitation s'appuie sur ces services pour effectuer sa fonction de production. Cependant, son activité ne doit pas dégrader ces services : **la pollinisation, la stabilité structurale des sols, le maintien de la fertilité des sols**. La pollinisation pourrait appartenir à différentes catégories de service mais nous avons choisi de la considérer comme un service intrant, indispensable au développement de certaines cultures (colza...) ;
- **Services de production (contribuant au revenu)** : ces services contribuent au revenu de l'éleveur. Il s'agit des **productions végétales, des productions animales**, ainsi que **la capacité nourricière** ;
- **Services hors revenu agricole (environnementaux)** : ils proviennent de l'exploitation, comme conséquence de son fonctionnement. Nous considérons **la conservation de la biodiversité et du paysage, la qualité de l'eau et la régulation du climat**.

Afin d'analyser ces services, nous avons retenu la démarche proposée par l'INRA, et reprise par Alice Morin dans son projet de fin d'études réalisé dans le cadre d'un partenariat entre Idele et



Figure 14: Démarche d'analyse des services écosystémiques, Source : Morin, 2013

POLLINISATION

Bénéfices : Certaines espèces ont besoin de la pollinisation pour se reproduire, ce qui permet leur développement, l'amélioration de leurs rendements et la diversité génétique. Ceci participe également à la biodiversité car de nombreuses espèces sont pollinisatrices et l'apiculture est une exploitation poussée de ce service.

FONCTIONS

La pollinisation est permise par les insectes pollinisateurs s'ils ont un environnement favorable en termes d'habitat, de nourriture et si aucun produit nuisible ne les détruit.

PROCESSUS

Les insectes pollinisateurs butinent les fleurs et disséminent les graines de fleur en fleur, transportent le pollen permettant la reproduction. De plus ces espèces sont mobiles, elles permettent donc la diversité génétique des plantes qu'elles pollinisent.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
<p>Prairies fleuries à condition que la fauche soit tardive, le chargement en bétail modéré, et que les haies soient maintenues.</p> <p>Les zones non productives, forêts et lisières, les haies à espèces buissonnantes, les bosquets sauvages avec arbres et arbustes, les murs recouverts plantes grimpantes sont de bons habitats</p> <p>Culture de plantes mellifères (colza, tournesol, arbres fruitiers, luzerne, trèfle, ronce, sainfoin...)</p>	<p>Prairies conduites de manière intensive : fauche précoce et répétée, fertilisation importante défavorise la biodiversité des prairies et les espèces fleuries, pâture en herbe courte, élimination des haies</p> <p>Utilisation d'herbicides ou d'insecticides, détruisant les adventices utiles aux insectes pour leur nectar, et nuisant directement aux insectes</p> <p>L'érosion du sol défavorise les insectes terricoles</p>

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Habitat	% Surface développée et densité des IAE	<50%	>70%	Les IAE assurent un habitat et un accueil favorable Calculée à partir de la surface labourée en pente et des sols nus l'hiver, l'érosion nuit à l'habitat des insectes terricoles
	% SAU soumise à érosion	<20%	>30%	
Pratique érosive	Utilisation d'insecticides	Oui	Non	Les insecticides sont nocifs pour les insectes pollinisateurs
Nutrition	Diversité de l'assolement Comparaison au territoire	Moins diversifié	Plus diversifié	La mosaïque paysagère assure la diversité des cultures et donc de la nourriture potentiellement disponible toute l'année
	% PP favorable à la biodiversité	<30%	>50%	Elles sont fleuries et contiennent donc de la nourriture pour les insectes

Sources : (Bertrand, 2001), méthode EBioTEP (Manneville et Chanséaume, 2010), (Mauchamp *et al*, 2012)(Pouvreau, 2004)

Figure 15: Exemple de fiche descriptive d'un service intrant : la pollinisation

Interbev (Le Roux *et al*, 2008; Morin, 2013). Cette démarche décline les services pour aboutir à des variables quantifiables à l'échelle de l'exploitation. Nous considérons donc que chaque service résulte d'une somme de fonctions. Ces fonctions sont elles-mêmes permises par une somme de processus. Nous pouvons également distinguer les bénéfices que l'éleveur tire des services (Figure 14).

Ainsi, nous avons créé une fiche par service (Figure 15, ensemble des fiches en annexe 3), détaillant les bénéfices tirés de ce service, les fonctions et les processus qui le permettent. Puis nous avons cherché dans la littérature les éléments favorables et défavorables qui influencent ce service et nous avons déterminé des critères et variables qui nous permettraient de les mesurer.

2.2. Les différents types de variables

Parmi les critères choisis, certains sont issus de la méthode EBioTEP, constituant une base scientifique validée à notre méthode. Les autres sont issus de la littérature et de l'analyse des services.

Les critères sont décomposés en variables qui sont mesurables par l'analyse des pratiques agricoles, et de différents types : qualitatives et quantitatives. Ce sont également des bilans effectués à partir des chiffres de l'exploitation et de références.

Un arbre schématise la décomposition des services représentés par le tronc à gauche jusqu'aux variables, les feuilles à droite (Figure 16 ci-après). Les différentes variables sont décrites ci-dessous.

✓ Les indicateurs issus de la méthode EBioTEP

EBioTEP est un outil d'évaluation de la biodiversité dans les exploitations agricoles, qui prend en compte l'échelle du territoire, de l'exploitation et de la parcelle. Cet outil comprend cinq critères : la diversité de l'assolement, l'organisation paysagère de l'espace agricole, l'impact des pratiques agricoles, la gestion des prairies permanentes et la densité d'infrastructures agro-écologiques sur l'exploitation agricole (Manneville et Chanséaume, 2010). Elle nous a donc permis de bien définir le service « conservation de la biodiversité et du paysage » mais ces critères ont également appuyé l'évaluation d'autres services. L'intégralité de cette méthode est présentée en annexe 2 et les critères sont les suivant :

- **La diversité de l'assolement** : les indices de Shannon et Pielou déterminent si les différentes catégories d'occupation du sol sont toutes représentées, et réparties équitablement. Ceci contribue à la mosaïque paysagère, qui est favorable à la biodiversité des espèces.
- **Les prairies permanentes** sont étudiées particulièrement afin de déterminer si elles constituent un élément agro-écologique pouvant accueillir de la biodiversité ou non, selon l'intensité de leur utilisation.
- **L'organisation paysagère de l'espace agricole** : à l'échelle du territoire et de l'exploitation, une analyse par image satellite permet de déterminer la densité des Infrastructures Agro-Écologiques (IAE : haies, arbres, cours d'eau...), leur répartition et leur connectivité. Ces facteurs montrent le potentiel d'accueil du territoire et de l'exploitation pour les espèces, il permet de situer l'exploitation dans son environnement, de définir si elle contribue à la densité du paysage ou si elle la réduit.
- **Les pratiques agricoles** : l'analyse des rotations, de l'utilisation d'insecticides, de la gestion des IAE, permet d'estimer si les pratiques sont favorables ou non.

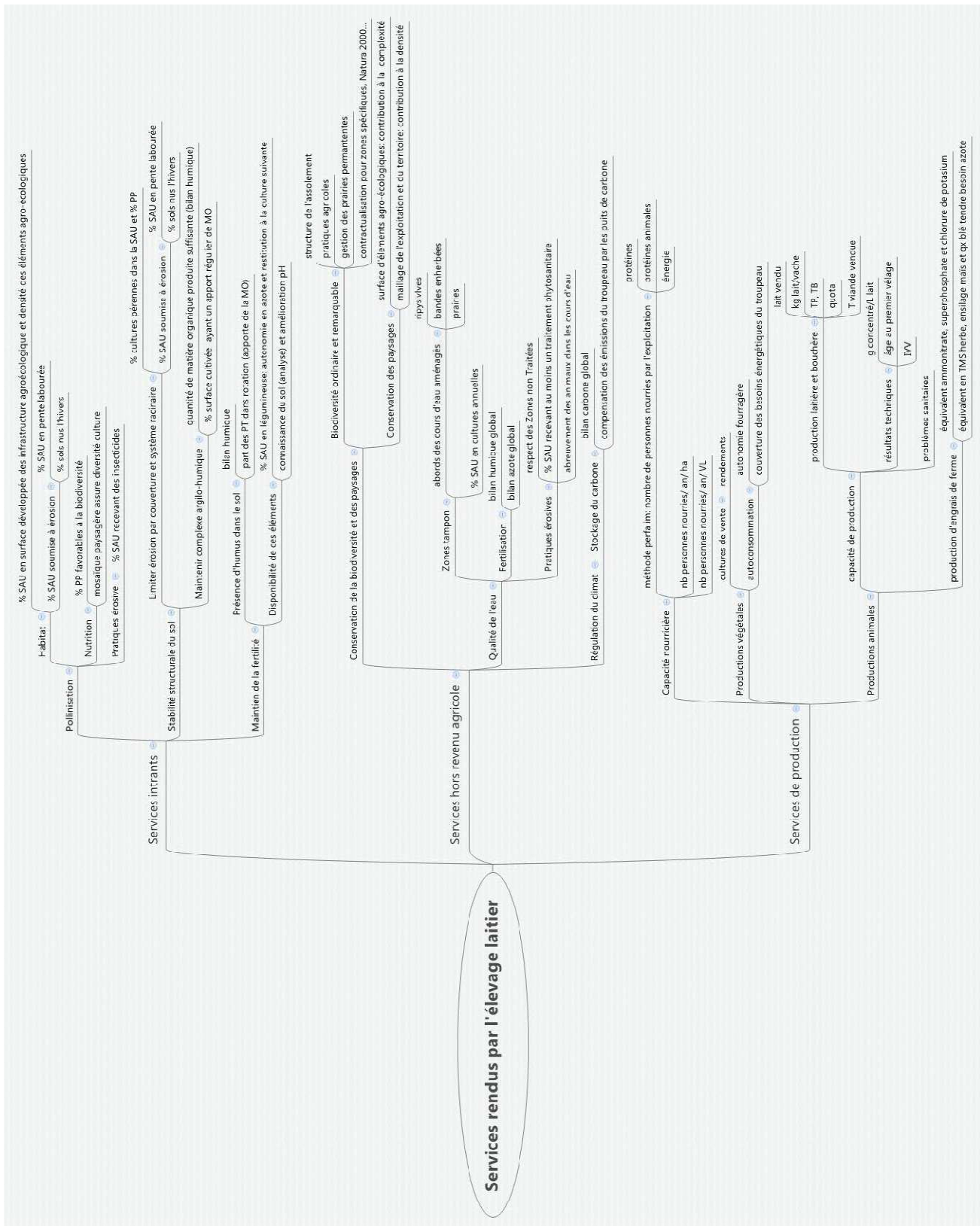


Figure 16: Arbre illustrant l'analyse des services, les critères et variables déterminés

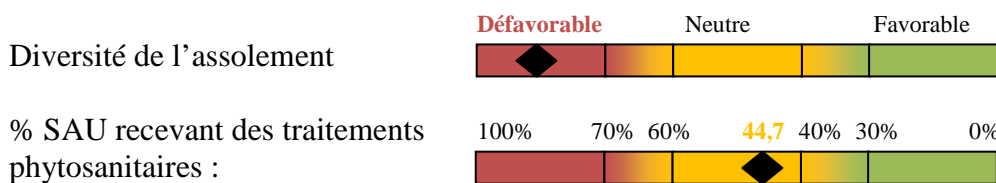


Figure 17: Echelles de notation des variables, exemples d'un cas qualitatif et quantitatif, le « curseur » noir indique où se situe l'élevage

- **La surface développée des IAE** : par une approche géométrique, les éléments des paysages sont traduits en surface développée pour estimer la surface qu'ils représentent par rapport à la SAU. Cette surface constitue un potentiel d'accueil pour les espèces floristiques et faunistiques.

✓ Les variables qualitatives

Un certain nombre de variables qualitatives a permis de qualifier la contribution aux services. Il s'agit de la présence ou l'absence de certaines pratiques que nous avons jugées comme influençant les services. Ces variables sont les suivantes : **la connaissance du sol** par des analyses et **l'amélioration du pH** par des amendements, **l'aménagement des abords de cours d'eau** par de la végétation, **le respect des zones non traitées** et **l'abreuvement des animaux dans les cours d'eau**.

Pour ces variables leur présence ou leur absence suffit à estimer l'impact des pratiques, et à placer l'exploitation par un curseur dans l'échelle de notation (Figure 17).

✓ Les variables quantitatives

Ces variables proviennent uniquement des données issues des enquêtes, ou éventuellement de la coopérative (litres payés en 2012). Ils sont essentiellement basés sur des pratiques concernant la SAU, et dont l'impact sur les critères définis est connu. Il s'agit du **pourcentage de la SAU recevant des insecticides, des produits phytosanitaires, la part de la SAU en culture pérenne, en prairie permanente, en culture annuelle, en légumineuse, la part de la SAU soumise à érosion** (calculé à partir de la surface labourée en pente et de la surface nue l'hiver), **la production de lait par vache, les rendements**.

Des valeurs seuils ont dues être définies pour ces variables, en concertation avec l'Institut de l'Elevage et avec une zone d'incertitude autour de ces valeurs car elles ne sont pas toujours vérifiées scientifiquement (Figure 17).

✓ Les bilans fréquemment utilisés

Nous avons réalisé quelques bilans classiquement utilisés dans le monde agricole, à l'échelle globale de l'exploitation. Pour cela nous avons utilisé des références issues d'instituts techniques comme le comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (regroupant différents instituts), l'Institut de l'Elevage, les tables d'alimentation de l'INRA... Il s'agit du **bilan humique, azote, fourrager, de bilans des émissions de carbone**, du calcul de la **productivité autonome** (couverture des besoins énergétiques du troupeau par les fourrages de l'exploitation). Nous avons également estimé la **production d'engrais de ferme**, et l'équivalent d'herbe, de maïs ou de blé que cela représente en couverture de besoins azotés.

Pour ces bilans les résultats ont été ramenés en pourcentage, à l'hectare ou à la vache laitière, des valeurs seuils ont également dues être définies.

Enfin, nous avons calculé la **capacité nourricière** avec le programme PerfAlim (CEREOPA, 2013). Ce programme établit d'une part le solde nourricier de l'exploitation, d'autre part les besoins moyens quotidiens humains.

Pour calculer le solde nourricier, le programme prend en compte les matières premières achetées et les matières premières vendues, auxquelles il associe une teneur en énergie, en protéine et en protéines animales (de meilleure qualité). Seules les matières premières à destination de l'alimentation humaine sont prises en compte, et un coefficient d'efficacité nutritionnelle est également intégré pour considérer la capacité à être assimilé par l'Homme. Toutes ces valeurs

proviennent de différentes sources : la FAO (Food and Agriculture Organisation), des organismes techniques (Institut de l'élevage, Uniporc, FranceAgriMer...).

Pour les besoins moyens quotidiens en énergie et protéine, la référence est un jeune homme de 70 kg avec une activité physique modérée. Les valeurs et coefficients proviennent également de la FAO.

La différence entre les deux met en avant le nombre de personnes que l'exploitation a le potentiel de nourrir par an, avec ses produits (sans prendre en compte d'éventuelles transformations). Selon les exploitations, les besoins énergétiques ou protéiques seront les plus comblés.

Les variables et leurs valeurs seuils sont indiqués dans les fiches descriptives présentées précédemment (Figure 15). L'ensemble de ces fiches permet de comprendre la méthode et de l'utiliser. Seule l'étape d'agrégation des variables est encore à définir.

2.3. L'agrégation des variables et critères

L'agrégation des critères est une étape délicate, car une éventuelle pondération peut être déterminée. Cette agrégation est indispensable dans la mesure où nous cherchons à quantifier les services rendus par l'élevage. Cependant l'objectif de notre méthode n'est pas de juger les exploitations précisément, mais de montrer le détail des critères permettant de mesurer les services, ainsi que d'expliquer les pratiques dont ils sont issus.

Nous n'avons donc pas choisi un système de notation, car cela impliquait de classer les variables, de définir lesquelles sont les plus importantes, d'en privilégier. Nous ne souhaitons pas pondérer l'agrégation, d'autant plus que cette pondération demande une étude plus poussée et une justification que nous ne pouvons faire dans ce projet. Nous nous sommes donc inspirés de l'analyse multi critères présentée dans la thèse de A. Michaud (2011) et provenant de la méthode Dexi®. Aussi, l'arbre présenté précédemment pour illustrer la décomposition des services est l'arbre d'agrégation de nos variables (Figure 16). A chaque nœud, les branches ont le même poids. Lorsque le cas survient de l'agrégation de deux variables (ou critères) n'ayant pas les mêmes résultats, la règle de décision pour leur agrégation est la suivante :

- Une variable défavorable et une favorable : l'agrégation est neutre
- Une variable défavorable et une neutre : l'agrégation est défavorable
- Une variable favorable et une neutre : l'agrégation est favorable

Cette règle vise à montrer dans quelle direction tendent les pratiques quand elles sont agrégées, en penchant du côté favorable ou défavorable malgré une variable neutre.

Pour résumer :

Notre méthodologie tend donc à montrer les pratiques des éleveurs qui influencent les services, afin que chaque éleveur puisse situer ses pratiques dans un gradient négatif à positif, et savoir comment s'orienter vers le côté positif. Ces variables sont ensuite agrégées en différents critères pour aboutir aux services, l'agrégation choisie est simple, sans pondération. Cela permet avec une marge d'erreur représentée par une zone d'incertitude d'estimer si les élevages altèrent un service, le préservent ou y contribuent. Les données seront ensuite collectées et traitées grâce à des outils créés pour analyser rapidement et le plus automatiquement possible.

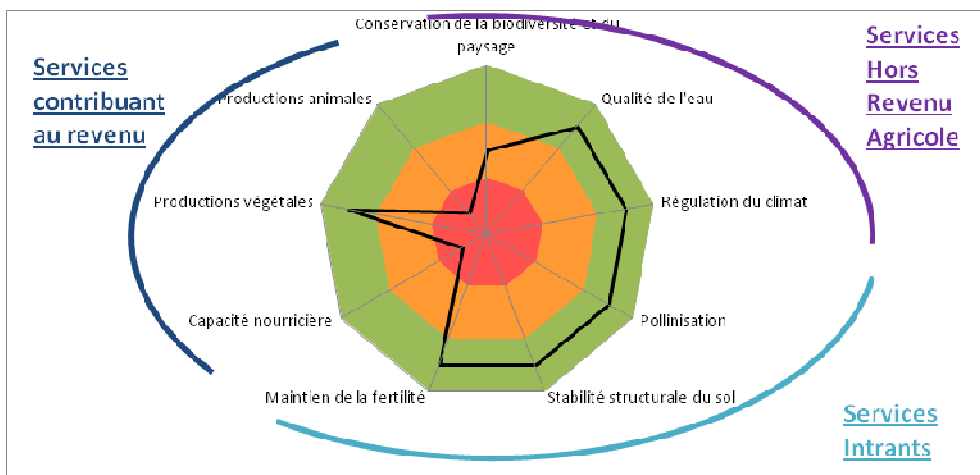


Figure 18: Radar montrant la contribution d'une exploitation à tous les services

Pollinisation

1) Un habitat favorable aux insectes pollinisateurs est nécessaire

La densité des infrastructures agro-écologiques ainsi que leur surface développée assurent cet habitat. L'importance de la surface d'IAE et leur densité dans le territoire sont favorables à l'attraction d'insectes pollinisateurs.

L'érosion du sol défavorise les insectes habitant sous terre

Le potentiel d'érosion du sol est estimé selon la surface labourée en pente et la surface de sol nu. Ainsi cette exploitation n'a pas de surface soumise à érosion.

2) Des réserves alimentaires pour ces insectes sont nécessaires

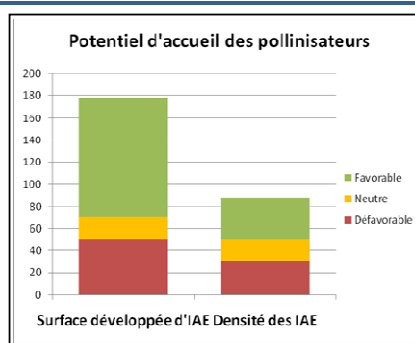
Les prairies favorables à la biodiversité sont fleuries, et fournissent de la nourriture aux insectes. L'exploitation n'a pas de prairies favorables à la biodiversité.

La mosaïque paysagère augmente la probabilité d'avoir de la nourriture toute l'année

L'exploitation ne contribue pas à la diversité de l'assolement du territoire, elle est défavorable.

3) Des pratiques érosives éliminent les populations de pollinisateurs

Aucun insecticide n'est utilisé, ce qui est favorable aux populations d'insectes.



Bilan



Malgré le fait que l'exploitation ne fournit pas aux insectes pollinisateurs de quoi se nourrir, elle leur fournit un habitat et n'a pas de pratiques destructrices. Globalement, elle est donc favorable à la pollinisation.

Figure 19: Exemple de rendu aux éleveurs pour le service pollinisation

3. La collecte, le traitement et la valorisation de l'information

Nous présentons dans cette partie la collecte et le traitement de l'information, ainsi que la valorisation prévue pour les éleveurs.

3.1. La collecte et le traitement de l'information

Un questionnaire a été élaboré afin de recueillir l'information nécessaire à l'application de la méthode. Il comprend une présentation brève de l'exploitation et est organisé en trois parties : la première relatant des productions animales, la seconde des productions végétales et la dernière des éléments du paysage. Enfin quelques questions générales sur le point de vue des éleveurs concernant la biodiversité et leur exploitation ont été posées. Ce questionnaire a été testé dans une première exploitation afin d'être modifié et amélioré. La version finale se trouve en annexe 4. Les entretiens ont durés entre 1h30 et 2h.

Les informations recueillies sont traitées dans une base de données sur le logiciel Excel. Sur cette base de données, les exploitations sont anonymes, elles ont chacune un code. Ce code est composé du numéro du département suivi d'une caractéristique du territoire concerné, par exemple « bocage ». Concernant l'analyse spatiale des territoires, les données du Registre Parcellaire Graphique des exploitations ont été récupérées auprès des Directions Départementales du Territoire (DDT) pour les traiter avec les logiciels Google Earth. Les paysages seront également décrits par une analyse photographique, à partir de prises aériennes issues du logiciel Géoportail et de prises personnelles, permettant d'avoir un point de vue vertical et horizontal.

3.2. Le rendu individuel prévu aux éleveurs

Une analyse individuelle des résultats a été effectuée, puis une analyse globale des exploitations pour chaque service rendu. Le rendu individuel prévu est un petit dossier de dix pages. Sur la première page le résultat global est expliqué et illustré par un radar comprenant tous les services (Figure 18). Puis chaque service est détaillé, la contribution de l'éleveur est indiquée sous forme de profil, avec les critères et les variables qu'ils comprennent ainsi que des explications sur ces variables (Figure 19). L'éleveur prend donc connaissance, variable par variable, de l'impact de ses pratiques, et de l'orientation à prendre pour rendre un service. Un bilan récapitule les éléments pour expliquer l'appréciation globale, résultant de l'agrégation des variables et critères. Un exemple de rendu intégral est disponible en annexe 5.

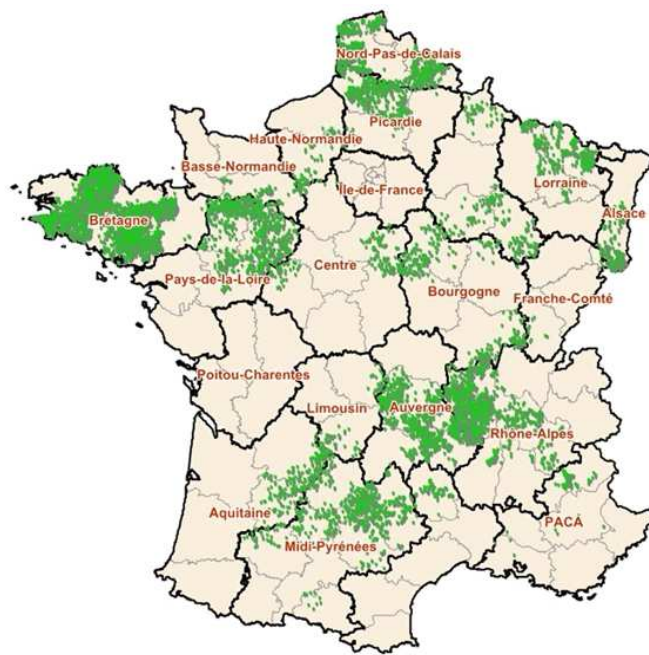
Pour résumer :

La récolte de l'information est effectuée par des enquêtes de 2h maximum sur les exploitations, son traitement et son analyse et via les logiciels Excel, Géoportail et Google Earth. Le rendu individuel aux éleveurs est composé de 10 pages expliquant chaque variable, les pratiques prises en compte et l'appréciation globale résultant de l'agrégation.

Bilan de la méthodologie :




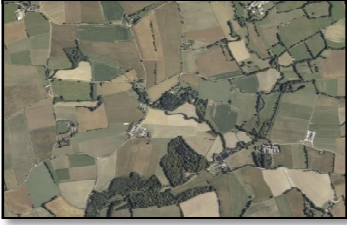




L'échantillonnage a permis de déterminer 22 entités paysagères différentes, dans chacune d'entre elles une exploitation sera enquêtée. Cet échantillon a été effectué en accord avec le premier objectif du projet, de manière à être représentatif de la zone de production de Sodiaal pour lui fournir l'analyse du service de conservation de la biodiversité. Puis la méthode de qualification et de quantification des services a été élaborée, ainsi que les enquêtes et la préparation de leur analyse, du traitement de l'information et de sa valorisation.

La partie suivante a donc pour vocation de présenter les résultats des services produits par cet échantillon d'élevages laitiers.



Carte 6: Localisation des adhérents de Sodiaal, chacun représenté par un point vert, *Source : Sodiaal*

Tableau 3: Illustration aérienne et photographique des paysages bretons pour chaque exploitation enquêtée, *Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail*

Bretagne ①			Bocage à maille élargie, important mais parcelles agrandies et haies remaniées
Bretagne ②			Paysage cultivé avec talus, agrandissement des parcelles, fort vent, haies basses et hauts talus
Bretagne ③			Paysage cultivé avec talus, agrandissement des parcelles, fort vent, haies basses et hauts talus
Bretagne ④			Paysage cultivé à ragoisse, labours, paysage ouvert

Partie 3 : Résultats

L'objectif de cette partie est de présenter les résultats de notre étude. Dans un premier lieu nous décrirons l'échantillon enquêté : ses caractéristiques paysagères et les systèmes d'exploitation rencontrés. Dans un second temps nous présenterons les résultats pour chaque type de services étudiés : les services hors revenu agricole, les services intrants et les services de production. Enfin nous mettrons en lien ces trois types de services.

1. Un échantillon national aux paysages et systèmes variés

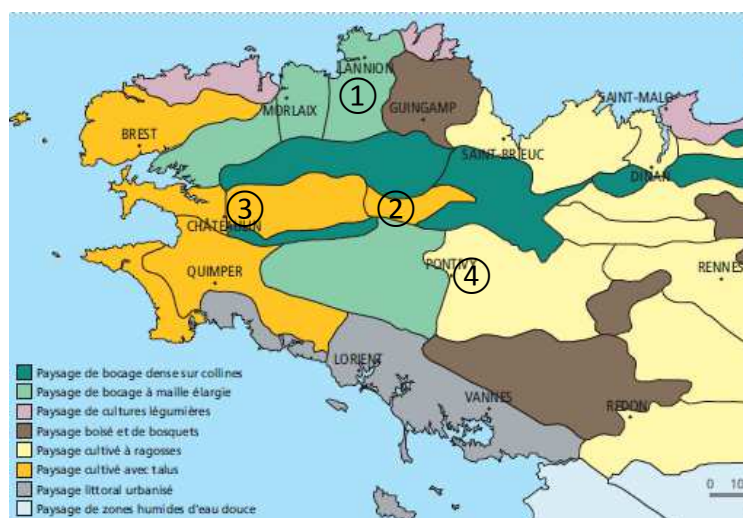
Notre échantillonnage est basé sur la diversité des paysages. Cette première partie a pour objectif de présenter l'échantillon d'exploitations obtenu en décrivant les caractéristiques des paysages rencontrés et des exploitations enquêtées.

1.1. Illustration aérienne et photographique des paysages enquêtés

Nous avons sélectionné différents paysages grâce aux atlas géographiques. Au sein des départements retenus nous avons également pris en compte la diversité et la localisation des adhérents de Sodiaal (Carte 6). La diversité et les caractéristiques de ces paysages sont décrites et illustrées dans des tableaux grâce à des photographies personnelles prises lors des enquêtes et des photographies aériennes. Ces dernières sont prises à la même échelle et au dessus des exploitations, à l'aide du logiciel Géoportail. La codification de la carte permet de se reporter à la description correspondante dans le tableau, chaque numéro représentant une exploitation.










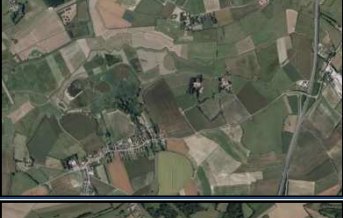






✓ Les paysages bretons

Bretagne Environnement, un Groupe d'Intérêt Public (GIP), a élaboré un document sur les chiffres clés de l'environnement en Bretagne, dans lequel les paysages sont décrits (Carte 7, GIP Bretagne Environnement, 2011). Elle distingue différents grands types de paysages. Nous avons exclu les paysages de cultures légumières et le paysage littoral urbanisé car ils correspondent peu à des zones d'élevage laitier. Puis entre les cinq paysages restant nous en avons retenu quatre, deux bocagers (maille dense et élargie) et deux cultivés (à ragosse ou à talus). Nous avons donc effectué quatre enquêtes, localisées par des numéros sur la carte 7. Différentes difficultés nous ont amené à enquêter deux exploitations dans le paysage cultivé avec talus au détriment du paysage de bocage dense sur colline. Les caractéristiques de ces paysages sont détaillées dans le tableau 3.



Carte 7: Différents paysages bretons, Source : GIP Bretagne Environnement, 2011

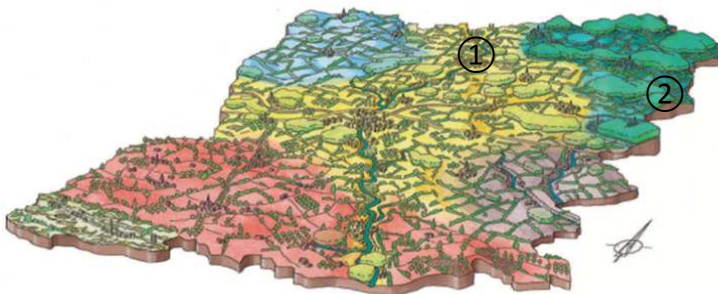
Tableau 4: Illustration aérienne et photographique des Pays de la Loire et du Nord de la France pour chaque exploitation enquêtée, Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail

<p>Pays de la Loire ①</p>			<p>Le « cœur de la Mayenne », comporte l'essentiel de l'activité humaine, des industries. Le bocage est peu homogène, complété par des espaces boisés</p>
<p>Pays de la Loire ②</p>			<p>Les collines du Maine sont boisées, bocagères, un paysage rocheux accidenté, avec de l'élevage et des prairies permanentes</p>
<p>Pays de la Loire ③</p>			<p>Le bocage est un lien arboré dans ce secteur sableux, les boisements sont présents, ils complètent le cloisonnement</p>
<p>Pays de la Loire ④</p>			<p>Un bocage déstructuré avec de nombreuses interruptions et une qualité dégradée. Ce paysage est la conséquence du remembrement</p>
<p>Nord ①</p>			<p>Bocage boulonnais, nombreuses haies, prairies permanentes et bois dominant. Mais la part des cultures augmente</p>
<p>Nord ②</p>			<p>Hauts plateaux artésiens : Plateaux et fonds de vallées, partagées entre prairies bocagères et grandes parcelles cultivées</p>
<p>Nord ③</p>			<p>Ondulations hennuyères : Grands plateaux ouverts et labourés, avec des auréoles prairiales autour des villes</p>
<p>Nord ④</p>			<p>Vimeu : Paysage de plateaux, openfield aux champs ouverts et cultivés, ponctué par des structures bocagères concentrées autour des villages</p>

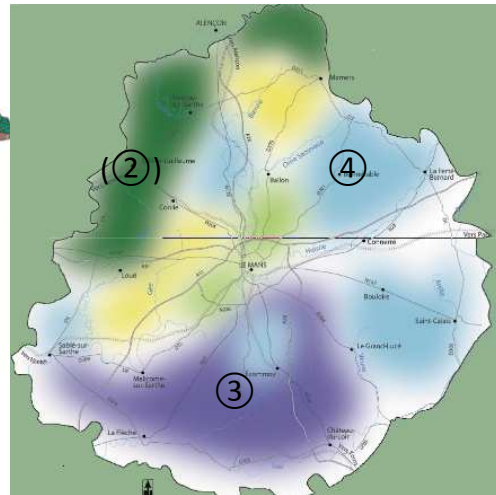
✓ Les paysages des Pays de la Loire

Les différentes entités paysagères que nous avons retenues car elles nous semblent variées et intéressantes sont décrites et illustrées dans le tableau 4. Les atlas paysagers de la Mayenne et de la Sarthe nous ont permis de les sélectionner (CERESA *et al*, 2005; DDE de la Mayenne *et al*, 2001).

En Mayenne les adhérents sont majoritairement présents dans le Nord, justifiant le choix de cette entité paysagère ouverte (① sur la Carte 8). Les alpes mancelles chevauchent les deux départements et représentent le paysage le plus bocager et boisé. En contraste, l'Est de la Sarthe évolue et a un bocage très déstructuré en raison du développement des cultures (④ sur la Carte 9). Cependant le paysage observé lors de l'enquête est bocager, différent de la description du paysage de l'atlas. Enfin, il nous semblait intéressant d'étudier un paysage dans lequel la haie joue un rôle structurant, de lien, comme il est décrit dans le Sud de la Sarthe.



Carte 8: Entités paysagère de la Mayenne, Source: DDE de la Mayenne *et al*, 2001



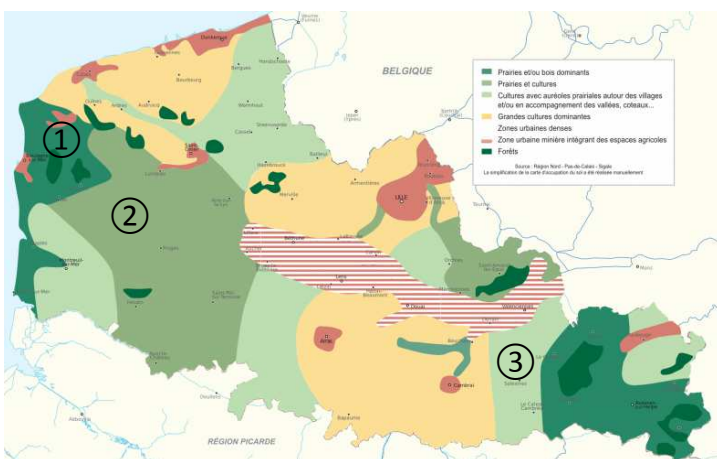
Carte 9: Différentes entités paysagères de la Sarthe, Source: CERESA *et al* 2005

✓ Les paysages du Nord

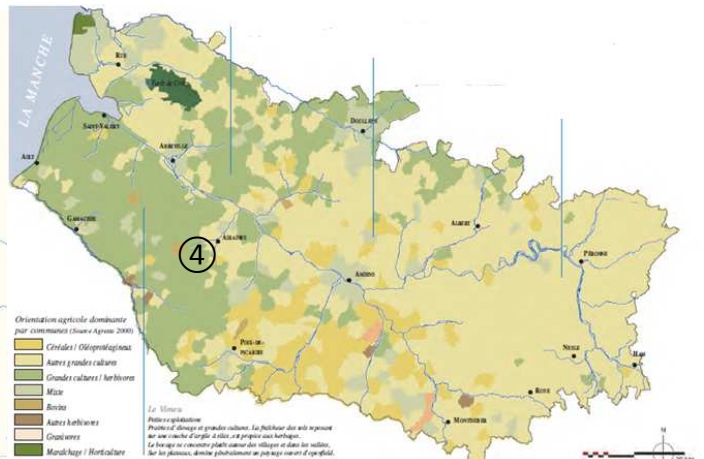
Nous avons retenu différentes zones à partir de l'analyse de l'atlas paysager interactif du Nord Pas de Calais, et celui de la Somme détaillées dans le tableau 4 (Le Boudec *et al*, 2007; DREAL Nord - Pas-de-Calais, 2005). Pour la diversité nous avons choisi deux zones décrites comme bocagères, avec des prairies, et deux plateaux marqués plutôt par les cultures. De plus dans la Somme, il est indiqué que l'élevage maintient les bosquets et les prairies dans un plateau où les cultures sont importantes et ouvrent le paysage.

Les autres types de paysages sont des grandes cultures, des zones urbaines ou des forêts, dans lesquels l'élevage laitier est peu présent.

Les cartes 10 et 11 sont extraites des atlas paysagers du Nord Pas de Calais, et de la Somme.




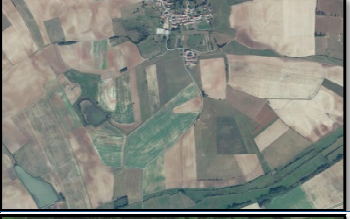
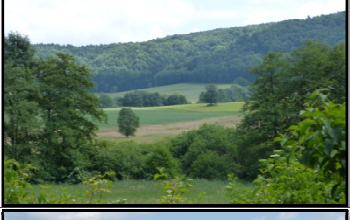
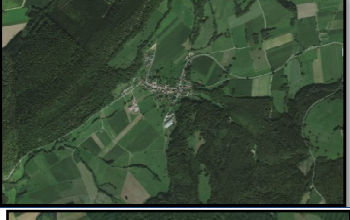
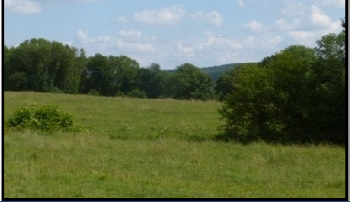




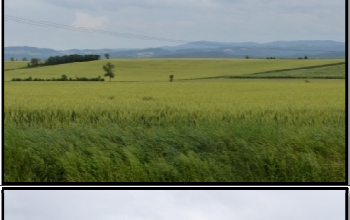





Carte 10: Utilisation des terres en Nord Pas de Calais, Source: DREAL Nord - Pas-de-Calais, 2005



Carte 11: Utilisation des terres dans la Somme, Source: Le Boudec *et al*, 2007

Tableau 5: Illustration aérienne et photographique des paysages de l'Est et du Massif Central pour chaque exploitation enquêtée, Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail

Est ①			Moselle : Saulnois
Est ②			Moselle : Saulnois
Est ③			Sundgau début massif jurassien
Est ④			Sundgau plaine
Massif Central ①			Plateaux des Combrailles
Massif Central ②			Monts du Beaujolais
Massif Central ③			Sud de la plaine de Limagne
Massif Central ④			Monts du Forez

✓ Les paysages de l'Est

La DREAL de l'Alsace a fait en 2004 un profil environnemental de l'Alsace avec un atlas cartographique, mais il ne contient aucune information sur les paysages. Celles contenues dans celui de la Lorraine nous permettent difficilement de distinguer des entités paysagères intéressantes.

Sachant que les adhérents de Sodiaal ne sont pas présents sur l'intégralité des départements choisis mais plutôt dans des zones bien localisées, nous avons donc pris en compte ce critère en priorité. Ainsi les adhérents sont majoritairement présents au Centre Est de la Moselle, au Sud du Haut Rhin et à l'Est du Territoire de Belfort.

Nous avons donc décidé d'enquêter deux exploitations en Moselle dans le Saulnois et deux exploitations dans la plaine du Sundgau, une dans le Sud du Haut Rhin, plutôt dans une zone de montagne (début du massif jurassien) et une dans le territoire de Belfort, en plaine (Tableau 5).

✓ Les paysages du Massif Central

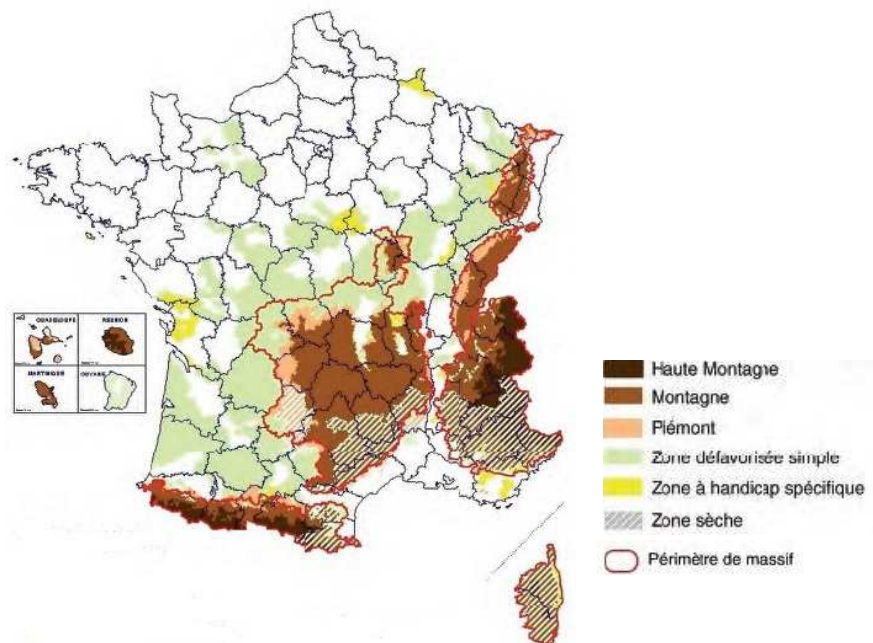
L'atlas des paysages d'Auvergne est en cours de réalisation. Pour cette zone, nous nous sommes donc basés sur les entités paysagères déterminées par les reliefs, comme le plateau des Combrailles, la plaine de Limagne, les Monts du Forez, les Monts du Lyonnais, le Parc Naturel des Volcans d'Auvergne. Afin d'observer des paysages différents, nous avons donc enquêté des exploitations dans des zones de montagne plutôt herbagères à savoir les Monts du Forez et du Lyonnais, et des exploitations dans la plaine ou les plateaux : une dans les plateaux des Combrailles, une dans la plaine de Limagne en Haute Loire, zone de polyculture-élevage (Tableau 5).

Concernant l'Aveyron, Sodiaal est plutôt présente dans les plateaux du Ségala. Nous avons enquêté une exploitation sur les plateaux et une en bord de plateau, vers les pentes forestières. Les paysages sont décrits dans le tableau 6.

Tableau 6: Illustration aérienne et photographique des paysages de l'Aveyron pour chaque exploitation enquêtée, Source : photographies : Nadège Michelin, photographies satellites : Géoportail

Aveyron ①			Plateau du Ségala
Aveyron ②			Bord du plateau du ségala

Afin d'analyser les résultats de l'échantillon, et de pouvoir conclure sur les services fournis par l'élevage laitier, il est nécessaire de classer les exploitations et de les regrouper. Pour cela deux modalités sont intéressantes : la typologie des réseaux d'élevages, et le type de paysage dans lequel l'exploitation s'inscrit.



Carte 12: Représentation des zones de montagne en France, *Source: Ministère de l'Agriculture in Cloye et al, 2010*

1.2. Nature de l'échantillon d'exploitations enquêtées

Nous avons classé les exploitations de notre échantillon selon la typologie des réseaux d'élevage présentée en première partie (Tableau 7). Elles sont regroupées en sept systèmes différents, contenant deux à cinq exploitations chacun : Spécialisé de montagne Herbe et Herbe-Maïs, Spécialisé de plaine Maïs, Lait et viande bovine Herbe-Maïs et Maïs, Polyculture élevage Maïs et Lait et hors sol Maïs. Par lait et viande bovine (aussi appelé mixte dans ce document), nous comprenons les exploitations ayant un atelier d'engraissement en parallèle de l'atelier laitier, que ce soient des bœufs, des taurillons ou des vaches allaitantes. Le détail des exploitations enquêtées est en annexe 6.

