



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

## MASTER FAGE

### BIOLOGIE ET ECOLOGIE POUR LA FORET, L'AGRONOMIE ET L'ENVIRONNEMENT

#### SPECIALITE Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes

Evaluation de la biodiversité ordinaire à  
différentes échelles de l'espace agricole

ALINE CHANSEAUME

Mémoire de stage, soutenu à Nancy le 07/09/2010

Maître de stage : Vincent MANNEVILLE, Chef de projet à l'Institut de l'Elevage

Tuteur universitaire : Bernard AMIAUD, Maître de Conférences, UMR Nancy-  
Université - INRA Agronomie et Environnement Nancy-Colmar

Stage réalisé à : INSTITUT DE L'ÉLEVAGE, 9 allée Pierre de Fermat, 63170  
AUBIERE

**2009-2010**

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie tout d'abord Vincent, mon maître de stage pour m'avoir fait confiance et m'avoir laissé une grande autonomie dans mon travail. Je le remercie également pour sa disponibilité, son écoute et ses conseils, ainsi que pour ses schémas constructifs réalisés lors de nos nombreux échanges.

Je tiens également à remercier Bernard AMIAUD, mon tuteur de stage pour l'aide qu'il m'a apporté lors de mon stage.

Merci à Anne Farrugia pour sa disponibilité, ses connaissances et ses idées qui ont fait avancer mon travail, ainsi qu'aux personnes qui m'ont conseillé les différentes exploitations pour mes enquêtes.

Merci aux agriculteurs qui ont accepté de me recevoir sur leur exploitation. Je tiens à les remercier pour leur accueil chaleureux et pour le temps qu'ils m'ont consacré. Leur participation était nécessaire à la réalisation de mon travail.

Un grand merci à toute l'équipe de l'Institut de l'Elevage d'Aubière pour leur bonne humeur, leur accueil et leur disponibilité. Je remercie plus particulièrement Charlotte et Jérémy pour leurs avis, leur aide, leurs solutions et l'agréable ambiance de travail qui régnait dans le bureau des stagiaires.

Pour terminer, un immense merci à ma famille, mes amis et toutes les personnes qui m'ont soutenue tout au long de mes études et sans qui ce mémoire n'aurait pas été possible.

# SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS .....	3
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX .....	4
INTRODUCTION .....	5
I- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE .....	7
a. Des engagements mondiaux pour conserver la diversité biologique des espèces et des écosystèmes.....	7
b. Une opération internationale d'évaluation et de prospective sur les écosystèmes : le Millenium Ecosystem Assessment.....	7
c. Une Expertise Scientifique Collective de l'INRA pour faire l'état des connaissances .....	8
i. La densité d'éléments agro-écologiques .....	9
ii. La connectivité des éléments agro-écologiques .....	9
d. Les indicateurs de biodiversité.....	10
e. La production laitière en France face aux préoccupations environnementales .....	10
f. Les prairies permanentes, zone de régulation écologique de l'exploitation .....	11
II- METHODE ET MATERIEL .....	12
a. Amélioration de la méthode de départ .....	12
i. La diversité de l'assolement.....	12
ii. Maillage de l'espace agricole d'un territoire (MAterr).....	13
iii. Maillage de l'espace agricole de l'exploitation (MAX).....	16
iv. Structure d'exploitation et pratiques agricoles .....	17
v. Biodiversité des prairies permanentes.....	17
vi. Surface de biodiversité de l'exploitation .....	18
vii. Le choix de la notation .....	19
b. Mise en place du test de la méthode. ....	19
III- RESULTATS .....	20
a. La méthode.....	20
b. Dispersion des résultats.....	20
i. Structure de l'assolement .....	20
ii. Maillage de l'espace agricole du territoire et de l'exploitation.....	21
iii. Densité de surface de biodiversité de l'exploitation.....	22
iv. Autres résultats .....	22
c. Discussion avec les agriculteurs .....	24
IV- DISCUSSION .....	25
CONCLUSION.....	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE .....	28

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**CDB** : Convention sur la Diversité Biologique

**CNIEL** : Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière

**EAE** : Eléments agro-écologiques

**ESCo** : Expertise Scientifique Collective

**IFT** : Indice de Fréquence de Traitement

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique

**MEA** : Millenium Ecosystem Assessment

**PAC** : Politique Agricole Commune

**RMT** : Réseau Mixte Technologique

**SAU** : Surface Agricole Utile

**SRPV** : Services de la Protection des Végétaux

**STH** : Surface Toujours en Herbe

**TCS** : Technique Culturelle Simplifiée / Technique de Conservation des Sols

## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1: 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).....	9
Figure 2: Délimitation des zones vulnérables de la directive "nitrates" en 2004. (Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement durable _ Direction de l'eau) .....	11
Figure 3: Effectif de vaches laitières par canton, 2000. (Source : Institut de l'Elevage) .....	11
Figure 4: Grille type pour l'évaluation du maillage du territoire. ....	14
Tableau 1: Tableau d'interprétation des résultats de densité d'EAE. ....	15
Figure 5: Curseur de notation. ....	19
Figure 6: Localisation des 23 enquêtes en France. ....	19
Figure 7: Graphique représentant les valeurs de l'Indice de Shannon pour les territoires et les exploitations évalués.....	20
Figure 8: Graphique représentant les valeurs de l'Indice de Pielou pour les territoires et exploitations évaluées.....	21
Figure 9: Graphique représentant le pourcentage de biodiversité calculé dans le MAter et le MAx. .21	
Figure 10: Graphique représentant les valeurs de l'Indice de dispersion des EAE pour chaque territoire.....	21
Figure 11: Graphique représentant le pourcentage de surface de biodiversité des exploitations obtenu en prenant en compte ou non les prairies permanentes dans le calcul. ....	22
Figure 12: Graphique illustrant la comparaison entre la densité d'EAE et la surface de biodiversité qu'ils représentent sur l'exploitation.....	22
Figure 13: Profils de deux fermes dont une en système conventionnel et une en système biologique. ....	23
Figure 14: Profils de deux exploitations dont une située en montagne et l'autre en plaine. ....	23

## INTRODUCTION

Depuis le sommet de la terre à Rio en 1992, la biodiversité est devenue populaire. On connaît désormais son importance dans de nombreux domaines comme les biotechnologies, la biogéochimie, le tourisme, l'agriculture. Elle est devenue un des enjeux majeur depuis la signature de la convention sur la diversité biologique (CDB). Cette convention est ratifiée à ce jour par environ 190 pays.

Afin d'alerter l'opinion publique sur l'état et les conséquences du déclin de la biodiversité dans le monde, l'Organisation des Nations Unies a proclamé 2010, année internationale de la biodiversité. Suite à cette proclamation, le secrétariat de la CDB a fixé cinq objectifs principaux à atteindre :

- Renforcer la prise de conscience des citoyens sur l'importance de sauvegarder la biodiversité ainsi que sur les menaces qui pèsent sur elle
- Sensibiliser l'opinion à propos des réalisations déjà menées à bien par les communautés et les gouvernements pour sauvegarder la biodiversité ;
- Encourager les personnes, les organisations et les gouvernements à prendre les mesures immédiates nécessaires pour stopper la perte de biodiversité ;
- Promouvoir des solutions innovantes pour réduire les menaces envers la biodiversité ;
- Initier un dialogue entre les parties prenantes au sujet des mesures à prendre pour la période post-2010.

La France déclare, suite à cet appel, la biodiversité comme cause majeure pour 2010 et définit suite à cela une stratégie nationale ainsi qu'un plan d'action spécifique, notamment pour l'agriculture. Dans ce cadre, une des priorités est d'arriver à définir des indicateurs permettant de réaliser un diagnostic global d'une exploitation et exprimer au mieux la pression des pratiques agricoles sur la biodiversité « ordinaire » dans les milieux agricoles anthropisés.

A ce jour, la plupart des méthodes utilisées pour évaluer la biodiversité consiste en des comptages, mais ces méthodes sont lourdes et coûteuses ; elles demandent des spécialistes pour l'identification des espèces. Il manque une méthode permettant une approche globale et simple de la biodiversité sur une exploitation agricole ainsi que l'effet des pratiques agricoles sur cette biodiversité. La recherche de méthodes d'évaluation et d'indicateurs de biodiversité est un des axes prioritaires du RMT Biodiversité (Réseau Mixte Technologique) créé en 2008.

La mission du stage s'inscrit dans ce projet, elle a pour objectif de valoriser les études scientifiques réalisées sur la relation entre l'agriculture et la biodiversité.

Ce mémoire fait suite à ceux de Jérôme Roquel (2008) intitulé « Quels sont les indicateurs disponibles pour gérer la biodiversité à l'échelle de l'exploitation » et de Myriam Brochier (2009) intitulé « Evaluation de la biodiversité à l'échelle d'un territoire agricole à partir d'un indicateur. »

Ce travail est réalisé à l'Institut de l'Élevage (IE), organisme de recherche appliquée et de développement à caractère associatif (association loi 1901). L'IE est dirigé par les représentants des fédérations professionnelles membres de son conseil d'administration. Il exerce une mission générale d'apporteur d'innovation et d'assemblage de connaissances pour l'élevage des herbivores : bovins, ovins, caprins, équins et leurs filières.

L'institut de l'Élevage est composé de quatre départements : Génétique, Techniques d'élevage et qualité des produits, Economie, Actions Régionales. Le stage se déroule dans le département Technique d'élevage et qualité des produits, au sein du service « Bâtiments et Environnement »

Le travail effectué lors de ce stage est en lien avec l'ENSAIA, et est destiné aux exploitations d'élevage et de polyculture élevage. L'objectif principal est de répondre à la problématique suivante : Peut-on évaluer simplement la biodiversité ordinaire de l'espace agricole d'un territoire, d'une exploitation, d'une parcelle à partir d'un assemblage sommaire de la connaissance scientifique ?

Ce diagnostic est basé sur les hypothèses et les études de fonction relatées dans l'expertise collective de l'INRA à savoir :

- La biodiversité d'un territoire dépend de l'organisation spatiale des éléments qui le composent :
  - 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.

La première partie de ce mémoire définit la biodiversité, ses liens avec l'agriculture et présente les différents travaux réalisés sur ce sujet ainsi que les résultats obtenus. Elle présente également la production laitière en France, secteur de production au sein duquel sont réalisés les différents tests de la méthode.

La deuxième partie, matériel et méthodes, expose les propositions apportées à la méthode initiale, les justifications, les différents tests à réaliser sur la méthode arrêtée.

La troisième partie présente les résultats liés à l'ergonomie de la méthode, sa recevabilité auprès des éleveurs enquêtés et la disposition des résultats obtenus de ces enquêtes.

Pour terminer, la quatrième partie discute les résultats et les perspectives liées à ces travaux.

## I- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### a. Des engagements mondiaux pour conserver la diversité biologique des espèces et des écosystèmes

En 1992, le Sommet de la Terre de Rio permet le rassemblement de centaines de chefs d'état sur le thème de l'environnement et du développement. C'est à ce sommet que la biodiversité devient « populaire » et que les populations prennent conscience qu'il faut la préserver. Il a abouti à la signature de la Déclaration de Rio qui fixe les lignes d'actions visant à améliorer la gestion de la planète.

Des traités et engagements sont ressortis de ce rassemblement mondial dont la Convention sur la Diversité Biologique (CDB) qui a trois buts principaux

- La conservation de la diversité biologique (ou biodiversité)
- L'utilisation durable de ses éléments
- Le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

La CDB définit la biodiversité comme la « variabilité des organismes vivants de toute 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. »

On distingue deux grands types de biodiversité : la biodiversité remarquable et la biodiversité ordinaire. D'après le rapport Chevassus-au-Louis (2009) la biodiversité remarquable correspond « à des entités (gènes, espèces, habitats, paysages) que la société a identifiées comme ayant une valeur intrinsèque et fondée principalement sur d'autres valeurs qu'économiques ».

La biodiversité ordinaire, elle, « n'a aucune valeur intrinsèque identifiée comme telle mais qui, par l'abondance et les multiples interactions entre ses entités, contribue à des degrés divers au fonctionnement des écosystèmes et à la production des services qu'y trouvent nos sociétés ».

La CDB a été un point d'appui pour les politiques environnementales qui ont succédé au Sommet de Rio ; elle a créé une dynamique au niveau mondial et national.

### b. Une opération internationale d'évaluation et de prospective sur les écosystèmes : le Millenium Ecosystem Assessment

Le Millenium Ecosystem Assessment (MEA) est une opération internationale d'évaluation et de prospective sur les écosystèmes qui s'est déroulée entre 2001 et 2005. Commanditée par le Secrétaire général des Nations Unies Kofi Annan en 2000, cette opération avait pour objectif d'évaluer les conséquences de l'évolution des écosystèmes sur le bien être humain et d'établir une base scientifique pour mettre en œuvre les actions nécessaires à l'amélioration de la conservation et de l'utilisation durable de ces écosystèmes, ainsi que de leur contribution au bien être humain.

Ce travail a réuni des centaines d'experts venant de 95 pays. Il a abouti à la publication de cinq volumes scientifiques et six rapports de synthèses qui font le bilan de l'évolution des services écosystémiques au cours des cinquante dernières années.

