



HAL
open science

De quelle manière les pratiques agricoles et la densité d'infrastructures agroécologiques influencent la diversité végétale des prairies permanentes en Champagne Ardenne et Lorraine ?

Caroline Bresson

► To cite this version:

Caroline Bresson. De quelle manière les pratiques agricoles et la densité d'infrastructures agroécologiques influencent la diversité végétale des prairies permanentes en Champagne Ardenne et Lorraine ?. Sciences de l'environnement. 2013. hal-01777828

HAL Id: hal-01777828

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01777828>

Submitted on 25 Nov 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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-memoires-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.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



MASTER FAGE

Biologie et Ecologie pour la Forêt, l'Agronomie et
l'Environnement

Spécialité : Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes

Mémoire de stage soutenu par Caroline Bresson à
Nancy le 04/09/2013

De quelle manière les pratiques agricoles et
la densité d'infrastructures agroécologiques
influencent la diversité végétale des prairies
permanentes en Champagne Ardenne et
Lorraine ?

Encadrants : Aline Chanséaume et Bernard Amiaud

Université de Lorraine
Structure d'accueil : Laboratoire Agronomie Environnement
Organisme : Institut de l'élevage

Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier mon maître de stage, Aline Chanséaume, avec qui la bonne humeur à toujours été présente lors de nos sorties sur le terrain, même sous la pluie ou avec les vaches « folles » dans les parcelles. Je la remercie également pour ses explications et ses conseils dans la rédaction de mon rapport de stage et la préparation de mon oral.

Je remercie Bernard Amiaud et Nadia Michel pour les conseils qu'ils m'ont apportés.

Merci à l'institut de l'élevage et au LAE de m'avoir accueillie au sein de leur structure.

Un grand merci à Catherine et Emilien pour leur aide dans la relecture de mon rapport.

Merci à Colin, Charles, Jonathan, pour les bons moments passés, leur bonne humeur au bureau, leur soutien et leur aide précieuse en statistique.

Je souhaite également remercier toute l'équipe du LAE et particulièrement à Adeline qui m'a toujours soutenue dans les moments de doutes.

Merci à Nuria, Maira, Lisa, Ping, Marc, Abel, Ignacio, Veronica, Ruben, Marin pour la joie et la gaieté à la résidence universitaire.

Enfin, merci à ma famille et mes amis.

Sommaire

Introduction.....	1
I. Etat de l'art	3
1) Les prairies permanentes	3
2) La diversité végétale	3
3) Effet des pratiques agricoles sur la diversité végétale	6
II. Matériel et Méthode	7
1) Choix des cas type d'exploitation.....	7
2) Échantillonnage de la végétation en place	8
3) Calculs et analyses statistiques.....	9
III. Résultats	12
1) Analyse de la diversité spécifique	12
2) Analyse de la diversité fonctionnelle	14
IV. Discussion	17
1) Analyse de la diversité spécifique	17
2) Analyse de la diversité fonctionnelle	18
V. Conclusion	20
Bibliographie.....	21

Introduction

Depuis plusieurs millénaires, l'agriculture a transformé progressivement une grande partie des surfaces terrestres. Dans de nombreuses régions d'Europe, les paysages agricoles datent de plus de 2000 ans, et les zones agricoles représentent la majorité de l'espace (Mouillot et al. 2013).

Dès 1946, l'agriculture devient dans de nombreux pays une industrie, qui non seulement assure les besoins de l'exploitant, mais fournit un surplus destiné à couvrir les besoins de la population non agricole ainsi que l'exportation. En France, l'intensification des pratiques agricoles datant des années 1960 à 1980 a conduit à de fortes mutations de l'agriculture. Effectivement, l'agrandissement des exploitations, le délaissement des endroits moins accessibles ou moins productifs et le remembrement ont énormément affecté les paysages. En France, la suppression des obstacles physiques constituant de réelles réserves de biodiversité comme les haies, fossés, chemins, ont conduit à une simplification extrême des paysages, tout ceci, subventionné par la PAC (Politique Agricole Commune).

Malgré les efforts de conservation actuels, la perte de biodiversité est de plus en plus rapide à l'échelle régionale ou mondiale dans une large gamme d'écosystèmes, en raison de l'intensité croissante des perturbations, comme la surexploitation des espèces, la destruction des habitats, le changement climatique ou l'invasion par les espèces exotiques (Mouillot et al. 2013). Par conséquent, l'érosion de la biodiversité met en péril la durabilité des processus écologiques et la fourniture de services écosystémiques. Ainsi, il y a un besoin urgent de quantifier et de prédire les effets des perturbations sur la biodiversité afin de guider les efforts de conservation et la gestion des ressources écologiques (Mouillot et al. 2013).

C'est dans cette optique que le projet CASDAR « INDIBIO » (INDicateurs pertinents relatifs aux pratiques agronomiques et aux infrastructures permettant d'évaluer la BIOdiversité dans les systèmes d'exploitation d'élevage et de polyculture-élevage) est né. Mon stage s'inscrit dans ce projet qui a pour objectif principal de prendre en compte le niveau global de biodiversité ordinaire d'une exploitation. Ce programme associe l'Institut de l'Élevage et trois équipes Inra qui sont l'UMR Agronomie Environnement de Nancy-Colmar, l'URH de Clermont Ferrand_Theix et l'UMR Agronomie de Grignon. Les autres partenaires sont le Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL), France Nature Environnement (FNE) et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN).

L'organisme financeur de mon stage est l'Institut de l'Élevage, service Environnement Batiment. Le lieu où j'ai effectué mon stage est le LAE (Laboratoire Agronomie Environnement) situé à Vandœuvre-lès-Nancy. Le laboratoire agronomie et environnement est une unité mixte de recherche INRA-Nancy Université (Institut National Polytechnique de Lorraine). Il se compose de deux équipes, une équipe « agriculture durable » qui étudie la durabilité des systèmes agricoles avec le développement d'indicateurs agri-environnementaux et les interactions agriculture/biodiversité. La deuxième équipe est l'équipe « métabolisme secondaire »

qui étudie le métabolisme des plantes impliqué dans les processus de défense et d'adaptation aux stress environnementaux. L'équipe dont j'ai fait partie était l'équipe « Agriculture Durable » avec Aline Chanséaume, doctorante Idele/LAE.