Tableau 7: Typologie des exploitations enquêtées selon les systèmes d'exploitation

Type de système	Système fourrager (% Maïs dans SFP)	Nb d'EA	SAU (ha)	UTH	nb VL	kg lait /VL (CL)	% SFP dans SAU	% maïs dans SFP
Spécialisé de montagne	0-10%	2	50 80	1,2 1	21 50	3500 4500	98 88	0 0
	10-30%	3	60 135 102	1,5 3 2	40 70 55	9900 6850 9000	80 96 93	17 11 16
Spécialisé de plaine	>30	3	136	2,7	100	8000	72	31
			75	2	45	9500	67	44
			69	1,5	35	7000	55	32
Lait et viande bovine	10-30%	2	113 96,5	2,75 1	43 50	9211 6845	79 61	15 19
	>30%	5	Moy 139 Min 70 Max 192	Moy 2,1 Min 1 Max 3	Moy 68 Min 45 Max 100	Moy 7141 Min 6000 Max 9000	Moy 64 Min 43 Max 89	Moy 39 Min 33 Max 49
Polyculture élevage	>30%	5	Moy 190 Min 120 Max 359	Moy 2,6 Min 2 Max 4	Moy 72 Min 50 Max 95	Moy 8226 Min 7300 Max 9400	Moy 43 Min 31 Max 68	Moy 45 Min 32 Max 56
Lait et Hors sol	>30%	2	116 141	1,5 2,75	70 55	8000 8300	63 70	45 30

Cet échantillon est donc diversifié en terme de systèmes, avec deux types représentés de manière plus importante : les exploitations lait et viande et de polyculture élevage, ayant plus de 30% de maïs dans leur surface fourragère. Nous pouvons noter également que très peu d'élevages sont en système « tout herbe » avec moins de 10% de maïs dans la SFP, et la majorité ont un système avec plus de 30%.

1.3. Différents types de paysages identifiables

L'étude des atlas paysagers ne nous a pas fourni de typologie afin de classer les paysages. Cependant, la caractérisation par les éléments du paysage comme les IAE est régulièrement employée, les paysages sont couramment caractérisés de « ouvert » « semi-ouvert » ou « fermé » et le relief est souvent mentionné. Nous avons donc choisi ces deux critères pour définir six grands types de paysages : les paysages ouverts, semi ouverts ou fermés, dans un contexte de plaine ou de montagne. Au préalable, il est donc nécessaire de définir ces critères.

La notion de relief et de zone de montagne pour les exploitations agricoles est définie par le Ministère de l'Agriculture (Carte 12) Seule une exploitation se situe en zone de piémont, en limite de montagne, par simplification elle est qualifiée de zone de montagne.

Tableau 8: Illustration des trois types de paysages définis, *Source : Géoportail*



Exemple de paysage ouvert ;
grandes parcelles et peu
d'éléments fermant la vue (haies,
arbres...)
Densité IAE $\leq 30\%$



Exemple de paysage semi ouvert,
nombreuses infrastructures agro-
écologiques observées mais ne
fermant pas vraiment le paysage
Densité IAE >30 et $<65\%$



Exemple de paysage fermé,
nombreuses haies et bosquets,
entourant les parcelles
Densité IAE $\geq 65\%$

La définition des paysages ouverts et fermés est la suivante, selon Géoconfluence (DGESCO et ENS LSH, 2002): « *Un paysage est ouvert lorsque la vue peut se développer largement à l'inverse d'un paysage fermé où elle est réduite, interceptée par un écran minéral ou végétal, naturel ou construit : barre d'immeubles, lisière, haie, etc...* »

Pour définir ce critère nous utilisons donc l'analyse de photographie aérienne d'une part, la densité des infrastructures agro-écologiques dans la surface agricole d'autre part (Tableau 8). Les exploitations ayant moins de 30% d'IAE sont considérées comme dans un paysage « ouvert », celles entre 30 et 65% dans un paysage « semi-ouvert », et au-delà de 65% dans un paysage « fermé ».

Quatre types de paysages sont ainsi définis, comprenant entre quatre et six élevages chacun. De manière générale les exploitations de plaine sont plus nombreuses que celles de montagne dans notre échantillon, et en zone de montagne nous ne rencontrons que des paysages fermés. Les caractéristiques des exploitations selon cette typologie sont indiquées dans le tableau 9.

Tableau 9: Typologie des exploitations enquêtées selon les paysages

Type de paysage	Nb d'EA	SAU (ha)	UTH	nb VL	kg lait /VL (CL)	% SFP dans SAU	% maïs dans SFP
Montagne fermée	6	Moy 90 Min 50 Max 135	Moy 2 Min 1 Max 3	Moy 46 Min 21 Max 70	Moy 7160 Min 3500 Max 9900	Moy 89 Min 88 Max 98	Moy 10 Min 0 Max 17
Plaine fermée	7	Moy 110 Min 70 Max 149	Moy 2,1 Min 1 Max 3	Moy 60 Min 45 Max 100	Moy 7465 Min 6000 Max 9500	Moy 71 Min 60 Max 89	Moy 33 Min 19 Max 44
Plaine semi-ouverte	5	Moy 136,5 Min 69 Max 184	Moy 2,1 Min 1,5 Max 2,75	Moy 68 Min 35 Max 100	Moy 7586 Min 7000 Max 8530	Moy 56 Min 41 Max 68	Moy 39 Min 32 Max 48
Plaine ouverte	4	Moy 207 Min 120 Max 359	Moy 2,5 Min 2 Max 4	Moy 73 Min 50 Max 95	Moy 8575 Min 7500 Max 9400	Moy 35 Min 30 Max 43	Moy 47 Min 32 Max 56

Le nombre moyen de vaches, d'hectares, de kg de lait par vache et la part de maïs dans la surface fourragère augmentent lorsque le paysage s'ouvre. En revanche la part de surface fourragère dans la SAU diminue, les exploitations ont plus de cultures. Cette observation permet d'émettre l'hypothèse que les systèmes laitiers ayant plus de surfaces fourragères sont dans des contextes plus fermés, et participent à ce contexte.

Pour résumer :

Nous avons classé les exploitations en deux typologies différentes. :

- *Selon les systèmes auxquels elles appartiennent en accord avec les Réseaux d'Élevage. Sept types de systèmes sont représentés. En terme de système fourrager, la majorité sont basés sur le maïs à plus de 30% et très peu sur l'herbe (avec moins de 10% de maïs).*
- *Selon les contextes paysagers dans lesquels elles s'inscrivent. 4 types de paysages sont représentés selon la densité d'infrastructures agro-écologiques présentes.*

Chaque système ou paysage est représenté par trop peu d'exploitations dans notre échantillon pour en tirer des conclusions sur les services qu'ils rendent. Par exemple seules trois exploitations sont en système de montagne herbe-maïs, ce qui ne nous permet pas de conclure sur ce type de système. Nous cherchons donc à déterminer dans quel système ou quel paysage les exploitations limitent, préservent ou contribuent à chaque service.

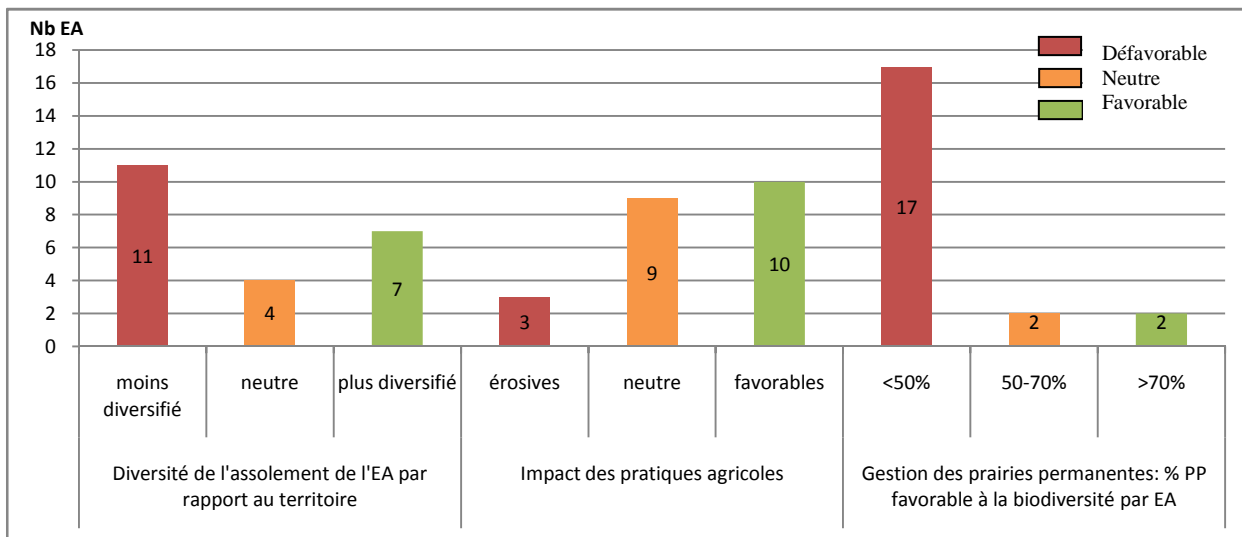


Figure 20: Répartition des exploitations selon leur contribution à la biodiversité ordinaire

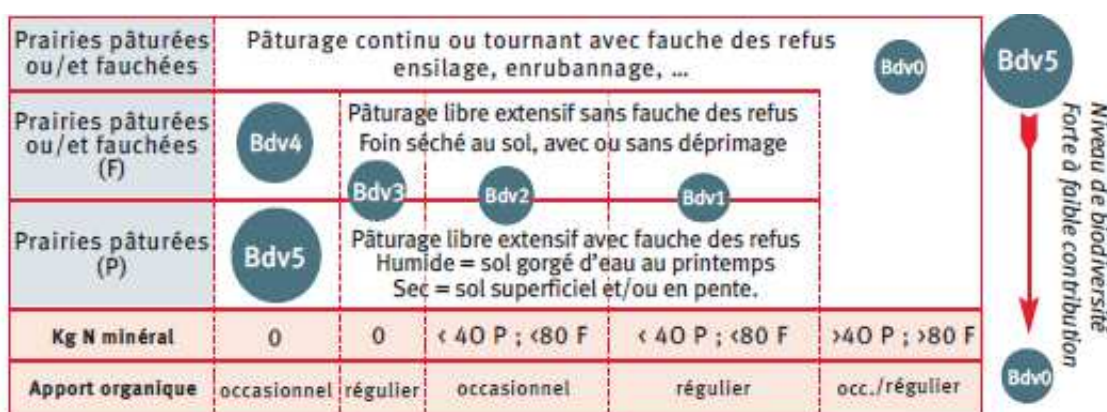
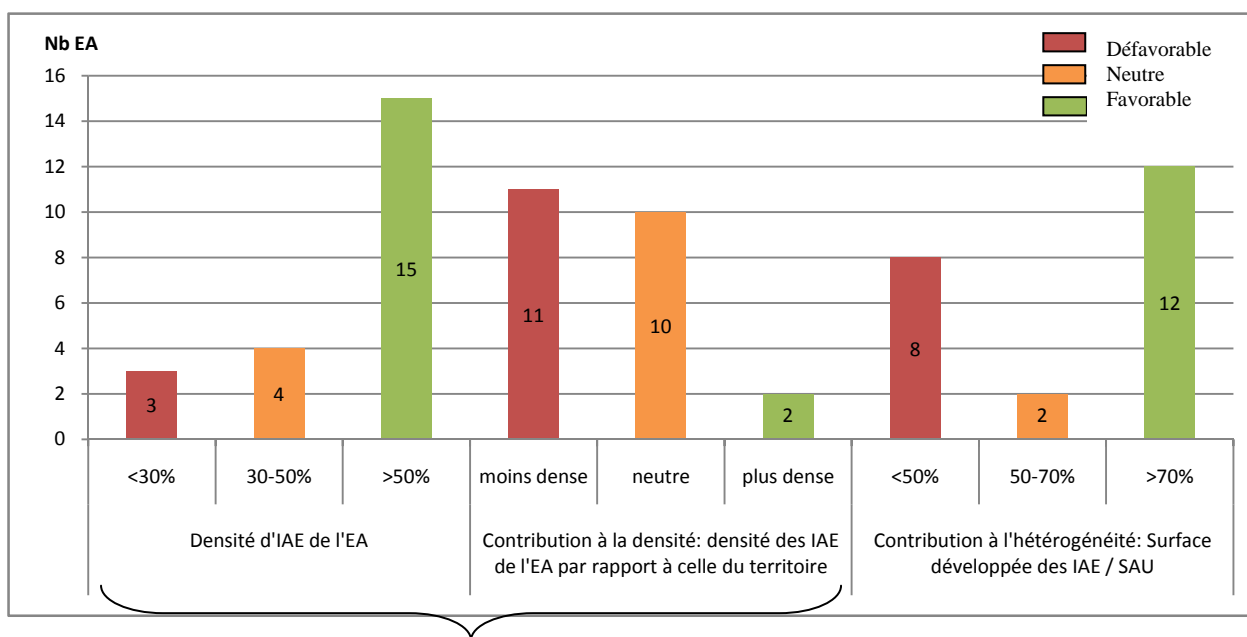


Figure 22: Méthode d'évaluation du potentiel de biodiversité des prairies permanentes, Source : EBioTEP in Perrodeau et Manneville, 2013



Contribution à la densité

Figure 21: Répartition des exploitations selon leur contribution au paysage

2. Les services hors revenu agricole : une tendance globale de préservation

Nous allons donc étudier les services hors revenu agricole à travers les systèmes de production et les contextes paysagers. Les trois services hors revenu agricole étudiés sont : la conservation de la biodiversité et du paysage, la qualité de l'eau et la régulation du climat.

2.1. La conservation de la biodiversité ordinaire et du paysage

✓ La conservation de la biodiversité

Trois variables expliquent ce critère, toutes issues de la méthode EBioTEP :

La diversité de l'assolement favorise la diversité faunistique et floristique. Cette diversité est établit à partir de la répartition de six catégories d'occupation du sol : la STH, les fourrages (prairie temporaire et maïs ensilage) les céréales, les oléagineux, les protéagineux et les jachères. Des indices de répartition et d'équitabilité nous permettent de juger la diversité de l'assolement de l'exploitation par rapport à son canton. Globalement l'assolement de chaque exploitation est autant diversifié que celui du canton auquel elles appartiennent. Au sein de l'échantillon 11 exploitations sont moins diversifiées, 7 le sont plus et 4 le sont autant (Figure 20). En moyenne nous concluons qu'elles le sont autant car il n'y a pas de majorité tendant vers les deux extrêmes.

Certaines pratiques ont un impact important sur la biodiversité. En général nous rencontrons peu d'insecticides, des cultures variées, les éléments du paysage sont entretenus. En revanche les parcelles sont parfois grandes (plus de 12 ha), ce qui ne favorise pas la continuité des éléments paysagers et la mobilité des espèces. 3 exploitations ont des pratiques érosives, 9 en ont des préservatrices et 10 en ont des bénéfiques (Figure 20).

Selon leur gestion, les prairies permanentes sont un réservoir de biodiversité. En analysant les pratiques de fertilisation et d'utilisation, nous évaluons le potentiel de l'écosystème prairial en termes de diversité floristique, de potentiel d'accueil de faune (de pollinisateurs sauvages par exemple) (Figure 22). L'exploitation doit avoir au moins 30% de ses prairies favorables à la biodiversité pour la préserver, et plus de 40% pour être contributrice à la biodiversité. Dans notre étude 17 exploitations ont une gestion des prairies défavorable, 1 a une gestion préservatrice et 3 ont une gestion des prairies favorable. Les prairies ne sont donc pas favorables à la biodiversité en tant que telles, car leur conduite est plutôt intensive (Figure 20).

Malgré cela, les prairies permanentes ont une place importante dans l'assolement (29% de la SAU comparé à 33% de la SAU en STH en France 2011, selon Faostat). Ces prairies sont maintenues pour le pâturage, ce qui contribue au maintien d'éléments du paysage comme des haies, lisières de forêt, cours d'eau... pour le confort des animaux (ombre, brise vent). Nous ne l'avons pas démontré dans cette étude, mais une autre étude effectuée en Basse Normandie montre que les éléments du paysage sont maintenus autour des prairies (Perrodeau et Manneville, 2013).

✓ La contribution au paysage

Deux variables expliquent ce critère, toutes deux également issues de la méthode EBioTEP.

La contribution à la densité des infrastructures agro-écologiques du paysage. Nous avons mesuré par image satellite la densité des infrastructures agro-écologiques rencontrée dans les surfaces agricoles (forêts et villes exclues) du territoire et de l'exploitation. Lorsque la densité est inférieure à 30% les exploitations sont défavorables, lorsqu'elle est supérieure à 50% elle est contributrice. Les exploitations ont des densités d'IAE importantes, elles sont majoritairement favorables pour le paysage et la biodiversité (68%). Nous avons ensuite comparé la densité d'IAE de l'exploitation par rapport à celle du territoire (rayon de 5km autour de l'exploitation).

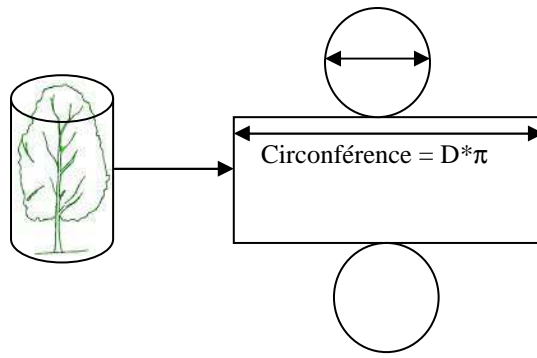


Figure 23: Exemple de l'approche géométrique d'un arbre, calcul de sa surface développée, Source: Manneville et Chanséaume, 2010

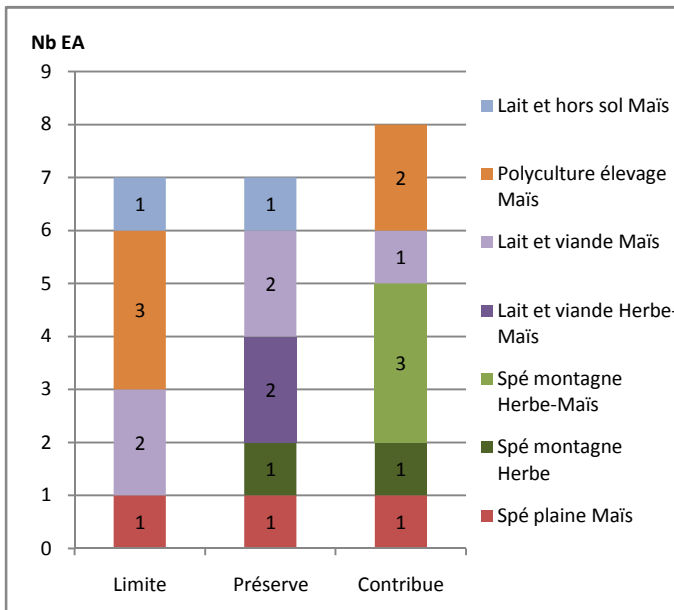


Figure 25: Contribution des exploitations classées par systèmes au service conservation de la biodiversité et des paysages

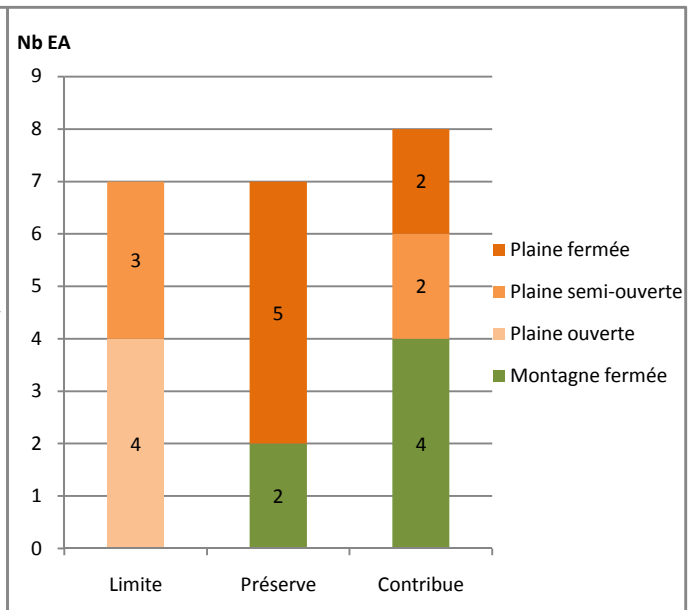


Figure 24: Contribution des exploitations classées par paysages au service conservation de la biodiversité et des paysages

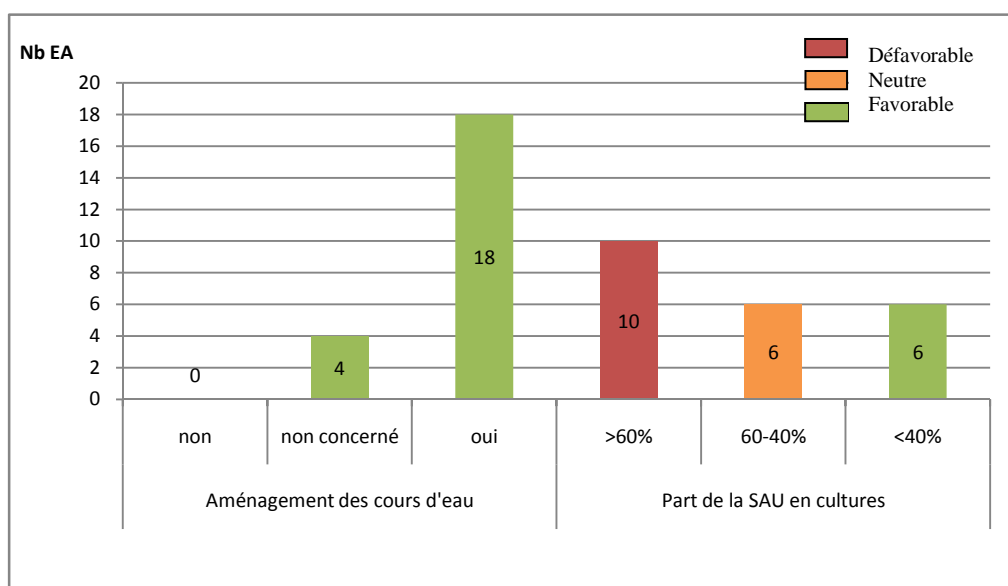


Figure 26: Contribution des exploitations à la présence de zones tampon

11 exploitations ont une densité inférieure à celle de leur territoire et 10 exploitations sont dans le même ordre de densité (Figure 21).

Cependant, si les densités d'IAE du territoire et de l'exploitation sont supérieures à 65%, nous considérons que les exploitations sont tout de même favorables à la densité du paysage. En effet ceci s'explique par le fait que dans des zones à forte densité d'IAE, la présence de l'agriculture limite ces éléments, ce qui n'exclut pas le fait qu'elle en maintienne une densité importante. Aussi seules 6 exploitations sont défavorables, car elles sont dans des densités inférieures 65% et qu'elles ont des densités inférieures à celles de leur territoire. 1 exploitation est neutre, avec une densité inférieure à 65% mais semblable à celle de son territoire. Les autres sont contributrices, globalement l'échantillon est donc contributeur.

La contribution à l'hétérogénéité du paysage. Grâce à un inventaire des IAE des exploitations et à une approche géométrique illustrée ci contre (Figure 23, développée plus précisément dans la méthode EBioTEP en annexe 2), nous avons mis en relation la SAU avec la surface totale que représentent les IAE sur les exploitations, si on les considère comme « développées ». 12 exploitations ont plus de l'équivalent de 70% de leur SAU en IAE et sont donc favorables, 8 exploitations ont moins de 50% de leur SAU en IAE, ce qui est défavorable (Figure 22). Ainsi globalement ces élevages participent à l'hétérogénéité du paysage.

En agrégeant la contribution à la densité et à l'hétérogénéité du territoire, 13 exploitations sont contributrices au paysage.

➤ Bilan des exploitations pour le service conservation de la biodiversité et du paysage

Les deux diagrammes ci contre (Figures 24 et 25) montrent les contributions des élevages à ce service, selon leur système et leur contexte paysager. Ils permettent de déterminer quels sont les systèmes ou les paysages qui altèrent, préservent ou contribuent. Chaque barre représente le nombre d'exploitation qui rendent les services. Pour ce service, 7 exploitations ont tendance à le limiter, 6 à le préserver et 9 à contribuer. Il y a presque autant d'exploitations dans les trois types d'influence, deux exploitations en plus dans la contribution ne permettent pas de conclure dans ce sens. Nous pouvons donc conclure que les exploitations préservent ce service.

Parmi les systèmes contribuant, ceux spécialisés de montagne sont les plus importants (60%), et il y a également des polyculteurs (25%), un spécialisé de plaine et un mixte maïs. Parmi ceux qui préservent tous les systèmes sont représentés sauf celui de montagne herbe-maïs. Parmi ceux qui érodent se trouvent exclusivement des systèmes basés sur le maïs, avec des polyculteurs (43%), mixtes (29%), spécialisés de plaine et lait et hors sol.

Concernant les paysages, nous pouvons noter que les élevages qui altèrent sont dans un contexte de plaine ouverte ou semi ouverte, ceux qui préservent sont majoritairement en plaine fermée (73%) et montagne fermé (7%), et ceux qui contribuent sont pour moitié en montagne fermée, ainsi qu'en plaine fermée et semi ouverte (25% chacun).

2.2. La contribution à la qualité de l'eau

✓ Les zones tampons contribuent à la qualité de l'eau

L'aménagement des cours d'eau filtre l'eau. Quand les exploitations sont concernées par les cours d'eau, ces derniers sont toujours aménagés. Ils sont entourés de prairie, de végétation arbustive ou buissonnante, de bandes enherbées, ce qui préserve la qualité de l'eau (Figure 26).

Les couverts pérennes filtrent l'eau et réduisent le ruissellement. Le pourcentage de la SAU en cultures annuelles nous permet donc d'estimer si potentiellement assez de surface peuvent filtrer

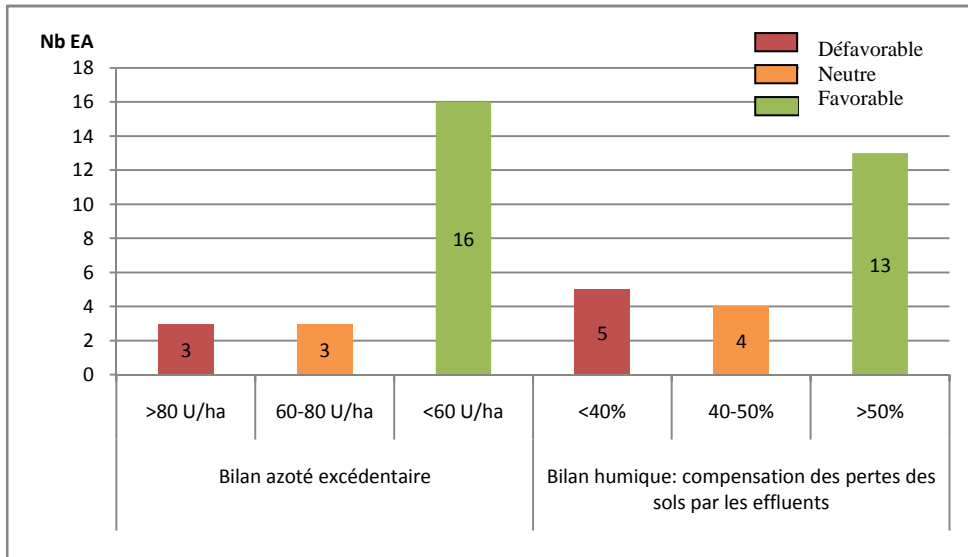


Figure 27: Contribution des exploitations au critère de gestion de la fertilisation

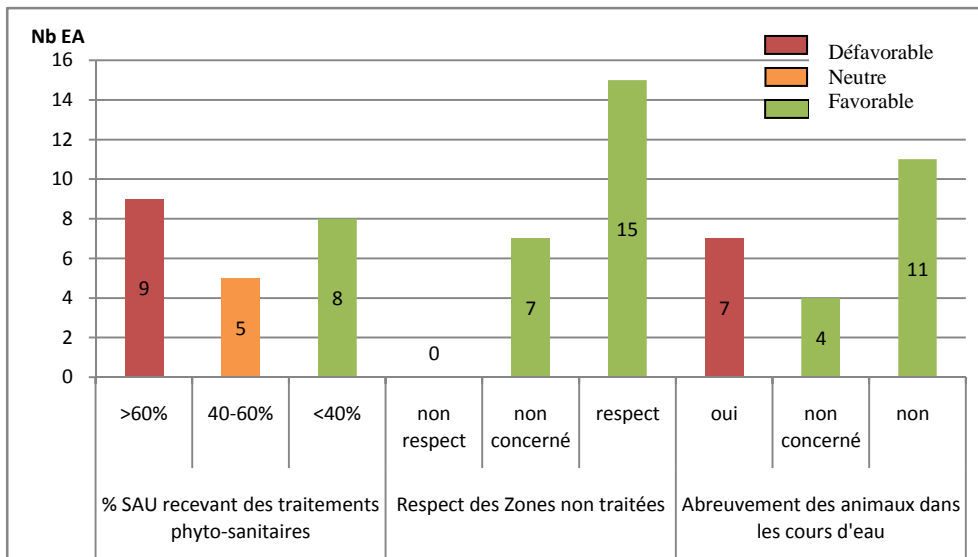


Figure 28: Contribution des exploitations aux pratiques altérant la qualité de l'eau

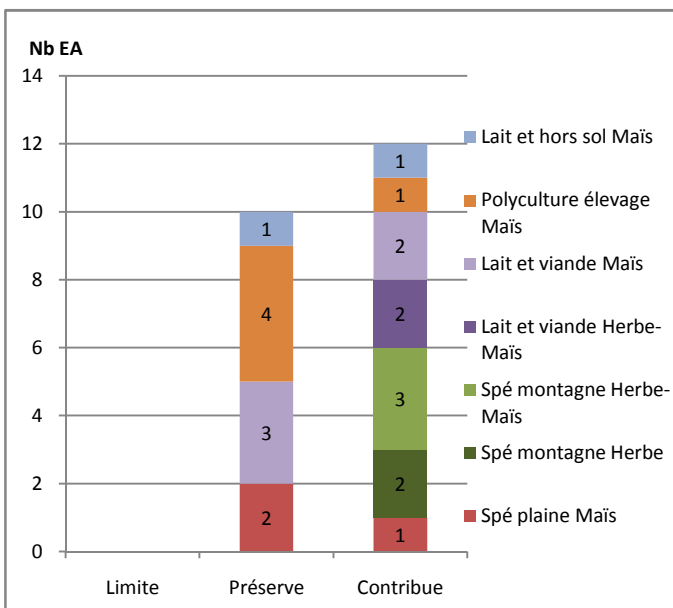


Figure 30: Contribution des exploitations classées par systèmes au service qualité de l'eau

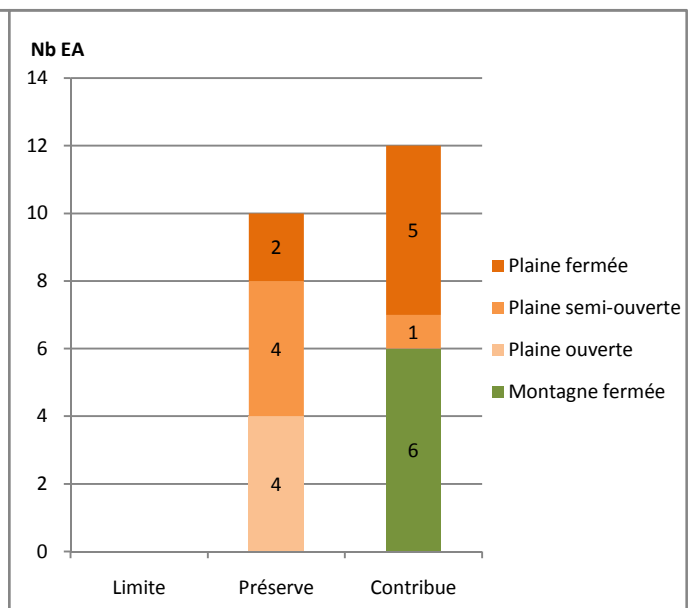


Figure 29: Contribution des exploitations classées par paysages au service qualité de l'eau

l'eau. 10 exploitations ont plus de 60% de leur SAU en culture, ce qui est défavorable, et 6 exploitations ont entre 40 et 60 ou moins de 40% de la SAU en culture, ce qui est neutre et favorable (Figure 26).

En couplant l'aménagement des cours d'eau et les couverts pérennes, 12 exploitations contribuent à la qualité et 10 la préservent.

✓ La fertilisation influence la qualité de l'eau.

Un excès d'azote peut engendrer la pollution de l'eau. Un bilan azote est calculé en prenant en compte ce qui entre dans le système (aliment, engrais, fourrages) et ce qui en sort (vente de cultures, lait, viande) ainsi que l'azote fixé par les légumineuses. Les valeurs de références proviennent du référentiel établi par le Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement (CORPEN, 1988). L'excès d'azote est ensuite ramené à l'hectare. 3 exploitations ont un bilan excédentaire de plus de 80 kg N/ha, 3 exploitations ont un bilan entre 60 et 80 kg N/ha et 16 exploitations ont un bilan inférieur à 60 kg N/ha. Les exploitations sont donc globalement favorables à cette variable (Figure 27).

La matière organique favorise la filtration des éléments polluants. Un bilan humique global a été effectué, prenant en compte les effluents produits par le troupeau laitier, et les pertes annuelles d'humus d'un sol standard cultivé. Les chiffres de référence proviennent de l'ouvrage « Fertiliser avec les engrais de ferme » (Institut de l'Élevage *et al*, 2001). Nous avons calculé le pourcentage des pertes d'humus des sols cultivés pouvant être compensées par les effluents d'élevage. Pour 13 exploitations 50% des pertes sont compensées ce qui est considéré comme favorable, 5 exploitations se situent entre 40 et 50 et 4 exploitations compensent moins de 40% (Figure 27). Globalement les exploitations laitières parviennent à maintenir un taux de matière organique dans les sols satisfaisant.

L'agrégation de ces variables indique que la gestion de la fertilisation contribue à la qualité de l'eau, 13 exploitations ont des pratiques de fertilisation favorables.

✓ Certaines pratiques altèrent la qualité de l'eau

Les traitements phytosanitaires altèrent la qualité. 9 exploitations ont plus de 60% de leur SAU traitée ce qui est défavorable, et 8 en ont moins de 40% ce qui est plus favorable. Le bilan est donc mitigé (Figure 28).

Les zones non traitées préviennent la pollution de l'eau. Toutes les exploitations concernées par des cours d'eau respectent ces zones. Malgré le fait que cette pratique soit imposée, son impact est positif et donc pris en compte (Figure 28).

L'abreuvement des animaux dans les cours d'eau pollue et provoque l'érosion des bords de cours d'eau. Dans la majorité des cas les animaux ne s'abreuvent pas dans les cours d'eau (11) ou l'exploitation n'est pas concernée (4) (Figure 28).

Après agrégation, 14 exploitations ont des pratiques préservant la qualité de l'eau.

➤ **Bilan des exploitations pour le service qualité de l'eau**

Les diagrammes ci-contre (Figures 29 et 30) indiquent quels systèmes et quels paysages ont tendance à limiter ou favoriser la qualité de l'eau. 12 élevages contribuent, 10 préservent et aucun ne l'altère, nous concluons donc que les élevages contribuent à ce service.

Parmi ceux qui contribuent à la qualité, tous les systèmes sont représentés. Tous les systèmes sauf ceux ayant un système fourrager à moins de 30% de maïs préservent la qualité de l'eau.

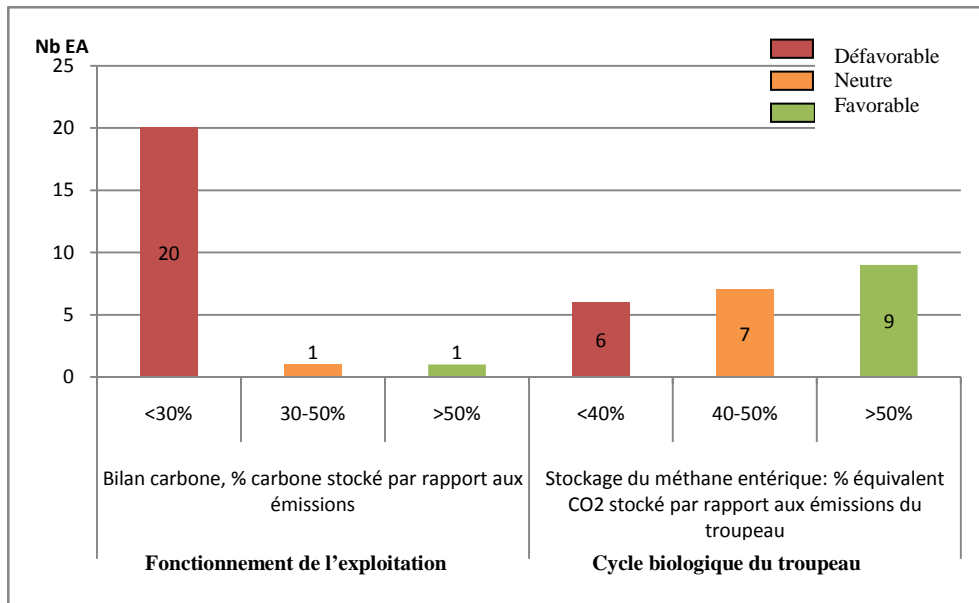


Figure 31: Contribution des exploitations aux critères de régulation du climat

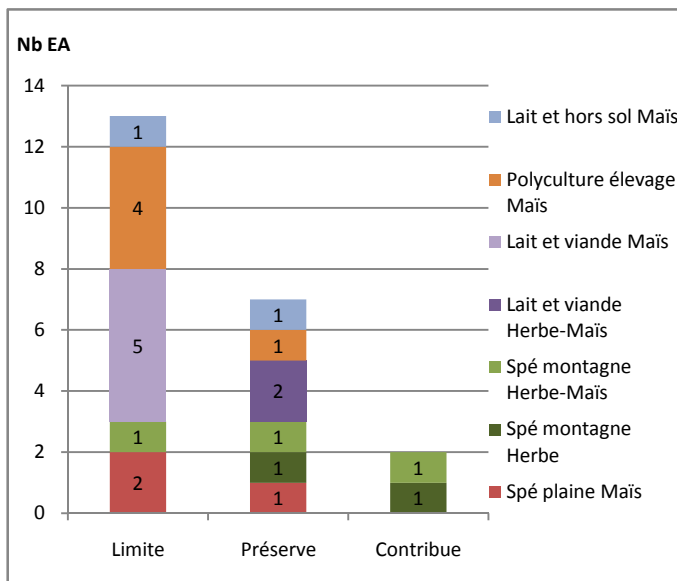


Figure 33: Contribution des exploitations classées par systèmes au service régulation du climat

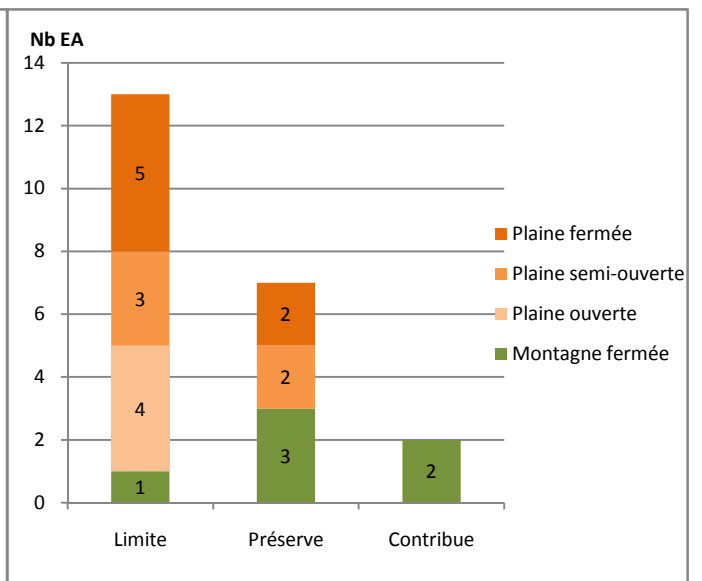


Figure 32: Contribution des exploitations classées par paysages au service régulation du climat

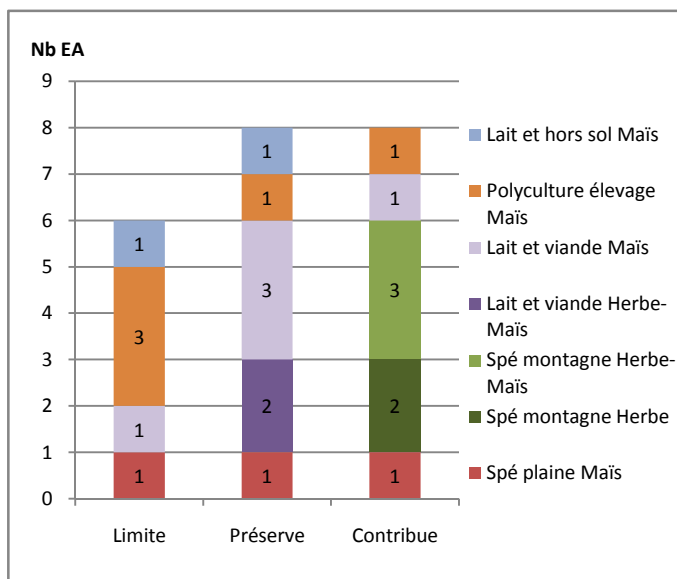


Figure 35: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services hors revenu agricole

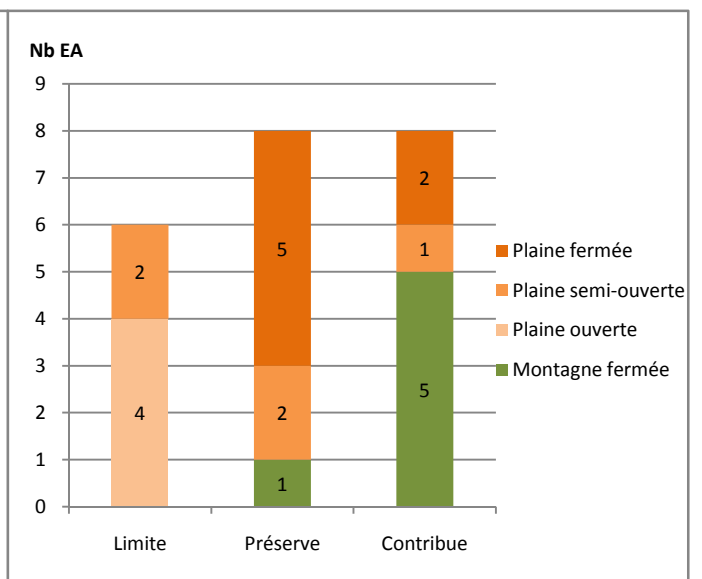


Figure 34: Contribution des exploitations classées par paysages aux services hors revenu agricole

Seules les exploitations en contexte de plaine ouverte ne contribuent pas à la qualité de l'eau, celles en montagne fermée (50%) plaine fermée (42%) et plaine semi-ouverte (8%) contribuent. Toutes les exploitations en paysages de plaine préservent la qualité de l'eau, 40% en ouverte, 40% semi-ouverte et 20% fermée.

2.3. L'élevage laitier et la régulation au climat

- ✓ Un bilan carbone montre la capacité de l'exploitation à compenser les émissions dues à son fonctionnement global

Ce bilan carbone est calculé en prenant en compte le CO₂ émis pour l'énergie (fioul, aliment, engrais) l'équivalent CO₂ de l'ensemble des gaz à effet de serre libérés par le troupeau laitier et lors de l'épandage et le CO₂ stocké par les prairies et haies. Il est donc global et évalue la capacité de l'exploitation à compenser les émissions dues à ses pratiques et son fonctionnement. 20 exploitations compensent moins de 30% de leurs émissions, ce qui est faible et limite la régulation du climat (Figure 31).

- ✓ Des puits de carbone compensent les émissions de méthane entérique du troupeau

Le bilan prend en compte les émissions de méthane entérique du troupeau laitier, dues au cycle naturel des ruminants, et le stockage du carbone par le cycle naturel des prairies et haies (puits de carbone). Nous estimons donc ici la compensation biologique au sein de l'exploitation. En équivalent carbone, un hectare de prairie compense un UGB (Unité Gros Bovin). Le bilan est alors mitigé, 6 exploitations compensent moins de 40% des émissions, 7 compensent entre 40 et 50% et 9 compensent plus de la moitié de ces émissions. Globalement les exploitations sont donc préservatrices par rapport à ce critère (Figure 31).