En 2005, le MEA définit les services comme « les bénéfices que les hommes obtiennent des écosystèmes ». Ils sont à différencier des fonctions, qui sont simplement des objets d'étude en agronomie et écologie (Le Roux et al., 2008).

Il propose une classification des services en quatre groupes :

- Les services d'approvisionnement
- Les services de régulation
- Les services culturels
- Les services support ou d'auto entretien (ils sont nécessaires pour le bon fonctionnement des autres services)

En 2008 l'INRA reprend cette classification dans son Expertise Scientifique Collective *Agriculture et Biodiversité*.

### **c. Une Expertise Scientifique Collective de l'INRA pour faire l'état des connaissances**

L'Expertise Scientifique Collective (ESCo) a été réalisée à la demande des ministères de l'agriculture et de l'écologie, dans un contexte marqué par un fort intérêt porté à la biodiversité déclarée cause majeure. Cela fait suite à une prise de conscience par rapport à la perte de biodiversité observée (liée entre autre à l'activité agricole) et à ses multiples rôles.

En effet, l'agriculture, malgré son déclin, reste une activité importante en France, la SAU occupant 54 % du territoire. Elle a, par nature, des impacts directs (positifs comme négatifs) sur la biodiversité. Les ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement ont donc demandé à l'INRA de réaliser un état des connaissances sur les relations entre agriculture et biodiversité, notamment concernant les effets de l'agriculture sur la biodiversité, les rôles et valorisation possible de cette biodiversité pour l'agriculture, les marges de manœuvre techniques pour mieux internaliser la biodiversité dans l'agriculture et enfin la faisabilité économique, technique et sociale de cette internalisation.

L'ESCo ne s'intéresse dans son expertise qu'à la biodiversité ordinaire définie dans le paragraphe I-a.

Ce travail a permis entre autre d'aboutir à une classification des services rendus par la biodiversité, différente de celle proposée par le MEA. En effet l'INRA propose dans son expertise une classification plus « opérationnelle » qui regroupe les services rendus en trois groupes :

- Les services d'intrants
- Les services contribuant au revenu agricole
- Les services produits hors revenu agricole

Cette expertise fait également le point sur les relations entre l'agriculture et la biodiversité. Elle expose notamment les résultats concernant le maillage des territoires.

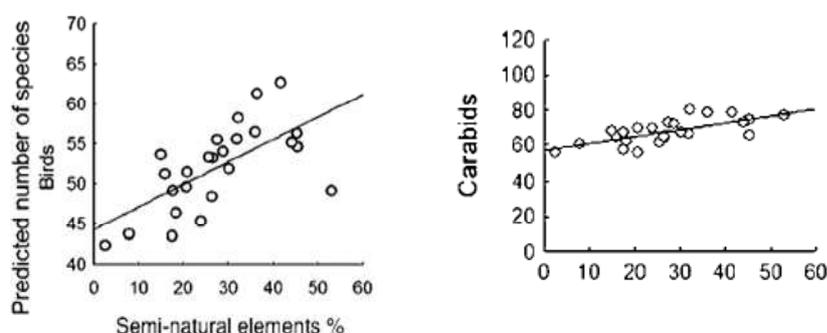
En effet, les éléments agro-écologiques (EAE) sont des éléments fixes du paysage, à la fois utiles et productifs et assurant de nombreux services à l'agriculture et à l'homme. Ils appartiennent au paysage en tant que corridors (forme linéaire) ou « patches » (tâche de couvert végétal homogène).

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.

#### i. La densité d'éléments agro-écologiques

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 Le Roux et al, 2008 et Brochier, 2009, ont montré que la biodiversité augmentait avec la densité des éléments semi-naturels (cf figure4).



**Figure 1: 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)**

#### ii. La connectivité des éléments agro-écologiques

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 travail réalisé dans l'ESCo a également été l'occasion de faire le point sur les indicateurs disponibles pour évaluer la biodiversité dans les espaces agricoles.

#### **d. Les indicateurs de biodiversité**

Un indicateur est défini par Girardin et al, 2005 comme une « variable positionnée par rapport à une référence qui sert au diagnostic, à l'aide à la décision ou à la communication. ». C'est « une information [...] synthétique, caractérisant un phénomène souvent complexe. C'est une variable fournissant des renseignements sur d'autres variables plus difficile d'accès. Il doit simplifier l'information, être facile à mettre en œuvre, sensible aux variations du phénomène, adapté et reproductible. (Institut de l'élevage, 2007)

On trouve différents types d'indicateurs : les indicateurs simples ou les indicateurs composites. On s'intéresse ici aux indicateurs simples et plus particulièrement aux indicateurs indirects qui mesurent l'état de la biodiversité en utilisant des paramètres qui influence cette dernière.

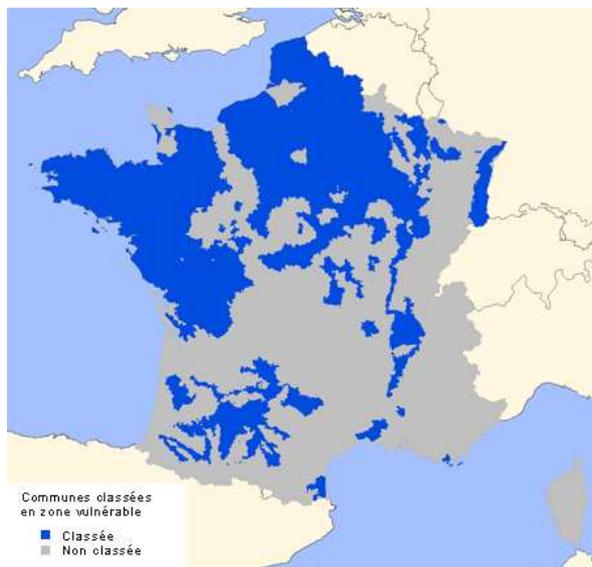
En 2008, Jérôme Roquel fait un point sur les indicateurs existants, disponibles et adaptés à l'échelle de l'exploitation agricole. Il propose également dans son mémoire, un indicateur qui évalue la biodiversité à partir de l'importance des infrastructures semi-naturelles du territoire. Il s'appuie sur l'analyse d'une photographie aérienne.

En 2009, Myriam Brochier reprend les travaux réalisés en 2008. Elle cherche à obtenir un outil simple, rapide d'utilisation et rigoureux. Pour cela, elle améliore et valide l'indicateur de biodiversité à l'échelle d'un territoire agricole de J.Roquel. Elle crée un outil permettant d'évaluer simplement l'impact d'une exploitation sur sa biodiversité, complétant l'indicateur de J.Roquel par quelques variables de pratiques agricoles. La validation pratique de cet outil a été faite lors d'enquêtes dans des exploitations.

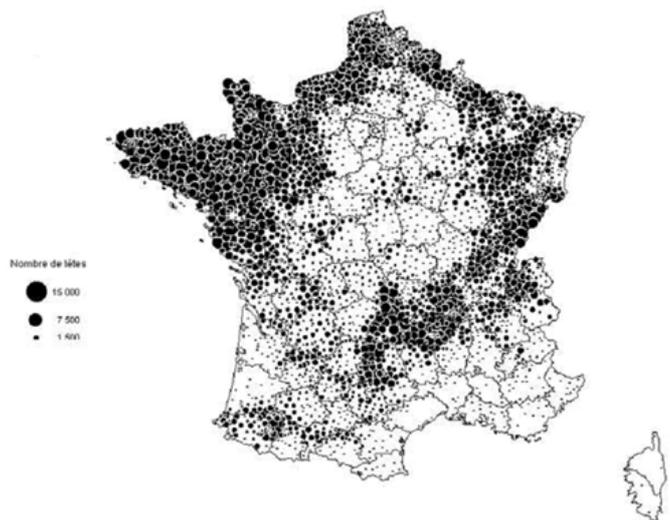
#### **e. La production laitière en France face aux préoccupations environnementales**

Avec 86 000 exploitations, la production laitière occupe environ 30% de la surface agricole française soit environ 20% du territoire national. Tout comme les autres productions agricoles, elle est confrontée depuis quelques années aux préoccupations environnementales et aux questions que celles-ci soulèvent.

En France, le cheptel de vaches laitières est composé d'environ 3,8 millions de têtes, avec une production moyenne par vache de 6 462 kg de lait par an. Cette production varie fortement selon les milieux, certaines régions permettant une production plus importante que d'autres. De même toutes les régions laitières françaises ne présentent pas les mêmes fragilités vis à vis de l'environnement. Par exemple dans le cadre de la directive nitrate, la France a établi des zones vulnérables (cf figure1) à la demande de l'Union Européenne. Ces zones vulnérables sont particulièrement concernées par la contamination des eaux par les nitrates.



**Figure 2: Délimitation des zones vulnérables de la directive "nitrates" en 2004. (Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement durable \_ Direction de l'eau)**



**Figure 3: Effectif de vaches laitières par canton, 2000. (Source : Institut de l'Elevage)**

La figure 2 indique l'effectif de vaches laitières par canton, d'après les données du recensement agricole de 2000.

Les deux cartes présentées ci dessus montrent que 50% des vaches laitières se situent en zones vulnérables.

Les régions laitières de montagne ou semi montagne d'Auvergne et Franche-Comté, ainsi que les régions herbagères de l'Est de la France ont un effectif de vaches laitières importants mais sont moins vulnérables vis à vis de l'environnement car elles possèdent une importante proportion de prairie naturelle, zone de régulation écologique.

#### **f. Les prairies permanentes, zone de régulation écologique de l'exploitation**

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. Ce sont des éléments essentiels au maintien de la biodiversité au sein d'une exploitation.

L'évaluation de la place qu'occupent les prairies au sein de l'exploitation ainsi que leur qualité est importante afin d'avoir une idée du potentiel de régulation offert par ces prairies.

Il est toujours possible d'optimiser les systèmes laitiers du point de vue de l'environnement et d'améliorer leur gestion.

Il paraît aujourd'hui nécessaire d'évaluer l'état de la biodiversité sur les exploitations agricoles, afin de trouver les points « faibles » en ce qui concerne l'environnement et voir quelles seraient les solutions pour avoir un système performant tout en respectant la biodiversité ordinaire présente sur ces exploitations.

## II- METHODE ET MATERIEL

Ce paragraphe présente les indicateurs et variables utilisés pour la méthode d'évaluation de la biodiversité. Nous cherchons ici à justifier le choix des variables indicatrices, ainsi que les modifications apportées à l'indicateur mis en place par Myriam Brochier en 2009.

### a. Amélioration de la méthode de départ

#### i. La diversité de l'assolement

La méthode mise en place en 2009 propose le calcul de la diversité des couverts à l'échelle des territoires. Les types de couvert pris en compte étaient :

- les bois
- les prairies (permanentes ou temporaires)
- les cultures annuelles
- les cultures pérennes
- le bâti appartenant au village
- les points d'eau

La méthode réalisée en 2010 se fixe comme objectif d'évaluer la biodiversité ordinaire des exploitations. Il paraît donc essentiel dans un premier temps de s'intéresser aux différents types de couverts que l'on peut trouver sur une exploitation. On parle ici de structure d'assolement plutôt que de diversité des couverts.

Dans un deuxième temps, il serait intéressant de pouvoir comparer la structure d'assolement du territoire à celle de l'exploitation, afin de pouvoir positionner l'exploitation au sein du territoire qui l'entoure.

Dans les tests réalisés par M. Brochier il en ressort que les agriculteurs ne demandent pas de justifier les calculs ; il n'est donc pas très important d'avoir une variable compréhensible par les agriculteurs au niveau des calculs.

On utilise alors l'Indice de Shannon pour rendre compte de la diversité de l'assolement au niveau du territoire et de l'exploitation.

Cet indice est un indice d'abondance habituellement utilisé en écologie pour décrire la structure des communautés.

Dans la méthode il quantifie la diversité de la structure de l'assolement en combinant deux 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 d'occupation du sol

- H' est minimal (=0) si toutes 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.

L'indice de Shannon est complété ici par l'Indice d'Equitabilité de Pielou. Celui-ci met en évidence une éventuelle dominance d'une catégorie d'occupation du sol **lorsque H' n'est ni minimal, ni maximal**. On regarde ici 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.

Nous créons six catégories d'occupation du sol afin de pouvoir disposer des données nécessaires pour le calcul :

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

Les calculs des Indices de Shannon et Pielou sont faits au niveau du territoire à partir des données du recensement agricole 2000 et au niveau de l'exploitation à partir de l'assolement.

## ii. Maillage de l'espace agricole d'un territoire (MAterr)

Comme cité dans le paragraphe I.c. le maillage de l'espace agricole impacte la biodiversité ; les trois principaux éléments influençant l'état de la biodiversité d'un territoire sont la densité des EAE, leur connectivité et leur répartition.

Ainsi, cet indicateur reprend une partie de l'ITEB (2009). On conserve pour le calcul du maillage les trois variables utilisées dans l'ITEB :

- Densité des éléments agro-écologiques (D)
- Connectivité des éléments agro-écologiques (C)
- Répartition des éléments agro-écologiques (R)

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.

Remarque : une fois intégrée à la photographie aérienne, il est nécessaire d'ajuster la grille à la taille de l'écran afin d'obtenir un territoire de 3000 hectares.