La problématique associée à mon stage est d'étudier de quelle manière les pratiques agricoles et la densité d'IAE influencent la diversité végétale en prairies permanentes en Champagne Ardenne/Lorraine.

Mes hypothèses sont qu'il existe une différence au niveau de la diversité végétale entre les stations bordure et centre mais également au sein des différentes parcelles-types et des différents cas-type d'exploitation.

Au niveau de la diversité spécifique, mes hypothèses sont que celle-ci est plus élevée en bordure de parcelle qu'au centre des parcelles. J'émet l'hypothèse que les pratiques agricoles intensives défavorisent la diversité spécifique.

Au niveau de la diversité fonctionnelle, très peu d'études ont été réalisées sur ce thème donc mon hypothèse est que celle-ci varie entre les bordures et les centres de parcelles et également entre les parcelles et les cas-type.

I. Etat de l'art

Bien que les récentes préoccupations à propos de l'érosion de la biodiversité se focalisent principalement sur la transformation et la destruction d'habitats naturels, de nombreux paysages gérés par l'homme contiennent une diversité spécifique comparable à celle de nombreux écosystèmes naturels, avec en particulier de nombreuses espèces en déclin (Burel et al. 2008). Il est donc évident que toute réflexion portant sur la biodiversité se doit d'intégrer non seulement les espaces naturels, mais aussi ceux qui sont gérés par l'homme.

Décrire fonctionnellement les interactions entre organismes et environnement est aujourd'hui un enjeu majeur de l'écologie végétale. Dans le contexte actuel des changements rapides de l'environnement à l'échelle planétaire il apparaît crucial de comprendre les relations entre la distribution spatiale des espèces et les facteurs qui l'influencent, afin de prédire l'évolution future des communautés végétales et du fonctionnement des écosystèmes (Mouillot et al. 2013).

La biodiversité est une composante de l'environnement que l'agriculteur va devoir de plus en plus prendre en compte dans la gestion de son exploitation. Comme je l'ai cité précédemment, l'intensification des pratiques agricoles de ces 50 dernières années a contribué à la destruction des équilibres écosystémiques. Paradoxalement, l'agriculteur dans l'exploitation de ses prairies, dispose de réels atouts pour faire changer cela car il est directement gestionnaire du paysage.

1) Les prairies permanentes

Une prairie permanente est une surface qui est enherbée depuis au moins 5 ans, contrairement à une prairie artificielle (Futura Science 2013). Les prairies permanentes sont porteuses de valeurs écologiques et environnementales. Elles constituent un réservoir important de biodiversité floristique et faunistique et présentent souvent une valeur patrimoniale forte (Gaujour 2010). Les prairies permanentes sont destinées à la production de plantes fourragères herbacées vivaces, elles sont principalement couvertes de graminées. Depuis l'intensification des pratiques agricoles, les surfaces ont considérablement diminué et les prairies permanentes recouvrent actuellement environ 17% du territoire Français (Agreste 2010(a)).

2) La diversité végétale

La diversité végétale comporte deux aspects, la diversité spécifique qui rend majoritairement compte de la liste des espèces et de leur répartition alors que la diversité fonctionnelle évalue plutôt les espèces selon leur fonctionnement et leur distribution au sein de la communauté en réponse aux contraintes environnementales (Grall et Coïc 2006). Des études émergentes visent maintenant à évaluer l'influence de la diversité végétale sur les fonctions écologiques, en considérant cette diversité sous un angle fonctionnel et ce, afin de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents (Orwin et al. 2010). Cette approche s'appuie sur la caractérisation des espèces en termes de caractères morphologiques ou physiologiques, ce qu'on appelle « trait fonctionnel »

aisément corrélables à une fonction (Amiaud et Carrer 2012). Par exemple, on regroupera sous le terme de plantes « compétitrices » celles qui vont être capables de maximiser la capture des ressources dans un habitat très fertile (Grime 1977).

Décrire les organismes par leurs propriétés fonctionnelles est important dans un contexte agro-écologique. En effet, les pratiques agricoles exercées sur la parcelle telles que le pâturage ou la fertilisation sont des facteurs du milieu qui agissent sur les organismes (Gaujour 2010). Ils sont considérés comme des filtres qui vont déterminer la composition des communautés locales à partir du pool d'espèces disponibles à un niveau régional (Schéma 1). L'idée centrale est que ces filtres opèrent non pas sur les espèces, mais sur les traits que portent ces espèces. Chaque filtre spécifique porte sur certains traits appelés "traits de réponse" (Burel et al. 2008). De plus, l'analyse des traits fonctionnels offre la possibilité de donner l'alerte car ils peuvent détecter les impacts des perturbations avant que les espèces ne disparaissent et qu'il y ait des extinctions (Mouillot et al. 2013).

La figure 1 présente les différents traits fonctionnels intervenant dans les principales fonctions de la plante.

La combinaison de plusieurs traits fonctionnels permet de caractériser de façon plus complète le fonctionnement de la plante et de mettre en relief des stratégies adaptatives de l'espèce. De plus, ces traits pouvant être mesurés de façon identique sur quasiment l'ensemble des espèces végétales terrestres, cette approche permet de s'abstraire de la taxonomie des espèces locales et donc de comparer fonctionnellement différentes espèces et assemblages d'espèces et généraliser des observations faites à l'échelle d'une communauté (Bernard 2008).

On a différents types de traits fonctionnels comme par exemple l'histoire de vie (Annuelle, bisannuelle, vivace), la stratégie de régénération (semis, voie végétative), la stratégie d'établissement (stratégie C, R ou S), le SLA (Specific leaf area), le LDMC (Leaf dry matter content) ou la hauteur végétative.