➤ **Bilan des exploitations pour le service régulation du climat**

13 exploitations limitent la régulation du climat, 7 le préservent et 2 y contribuent (Figures 32 et 33). Seuls les systèmes de montagne en paysage de montagne fermée contribuent à la régulation du climat. Tous les systèmes le préservent sauf les mixtes maïs, dans des contextes de montagne fermée et plaine fermée et semi-ouverte. Enfin, tous les systèmes sauf les spécialisés de montagne herbe et les mixtes herbe maïs limitent la régulation du climat, dans tous les contextes paysagers.

Pour résumer : des services hors revenu agricole globalement préservés

Le bilan des services hors revenu agricoles produits par les élevages laitiers est donc mitigé, avec presque autant d'exploitations les limitant (6), préservant (8) ou contribuant (8) (Figures 34 et 35).

Nous observons que les systèmes contribuant sont les systèmes mixte maïs (12,5%), spécialisés plaine maïs (12,5%), polyculture (12,5%) et majoritairement de montagne (62,5%). Tous les systèmes sauf ceux de montagne préservent ces services, et tous les systèmes sauf ceux utilisant de l'herbe (montagne et mixte) les limitent.

Concernant paysages, les exploitations en contexte de plaine fermée (25%), semi-ouverte (12,5) et majoritairement de montagne (62,5%) contribuent à ce service. A l'opposé les exploitations en contexte de plaine ouverte majoritairement (67%) ou semi ouverte limitent ces services. Celles préservant sont majoritairement en contexte de plaine fermée (62,5%) ainsi que de montagne fermée (25%) et plaine semi ouverte (12,5%).

Nous observons que plus les exploitations sont en paysages fermés, plus elles contribuent à ce type de service. Cela s'explique par l'importance des IAE dans les différents critères, notamment pour la biodiversité et les paysages, les bords de cours d'eau ainsi que le stockage du carbone.

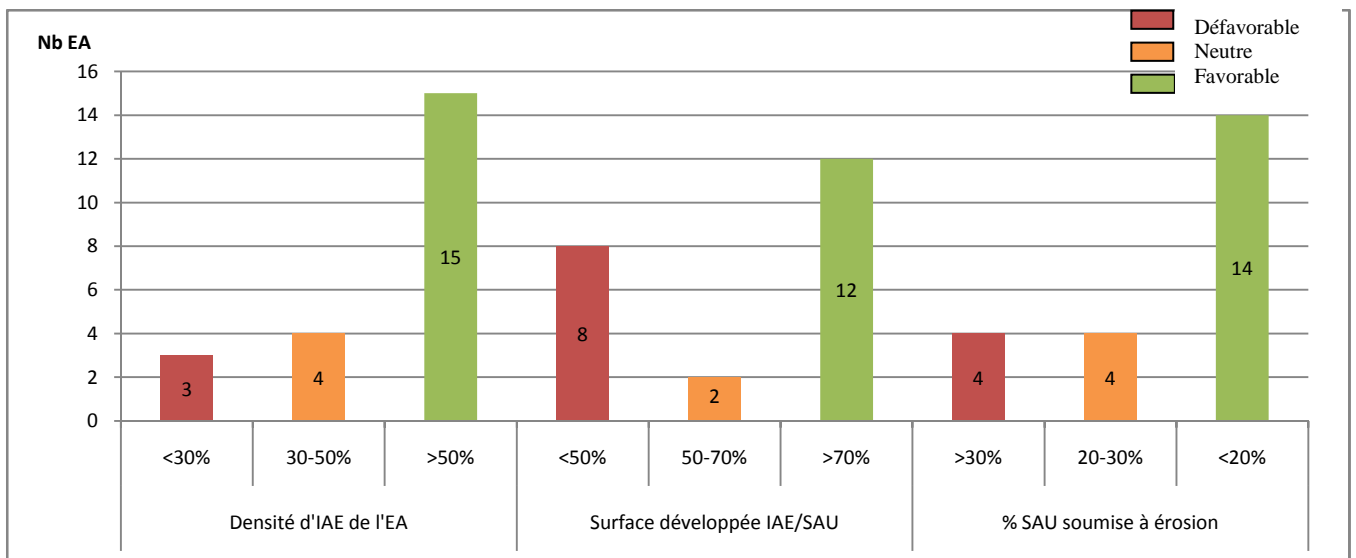


Figure 36: Contribution des exploitations à l'habitat disponible pour les insectes pollinisateurs

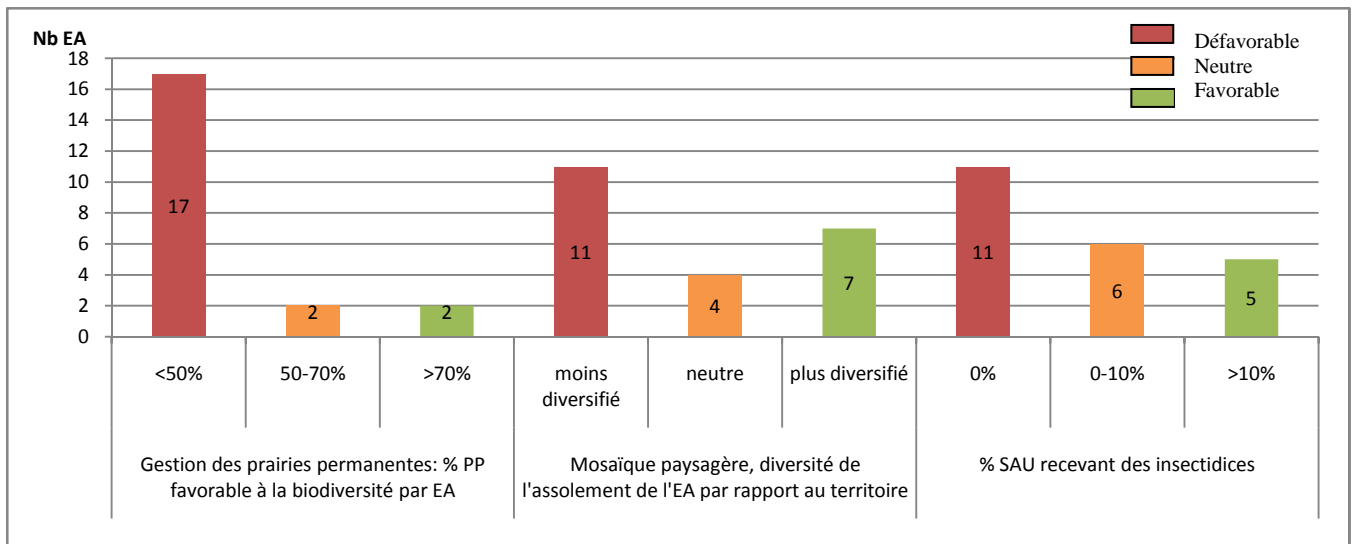


Figure 37: Contribution des exploitations aux réserves alimentaires disponibles pour les pollinisateurs et aux pratiques érosives

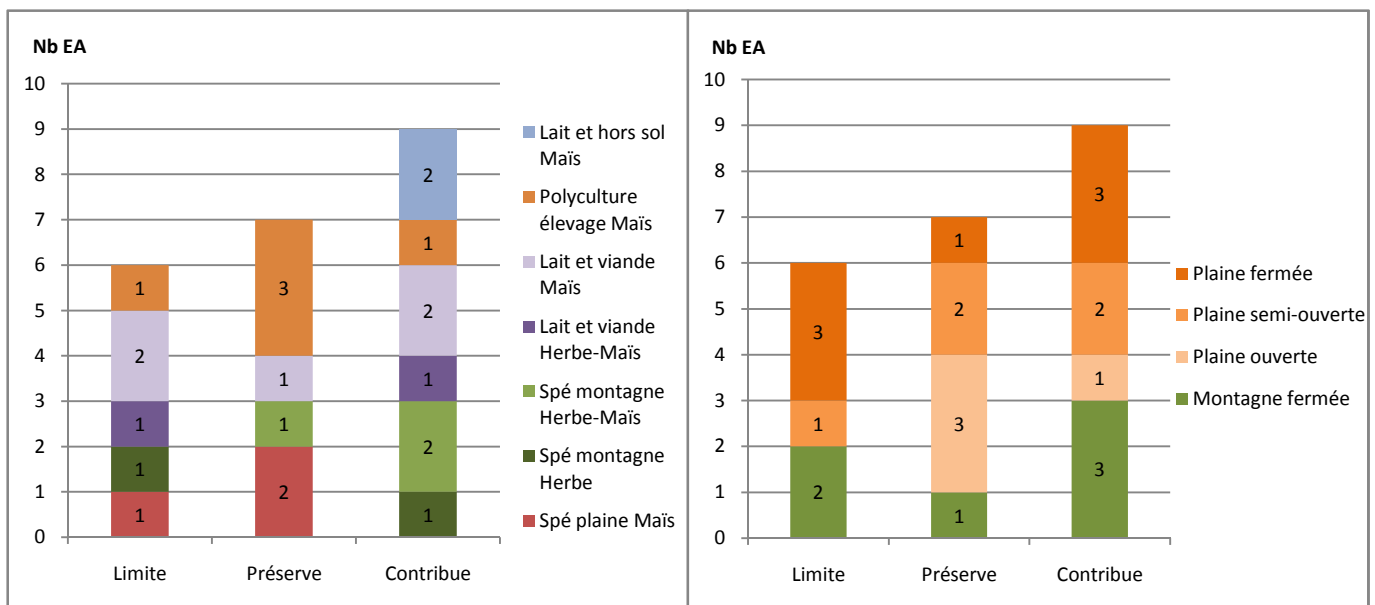


Figure 39: Contribution des exploitations classées par systèmes au service de pollinisation

Figure 38: Contribution des exploitations classées par paysages au service de pollinisation

3. La préservation des services intrants

Nous allons à présent étudier les services intrants, qui sont rendus par la nature. Les agriculteurs les utilisent comme support de leur activité, mais par cette activité ils ont un impact réciproque. Nous présentons les résultats de trois services : la pollinisation, la stabilité structurale du sol et le maintien de la fertilité.

3.1. La pollinisation

- ✓ Un habitat favorable aux insectes pollinisateurs est nécessaire

La densité des infrastructures agro-écologiques et la surface développée assurent un habitat favorable. Ces deux variables ensemble permettent de déterminer le potentiel d'accueil pour les insectes pollinisateurs. La majorité des exploitations sont favorables à ces variables (Figure 36).

L'érosion du sol défavorise les insectes habitant sous terre. Le potentiel d'érosion des sols, calculé à partir des sols nus l'hiver et des surfaces labourées en pente, est majoritairement faible (<20%) dans 64% des cas (Figure 36).

Globalement la majorité des exploitations (15) procurent un habitat favorable aux insectes pollinisateurs.

- ✓ Des réserves alimentaires pour ces insectes sont nécessaires

Les prairies permanentes favorables à la biodiversité sont fleuries et fournissent de la nourriture aux insectes. Nous avons estimé l'offre de nourriture sur l'exploitation par les prairies favorables à la biodiversité, qui par leur exploitation relativement extensive sont fleuries. Nous ne prenons en compte que 21 exploitations car une n'a pas de prairies permanentes. Seul 14% de ces exploitations ont plus de 50% de leurs prairies permanentes favorables à la biodiversité, et 81% en ont moins de 30%, dont 94% n'en ont aucune (Figure 37).

La mosaïque paysagère augmente la probabilité d'avoir de la nourriture toute l'année. Avec un assolement diversifié, la probabilité que les insectes aient de la nourriture toute l'année est plus importante. Comme établi précédemment 11 exploitations sont moins diversifiées que leur territoire, ce qui n'est pas favorable à la nourriture (Figure 37).

La majorité des exploitations (13) limitent les réserves alimentaires pour les insectes pollinisateurs par leurs pratiques, seules 3 contribuent à ces réserves.

- ✓ Des pratiques érosives éliminent les populations de pollinisateurs

L'utilisation d'insecticides explique ce critère. 11 exploitations n'utilisent aucun insecticide. 6 exploitations en utilisent moins de 10% et 5 plus de 10%, ce qui altère la pollinisation par la destruction d'insectes pollinisateurs. (Figure 37).

➤ **Bilan des exploitations pour le service de pollinisation**

9 exploitations contribuent à la pollinisation, 7 la préservent et 6 le limitent. (Figures 38 et 39)

Tous les systèmes sauf les spécialisés de plaine contribuent à la pollinisation. Ceux qui la préservent sont également variés, il s'agit de spécialisés de plaine, de montagne herbe-maïs, de mixtes maïs et de polyculteurs. Enfin tous les systèmes sauf les lait et hors sol et spécialisés de montagne herbe-maïs la limitent.

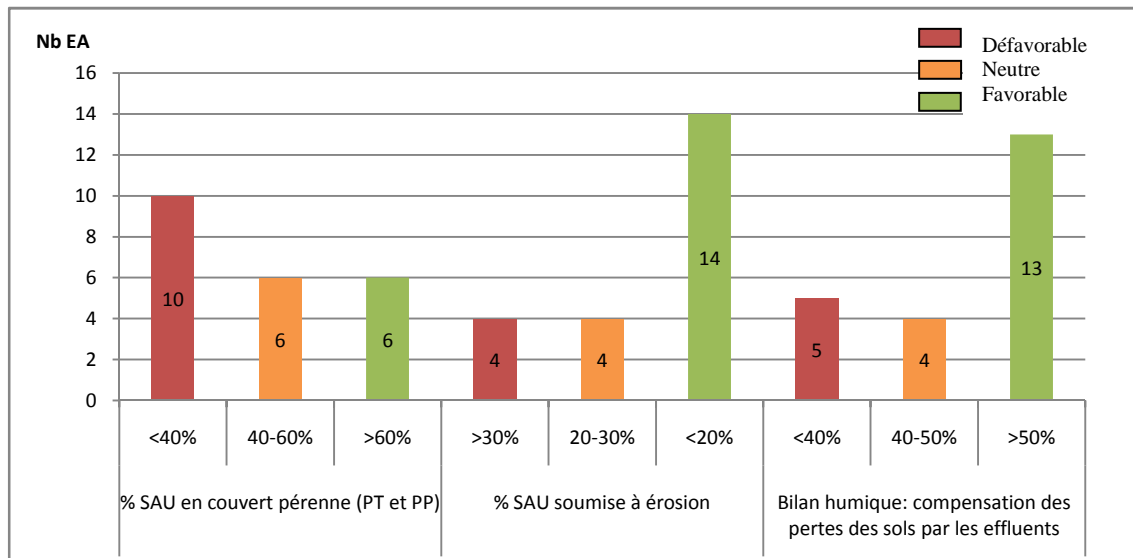


Figure 40: Contribution des exploitations aux critères de stabilité structurale du sol : couverture du sol et maintien du complexe argilo-humique

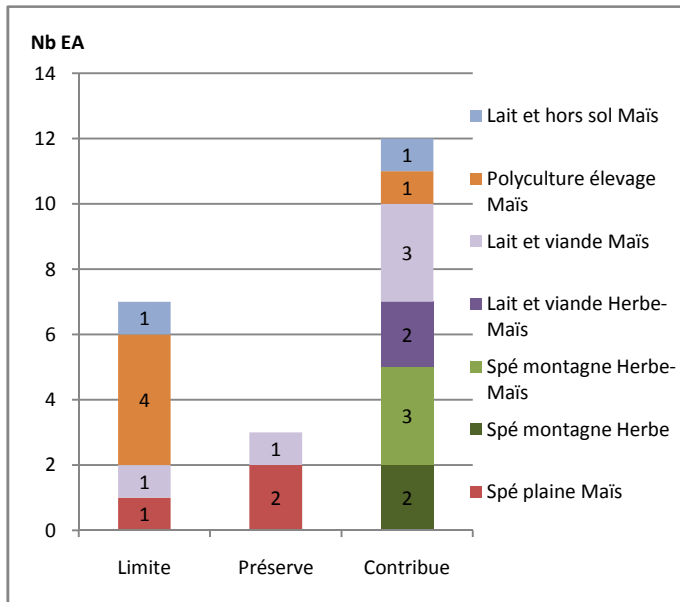


Figure 42: Contribution des exploitations classées par systèmes au service de stabilité structurale du sol

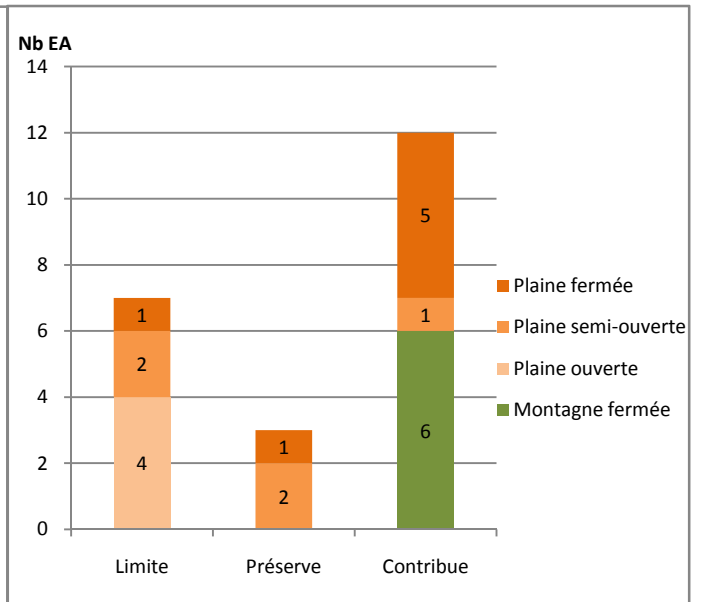


Figure 41: Contribution des exploitations classées par paysages au service de stabilité structurale du sol

Les exploitations préservant ou contribuant à la pollinisation sont dans tous les contextes paysagers, et celles la limitant dans tous les contextes sauf les plaines ouvertes. Il est impossible de conclure de l'existence d'un lien entre ce service et les paysages ou les systèmes.

3.2. La stabilité structurale du sol

- ✓ La couverture pérenne des sols et le système racinaire stabilisent la structure des éléments du sol

Les prairies permanentes et temporaires ont un système racinaire structurant. 10 exploitations ont moins de 40% de leur surface recouverte par un couvert permanent, ce qui est défavorable. 6 exploitations ont plus de 60%, ce qui est favorable, les 6 autres sont neutres. Globalement les exploitations sont plutôt limitantes, leur sol est peu couvert (Figure 40).

L'érosion du sol le déstabilise. La majorité des exploitations ont peu de leur SAU soumise à érosion, ce qui limite la perte de sol (Figure 40).

Globalement 11 exploitations ont une couverture du sol favorable cela représente la moitié, 6 exploitations sont préservatrices et 5 limitantes nous pouvons dire que les exploitations sont contributrices à ce critère.

- ✓ Le complexe argilo humique stabilise le sol

Le bilan humique expliqué précédemment permet d'estimer si le complexe argilo-humique est fourni en humus, ce complexe étant stabilisant pour le sol. Pour la majorité des exploitations, les effluents compensent plus de 50% des pertes des sols cultivés. De plus, elles apportent toutes régulièrement de la matière organique (tous les 2-3ans) sur ces surfaces (Figure 40).

➤ **Bilan des exploitations pour le service stabilité structurale du sol**

12 exploitations contribuent à la stabilité structurale du sol, ce qui représente la moitié de l'échantillon. 3 exploitations la préservent, et les 7 autres la limitent (Figures 41 et 42). Globalement nous observons donc une tendance à la préservation de ce service.

Parmi ceux qui limitent la stabilité du sol, 58% des systèmes sont des polyculteurs, 14% des spécialisés de plaine, 14% des mixtes au maïs et 14% des « lait et hors sol ». Les 3 exploitations préservant la stabilité sont des spécialisés de plaine (2/3) et un lait et viande maïs (1/3). Enfin parmi ceux qui contribuent nous observons presque tous les systèmes sont représentés sauf les spécialisés de plaine, avec 42% de spécialisés de montagne, 42% de mixtes, 8% de polyculteurs et 8% de lait et hors sol.

Les contextes paysagers dans lesquels les exploitations contribuent à la stabilité structurale du sol sont principalement des paysages fermés, de montagne (50%), de plaine (42%) et un contexte de plaine semi-ouverte (8%). Celles qui la préservent sont en contexte de plaine fermée ou semi-ouverte. Parmi ceux qui limitent la stabilité nous retrouvons donc les exploitations en contexte de plaine ouverte majoritairement (57%), semi ouverte (29%) mais également fermée (14%). Nous pouvons donc éventuellement supposer que les exploitations en paysages fermés contribuent à ce service, il est difficile d'émettre d'autres suppositions.

3.3. Le maintien de la fertilité des sols

- ✓ L'humus contribue à la fertilité des sols

La matière organique contribue à la fertilité. Comme établi précédemment par le bilan humique, pour la majorité des exploitations les effluents compensent plus de 50% des pertes du sol.

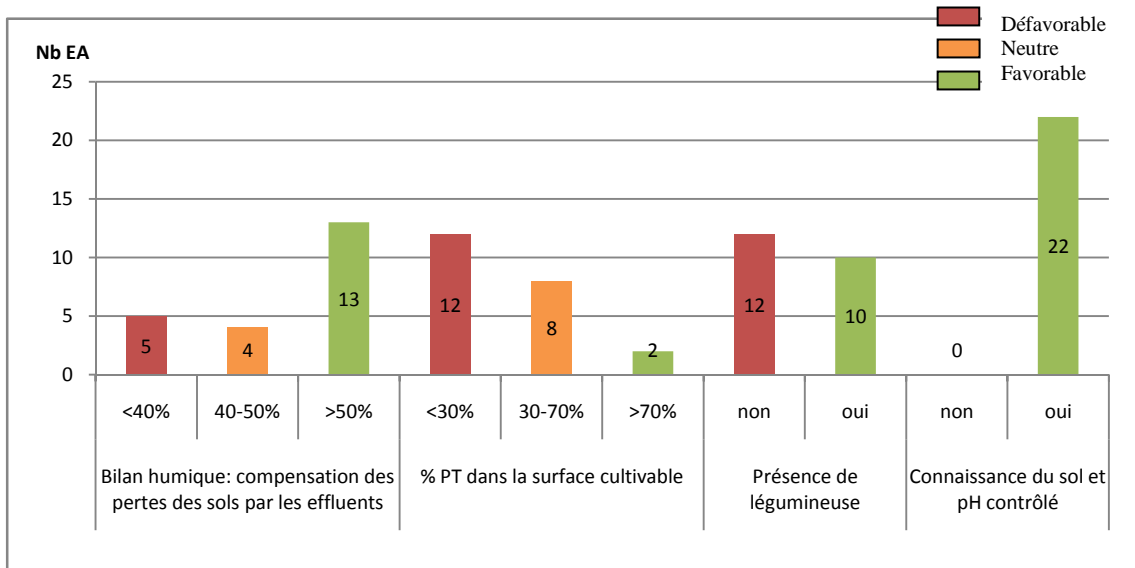


Figure 43: Contribution des exploitations aux critères de maintien de la fertilité

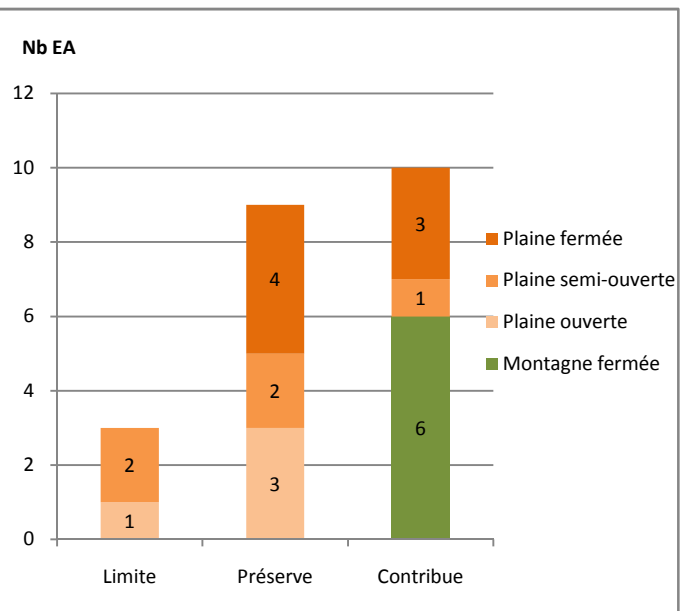
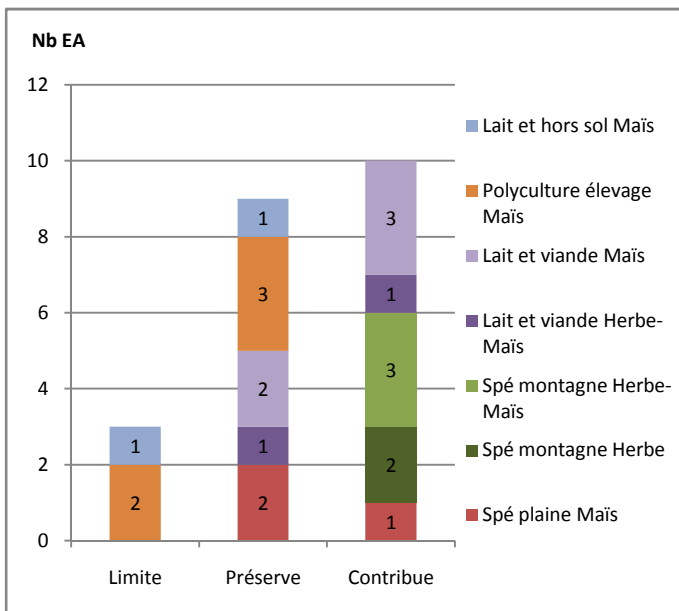


Figure 45: Contribution des exploitations classées par systèmes au service maintien de la fertilité des sols

Figure 44: Contribution des exploitations classées par paysages au service maintien de la fertilité des sols

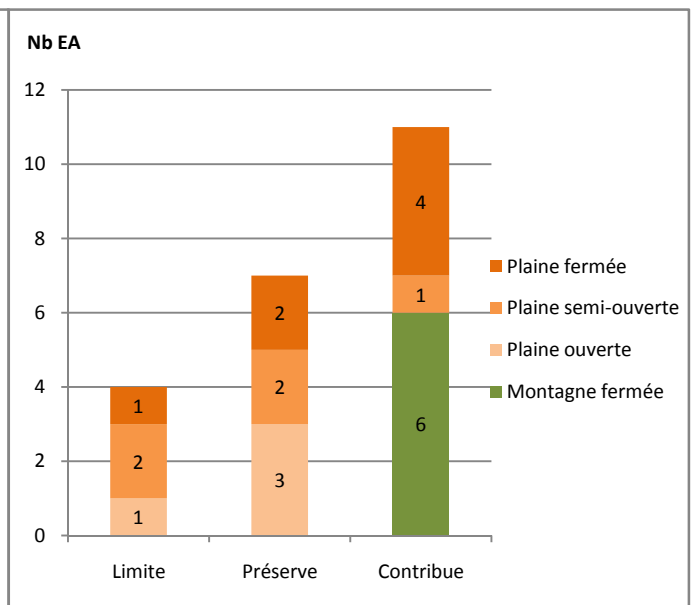
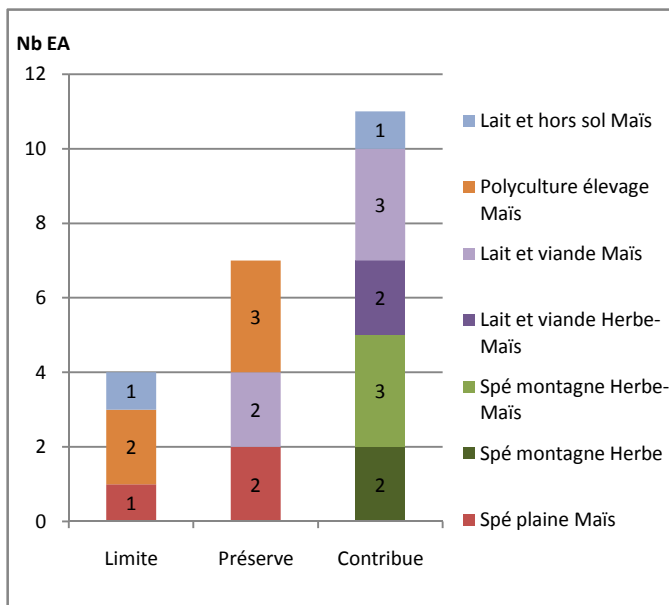


Figure 46: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services intrants

Figure 47 : Contribution des exploitations classées par paysages aux services intrants

Elles contribuent donc au maintien de la matière organique (Figure 43).

Les prairies temporaires dans les rotations maintiennent la fertilité des sols cultivés. La majorité des exploitations (12) ont moins de 30% de prairies dans leur rotation, ce qui limite le maintien de la fertilité par l'apport d'humus et éventuellement d'azote que procure la prairie temporaire (Figure 43).

Les exploitations sont donc globalement neutres concernant l'apport d'humus. (7 limitent, 7 contribuent et 8 préservent).

✓ Les éléments minéraux doivent être disponibles pour les plantes

La disponibilité des minéraux pour les plantes est difficile à estimer simplement. Elle dépend de différents paramètres physico chimiques. Un sol détrempé ou acide sera défavorable par exemple.

Les légumineuses fixent l'azote et le rendent disponible à la culture suivante. 12 exploitations n'ont pas de légumineuse, 10 en cultivent. Cette variable est donc globalement neutre.

Les constituants du sol doivent être connus, le pH contrôlé. Tous les éleveurs font des analyses de sols et des amendements calciques si besoin, afin de maintenir le pH du sol neutre.

10 exploitations sont contributrices à ce critère, et 12 sont préservatrices. Globalement les exploitations de l'échantillon sont donc préservatrices.

➤ **Bilan des exploitations pour le service maintien de la fertilité des sols**

10 exploitations contribuent au maintien de la fertilité des sols, 9 le préservent et 3 le limitent. (Figures 44 et 45).

Les systèmes spécialisés de montagne (50%) et mixtes (40%) contribuent à ce service, ainsi qu'un spécialisé de plaine (10%). Tous les systèmes sauf ceux de montagne préservent ce service. Les trois systèmes le limitant sont des polyculteurs (2/3) et un lait et hors sol (1/3).

Dans le contexte de montagne fermée les exploitations contribuent majoritairement à la fertilité des sols (60%), dans les plaines fermées (30%) et semi-ouvertes (10%) également. Les exploitations en contexte de plaine la préservent, avec 45% de plaine fermée, 33% de plaine ouverte et 22% de plaine semi-ouverte. Enfin les élevages en plaine semi-ouverte (2/3) et plaine ouverte (1/3) la limite.

L'échantillon préserve voire contribue au maintien de la fertilité, mais il est difficile de conclure quant aux services et aux paysages, car ils sont diversifiés et nombreux dans chaque type de contribution.

Pour résumer : la préservation des services intrants

Nous avons montré les résultats pour chaque service intrant, il est intéressant de les agréger pour tirer des conclusions sur la globalité de ce type de services. (Figures 46 et 47)

11 exploitations y contribuent, 7 les préservent et 5 les limitent. Les systèmes contribuant sont ceux de montagne et les mixtes, ainsi qu'un lait et hors sol. Les polyculteurs préservent les services intrants pour moitié, avec les spécialisés de plaine et les mixtes maïs (25% chacun). Enfin les polyculteurs les limitent (2/3), un spécialisé de plaine et un hors sol également.

Les exploitations en montagne fermée contribuent aux services intrants (55%), ainsi que celles en plaine fermée (36%) et plaine semi-ouverte (9%). Dans les trois types de paysages de plaine les exploitations préservent et limitent ces services.

Ces services dépendent beaucoup des décisions de gestion et des pratiques des éleveurs. La seule tendance observée est celle des systèmes contributeurs, plutôt de montagne ou mixtes.

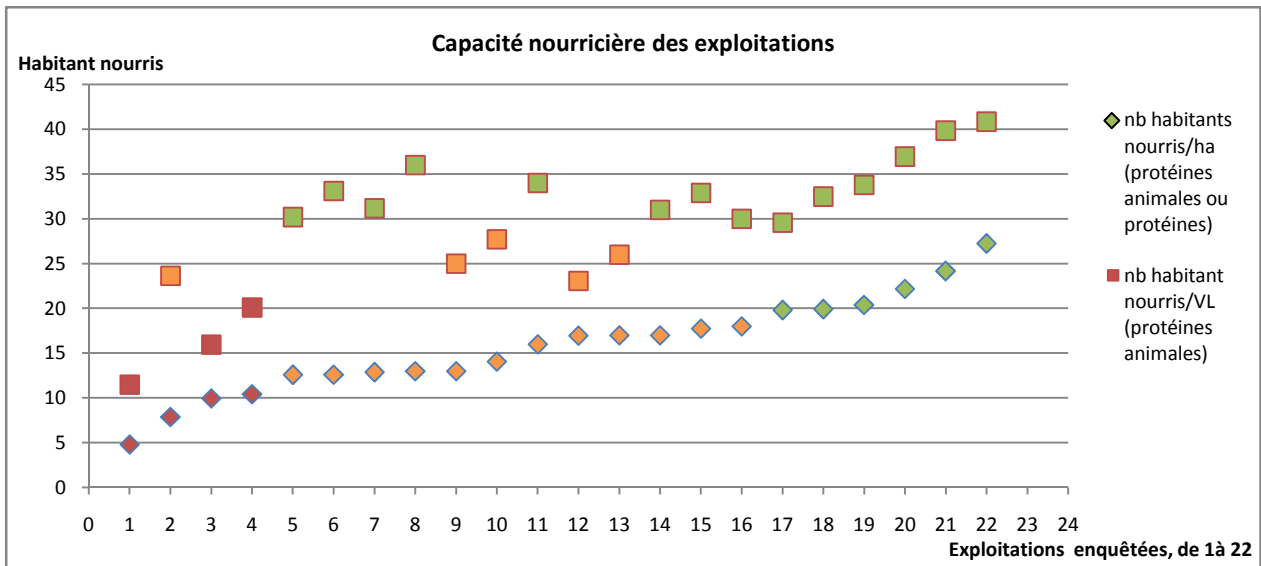


Figure 48: Répartition des exploitations selon leur capacité nourricière

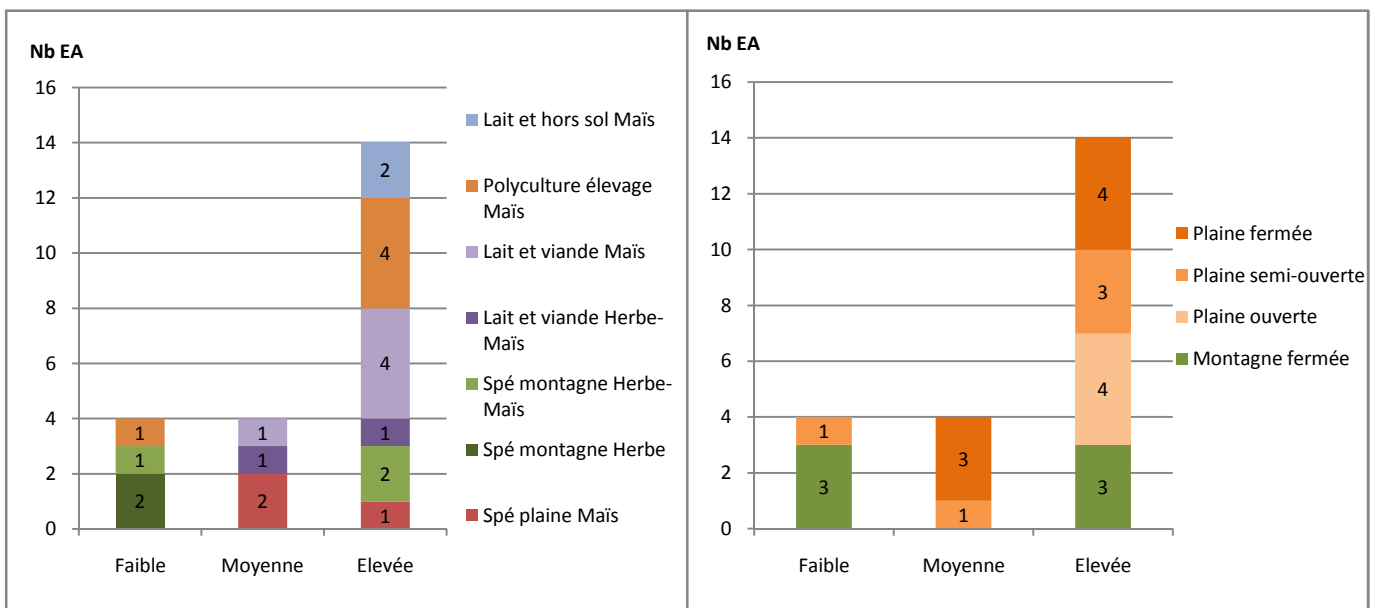


Figure 50: Capacité nourricière des exploitations classées par systèmes

Figure 49: Capacité nourricière exploitations classées par des paysages

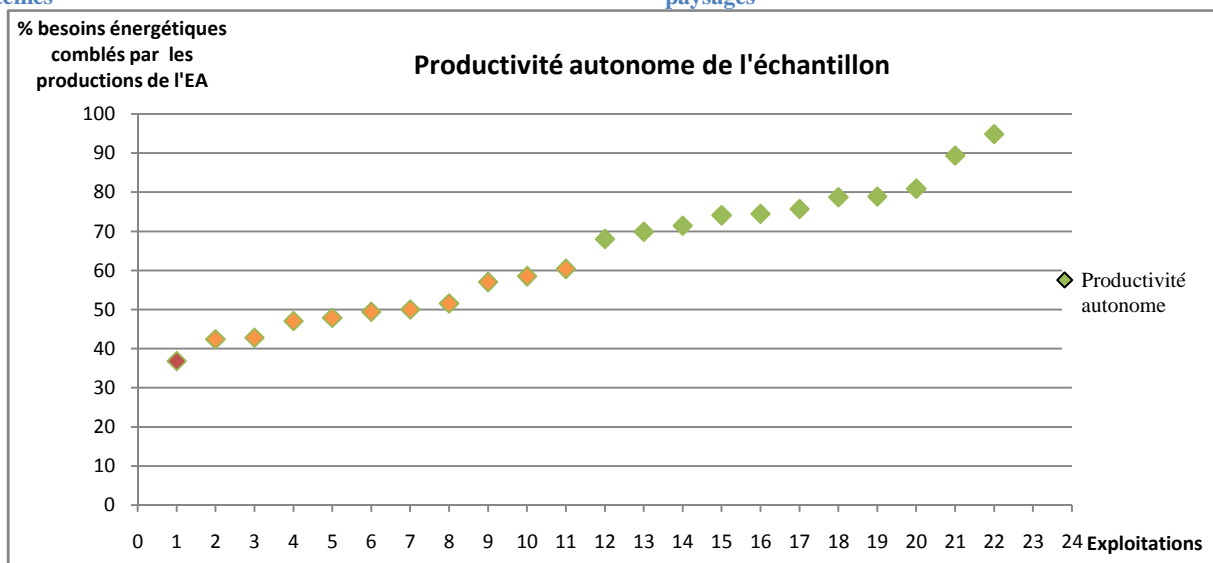


Figure 51: Répartition des exploitations selon leur productivité autonome

4. La contribution aux services de production

Les services de production participent directement au revenu de l'éleveur. Trois services sont étudiés, la capacité nourricière, la capacité productive végétale et la capacité productive animale.

4.1. La capacité nourricière

Le calcul de la capacité nourricière par le logiciel Perfalim a été expliqué en méthodologie. Les données intégrées dans ce logiciel sont les achats de concentrés, les ventes de lait et de viande des ateliers bovins y compris d'engraissement pour les mixtes, ainsi que les cultures. En revanche ni les intrants ni les ventes des ateliers hors sol ne sont pris en compte car nous considérons que ces ateliers sont indépendants de l'atelier laitier et de la gestion de la SAU de l'exploitation. Le résultat est exprimé en nombre de personnes nourries par an en termes de protéines animales, d'énergie ou de protéines. Les exploitations spécialisées laitières ou mixtes ont le potentiel de nourrir un maximum de personnes en termes de protéines animales, et les exploitations de polyculture élevage ont plutôt tendance à avoir un potentiel maximum en termes de protéines tous les types confondus.

Nous avons ramené la capacité de production totale des exploitations par hectare et par vache laitière, afin d'estimer si cette capacité est élevée, moyenne ou faible à partir de ces deux critères.

Le détail des deux critères est représenté dans la figure 48 ci-contre : pour chaque exploitation sont indiqués le nombre d'habitants nourris par hectare et par vache laitière, la couleur du symbole indique si ce résultat est estimé faible (rouge) moyen (orange) ou élevé (vert).

➤ Bilan des exploitations pour le service capacité nourricière

14 exploitations ont une capacité nourricière élevée, 4 en ont une moyenne et 4 une faible (Figure 50 et 50). Tous les types de systèmes ont une capacité nourricière élevée, sauf les spécialisés de montagne basés uniquement sur l'herbe. Les systèmes mixtes et spécialisés lait ont une capacité moyenne, les spécialisés de montagne et un polyculteur en ont une faible.

Concernant l'approche paysagère, toutes les exploitations ayant une capacité élevée sont dans tous les contextes paysagers, celles ayant une capacité moyenne sont en contexte de plaine fermée et semi-ouverte et celles ayant une capacité faible sont en montagne fermée et plaine semi-ouverte.

4.2. La capacité productive végétale

✓ Les rendements en céréale

Afin d'estimer la capacité de production des exploitations, nous avons comparé leurs rendements en culture aux rendements départementaux de 2010-2011, provenant d'Agreste. Malgré une différence de contexte pédoclimatique au sein des départements, cette comparaison permet d'avoir un ordre d'idée des performances des exploitations. Une différence minimum de 3 quintaux a été prise en compte, et nous observons que 14 exploitations ont des rendements supérieurs à ceux des départements, 3 ont les mêmes ordres de rendement et 4 ont des rendements inférieurs. Une exploitation n'est pas concernée par ce critère, ne produisant pas de céréales.