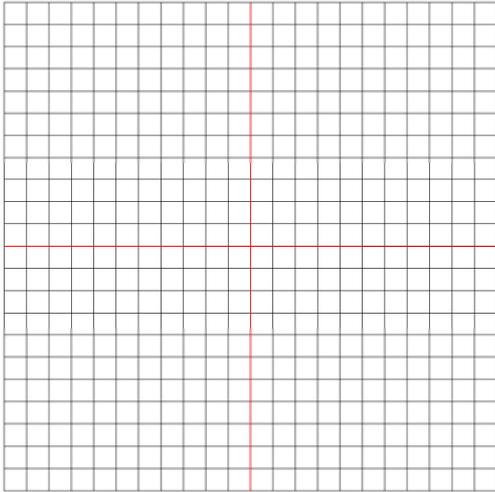


Figure 4: Grille type pour l'évaluation du maillage du territoire.

En ce qui concerne la grille (Figure 3), 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.

### 1. Densité des éléments agro-écologiques (D)

Les éléments agro-écologiques sont des éléments fixes du paysage, à la fois utiles et productifs et assurant de nombreux services tels que la réduction de la dépendance aux pesticides, la stabilité du sol ou encore l'épuration des eaux.

La présence des éléments agro-écologiques assure le maintien d'une structure favorable à la biodiversité sur le territoire. (Voir partie I.c.i)

Pour obtenir la densité d'EAE sur le territoire 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).

Les cases occupées par des EAE correspondent aux cases occupées par des lisières, des haies, des ripisylves, des bosquets, des points d'eau (seuls ces éléments sont visibles sur les photographies aériennes. Pour qu'une haie soit comptée, il faut qu'elle représente au moins la moitié de la largeur de la case.

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

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

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

**Tableau 1: Tableau d'interprétation des résultats de densité d'EAE.**

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.

## 2. Connectivité des éléments agro-écologiques (C)

Les effets négatifs de la fragmentation n'étant visibles que pour un seuil < 30% de densité d'éléments agro-écologiques, le calcul de la connectivité des EAE se fera uniquement pour une densité d'EAE < 30 %.

Pour évaluer la connectivité des EAE, on utilise l'Indice « Voisin le plus proche », cité dans Hargis et al, 1998 et Rutledge, 1998 (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<sub>i</sub> et son plus proche voisin, élément<sub>j</sub>.

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).

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.

## 3. Répartition des éléments agro-écologiques (R)

Evaluer la répartition des éléments agro-écologiques sur le territoire permet de vérifier s'ils ne sont pas tous regroupés dans un même coin du territoire.

Pour évaluer la répartition des EAE sur le territoire on utilise l'Indice de Dispersion ou Indice de variance relative de Fisher. Il peut être utilisé pour déterminer la distribution des individus dans l'espace ; dans la méthode il permet d'obtenir la structure spatiale de l'espace agricole du 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 calcule ensuite la moyenne observée du nombre de  $C_{EAE}$  par quart de territoire ( $\bar{X}$ ) et la variance observée ( $S^2$ ).

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

$I_{dispersion} > 1$  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

### iii. Maillage de l'espace agricole de l'exploitation (MAX)

À 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.

#### 1. Densité des éléments agro-écologiques (D<sub>ex</sub>)

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.

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

L'interprétation est identique à celle faite au niveau de l'espace agricole 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.

Remarque : 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 appartenaient à l'exploitation.

#### 2. Connectivité des éléments agro-écologiques (C<sub>ex</sub>)

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 ( $C_{ae_{ex}}$ ).

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

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

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

#### iv. Structure d'exploitation et pratiques agricoles

Les éléments permettant d'évaluer la structure de l'exploitation et les pratiques agricoles sont regroupés dans un tableau de variables (cf ANNEXE 1). Ils permettent d'évaluer l'impact de la gestion des sols et rotation, des éléments agro-écologiques et sur l'utilisation d'insecticides.

Des modifications ont été apportées par rapport à la version de M. Brochier. Le tableau est simplifié afin de conserver les variables les plus pertinentes.

Au niveau des intrants seul le « pourcentage de SAU recevant des insecticides » est conservé. Les phytosanitaires sont des substances qui, une fois dans le sol, sont soit adsorbées par le complexe argilo-humique soit décomposées avant d'être lessivées. On en retrouve très peu dans les eaux de lessivage.

Le calcul de l'IFT est trop lourd et l'impact du respect/non-respect de l'avertissement SRPV semble minime par rapport à d'autres indicateurs.

En ce qui concerne la fertilisation, le thème « Capture de l'azote en période hivernal » est supprimé du tableau. Une loi oblige maintenant les agriculteurs à recouvrir tout le sol nu en hiver.

L'indicateur « Labour » a été supprimé, en effet les TCS n'ont pas que des avantages et les effets négatifs qu'elles engendrent sont parfois supérieurs aux effets positifs, on supprime donc cet indicateur du tableau de variable.

La partie relative à la gestion des EAE est réduite ; certaines variables sont regroupées pour éviter les répétitions. Le thème « bandes enherbées » est supprimé, il n'y a aucun élément qui indique qu'il faut prendre en compte prioritairement les bandes enherbées. Elles seront simplement comptées lors de l'inventaire des EAE pour le calcul de la surface de biodiversité.

La gestion des prairies permanentes est traitée à part car elles représentent un point important de la gestion de la biodiversité sur une exploitation.

#### v. 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.

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 en ANNEXE 2.

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)

#### vi. Surface de biodiversité de l'exploitation

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 sont en ANNEXE 3.

La surface obtenue par cette méthode est exprimée en hectares et ramenée sur la SAU de l'exploitation. On obtient alors un pourcentage de surface de biodiversité de l'exploitation. De même que pour la densité d'EAE obtenue lors du calcul du maillage de l'espace agricole, un pourcentage de surface de biodiversité inférieure à 30% indique qu'il est indispensable de réintroduire des éléments agro-écologiques au sein du territoire. Un pourcentage supérieur à 50% est satisfaisant.

## vii. Le choix de la notation

Dans la version précédente de la méthode, une notation quantitative a été choisie. Cette notation quantitative est difficile à justifier et à mettre en place. En effet il est difficile de déterminer des seuils précis et d'attribuer des points, des notes de manière objective.

On donne alors à la notation des différents indicateurs et variables un aspect qualitatif. On dira donc que l'action, le thème évalué(e) à un effet favorable, moyen ou défavorable sur la biodiversité, qu'il y a création, maintien ou érosion de la biodiversité.

A ce stade, il est intéressant de regrouper les résultats obtenus 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. La zone rouge correspond à un impact défavorable sur la biodiversité, la zone orange à un impact moyen et la zone verte à un impact favorable

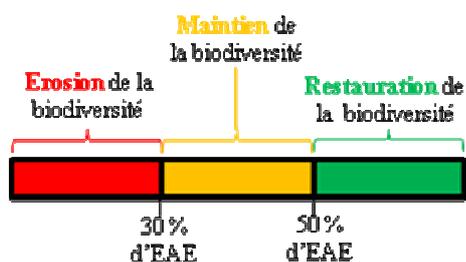


Figure 5: Curseur de notation.

On qualifie l'impact de la biodiversité pour les différents critères évalués, ce qui permet d'obtenir un profil pour l'exploitation évaluée et de voir quels sont les points à améliorer.

### b. Mise en place du test de la méthode.

Dans le but de pouvoir évaluer l'ergonomie de l'outil ainsi que sa praticité, vingt-trois enquêtes sont réalisées au niveau du territoire français. La figure 5 présente la localisation des exploitations où sont faites les enquêtes.



Figure 6: Localisation des 23 enquêtes en France.

questionnaire est en ANNEXE 5.

Ces enquêtes permettent de recueillir les données nécessaires à l'évaluation de la biodiversité du territoire et de l'exploitation. Le questionnaire utilisé est disponible en ANNEXE 4.

A ce questionnaire s'ajoute le recueil des données concernant la gestion des prairies permanentes (ANNEXE 2).

Pour compléter ces données des questions visant à cerner la vision de la biodiversité et de la méthode par l'agriculteur sont posées. Ce

Toutes les enquêtes ont été réalisées en système bovin lait suite à une demande du CNIEL (Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière).

### III- RESULTATS

#### a. La méthode

La méthode finalisée évalue la biodiversité à l'échelle du territoire, de l'exploitation et de la parcelle. Elle est nommée EBIOTEP (Evaluation de la Biodiversité ordinaire à l'échelle du Territoire agricole, de l'Exploitation et de la Parcelle).

Elle répond plutôt bien aux critères de simplicité et rapidité de mise en œuvre. En effet la récolte des données chez l'agriculteur prend au maximum une heure, en prenant en compte la discussion sur le sujet avec l'exploitant.

La méthode est globalement bien acceptée, les questions posées sont bien comprises par les agriculteurs ainsi que le choix des variables. Le calcul de la surface de biodiversité de l'exploitation à partir des surfaces développées des EAE répertoriées est très bien accepté. Les agriculteurs trouvent cet outil concret, pratique et plutôt rapide d'utilisation. En effet, en utilisant les photographies PAC des agriculteurs, il est très facile pour eux d'inventorier les éléments agro-écologiques présents sur leurs parcelles.

#### b. Dispersion des résultats

Les graphiques présentés par la suite auront tous le même axe des abscisses ; celui-ci correspond aux territoires et exploitations enquêtés pour le test. Le chiffre est celui du département où est réalisée l'enquête, la lettre permet de différencier les différentes exploitations d'un même département.

##### i. Structure de l'assolement

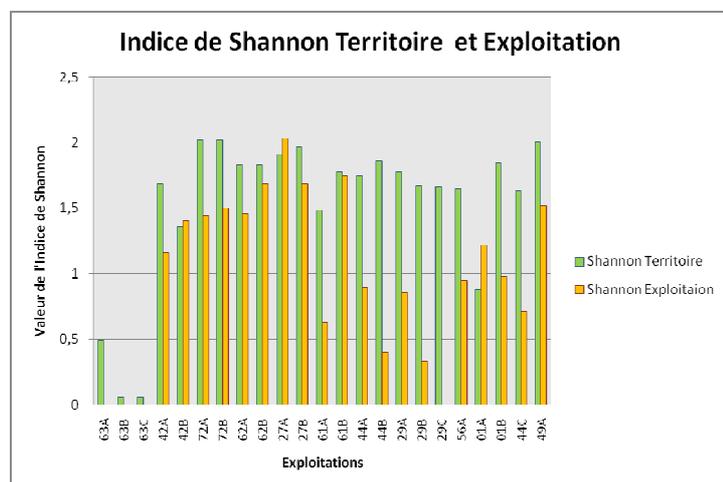


Figure 7: Graphique représentant les valeurs de l'Indice de Shannon pour les territoires et les exploitations évalués.

On voit clairement sur la figure 6 que certain territoire (63A, 63B et 63C : Puy de Dôme) ont une diversité d'assolement faible. Ces résultats se confirment avec la figure 7 qui présente des indices de Pielou très faible ; cela signifie qu'une catégorie d'occupation du sol domine. Dans ces cas là l'occupation des sols est dominée par la prairie permanente. On retrouve les mêmes résultats pour les exploitations situées sur ces territoires.

Globalement, on remarque une différence entre les valeurs de l'Indice de Shannon pour le territoire et l'exploitation au niveau des départements de Loire-Atlantique, Finistère et Morbihan.

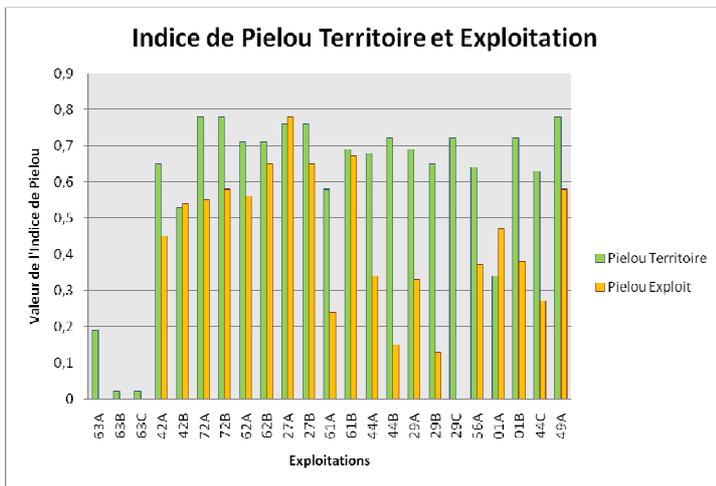


Figure 8: Graphique représentant les valeurs de l'Indice de Pielou pour les territoires et exploitations évaluées.