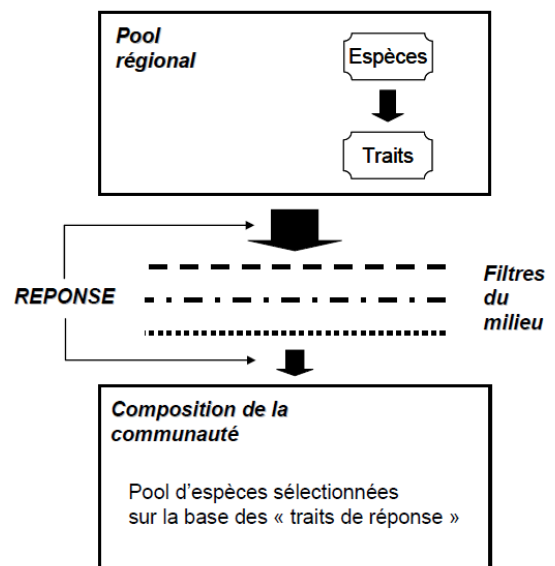


Schéma 1: Schéma présentant les effets des filtres sur la composition de la communauté végétale (Burel et al. 2008)

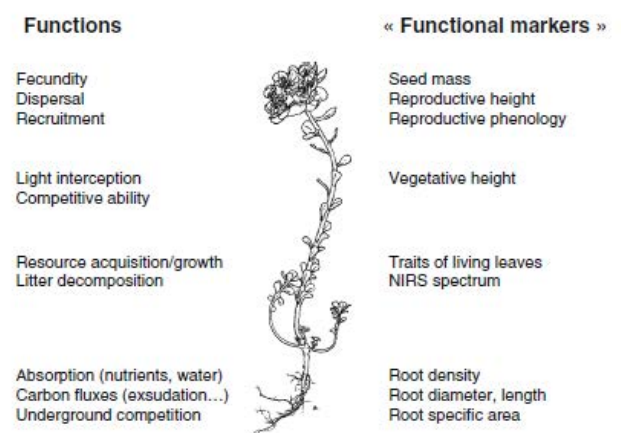


Figure 1: Relation entre les traits fonctionnels et leurs fonctions associées. (Blanchet 2012)

Plusieurs indices permettent de rendre compte de la diversité végétale. Au niveau de la diversité spécifique, la richesse spécifique, l'indice de Shannon, l'indice de Simpson et l'équitabilité sont de bons indicateurs de diversité qui sont fréquemment utilisés par les écologues.

Au niveau de la diversité fonctionnelle, le SLA, LDMC ont été identifiés comme étant les deux traits à la fois les plus représentatifs du spectre de stratégie d'acquisition de ressources, et à la fois les plus stables à l'intérieur d'une même espèce (Violle et al. 2007). La hauteur végétative est un indicateur de la compétitivité de l'individu pour la lumière, c'est la taille de la plante sans l'inflorescence (Lavorel et al. 1998).

Le SLA est corrélée positivement au taux d'assimilation carbonée et au taux de croissance relative de la plante et négativement à la durée de vie des feuilles (Garnier et Navas 2011). Typiquement, une grande feuille fine aura un SLA élevé, contrairement à une feuille étroite et épaisse. Le LDMC est la teneur en masse sèche de la feuille. Elle constitue une approximation de la densité des tissus foliaires et est positivement liée à la rétention des nutriments dans la feuille. Une feuille dense et à vaisseaux épais aura un fort LDMC, contrairement à une feuille riche en tissus photosynthétiques. Un fort LDMC est souvent associé à une durée de vie longue des feuilles (Bernard 2008).

Le SLA est négativement corrélé au LDMC. La combinaison de ces deux traits permet de caractériser la fonction d'acquisition des ressources de chaque espèce, et de situer celle-ci en terme de stratégie. Par exemple, les plantes à stratégie d'acquisition et de croissance rapide auront tendance à avoir un SLA élevé et un LDMC faible (Lavorel et al. 1998).

Ces traits fonctionnels ont l'avantage d'être facilement mesurables, de plus, on trouve des protocoles de mesures standardisés dans la littérature (Garnier et al. 2001).

La diversité végétale est influencée par deux principaux facteurs qui sont les pratiques agricoles et le paysage. Les pratiques agricoles s'évaluent à l'échelle de la parcelle et le paysage est modulé par la juxtaposition de différentes utilisations du territoire. Les Infrastructures agro-écologique (IAE) qui font partie du paysage sont des habitats naturels ou semi-naturels que constituent les haies, les cours d'eau, les bandes enherbées, les arbres isolés, bosquet et toute autre entité ne recevant aucun apport en pesticide, ces IAE sont des éléments clefs favorables à la biodiversité dans les parcelles agricoles (Billeter 2008).

Les pratiques agricoles et le paysage sont liés, le choix des pratiques influe sur le paysage comme celui-ci influe sur les pratiques agricoles (Gaujour 2010).

3) Effet des pratiques agricoles sur la diversité végétale

a. Effet du pâturage sur la végétation

Le pâturage affecte la diversité végétale en prairies permanentes à travers son intensité, sa saisonnalité, les différents animaux présents sur les prairies et le dépôt d'excréments des animaux. De nombreux facteurs entrent en jeu dans l'effet du pâturage sur la diversité végétale, c'est pourquoi les chercheurs ne sont pas toujours en accord. Par exemple, Rook and Tallowin en 2003 montrent que le pâturage a un rôle majeur dans la conservation de la biodiversité et dans le maintien et le développement de l'hétérogénéité du couvert végétal et qu'il favorise alors une forte diversité floristique des prairies permanentes. L'intensité de pâturage est un facteur très important, il fait considérablement varier la diversité végétale. Une faible intensité de pâturage favorise les plantes herbacées tandis qu'une augmentation de l'intensité du pâturage est accompagnée d'une augmentation des espèces rudérales et à stratégies compétitives (Gaujour 2010).

b. Effet de la fauche sur la végétation

La végétation des prairies fauchées est généralement plus diverse que celle des prairies pâturées. L'effet de la fauche sur la composition floristique des prairies permanentes dépend de la fréquence et de la date de coupe de celles-ci. Effectivement, la fauche peut apporter une forte quantité de graines dans les prairies permanentes mais couper trop tôt peut empêcher la production de graines alors que couper trop tard peut résulter à avoir un couvert trop dense qui empêche le développement d'autres espèces. En France, la diversité spécifique maximum est observée lorsque la fauche a lieu de mi-juin à mi-juillet. Une fréquence de coupe de trois ou quatre fois par an favorise les espèces à rosette, peu hautes et défavorise les plantes plus hautes. D'autres espèces en revanche, sont insensibles à la fauche (Gaujour 2010).

c. Effet des apports en éléments nutritifs sur la végétation

La fertilisation organique des prairies permanentes n'est présente que sur 15 % des surfaces et un peu plus d'un quart des prairies permanentes ne reçoit aucune fertilisation (Agrete 2010(b)).