✓ Production fourragère et productions animales

Ce deuxième critère contient deux notions, celle d'autonomie fourragère et celle de productivité autonome. Toutes les exploitations nous ont indiqué qu'elles n'achètent pas de fourrages, qu'elles sont donc en autonomie fourragère. Nous avons calculé la part des besoins énergétiques du troupeau comblée par la production fourragère de l'exploitation. Pour cela nous sommes basés sur l'ouvrage « Alimentation des bovins, ovins et caprins » de l'INRA (Jarrige, 1991) pour estimer les besoins du troupeau laitier, et nous avons calculé la part comblée par l'achat de concentrés ce qui

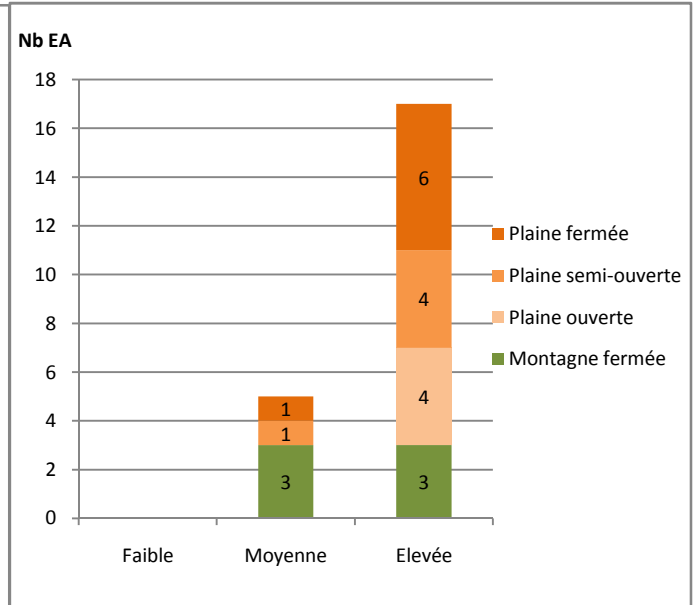
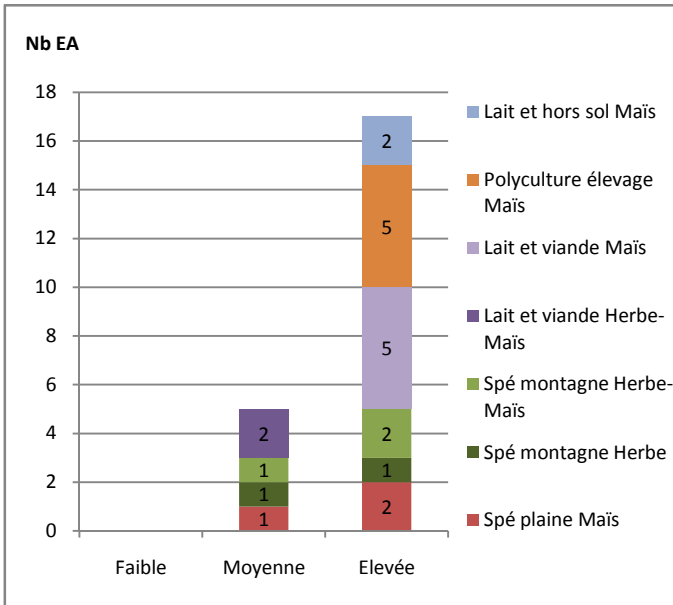


Figure 53: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services de productions végétales

Figure 52: Contribution des exploitations classées par paysages aux services de productions végétales

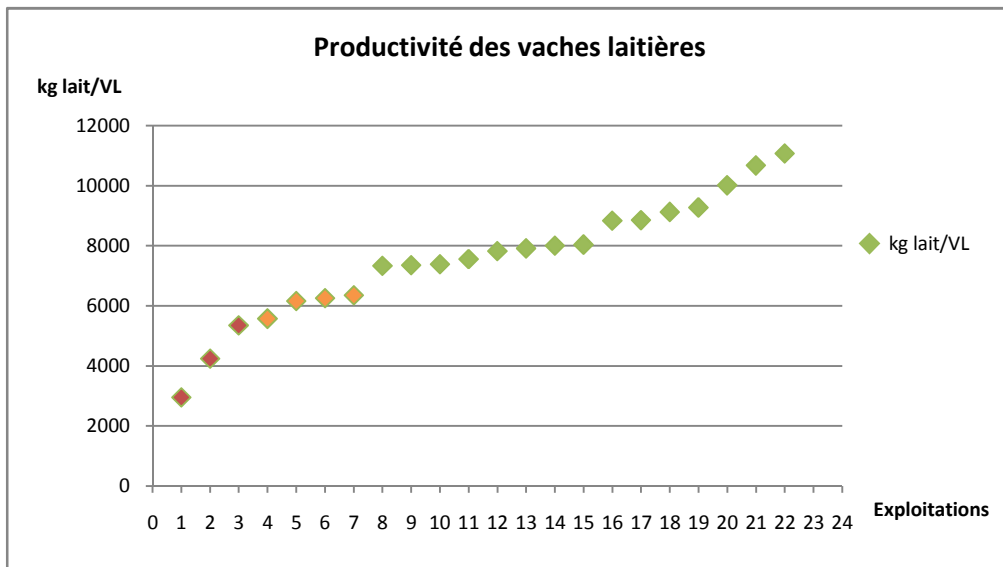


Figure 54: Répartition des exploitations selon la productivité des vaches laitières

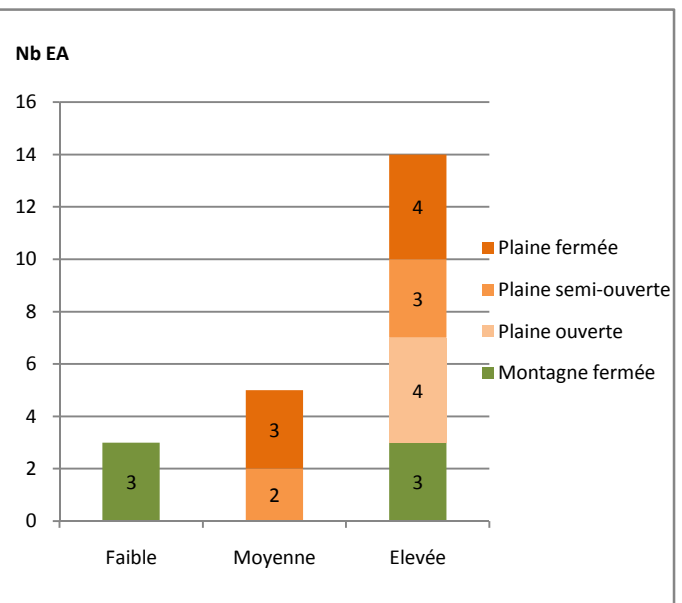
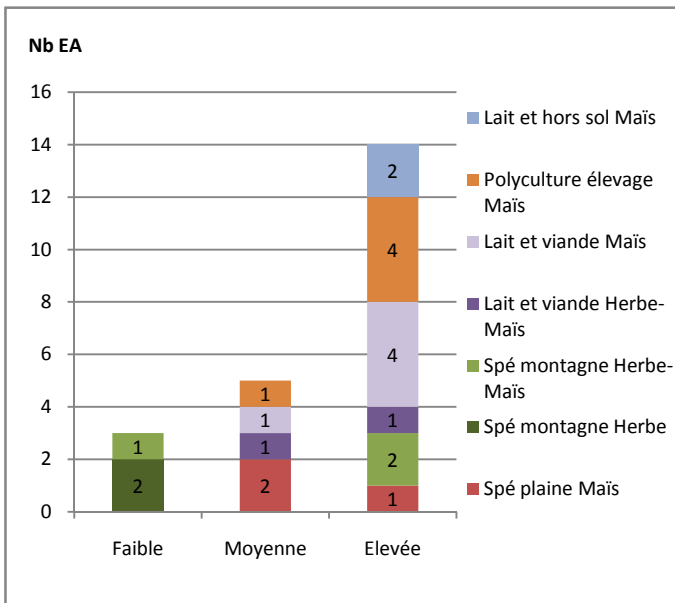


Figure 55: Contribution des exploitations classées par systèmes aux services de production

Figure 56: Contribution des exploitations classées par paysages aux services de production

permet d'en déduire la part comblée par l'exploitation (Figure 51). 11 exploitations produisent plus de 60% de leur production avec des fourrages, 7 en produisent entre 40 et 60% et seule une en produit moins de 40%.

➤ **Bilan des exploitations pour le service capacité productive végétale**

17 exploitations produisent un service de productions végétales élevé, 5 un moyen et aucune un faible (Figures 52 et 53). Parmi les exploitations ayant un fort potentiel, tous les systèmes sont représentés, ainsi que tous les paysages. Parmi ceux qui ont une production moyenne, nous retrouvons deux exploitations de montagne et deux paysages de montagne, une exploitation mixte en maïs-herbe, une exploitation spécialisée de plaine en paysage de plaine fermée et semi-ouverte.

4.3. La capacité productive animale

Ce service est difficile à estimer, les résultats techniques ne peuvent être pris séparément du système et sont difficilement jugeables car ils dépendent de la gestion du troupeau et des objectifs de l'éleveur. Nous nous sommes basés uniquement sur la production de lait par vache, qui reflète la productivité du troupeau. Le détail de la production de toutes les exploitations (Figure 54) montre que les potentiels sont très divers, et que la majorité des exploitations (15) produisent plus de 7500 kg de lait par vache, soit plus que la moyenne nationale. Nous pouvons préciser que la race principalement rencontrée est la Prim'Holstein pour cet échantillon (19 sur 22).

➤ **Bilan des exploitations pour le service capacité productive animale**

15 exploitations ont des productions animales élevées, 4 moyennes et 3 faibles. Les exploitations ont donc tendance à fournir ce service. Parmi ceux qui ont une capacité élevée nous retrouvons tous les systèmes sauf les spécialisés de montagne herbe, ainsi que tous les paysages. 4 systèmes ont des productions moyennes, deux mixtes, un polyculteur et un spécialisé de plaine et ils se situent en plaine fermée majoritairement (75%) en plaine semi-ouverte. Ceux qui la limitent en revanche sont uniquement des systèmes de montagne, et des paysages de montagne fermée. Nous pouvons supposer que le contexte de montagne permet de produire moins de lait.

Pour résumer : des services de productions élevés

Globalement 14 exploitations ont des capacités productives élevées, parmi lesquelles nous retrouvons tous les systèmes sauf les spécialisés de montagne herbe, dans tous les contextes paysagers. 5 exploitations préservent ces services, ont des productions moyennes. Il s'agit de deux exploitations spécialisées de plaine, un polyculteur, et deux mixtes (herbe et herbe-maïs), dans des contextes de plaine fermée et plaine semi-ouverte. Enfin 3 exploitations ont des productions faibles, il s'agit des systèmes de montagne, dans des contextes de montagne fermée. (Figures 55 et 56)

Il est difficile de conclure quant à ce type de service, car au-delà du système et du paysage cela dépend de la gestion et des performances individuelles. Nous pouvons seulement noter que les seuls ayant des productions moyennes sont en zone montagneuse et ont une alimentation basée sur l'herbe parfois avec un peu de maïs.

5. Mise en relation des services rendus par l'élevage laitier

Dans cette partie nous mettons en lien les résultats des trois types de services étudiés.

5.1. Les relations entre les différents services

Pour étudier d'éventuels liens nous mettons en parallèle les résultats précédents (Figures 57 et 58).

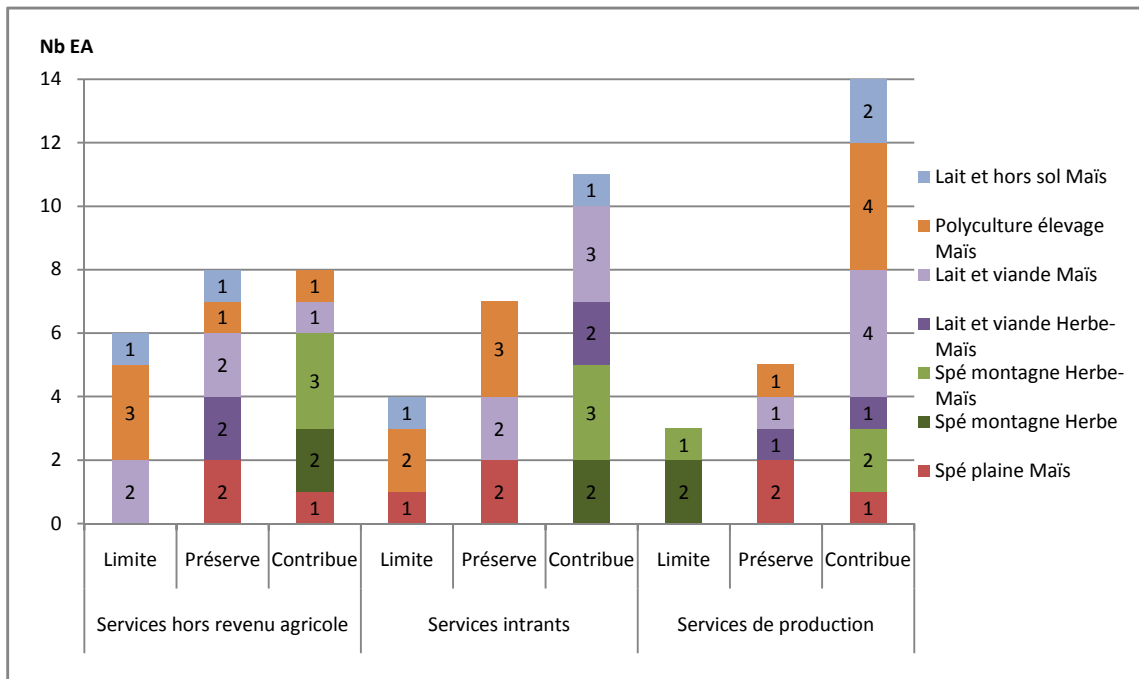


Figure 57: Contribution des exploitations classées par systèmes aux trois grands types de services

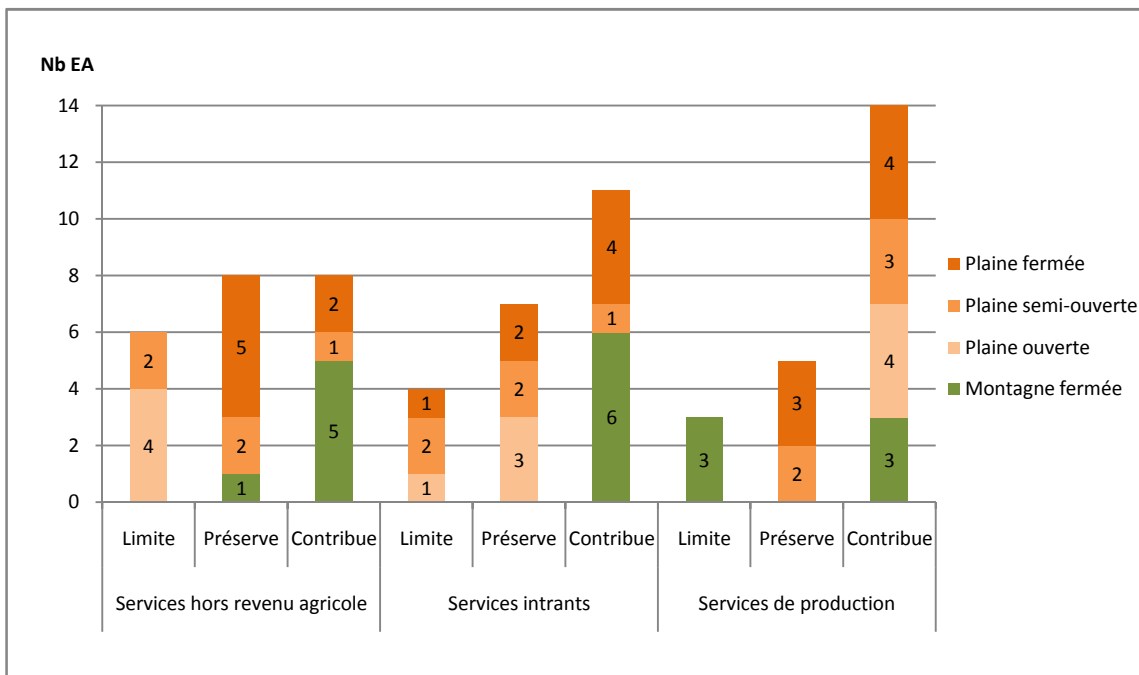


Figure 58: Contribution des exploitations classées par paysages aux trois grands types de services

Il est difficile d'observer des liens entre les trois types de services. Nous pouvons toutefois faire quelques remarques.

- Les 4 types de systèmes préservant les services de productions sont également ceux préservant les services hors revenu agricole : spécialisés de plaine, polyculteurs, mixtes herbe-maïs et mixtes maïs auxquels s'ajoute le système lait et hors sol, et excepté les mixtes herbe-maïs ils préservent également les services intrants.
- 50% des systèmes limitants les services hors revenu agricole et intrants sont les polyculteurs.
- Parmi ceux qui contribuent aux services hors revenu agricole, 62,5% sont des systèmes spécialisés de montagne, ces mêmes systèmes représentant 45% de ceux qui contribuent aux services intrants. Le système mixte maïs contribue également à ces deux services.
- Enfin, les systèmes de montagne sont également les seuls qui limitent les services de production.

Concernant la mise en parallèle des contributions selon les contextes paysagers, il est plus difficile de tirer des conclusions. En effet, les exploitations limitant, préservant ou contribuant à un service sont dans trois voire les quatre types de paysages. Nous pouvons noter que le contexte de montagne fermée représente 62,5% des paysages dans lesquels les exploitations contribuent aux services hors revenu agricole, 55% de ceux contribuant aux services intrants et 100% de ceux altérant les services de production. De plus parmi les paysages limitants les services hors revenu agricole, nous retrouvons les plaines ouvertes (67%) et les plaines semi-ouvertes (33%). Dans les autres cas, les contributions sont diverses.

Ces premières observations semblent indiquer l'existence de liens entre les types de services. Afin d'approfondir, nous cherchons à présent à observer le résultat de chaque élevage par rapport aux trois services, est-ce qu'un lien pourrait exister entre l'altération d'un type de service et la contribution à un autre type ?

5.2. La balance entre les trois types de services

En analysant individuellement les relations entre les contributions aux trois types de service, nous observons différents profils. Pour les trois types de services, les exploitations peuvent avoir trois résultats : limitant, préservant, contribuant. Aussi 27 profils sont possibles, nous en observons 11 différents.

- 3 exploitations sont contributrices à tous les services. Ce sont deux exploitations spécialisées de montagne herbe-maïs, et une exploitation mixte maïs. Les paysages sont de montagne fermée (67%) et de plaine fermée (33%) (Figure 60) ;
- 3 exploitations contribuent aux services intrants et de productions, mais sont préservatrices des services hors revenu agricole (HRA) pour deux d'entre elles voire limitantes pour la troisième. Il s'agit d'un lait et hors sol en plaine fermée, d'un mixte herbe maïs en montagne fermée et d'un mixte maïs en plaine semi-ouverte (Figure 59) ;
- 2 exploitations contribuent aux services de productions mais limitent les autres types de services. Il s'agit d'un système de polyculture et d'un lait et hors sol, en plaine ouverte et semi-ouverte (Figure 62) ;
- A l'inverse 3 exploitations sont altératrices des services de productions mais contribuent aux deux autres types services. Il s'agit cette fois des systèmes de montagne herbe (2/3) et herbe-maïs (1/3) en paysage de montagne fermée (Figure 61) ;

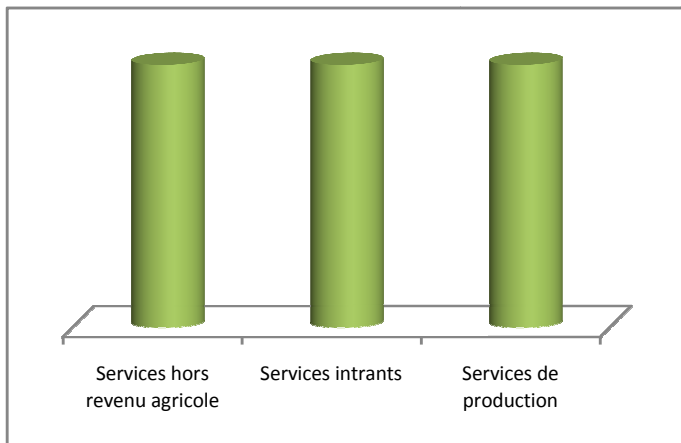


Figure 60: Contribution aux trois types de services, 3 exploitations

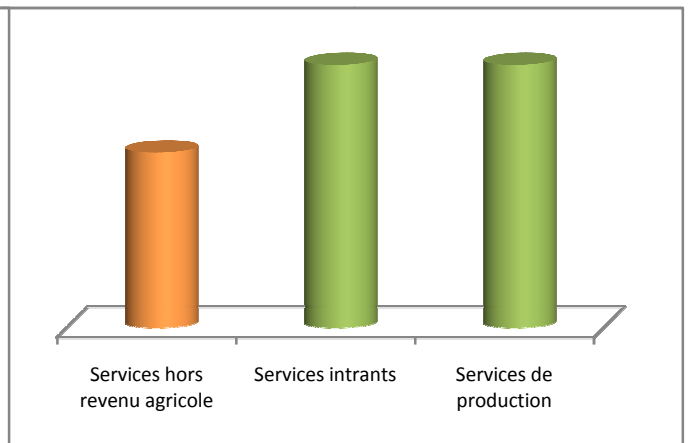


Figure 59: Contribution à tous les types sauf préservation des services hors revenu agricole, 3 exploitations

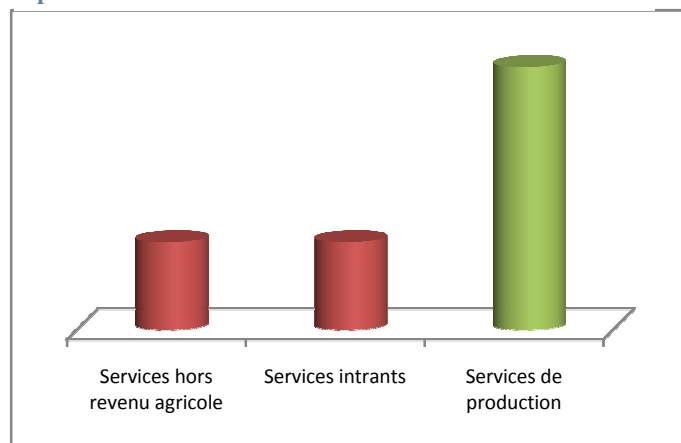


Figure 62: Contribution aux services de production mais altération des autres services, 2 exploitations

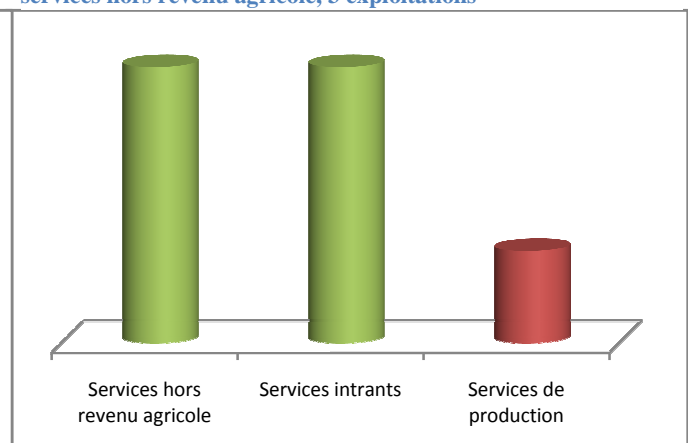


Figure 61: Altération des services de production mais contribution aux autres services, 3 exploitations

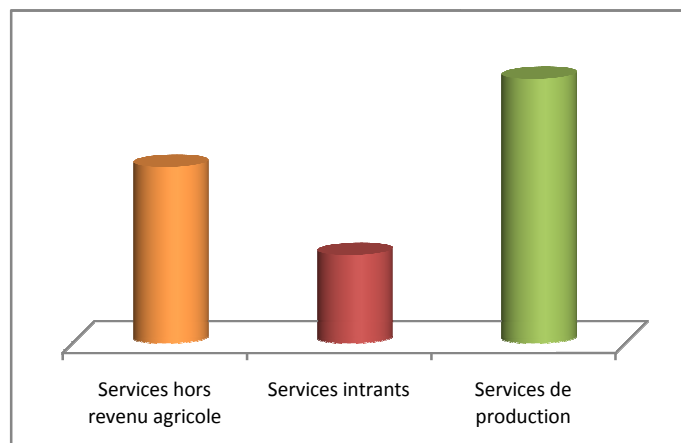


Figure 64: Contribution aux services de production mais altération des services intrants et préservation des services HRA, 3 exploitations

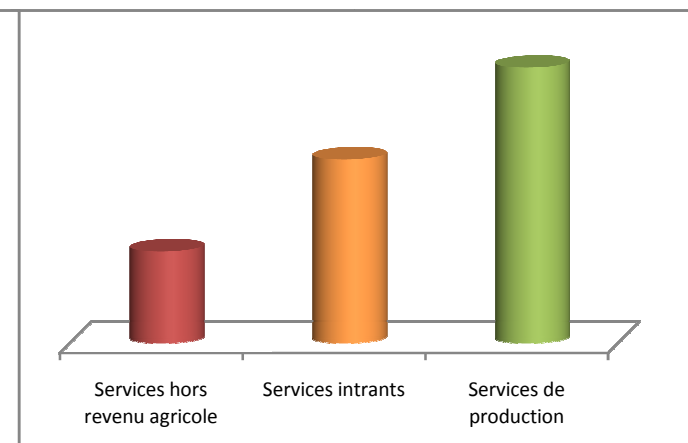


Figure 63: Contribution aux services de production mais altération des services HRA et préservation des services intrants, 2 exploitations

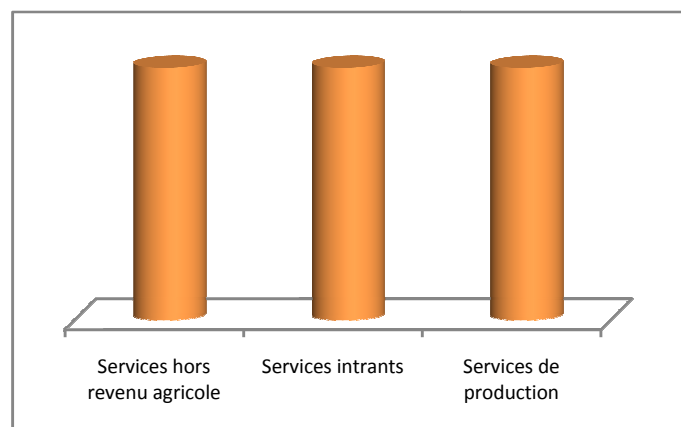


Figure 65: Préservation de tous les services voire contribution à un type de service, 6 exploitations

- 3 exploitations contribuent aux services de productions mais limitent les services intrants et préservent les services HRA. Il s'agit d'un polyculteur et d'un spécialisé de plaine, en paysage de plaine semi-ouverte et fermée (Figure 64) ;
- A l'inverse 2 exploitations contribuent aux services de productions mais préservent les services intrants et limitent les services HRA. Il s'agit de deux polyculteurs et d'un mixte maïs, tous trois en plaine ouverte (Figure 63) ;
- Nous regroupons les 6 exploitations des 4 profils suivant : 1 exploitation préserve tous les services, 2 préservent les services de productions et les services HRA et contribuent aux services intrants, 2 préservent les services de productions et les services intrants et contribuent aux services HRA et enfin une contribue aux services de production et préserve les deux autres types de service. Il s'agit de 2 spécialisés de plaine, 3 mixtes (un maïs et un herbe-maïs), un polyculteur. 4 d'entre eux sont en contexte de plaine fermée et 2 en contexte de plaine semi-ouverte (Figure 65).

Chacun de ces profils est représenté par 2 ou 3 exploitations, ce qui est faible. Cependant nous pouvons faire quelques hypothèses quant aux liens entre les services que nous observons :

- Les exploitations rendent au moins un des trois services ;
- Le service de production contribuant au revenu, les capacités de production sont généralement moyennes voire élevées ;
- 3 exploitations ont des capacités de production faible, mais elles contribuent aux services intrants et HRA, c'est-à-dire qu'elles préservent la nature et l'environnement. Ces situations ont plutôt été rencontrées en montagne ;
- Lorsque les exploitations ont des capacités de production élevées, elles altèrent les deux autres services ou au moins un des deux. Ces situations ont été rencontrées en plaine ouverte et semi-ouverte ;
- Tous les services peuvent être fournis par les élevages. Ces situations sont rencontrées 3 fois en montagne et plaine fermées. Dans ces mêmes contextes il arrive également que 2 soit fournis et un préservé ;
- Tous les services peuvent être préservés, voire les élevages contribuent à l'un d'entre eux. Ces situations ont été rencontrées en plaine fermée ou semi ouverte.

Pour résumer :

Nous avons donc présenté les résultats pour chaque service, en détaillant les variables les expliquant. Puis nous avons fait un parallèle entre ces résultats et quelques hypothèses de liens entre les services ont émergées à travers des profils. Tous les profils possibles ne sont pas représentés, nous avons donc émis des hypothèses quant à l'évolution des services les uns avec les autres. Nous allons à présent discuter de ces résultats, les mettre en relation avec la méthodologie utilisée, le contexte de l'étude et ses objectifs.

Partie 4 : Discussion, limites et perspectives

Grâce à la méthode développée et à l'échantillon établi, nous avons pu illustrer des résultats quant à la biodiversité sur la zone de production de Sodiaal et aux services rendus par l'élevage laitier. Cette partie a pour objectif de discuter du projet, des limites et atouts de la méthodologie employée et des résultats obtenus.

1. La méthode utilisée pour mesurer les services

Dans cette partie nous discutons de la méthode élaborée et utilisée pour mesurer les services. Nous présenterons ses points forts, ses points faibles et ses perspectives.

1.1. Les points forts de cette méthode

- ✓ Une démarche analytique dans la continuité de la littérature, appuyée sur une étude bibliographique

Notre analyse des services écosystémiques est réalisée dans la continuité de la définition du Millennium Ecosystem Assessment, adaptée par l'INRA lors de son étude en 2008. Aussi, tout comme le projet mené par l'Institut de l'Elevage et Interbev, nous avons conservé cette classification en trois types de services, plaçant le système d'exploitation au cœur de la démarche. D'autres adaptations sont possibles, par exemple le GIS Elevages Demain a adapté la définition de l'INRA pour obtenir quatre types de services : les services de production, d'environnement, de vitalité et de patrimoine. Au sein de ces catégories différents services et différentes échelles sont en cours d'analyse, les filières d'élevage sont au cœur de la démarche et non l'exploitation. Ainsi la classification est différente, mais l'analyse des services est presque similaire, répondant aux questions suivantes : à partir de quoi sont ils produits, quels sont les bénéfices que l'Homme en tire, avec quels critères ou indicateurs peut on les mesurer ?

L'analyse de ces services est également effectuée selon un courant proposé par l'INRA et reprise dans le projet de l'Institut de l'Elevage et Interbev. Nous avons cherché à décrire au mieux les services en question, en détaillant les fonctions et processus qui en sont à l'origine. L'analyse est basée sur une étude bibliographique des recherches effectuées sur les thèmes en question et les processus permettant de produire ces services. Nous avons ainsi réalisé une fiche descriptive par service justifiant notre démarche analytique et nos sources. Cependant notre analyse n'est pas exhaustive, en approfondissant l'étude des différentes thématiques il est possible de consolider la qualification des services. Le service conservation de la biodiversité et du paysage est le plus solide, adaptée d'une méthode existante, la méthode EBioTEP.

- ✓ Un rendu sous forme de profil, détaillant les pratiques et améliorations possibles

L'objectif de notre méthode est de mettre en lien les pratiques de l'éleveur et les différents aspects de son territoire avec les services rendus. Le rendu sous forme de profil permet de montrer aux agriculteurs quelles sont les impacts de leurs pratiques sur les processus permettant de rendre les services, et comment les améliorer. Cependant les valeurs seuils ne sont pas toujours prouvées scientifiquement par des recherches poussées, des zones d'incertitudes ont été émises. Malgré cela, l'éleveur se situe sur un gradient indiquant comment améliorer ses pratiques.

- ✓ Une méthode sensible et réutilisable

L'analyse des résultats permet d'observer sa sensibilité, ce ne sont jamais les mêmes systèmes ou paysages qui contribuent aux différents services. Certaines variables permettent d'estimer plusieurs services, mais la mise en relation des différents services n'a pas mis en évidence

d'opposition particulière et systématique entre différents services deux à deux. Malgré notre observation de certains liens possibles entre les contributions d'un service par rapport à un autre, de nombreuses possibilités existent tout de même, la méthode est sensible.

De plus, les variables et les critères de cette méthode sont calculés à partir d'informations récupérables en 2h d'entretien maximum avec l'élèveur. L'analyse de ces informations, en disposant des outils de calculs créés sur Excel et du guide méthodologique d'EBioTEP peut être effectuée en une journée maximum selon nos estimations. Cette méthode est donc pratique, utilisable facilement et elle permet de montrer les pratiques influençant sur les services, et comment évoluer dans le sens favorable.

1.2. Les points faibles de la méthode

✓ La détermination de valeurs seuils

En accord avec la bibliographie, pour que notre méthode contienne des indicateurs, il est nécessaire que les variables aient des valeurs seuils. Elles ne concernent pas toutes les variables, seulement les quantitatives et les bilans. Etant donné le temps imparti pour l'étude et notre volonté d'éclairer en priorité la décomposition des services et l'impact de certaines pratiques, nous avons peu poussé les recherches sur les valeurs seuils. L'étude bibliographique ne nous a pas donné beaucoup d'éléments, seule la méthode EBioTEP contenait ses valeurs seuils. Pour pallier ce manque et être en accord avec nos objectifs des zones d'incertitudes ont été émises. Nous avons élaboré ces valeurs en concertation avec l'Institut de l'Elevage, nous aurions pu contacter d'autres instituts techniques et de recherche pour améliorer la définition de ces seuils.

✓ L'agrégation et la pondération des variables

Au-delà de cet objectif de lier les pratiques aux services, nous avons agrégé les variables afin de pouvoir quantifier les services rendus par l'échantillon enquêté. Il existe différentes possibilités pour agréger les variables. Nous avons choisi de ne pas mettre de pondération estimant que chaque variable a la même importance. De plus, notre règle de décision pour confronter les variables est de donner plus de poids aux penchants favorables ou défavorables que neutre, afin de distinguer des tendances, ce qui est discutable.

Selon la pondération des variables, le résultat des services est différent. Notre choix de pondération est donc discutable, nous n'avons pas pris en compte la sensibilité du milieu par exemple. De plus, la zone d'incertitude autour des valeurs seuils disparaît avec l'agrégation, et nous perdons donc en précision. Il ne faut donc pas se contenter de regarder les résultats finaux des services rendus, car ils sont moins précis que les variables.

1.3. Les perspectives de cette méthode

Différentes améliorations et perspectives peuvent être proposées à la méthode.

Etant donné notre démarche, la méthode n'était pas définitive quand nous avons fait les enquêtes. De ce fait, le questionnaire est perfectible pour être plus en adéquation avec les variables. En effet, quelques questions n'ont pas été valorisées et à l'inverse le calcul des variables montre que certaines estimations auraient pu être évitées par des questions plus précises aux éleveurs. Notre grille de traitement de données Excel est pratique avec de nombreuses formules de calculs, mais elle peut également être améliorée.

De plus, étant donné le temps imparti pour réaliser l'étude nous avons choisi d'étudier trois services par type de service, soit neuf services au total, afin de pouvoir approfondir leur analyse. Notre choix s'est porté sur les services les plus couramment évoqués sans être cités en tant que tel.

D'autres services sont définis et reconnus comme la perturbation du cycle de l'eau en service hors revenu agricole, la disponibilité en eau pour les plantes en service intrants... Ils pourraient être étudiés pour rendre plus exhaustive l'étude des services rendus par l'élevage. L'analyse des services peut également être approfondie, tout en gardant en vue l'objectif de ne pas trop alourdir la méthode et allonger l'entretien avec les éleveurs, pour que cela reste pratique à effectuer.

Cette méthode expérimente une première approche des services rendus par l'élevage laitier, mais elle doit être consolidée.

Notre échantillon a été élaboré en accord avec le projet de Sodiaal sur la biodiversité, et sur sa zone de production. Nous sommes un peu limités en nombre d'exploitations par système et paysage pour pouvoir faire une étude plus poussée et tirer des conclusions. Il serait intéressant de consolider la méthode et de l'expérimenter sur un panel plus large de types de systèmes de la typologie des réseaux d'élevage. Notre projet est national mais certaines zones laitières ne sont pas représentées comme les massifs jurassiens et alpins, et la Normandie. Pour déterminer les services rendus par l'élevage laitier il serait donc intéressant d'élargir l'étude et d'enquêter des exploitations avec un système fourrager basé sur l'herbe ainsi que des producteurs fermiers, sous label ou en agriculture biologique. Les différents profils élaborés permettent une première discussions sur les relations entre les services, mais il serait intéressant d'enquêter plus d'exploitations pour approfondir l'analyse.

2. Les résultats obtenus et le contexte de l'étude

Nous cherchons à présent à discuter le projet de manière générale, ses résultats et son contexte.

2.1. L'échantillon obtenu

✓ Un échantillon répondant aux objectifs

Sauf exception, nous avons obtenu vingt deux paysages diversifiés répartis en France, dans lesquels nous souhaitons enquêter des exploitations représentatives. Nous comptons sur les techniciens de Sodiaal pour nous fournir des listes d'éleveur susceptibles de nous recevoir, et ayant un système représentatif de la zone. La prise de contact a été facilitée par ce tri mais il n'a pas toujours été effectué et il n'est pas assuré que les exploitations soient représentatives de leur zone. De plus, malgré notre volonté d'exclure les exploitations avec des troupeaux allaitants, 4 exploitations en avaient un. Il était moins important que le troupeau laitier ce qui nous a tout de même permis de réaliser l'étude. L'échantillon répond tout de même à nos objectifs.

✓ La prise en compte de la biodiversité par les éleveurs

Il est également intéressant de relier la lecture des résultats avec la considération qu'ont les éleveurs de l'environnement et de la biodiversité. En effet, selon les convictions au sein de l'échantillon, nous pouvons penser que cela influence les pratiques et les résultats. En analysant les réponses aux questions ouvertes de fin d'entretien, nous observons différents points de vue et remarques récurrentes et intéressantes.

8 éleveurs évoquent un intérêt pour la nature, et une sensibilité particulière, expriment quelques raisons. 8 éleveurs évoquent la biodiversité en estimant qu'il en faut un peu mais pas trop, et ont à l'esprit un objectif de production sans être trop contraint. Les 6 derniers n'évoquent pas de bienfaits, uniquement des contraintes, des difficultés à cause de l'environnement ou des opportunités financières.

En observant plus précisément, différents arguments sont mis en avant :

- L'aspect économique est mis en avant : soit l'opportunité des aides, le fait de faire que des choses rentables, ou bien l'idée que c'est trop cher de préserver l'environnement (3 éleveurs) ;
- Le problème de la main d'œuvre est soulevé : avec les contraintes et pour avoir des actions préservatrices de la biodiversité (fauche) cela demande plus de temps et de main d'œuvre (2 éleveurs) ;
- 6 éleveurs évoquent un intérêt pour la nature, pour l'héritage des enfants ou pour leur propre bien être. 3 d'entre eux évoquent également les intérêts agronomiques de la biodiversité ;
- Enfin, certains évoquent les contraintes environnementales de la réglementation en donnant différents exemples de pratiques ou de répression abusives. Ceci concerne 9 éleveurs ;
- Les deux derniers éleveurs évoquent pour l'un l'objectif de produire de manière raisonnée, pour l'autre le fait que l'écologie doit calmer un peu l'agriculture, qu'il en faut sans être « fanatique ».

Notre échantillon est donc composé de personnes ayant des intérêts variés pour la nature et l'environnement. Bien que parfois les pratiques ne sont pas toujours en accord parfait avec les convictions, avoir un échantillon avec différents avis est plutôt positif, car si tous les éleveurs enquêtés étaient impliqués dans des démarches de conservation de la nature cela aurait biaisé l'échantillon.

2.2. Des objectifs remplis

Le premier objectif est de fournir à Sodiaal une expertise scientifique sur la biodiversité dans leur zone de production, afin de leur donner une base de communication. Une partie de cet objectif est atteinte, elle constitue l'analyse des données pour le service conservation de la biodiversité et du paysage. La deuxième partie, le rendu collectif en lui-même, sera effectué par l'Institut de l'Élevage dans la continuité de ce projet, comme convenu dans le planning initial. En revanche le rendu individuel pour chaque éleveur ayant participé au projet a été effectué. Une communication auprès des adhérents est également prévue dans le journal interne de Sodiaal.

Le deuxième objectif était de quantifier et qualifier les services écosystémiques rendus par l'élevage laitier. Pour cela nous avons fait trois hypothèses qui ont été partiellement vérifiées. Nous avons effectivement constaté un maintien des services écosystémiques par l'élevage laitier dans son territoire. L'élevage contribue également à la diversité et la typicité des paysages, les analyses de la méthode EBioTEP nous ont permis de le montrer. Enfin, nous avons observé une tendance des systèmes herbagers à être contributeurs des services hors revenu agricole et intrants, mais pas des services de production.

2.3. Une dynamique de recherche autour des services écosystémiques

Lors de notre recherche bibliographique nous avons trouvé peu de travaux sur les services fournis par l'agriculture. Des études de mettent en évidence ceux fournis par les écosystèmes, par les forêts ou les prairies par exemple, mais dans le domaine agricole, les recherches sont en cours. Depuis une dizaine d'année et la popularisation par le Millennium Ecosystem Assessment, la notion de services écosystémiques connaît un succès important (Virginie Maris in Poletto, 2013). Notre projet s'inscrit dans ce cadre, avec une volonté de l'Institut de l'Élevage de développer un outil simple et solide pour appréhender ce sujet dans les exploitations agricoles. Les projets d'Idele sont en partenariat avec Interbev, également impliqué dans ce sujet, et avec Sodiaal, qui à partir d'un intérêt premier pour la biodiversité s'intéresse également aux services.

Le GIS Elevages Demain est dans une démarche de quantification des services rendus par les filières. Comme nous l'avons vu leur démarche d'analyse est similaire à celle de notre projet, mais les services ne sont pas classés de la même manière. L'échelle et le prestataire de service est également différent : nous nous sommes intéressés à l'élevage laitier dans son territoire, le GIS s'intéresse aux filières d'élevage à différentes échelles (commune, petite région agricole, département, pays). Aussi nous nous basons sur des enquêtes avec les éleveurs et des analyses spatiales du territoire, tandis que les premiers indicateurs en cours de réflexion par le GIS se basent sur différentes sources d'études (Agreste, MSA, Bureau des ressources génétiques, Infosols etc)

2.4. Vers la rémunération des services, une idée controversée

Derrière la volonté de qualifier et quantifier les services écosystémiques rendus par les écosystèmes ou l'agriculture, se trouve la notion de monétarisation de ces services. En agriculture, les services sont souvent nommés services environnementaux, signifiant les effets de préservation de l'environnement par les agriculteurs (Antona et Bonin, 2010). La PAC rémunère ces services environnementaux par des contrats particuliers par exemple. De plus, nous avons évoqué dans notre synthèse bibliographique l'éventuelle rémunération des services rendus par les agriculteurs dans les futures PAC (M. Duhem in Mauchamp *et al*, 2012). L'idée mise en avant serait la compensation des écarts de rendement entre la prairie permanente par exemple et les autres prairies ou systèmes. La mise en avant des services rendus par les exploitations agricoles permet la valorisation de leur image au niveau de la société, mais si des méthodes d'évaluations basées sur des référentiels et des critères précis voient le jour, la possibilité de mettre un coût monétaire sur ces services est envisageable.

La monétarisation de la nature et des services rendus par les écosystèmes fait déjà l'objet d'une controverse au-delà du contexte agricole, un débat existe notamment autour de la notion de Paiement pour Services Environnementaux (PSE) (Antona et Bonin, 2010). Ces paiements existent pour la séquestration du carbone par exemple (Wunder, 2005) et certains contestent l'intérêt de ces paiements, pouvant amener à des dérives : risque de déplacer les activités destructrices en dehors de la zone d'intervention des PSE, payer pour un service qui aurait été réalisé ou maintenu dans PSE (Enger et al in Antona et Bonin, 2010), payer les agriculteurs pour des pratiques qu'ils ont toujours faites (Wunder, 2005)...

Derrière la valorisation des externalités de l'agriculture pour la société se trouve donc tout un débat de monétarisation.

Conclusion

Les écosystèmes rendent aux Hommes des services écosystémiques, participant au bien-être humain. Cette notion fait l'objet de recherches mais l'analyse et l'évaluation de ces services est difficile car de nombreuses interactions entre les écosystèmes existent. L'élevage laitier, qui puise ses ressources pour produire dans la nature et les écosystèmes, contribue au maintien de ces services, ou les limite. L'INRA a ainsi proposé une méthode d'analyse des services rendus par les exploitations agricoles en tant qu'agro-écosystème.

Ce projet propose une première approche de ces services rendus par l'élevage laitier. Neuf services ont été étudiés : des services intrants : la pollinisation, la stabilité structurale du sol, le maintien de la fertilité ; des services hors revenu agricole : la conservation de la biodiversité et des paysages, la qualité de l'eau, la régulation du climat ; des services de production : la capacité nourricière, la capacité productive végétale et la capacité productive animale. Une analyse de ces services nous a permis de mettre au point des variables permettant de les caractériser. Ces variables correspondent à des pratiques agricoles. La coopérative Sodiaal a créé un partenariat avec l'Institut de l'Elevage pour connaître l'impact de ses adhérents sur la biodiversité, que la méthode EBioTEP, mise au point par l'Institut de l'Elevage, permet d'évaluer.

22 exploitations représentatives de la zone de production de Sodiaal ont ainsi été enquêtées à échelle nationale. De plus, grâce à une analyse paysagère ces exploitations ont été choisies dans des paysages différents. Un rendu individuel est fourni aux éleveurs, leur permettant de prendre connaissance des services qu'ils rendent grâce à leurs pratiques, et quels points ils pourraient changer pour améliorer leur impact. Afin d'analyser ces résultats nous avons classé les exploitations en deux typologies : selon leur système d'élevage et l'importance du maïs dans leur système fourrager, en accord avec les Réseaux d'Elevage, et selon l'ouverture des paysages.

Les résultats de notre étude ont montré qu'effectivement l'élevage fournit différents services. Les plus fournis sont les services de production, puisque c'est la fonction principale de l'élevage. Nous avons également observé que les services intrants et hors revenu agricoles sont préservés malgré l'altération de la régulation du climat. Il est difficile de déterminer dans quels types de système et de contexte paysager les exploitations ont tendance à limiter, préserver ou contribuer aux services. En effet, au-delà des systèmes et des paysages, les résultats dépendent des pratiques de chaque éleveur. La mise en lien des différents services montrent qu'il est possible de contribuer aux trois grands types de services ou de les préserver. Cependant certains ont des capacités productives élevées mais limitent les autres services, leurs pratiques peuvent donc porter à réflexion.