Pour les autres territoires (42, 72, 62, 27, 61B et 49), les valeurs des indices de Shannon et Pielou sont relativement semblables entre le territoire et l'exploitation.

ii. Maillage de l'espace agricole du territoire et de l'exploitation

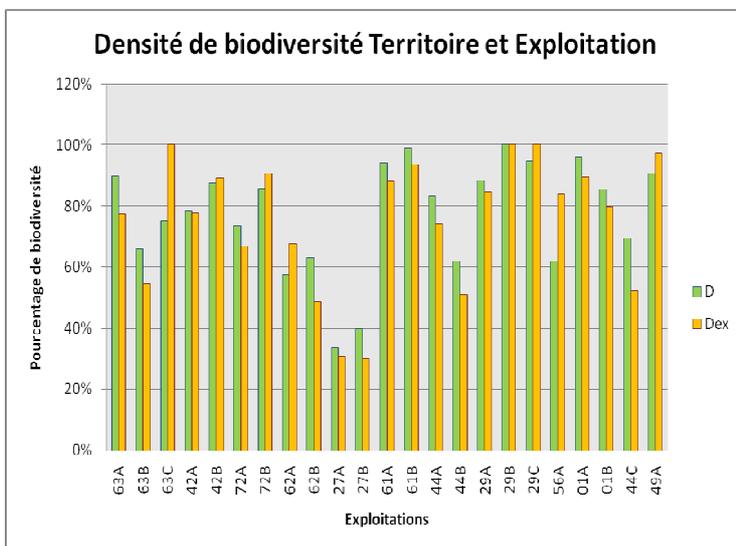


Figure 9: Graphique représentant le pourcentage de biodiversité calculé dans le MAter et le MAX.

Dans l'ensemble le pourcentage de surface de biodiversité est proche entre l'exploitation et le territoire qui l'entoure (cf figure7). Toutefois, on voit que certaines exploitations ont un pourcentage de biodiversité supérieur à celui du territoire dont elles dépendent (environ + 20%).

On remarque que pour le territoire 29B le pourcentage de biodiversité au niveau du territoire ou de l'exploitation atteint 100%. Cela s'explique par le fait que l'exploitation et le territoire sont sur une zone de conservation du littoral, composée uniquement de landes et de prairies permanentes ; toutes la superficie représente des éléments agro-écologiques.

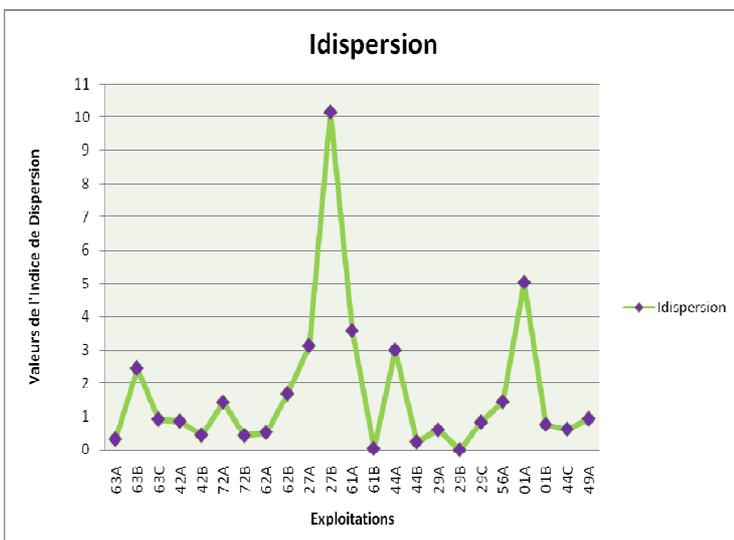
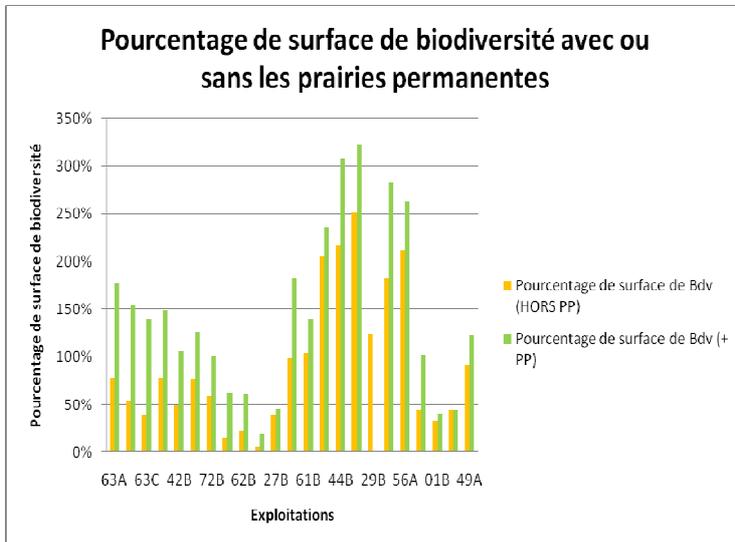


Figure 10: Graphique représentant les valeurs de l'Indice de dispersion des EAE pour chaque territoire.

L'indice de dispersion renseigne sur la répartition des éléments agro-écologiques. La valeur seuil est 1 (cf partie II.a.ii). On voit que certain territoire ont des indice de dispersion supérieur à 1 cela signifie que les EAE sont en agrégats sur le territoire, ils ne sont pas réparti sur l'ensemble de l'espace agricole de ce territoire. En combinant avec la figure 7, on s'aperçoit par exemple que pour le territoire 27B, la densité d'EAE est faible et ceux-ci sont mal répartis sur le territoire.

### iii. Densité de surface de biodiversité de l'exploitation.

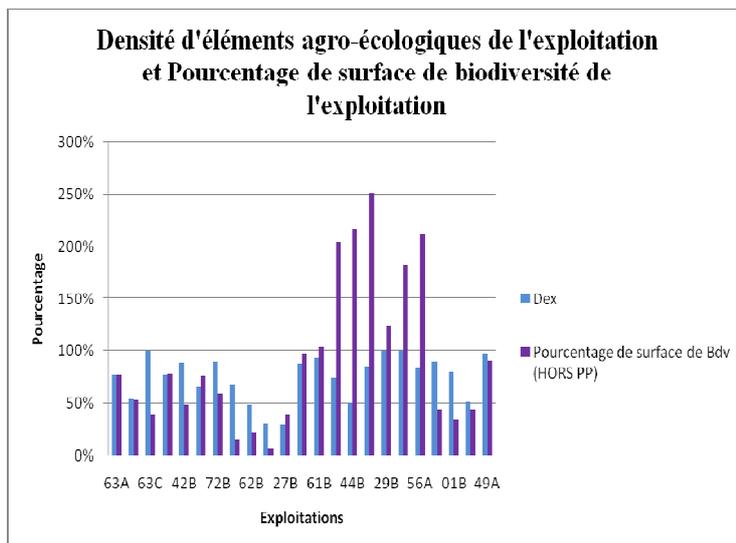
Cette surface de biodiversité est celle obtenue à partir du calcul des surfaces développées des éléments agro-écologiques répertoriés sur l'exploitation.



**Figure 11:** Graphique représentant le pourcentage de surface de biodiversité des exploitations obtenu en prenant en compte ou non les prairies permanentes dans le calcul.

Pour certaine exploitation, le fait de prendre en compte les prairies permanentes ne modifie pas beaucoup le résultat soit parce que la surface de biodiversité est déjà très importante et représente un gros pourcentage de la SAU, soit parce que les prairies permanentes n'occupent pas une grande superficie dans la SAU. Ce dernier cas correspond aux exploitations présentant un faible pourcentage de surface de biodiversité.

### iv. Autres résultats



**Figure 12:** Graphique illustrant la comparaison entre la densité d'EAE et la surface de biodiversité qu'ils représentent sur l'exploitation.

Le graphique ci-contre permet de comparer les valeurs obtenues lors du calcul de la densité d'EAE sur l'exploitation avec celles obtenues en calculant la surface développée que représentent les EAE de l'exploitation.

On remarque que pour les départements de Loire-Atlantique, Finistère et Morbihan les valeurs de surface de biodiversité sont beaucoup plus importantes que les densités.

Pour les exploitations 42B ou 62 par exemple, on voit le phénomène inverse. La densité est plus importante que la surface.

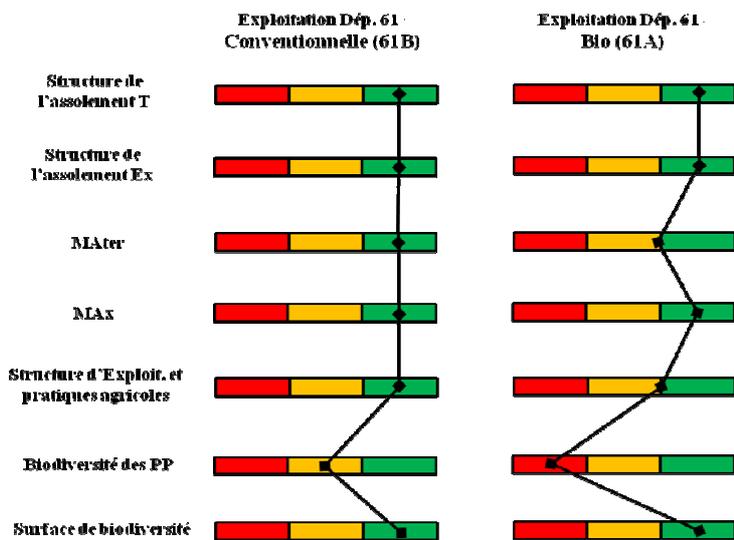


Figure 13: Profils de deux fermes dont une en système conventionnel et une en système biologique.

Les deux profils ci-contre (Figure 11) sont ceux de deux fermes du même département et ayant des caractéristiques similaires permettant de les comparer. Seuls leurs systèmes de production sont différents. L'exploitation 61B est en système conventionnel alors que l'exploitation 61A est en système biologique.

On remarque que l'impact sur la biodiversité au niveau des quatre premiers critères est quasiment identique et plutôt favorable à la biodiversité.

En ce qui concerne les structures d'exploitation et les pratiques agricoles ainsi que la biodiversité des prairies, on remarque un impact plus négatif au niveau de l'exploitation en système biologique par rapport à l'impact de la ferme en système conventionnel.

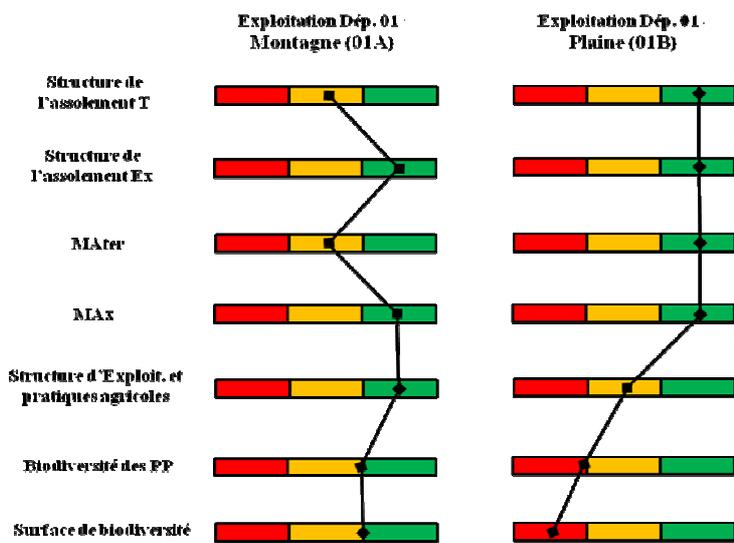


Figure 14: Profils de deux exploitations dont une située en montagne et l'autre en plaine.

Les deux profils représentés sur la figure 12 correspondent à deux exploitations de même type, situées dans le même département. L'une d'entre elle est située en montagne à environ 900m d'altitude avec des prairies d'estives à plus haute altitude. La deuxième exploitation est située en plaine à environ 245m d'altitude.

On remarque ici deux profils assez différents déjà au niveau de la structure du territoire. On voit que le maillage du territoire en montagne est plutôt moyen, ceci s'explique par le fait qu'il y a une bonne densité d'EAE mais que leur répartition sur le territoire est en forme d'agrégats.

Ensuite, la structure d'exploitation et les pratiques agricoles de l'exploitation de plaine ont un impact plus négatif que pour l'exploitation de montagne.

Pour ce qui est de la biodiversité des prairies permanentes, l'impact sur la biodiversité est plutôt défavorable pour la ferme située en plaine, de plus la part que représentent les prairies permanentes dans cet assolement est faible.

Enfin, la surface de biodiversité présente sur l'exploitation de plaine est faible ce qui lui vaut impact défavorable à ce niveau.

### **c. Discussion avec les agriculteurs**

Les enquêtes auprès des agriculteurs ont montrés des différences quant à leur vision de la biodiversité et la définition qu'ils en donnent. Pour certains la biodiversité c'est « conserver un maximum d'espèces animales et végétales naturellement présentes dans le milieu », pour d'autres c'est « toutes les espèces qu'il y a dans une rotation ».

Globalement, les agriculteurs ont tous eu la même réponse à la question « Quelle est pour vous la place de la biodiversité dans l'agriculture ? ». Ils pensent qu'elle n'a « pour l'instant pas une grande place » mais qu'il faut « pouvoir travailler avec si on peut ». Ils s'accordent tous à dire que c'est une question d'équilibre.

Les éleveurs enquêtés sont conscients que la biodiversité peut leur être utile et bénéfique. Ils reconnaissent que s'ils avaient « plus de biodiversité, ils utiliseraient moins de phytosanitaire », par exemple. De ce fait là beaucoup d'entre eux font des actions positives en faveur de la biodiversité sur leur exploitation. La réponse qui revient le plus régulièrement est la conservation et l'entretien des haies sur les parcelles. D'autres sont conscients qu'ils pourraient améliorer leur pratique comme un agriculteur de la Loire qui avoue « avoir des choses à faire du point de vue de la fauche précoce ».