La fertilisation, qu'elle soit organique ou minérale, provoque généralement une diminution de la richesse spécifique (Baessler and Klotz 2006)

L'apport de fertilisants azoté minéral défavorise les plantes peu nitrophiles comme les légumineuses du fait de l'exclusion de certaines espèces végétales due à une compétition pour la ressource en éléments minéraux (Gaujour 2010).

II. Matériel et Méthode

Le projet initial CASDAR IndiBio s'étend sur trois régions qui ont été déterminées par une approche nationale climatique. Les régions concernées sont la Champagne-Ardenne-Lorraine (climat semi-continental), l'Auvergne (climat montagnard) et la Basse-Normandie (climat océanique). Mon stage concerne uniquement les régions Champagne-Ardenne et Lorraine.

1) Choix des cas type d'exploitation

Au sein du projet CASDAR, 4 cas-types d'exploitations ont été déterminés, en amont de mon stage (Schéma 2 et 3). Un cas type d'exploitation est la modélisation structurelle, technique et économique d'un système d'exploitation, réalisée à partir des fermes réseaux de référence Idele dont le fonctionnement a été optimisé au préalable (Définition Idele). Un cas type décrit des choix techniques et des pratiques à mettre en œuvre au niveau des surfaces, du troupeau et des investissements en tenant compte des contraintes pédoclimatiques et de la région agricole dans laquelle il s'inscrit.

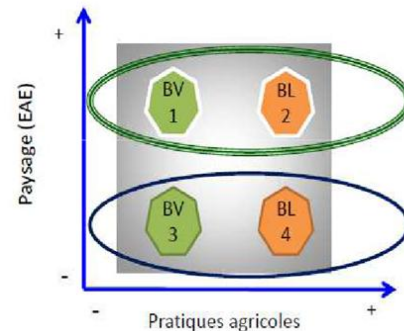


Schéma 2 : les 4 cas-types d'exploitation
 BV 1 : Système naisseur herbager
 BL 2 : Système bovin lait herbager
 BV 3 : Système naisseur herbager mais
 BL 4 : Système bovin lait mais

L'étude a été menée sur 8 exploitations au total de façon à avoir 2 répétitions par cas-types d'exploitation. Les agriculteurs participant au projet sont des agriculteurs volontaires, sollicités par les techniciens de chambre d'agriculture.

Au sein d'une exploitation agricole, 4 parcelles type, P1, P2, P3, P4 ont été choisies à travers un gradient de pratiques agricoles et une densité d'IAE (voir annexe 1 et schémas 3 et 4). Lorsque les critères recherchés n'étaient pas présents sur la parcelle, alors une parcelle avec des contrastes plus faibles était choisie.

De façon à réaliser un échantillonnage exhaustif, les agriculteurs, en amont, ont indiqué leurs pratiques exercées les 10 dernières années selon les 12 variables de pratiques agricoles que l'on retrouve en annexe 2.

L'échantillonnage de nos exploitations reprend celui qui avait été fait l'an dernier. D'après Renaud Blanchet en 2012, Les tests statistiques effectués sur cet échantillonnage rendent bien compte du gradient d'intensité des pratiques agricoles et de densité d'IAE. Le schéma 4 reprend l'organisation générale au sein des différents cas-types et parcelles d'exploitation.

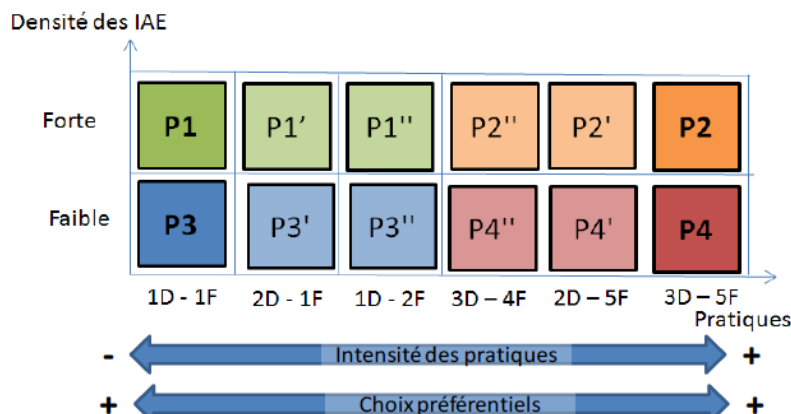
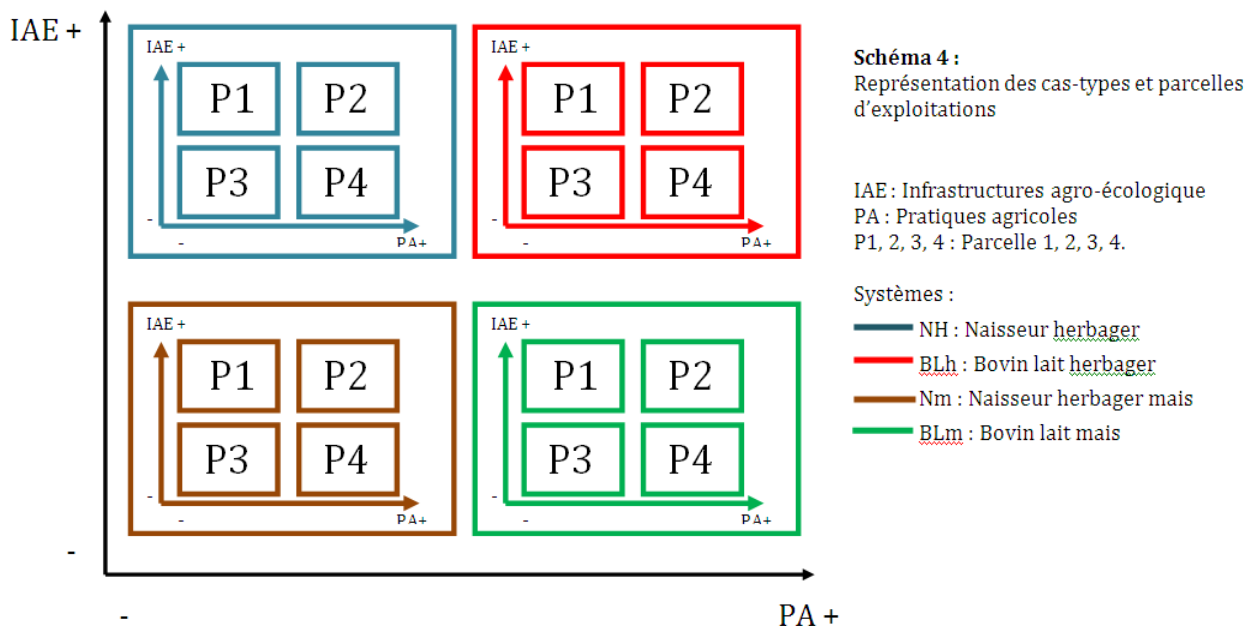