Cette première approche s'inscrit dans une dynamique de recherche autour des services rendus par l'élevage. D'autres instituts comme le GIS Elevages Demain ou Interbev sont également dans une démarche de valorisation de ces services. Notre méthode est consolidable par une analyse plus poussée des services. Une mise en pratique plus large peut également permettre d'approfondir les résultats et de tirer plus de conclusions sur la mise en relation les services avec les systèmes et les paysages. Elle permet cependant de faire une première illustration des services rendus et des pratiques les expliquant.

Derrière cette évaluation des services se trouve la volonté de valoriser l'élevage laitier. Aussi le débat sur la monétarisation de ces externalités est soulevé. En effet la question de la pénalisation des élevages altérant la nature et la rémunération de celles rendant des services culturels et environnementaux à la société se pose. D'autant plus que ce paiement pourrait permettre de compenser les rémunérations parfois insuffisantes dans des contextes difficiles pour la production, afin de maintenir l'élevage.

Références bibliographiques

ACTA, 2010. Les indicateurs de biodiversité: synthèse, opérationnalité et création de nouveaux indicateurs. Compte rendu du projet mené dans le cadre du RMT biodiversité fonctionnelle. ACTA, 72p.

Agreste, 2012. Recensement agricole 2010. Site d'Agreste, la statistique, l'évaluation et la prospective agricole. Consultable : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/recensement-agricole-2010/cartes-de-synthese-853/> [Consulté le 9 avril 2013].

Agreste Conjoncture Lait, 2012. Stabilité de la collecte laitière en avril. Agreste Infos rapides-Lait, n°06/12, 2-3.

Agreste GraphAgri, 2012. L'agriculture, la forêt et les industries agroalimentaires. 17 et 147 p.

Alim'agri, 2012. Les chiffres: les productions animales-la protection de l'environnement. Alim'agri, Hors série n° 26, 28-29 et 18-20.

Antona M., Bonin M., 2010. Généalogie scientifique et mise en politique des SE (services écosystémiques et services environnementaux). Programme SERENA, Document de travail, 61.

Ayrault S., 2013. Agriculture et biodiversité, la trame politique se dessine. Campagnes et Environnement, 22, 20-23.

Bertrand J., 2001. Agriculture et biodiversité: un partenariat à valoriser. Educagri ; Office national de la Chasse et de la Faune Sauvage, Dijon; Paris, 157 p.

Le Boudec B., Izembart H., 2007. Atlas des paysages de la Somme.

Brochier M., 2009. Evaluation de la biodiversité à l'échelle d'un territoire agricole à partir d'un indicateur. Mémoire de fin d'études d'ingénieur. ENESAD/ AgroSup Dijon, Dijon. 50 p.

Büchs W., 2003. Biodiversity and agri-environmental indicators—general scopes and skills with special reference to the habitat level. Agriculture, Ecosystems & Environment, 98, 35-78.

CDB, 2013. Historique de la convention. Site de la convention sur la diversité biologique. Consultable : <http://www.cbd.int/history/default.shtml> [Consulté le 9 avril 2013].

CEREOPA, 2013. PerfAlim Le calculateur de performance nourricière de l'exploitation agricole. CEREOPA. Consultable : <http://www.cereopa.com/fr/actions/perfalim.html> [Consulté le 6 septembre 2013].

CERESA, Conseil Général de la Sarthe, DDE de la Sarthe, DIREN Pays de la Loire, 2005. Atlas des Paysages de la Sarthe. DIREN Pays de la Loire, 141 p.

Chambre régionale d'agriculture du Centre, 2010. IBIS Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles. Site de la Chambre d'agriculture du Centre. Consultable : <http://www.centre.chambagri.fr/developpement-agricole/ibis.html> [Consulté le 12 avril 2013].

Cloye G., APCA, Pôle Entreprises et Territoires, 2010. Dossier Agriculture et Montagne: une relation à haute valeur ajoutée. Chambres d'agriculture, 13-14 p.

CNIEL, 2004. Les AOC en fiches. Site de la Maison du Lait. Consultable : <http://www.cniel.com/site.asp?where=prodlait/prodlait.html> [Consulté le 26 avril 2013].

CORPEN, 1988. Référentiel CORPEN.

DDE de la Mayenne, DIREN Pays de la Loire, Bureau d'études CERESA, 2001. Atlas des paysages du département de la Mayenne_document de synthèse. DIREN Pays de la Loire,

DGESCO, ENS LSH, 2002. Le paysage dans tous ses états. Site de Géoconfluences. Consultable : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/paysage/PaysageVoc.htm>.

Dollé J.-B., Delaby L., Plantureux S., Moreau S., Amiaud B., Charpiot A., Manneville V., Chanséaume A., Chambaut H., Le Gall A., 2013. Impact environnemental des systèmes bovins laitiers français. INRA Production animales, 26, 207-220.

DREAL Nord - Pas-de-Calais, 2005. Atlas des paysages du Nord Pas de Calais, les grands paysages régionaux. Site de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Nord-Pas-De-Calais. Consultable : <http://www.nord-pas-de-calais.developpement-durable.gouv.fr/-Atlas-des-paysages-du-Nord-Pas-de-Calais-> [Consulté le 30 août 2013].

FAO, 2011. Resources. Site de FAOSTAT. Consultable : <http://faostat.fao.org/site/377/DesktopDefault.aspx?PageID=377#ancor> [Consulté le 10 avril 2013].

France Nature Environnement, 2013. IBEA un outil de diagnostic de l'impact des pratiques agricoles sur la biodiversité Notice Scientifique. France Nature Environnement, Consultable : <http://ibea.portea.fr/images/file/Notice&GuideImpression-Avril2013/20130308-IBEA-NoticeScientifique-versionImpression.pdf> [Consulté le 24 avril 2013].

GEB de l'Institut de l'Élevage, 2013. 2012 L'année économique laitière Perspectives 2013. 67 p.

Géoportail, Le portail des territoires et des citoyens - Géoportail. Géoportail. Consultable : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil> [Consulté le 7 septembre 2013].

GIP Bretagne Environnement, 2011. Les paysages. In : Conseil régional de Bretagne (Eds), L'environnement en Bretagne, cartes et chiffres clés, 66-73. Edition 2011. Consultable : <http://www.bretagne-environnement.org/Media/Documentation/Bibliographies/L-environnement-en-Bretagne-cartes-et-chiffres-cles-edition-2011> [Consulté le 7 mai 2013].

Girardin P., Guichard L., Bockstaller C., 2005. Indicateurs et tableaux de bord: guide pratique pour l'évaluation environnementale. Éditions Tec & Doc : Lavoisier, Paris, 39 p.

Institut de l'Élevage, Douguet M., Astruc J.-M., Thomas G., 2013. Résultats de Contrôle Laitier France 2012. Institut de l'Élevage, France Conseil Elevage, Comité National Brebis Laitières,

Institut de l'Élevage, ITAVI, ITCF, ITP, 2001. Fertiliser avec les engrais de ferme. 104 p.

Interbev, 2013. L'activité Environnement et Territoires. Site d'interbev, interprofession bétail et viande. Consultable : <http://www.interbev.fr/environnement/nos-positions/> [Consulté le 1 août 2013].

Jarrige R., 1991. Alimentation des bovins, ovins & caprins. Institut national de la recherche agronomique, Paris, 471 p.

- Manneville V., Chanséaume A., 2010. EBioTEP, Evaluation de la Biodiversité ordinaire à l'échelle du Territoire agricole, de l'Exploitation et de la Parcelle. Institut de l'Élevage,
- Mauchamp L., Gillet F., Mouly A., Badot P.-M., 2012. Les prairies: biodiversité et services écosystémiques. Presses universitaires de Franche-Comté, 129 p.
- Michaud A., 2011. Evaluation des services fourragers et environnementaux des prairies permanentes à partir de la végétation, du milieu et des pratiques de gestion. Thèse de doctorat en sciences agronomiques et forestières, biologie et écologie, biotechnologies. Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy. 255 p.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2003. Ecosystems and Human Well-being, a Framework for Assessment. Consultable : <http://millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf> [Consulté le 4 avril 2013].
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and human well-being: general synthesis : a report of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC,
- Morin A., 2013. Comment l'élevage ovin allaitant contribue à maintenir la biodiversité ordinaire et quelles autres types de services écosystémiques rend-il sur les territoires qu'il occupe? Mémoire de fin d'études d'ingénieur. Esitpa Ecole d'Ingénieurs en Agriculture, Rouen. 49 p.
- Orth D., Balay C., 2010. Biodiversité des prairies permanentes une méthode simple de diagnostic. Educagri éditions., 141 p.
- Perrodeau B., Manneville V., 2013. Regards sur le rôle de l'élevage bovin dans le maintien de la biodiversité en Basse-Normandie. Institut de l'Élevage et Chambre Régionale de l'Agriculture de Basse-Normandie, 47 p.
- Pôle Economie et Prospective des Chambres d'agriculture de Normandie, 2013. PAC Après 2013 Les grandes lignes de la réforme se précisent, avant les derniers ajustements.
- Poletto A., 2013. INRA - Services écosystémiques et forêts: patrimoine ou producteur de valeur économique? Site de INRA Science et impact. Consultable : <http://www.nancy.inra.fr/Toutes-les-actualites/Services-ecosystemiques-et-forets> [Consulté le 29 août 2013].
- Réseaux d'élevage, Institut de l'élevage, Chambres d'agriculture, 2012. Résultats 2010 et estimations 2011 pour les exploitations bovins lait. Réseaux d'élevage pour le conseil et la prospective, 50 p.
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.-P., Trommetter M., 2008. Agriculture et biodiversité. 110 p. Consultable : <http://webtest.jouy.inra.fr/content/download/13767/170042/version/4/file/synthesepartie2-expertise-agricultureetbiodiversite.pdf> [Consulté le 19 mars 2013].
- Ruetsch O., 2012. Services rendus par l'élevage. Site du Gis Elevages Demain. Consultable : <http://www.gis-elevages-demain.org/Actions-thematiques/Services-rendus-par-l-elevage> [Consulté le 29 août 2013].
- Saussereau M., 2009. Amélioration du « Diagnostic Biodiversité et Pratiques Agricoles »: une méthode d'évaluation et de conseil sur la gestion de la biodiversité par les agriculteurs. Mémoire de fin d'études d'ingénieur. ENITA de Clermont Ferrand/VetAgro-Sup, Lempdes. 40 p.

UMR Nancy-Colmar Equipe Agriculture Durable, 2002. Un tableau de bord agri-environnemental. Le site des indicateurs agri-environnementaux. Consultable : <http://www7.inra.fr/indigo/fra/introduction.html> [Consulté le 12 avril 2013].

Vilain L., 2003. La méthode IDEA: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles : guide d'utilisation. Educagri Éditions, Dijon, 113 p.

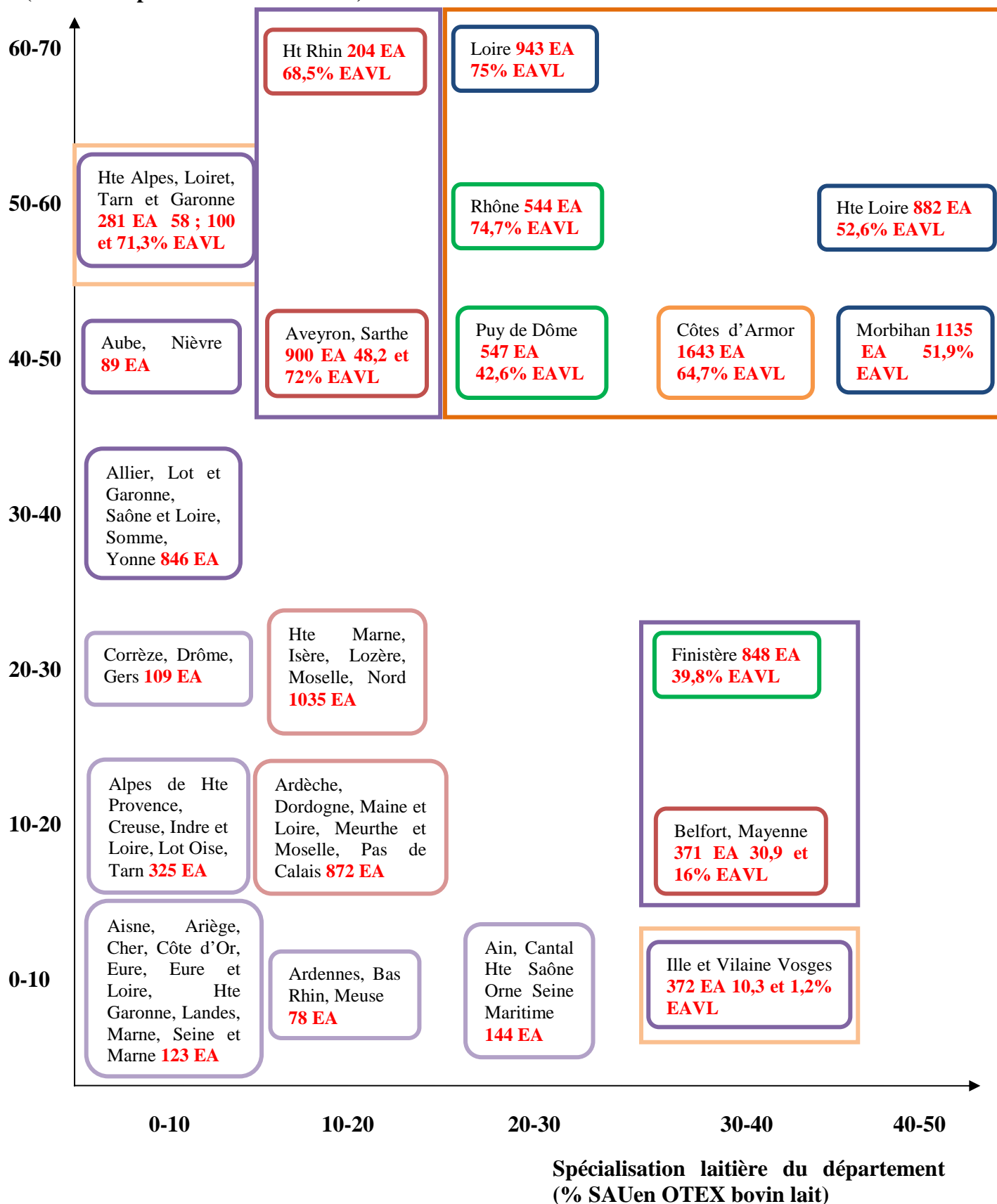
Zhang W., Ricketts T.H., Kremen C., Carney K., Swinton S.M., 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64, 253-260.

Table des annexes

Annexe 1 : Analyse du taux de pénétration de Sodiaal par rapport à la spécialisation laitière des départements	I
Annexe 2 : Méthode EBioTEP	II
Annexe 3 : Fiches descriptives des services rendus par l'élevage laitier	XXXIV
Annexe 4: Questionnaire utilisé lors des enquêtes	XLIII
Annexe 5 : Exemple de rendu individuel aux éleveurs	LIV
Annexe 6 : Caractéristiques des exploitations enquêtées	LXIV

Annexe 1 : Analyse du taux de pénétration de Sodiaal par rapport à la spécialisation laitière des départements

Taux de pénétration de Sodiaal
(% litres départementaux collectés)



Annexe 2 : Méthode EBioTEP

LA METHODE

La méthode a pour objectif d'évaluer la biodiversité ordinaire à différentes échelles, de manière simple, rapide mais rigoureuse.

Elle est basée sur plusieurs hypothèses :

- La biodiversité d'un territoire dépend de son organisation
 - La biodiversité augmente avec la diversité des couverts.
 - La biodiversité augmente parallèlement à la densité des éléments agro-écologiques
 - Les effets de la fragmentation sont visibles pour des densités d'EAE $\leq 30\%$
- La prairie est une zone de régulation écologique de l'exploitation
- On a assez d'informations sur une photographie aérienne pour apprécier la structure d'un territoire
- La surface de biodiversité calculée à partir des EAE permet d'estimer un potentiel de biodiversité de l'exploitation

Les différentes échelles envisagées sont le territoire agricole, l'exploitation et la parcelle.

L'évaluation de la biodiversité se fait grâce à des indicateurs indirects et des variables qui permettent d'appréhender l'état de la biodiversité sur le territoire, l'exploitation ou la parcelle concernée.

La méthode consiste dans un premier temps à comparer la diversité de l'assolement au niveau du territoire avec la diversité d'assolement au niveau de l'exploitation. Cette première partie permet de voir **l'évolution des différentes catégories d'occupation du sol** ainsi que le positionnement de l'exploitation par rapport au territoire qui l'entoure.

Dans un second temps, l'évaluation du maillage du territoire (MA_{terr}) et du maillage de l'exploitation (MA_x) permet d'**évaluer** respectivement **l'état de la biodiversité du territoire et de l'exploitation**. La comparaison de ces deux indicateurs permet également de situer l'exploitation par rapport au territoire qui l'entoure ; on évalue ici la **pression exercée par l'exploitation sur le territoire**.

Troisièmement le tableau de variables permet de récupérer des informations sur la gestion des pratiques agricoles. Ce tableau comprend des indicateurs de pression et des variables qui permettent d'**évaluer les effets des différentes pratiques agricoles** sur la biodiversité de l'exploitation. On se situe ici au niveau de la parcelle.

Ensuite, l'évaluation de la biodiversité des prairies permanentes renseigne sur l'état des zones de régulation écologique de l'exploitation et le potentiel de régulation offert par les prairies.

Enfin le calcul de la **surface de biodiversité** permet d'évaluer le **potentiel de biodiversité** des parcelles et donc de l'exploitation concernée.

Un exemple permettra d'illustrer les différentes étapes de la méthode détaillées dans la suite de ce document. L'exploitation où a été réalisée l'enquête utilisée pour illustrer la méthode est une petite exploitation d'environ 51ha située à 940m d'altitude, en Auvergne.

1. STRUCTURE DE L'ASSOLEMENT

Objectif : Evaluer l'évolution de la structure de l'assolement (sa diversité et sa régularité) entre le territoire (en 2000) et l'exploitation (**aujourd'hui**).

Méthode : on utilise les données du recensement agricole de l'année 2000 (RA2000) pour déterminer la diversité de l'assolement à l'échelle du territoire (le RA permet d'obtenir des données par canton).

On crée 6 catégories d'occupation du sol :

- Céréales
- Oléagineux
- Protéagineux
- STH (Surface Toujours en Herbe)
- Fourrages
- Jachère

En divisant la superficie de chaque catégorie par la superficie de la SAU on obtient une proportion pour chaque catégorie d'occupation du sol. Ces données sont disponibles par canton (Document excel *CalculDiversitéAssolementCanton.xls*).

On effectue le même calcul à l'échelle de l'exploitation. L'obtention des données se fait lors de l'enquête chez l'agriculteur. On rentre les données obtenues dans le document excel *CalculDiversitéAssolementExploit.xls*.

Pour évaluer la diversité des couverts on se sert ensuite de l'**Indice de Shannon** (H') et de l'**Indice d'équitabilité de Pielou** (J). Ces indices sont généralement utilisés pour étudier la diversité des peuplements végétaux. Dans le cadre de la méthode, ils permettent d'étudier la structure de l'assolement.

- Indice de Shannon (H') :

Il permet de quantifier la diversité de la structure de l'assolement en combinant 2 composantes :

- le nombre de catégories d'occupation du sol
- la répartition de la superficie (SAU du canton ou de l'exploitation) entre ces différentes catégories.

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

$$\log_2 p_i = \ln p_i / \ln 2$$

p_i est la proportion pour chaque catégorie

H' est minimal (=0) si toute la superficie (territoire ou exploitation) étudiée appartient à la même catégorie d'occupation du sol.

H' est maximal quand la superficie totale (du territoire ou de l'exploitation) est répartie de façon égale entre les différentes catégories d'occupation du sol.

Indice d'équitabilité de Pielou (J) :

Il est **complémentaire de l'Indice de Shannon**. Il permet de mettre en évidence une éventuelle dominance d'une catégorie d'occupation du sol **lorsque H' n'est ni minimal, ni maximal**. Il permet d'évaluer la répartition de l'abondance des différentes catégories dans l'assolement.

$$J = H' / H_{\max}$$

$$H_{\max} = \log_2 n$$

Hmax est l'indice maximal théorique (valeur théorique qui correspondrait à une répartition égale de la superficie entre toutes les catégories d'occupation du sol).

J peut varier entre 0 et 1.

J est maximal quand les différentes catégories d'occupation du sol ont des abondances identiques dans l'assolement.

J est minimal quand une catégorie d'occupation du sol domine.

Les calculs de l'Indice de Shannon et de l'Indice de Pielou pour le territoire sont déjà réalisés et disponibles dans le document *CalculDiversitéAssolementCanton.xls* (colonne U et V du tableau/ Figure 2).

CANTON	Données sources							Indice de Shannon H'	Indice d'équitabilité de Pielou J
	superficie céréales (ha)	superficie oléagineux (ha)	superficie leg secs et protéagineux (ha)	superficie fourrages (ha)	superficie STH (ha)	superficie jachères (ha)	SAU (ha)		
0101 AMBERIEU-EN-BUGEY	2292	183	42	307	590	290	3714	1,72	0,67
0102 BAGE-LE-CHATEL	1975	118	0	1095	1788	217	5920	1,79	0,69
9522 SANNOIS	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9524 SOISY-SOUS-MONTMORENCY	0	0	0	0	0	0	23	0,00	0,00
9525 TAVERNY	442	0	0	0	0	79	598	0,71	0,27
9526 VIARMES	1732	117	109	50	122	261	2678	1,43	0,55
9527 VIGNY	4944	324	903	33	193	751	8445	1,44	0,56
9528 BEAUCHAMP	315	0	0	0	0	35	431	0,62	0,24
9529 CERGY-NORD	421	0	91	0	0	70	848	1,14	0,44
9530 GOUSSAINVILLE	892	55	105	0	0	98	1532	1,15	0,44
9531 HERBLAY	133	0	0	0	0	0	183	0,33	0,13
9534 VALLEE-DU-SAUSSERON (LA)	3330	118	613	29	111	489	5487	1,37	0,53
9535 VILLERS-LE-BEL	44	0	0	0	0	0	139	0,53	0,20
9537 CERGY-SUD	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9538 GARGES-LES-GONESSE-EST	104	0	0	0	0	46	165	0,93	0,36
9539 HAUTL (L)	524	0	118	0	0	83	886	1,16	0,45
9540 SAINT-GRATIEN	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9596 CERGY	154	0	0	0	0	18	288	0,73	0,28
9598 SARCELLES	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
9599 ARGENTEUIL	0	0	0	0	0	0	45	0,00	0,00
... * ENSEMBLE *	8386327	1845316	451299	4532896	7239923	1107791	25557679	2,06	0,80

Figure 2- Indice de Shannon et indice de Pielou calculé par canton (extrait du document « CalculDiversitéAssolementCanton.xls »).

Les calculs pour l'exploitation se font lorsqu'on rentre les proportions des différentes catégories de sol; les formules sont déjà rentrées dans le document *CalculDiversitéAssolementExploit.xls* (Figure3) et on obtient l'Indice de Shannon et l'Indice de Pielou respectivement dans les cellules C12 et C13 du tableau excel.

SAU	Superficie (ha)	Proportions	pi log2 pi
Céréales		#DIV/0!	0
Oléagineux		#DIV/0!	0
Protéagineux		#DIV/0!	0
STH		#DIV/0!	0
Fourrages		#DIV/0!	0
Jachère		#DIV/0!	0
Hmax		2,584962501	
Indice de Shannon H'		0	
Indice d'équitabilité de Pielou J		0	

Figure 3- Indice de Shannon et Indice de Pielou calculé pour l'exploitation (extrait du document « CalculDiversitéAssolementExploit.xls »).

Interprétation : Si H' et J indique la dominance d'une catégorie d'occupation du sol, il est intéressant de regarder quelle est la catégorie qui domine (à l'échelle du territoire comme à l'échelle de l'exploitation).

Si c'est la STH, on suppose que la biodiversité est maintenue, voire augmentée, via la qualité de zone de régulation écologique de la prairie au sein de l'exploitation. En poussant un peu plus l'évaluation (à l'échelle de l'exploitation), selon la qualité des pratiques exercées et donc la qualité des prairies, on pourra évaluer plus précisément le niveau de régulation de ces prairies.

Si la catégorie dominante correspond à la culture, la suite de la méthode permettra d'évaluer si les pratiques de gestion et la structure de l'exploitation améliorent ou non l'état de la biodiversité.

Les indices de Shannon et d'équitabilité de Pielou permettent donc d'avoir un premier aperçu de l'état de la biodiversité à l'échelle du territoire et de l'exploitation.

Ils indiquent s'il y a une différence entre la diversité de l'assolement au niveau du territoire et la diversité de l'assolement au niveau de l'exploitation et si les répartitions d'abondance sont identiques.

A ce stade on peut donc dire si oui ou non il y a eu une évolution de la diversité de l'assolement entre les années 2000 et aujourd'hui. Si oui, quelle a été cette évolution ? On peut situer l'exploitation par rapport au territoire dans lequel elle se trouve.

Exemple :

Les Indices de Shannon et Pielou pour le canton sont déjà calculés. On a :

$$H' = 0.49$$

$$J = 0.19$$

Au niveau de l'exploitation, on obtient après calcul les valeurs d'indice suivantes :

$$H' = 0$$

En comparant les valeurs d'indice de Shannon, on s'aperçoit que le canton a une structure d'assolement plus diversifiée que l'exploitation.

Toutefois l'indice de Pielou qui tend vers 0 indique une catégorie dominante à l'échelle du territoire. En effet, en regardant les données du recensement agricole on s'aperçoit que la STH représente 91% de la SAU.

La valeur de l'indice de Shannon pour l'exploitation indique que toute la SAU est répartie dans une seule catégorie d'occupation du sol, la STH. En effet cette exploitation est uniquement composée de prairie permanente.

Cette dernière étant une zone de régulation écologique, on peut dire que la structure de l'assolement est favorable à la biodiversité que ce soit au niveau de l'espace agricole ou de l'exploitation.

2. MAILLAGE DE L'ESPACE AGRICOLE DU TERRITOIRE (MATERR)

Les éléments agro-écologiques (EAE) sont des éléments fixes du paysage, à la fois utiles et productifs et assurant de nombreux services à l'agriculture et à l'homme. Ils appartiennent au paysage en tant que corridors (forme linéaire) ou « patchs » (tâche de couvert végétal homogène).

Fischer et Lindenmayer (2007), cité dans Brochier (2009) souligne que les éléments dont dépendent les assemblages d'espèces dans le patron paysager sont la quantité et la structure de la végétation indigène, la fréquence de bordures semi-naturelles, le degré de connectivité du paysage ainsi que la structure et l'hétérogénéité des surfaces modifiées. Ceci justifie donc les variables utilisées ici pour l'évaluation de la biodiversité à l'échelle du territoire.

Le maillage correspond donc à l'**agrégation** de **trois variables** simples : la **densité**, la **connectivité** et la **répartition** des éléments agro-écologiques (**EAE**), sur le territoire.

Méthode : L'évaluation du maillage du territoire se fait à partir d'une photographie aérienne du territoire obtenue sur google earth et d'une grille type d'évaluation construite pour cette méthode. En ce qui concerne la **photographie aérienne**, on se place à 6000m d'altitude sur Google earth afin d'obtenir un territoire assez grand pour y placer la grille d'environ 3000 ha.

En ce qui concerne la **grille** (Figure 4), elle représente un territoire d'environ 3000 ha et est formée de **484** carrés représentant chacun 6 ha.

Les 6 ha correspondent à la demi-surface maximum, pour une parcelle en culture, favorable à la circulation des espèces (Bernard et al, cités dans Roquel, 2008 et Brochier, 2009). On conserve la marge de 6 ha entre la demi-surface maximale (6ha) et la surface maximale (12ha) pour prendre en compte le relief.

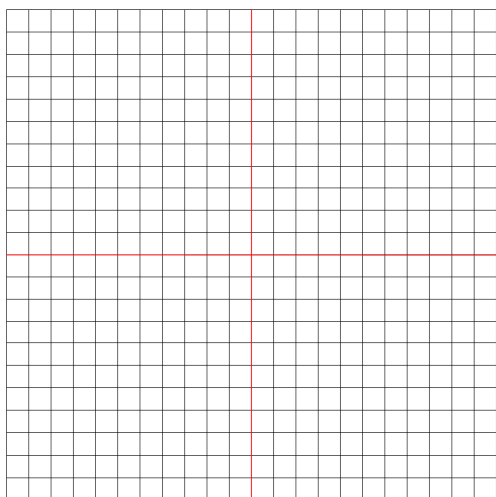


Figure 4 -Grille type pour l'évaluation du maillage du territoire.

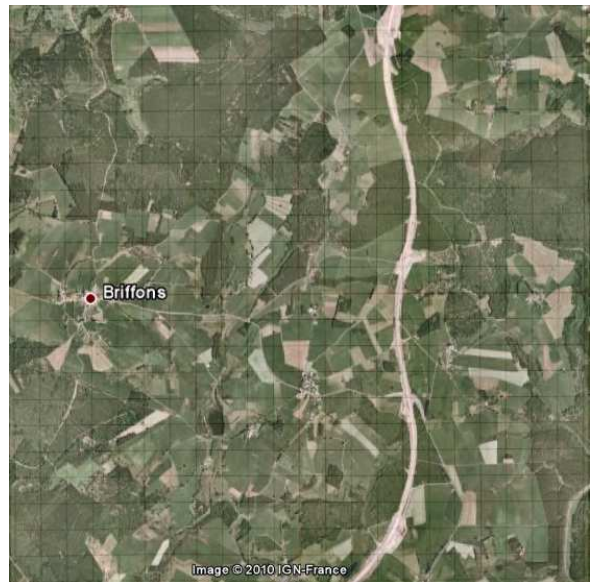
Exemple :

Remarque :

- 1) Lorsque la grille est intégrée à la carte de Google earth, il faut ajuster à la taille de l'écran pour obtenir réellement un territoire de 3000 ha environ. Pour cela :
 - Faire un clic droit sur le nom de la couche
 - Aller dans « Propriétés » → « Lieu » → sélectionner « Ajuster à la taille de l'écran »

- 2) Il faut activer la transparence de la grille pour pouvoir voir la photographie aérienne dessous. Pour cela :
 - Faire un clic droit sur le nom de la couche
 - Aller dans « Propriétés » → Transparence → Ramener le curseur vers le côté « Effacer » de manière à voir la photo à travers la grille, mais toujours voir le quadrillage !

Voici l'image qu'on obtient en superposant la grille type d'évaluation du maillage du territoire sur la photographie aérienne du territoire considéré ici.



2.1 Densité des éléments agro-écologiques (D)

Les éléments agro-écologiques sont des refuges pour la plupart des espèces et servent à leur alimentation et reproduction, ce sont des milieux sources. De nombreux auxiliaires de culture vivants dans les haies, par exemple, s'aventurent dans les champs pour chasser mais s'éloignent tout de même peu de leur habitat et ne pénètrent donc pas dans des champs trop grands. Pour conserver une diversité des auxiliaires, il est nécessaire d'avoir des champs de taille réduite et toujours proches d'un élément source. Billeter et al, 2008, cités dans Brochier, 2009, ont montré que la biodiversité augmentait avec la densité des éléments semi-naturels (Figure 5).

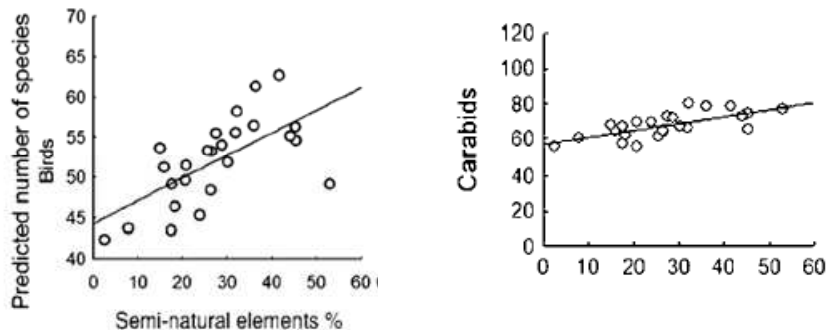


Figure 5 - Relation entre l'abondance en individus et le pourcentage d'éléments semi-naturels. Les points représentent la variation autour des effets du facteur prédit par le modèle. Source : Billeter et al. (2008)

La présence des éléments agro-écologiques permet donc de maintenir un bon état de biodiversité sur le territoire.

Objectif : évaluer la densité des éléments agro-écologiques, essentiels au maintien de la biodiversité, à l'échelle du territoire.

Méthode : on divise le nombre de cases occupées par des éléments agro-écologiques (C_{EAE}) par le nombre de cases totales prises en compte.

Le nombre de cases totales prises en compte correspond aux cases de l'espace agricole (**CA**) : ce sont les **484** cases de la grille type auxquelles on retire les cases entièrement occupées par la forêt (CF) et les cases occupées par des villages (CV).

Le résultat obtenu sera multiplié par 100 pour obtenir un pourcentage de cases occupées par des éléments agro-écologiques.

$$D = (C_{EAE} / CA) * 100$$

$$\text{Avec } CA = CT - CF - CV$$

Interprétation :

Pourcentage d'EAE	Action sur la biodiversité
< 30 %	Défavorable
Entre 30 et 50 %	Neutre
> 50%	Favorable

Une densité inférieure à 30% indique qu'il est indispensable de réintroduire des éléments agro-écologiques au sein du territoire. Une densité supérieure à 50% est satisfaisante.

Recommandation :

- 1) il est nécessaire d'observer la photographie avec l'agriculteur avant de commencer l'évaluation du maillage du territoire. En effet, certains éléments peuvent avoir changé depuis la réalisation de la photographie. L'agriculteur connaissant généralement bien son territoire, il pourra identifier les changements.
- 2) Il est recommandé de comptabiliser les EAE par quart de territoire pour faciliter le calcul de la répartition des EAE développée dans le paragraphe 2.3 de la méthode.

Exemple :

On a ici $CA = 484 - 118$

$$CA = 366$$

Puis $D = 329/366 * 100$

$$D = 89 \%$$

La densité d'éléments agro-écologique est supérieure à 50%, l'action sur la biodiversité et donc favorable.

2.2 Connectivité des éléments agro-écologiques (C)

La connectivité d'un territoire se définit par la possibilité des individus de se déplacer dans ce territoire. La connectivité structurelle est permise par des liens directs entre les éléments du paysage

et la connectivité fonctionnelle est celle qui est rendue possible grâce aux éléments proches mais non connectés.

Elle diffère selon les espèces mais il est important d'avoir des patches de taille favorable et reliés entre eux.

Flather et Bevers, 2002, cités dans Le Roux et al, 2008 ont déterminé un seuil de 20-30% de densité d'EAE en dessous duquel les effets négatifs de la fragmentation sont visibles. Andren, 1984 ; Andren, Delin et al, 1997, également cités dans Le Roux et al, 2008, précisent ce seuil à 30%.

Le calcul de la connectivité des EAE se fera donc UNIQUEMENT pour une densité d'EAE < 30 %.

Objectif : évaluer la connectivité des éléments agro-écologiques ; en effet des EAE isolés possèdent une biodiversité beaucoup plus faible que des EAE connectés entre eux.

Méthode : Pour évaluer la connectivité des EAE, on utilise l'Indice « **Voisin le plus proche** » (appelé ici C) qui est un indice du paysage décrivant la configuration de ce dernier.

Il est égal à la distance moyenne bord à bord entre un élément_i et son plus proche voisin, élément_j.

Pour chaque case (C_{EAE}) occupée par un élément agro-écologique (i), on mesure la distance (d) avec l'élément agro-écologique le plus proche (j).

On fait la moyenne des distances obtenues pour chacune des cases C_{EAE} .

$$C = (\sum d_{ij}) / N$$

Où N est le nombre total de case occupée par un élément agro-écologique (C_{EAE}).

$$0 < C < D_{\max}$$

D_{\max} est égale à la plus grande distance mesurables dans le paysage moins 2 fois la taille de la plus petite parcelle possible (la distance et la parcelle mesurée ici appartiennent au territoire évalué).

Interprétation : Plus d_{ij} sera proche de 0, plus il y aura de connectivité entre les éléments et moins les effets négatifs de la fragmentation seront visibles.

Un espace fragmentée est défavorable pour la biodiversité : isolement, peu ou pas de dispersion des espèces.

Exemple :

Pour le cas développé dans la méthode, $D > 30\%$ donc on ne calcul pas la connectivité.

2.3 REPARTITION DES ELEMENTS AGRO-ECOLOGIQUES (R)

Objectif : évaluer la répartition des éléments agro-écologiques sur le territoire. Cela permet de vérifier s'ils ne sont pas tous regrouper dans un même coin du territoire.

Méthode : pour évaluer la répartition des EAE sur le territoire on utilise l'**Indice de Dispersion** ou **Indice de variance relative de Fisher**.

Cet indice permet de déterminer le type de structure des EAE sur le territoire.

Pour calculer cet indice, on partage le territoire en quatre parts égales. Dans chacune des parts, on compte le nombre de cases occupées par des éléments agro-écologiques (C_{EAE}).

On calcul ensuite la moyenne observée du nombre de C_{EAE} par quart de territoire (\bar{X}) et la variance observée (S^2).

Les formules de calcul sont disponibles dans le fichier *CalculletteIndic.xls*, (Figure 7) ; il suffit d'indiquer le nombre de C_{EAE} par quart de territoire.

$$I_{dispersion} = S^2 / \bar{X}$$

$I_{dispersion} > 1$ signifie que la structure spatiale est en agrégats

$I_{dispersion} \approx 1$ signifie que la structure est complètement aléatoire

$I_{dispersion} < 1$ signifie que la structure spatiale est régulière

Calcullette Répartition des EAE	
Q1	
Q2	
Q3	
Q4	
Variance(S^2)	#DIV/0!
Moyenne	#DIV/0!
Fisher	#DIV/0!

Figure 7- Tableau pour le calcul de la répartition des EAE.

Interprétation : Une structure spatiale en agrégats représente un aspect négatif pour la biodiversité. Pour que le maillage soit satisfaisant les éléments agro-écologiques doivent être répartis sur tout le territoire, de manière aléatoire ou régulière.

Exemple :

Calcullette Répartition des EAE	
Q1	80
Q2	76
Q3	86
Q4	87
Variance(S^2)	26,9166667
Moyenne	82,25
Fisher	0,32725431

Après comptabilisation des EAE par quart de territoire (réalisé en même temps que la comptabilisation des C_{EAE} pour le calcul de la densité au paragraphe 2.1), on obtient le résultat ci-contre.

$$I_{dispersion} = 0.32$$

L'indice de dispersion est inférieur à 1 ce qui signifie que les éléments agro-écologiques ne sont pas disposés en agrégats mais bien réparti sur tout le territoire. L'indice étant plus proche de 0 que de 1, on peut préciser ici que la répartition est aléatoire. La répartition des EAE sur le territoire est donc **favorable** à la biodiversité.

Interprétation de la variable MA : une densité d'EAE faible accompagnée d'une faible connectivité et d'une répartition de ces EAE en agrégats auront un impact négatif sur la biodiversité, on peut parler ici d'**érosion** de la biodiversité.

Si la densité des EAE est comprise entre 30 et 50%, on regardera principalement la connectivité et la répartition de ces EAE pour évaluer l'impact sur la biodiversité. Si la connectivité est faible et la répartition en agrégats, l'impact sur la biodiversité sera considéré plutôt défavorable et inversement, une connectivité relativement importante et une bonne répartition des EAE sera considérée plutôt favorable pour la biodiversité.

Pour tous ces cas intermédiaires, on retrouve un état de **maintien** de la biodiversité ; à ces niveaux de simples mesures permettent d'améliorer la structure du territoire, comme l'implantation de haies par exemple.

Si la densité d'éléments agro-écologiques est supérieure à 50%, c'est un élément déjà assez favorable à la biodiversité. Plus la densité d'EAE est importante, plus ils ont de « chance » d'être connectés.

De plus s'il y a un grand nombre d'éléments, ils ne sont généralement pas tous dans un seul coin du territoire. Dans ce cas là, on peut dire qu'il y a « **instauration** » de biodiversité.

Exemple :

Pour le territoire considéré ici obtient une densité d'éléments agro-écologiques supérieure à 50% et une répartition de ces EAE sur tout le territoire. Le **maillage de l'espace agricole** est donc **favorable** pour la biodiversité.

3. MAILLAGE DE L'ESPACE AGRICOLE DE L'EXPLOITATION (MAX)

A l'échelle de l'exploitation, certaines variables ne peuvent pas être évaluées pour des raisons de taille d'échantillon et d'adaptation de la méthode.

On conserve les variables **densité et connectivité des éléments agro-écologiques**.

3.1 DENSITE DES ELEMENTS AGRO-ECOLOGIQUES (D_{EX})

Objectif : évaluer la densité des éléments agro-écologiques, essentiels au maintien de la biodiversité, à l'échelle de l'exploitation.

Méthode : La méthode est identique à celle appliquée à l'échelle du territoire sauf qu'on prend en compte le nombre de cases totales de l'exploitation et les cases occupées par des éléments agro-écologiques appartenant à l'exploitation ($C_{eae_{ex}}$).

Le nombre de cases totales de l'exploitation correspond aux cases de l'exploitation (CA_{ex}), auxquelles on retire les cases entièrement occupées par la forêt (CF_{ex}) et les cases occupées par le bâti (CV_{ex}), sur l'exploitation.

Le résultat obtenu sera multiplié par 100 pour obtenir un pourcentage de cases occupées par des éléments agro-écologiques.

$$D_{ex} = (C_{eae_{ex}} / CA_{ex}) * 100 \quad \text{Avec } CA_{ex} = CT_{ex} - CF_{ex} - CV_{ex}$$

Interprétation :

Pourcentage d'EAE	Impact sur la biodiversité
< 30 %	Défavorable
Entre 30 et 50 %	Neutre
> 50%	Favorable

L'interprétation est identique à celle faite à l'échelle du territoire.

Une densité inférieure à 30% indique qu'il est indispensable de réintroduire des éléments agro-écologiques au sein de l'exploitation.

Une densité supérieure à 50% est satisfaisante.

Recommandation : si une parcelle est entourée de haies n'appartenant pas à l'exploitation, celles-ci jouant tout de même un rôle dans la circulation de la biodiversité, on prendra en compte ces cases comme si elles appartenait à l'exploitation.

Exemple :

On a ici $CA = 22$

Puis $D = 17/22 * 100$

D = 77 %

La densité d'éléments agro-écologique sur l'exploitation est supérieure à 50%, l'action sur la biodiversité et donc **favorable**.

3.2 CONNECTIVITE DES ELEMENTS AGRO-ECOLOGQUES (C_{EX})

Objectif : évaluer la connectivité des éléments agro-écologiques à l'échelle de l'exploitation; en effet des EAE isolés possèdent une biodiversité beaucoup plus faible que des EAE connectés entre eux.

Méthode : La méthode est identique à celle utilisée à l'échelle du territoire sauf qu'on prend en compte les cases de la grille appartenant à l'exploitation ($C_{eae_{ex}}$).

Pour chaque case on mesure de la même manière la distance (d) avec l'élément agro-écologique le plus proche.

On fait la moyenne des distances obtenues pour chacune des cases $C_{eae_{ex}}$.

$$C_{ex} = (\sum d_{ij}) / N$$

Où N est le nombre total de case occupée par un élément agro-écologique ($C_{eae_{ex}}$).

$$0 < C_{ex} < D_{max}$$

D_{max} est égale à la plus grande distance mesurables moins 2 fois la taille de la plus petite parcelle possible (la distance et la parcelle mesurée ici appartiennent à l'exploitation évaluée).

De même que pour les calculs à l'échelle du territoire, le document *CalculletteIndic.xls* est disponible.

Remarque :



Les mesures effectuées dans cette partie de la méthode se font grâce à l'outil « règle » de google earth.

Interprétation : L'interprétation est identique à celle faite au niveau du territoire agricole.

Plus d_{ij} sera proche de 0, plus il y aura de connectivité entre les éléments et moins les effets négatifs de la fragmentation seront visibles.

Un espace fragmentée est défavorable pour la biodiversité : isolement, peu ou pas de dispersion des espèces.

Exemple :

Pour le cas développé dans la méthode, $D > 30\%$ donc on ne calcul pas la connectivité.

Interprétation de la variable MA_{ex} : Si la densité et la connectivité des EAE sont faibles, on peut dire que le maillage de l'exploitation indique une érosion de la biodiversité. Dans ce cas là, il est nécessaire de modifier la structuration de l'exploitation ; des pratiques respectueuses de l'environnement ont ici des effets bénéfiques limités.