En ce qui concerne la perception de la méthode par les agriculteurs, elle est plutôt positive. Les agriculteurs ont compris que le but était d'avoir une approche globale de l'état de la biodiversité sur l'exploitation. Pour eux la méthode « est un début » et ils attendent « de voir ce que ça va donner » pour se prononcer.

Des remarques ont été faites sur l'importance donnée aux prairies permanentes par rapport aux prairies temporaires. Des agriculteurs ne comprennent pas « pourquoi une prairie temporaire est différente d'une prairie permanente au niveau agronomique ». Les agriculteurs mettent en avant le côté pratique et surtout rapide de la méthode qui « ne leur perd pas beaucoup de temps ».

Les enquêtes sur les exploitations ont permis d'avoir un aperçu des attentes et problèmes des agriculteurs sur le sujet de la biodiversité. Ils existent pour certains des « incompréhensions totales sur des actions de services de l'état ». Plusieurs agriculteurs ont notamment confiés leur colère par rapport au remembrement qui est fait sur leur territoire, au cours duquel « des kilomètres de haies ont été arrachés alors qu'aujourd'hui on demande aux agriculteurs de conserver ces haies ». Certains se disent « perdus » et ne savent plus ce qu'ils doivent faire pour agir favorablement pour la biodiversité.

## IV-DISCUSSION

La méthode d'évaluation de la biodiversité ordinaire a évolué depuis la version faite par M.Brochier, des modifications ont été apportées. Au niveau de la structure de l'assolement, l'Indice de Shannon est choisi pour évaluer la diversité d'assolement de l'espace agricole du territoire et de l'exploitation. En effet M.Brochier note dans son mémoire que les agriculteurs ne s'intéressent pas spécialement aux détails du calcul de l'indice mais cherche simplement à comprendre le sens de la démarche. Toutefois l'approche logarithmique de l'Indice de Shannon ( $H'$ ) est un peu plus difficile à cerner et à interpréter. Le calcul de  $H'$  est assez difficile à obtenir avec le logarithme de base 2. Néanmoins il permet de comparer les valeurs obtenues au niveau du territoire avec celles obtenues pour l'exploitation.

Cet aspect permet également de visualiser une tendance de l'évolution de l'assolement entre 2000 et 2010. En effet les calculs au niveau du territoire sont réalisés à partir des données du recensement agricole de 2000 alors que les calculs au niveau de l'exploitation sont faits avec les données de 2010.

Pour avoir une vraie tendance de l'évolution et voir ce qui se passe au niveau de l'assolement, il serait intéressant de calculer les indices de Shannon avec les données des années 1988, 2000, 2011 et de les comparer entre elles.

En ce qui concerne la partie « Maillage de l'espace agricole », le calcul de la densité permet d'avoir une bonne approche de la présence des éléments agro-écologiques sur le territoire et sur l'exploitation. Par contre, l'indice choisi pour évaluer la connectivité des EAE sur le territoire n'a pas pu être testé. Le seuil de 30% d'EAE en dessous duquel l'effet de fragmentation se fait ressentir est peut être trop faible pour cette méthode étant donné qu'on mesure une densité de case contenant des EAE plutôt qu'une densité réelle d'EAE. Il sera préférable de conserver le seuil de 50% utilisé jusque là.

Pour l'Indice de Dispersion permettant d'évaluer la répartition des éléments agro-écologiques sur l'espace agricole étudié, les résultats obtenus sont plutôt convaincant et satisfaisant. La répartition des EAE est visible sur photographie aérienne et les valeurs de l'indice correspondent bien à ce que l'on observe, à savoir des EAE en agrégats ou répartis sur l'ensemble de l'espace étudié. De plus cet indice est simple et rapide à obtenir.

L'évaluation de la biodiversité des prairies est également satisfaisante. La méthode employée permet d'évaluer rapidement, mais à partir des principaux critères qui influencent directement l'état des prairies naturelles, la biodiversité de celles-ci.

Elle nécessite cependant de bien définir la partie « Mode d'exploitation », notamment la période prise en compte pour ce critère, afin de bien parler de la même chose avec l'agriculteur.

La caractérisation des prairies permanentes serait à approfondir, en intégrant à cette méthode une typologie des prairies.

Quant à l'approche géométrique des éléments agro-écologiques que l'on peut trouver sur une exploitation, elle suscite beaucoup d'intérêt de la part des agriculteurs. Elle est selon leur dire « concrète et applicable ». En effet cette méthode est innovante pour évaluer la surface représentée par les EAE sur une exploitation. Elle est facile à expliquer à l'agriculteur et facile à mettre en œuvre. Elle est d'autant plus facile à réaliser si on dispose des photographies PAC de l'exploitation.

Les EAE sont bien visibles sur ces photos et l'agriculteur les situe et les répertorie plus facilement en faisant « le tour » de ses parcelles.

Pour en finir avec la méthode à proprement parlé, la notation qualitative des variables et indicateurs qui la composent est intéressante. Elle permet de rebondir sur un aspect de conseil auprès de l'agriculteur. En réalisant le profil de l'exploitation, on remarque immédiatement quels sont le(s) point(s) à améliorer ou au contraire le(s) point(s) fort(s) à conserver et développer d'avantage.

Dans l'ensemble les agriculteurs ont une bonne vision de la méthode. Ils disent que c'est un « outil cohérent » qui « permet une approche globale du système ». C'est un outil qui permet « d'aborder les zones refuges. C'est important les zones refuges ». Certains ont toutefois relevés des manques, des imperfections. La méthode « parle beaucoup des prairies...il n'y a pas que les prairies ». Au niveau des prairies permanentes une remarque revient régulièrement concernant la « plus grande importance donnée aux prairies permanentes par rapport aux prairies temporaires ». Pour certains agriculteurs il manque des données sur la « présence des végétaux et le lien que l'on peut faire au niveau des animaux ». Pour d'autre « la méthode ne met pas en avant le choix de l'agriculteur, à savoir est-ce qu'il est acteur ou est-ce qu'il subit la biodiversité ». Enfin plusieurs d'entre eux ont fait remarquer que la méthode « devrait être utilisée avec les associations de terrain ». Cette dernière remarque laisse entendre un certain intérêt pour l'outil et une volonté de l'appliquer sur le terrain.

L'analyse de la dispersion des résultats a permis de mettre en avant certains points.

Premièrement, elle montre que la méthode permet de situer l'exploitation par rapport au territoire qui l'entoure. Elle permet également de bien caractériser le territoire ou l'exploitation vis à vis de la biodiversité.

Deuxièmement, les résultats obtenus en figure 10 montre une similarité entre la densité d'EAE obtenu lors du calcul du maillage de l'exploitation avec la surface d'EAE sur l'exploitation calculée avec la méthode des surfaces développées. On pourrait penser que la densité reflète la surface représentée par les éléments agro-écologiques.

Certaines différences observées peuvent s'expliquer par le fait qu'il y ait beaucoup d'EAE du style « Talus/Fossé » sur l'exploitation. Ces types d'éléments n'étant pas visibles sur les photographies aériennes, ils ne sont pas comptabiliser pour le calcul de densité réalisé au stade de l'évaluation du maillage. Ceci pourrait expliquer une surface d'EAE plus importante que la densité.

Troisièmement, les profils de la figure 11 indiquent que l'exploitation en système biologique n'a pas un « meilleur » profil que la ferme en système conventionnel.

Ce résultat me permet d'insister sur un point qui me paraît important. Il ne faut pas confondre BIOlogique et BIOdiversité.

Un agriculteur peut conduire son exploitation en respectant le cahier des charges de l'agriculture biologique sans pour autant se soucier des impacts sur la biodiversité. C'est le cas des fermes bio qui sont conduites de manière extensive. Il semble important de faire la part des choses.

## CONCLUSION

La biodiversité est un sujet omniprésent dans le monde actuel. Mais c'est un sujet difficile à appréhender. Evaluer cette biodiversité n'est pas chose facile. Jusqu'à présent peu d'étude ont été réalisées sur la façon d'évaluer l'état de la biodiversité, notamment sur une exploitation agricole. La méthode mise au point dans cette étude appréhende globalement la biodiversité ordinaire au niveau d'une exploitation.

Elle évalue, grâce à l'assemblage de différentes méthodes, la biodiversité ordinaire à différentes échelles, ainsi que les interactions qu'il peut y avoir entre ces différents niveaux.

Elle offre également la possibilité d'engager la discussion avec l'agriculteur et de lui apporter les éléments nécessaires à une meilleure gestion respectueuse de l'environnement. L'avis des principaux acteurs est primordial dans de telles démarches. Les agriculteurs sont les principaux protecteurs de l'environnement et des paysages qui façonnent le territoire. Il paraît logique de prendre en compte leurs attentes afin d'aboutir à un projet et des actions cohérentes.

Il reste toutefois des choses à faire, à comprendre, à justifier. Il serait intéressant de pouvoir mettre en relation la densité ou la surface d'EAE de l'exploitation avec la présence de certains taxons. Des travaux sont envisageables de ce côté là afin de pouvoir valider scientifiquement la méthode et pouvoir l'ajuster.

Dans la méthode nous ne prenons pas suffisamment en compte la notion de services écologiques qui correspondent à une somme de fonctions. Ces fonctions sont définies comme des objets d'études en agronomie et écologie. Il serait intéressant de s'intéresser un peu plus à ces dernières, c'est une voie qui reste entièrement à explorer.

Une autre approche est également envisageable pour cette méthode. En effet, nous raisonnons ici à l'échelle de l'exploitation ou du territoire qui l'entoure. Ne serait-il pas plus judicieux de raisonner à une échelle plus vaste telle que les bassins versants ? Ne serait-ce pas plus cohérent et plus efficace vis à vis des actions à mettre en œuvre ?

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Association Française pour la Production Fourragère, 2004. La Biodiversité des prairies : Un patrimoine, Un rôle fonctionnel. Acte des journées de l'AFPF – 23 et 24 Mars 2004. 49-58 ; 121-134 ; 135-143 ;

BARRE V., BAUDRY J., PAGES L., 2006. *DIVA, Action publique, agriculture et biodiversité : Résultats scientifiques et recommandations*. 114p.

BELLEMARE F., DOUCE G., SAVOYE M., 2010. *La « compensation biodiversité » à l'épreuve de la valeur du vivant*. Environnement & Techniques. 297 : 44-49.

BERNARD JL., HAVET P., FORT M., 2007. *Productions végétales, pratiques agricoles et faune sauvage*. 251p.

BOLLER EF., HÄNI F., POEHLING HM., 2004. *Ecological infrastructures: Ideabook on functional biodiversity at the farm level, Temperate zones of Europe*. IOBC- OILB. 212p.

BROCHIER M., 2009. *Evaluation de la biodiversité à l'échelle d'un territoire agricole à partir d'un indicateur*. Mémoire de fin d'études, Ingénieur de l'ENESAD. 60p.

CHAMBRE D'AGRICULTURE PICARDIE, 2009. *Gestions de Territoires spécial auxiliaires des cultures*. 59p.

CHEVASSUS-AU-LOUIS B., et al, 2009. *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes*. Centre d'analyse stratégique, Rapports et documents. 376p.

CLERGUE B., AMIAUD B., PLANTUREUX S., 2004. *Evaluation de la biodiversité par des indicateurs agri-environnementaux à l'échelle d'un territoire agricole*. Séminaire 2004 de l'Ecole Doctorale RP2E « Ingénierie des Ressources, Procédés, Produits et Environnement ».

FAHRIG L., 1997. *When does fragmentation of breeding habitat affect population survival?*. Ecological Modelling. 105: 273-292.

GIRARDIN P., GUICHARD L., BOCKSTALLER C., 2005. *Indicateurs et tableaux de bord : Guide pratique pour l'évaluation environnementale*. Editions Tec & Doc. 39p.

HARGIS C., 1998. *The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation*. Landscape ecology. 13 : 167-186.

INSTITUT DE L'ELEVAGE, 2006. *Paysages d'élevages, Paysages d'éleveurs*. Collection Synthèse.

JEGAT R., 1994. *Gestion des haies en pays d'élevage : Analyse, itinéraires techniques et place dans l'exploitation agricole*. Mémoire de diplôme d'études supérieures spécialisées « Espaces et milieux ». 114p.

JUTEAU D., 1994. *Gestion des haies en pays d'élevage : Enquêtes et analyse : la place de la haie sur l'exploitation agricole, les différents chantiers sur les haies*. Mémoire de diplôme d'agronomie approfondie, ENSH. 104p.

LE ROUX X. ET AL, 2008. *Agriculture et Biodiversité. Valoriser les synergies*. Expertise scientifique collective, rapport INRA. 728p.

PEETERS A., et al., 2004. *Les indicateurs de biodiversité pour les prairies : un outil d'évaluation de la durabilité des systèmes d'élevage. Fourrages*. 178 : 217-232.

PINTON F., et al, 2007. *L'environnement en question : La construction du réseau Natura 2000 en France. La documentation française*. 249p.

PLANTUREUX S. *Indicateurs et Biodiversité : Qu'est ce qu'un indicateur ?*. 14p.

POINTEREAU P., 2001. *Evolution du linéaire de haies en France durant ces 40 dernières années : l'apport et les limites des données statistiques*. Colloques « Hedgerows of the world, their ecological functions in different landscapes ». Birmingham.