Schéma 3 :
 Classification des parcelles selon la densité d'IAE et les pratiques agricoles.



2) Échantillonnage de la végétation en place

a. La méthode des quadrats

Pour effectuer le relevé floristique, trois méthodes peuvent être utilisées. La méthode de l'estimation visuelle sur trajet qui est rapide et facile à mettre en place mais peu précise, la méthode des poignées qui donne un aperçu global de la végétation mais destinée à des surfaces plus grandes, et la méthode des quadrats que nous utiliserons. Effectivement, cette méthode est assez rapide à mettre en œuvre et permet également d'identifier exhaustivement les différentes espèces présentes dans le quadrat. De plus, cette méthode peut également s'appliquer le long d'un transect, ce que nous ferons le long des IAE (Gaujour 2010).

b. Forme, dimensions, nombre des quadrats

Les quadrats ont une forme carrée et mesurent 0,5 * 0,5 m. L'intérêt est de récolter un maximum d'infos en un minimum de temps. En utilisant dix quadrats de 0,5*0,5m, on perd 1,8 espèce mais on gagne 1h05 par rapport à des quadrats de 1*1 m (Chanséaume 2010). Les quadrats sont en PVC pour une plus grande maniabilité. Afin d'avoir un échantillonnage représentatif de la végétation et réalisable dans l'intervalle de temps qui nous était réservé, dix quadrats par parcelle seront étudiés (Kohler 2013). Cinq quadrats seront jetés aléatoirement au centre de la parcelle avec une distance minimum de dix mètres à la première IAE, sur une zone herbeuse la plus homogène possible, et cinq quadrats seront jetés juste au bord d'une IAE (Voir figure 2 et photo 1).

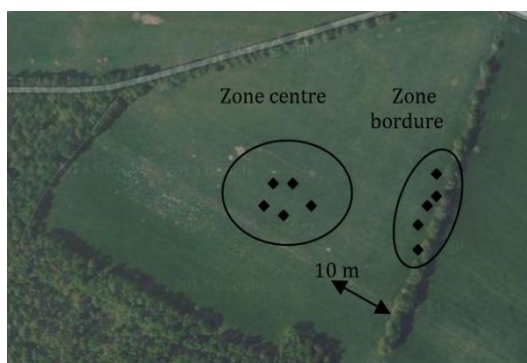


Figure 2: Situation des quadrats



Photo 1 : Un quadrat au centre de prairie.

c. Relevés floristiques

Les relevés et prélèvements effectués ont pour but de pouvoir mesurer les traits fonctionnels SLA, LDMC et hauteur végétative et les indices de diversité spécifique.

Lors des relevés floristiques, 5 quadrats seront lancés au centre de la prairie, la liste de toutes les espèces et l'abondance de celles-ci sera ensuite notée, la même chose sera faite en bordure de prairie.

Les mesures de traits fonctionnels ont été réalisées sur les espèces composant les 80% de l'abondance totale des espèces du quadrat (Kohler 2013).

D'après Caroline Kohler en 2013, il est préconisé d'avoir au moins vingt individus de la même espèce par parcelle. Au total, sur les espèces composant 80 % du quadrat, quatre limbes par espèce et par quadrat ont donc été récoltés. Les limbes récoltés provenaient des feuilles les plus récemment poussées, adultes et complètement développées. Elles ont été récoltées en pleine lumière et sans dommage d'agents pathogènes (Reich et al 1992). Une fois les quatre feuilles d'une même espèce récoltées, celles-ci étaient mises dans un papier essuie-tout imbibé d'eau osmosée qui était mis dans un sachet congélateur annoté et placé dans la glacière.

Au sein d'une semaine nous alternions deux jours de terrain et un jour de mesure de façon à ce que les feuilles soient mesurées assez rapidement. Nous avons également dû moduler cela en fonction du temps qu'il faisait car le prélèvement des feuilles sous la pluie n'est pas recommandé (problème de conservation des échantillons).

d. Matériel nécessaire et temps de relevé

Les relevés floristiques ont été effectués du 25 avril au 7 Juin 2013. Le matériel nécessaire à la réalisation des relevés a été une petite loupe, des flores, les quadrats, un mètre, des sacs congélateurs, de l'eau osmosée, des rouleaux de papier essuie-tout, un GPS, une glacière avec des pains de glace et les fiches de relevés terrain.