Un MA_{ex} indiquant un état de maintien de la biodiversité implique une densité et une connectivité des EAE moyennes. On peut, à ce stade, améliorer l'impact de la structure de l'exploitation par des actions simples, comme l'implantation de haies par exemple.

Un maillage combinant une densité et une connectivité favorable, est un signe d'un relativement bon état de la biodiversité ordinaire au sein de l'exploitation.

Exemple :

Pour l'exploitation considérée ici obtient une densité d'éléments agro-écologiques supérieure à 50%. Le **maillage de l'exploitation** est donc **favorable** pour la biodiversité.

4. FONCTIONNEMENT D'EXPLOITATION ET PRATIQUES AGRICOLES

Objectif : Evaluer la structure de l'exploitation et les pratiques agricoles

Les éléments qui permettent d'évaluer la structure d'exploitation et les pratiques agricoles sont regroupés dans un tableau de variables (cf à la suite). Ils permettent d'évaluer l'impact de la gestion des sols et rotation, des éléments agro-écologiques et sur l'utilisation d'insecticides.

Il permet d'obtenir des informations supplémentaires sur les éléments agro-écologiques, notamment sur leur qualité, via des questions sur leur entretien.

On retrouve dans le tableau, les grandes catégories de variables (Intrants, Structure de l'assolement/Gestion des sols et Rotation/ Gestion des EAE), les thèmes (Phytopathologie, Taille des parcelles en culture...), les seuils, les notations correspondantes, des variables secondaires pour certains thèmes et des explications pour guider le discours de l'évaluateur.

Méthode : Pour chaque thème on relève donc des informations sur les différentes variables et indicateurs. On effectue une notation pour chaque variable selon des seuils attribués. La notation effective a un **aspect qualitatif**.

On dit que l'action a un impact favorable, défavorable ou moyen **sur la biodiversité** évaluée.

Ensuite selon les différents thèmes abordés et le qualificatif attribué à l'action correspondante, on peut conseiller certaines pratiques ou du moins discuter avec l'agriculteur pour voir quels sont les changements de pratiques à envisager, à conserver si elles sont favorables.

Exemple :

Intrants :

- % SAU recevant insecticides : 0 **Favorable**

Structure de l'assolement, Gestion des sols et Rotation → 100% SAU = STH : **Favorable**

Gestion des EAE :

- Lisières : fauchées à ras **Défavorable**
- Mare : récupère eau dedans **Défavorable**
- Zone en herbe sous clôture : zone débroussaillée **Défavorable**
- Zone humide en bas d'un champ : non drainée, non fauchée **Favorable**

On constate que la **structure** de l'**assolement** et la **gestion** des **intrants** sont plutôt **favorable** pour la biodiversité.

L'évaluation de la biodiversité à ce niveau se fait principalement à partir de la gestion des éléments agro-écologiques. On remarque ici que la gestion des EAE est plutôt défavorable à la biodiversité dans cette exploitation.

5. BIODIVERSITE DES PRAIRIES PERMANENTES

Objectif : Evaluer l'état de la biodiversité des prairies permanentes

On cherche ici à évaluer la biodiversité à l'échelle de la parcelle, mais celle-ci jouant un rôle important de régulateur à l'échelle de l'exploitation, l'évaluation des prairies permet d'avoir une variable à l'interface de la parcelle et de l'exploitation. En effet la prairie offre de nombreux services et notamment celui d'habitat pour la faune et la flore. C'est une zone « refuge » si elle est gérée de façon raisonnée ; la prairie permet d'avoir un « stock » de biodiversité à disposition,

biodiversité susceptible de recoloniser des milieux alentour beaucoup plus pauvre en biodiversité que la prairie. Il y a donc une dynamique qui se crée entre les prairies et les autres couverts de l'exploitation (forêt, culture,...).

De plus, on s'aperçoit que les éléments agro-écologiques (EAE) sont principalement concentrés sur et autour des prairies. Les EAE sont, pour la plupart d'entre eux, des habitats pour la faune dont les auxiliaires de culture. Ils rendent également de nombreux services tels que la stabilité structurale du sol ou la régulation du cycle de l'eau. De la même manière on associe des services rendus à la prairie naturelle tels que la régulation du climat (stockage de carbone, rôle dans les cycles biogéochimiques...) ou encore la disponibilité en eau (régulation du cycle de l'eau). Ce sont des éléments essentiels au maintien de la biodiversité au sein d'une exploitation.

Il est donc nécessaire d'évaluer la place qu'occupent les prairies naturelles au sein de l'exploitation ainsi que leur qualité qui reflète le potentiel de régulation offert par ces prairies.

Méthode : La méthode mise en place pour évaluer la biodiversité des prairies permanentes est inspirée des travaux réalisés par E.Josien (Cemagref Clermont-Ferrand) et M.Duru (INRA Toulouse), dans le cadre des audits St-Nectaire, et a été adaptée, dans le cadre de notre travail, par Anne Farrugia (INRA Clermont-Ferrand Theix).

Elle est basée sur l'hypothèse suivante : les principaux facteurs de création de la diversité végétale, collectable rapidement par enquête auprès des éleveurs, sont le mode d'exploitation de la prairie, le niveau de fertilisation et, pour les pâturages les plus extensifs, des paramètres liés à l'humidité du milieu.

La méthode évalue l'état de la biodiversité des prairies naturelles en combinant mode d'exploitation et niveau de fertilisation. Elle est développée à la suite de ce document

A cette méthode s'ajoute deux autres variables influençant la biodiversité des prairies qui sont :

- Le chargement maximal sur l'année (en UGB/ha)
- La date de fauche (à savoir fauche précoce ou fauche tardive)

Exemple :

Gestion des prairies :

- Chargement : 1.0... (entre 0.8 et 1.4) **Moyen**
- Date fauche : précoce **Défavorable**
- Niveau de fertilisation + Pratiques :
 - o 29 ha en 3D-2F (10ha en pâturage précoce+fauche / 19ha en pâturage tournant) **Défavorable**
 - o 12 ha en 2D-2F (foin) **Moyen**
 - o 10 ha en 2D-4F (déprimage+enrubannage) **Défavorable**

6. SURFACE DE BIODIVERSITE

Les éléments agro-écologiques sont des habitats pour la faune présente sur l'exploitation (auxiliaires de culture par exemple). Ce sont des lieux de reproduction, d'alimentation, d'hibernation... Il paraît donc essentiel de pouvoir évaluer l'espace disponible pour la faune sur les exploitations. Afin de pouvoir calculer cet espace, il est nécessaire de traduire les éléments agro-écologiques en une même unité.

Pour ce faire, on peut utiliser la surface développée des EAE. En effet, les EAE peuvent être subdivisés en deux catégories :

- Les éléments assimilés à une face plane, comme les prairies
- Les éléments assimilés à une forme volume, comme un arbre.

Les formes volumes considérées ici sont des formes de bases ; ce sont le pavé et le cylindre.

Le raisonnement et les résultats concernant l'approche géométrique des éléments agro-écologique est à la suite.

Objectif : Evaluer la surface de biodiversité disponible sur l'exploitation

Méthode : Pour chaque type d'éléments agro-écologiques recensé dans le Tableau2, noter le nombre, les mètres ou les hectares correspondant et calculer la surface développée pour chaque catégorie d'EAE. En ajoutant les surfaces développées de tous les EAE, on obtient une surface développée totale ou surface de biodiversité pour l'exploitation.

On réalise ensuite le rapport entre la surface de biodiversité et la SAU de l'exploitation, que l'on exprime en pourcentage.

Interprétation : Ce pourcentage donne une idée de l'espace occupé par les éléments agro-écologiques sur les parcelles, ainsi que sur l'espace disponible pour la faune tel que les auxiliaires de culture sur les parcelles :

Pourcentage d'EAE	Impact sur la biodiversité
< 30 %	Défavorable
Entre 30 et 50 %	Neutre
> 50%	Favorable

Une densité inférieure à 30% indique qu'il est indispensable de réintroduire des éléments agro-écologiques au sein du territoire. Une densité supérieure à 50% est satisfaisante.

Exemple :

Sur l'exploitation considérée ici, on recense les éléments suivant :

- o Lisières : 2 627m soit 31 524m²
- o Gros arbres : 8 soit 7 448m²
- o Arbre moyen : 1 soit 456m²

TOTAL = 39 428m² soit 39,5ha

Surface Biodiversité/SAU = 0.77

La surface de biodiversité de l'exploitation est satisfaisante ; les $\frac{3}{4}$ de la SAU correspondent à des zones potentielles de biodiversité.

Tableau 1- Référentiel EAE traduit en surface développée.

Type d'IAE	Catégorie de l'EAE	Surface développée (m ²)
Haies	100m linéaire de haie basse (largeur 2m)	600 m ²
	100m linéaire de haie buissonnante (largeur 5m)	2 000 m ²
	100m linéaire de haie arborescente mono-spécifique (largeur 10m)	11 000 m ²
	100m linéaire de haie arborescente pluri-spécifique et poly-stratifiées	13 000 m ²
Bosquets	1 ha	23 000 m ²
Arbres épars	1 arbre isolé petit (Φ [7.5 – 22.5 cm])	145 m ²
	1 arbre isolé moyen (Φ [22.5 – 47.5 cm])	456 m ²
	1 arbre isolé gros ($\Phi \geq 47.5$ cm)	931 m ²
Verger hautes tiges (Pré vergers)	Densité 50-100 arbres	23 200 m ²
	Densité 100-250 arbres	23 200 m ²
Prairie permanente peu productive (PPPP)	1 ha PPPP avec contrat MAET	10 000 m ²
	1 ha PPPP sans contrat MAET	10 000 m ²
Prairie permanente productive (PPP)	1 ha PPPsans MAET Récolte tardive Fertilisation (M + Org) <30kg/ha	10 000 m ²
	1 ha PPP sans MAET Récolte stade intermédiaire Fertilisation (M + Org) 30kg/ha<x<100kg/ha	10 000 m ²
	1 ha PPP sans MAET Récolte précoce Fertilisation (M + Org) 100kg/ha<x<125kg/ha	10 000 m ²
Bandes enherbées ou bandes tampons en bordure de cours d'eau	1 ha	10 000 m ²
Lisières de bois	100 m linéaire	1 200 m ²
Bordures de champ	1 ha	10 000 m ²
Jachères	1 ha	10 000 m ²
Tourbières	1 ha	10 000 m ²
Mares et lavognes	1 m de périmètre	100 m ²
Fossés et cours d'eau	1 m de périmètre	10 m ²
Talus, Murets et terrasses	1 mètre linéaire	10 m ²
Agroforesterie (1ha)	1 ha Sylvopastoralisme (Arbre moyen)	55 600 m ²
	1 ha Agrisylviculture (Arbre moyen)	50 160 m ²
Ripisylve (100m)	100 m linéaire	5 680 m ²

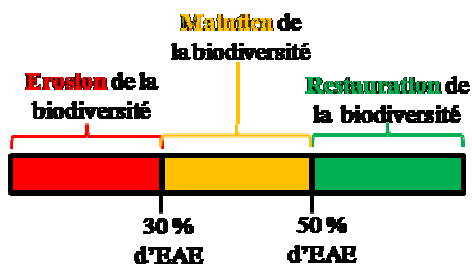
7. NOTATION

On donne à la notation des différents indicateurs et variables un aspect qualitatif. En effet il est difficile de déterminer des seuils précis et d'attribuer des points, des notes de manière objective.

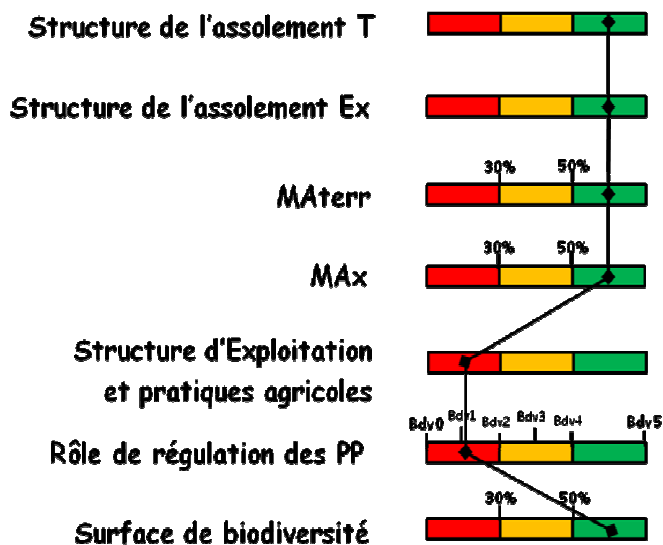
On dira donc que l'action, le thème évalué(e) à un effet favorable, moyen ou défavorable sur la biodiversité.

A ce stade, il est intéressant de regrouper les résultats obtenu tout au long de la méthode afin d'avoir une vue globale par rapport aux différentes échelles envisagées.

Pour ce faire, on utilise un système de curseur qui permet de créer des profils de biodiversité de l'exploitation.



Exemple :



Interprétation : Pour cette exploitation qui est entièrement occupée par de la prairie permanente, on voit que des améliorations pourraient être apportées au niveau de la gestion de celles-ci.

Conclusion

L'évaluation de la diversité de l'assolement au niveau du territoire, en 2000, fournit un référentiel. En évaluant la diversité de l'assolement sur l'exploitation aujourd'hui on peut observer une dynamique, une évolution. De plus, on positionne l'exploitation sur son territoire.

L'indicateur maillage du territoire (**MAterr**) permet d'appréhender l'état de la biodiversité à l'échelle du territoire agricole, l'indicateur de maillage de l'exploitation (**MAx**) permet lui d'évaluer la biodiversité à l'échelle de l'exploitation. De même que pour la diversité d'assolement, on peut comparer ces deux indicateurs et positionner l'exploitation sur le territoire qui l'entoure. La partie **Fonctionnement de l'exploitation et pratiques agricoles** intervient principalement à l'échelle de la parcelle.

Ces différentes échelles ne sont pas indépendantes les unes des autres, c'est pourquoi on peut qualifier certaines variables d'**interface** entre les échelles d'appréhension de la biodiversité.

La **diversité de l'assolement** est une variable qui se situe plutôt à l'**interface** du **territoire agricole** et de l'**exploitation**. Effectivement elle traduit une certaine dynamique que l'on compare au niveau du territoire et de l'exploitation.

Quant à l'**interface** entre l'**exploitation** et la **parcelle**, elle est représentée par l'évaluation de la **gestion des prairies**. La prairie est évaluée à en tant que telle à l'échelle de la parcelle mais c'est bien l'évaluation de son rôle de régulateur dans l'exploitation qui importe le plus dans notre raisonnement d'évaluation de la biodiversité ordinaire.

Enfin la **surface de biodiversité** se situe plutôt à l'**interface** de la **parcelle** et des **taxons**.

La méthode EBioTEP permet, grâce à ses différents outils, d'évaluer la biodiversité ordinaire à différentes échelles, ainsi que les interactions qu'il peut y avoir entre ces différents niveaux.

Elle permet également d'engager la discussion avec l'agriculteur et de lui apporter les éléments nécessaires à une meilleure gestion respectueuse de l'environnement.

TABLEAU D'ÉVALUATION DE LA STRUCTURE D'EXPLOITATION ET DES PRATIQUES AGRICOLES

Thèmes	Indicateurs/Variabiles	Seuils	Notation	Variabiles secondaires pour alimenter la discussion	Préconisations/Exploitations
Phytosanitaire	% de SAU recevant des insecticides	% faible	Favorable	L'application de différents pesticides a souvent un effet négatif sur la faune des sols pourtant non-cible de ces produits. Ces effets peuvent être directs ou indirects. Les insecticides peuvent être plus toxiques que les herbicides pour la faune du sol et particulièrement les vers de terre et arthropodes du sol (ESCO, 2008)	
		% moyen	Moyen		
Diversité de l'assolement (hors STH)	Part de la SAU pour la culture principale (n. prairies)	Si inférieure à 20% de la SAU	Satisfaisant	Mixité intraparcellaire?	
		Plus de 6	Favorable		
		3-6	Moyen		
		Moins de 3	Défavorable		
Rotation	Nombre d'espèces dans la rotation	6 et plus	Favorable		
		3-5	Moyen	La longueur de la rotation favorise les auxiliaires tout en diminuant les risques de ravageurs. La diversité des types de culture favorise encore mieux ces effets. La présence d'une Légumineuse permet en plus un apport d'azote pour la culture suivante, et l'introduction de cultures pérennes dans la rotation ou de jachères a un effet très positif sur la richesse spécifique en invertébrés. (Les effets sont perceptibles au-delà de cinq ans). La rotation est avantageuse pour la faune du sol, et notamment les vers de terre, seulement si elle inclut une prairie temporaire.	
		Moins de 3	Défavorable		
		Légumineuse	Favorable		
Taille des parcelles (en culture)	Type de culture	Culture pluriannuelle	Favorable		
		Mélange Céréales/ Céréagineux/ Protéagineux	Favorable		
		1 ou 2	Moyen	Plus la surface en cultures est grande, plus les espèces, même mobiles, ont des difficultés pour pénétrer à l'intérieur des parcelles pour l'alimentation, la pollinisation... Ce phénomène est accentué par une forte utilisation de produits phytosanitaires. Si les parcelles sont de forme allongée et peu larges, leur biodiversité sera amoindrie grâce à une colonisation par les bordures. Pour garantir cet effet, les bordures doivent être des habitats favorables à l'installation d'une bonne richesse faunistique.	
		Plus de 2	Défavorable		
Entretien	Démarche d'entretien	Hais multistratifiés, composés d'espèces locales/légères non désherbées, fauchées/labourées/traçonnées ou bonne connaissance forêt et champ	Favorable	Les structures les plus bénéfiques pour la biodiversité sont celles qui sont assez larges et hétérogènes, comme les haies multistratifiées. Les haies de forêt ne doivent pas être coupées net mais assurer une transition progressive vers le champ. Cela permet de conserver l'ambiance du milieu forestier, et favorise l'installation ou le passage de nombreuses espèces grâce à une diversité d'habitats. Les espèces de plantes spontanées et locales sont les plus adaptées. Ce sont celles qui seront le plus en accord avec la faune locale. Les conditions d'entretien viennent renforcer l'indicateur de la densité en infrastructures semi-naturelles. Une bonne densité, mais des IAE de mauvaise qualité ne favoriseront pas aussi bien la biodiversité que si ces espaces sont soignés.	
		Entretien bois, mares, fossés, murets suivant conseils guide technique ou bonne connaissance de ce qui favorise la biodiversité	Favorable		
		Zones en herbe à l'abandon non fauchées ni broyées	Favorable	Les prairies cultivées permettent l'isolement d'une zone non pâturée ni fauchée en bordure de parcelle, propice à la biodiversité.	
		Zone humides, étangs, mares ; absence de drainage, zone de transition vers ces milieux aquatiques	Favorable	Le drainage détruit la biodiversité des milieux humides. Les drains débouchant dans les zones tampon et les prairies entraînent des effets négatifs sur la biodiversité des milieux aquatiques.	

METHODE D'EVALUATION DE LA BIODIVERSITE DES PRAIRIES

Dans un premier temps, pour chaque parcelle de l'exploitation (ou groupe de parcelle gérées de la même manière) on note le mode d'exploitation. On note ici le mode d'utilisation régulier de la parcelle.

Si une parcelle est hétérogène, elle peut être affectée, si possible, au pro rata de la surface concernée dans plusieurs catégories. Par exemple une parcelle de 3ha en pâturage extensif dont 1ha en milieu humide sera affectée dans 2 catégories.

Si ce n'est pas possible, on place la parcelle dans la catégorie correspondant à la surface dominante ; dans l'exemple, on placerait les 4ha dans la catégorie pâturage extensif, situation intermédiaire.

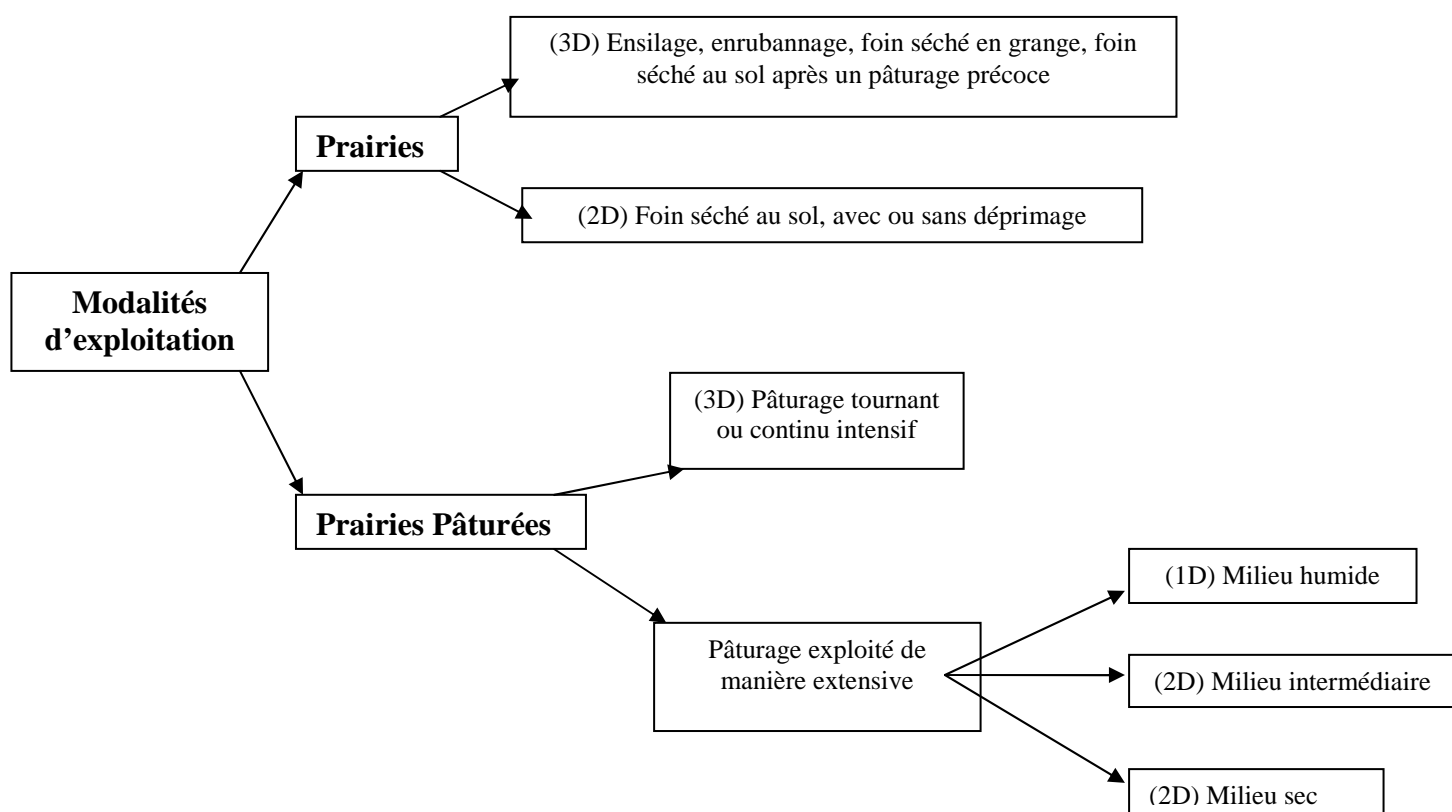


Figure 1: Représentation des différents modes d'exploitation de la prairie permanente.

Dans un deuxième temps, on indique le niveau moyen de fertilisation, pour chaque modalité d'exploitation. Pour faciliter l'interprétation, 5 niveaux de fertilisation sont proposés selon l'apport en engrais minéral et l'apport en engrais organique. Ils sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 2- Niveau de fertilisation des prairies.

Ferti	Engrais minéral	Engrais organique
1F	0	Très occasionnel
2F	0	Régulier
3F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâture)	Occasionnel
4F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâture)	Régulier
5F	> 80 unités N/ha/an (fauche) > 40 unités N/ha/an (pâture)	Avec ou sans apport

Pour chaque niveau de fertilisation (de chacun des modes d'exploitation) on note la surface correspondante (dans les cercles en train plein). On peut également noter les surfaces au niveau des modes d'exploitation, pour faciliter le recueil d'information.

Les numéros entre parenthèse renvoient à des précisions sur les termes employés.

On arrondi les chiffres que ce soit pour les hectares ou les niveaux de fertilisation (pour que ces derniers correspondent aux catégories prédéfinies).

Interprétation des résultats

L'adaptation de la méthode est basée sur le graphique générale dessinée ci dessous. Il représente la biodiversité attendu en fonction du niveau de fertilité et de l'intensité de défoliation. Par exemple, pour un niveau de fertilité compris entre 0 et 1 et pour une intensité de défoliation comprise entre 0 et 2, la biodiversité du milieu est considérée ++. Autrement dit ces 2 paramètres du milieu sont favorables pour la biodiversité.

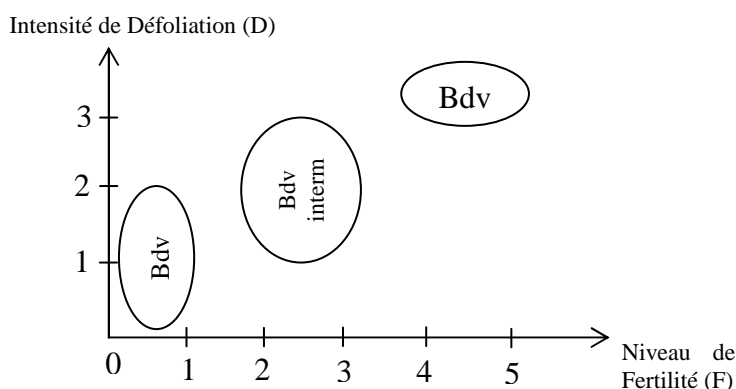


Figure 2: Graphique générale.

Après avoir recueilli toutes les informations nécessaires, on les reporte dans le graphique ci dessous qui permet d'interpréter les données et de situer la biodiversité dans l'exploitation concernée selon ses pratiques de gestion (on peut ainsi rebondir sur l'aspect conseil de gestion).

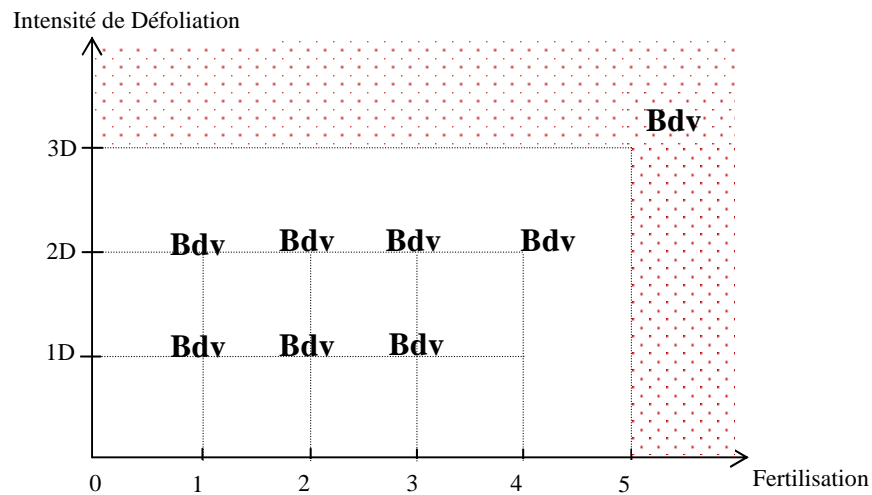


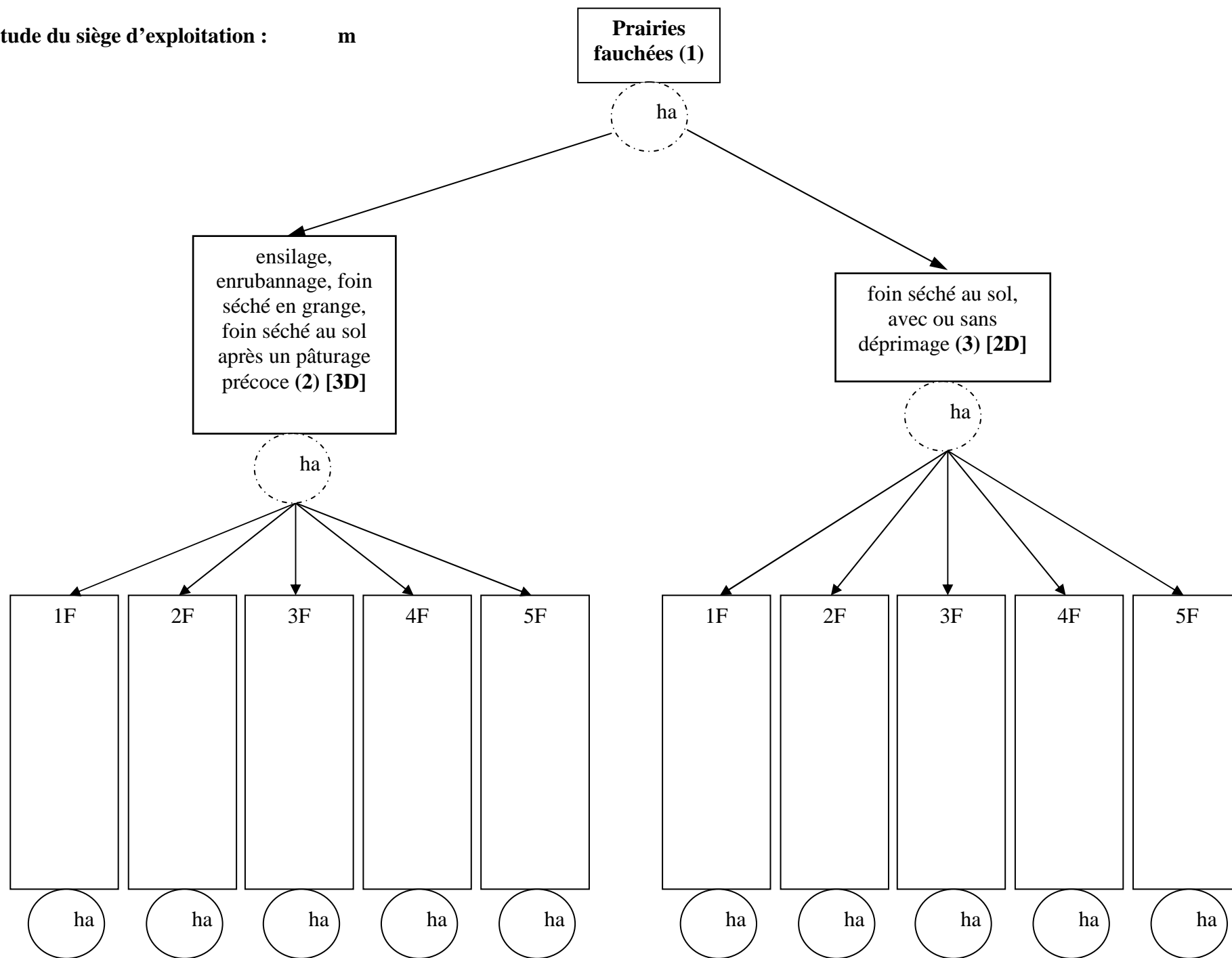
Figure 3: Graphique d'interprétation des résultats.

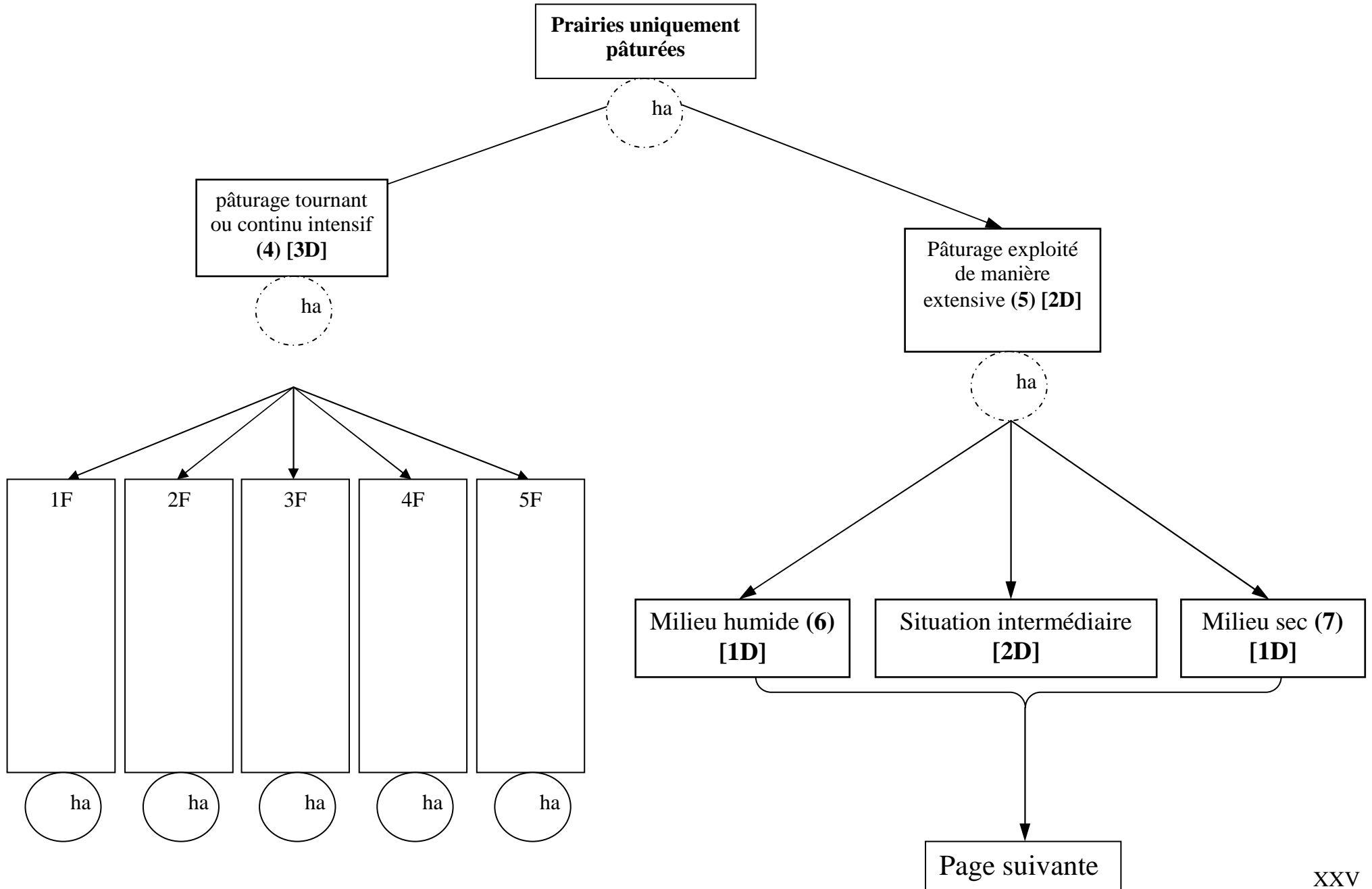
La « note » obtenue ici permet d'avoir un aperçu de l'impact de la gestion des prairies sur la biodiversité.

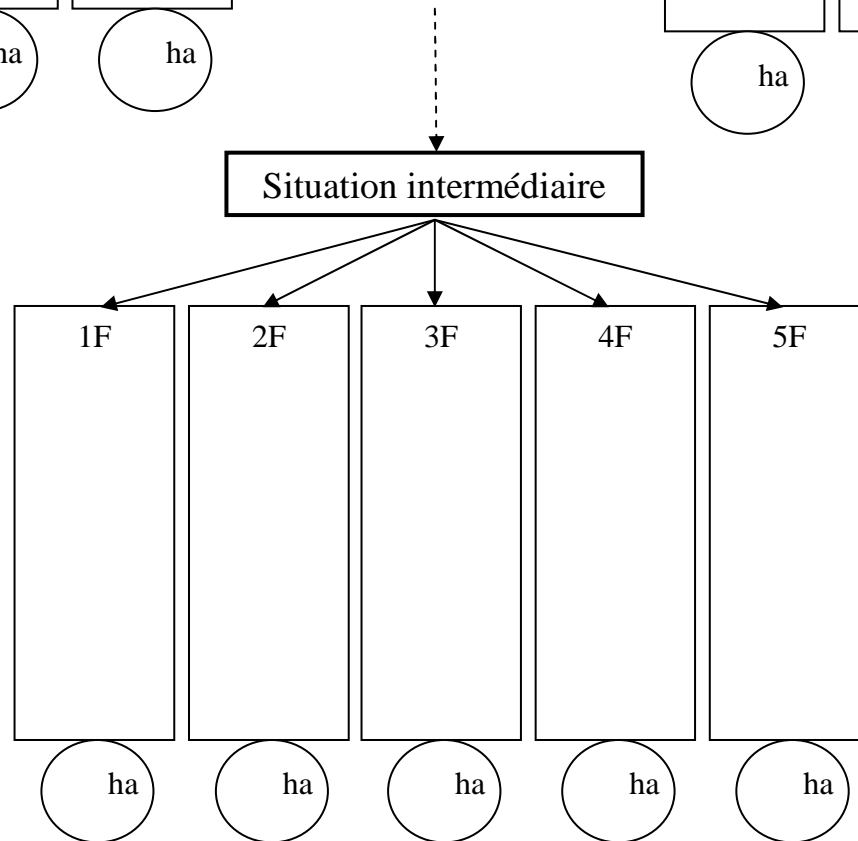
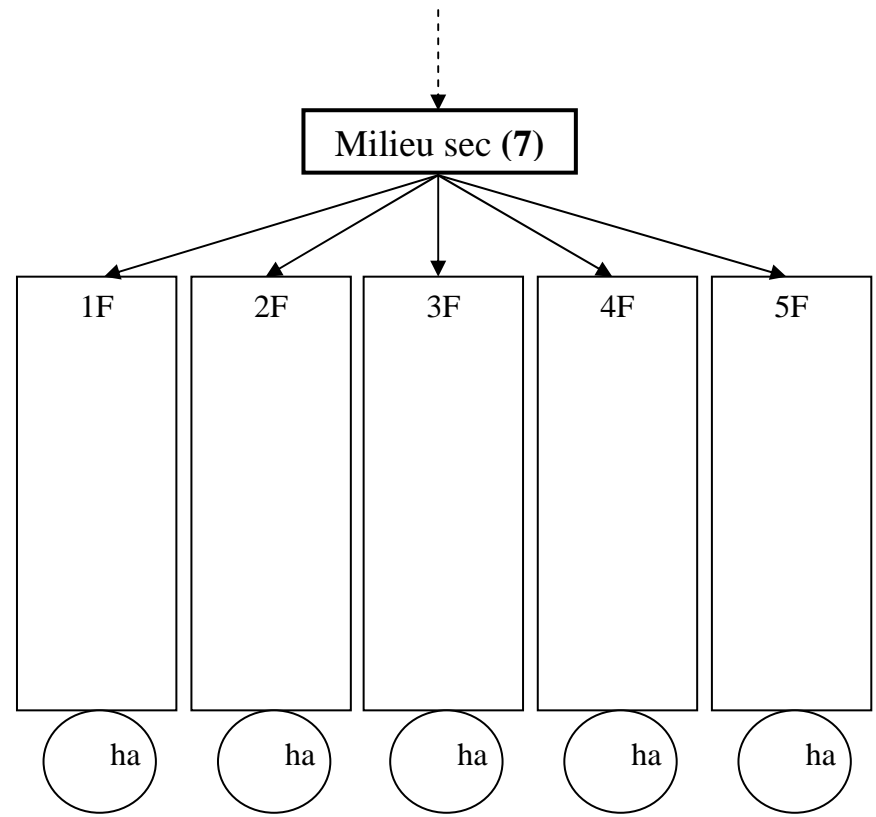
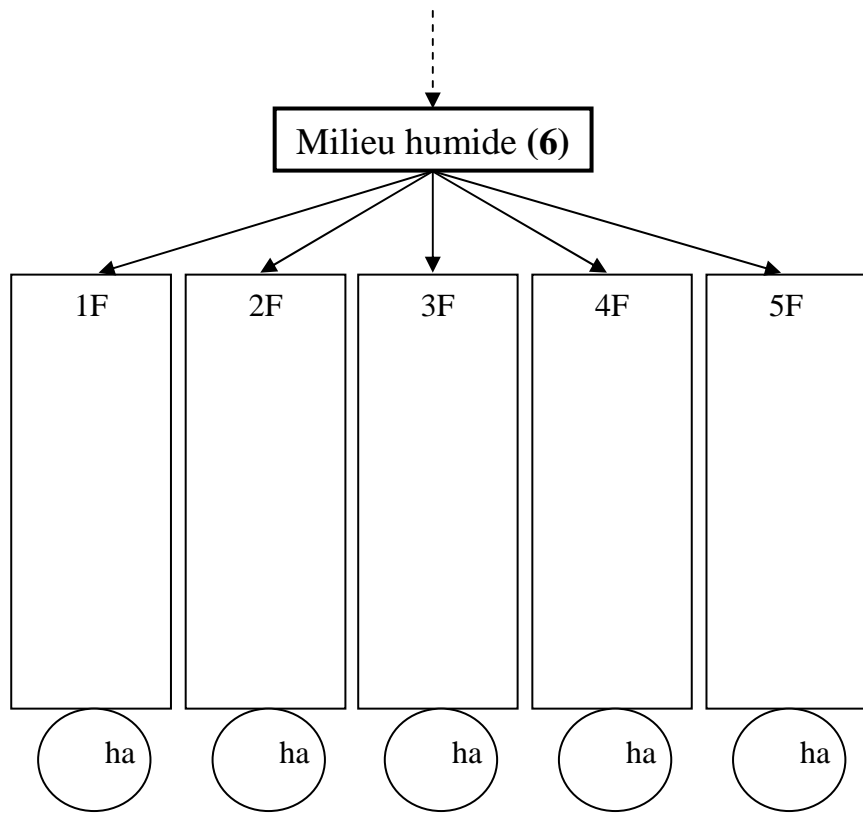
Pour avoir l'aspect qualitatif donné aux autres variables dans le tableau, on peut dire :

- Bdv0 = Très défavorable
- Bdv1 = Défavorable
- Bdv2 = Moyennement défavorable
- Bdv3 = Moyennement favorable
- Bdv4 = Favorable
- Bdv5 = Très favorable

Altitude du siège d'exploitation : m







Mode d'exploitation :

(1) Prairies qui sont fauchées en première coupe ou après un déprimage plus ou moins sévère – il ne s'agit pas seulement des prairies qui sont uniquement fauchées.

(2) Cette catégorie vise à rassembler les prairies qui font l'objet d'une première intervention qui soit à la fois précoce et intense. En cas de pâturage comme première intervention avant la fauche, on distingue ce pâturage précoce du déprimage (cas 3) par le fait que le couvert végétal est suffisamment mangé pour que les repousses ne contiennent que peu d'épis.

(3) Il s'agit ici d'un vrai déprimage : le pâturage est précoce, rapide et peu intense. Les épis des espèces herbacées ne sont pas coupés ou très peu.

(4) L'herbe est courte et homogène à la sortie des animaux (pas ou peu de refus – ou il y a fauche des refus) - Si les pratiques sont changeantes en cours d'année, c'est ce qui se passe au printemps qui importe le plus.

(5) L'herbe est hétérogène quand les animaux sortent, il y a des refus et ceux-ci ne sont pas fauchés – il peut y avoir des petits ligneux dans la parcelle.

(6) Milieu humide = sol gorgé d'eau de façon continue en hiver et au printemps (au moins).

(7) Milieu sec = sol superficiel (< ~ 10 cm) et en pente.

Niveau de fertilisation :

Ferti	Engrais minéral	Engrais organique
1F	0	Très occasionnel
2F	0	Régulier
3F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâturage)	Occasionnel
4F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâturage)	Régulier
5F	> 80 unités N/ha/an (fauche) > 40 unités N/ha/an (pâturage)	Avec ou sans apport

[1D], [2D], [3D] correspondent aux intensités de défoliation du graphique 2, utilisé pour définir la biodiversité de la parcelle (ou groupe de parcelle).

[1D] = Taux d'utilisation extensif, sur milieu contraignant

[2D] = Taux d'utilisation extensif, sur milieu favorable

[3D] = Taux d'utilisation intensif

APPROCHE GEOMETRIQUE DES ELEMENTS AGRO-ECOLOGIQUES

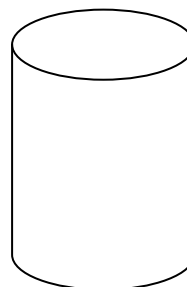
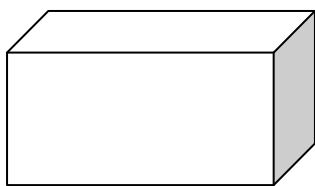
On peut trouver, dans les exploitations, différents types d'éléments agro-écologiques (EAE) pouvant être de nature et de forme très variées. Afin de pouvoir regrouper ces différents EAE il est nécessaire de les traduire de manière à ce qu'ils aient tous la même unité.