ROQUEL J., 2008. *Quels sont les indicateurs disponibles pour gérer la biodiversité à l'échelle de l'exploitation*. Mémoire de fin d'études, Ingénieur agronome de l'ENSAIA. 33p.

RUTLEDGE D., 1998. *Landscapes indices as mesures of the effects of fragmentation : can pattern reflect process ?*. DOC SCIENCE INTERNAL SERIES. 26p.

SINTIVE C., 2010. *Comprendre pour passer à l'action : L'autodiagnostic environnemental au service de l'éleveur*. Mémoire de fin d'études, Ingénieur PURPAN. 83p.

#### **Sites internet consultés :**

[www.cemagref.fr](http://www.cemagref.fr)

[www.biodiversite2010.fr](http://www.biodiversite2010.fr)

<http://agriculture.gouv.fr/Biodiversite>

[www.uicn.fr](http://www.uicn.fr)

<http://www.agenda21france.org/doc/cadre/Strabiodiv.pdf>

[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

[ifore.ecologie.gouv.fr](http://ifore.ecologie.gouv.fr)

[www.crpf.fr](http://www.crpf.fr)

[www.ifn.fr](http://www.ifn.fr)

# **ANNEXES**

**ANNEXE 1 : TABLEAU D'ÉVALUATION DE LA STRUCTURE D'EXPLOITATION ET DES PRATIQUES AGRICOLES**

**ANNEXE 2 : MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ DES PRAIRIES**

**ANNEXE 3 : APPROCHE GÉOMÉTRIQUE DES ÉLÉMENTS AGRO-ÉCOLOGIQUES**

**ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE**

**ANNEXE 5 : QUESTION SUPPLÉMENTAIRE**

# ANNEXE 1 : TABLEAU D'ÉVALUATION DE LA STRUCTURE D'EXPLOITATION ET DES PRATIQUES AGRICOLES

Thèmes	Indicateurs/Variables	Seuils	Notation	Variables secondaires pour alimenter la discussion	Préconisations/Explications
Intérêts	Phyosanitaire	% de SAU recevant des insecticides	Favorable Moyen Défavorable		L'application de différents pesticides a souvent un effet négatif sur la faune des sols pourtant non-cible de ces pratiques. 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 (EBCO, 2008)
		Diversité de l'assolement (hors BTH)	Satisfaisant Favorable Moyen Défavorable Favorable	Mixité intraparcélaire?	Sur le territoire, la diversité de l'assolement favorise une diversité des espèces présentes, et réduit les risques d'épidémie ou d'invasion par un pathogène. Au sein d'une même parcelle, la mixité (plusieurs variétés ou espèces) augmente la résistance en auxiliaires tout en favorisant la lutte contre les maladies.
Structure de l'assolement, gestion des sols et rotation	Rotation	Part de la SAU pour la culture principale (n. prairies)			
		Nombre d'espèces cultivées	Plus de 6 3-6 Moins de 3 5 et plus		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.
		Nombre d'espèces dans la rotation	3-5 Moins de 3 Légumineuse Culture pluriannuelle Mélanges Cereales/ Céréales/ Protéagineux	Moyen Défavorable Favorable Favorable Favorable	
		Type de culture			
		Nombre de parcelles de plus de 12ha	1 ou 2 Plus de 2	Moyen Défavorable	Forme des parcelles (allongées ou ramassées)
Enjeux	Entretien	Hales multistratifiées, composées d'espèces locales/livrières non désherbées/fauchées/labourées/transition progressive entre lisière de 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 lisières de forêt ne doivent pas être coupées ni 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, murs 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 pâturées permettent l'isolement d'une zone non pâturée ni fauchée en bordure de parcelle, propice à la biodiversité.
		Zones 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 ripisylves entraînent des effets négatifs sur la biodiversité des milieux aquatiques.

## ANNEXE 2 : 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.

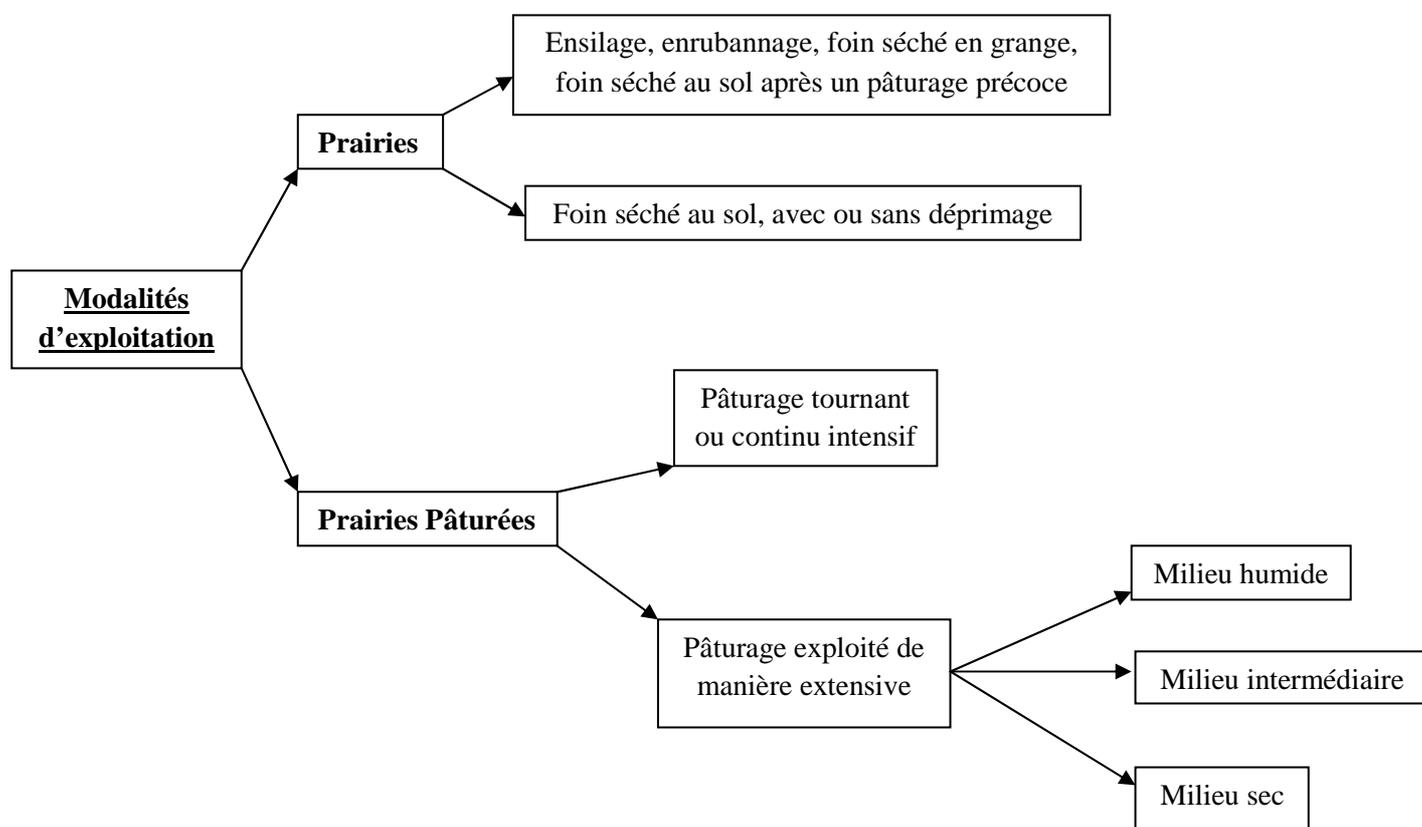


Figure 1: Représentation des différents modes d'exploitation de la prairie permanente.

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

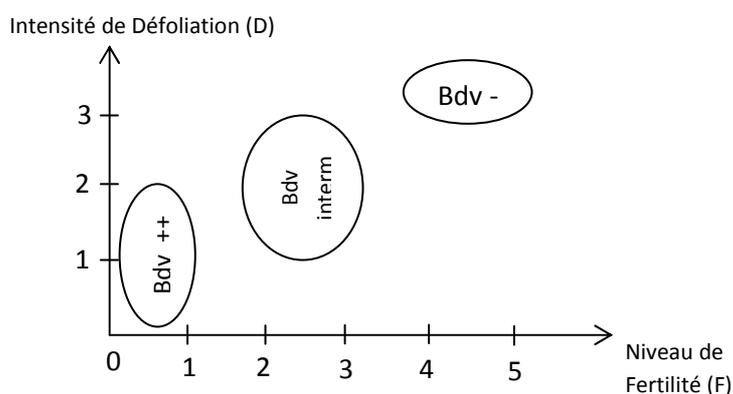
Pour chaque niveau de fertilisation (de chacun des modes d'exploitation) on note la surface correspondante (dans les cercles en train plein). On peut également noter les surfaces au niveau des modes d'exploitation, pour faciliter le recueil d'information.

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).

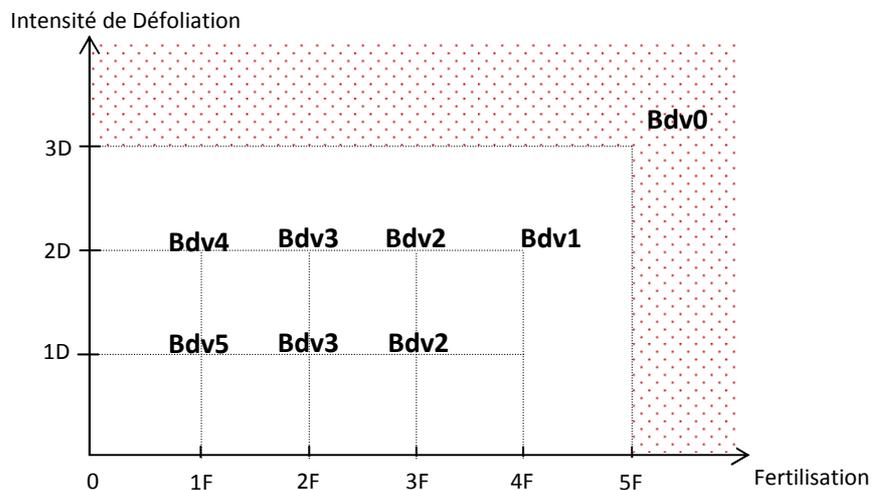
### **Interprétation des résultats**

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 2 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).



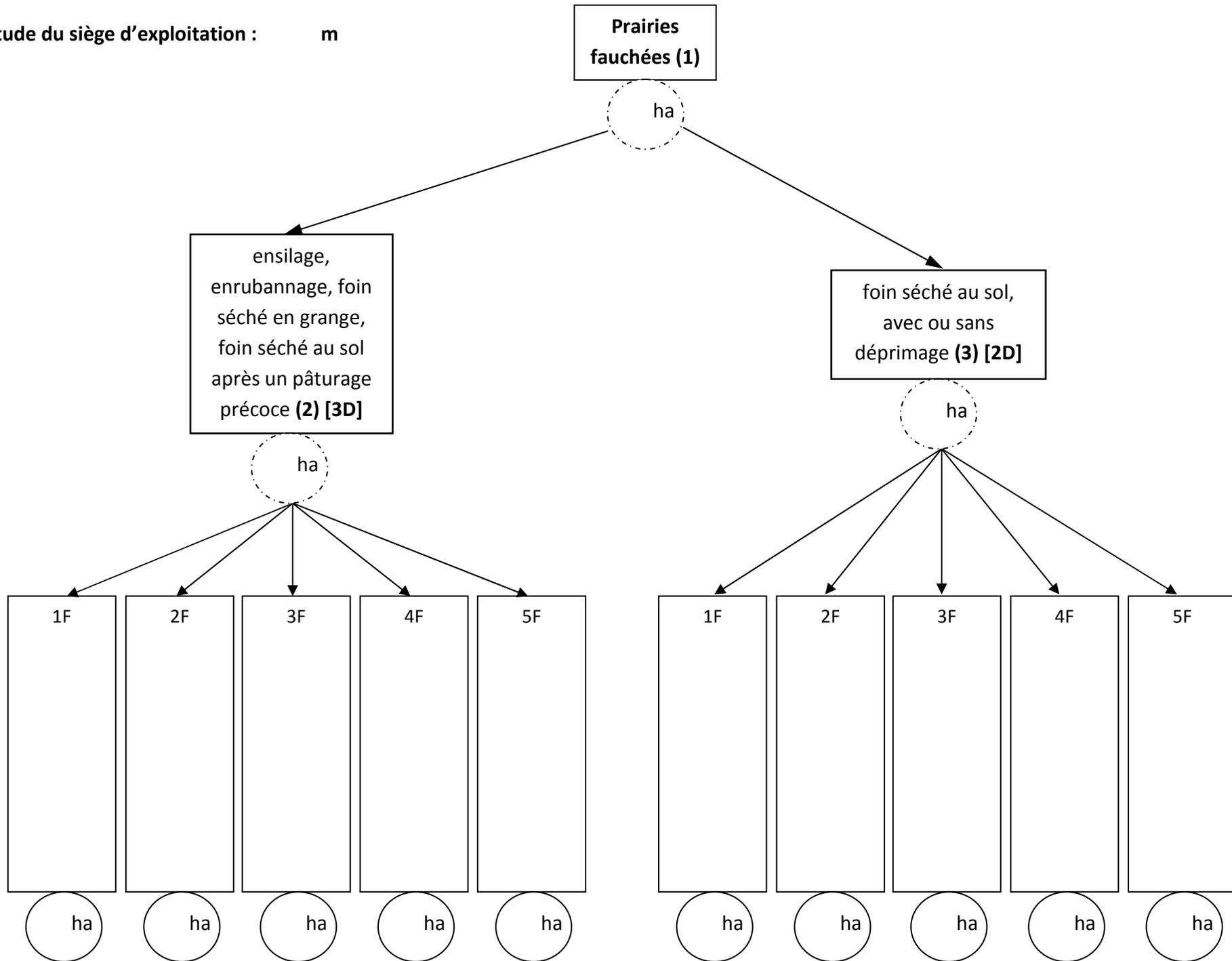
**Figure 3: Graphique d'interprétation des résultats.**