Le temps de relevé par quadrat dépend fortement du nombre d'espèces présentes. Dans ce cas, le temps de relevé était d'environ 45 minutes en moyenne par quadrat variant de 15 minutes pour les quadrats les moins riches en espèces et 1 heure et 15 minutes pour les quadrats les plus riches en espèces.

3) Calculs et analyses statistiques

a. Calcul des indices de diversité spécifique

Les indices de diversité ci-dessous sont ceux qui ont été choisis pour évaluer la diversité spécifique. Ces indices ont été calculés pour chaque quadrat.

- La richesse spécifique : S

C'est le nombre total d'espèces, plus la richesse spécifique est élevée, plus la diversité spécifique est élevée.

- Indice de biodiversité de Shannon : $H' = \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$

S = Nombre total d'espèces rencontrées

p_i = la probabilité de rencontre

i = une espèce du milieu d'étude

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0, lorsqu'on a une seule espèce ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres à $\log_2 S$, lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Grall and Coïc 2006).

- Indice de diversité de Simpson : $D = 1 - \sum \{Ni(Ni - 1) / N(N - 1)\}$

N_i = Nombre d'individus de l'espèce i
 N = Nombre total d'individus

L'indice de diversité de Simpson doit être associé à l'indice de Shannon, il mesure la probabilité que deux individus choisis au hasard à partir d'un échantillon n'appartiennent pas à la même espèce.

Cet indice varie donc de 0 qui est la diversité minimum, à 1 qui est la diversité maximum.

- Equitabilité de Shannon : $J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H'}{\log_2(S)}$

L'équitabilité de Shannon rend compte de l'abondance /dominance et de la répartition relative des espèces au sein des communautés végétales (Grusmeroli et al. 2013).

b. Calcul des valeurs de traits fonctionnels

Les valeurs de traits qui ont été mesurés sont le SLA, le LDMC et la hauteur végétative. La hauteur végétative était directement mesurée sur le terrain.

En revanche, le SLA et LDMC sont des valeurs que nous avons pu obtenir grâce aux mesures en laboratoire (photo 2) des 4557 feuilles récoltées. Ce travail consistait, pour chaque feuille, à mesurer leurs surfaces, grâce à un planimètre (photo 3) et leurs masses fraîches et sèches, à l'aide d'une balance de précision (Photo 4).



Photo 2 : Organisation du poste de mesure au laboratoire



Photo 3 : Passage de chaque feuille au planimètre.

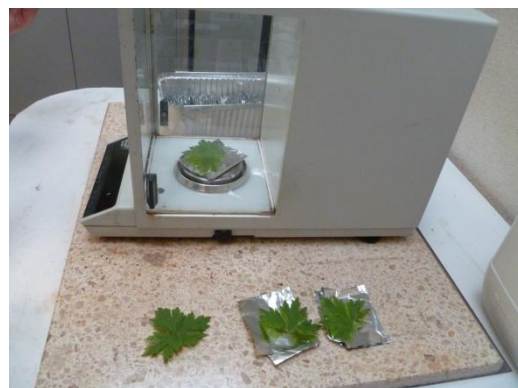


Photo 4 : Pesée de chaque feuille à la balance de précision.

- Le SLA

Le SLA (Specific leaf area en $m^2/kg-1$) correspond à la surface foliaire divisée par la masse sèche de la feuille (Vile 2005).

- Le LDMC

Le LDMC (Leaf dry matter content en mg/g) correspond au poids sec de la feuille divisé par le poids frais de la feuille. (Vile 2005)

c. Tests statistiques

Les tests statistiques réalisés sont des ANOVA ou des tests de Kruskal Wallis qui ont été effectués grâce au logiciel R version 2.15.3.

Dans un premier temps, pour tester les données, l'ANOVA (aov) est réalisée.

Ensuite, il est nécessaire de vérifier si nous sommes en condition paramétrique ou non. Pour cela, deux tests ont été effectués :

- Le test de Shapiro-Wilk (shapiro.test) : Ce test nous permet de savoir si les données suivent une loi normale ou non, si la p-value de ce test est supérieure à 0,05, alors les données suivent une loi normale.
- Le test de Breusch-pagan (bp test) : Ce test nous permet de tester l'égalité des variances. Si la p-value de ce test est supérieure à 0,05, alors, on a une égalité des variances.

Les conditions pour pouvoir réaliser une ANOVA sont que les deux p-value de ces deux tests soient supérieures à 0,05. Dans ce cas, si la p-value de l'ANOVA est inférieure à 0,05, alors, il y a une différence significative entre les échantillons.

Si l'une des p-value ou les deux p-value de ces deux précédents tests sont inférieures à 0,05, alors, nous sommes en condition non paramétrique et nous devons effectuer un autre test, le test de Kruskal Wallis (kruskal.test).

Si la p-value de ce test est inférieure à 0,05, alors il y a une différence significative entre nos échantillons.

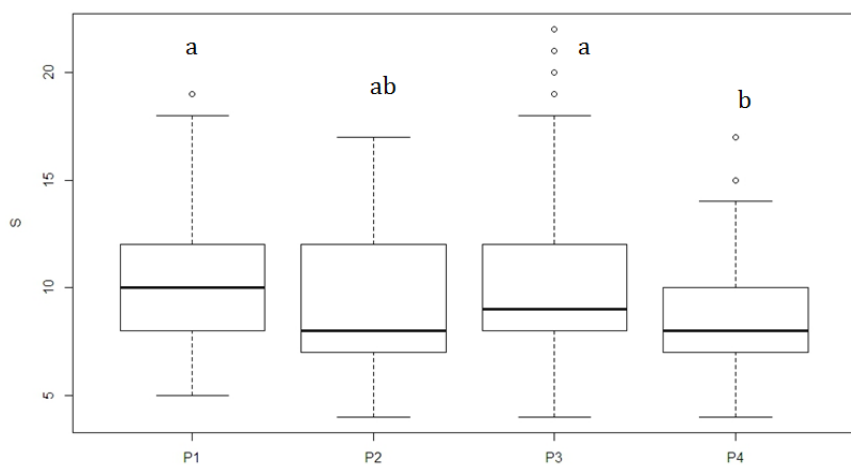
III. Résultats

Au total, nous avons effectué les relevés de 370 quadrats soit 4557 mesures de feuilles. L'enjeu ici est de voir comment varie la diversité végétale selon les parcelles P1, P2, P3 et P4, les cas-types BLh, BLm, Nh, Nm et les stations bordures et centre.