Pour ce faire, une solution est d'utiliser les surfaces développées des éléments.

En effet, les EAE peuvent être subdivisés en deux catégories :

- Les éléments assimilés à une face plane, comme les prairies
- Les éléments assimilés à une forme volume, comme un arbre.

Les formes volumes considérées ici sont des formes de bases ; ce sont le pavé et le cylindre.



Les éléments « plats » sont conservés tels quels 1 ha de prairie est égal à 1 ha de surface de biodiversité.

Les éléments comme les arbres isolés, les haies, les murets et les ripisylves sont assimilés à une forme géométrique de base ; l'arbre isolé est assimilé à un cylindre, la haie, le muret et les ripisylves sont considérés comme des pavés.

Les arbres isolés

Les données concernant les arbres sont issues des sites des CRPF (Centre Régionaux de la Propriété Forestière), de l'IDF (Institut pour le Développement Forestier) et de l'IFN (Inventaire Forestier National).

Un arbre est donc assimilé à un cylindre.

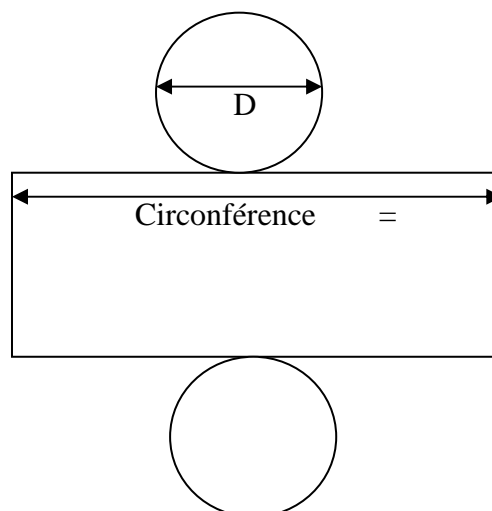
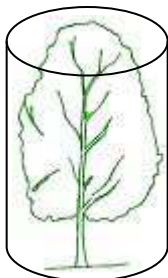
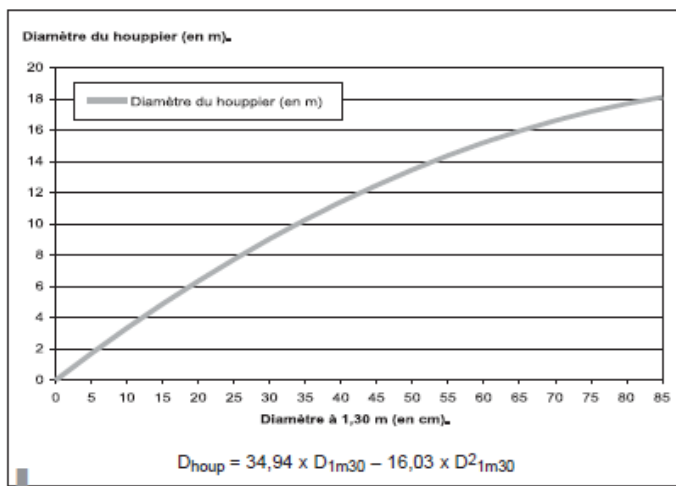


Schéma d'un cylindre développé

Les forestiers classent les arbres selon leur essence, leur utilité sylvicole ou leur taille. L'IFN classe les arbres en 3 catégories de taille selon le diamètre du tronc à 1m30 de hauteur :

- Petit → Φ [7.5 – 22.5 cm [
- Moyen → Φ [22.5 – 47.5 cm [
- Gros → $\Phi \geq 47.5$ cm

De plus, le CRPF d’Auvergne a réalisée des expériences qui mettent en évidence une relation entre le diamètre du tronc à 1m30 et le diamètre du houppier.
Des résultats ont été obtenus pour le Chêne sessile qui sera pris comme arbre de référence pour créer 3 catégories d’arbres isolés.
Ces résultats sont synthétisés dans un article réalisé par Jean-Paul NEBOUT, Ingénieur Forestier au CRPF d’Auvergne (Le Chêne en liberté – 1ere partie) ; le graphique ci dessous est extrait de cet article.



Ce graphique permet d’obtenir des valeurs moyennes approximatives de diamètre de houppiers en fonction du diamètre à 1m30, pour pouvoir calculer les surfaces développées des arbres isolés.

Figure 1 : Evolution du diamètre du houppier en fonction du diamètre à 1,30 m des chênes sessiles en croissance libre.

Tableau 3- Diamètre du Houppier pour chaque catégorie d'arbre.

Catégorie d'arbre	Φ à 1m30 (en cm)	Φ du houppier (en m)
Petit	15	5
Moyen	35	10
Gros	60	15

- Arbre « Petit »

Un arbre petit est un arbre d’environ 15 cm de diamètre à 1m30, d’une hauteur moyenne de 8 m et qui possède un houppier de 5 m de diamètre environ.

Surface Développée

$$S = (8 \times 5 \times \pi) + (\pi \times 2.5^2)$$

$$S = 145 \text{ m}^2$$

- Arbre « Moyen »

Un arbre moyen est un arbre d’environ 35 cm de diamètre à 1m30, d’une hauteur moyenne de 12 m et qui possède un houppier de 10 m de diamètre environ.

Surface Développée

$$S = (12 \cdot 10 \cdot \pi) + (\pi \cdot 5^2)$$

$$S = 456 \text{ m}^2$$

- Arbre « Gros »

Un arbre gros est un arbre d'environ 60 cm de diamètre à 1m30, d'une hauteur moyenne de 16 m et qui possède un houppier de 15 m de diamètre environ.

Surface Développée

$$S = (16 \cdot 15 \cdot \pi) + (\pi \cdot 7.5^2)$$

$$S = 931 \text{ m}^2$$

La haie :

La haie est donc assimilée à un pavé.

Les données concernant les haies proviennent essentiellement de deux mémoires et une publication :

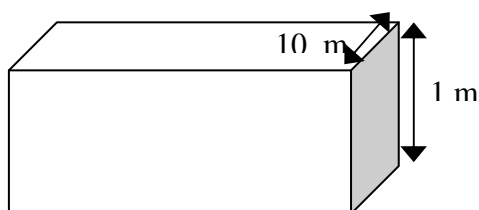
- « Gestion des haies en paysage d'élevage. Enquête et analyse : la place de la haie sur l'exploitation agricole, les différents chantiers sur les haies. » David JUTEAU, 1994
- « Gestion des haies en paysage d'élevage. Analyse, itinéraires techniques et place dans l'exploitation agricole. » Renaud JEGAT, 1994
- « Evolution du linéaire de haies en France durant ces 40 dernières années : l'apport et les limites des données statistiques » P.POINTEREAU, 2001, SOLAGRO.

On distingue donc **3 types** principaux de haies : la haie basse ou bouchure, la haie buissonnante ou arbustive et la haie arborescente ou arborée.

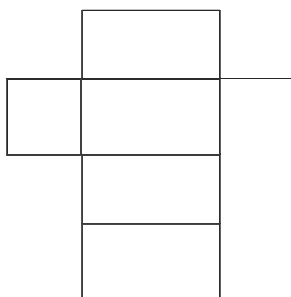
Pour chaque type de haie on admettra une **largeur** de **10 mètres** correspondant à l'emprise racinaire d'une haie et le calcul de la surface développée se fera pour une **longueur** de haie de **100m**.

- La haie basse ou bouchure

On la retrouve principalement dans l'ouest de la Saône et Loire ; c'est une haie qui est obtenue après passages d'une épareuse (bras articulé avec un groupement de fauchage au bout), elle est broyée par 4 passages : 1 horizontal sur le dessus de la haie, 2 verticaux de chaque côté et 1 au sol pour débroussailler l'ourlet à la base de la haie. Elle mesure environ 1 mètre de hauteur.



La mesure de la surface développée se fait par simple « ouverture » de la haie.



Surface développée :

Surface développée :

$$S = (2 \cdot 2 \cdot 100) + (2 \cdot 1 \cdot 100) + (2 \cdot 1 \cdot 2)$$

$$S = 604 \text{ m}^2$$

- La haie buissonnante ou arbustive

On la trouve par exemple en Pays de Pail en Mayenne. Elle est parfois taillée en rideaux (passage d'une épareuse sur 3 à 4 mètres de hauteur) ; sa hauteur moyenne est de 5,50 m.

Surface développée

$$S = (2*5*100) + (2*5,50*100) + (2*5*5,50)$$

$$S = 2\ 155\ m^2$$

- La haie arborescente ou arborée

On la trouve dans les paysages de Loire Atlantique. Elle est composée d'une strate arbustive semblable à la haie buissonnante à laquelle s'ajoute un arbre environ tous les 5 mètres (plus ou moins suivant les espèces qui supportent ou non la concurrence). Le plus souvent les arbres de ce type de haie sont des arbres têtards ou émondés.

Les essences composant les haies arborescentes sont majoritairement le Chêne (pédonculé et sessile dans l'ouest), le Frêne qui a tendance à remplacer l'Orme champêtre, le Hêtre et le Châtaignier dans certaines régions ainsi que le Peuplier et l'Aulne en bords de rivières (données IFN).

Pour le calcul de la surface développée, on prend la surface développée d'une haie buissonnante (soit 3 210 m²) à laquelle on ajoute 21 fois la surface développée d'un arbre têtard.

On considèrera ici un arbre têtard moyen de 10 mètres de haut (2m de tronc + 8m de « taillis en hauteur »), et avec un houppier moyen de 10m de diamètre.

Surface développée d'un arbre têtard

$$S = (10*10*\pi) + 2*(\pi*5^2)$$

$$S = 471\ m^2$$

Surface développée d'une haie arborescente

$$S = 3\ 210 + 21*471$$

$$S = 13\ 101\ m^2$$

Les murets:

Ils sont apparus dans toutes les régions où s'est développée une agriculture sédentaire. En plaine, les murets sont généralement disposés en limite de parcelle et jouent le rôle de clôture. En zone pentue, ils sont disposés perpendiculairement à la pente pour assurer une stabilisation des terres ; c'est le cas pour les cultures en terrasses. En zone montagneuse, les murets permettent de créer des enclos pour le bétail.

Selon les régions les murets sont plus ou moins hauts, mais pour les 3 types décrits ci-dessous, on considèrera une **largeur** moyenne de **80 cm**, le calcul se fait pour une **longueur** de **100m**.

- Petit muret

On considère ici un muret d'une hauteur de 50 cm.

Surface développée

$$S = (2 \cdot 0,80 \cdot 100) + (2 \cdot 0,50 \cdot 100) + (2 \cdot 0,80 \cdot 0,50)$$

$$S = 260,80 \text{ m}^2$$

- Muret moyen

On considère un muret d'une hauteur de 1m.

Surface développée

$$S = (2 \cdot 0,80 \cdot 100) + (2 \cdot 1 \cdot 100) + (2 \cdot 0,80 \cdot 1)$$

$$S = 361,60 \text{ m}^2$$

- Grand muret

On considère un muret d'une hauteur de 1,50 m.

Surface développée

$$S = (2 \cdot 0,80 \cdot 100) + (2 \cdot 1,50 \cdot 100) + (2 \cdot 0,80 \cdot 1,50)$$

$$S = 462,40 \text{ m}^2$$

Lisière de forêt :



Les lisières sont traduites ici en une surface plane. La hauteur de la lisière est dépendante de l'essence qui la compose c'est pourquoi on prend pour le calcul une hauteur correspondant à la **hauteur** d'un arbre moyen, c'est-à-dire **12 m** et une **longueur** de **100m**.

Surface développée

$$S = 12 \cdot 100$$

$$S = 1\,200 \text{ m}^2$$

Les bordures de parcs (clôture quatre fils / clôture ronce)

La présence de clôture quatre fils en bordure de parcs crée des zones où les végétaux ne sont ni fauchés, ni pâturés. Ce sont des zones qui ne subissent pas ou peu de pression ; elles deviennent des zones refuges pour la faune et la flore et sont donc riches en biodiversité. Il paraît donc important d'évaluer ces bordures de parcs.

Pour effectuer le calcul, on considérera une bordure d'**1** mètre de **large** et de **100m** de **long**.

Surface développée

$$S = 1 \cdot 100$$

$$S = 100 \text{ m}^2$$

L'Agroforesterie

L'agroforesterie correspond à l'association de 2 activités de production sur une même parcelle. On distingue l'agrisylviculture qui associe cultures et arbres forestiers, du

sylvopastoralisme qui associe pâture et arbres forestiers. Les prés vergers sont une forme de sylvopastoralisme, ils correspondent à l'association de prairie et arbres fruitiers.

En sylvopastoralisme on considère une densité moyenne de 100 arbres pour 1ha. Le calcul de la surface développée correspond donc à la surface d'un ha de prairie auquel on ajoute la surface développée de 100 arbres. On considérera ici un arbre de taille moyenne pour ne pas sous-estimer ou surestimer la surface développée des arbres.

Surface développée

$$S = (100 \times 456) + 10\,000$$

$$S = 55\,600 \text{ m}^2$$

En agrisylviculture on considère qu'il y a une plantation d'arbre tous les 20 mètres et que sur chaque ligne de plantation, on trouve un arbre tous les 5m.

Sur une parcelle d'1 ha cela correspond à 5 lignes d'arbres avec 22 arbres par ligne soit

Surface développée

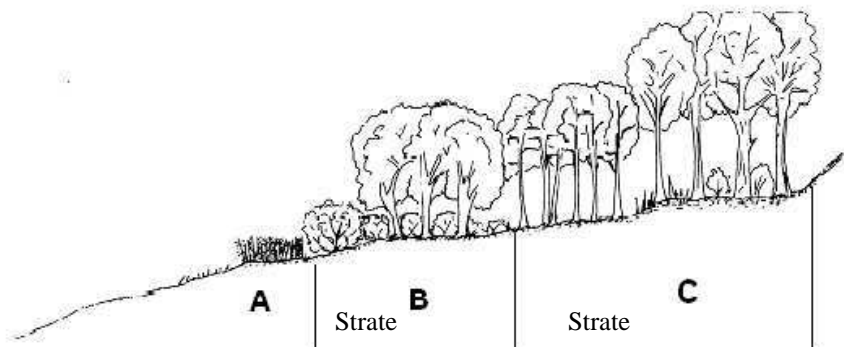
$$S = 22 \times 5 \times 456$$

$$S = 50\,160 \text{ m}^2$$

Les Ripisylves

Les ripisylves sont des formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau, des rivières. Elles sont situées dans la zone frontière entre eau et terre.

Les ripisylves sont composées de 3 strates : herbacée, arbustive, arborescente. Leur largeur maximale varie de 25 à 30 mètres.



Pour réaliser le calcul de la surface développée, on considère une ripisylve comme un pavé de **100m** de long, **20m** de large (en moyenne), et **7m** de hauteur (moyenne entre les hauteurs des 3 strates représentées dans une ripisylve _ données IFN, CRPF Poitou-Charentes).

Surface développée

$$S = (2 \times 7 \times 100) + (2 \times 20 \times 100) + (2 \times 7 \times 20)$$

$$S = 5\,680 \text{ m}^2$$

Annexe 3 : Fiches descriptives des services rendus par l'élevage laitier

POLLINISATION

Bénéfices : Certaines espèces ont besoin de la pollinisation pour se reproduire, ce qui permet leur développement, l'amélioration de leurs rendements et la diversité génétique. Ceci participe également à la biodiversité car de nombreuses espèces sont pollinisatrices et l'apiculture est une exploitation poussée de ce service.

FONCTIONS

La pollinisation est permise par les insectes pollinisateurs s'ils ont un environnement favorable en termes d'habitat, de nourriture et si aucun produit nuisible ne les détruit.

PROCESSUS

Les insectes pollinisateurs butinent les fleurs et disséminent les graines de fleur en fleur, transportent le pollen permettant la reproduction. De plus ces espèces sont mobiles, elles permettent donc la diversité génétique des plantes qu'elles pollinisent.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
Prairies fleuries à condition que la fauche soit tardive, le chargement en bétail modéré, et que les haies soient maintenues.	Prairies conduites de manière intensive : fauche précoce et répétée, fertilisation importante défavorise la biodiversité des prairies et les espèces fleuries, pâture en herbe courte, élimination des haies
Les zones non productives, forêts et lisières, les haies à espèces buissonnantes, les bosquets sauvages avec arbres et arbustes, les murs recouverts plantes grimpantes sont de bons habitats	Utilisation d'herbicides ou d'insecticides , détruisant les adventices utiles aux insectes pour leur nectar, et nuisant directement aux insectes
Culture de plantes mellifères (colza, tournesol, arbres fruitiers, luzerne, trèfle, ronce, sainfoin...)	L'érosion du sol défavorise les insectes terricoles

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Habitat	% Surface développée et densité des IAE	<50% <30%	>70% >50%	Les IAE assurent un habitat et un accueil favorable
	% SAU soumise à érosion	<20%	>30%	Calculée à partir de la surface labourée en pente et des sols nus l'hiver, l'érosion nuit à l'habitat des insectes terricoles
Pratique érosive	Utilisation d'insecticides	Oui	Non	Les insecticides sont nocifs pour les insectes pollinisateurs
Nutrition	Diversité de l'assolement Comparaison au territoire	Moins diversifié	Plus diversifié	La mosaïque paysagère assure la diversité des cultures et donc de la nourriture potentiellement disponible toute l'année
	% PP favorable à la biodiversité	<30%	>50%	Elles sont fleuries et contiennent donc de la nourriture pour les insectes

Sources : (Bertrand, 2001), méthode EBioTEP (Manneville et Chanséaume, 2010), (Mauchamp *et al*, 2012)(Pouvreau, 2004)

STABILITE STRUCTURALE DU SOL

Définition de la stabilité structurale : solidité de l'état du sol, résistance aux agents de dégradation.

Bénéfice : La stabilité structurale du sol est une des conditions permettant à l'agriculteur d'avoir de bons rendements, et des sols fertiles.

FONCTIONS

La structure du sol influe sur sa stabilité. Ainsi une structure grumeleuse et poreuse sera favorable à la stabilité. Elle se mesure en analysant les agrégats et en testant la percolation (imperméabilité). Le complexe argilo-humique présent dans le sol permet aussi sa structuration.

PROCESSUS

La stabilité de la structure est influencée par la composition du sol dans un premier temps, c'est-à-dire sa teneur en argile, limon, sable, sa granulométrie, sa teneur en matière organique et son pH. Selon cette dernière elle est influencée différemment par les agents climatiques (gel, dessiccation/humectation), les êtres vivants (arthropodes, vers de terre, micro-organismes, racines) et le travail du sol.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
Stabiliser les agrégats et protéger contre le choc de l'eau: apport matière organique, compostage de surface, laisser se décomposer paille, fumier, engrais verts. Labour tardif	Excès d'eau , car l'activité biologique diminue par manque d'oxygène, l'humification est défavorisée. De plus, le sol est plus sensible au compactage, plus propice à sa destruction
Maintenir le complexe argilo-humique apport de matière organique, enfouir la matière organique	Travail du sol en période humide , selon son utilisation, le labour peut être défavorable à la structure
Implantation de prairie dans la rotation : améliore stabilité structurale, protège sol de battance, érosion, augmente la perméabilité, tout cela grâce aux racines chevelues, aux sécrétions des microbes autour racines, au dépôt continu d'humus (mort des racines) à l'effet de drainage des racines	
Maintenir un couvert permanent , implantation d'intercultures	Erosion

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Limiter l'érosion	% Couverture pérenne, dans la rotation et en PP	<40%	>60%	Les couverts permanents stabilisent le sol par leurs racines, et en surface par leur végétation
	% SAU soumise à érosion	<20%	>30%	Calculée à partir de la surface labourée en pente et des sols nus l'hiver, l'érosion déstabilise le sol
Maintenir le complexe argilo humique	Apport régulier de matière organique et quantité comblant les pertes (bilan humique global)	Bilan Déficitaire de plus de 5% des pertes par ha	Bilan Excédentaire de plus de 5% des pertes par ha	Le bilan humique prend en compte la matière organique fournie par le troupeau et la perte naturelle des sols cultivés de l'exploitation. Il permet de savoir si l'exploitation produit suffisamment de MO pour combler les pertes naturelles des sols et approvisionner le complexe

L'excès d'eau et le travail du sol en mauvaise période, défavorables sont difficiles à évaluer lors d'un court entretien avec l'agriculteur. Sources : (Soltner 2005), Fertiliser avec les engrais de ferme (Institut de l'Elevage *et al*, 2001)

MAINTIEN DE LA FERTILITE DES SOLS

Définition de la fertilité des sols de Gaston Barbier : « la fertilité d'un sol, sous son climat, se mesure à l'abondance des récoltes qu'il porte, lorsqu'on lui applique les techniques agricoles qui lui conviennent le mieux »

Bénéfice : grâce à des sols fertiles, l'agriculteur peut avoir de bons rendements en limitant ses intrants.

FONCTIONS

La fertilité est traduite par la présence d'humus et d'éléments nutritifs, ainsi que la disponibilité de ses éléments pour les plantes. On considère ainsi le taux d'azote, de phosphore, de potassium.

PROCESSUS

Les taux sont influencés par les propriétés physiques du sol (aération, humidité...), les propriétés chimiques (bon fonctionnement des mécanismes de fixation et d'échange des substances nutritives entre le sol et la plante) et les propriétés biologiques (vie microbienne participant à la nutrition des plantes).

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
<p>Apport de matière organique en surface minéralisation continue de l'humus, propriétés colloïdales...favorise nutrition des plantes support des êtres vivants, ce qui participe à la nutrition des plantes et améliore les caractéristiques physiques du sol.</p>	<p>Enfouissement de la matière organique</p>
<p>Apport d'éléments minéraux</p>	<p>Sols gorgés d'eau, les éléments en solution dans l'eau sont indisponibles pour les plantes</p>
<p>Eléments agro écologiques favorisent un micro-climat rendant le sol plus fertile (régulation température, humidité, vent)</p>	
<p>Rotations favorables</p>	

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Présence d'humus	Bilan humique global	<40% des pertes des surfaces cultivées compensées	>50% des pertes des surfaces cultivées compensées	Le bilan humique prend en compte la matière organique fournie par le troupeau et la perte naturelle des sols cultivés de l'exploitation. Il permet de savoir si l'exploitation produit suffisamment de MO pour combler les pertes naturelles des sols cultivés et maintenir la présence d'humus.
	Part PT dans rotation	<30%	>70%	Les PT apportent de l'humus au sein de la rotation.
Disponibilité des éléments	% SAU en légumineuses	0%	>0%	Elles fixent l'azote et le rendent disponible pour la culture suivante
	Connaissance du sol par analyses, ajustement du pH avec amendements	Oui	Non	pH et composantes du sol doivent être connus pour optimiser la disponibilité et la fertilité

Sources : (Soltner 2005), Fertiliser avec les engrais de ferme (Institut de l'Elevage *et al*, 2001), Référentiel Corpen

CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE ET DU PAYSAGE

Bénéfices : les pratiques de l'exploitation peuvent favoriser la conservation de la biodiversité, ce qui apporte des bénéfices directement à l'agriculteur (sécurité des rendements...) et à la société (préservation de la diversité du vivant). De plus grâce à cette biodiversité l'agriculture entretient les paysages à travers son activité, sans en tirer de revenu. Les paysages sont un bien culturel, esthétique, qui engendre du tourisme, contribuant au développement de la région.

FONCTIONS

La biodiversité sur une exploitation résulte de la diversité des espèces animales, végétales, des écosystèmes. Le paysage est constitué d'éléments divers, qu'ils soient naturels, semi-naturels ou cultivés. Selon les territoires, les paysages ont leur typicité.

PROCESSUS

La gestion des prairies et l'assolement de l'exploitation peuvent favoriser la diversité des espèces. La présence d'éléments semi naturels sur l'exploitation comme les haies, bandes enherbées etc contribue également à la diversité, et à l'entretien du paysage.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
Assolement diversifié	Produits phyto-sanitaire
Maintien et entretien favorable des infrastructures agro-écologiques	Abandons de zones
Gestion des prairies avec fauche tardive, peu de fertilisation minérale	
Paysages complexes et hétérogènes	Intensification trop importante , ouverture des paysages

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Conservation de la biodiversité	Diversité de l'assolement Comparaison au territoire	Moins diversifié	Plus diversifié	La mosaïque paysagère assure la diversité des cultures et donc participe à la biodiversité.
	Impact des pratiques agricoles	Défavorables	Favorables	Certaines pratiques recensées dans la méthode EBioTEP ont un impact sur la biodiversité.
	% PP favorable à la biodiversité	<30%	>50%	Selon la méthode d'évaluation de la biodiversité des prairies issue d'EBioTEP, selon leur intensification les prairies sont favorables.
	Contractualisation (Variable à titre indicatif, pas prise en compte)	Non	Oui	L'éleveur peut être engagé dans des contrats pour préserver la biodiversité.
Contribution au paysage	Densité des IAE Comparaison au territoire et seuils	<30% Moins dense	>50% Plus dense	L'évaluation par image de la densité des IAE (EBioTEP) permet d'estimer la complexité du paysage.
	Surface développée des IAE/SAU	<0,5	>0,7	Par une approche géométrique issue d'EBioTEP, la surface développée des IAE de l'exploitation est ramenée à la SAU. Ceci montre l'hétérogénéité du paysage.

Source : Méthode EBioTEP (Manneville et Chanséaume, 2010)

QUALITE DE L'EAU

Bénéfices : selon la gestion agricole, la qualité de l'eau peut être améliorée par l'agriculture.

FONCTIONS

Les produits chimiques et les excédents d'éléments minéraux peuvent être filtrés avant de rejoindre les cours d'eau. Les bords de cours d'eau peuvent également éviter les crues.

PROCESSUS

Les prairies et les bandes enherbées ralentissent l'eau, captent ses éléments. A la surface les débris végétaux fixent les résidus physico-chimiques, l'activité biologique des prairies dégrade les résidus organiques et les produits phyto. La matière organique favorise également la filtration des éléments minéraux. Les ripisylves (végétations autour des cours d'eau) ont aussi cette fonction d'assainissement. Enfin les zones humides ont des rôles bénéfiques, épurateurs.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
Bandes enherbées en bas des cultures , au bord des cours d'eau, en interception des réseaux de drainage	Epandage sans respect des ZNT
Présence de ripisylves et de prairies	Surplus d'azote
Présence de matière organique filtre les éléments	Traitements phyto-sanitaires
Bords des cours d'eau stabilent, prévenant l'érosion des berges et filtrant	

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Présence de zones tampons	Aménagement des cours d'eau	Non	Oui	L'aménagement des bords par des prairies ou de la végétation filtre l'eau.
	% SAU en cultures annuelles	>60%	<40%	Les couverts pérennes filtrent les éléments et réduisent le ruissellement, le % de SAU en cultures annuelles ne doit donc pas être trop élevé.
Fertilisation	Bilan azote global	>80 kg N/ ha	<60kg N/ha	Le bilan azote prend en compte l'azote importé dans le système, avec l'achat des matières premières (engrais, aliments, fourrages...) et l'azote exporté avec la vente des produits (lait, viandes, cultures) ainsi que l'azote fixé par les légumineuses. Un surplus d'azote est un risque de pollution de l'eau.
	Bilan humique global	<40% des pertes des surfaces cultivées compensées	>50% des pertes des surfaces cultivées compensées	Le bilan humique prend en compte la matière organique fournie par le troupeau et la perte naturelle des sols cultivés de l'exploitation. Il permet de savoir si l'exploitation produit suffisamment de MO pour combler les pertes naturelles des sols cultivés et maintenir la présence d'humus, filtrant les éléments polluants.
Pratiques altérant la qualité	% SAU recevant au moins un traitement phytosanitaire	>60%	<40%	Les produits chimiques sont des éléments polluants pour l'eau.
	Respect des Zones Non Traitées	Non	Oui	Les zones non traitées sont préservent les bords des cours d'eau pour limiter leur pollution.
	Abreuvement des animaux dans les cours d'eau	Oui	Non	L'abreuvement dans les cours d'eau pollue l'eau et détruit la rive.

Sources : (Soltner, 2005), Fertiliser avec les engrais de ferme (Institut de l'Elevage *et al*, 2001)

REGULATION DU CLIMAT

Bénéfices : .l'agriculture peut réduire les émissions de gaz à effet de serre, déréglant le climat.

FONCTIONS

Le carbone est un composant des gaz à effet de serre, qui contribuent au réchauffement climatique et au changement du climat. L'agriculture peut participer au stockage du carbone, limitant ainsi ses émissions de gaz à effets de serre.

PROCESSUS

Le carbone est stocké par les cultures mais surtout les prairies, forêts et d'autres infrastructures agro-écologiques. Il est capté par la matière organique. Certains gaz sont émis par le métabolisme naturel des animaux (méthane entérique par exemple) aussi la prairie peut compenser cette émission, et le bilan global de l'exploitation en équivalent carbone peut être favorable à la régulation du climat.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
Présence de matière organique dans le sol	
Présence de puits de carbone (STH, haies...)	

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Stockage du carbone	Bilan carbone global	<30% des émissions stockées	>50% des émissions stockées	Le bilan prend en compte le CO ₂ émis pour l'énergie (fioul, engrais, aliment) l'équivalent CO ₂ des gaz à effets de serre libérés et le carbone stocké. On considère donc les pratiques de gestion de l'exploitation. L'exploitation doit pouvoir stocker une partie de ses émissions pour les compenser.
Compensation des émissions de méthane du troupeau	% émissions méthane compensées	<40% des émissions compensées	>50% des émissions compensées	1ha de prairie permanente compense les émissions naturelles d'1 UGB. Aussi grâce aux puits de carbones (prairies et haies) l'exploitation doit pouvoir compenser l'équivalent CO ₂ des gaz émis par son troupeau. On ne considère avec ce critère que les cycles biologiques au sein de l'exploitation qui doivent se compenser.

Source : Institut de l'élevage 2013

CAPACITE NOURRICIERE DE L'EXPLOITATION

Définition : la capacité nourricière de l'exploitation est la capacité qu'elle a de nourrir les hommes, de combler leurs besoins en terme de protéines animales, végétales ou d'énergie. Elle résulte du programme de recherche PerfAlim.

Bénéfices : L'agriculteur rend un service en fournissant des matières premières pour nourrir la société, bénéfice dont il tire lui-même les avantages.

FONCTIONS

Les productions animales et végétales à destination de la nutrition humaine permettent de calculer la capacité nourricière de l'exploitation.

PROCESSUS

Les protéines, protéines animales et l'énergie que contiennent les produits sont nécessaires aux Hommes. Les besoins moyens sont pris en compte par le logiciel PerfAlim, ce qui lui permet d'estimer combien de personnes peuvent être nourries chaque année par l'exploitation.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

On ne peut considérer d'éléments favorables ou défavorables, ce service établit le constat de l'utilité de la production laitière pour nourrir les Hommes.

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Capacité nourricière	Nombre d'habitants nourris par vache par an	<10	>20	On considère la capacité à combler les besoins des Hommes en de protéines animales, ramené par vache laitière.
	Nombre d'habitants nourris par ha par an	<20	>30	Il est intéressant de rapporter la capacité productive à l'hectare également, ce qui peut donner une idée des performances de production de l'exploitation.

Source : PerfAlim

PRODUCTIONS VEGETALES

Bénéfices : dans les services contribuant au revenu agricole, les productions végétales permettent à l'éleveur de nourrir son troupeau ou de vendre sa production.

FONCTIONS

Les cultures ou surfaces fourragères ont des rendements et des qualités variables.

PROCESSUS

Selon le type de culture, la variété, l'itinéraire technique suivi, la bonne irrigation, le climat ; ces facteurs permettent aux plantes d'effectuer leur cycle, d'atteindre le stade montaison, épiaison, stades propices à la récolte. Les fourrages seront également de différentes qualités selon les conditions durant leur stade de développement. La vente des produits permet d'avoir un revenu, et l'autoconsommation de limiter les intrants.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
Variété et rotation adaptée	Aléas météorologiques, monoculture
Itinéraire technique et irrigation adaptés	Destruction par la faune sauvage
Protection des cultures adaptée, auxiliaires des cultures	Maladies des cultures
Récolte au bon stade	

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Productions céréalière	Rendement des cultures	Moins important que celui du département	Plus important que celui du département	On compare les rendements des exploitations à ceux des départements, pour être à peu près dans le même contexte (malgré les variations au sein d'un même département). Ceci indique la capacité productive des cultures
Productions pour nourrir le troupeau	Autonomie fourragère	Non	Oui	L'autonomie fourragère est la capacité de pourvoir les besoins du troupeau en fourrages. Elle peut être simplement révélée par le fait d'acheter des fourrages ou non.
	Couverture des besoins en UF du troupeau	<40%	>60%	Les besoins en UF du troupeau sont estimés, puis la part comblée par les concentrés achetés est calculée. Le reste correspond aux besoins couverts par les fourrages. Cela permet de connaître la part de lait produite par les fourrages de l'exploitation.

Source : Alimentation des bovins (Jarrige, 1991), Agreste (2012)

PRODUCTIONS ANIMALES

Bénéfices: l'éleveur se dégage un revenu grâce à la vente de ses animaux et des produits issus de ses animaux.

FONCTIONS

La bonne valorisation des moyens de productions et la limitation des charges améliorent le revenu.

PROCESSUS

La production de lait par vache et sa qualité indiquent la productivité des vaches. La valorisation bouchère des animaux participe également au revenu. Les résultats des performances couramment utilisés permettent d'estimer la capacité de production. Enfin, le troupeau permet la production d'engrais de ferme, permettant de limiter les intrants.

ELEMENTS FAVORABLES ET DEFAVORABLES

Eléments favorables	Eléments défavorables
Optimisation du potentiel de la vache : bonne santé, productivité, qualité du lait, valorisation bouchère, taux de renouvellement faible	
Autonomie alimentaire culture de légumineuse apportant de l'azote	Forte consommation de concentrés

EVALUATION DE CE SERVICE

Critères	Variables	Valeurs seuil		Remarques
		Défavorable	Favorable	
Capacité de production	kg lait/vache	<5500kg/VL	>7000kg/VL	Les kg de lait produits par vaches indiquent les performances de l'exploitation.
Capacité de production d'engrais de ferme	Equivalent Ammonitrate 33,5, Superphosphate 45 et Chlorure de potassium 66,1 produits		-	Le calcul des minéraux contenus dans les effluents du troupeau permet d'estimer la quantité produite en faisant une équivalence avec les engrais minéraux. On peut également estimer combien de TMS d'herbe, d'ensilage de maïs ou de qx de blé peuvent être couverts en besoin azotés grâce aux effluents.

Sources : (Soltner, 2005)(Institut de l'Elevage *et al*, 2001) Référentiel Corpen.

Annexe 4 : Questionnaire utilisé lors des enquêtes

Enquêtes Sodiaal : contribution de l'élevage laitier à la préservation de la biodiversité

Cette enquête a pour objectif de mesurer les impacts des élevages bovins lait sur la biodiversité ordinaire, et d'évaluer les services rendus par ces élevages.

Les services peuvent contribuer au revenu agricole, mais les services environnementaux sont en parallèle de la production et non rémunérés.

Ce questionnaire est élaboré en trois parties : une partie de questions générales sur l'exploitation, peu approfondies, une partie concernant les pratiques agricoles et enfin une partie au sujet des éléments agro-écologiques présents sur l'exploitation.

L'exploitation agricole, brève présentation

Nom de l'exploitation :	Altitude :
Statut juridique :	SAU dont assolement :
Nombre d'UTH :	
Date de création :	
Nombre d'animaux, races :	Autre atelier ?
Quota :	Autre activité ?
Lait vendu :	

Les pratiques agricoles

L'élevage laitier

✓ Quelques résultats

Production moyenne par vache	TB	TP	Taux de cellules	Taux de renouvellement	Nbe VL réformée par an, finition
Valorisation des jeunes animaux (âge, poids): Croisement avec des races à viande ?					

Est-ce que vous êtes adhérent du contrôle laitier ? (dans résultat, g concentré/L lait ?)

✓ Conduite d'élevage

Reproduction : Quel est l'âge au premier vêlage ? l'IVV ? avez-vous des problèmes de reproduction ? (fertilité..)

Bâtiments : quels types de bâtiments ?

Est-ce que les animaux pâturent ? Date de sortie, date d'entrée :

Comment s'abreuvent ils ? (citernes, point d'eau, cours d'eau)

Alimentation : Combien de kg de concentrés sont distribués ?
Quels composants de la ration ?

Achat de fourrages ?

Achat de concentrés, de céréales ?

Est-ce que vous analysez les fourrages ?

Est-ce que vous revoyez le rationnement en conséquence, tous les ans ?

Sanitaire : Rencontrez-vous des problèmes de santé récurrents ? (mammites, boiterie, troubles alimentaires...)

Les productions végétales

✓ Caractéristiques du parcellaire

Avez-vous des parcelles cultivées de plus de 12 ha ? (cmb)

Y a-t-il des parcelles en pente ? Quel est leur assolement ? (cmb ha)

Avez-vous des parcelles où il y a des problèmes de gestion de l'eau ? (sol séchant, gorgé d'eau, irrigation, drainage...)

Est-ce que vous faites des analyses de sol ?

✓ **Pratiques**
Prairies Permanentes

Quelle est la gestion des PP ? fertilisation et utilisation

Parcelles cultivées (hors PP)

Quelles espèces sont cultivées ? (y compris composition PT)

Quelles sont les rotations effectuées ?

Avez-vous des intercultures, des engrais verts, des cultures d'hivers ? (présence de sol nu l'hivers ?
cmb ha)

Quelle est la date de fauche ? (précoce ou tardive ?)

Fertilisation : Organique : type, mode épandage, surface concernée, régularité

Minérale : type, mode d'épandage, surface concernée

Si des parcelles épandues ont des cours d'eau, quelle distance gardez-vous dans épandage au bord du cours d'eau ? (respect ZNT)

Si besoin : est-ce que vous corrigez le pH, chaulage ?

Est-ce que vous labourez ? (cmb ha) parcelles en pentes également ?

Y a-t-il application de phytosanitaire ? D'insecticides ? (sur cmb ha, combien de traitements)

Avez-vous des problèmes particuliers dévastant les cultures ? (bioagresseurs, maladies, ravageurs...) Appui technique de la chambre ?

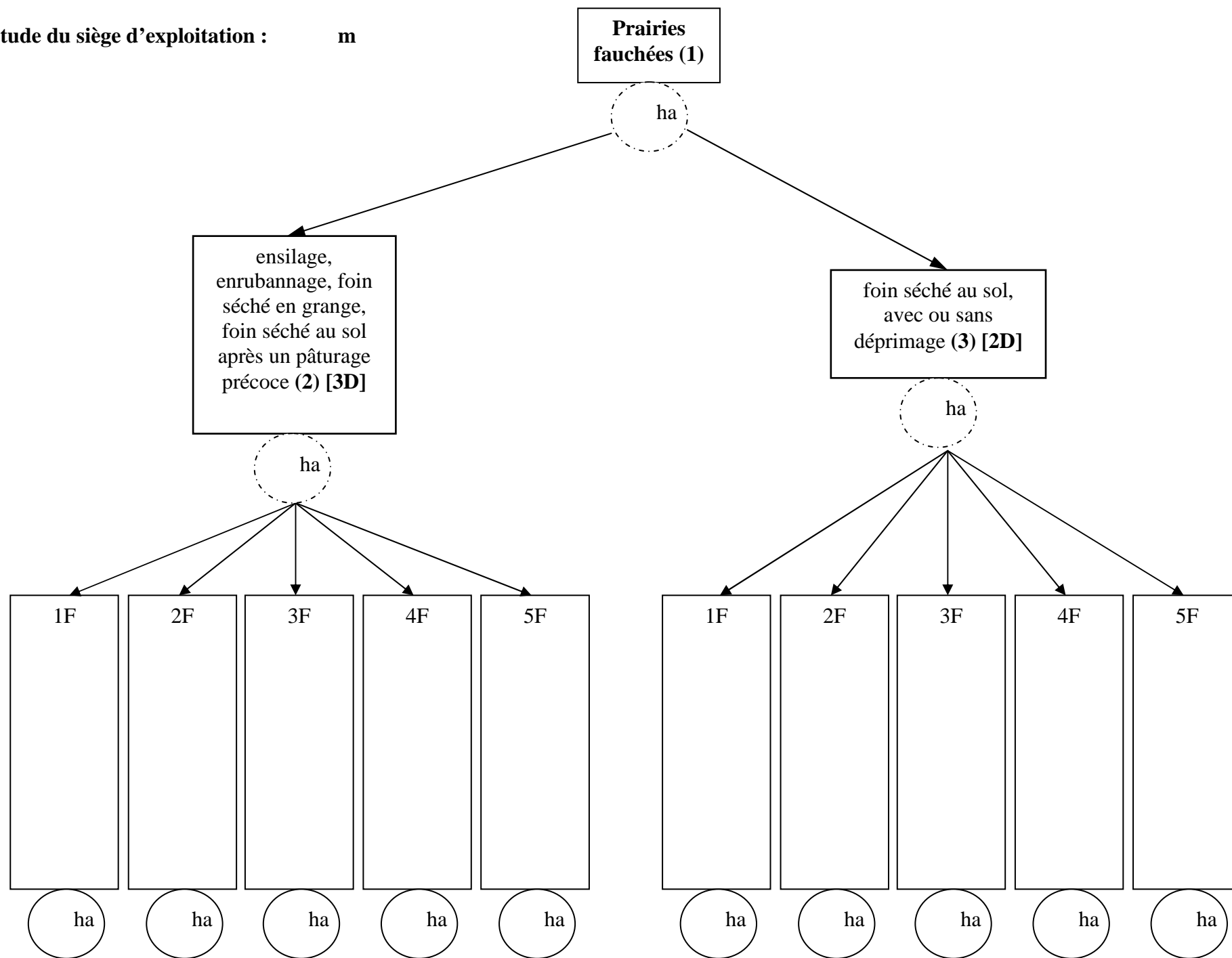
Comment luttez-vous contre ces problèmes ? lutte biologique (lutte par espèces naturelles) traitement...)

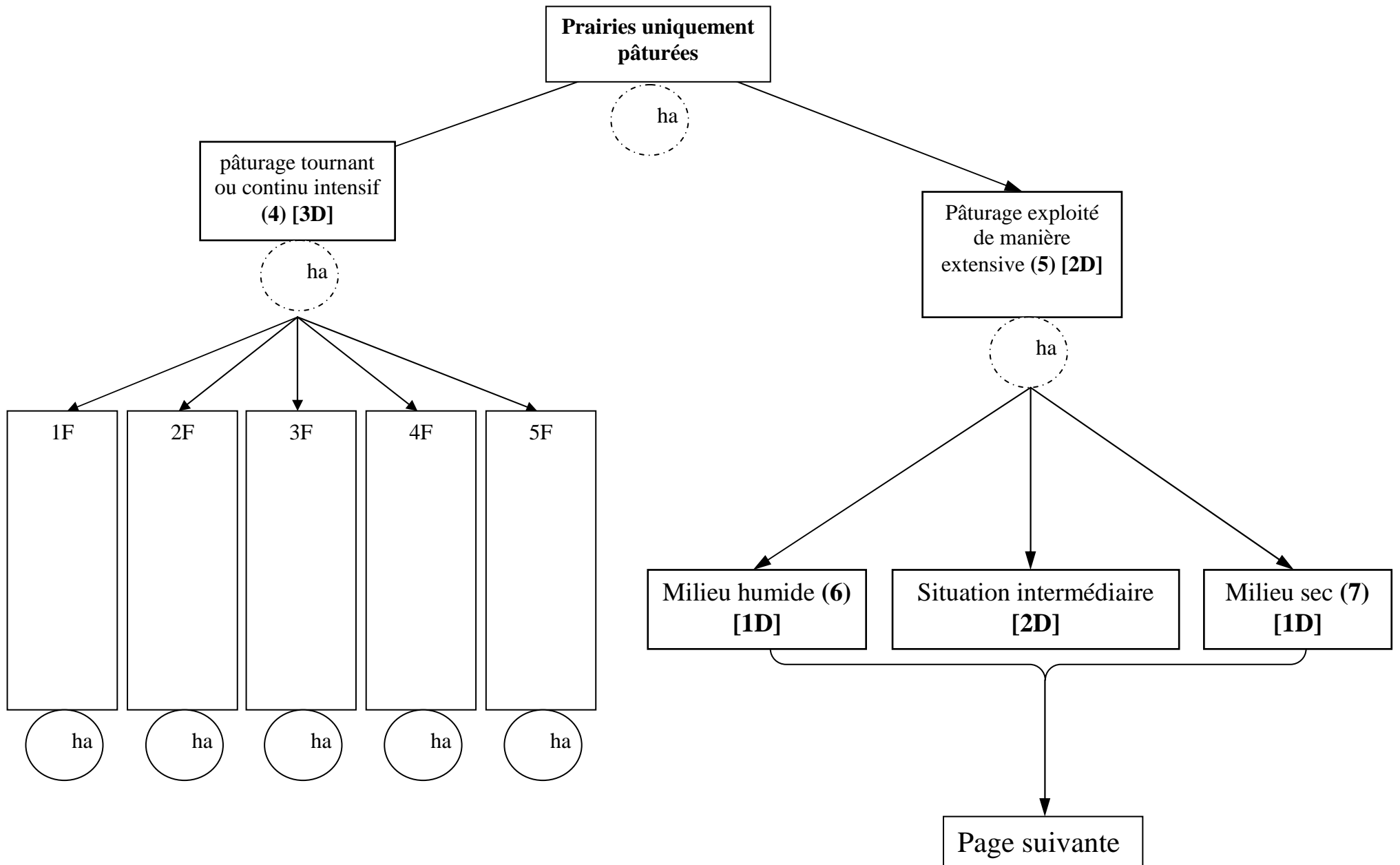
Quels sont les rendements de vos cultures et fourrages ?