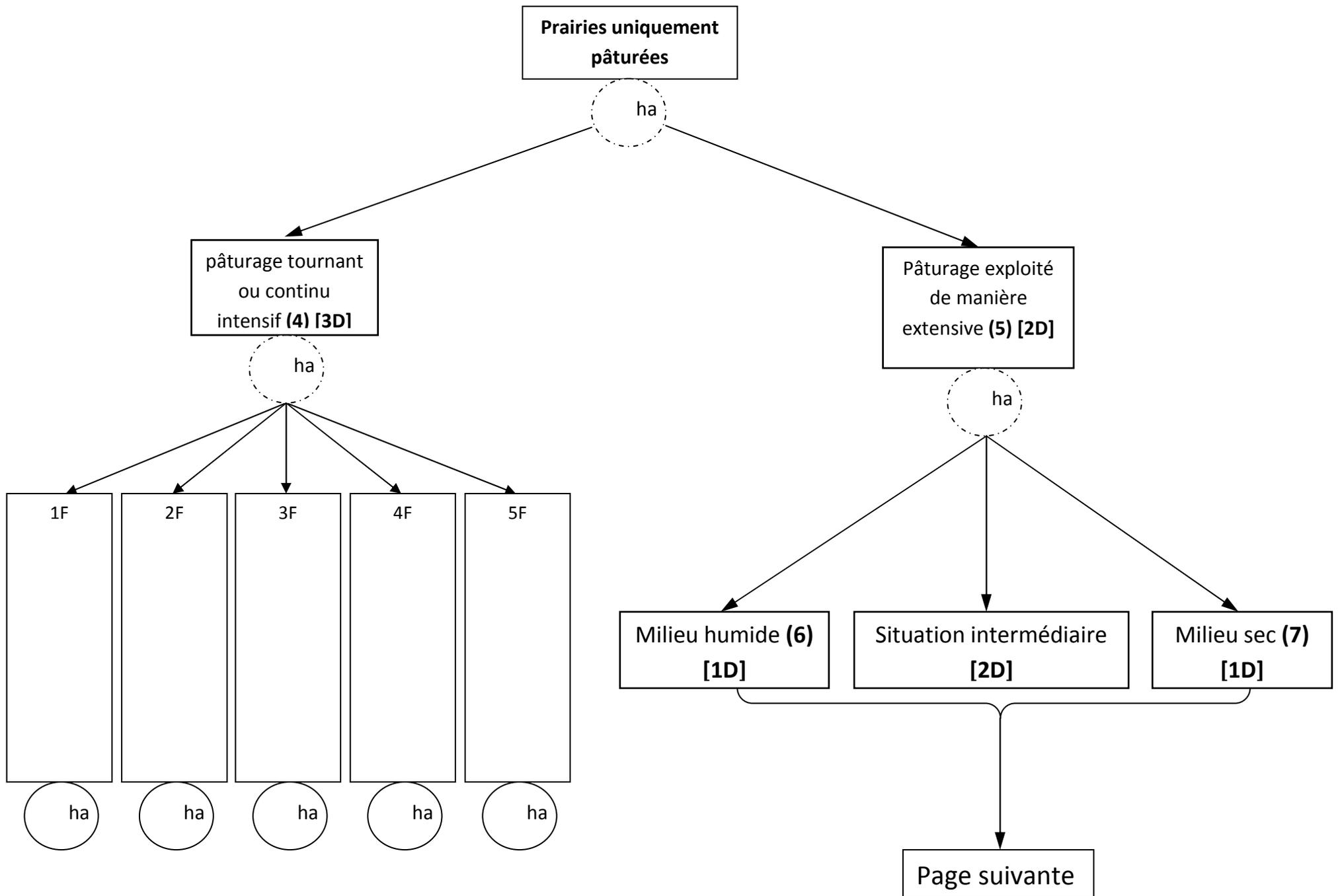
La « note » obtenue ici permet d'avoir un aperçu de l'impact de la gestion des prairies sur la biodiversité.

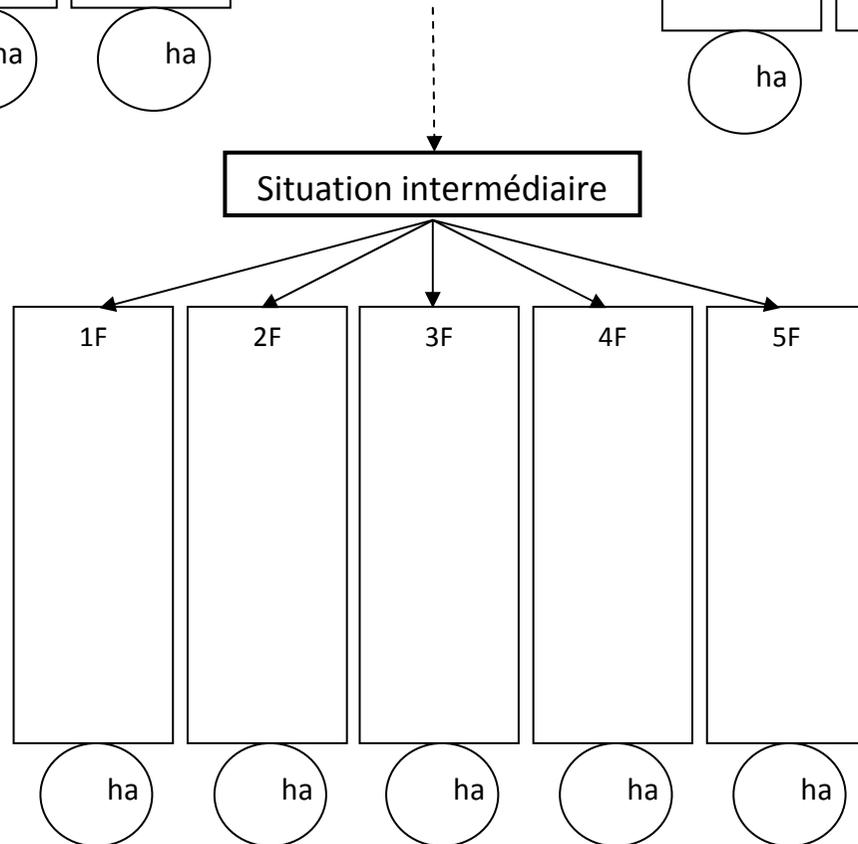
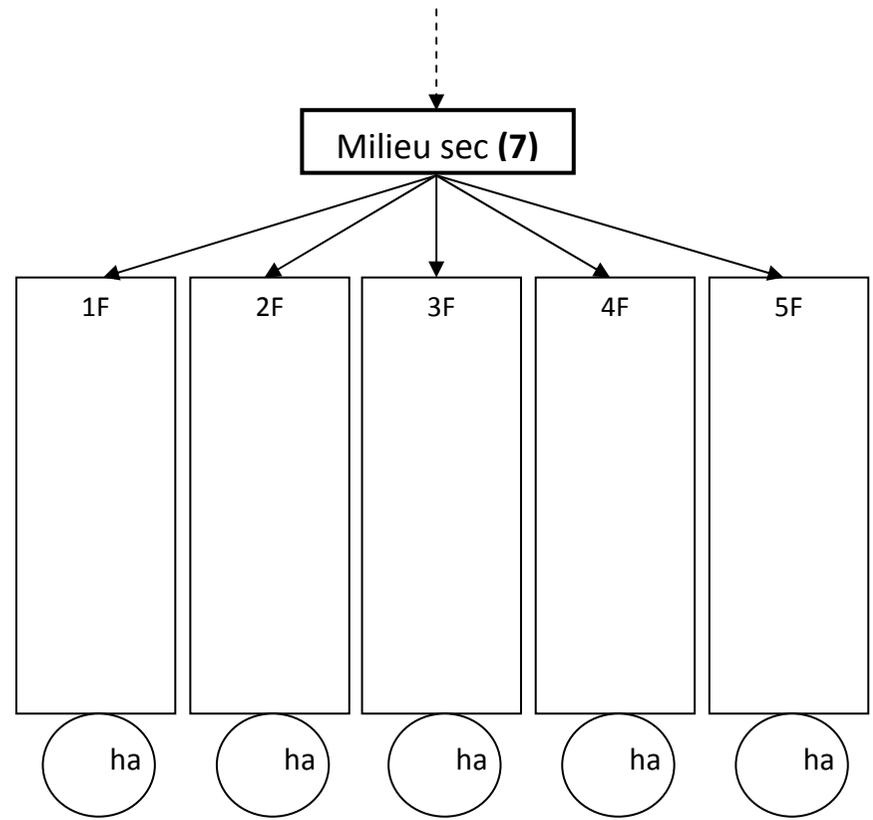
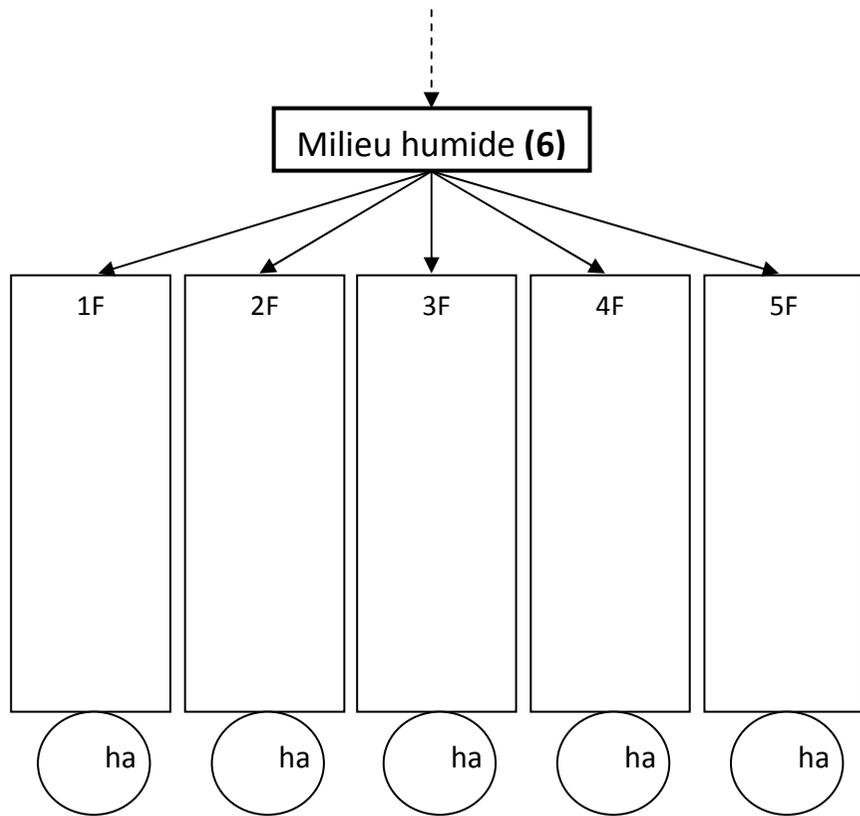
Pour avoir l'aspect qualitatif donné aux autres variables dans le tableau, on peut dire :

- 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 :**

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

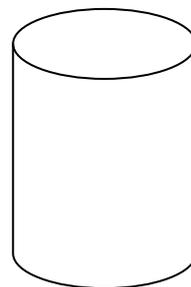
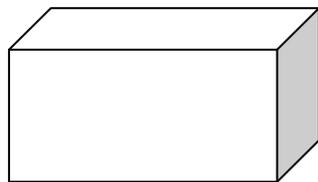
### ANNEXE 3 : APPROCHE GEOMETRIQUE DES ELEMENTS AGRO-ECOLOGIQUES

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.