1) Analyse de la diversité spécifique

a. Analyse des indices de diversité spécifique en fonction des différentes parcelles :

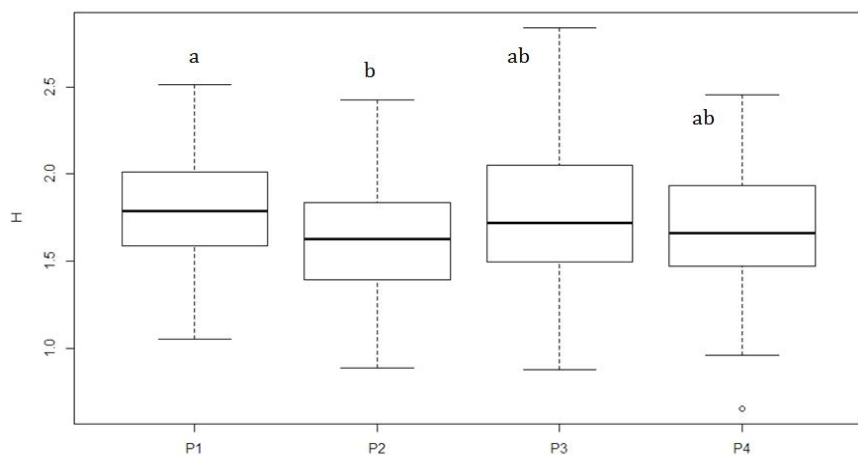
	Indices	Shapiro-Wilk	Breusch-Pagan	Anova	Kruskal-wallis	Résultat
Parcelles	S	0.0936	0.1184	0.00612	X	Richesse spécifique de P1 et P3 > P4
	H'	0.0936	0.1184	0.00385	X	Indice de Shannon de P1 > P2
	D	5.811e-15	X	X	0.006849	Indice de Simpson P1 > P2
	J'	8.218e-10	X	X	0.03685	Equitabilité de P1 > P2 (seuil 6%)



Graph 1 : Richesse spécifique en fonction des parcelles

- **Richesse spécifique**

On constate une différence significative entre les parcelles au niveau des richesses spécifiques. Celle-ci est plus élevée pour les parcelles P1 et P3 que pour les parcelles P4.



Graph 2 : Indice de Shannon en fonction des parcelles

- **Autres indices :**

Pour tous les autres indices de diversité on constate une différence significative entre les P1 et P2 avec des valeurs toujours plus élevées pour les P1.

b. Analyse des indices de diversité spécifique en fonction des différents cas-type:

	Indices	Shapiro-Wilk	bptest	Anova	Kruskal-wallis	Résultat
Cas-type	Richesse spécifique S	0.04275	X	X	0.01789	S Nh > BLm (seuil 12%)
	Shannon H'	1.041e-05	X	X	0.005154	H' BLh > BLm et Nm
	Simpson D	5.94e-16	X	X	0.008523	D BLh > BLm et Nm
	Equitabilité Shannon J'	2.48e-10	X	X	0.007678	J' BLh > BLm, Nh et Nm

On constate, au sein des cas-type Nh (Naisseur herbager), une richesse spécifique significativement supérieure aux cas-type BLm (Bovin lait mais). On constate globalement des indices de diversité de Simpson et Shannon significativement plus élevés pour le cas-type BLh (Bovin lait herbager) par rapport aux cas-type BLm et Nm (Naisseur herbager mais).

c. Analyse des indices de diversité spécifique en fonction des centres et bordures selon les parcelles

Parcelle	Indices	Shapiro-Wilk	bptest	Anova	Kruskal-wallis	Résultat
P1	S	0.4161	0.1105	0.00262	X	S centre > S bordure
	H'	0.7598	0.1001	0.000159	X	H' centre > H' bordure
	D	0.0004478	X	X	0.0001414	D centre > D bordure
	J'	0.03513	X	X	0.01235	J' centre > J' bordure
P2	S	8.178e-07	X	X	0.9811	NS
	H'	0.07218	0.8473	0.112	X	NS
	D	4.119e-07	X	X	0.02805	D centre > D bordure
	J'	8.178e-07	X	X	0.0009057	H' centre > H' bordure
P3	S	0.11	0.3456	0.301	X	NS
	H'	0.5355	0.4875	0,674	X	NS
	D	1.353e-05	X	X	1	NS
	J'	0.002485	X	X	0.09545	NS
P4	S	2.138e-07	X	X	0.6574	NS
	H'	0.003126	X	X	0.813	NS
	D	2.138e-07	X	X	0.6574	NS
	J'	0.000365	X	X	0.0173	H' centre > H' bordure

Au sein des parcelles P1, on constate une diversité spécifique plus importante au centre qu'en bordure. Au sein des parcelles P2, les indices de Shannon et Simpson sont plus élevés en centre qu'en bordure. Il n'y a aucune différence significative entre le centre et la bordure au niveau des parcelles P3 et P4 sauf pour l'indice de Shannon qui est plus élevé en centre qu'en bordure au sein des parcelles P4.

d. Analyse des indices de diversité spécifique en fonction des centres et bordures selon les cas-types

Cas-type	Indices	Shapiro-Wilk	bptest	Annova	Kruskal-wallis	Résultat
BLh	S	X	0.0009839	X	0.05479	NS
	H'	0.2949	0.1377	0.602		NS
	D	1.505e-05	X	X	0.577	NS
	J'	2.086e-05	X	X	0.2367	NS
BLm	S	0.06369	0.7701	0.88	X	NS
	H'	0.000228	X	X	0.07989	NS
	D	2.926e-09	X	X	0.08498	NS
	J'	5e-04	X	X	0.004958	J' centre > J' bordure
Nh	S	0.1364	0.4644	0.906	X	NS
	H'	0.0005945	X	X	0.4884	NS
	D	5.573e-09	X	X	0.3032	NS
	J'	7.293e-07	X	X	0.1213	NS
Nm	S	0.3482	0.5213	0.0125 *	X	S centre > S bordure
	H'	0.2283	0.736	4.29e-05 ***	X	H' centre > H' bordure
	D	0.0008039	X	X	0.0001036	D centre > D bordure
	J'	0.0476	X	X	6.039e-05	J' centre > J' bordure

Globalement, on ne constate pas vraiment de différence significative entre le centre et la bordure sauf pour le cas-type Nm où la diversité spécifique est significativement plus élevée au centre qu'en bordure.