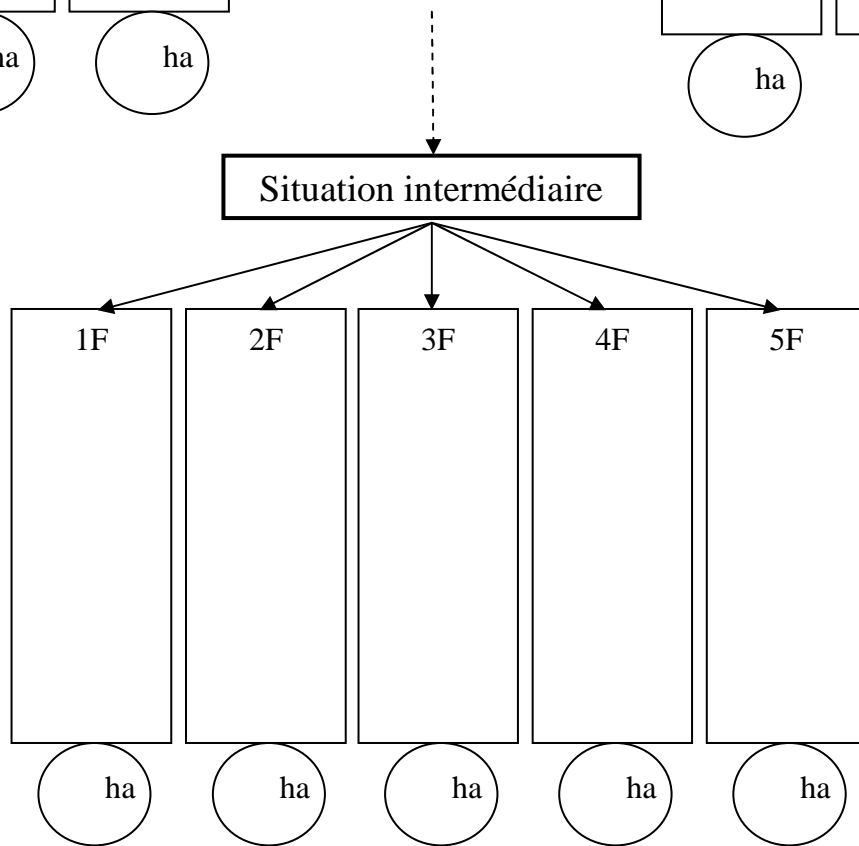
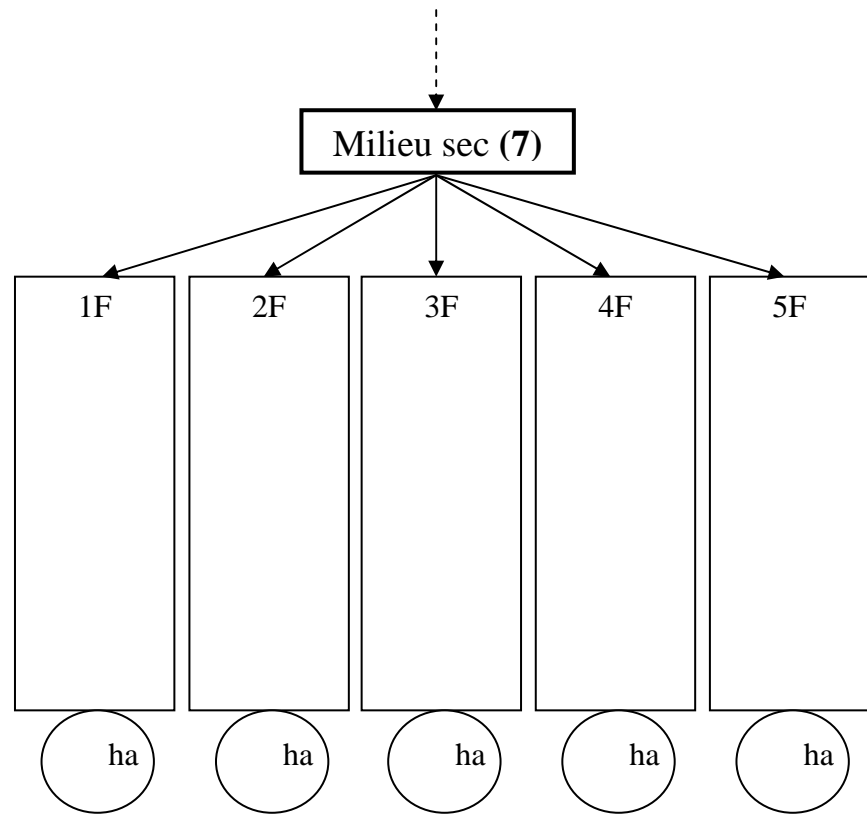
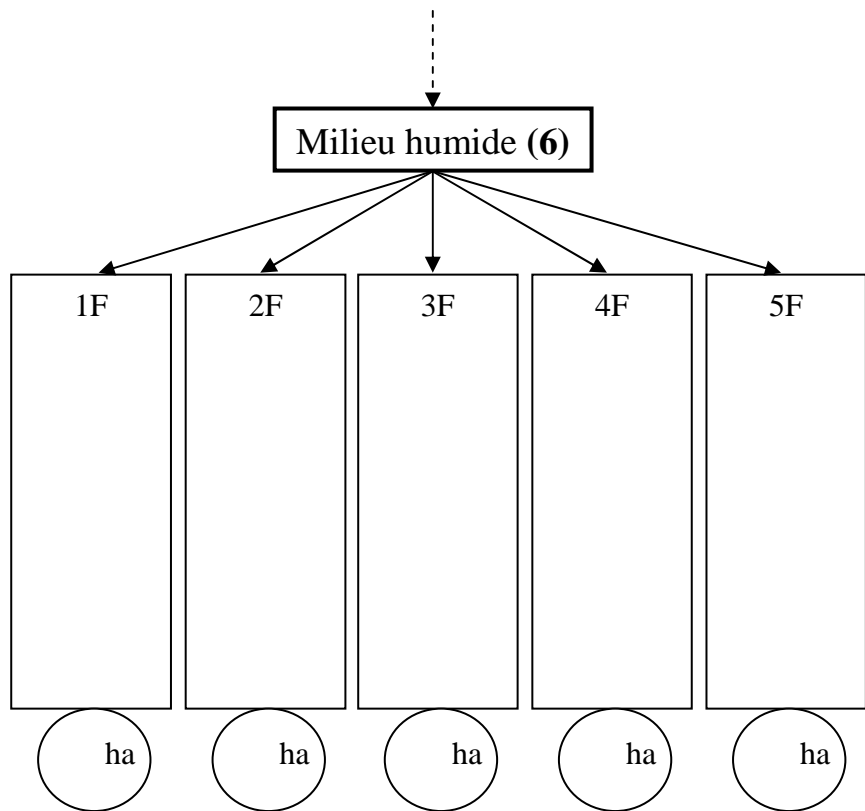
Vendez-vous des fourrages ?

Des cultures ?

Altitude du siège d'exploitation : m







Mode d'exploitation :

(1) Prairies qui sont fauchées en première coupe ou après un déprimage plus ou moins sévère – il ne s'agit pas seulement des prairies qui sont uniquement fauchées.

(2) Cette catégorie vise à rassembler les prairies qui font l'objet d'une première intervention qui soit à la fois précoce et intense. En cas de pâturage comme première intervention avant la fauche, on distingue ce pâturage précoce du déprimage (cas 3) par le fait que le couvert végétal est suffisamment mangé pour que les repousses ne contiennent que peu d'épis.

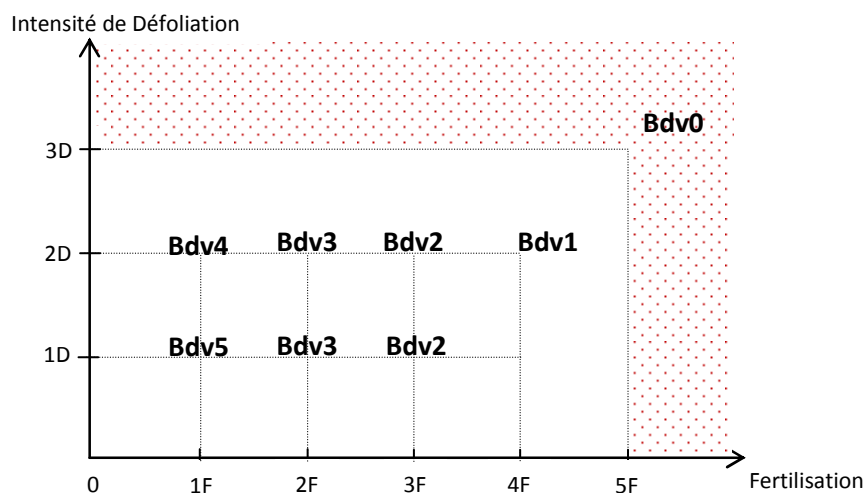
(3) Il s'agit ici d'un vrai déprimage : le pâturage est précoce, rapide et peu intense. Les épis des espèces herbacées ne sont pas coupés ou très peu.

(4) L'herbe est courte et homogène à la sortie des animaux (pas ou peu de refus – ou il y a fauche des refus) - Si les pratiques sont changeantes en cours d'année, c'est ce qui se passe au printemps qui importe le plus.

(5) L'herbe est hétérogène quand les animaux sortent, il y a des refus et ceux-ci ne sont pas fauchés – il peut y avoir des petits ligneux dans la parcelle.

(6) Milieu humide = sol gorgé d'eau de façon continue en hiver et au printemps (au moins).

(7) Milieu sec = sol superficiel (< ~ 10 cm) et en pente.



Niveau de fertilisation :

Ferti	Engrais minéral	Engrais organique
1F	0	Très occasionnel
2F	0	Régulier
3F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâturage)	Occasionnel
4F	< 80 unités N/ha/an (fauche) < 40 unités N/ha/an (pâturage)	Régulier
5F	> 80 unités N/ha/an (fauche) > 40 unités N/ha/an (pâturage)	Avec ou sans apport

[1D], [2D], [3D] correspondent aux intensités de défoliation du graphique 2, utilisé pour définir la biodiversité de la parcelle (ou groupe de parcelle).

[1D] = Taux d'utilisation extensif, sur milieu contraignant

[2D] = Taux d'utilisation extensif, sur milieu favorable

[3D] = Taux d'utilisation intensif

Les éléments agro-écologiques

Les zones particulières

Avez-vous des zones remarquables, sous contrat Natura 2000 ou autres (parcs, chartes...) ?

Combien d'hectares sont engagés en PHAE ? Autres MAE ?

Est-ce que la zone est vulnérable aux nitrates ? oui/non

Les éléments agro-écologiques

✓ Entretien

Selon guide, ou connaissances ? Entretien haies, bois de chauffage.. ?

Espèces locales dans les haies ? oui/ non

Lisière de forêt : désherbées, fauchées, transition ou net ?

Sous clôture : fauchées, broyées, aucune intervention ?

Milieu humide : mares, étang : entretenu, drainé, aucune intervention ?

Quelle végétation autour des cours d'eau ?

Est-ce que des voies publiques, chemins pédestres traversent l'exploitation, sont autour des parcelles ? Est ce que vous les entretenez ?

Avez-vous et entretenez vous des bâtis patrimoniaux ?

Type IAE	Catégorie	Unités
Arbre isolé (nbr)	Petit (environ 8m de haut, 15 cm de diamètre à 1m30, 5m de diamètre de houppier)	
	Moyen (environ 12m de haut, 35 cm de diamètre à 1m30, 10m de diamètre de houppier)	
	Gros (environ 16m de haut, 60 cm de diamètre à 1m30, 15m de diamètre de houppier)	
Haie (m)	Basse (environ 2m de large, 1m haut)	
	Buissonnante/Arbustive (environ 5m de large)	
	Arborescente monospécifique (10 m large)	
	Arborescente plurispécifique et poly stratifiées	
Murets(m)	Petit 50cm) moyen (1m) grand (1.5m)	
Bosquets	ha	
Vergers hautes tiges	Densité 50-100 arbres	
	Densité 100 -250 arbres	
Talus, muret et terrasses	mètre	
Lisière (m)		
Bordures de champ (ha)	Standard	
Jachères (ha)		
Bandes enherbées en bordure de cours d'eau (ha)		
Mare / Etang	1 m périmètre	
Tourbières (ha)		
Agroforesterie (ha)	Sylvopastoralisme (Arbre moyen)	
	Agrisylviculture (Arbre moyen)	
Ripisylve (m)		
Fossé et cours d'eau (m)	1 m périmètre	

Divers

Quelle est votre consommation de fioul ?

Quelle est votre vision sur votre niveau de charge ? (élevé, bas, moyen) comment le percevez vous ?

Quelle est votre vision sur la valorisation de vos produits ?

Comment jugez-vous votre qualité de vie (travail, temps libre, salaire...) ?

Comment appréhendez vous l'après quota ? (augmentation de la production, de la qualité, de la rentabilité ?)

Quelle est votre vision de l'exploitation à moyen terme, avez-vous des projets en vue... ? (Transmission si question se pose)

Une dernière question sur la biodiversité, la nature...qu'est ce que vous pensez de tout ça, votre point de vue... ? (question très ouverte)

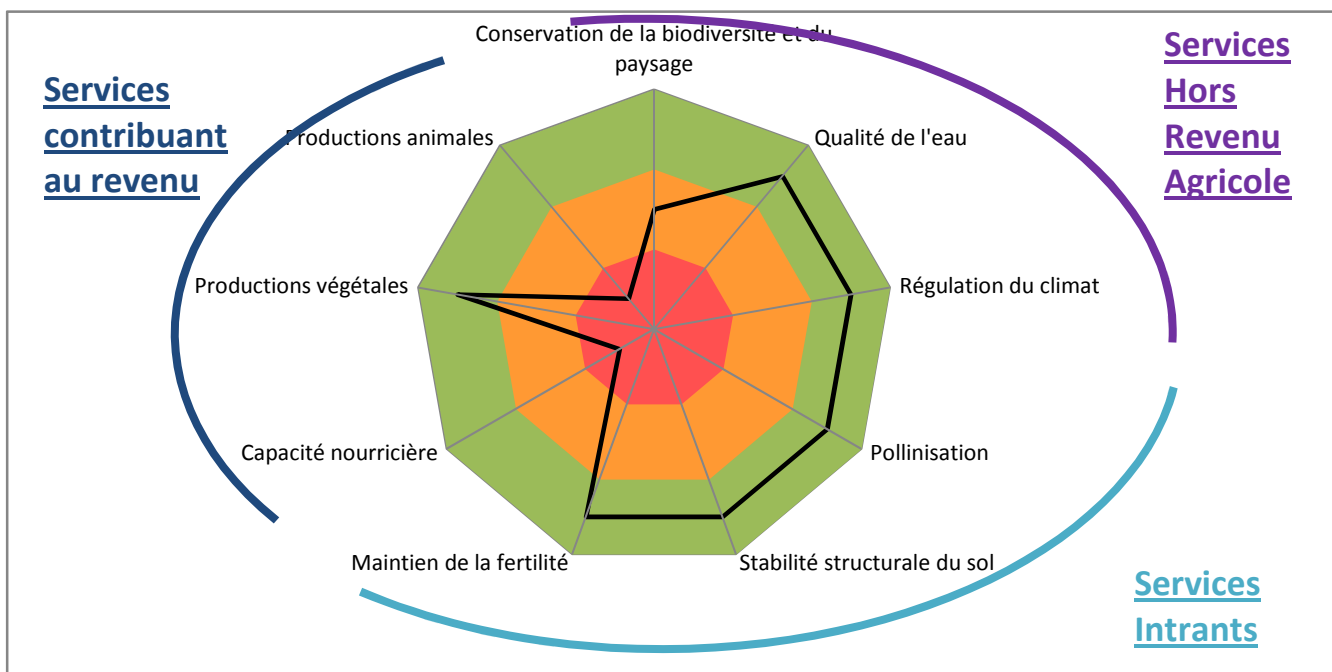
Annexe 5 : Exemple de rendu individuel aux éleveurs

Services rendus par l'exploitation ...XXX...

Il est actuellement reconnu que l'élevage laitier rend des services à la société et la nature. Ce document illustre certains de ces services, afin de valoriser l'importance de l'élevage laitier dans le territoire. Le type de service le plus connu est celui contribuant au revenu de l'éleveur : produire des matières premières (végétales ou animales) pour nourrir les Hommes. Mais l'élevage produit également des services « hors revenu agricole » comme le fait de contribuer au maintien de la biodiversité et du paysage, de stocker du carbone, ou de maintenir la qualité de l'eau. Enfin des services dits « intrants » sont rendus, ils consistent à préserver la nature sur laquelle repose l'agriculture : la contribution à la pollinisation, au maintien de la fertilité des sols ou de leur stabilité structurale.

Le radar ci-dessous indique comment l'exploitation XXX (ligne noire) contribue aux différents services. Elle est contributrice pour la plupart des services, sauf celui de conservation de la biodiversité et du paysage pour lequel elle est préservatrice, et ceux de productions animales et capacité nourricière pour lesquels elle est altératrice.

Les critères et les pratiques expliquant ces résultats sont détaillés dans ce document.



Services Hors revenu agricole

Conservation de la biodiversité et du paysage

1) Conservation de la biodiversité

La diversité de l'assolement favorise la diversité faunistique et floristique

L'exploitation est défavorable par rapport au territoire car elle a un assolement moins diversifié que ce dernier.

Certaines pratiques agricoles ont un impact important sur la biodiversité

Pratiques favorables rencontrées : pas d'insecticides, nombre important d'espèces cultivées dans les prairies notamment, type pluriannuel et aucune parcelle de plus de 12 ha, favorisant ainsi la diversité des espèces et leur mobilité.

Selon leur gestion les prairies permanentes sont un réservoir de biodiversité

Les prairies sont soit fauchées très précocement, soit pâturées de manière intensive, ce qui ne leur permet pas de se développer et d'être une réserve de biodiversité en tant que telle.

L'éleveur peut être engagé dans des contrats pour préserver la biodiversité (facultatif)

L'exploitation n'a pas de contrats spéciaux.

2) Contribution au paysage

Contribution à la densité des infrastructures agro-écologiques du paysage

La densité des infrastructures agro-écologiques est très élevée dans ce territoire (91%) et la densité au sein de l'exploitation est du même ordre (88%). Ce critère est donc favorable.

Contribution à l'hétérogénéité du paysage

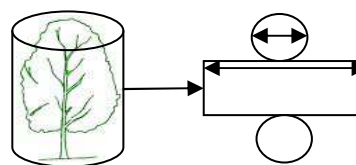
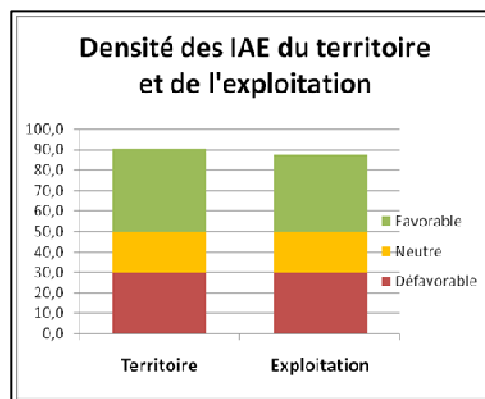
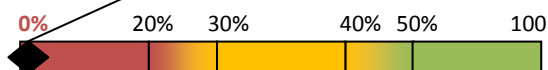
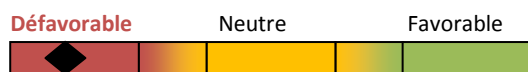
Les surfaces des infrastructures agro-écologiques de l'exploitation sont estimées par une approche géométrique. Selon l'exemple ci-contre, la surface d'un arbre est calculée comme celle d'un cylindre.

La surface totale obtenue des IAE représente 1,8 fois la SAU, ce qui participe à la complexité du paysage et est très favorable.

Bilan



La conservation de la biodiversité est mitigée entre des pratiques favorables, et un assolement peu diversifié ainsi que des prairies conduites intensivement. La contribution au paysage en revanche est très favorable, globalement l'exploitation est préservatrice.



Définition : Infrastructures agro-écologiques (IAE) : éléments non productifs du paysage : haies, arbres, mares, étang, cours d'eau...

Qualité de l'eau

1) La présence de zones tampons préserve la qualité de l'eau

L'aménagement des cours d'eau filtre l'eau

L'exploitation n'est pas concernée par les cours d'eau.

Les couverts pérennes filtrent l'eau et réduisent le ruissellement

La plupart de la SAU a un couvert pérenne (2% de céréales), ce qui est favorable.

2) La fertilisation influe sur la qualité de l'eau

Un excès d'azote peut engendrer la pollution de l'eau

Le bilan de l'azote global prenant en compte les intrants (fourrages, aliments, engrais) et les exportations (vente de cultures, de lait, de viande) est excédentaire de 0,6 kg par hectare, il n'y a pas de risque de pollution par l'azote.

La matière organique favorise la filtration des éléments polluants

La matière organique produite par le troupeau permet de combler la perte des surfaces en cultures.

3) Certaines pratiques altèrent la qualité de l'eau

Les traitements phytosanitaires altèrent la qualité

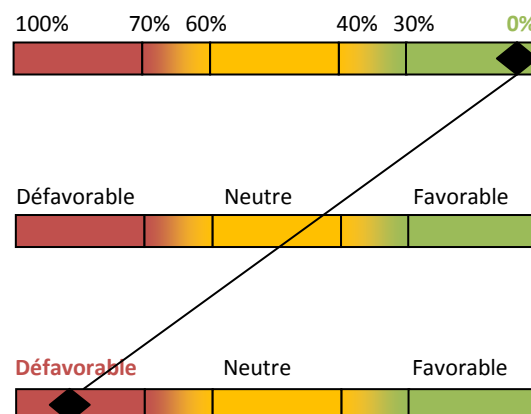
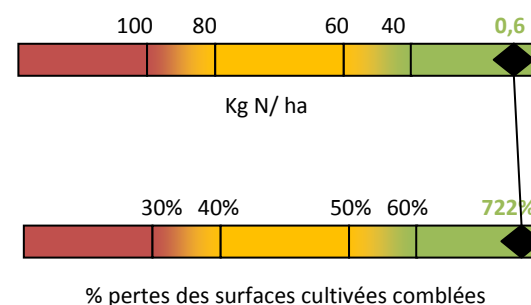
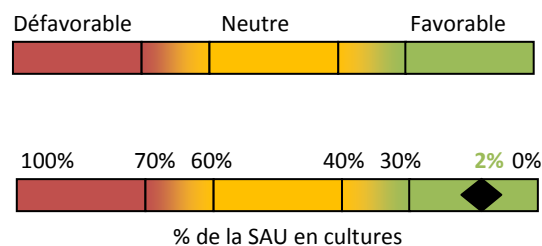
Aucun traitement phytosanitaire n'est effectué ce qui est favorable.

En cas de traitement, la réglementation demande le respect des Zones Non Traitées pour ne pas polluer les cours d'eau

L'exploitation n'est pas concernée.

L'abreuvement des animaux dans les cours d'eau pollue l'eau et provoque l'érosion des bords de cours d'eau

En revanche les animaux s'abreuvent dans les cours d'eau directement, ce qui est défavorable.



Bilan



Les zones tampons filtrent l'eau, la fertilisation n'est pas excessive et la matière organique filtre les éléments polluants. Quant aux pratiques elles sont mitigées entre l'abreuvement dans les cours d'eau, et l'absence de produits phytosanitaires. Globalement, l'exploitation est favorable au maintien de la qualité de l'eau.

Régulation du climat

1) Un bilan carbone montre la capacité de l'exploitation à compenser les émissions dues à son fonctionnement global

Ce bilan simplifié prend en compte le CO₂ émis pour l'énergie (fioul, aliment, engrais), l'équivalent en CO₂ des gaz à effet de serre libérés par le troupeau et l'épandage d'engrais minéral et le carbone stocké par les prairies permanentes et les haies.

L'exploitation stocke l'équivalent de 72% de ses émissions, ce qui est très favorable.

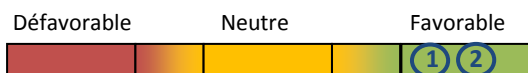


2) La STH et les haies stockent du carbone, compensant l'émission de méthane entérique du troupeau

L'exploitation contient l'équivalent de 160% de sa SAU en Surface toujours en herbe, et en haies (comptées en surface développée comme précédemment). Ces puits permettent de compenser les émissions de gaz à effet de serre dues au troupeau, à hauteur de 172%.



Bilan



L'exploitation dispose de puits de carbone et stocke donc du carbone ce qui compense les émissions de méthane du troupeau, et une partie de ses émissions globales dues au fonctionnement. Elle rend donc un service dans la régulation du climat.

Pollinisation

1) Un habitat favorable aux insectes pollinisateurs est nécessaire

La densité des infrastructures agro-écologiques ainsi que leur surface développée assurent cet habitat. L'importance de la surface d'IAE et leur densité dans le territoire sont favorables à l'attraction d'insectes pollinisateurs.

L'érosion du sol défavorise les insectes habitant sous terre

Le potentiel d'érosion du sol est estimé selon la surface labourée en pente et la surface de sol nu. Ainsi cette exploitation n'a pas de surface soumise à érosion.

2) Des réserves alimentaires pour ces insectes sont nécessaires

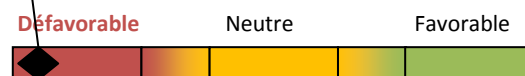
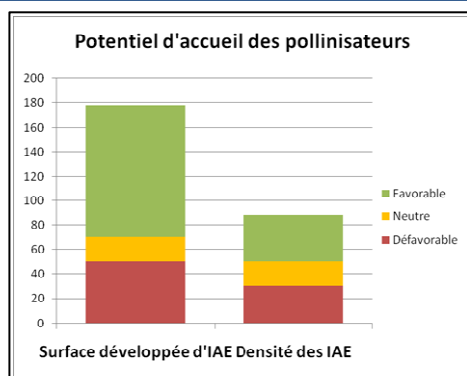
Les prairies favorables à la biodiversité sont fleuries, et fournissent de la nourriture aux insectes. L'exploitation n'a pas de prairies favorables à la biodiversité.

La mosaïque paysagère augmente la probabilité d'avoir de la nourriture toute l'année

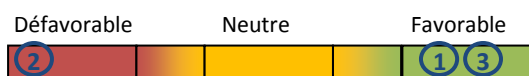
L'exploitation ne contribue pas à la diversité de l'assolement du territoire, elle est défavorable.

3) Des pratiques érosives éliminent les populations de pollinisateurs

Aucun insecticide n'est utilisé, ce qui est favorable aux populations d'insectes.



Bilan



Malgré le fait que l'exploitation ne fournit pas aux insectes pollinisateurs de quoi se nourrir, elle leur fournit un habitat et n'a pas de pratiques destructrices. Globalement, elle est donc favorable à la pollinisation.

Stabilité structurale du sol

1) La couverture pérenne du sol et le système racinaire stabilisent la structure des éléments du sol

Les prairies permanentes ont un système racinaire structurant; les cultures pérennes apportent une couverture permanente

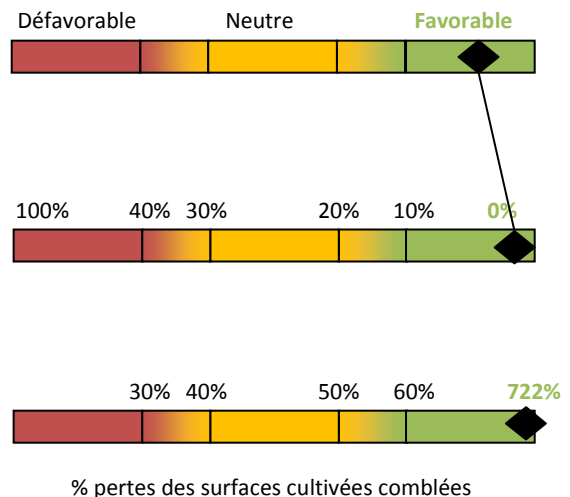
L'exploitation a 40% de sa surface en PP et 58% de cultures pérennes, ce qui est favorable.

L'érosion du sol le déstabilise

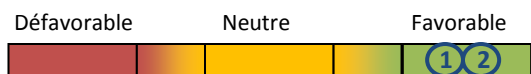
Le potentiel d'érosion du sol est estimé selon la surface labourée en pente et la surface de sol nu. Ainsi cette exploitation n'a pas de surface soumise à érosion.

2) Le complexe argilo-humique stabilise le sol

100% de la surface cultivée a un apport régulier en matière organique (on entend par régulier tous les 2/3 ans). De plus, la matière organique produite par le troupeau permet de combler la perte des surfaces en cultures, et donc de maintenir le complexe argilo humique.



Bilan



Le sol est tenu par un couvert végétal pérenne et son système racinaire. Le complexe argilo humique est fourni en matière organique régulièrement, ce qui stabilise le sol. L'exploitation contribue donc au maintien de la stabilité structurale du sol.

Maintien de la fertilité des sols

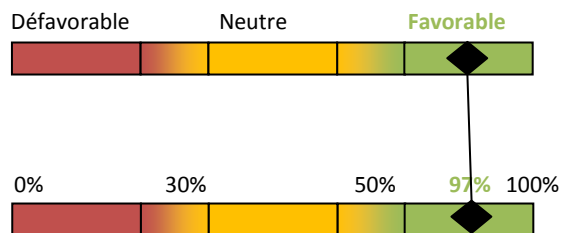
1) L'humus contribue à la fertilité des sols

La matière organique contribue à la fertilité

La matière organique produite par le troupeau permet de combler la perte des surfaces en cultures, et de maintenir la fertilité

Les prairies temporaires dans les rotations maintiennent la fertilité des sols cultivés

Les prairies temporaires représentent 97% de la surface cultivée, ce qui assure un apport de matière organique



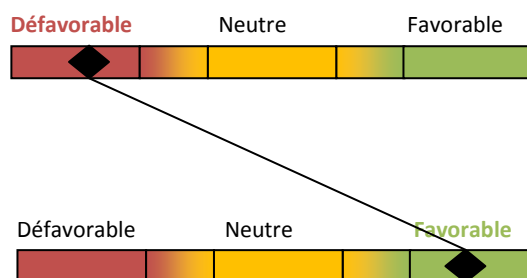
2) Les éléments doivent être disponibles pour les plantes

Les légumineuses fixent l'azote et le rende disponible à la culture suivante

Il n'y a pas de légumineuse dans cette exploitation

Les constituants du sol doivent être connus, et le pH contrôlé

Des tests sont effectués pour connaître la composition chimique du sol, et des apports sont effectués pour améliorer le pH.



Bilan



Les pratiques de l'exploitation préviennent la perte d'humus et d'éléments minéraux. Malgré l'absence de légumineuse, ces minéraux sont disponibles pour les plantes. L'exploitation maintient la fertilité du sol.

Services contribuant au revenu

Capacité nourricière de l'exploitation

1) Capacité nourricière

Cet indicateur définit la capacité de l'exploitation à nourrir les hommes, en termes d'énergie et de protéines produites, comparés aux besoins des Hommes. Cet indicateur est calculé par le programme PerfAlim.

Cette exploitation a la capacité de nourrir **241 personnes par an**, en termes de protéines animales.

2) Capacité productive /ha

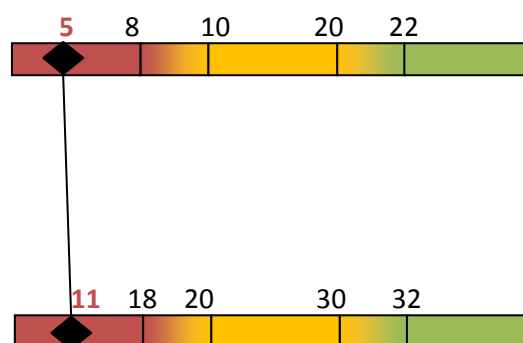
Le nombre de personnes nourries est ramené à l'hectare, en termes de protéines animales.

Cette exploitation a la capacité de nourrir 5 personnes/ha

3) Capacité productive /VL

Le nombre de personnes nourries est ramené par vache laitière, en termes de protéines animales.

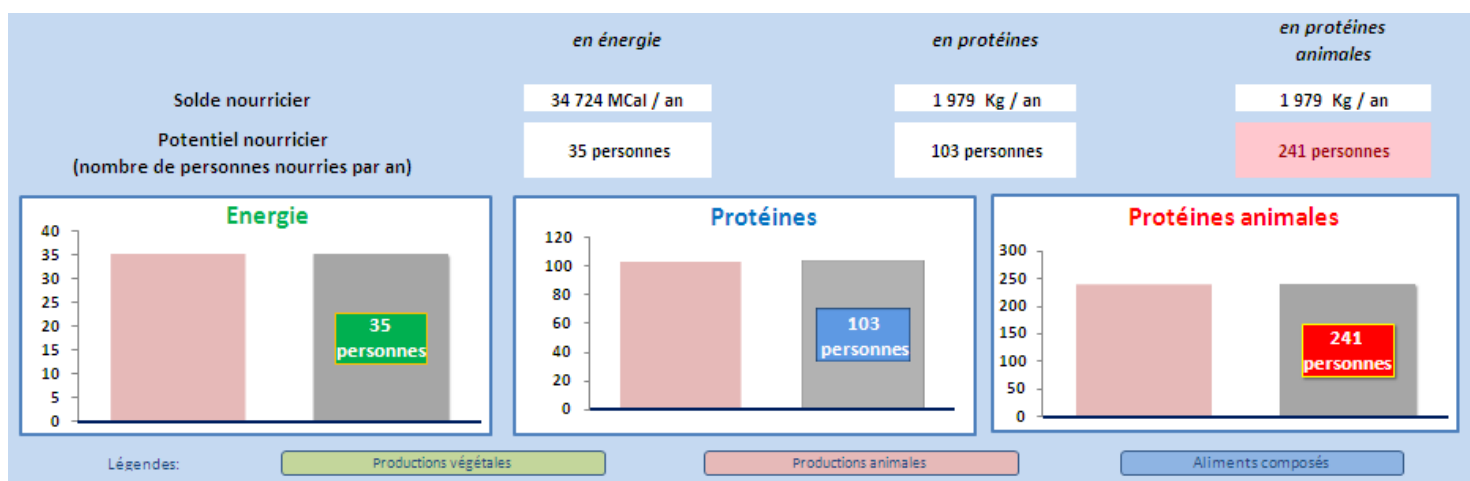
Cette exploitation a la capacité de nourrir 11 personnes/an



Bilan



Cette exploitation a donc une capacité nourricière faible, si on rapport le nombre de personnes nourries par ha et par VL, ce service est défavorable



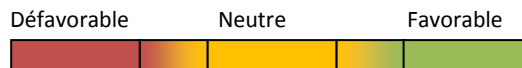
PerfAlim

Le calculateur de performance nourricière de l'exploitation agricole

Productions végétales

1) L'exploitation produit des céréales pour la consommation humaine

Les rendements indiquent sa capacité productive
Cette exploitation n'est pas concernée par les cultures.



2) Production fourragère et productions animales

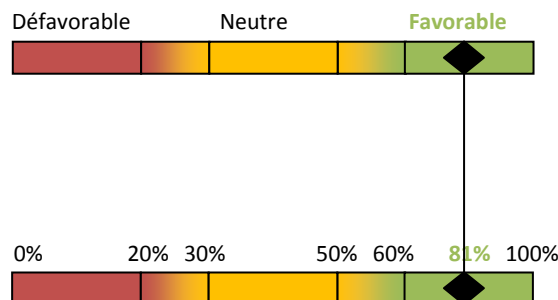
L'autonomie fourragère indique la capacité à pourvoir les besoins du troupeau en fourrages

Cette exploitation est autonome en fourrage, elle n'en achète pas.

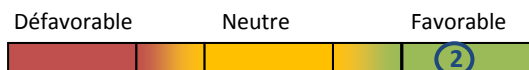
La productivité autonome montre la capacité de l'exploitation à couvrir les besoins énergétiques du troupeau avec ses fourrages

Les besoins en UF sont estimés ainsi que la part comblée par les concentrés achetés et autoconsommés. Le reste est donc couvert par les productions de l'exploitation.

Cette exploitation couvre 81% des besoins énergétiques de son troupeau laitier.



Bilan



L'exploitation n'est pas concernée par les cultures. En revanche elle est autonome en fourrage, et parvient à subvenir à 81% des besoins énergétiques avec sa production.

Productions animales

1) La capacité de production de lait et de viande de l'exploitation

La production laitière et bouchère

Race Prim'Holstein 21VL
55493 L livrés en 2012, quota 65000L
30159L produits par UTH
2958kg/VL
TB 39 TP 31
1231L / ha SFP
Environ 1,8T viande vendues (réformes et veaux)

Les résultats techniques influent sur la production

Age au premier vêlage
IVV
182 g concentrés/L lait

Certains problèmes influent sur la production

Pas de pénalités à cause des cellules

2) La capacité de produire des engrais de ferme

Grâce aux éléments minéraux contenus dans les effluents d'élevage du troupeau laitier, l'exploitation produit l'équivalent de **904kg d'ammonitrate 33,5 ; 73kg de superphosphate 45 ; 771kg de chlorure de potassium à 66,1%**.

Il est également intéressant de traduire les éléments minéraux produits par les effluents en potentiel de production de différentes cultures. Pour cela nous avons pris en compte besoins en azote de la prairie (moyenne de tous modes de conservation confondus) du maïs et du blé. En moyenne le groupe pourrait subvenir aux besoins en azote de **16 TMS d'herbe ou 30 TMS d'ensilage de maïs ou 126 qx de blé tendre**.

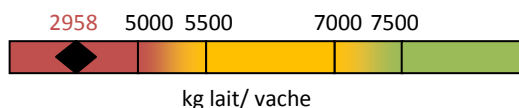
Bilan

L'exploitation a une production laitière assez faible, avec un rendement par vache en dessous de la moyenne nationale. Elle a la capacité de produire des engrais de ferme et de subvenir aux besoins en azote de différentes cultures.

Résultats 2011 des cas types des réseaux d'élevage, à titre indicatif

Spécialisés de montagne, <10% maïs dans SFP, Massif Central :

38% élevages en Prim'Holstein, 44VL
265 500 L livrés, quota 274 700 L
155 300 L produits par UTH
6490kg/VL
TB 40.5 TP 33



268g/L

Annexe 6 : Caractéristiques des exploitations enquêtées

Exploitation	Type de système	Type de paysage	Statut juridique	Nb UTH	SAU	Nb VL	kg lait par vache CL	% Maïs dans SFP	% SFP dans SAU	Quota	lait livré 2012
12bordplateau	Lait et viande Herbe-Maïs	montagne fermée	EARL	2,75	113	43	9211	15	79	314000	304077
12plateau	Spé montagne Herbe-Maïs	montagne fermée	Exp Ind	1,5	60	40	9900	17	80	390000	395625
22bocagedense	Lait et viande Maïs	plaine fermée	Exp Ind	1	70	45	6000	32	89	294000	255468
22bocageelargi	Lait et viande Maïs	plaine fermée	GAEC	2	100	60	6000	40	75	370000	393071
29plateau	Spé plaine Maïs	plaine fermée	EARL	2,7	136	100	8000	31	72	750000	559189
43plaine	Polyculture élevage Maïs	plaine semi-ouverte	GAEC	2,75	171	57	7300	34	68	400000	313657
53alpesmancelle	Lait et viande Maïs	plaine fermée	EARL	3	149	68	7607	38	60	480000	475174
53ouvert	Spé plaine Maïs	plaine fermée	EARL	2	75	45	9500	44	67	410000	402604
56ouvert	Lait et hors sol Maïs	plaine semi-ouverte	Exp Ind	1,5	116	70	8000	45	63	565000	580065
57plateaulorrain	Lait et viande Maïs	plaine ouverte	EARL	2	192	65	9000	49	43	530000	530000
57saulhois	Polyculture élevage Maïs	plaine ouverte	GAEC	4	359	95	7500	56	30	750000	750000
59culture	Polyculture élevage Maïs	plaine ouverte	GAEC	2	157	80	9400	53	34	670000	762942
62prairie	Spé plaine Maïs	plaine semi-ouverte	EARL	1,5	69	35	7000	32	55	230000	230000
62prairieculture	Polyculture élevage Maïs	plaine semi-ouverte	EARL	2,3	143	80	8530	48	41	605000	572210
63combrailles	Spé montagne Herbe	montagne fermée	Exp Ind	2	50	21	3500	0	98	65000	55493
63forez	Spé montagne Herbe	montagne fermée	Exp Ind	1	80	50	4500	0	88	200000	189641
68sundgau	Spé montagne Herbe-Maïs	montagne fermée	GAEC	3	135	70	6850	11	96	420000	334529
69beaujolais	Spé montagne Herbe-Maïs	montagne fermée	GAEC	2	102	55	9000	16	93	470000	435067
72bocagedestructure	Lait et hors sol Maïs	plaine fermée	GAEC	2,75	141	55	8300	30	70	387623	362874
72sableux	Lait et viande Maïs	plaine semi-ouverte	GAEC	2,5	184	100	7100	35	54	675170	675170
80plateau	Polyculture élevage Maïs	plaine ouverte	GAEC	2	120	50	8400	32	42	420000	359175
90sundgau	Lait et viande Herbe-Maïs	plaine fermée	Exp Ind	1	96,5	50	6845	19	61	267000	248838



MICHELIN, Nadège, 2013, Première approche de la contribution de l'élevage laitier au maintien des services écosystémiques, 40 pages, mémoire de fin d'études, Lempdes, 2013.

STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIEES:

- ◆ Institut de l'Elevage (IDELE)
- ◆ Sodiaal

ENCADRANTS :

- ◆ Maître de stage : MANNEVILLE, Vincent (Institut de l'Elevage)
- ◆ Tuteur pédagogique : BLANC, Fabienne

OPTION : Elevages et Systèmes de Production

RESUMÉ

En France, la production de lait est très importante, avec une augmentation de la productivité et de la taille des exploitations, palliant la diminution du nombre de vaches et d'exploitations. Depuis le Millennium Ecosystem Assesment en 2005, il est reconnu que les écosystèmes rendent des services nommés services écosystémiques, dont la société tire des bénéfices. L'INRA a proposé une classification de ces services en trois catégories : les services de production, les services intrants et les services hors revenu agricole. L'élevage, considéré comme un agro-écosystème, rend également des services à la société en parallèle de la production, pour lesquels il n'est pas rémunéré. Ce projet effectué par l'Institut de l'Elevage porte sur l'étude de ces services dans le cas des élevages de vaches laitières. Il est réalisé en partenariat avec la coopérative laitière française Sodiaal, qui est intéressée par un service en particulier : la conservation de la biodiversité. Une méthode a été élaborée permettant de qualifier et quantifier neuf services et 22 enquêtes d'éleveurs sur la zone de production de Sodiaal, à échelle nationale, ont été effectuées. Elles ont été classées selon leur système et le type de paysage auquel elles appartiennent. Les résultats montrent que l'élevage laitier a tendance à préserver ces différents services, bien que certains les limitent. Cette étude détaille les pratiques rencontrées et les résultats qui en découlent. Par exemple l'élevage laitier contribue au maintien des paysages grâce aux haies et autres infrastructures agro-écologiques qu'il entretient.

Mots clés :

Services écosystémiques, systèmes bovin lait, biodiversité, paysage, méthode