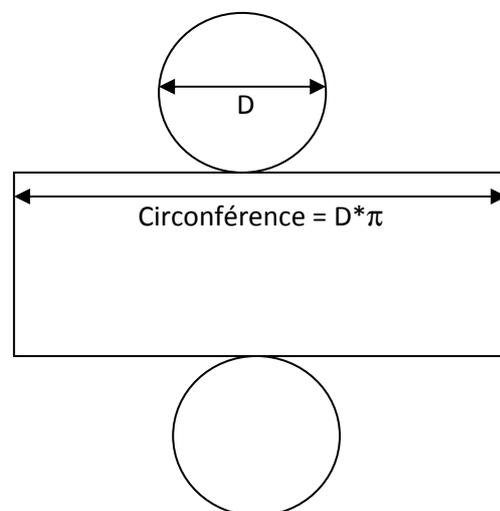
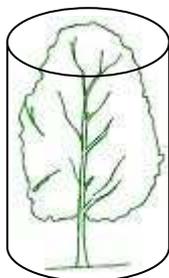
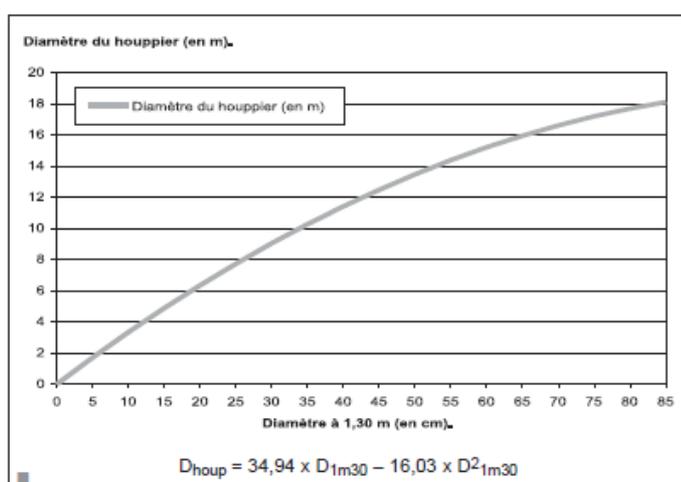


Schéma d'un cylindre développé

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 →  $\Phi$  [7.5 – 22.5 cm ]  
 Moyen →  $\Phi$  [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	$\Phi$ à 1m30 (en cm)	$\Phi$ 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 :

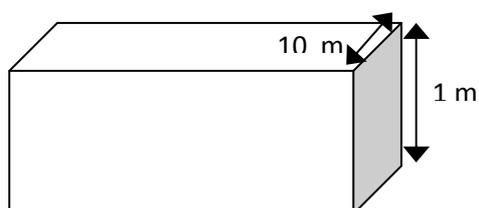
- « Gestion des haies en paysage d'élevage. Enquête et analyse : la place de la haie sur l'exploitation agricole, les différents chantiers sur les haies. » David JUTEAU, 1994
- « Gestion des haies en paysage d'élevage. Analyse, itinéraires techniques et place dans l'exploitation agricole. » Renaud JEGAT, 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.

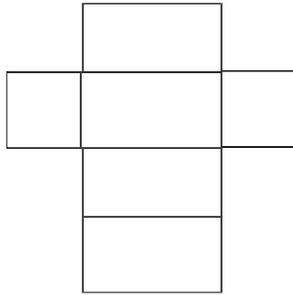
Pour chaque type de haie on admettra une **largeur** de **10 mètres** correspondant à l'emprise racinaire d'une haie et le calcul de la surface développée se fera pour une **longueur** de haie de **100m**.

- 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 :

$$S = (2 \cdot 10 \cdot 100) + (2 \cdot 1 \cdot 100) + (2 \cdot 10 \cdot 1)$$

$$S = 2\,220 \text{ m}^2$$

- 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

$$S = (2 \cdot 10 \cdot 100) + (2 \cdot 5,50 \cdot 100) + (2 \cdot 10 \cdot 5,50)$$

$$S = 3\,210 \text{ m}^2$$

- 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 m<sup>2</sup>) 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

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

$$S = 471 \text{ m}^2$$

Surface développée d'une haie arborescente

$$S = 3\,210 + 21 \cdot 471$$

$$S = 13\,101 \text{ m}^2$$

## 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 considérera 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

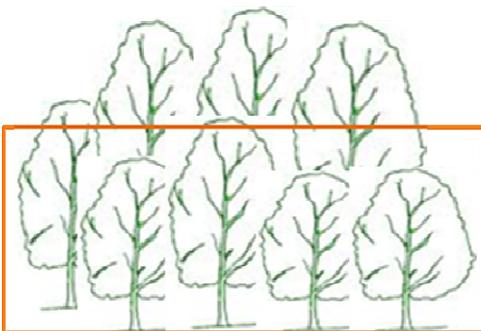
On considère un muret d'une hauteur de 1,50 m.

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

$$S = 1 * 100$$

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

## 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

$$S = (100*456) + 10\ 000$$

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

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

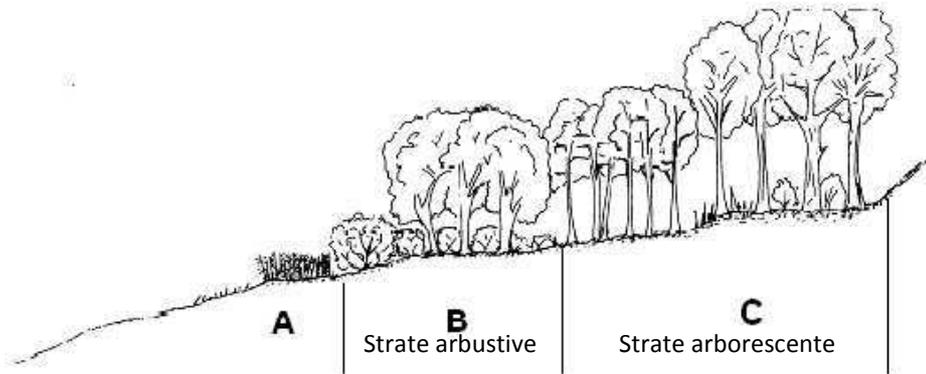
Surface développée

$$S = 22*5*456$$

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

## 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

$$S = (2*7*100) + (2*20*100) + (2*7*20)$$

$$S = 5\ 680\ m^2$$

Le tableau ci dessous synthétise les surfaces développées des différents éléments agro-écologiques qu'on peut rencontrer sur une exploitation.

Type d'élément agro-écologique	Catégorie de l'EAE	Surface développée (m <sup>2</sup> )	Surface développée (ha)
<b>Arbre isolé (1 arbre)</b>	Petit	145	0,015
	Moyen	456	0,046
	Gros	931	0,093
	Têtard Moyen	471	0,047
<b>Haie (100m)</b>	Basse/Bouchure	2 220	0,222
	Buissonnante/Arbustive	3 210	0,321
	Arborescente/Arborée	13 101	1,301
<b>Muret (100m)</b>	Petit	261	0,026
	Moyen	362	0,036
	Grand	462	0,046
<b>Lisière (100m)</b>		1 200	0,120
<b>Bordures de parcs (clôture quatre fil / ronce) (100m)</b>	Standard	100	0,010
<b>Talus / Fossés (1ha)</b>		10 000	1
<b>Jachères (1ha)</b>		10 000	1
<b>Prairies permanentes (1ha)</b>		10 000	1
<b>Landes / Parcours / Estives / Alpages (1ha)</b>		10 000	1
<b>Bandes enherbées (1ha)</b>		10 000	1
<b>Mare / Etang (1ha)</b>		10 000	1
<b>Prairie inondable / Marais (1ha)</b>		10 000	1
<b>Tourbières (1ha)</b>		10 000	1
<b>Terrasses / Friches (1ha)</b>		10 000	1
<b>Agroforesterie (1ha)</b>	Sylvopastoralisme (Arbre moyen)	55 600	5,560
	Agrisylviculture (Arbre moyen)	50 160	5,016
<b>Ripisylve (100m)</b>		5 680	0,568

## ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

1. Au bureau : préparer la photo pour la localisation du parcellaire, demander au téléphone avant la visite la ou les communes où se situent les parcelles.
2. Chez l'agriculteur :
  - **Localisation** précise des parcelles pour l'évaluation du maillage du territoire et de l'exploitation sur google earth (demander à l'agriculteur de tracer le parcellaire sur la/les photo(s) aérienne(s)).
  - Demander si des éléments ont été modifiés depuis la photo ... suppression ou ajout de haies, position des parcelles, suppression de muret en pierre, plantation de bois...
  - Demander sur quel canton est située l'exploitation
3. Date d'installation :
4. Troupeau : Race et nombre
5. Superficie :
  - SAU :
  - STH :
  - Fourrage :
  - Jachère :
  - Céréales :
  - Oléagineux :
  - Protéagineux
6. **En Culture** → Nombre de parcelles de plus de 12 ha :
7. % SAU recevant **insecticides** :

---

### 8. [SI CULTURE :

Part de la SAU pour la culture principal :

Nombre d'espèces cultivées sur l'exploitation:

Si présence de rotation, nombre d'espèces **dans la rotation** :

Type de culture : Présence de légumineuses ? Cultures pluriannuelles ? Mélange Céréales, Oléagineux, Protéagineux ?

---

9. Les haies :
- Composition en espèces locales : oui/non
  - Multistratifiées (plutôt large et hétérogène ?) : oui/non
10. Lisières de forêt désherbées, fauchées, labourées ?  
Lisières de forêt coupées net ou transition progressive vers le champ ? :
11. Entretien bois, marres, fossés, autres éléments agro-écologiques... selon guide d'entretien ou bonne connaissance ? : oui/non
12. Entretien des zones en herbe, en bordure des prairies clôturées (zone sous clôture) :  
Fauchées ? Broyées ? Aucune intervention ?...
13. Entretien et gestion des milieux humides, des marres, des étangs, ...Présence de drainage ?  
Récupération de l'eau dans les marres ou étangs ? :
14. Date de fauche (prédominante fauche précoce ou tardive ?) :
15. Chargement maximal sur l'année (UGB/ha) :
16. Pour les éléments agro-écologiques : noter le nombre d'éléments agro-écologiques considéré, le nombre d'hectare ou le nombre de mètres suivant l'élément.
- 17.

Type d'élément agro-écologique	Catégorie de l'EAE	Nombre, m ou ha d'EAE
<b>Arbre isolé (nbr)</b>	<u>Petit</u> (environ 8m de haut, 15 cm de diamètre à 1m30, 5m de diamètre de houppier)	
	<u>Moyen</u> (environ 12m de haut, 35 cm de diamètre à 1m30, 10m de diamètre de houppier)	
	<u>Gros</u> (environ 16m de haut, 60 cm de diamètre à 1m30, 15m de diamètre de houppier)	
	<u>Têtard Moyen</u> (environ 10 m de haut et 10m de diamètre de houppier)	
<b>Haie (m)</b>	<u>Basse/Bouchure</u> (environ 1m de haut)	
	<u>Buissonnante/Arbustive</u> (environ 5,50m de haut)	
	<u>Arborescente/Arborée</u> (présence d'arbre ; souvent arbre têtard ou émondé)	

<b>Muret (m)</b>	<u>Petit</u> (environ 50 cm de haut)	
	<u>Moyen</u> (environ 1m de haut)	
	<u>Grand</u> (environ 1,50m de haut)	
<b>Lisière (m)</b>		
<b>Bordures de parcs (clôture quatre fil / ronce) (m)</b>	Standard	
<b>Talus / Fossés (ha)</b>		
<b>Jachères (ha)</b>		
<b>Prairies permanentes (ha)</b>		
<b>Landes / Parcours / Estives / Alpagnes (ha)</b>		
<b>Bandes enherbées (ha)</b>		
<b>Mare / Etang (ha)</b>		
<b>Prairie inondable / Marais (ha)</b>		
<b>Tourbières (ha)</b>		
<b>Terrasses / Friches (ha)</b>		
<b>Agroforesterie (ha)</b>	Sylvopastoralisme (Arbre moyen)	
	Agrisylviculture (Arbre moyen)	
<b>Ripisylve (m)</b>		

## **ANNEXE 5 : QUESTION SUPPLEMENTAIRE**

1. Si je vous dis biodiversité, qu'est-ce que cela vous inspire ? A quoi cela vous fait penser ?
2. Quelle est pour vous la place de la biodiversité dans l'agriculture ?
3. Que faites vous de votre point de vue en faveur de la biodiversité sur votre exploitation ?
4. Que pensez vous de la méthode que je viens de vous présenter ? Utilité ? Praticité ?
5. Est-ce que vous avez des remarques ou commentaires supplémentaires à apporter ?

## RESUME

Depuis le sommet de la Terre à Rio en 1992, la biodiversité est considérée comme un enjeu important par les politiques et les scientifiques. La perte actuelle de biodiversité est liée à différents secteurs d'activités notamment l'agriculture. La biodiversité peut être maintenue ou modifiée par l'agriculture et peut lui apporter des bénéfices.

En 2008, l'Expertise Scientifique Collective de l'INRA fait un bilan des connaissances scientifiques sur la relation entre agriculture et biodiversité. Notre travail, qui reprend la méthode d'évaluation de la biodiversité créée par Myriam Brochier en 2009, à l'institut de l'élevage, consiste à évaluer globalement et simplement la biodiversité ordinaire à différentes échelles : territoire, exploitation, parcelle. La méthode créée apprécie la diversité d'assolement et le maillage de l'espace agricole d'une exploitation et du territoire qui l'entoure. Elle évalue également la structure d'exploitation, les pratiques agricoles ainsi que la biodiversité des prairies permanentes considérées comme zone de régulation écologique de l'exploitation. De plus, un outil qui estime la surface de biodiversité de l'exploitation est créé. Il est basé sur une approche géométrique des éléments agro-écologique (éléments fixes du paysage) présents sur l'exploitation.

L'ergonomie et la perception de la méthode par les agriculteurs sont testées dans vingt-et-une exploitations, en système bovin lait. Les enquêtes sont réalisées dans plusieurs régions de France.