2) Analyse de la diversité fonctionnelle

a. Analyse des valeurs de traits fonctionnels en fonction des différentes parcelles

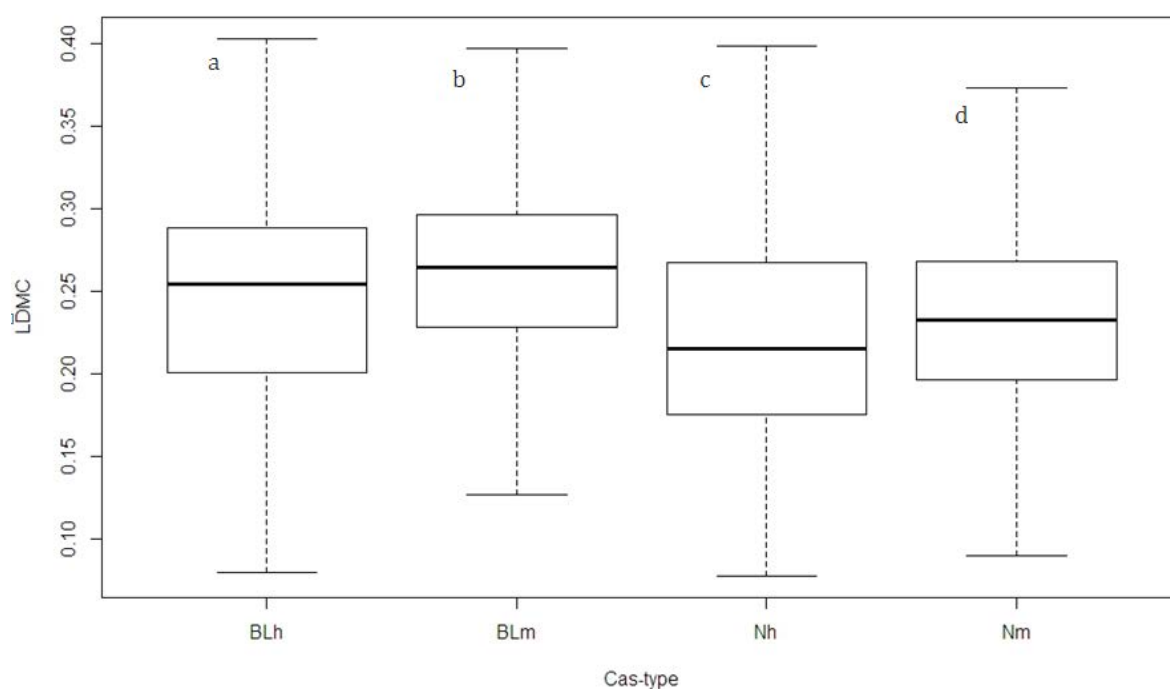
	Indices	Shapiro-Wilk	Kruskal-wallis	Résultat
Parcelles	SLA (m ² /kg)	< 2.2e-16	5.28e-16	SLA P2 et P4 > SLA P1 SLA P2 > SLA P3 et P4 SLA P4 > P3
	LDMC (g/g)	< 2.2e-16	< 2.2e-16	LDMC P1 > LDMC P2 et P4 LDMC P3 > LDMC P2 et P4 LDMC P2 > LDMC P4
	Hauteur (cm)	< 2.2e-16	< 2.2e-16	H P2 et H P3 > HP1 H P3 > H P2 et HP4 H P2 > H P4

Globalement, on constate que les SLA de P2 et P4 sont supérieurs aux autres parcelles et, à l'inverse ont un LDMC plus faible que les autres parcelles.

b. Analyse des valeurs de traits fonctionnels en fonction des différents cas-type

	Indices	Shapiro-Wilk	Kruskal-wallis	Résultat
Cas-type	SLA (m ² /kg)	2.5e-16	5.047e-16	BLh>BLm et Nh Nm> BLm et Nh
	LDMC (g/g)	< 2.2e-16	< 2.2e-16	BLm > BLh > Nm > Nh
	Hauteur (cm)	2.5e-16	< 2.2e-16	BLH > Nh et Nm BLM>Nh et Nm Nm > Nh

On constate un LDMC supérieur pour le cas-type BLm, supérieur au LDMC du cas-type BLh, supérieur au LDMC du cas-type Nm qui est supérieur au LDMC du cas-type Nh.



c. Analyse des valeurs de traits fonctionnels en fonction des centres et bordures selon les parcelles:

Parcelle	Indices	Shapiro-Wilk	Kruskal-wallis	Résultat
P1	SLA	< 2.2e-16	4.617e-06	SLA bord > SLA centre
	LDMC	< 2.2e-16	0.8041	NS
	H	< 2.2e-16	0.3527	NS
P2	SLA	1.914e-11	0.005775	SLA bord > SLA centre
	LDMC	< 2.2e-16	0.04815	LDMC centre > LDMC bord
	H	8.343e-14	1.363e-05	hauteur centre > hauteur bord
P3	SLA	< 2.2e-16	0.5283	NS
	LDMC	< 2.2e-16	0.1121	NS
	H	3.258e-14	0.7629	NS
P4	SLA	9.789e-13	5.152e-07	SLA centre > SLA Bord
	LDMC	< 2.2e-16	1.826e-05	LDMC bord > LDMC centre
	H	1.334e-13	7.554e-09	Hauteur centre > Hauteur bord

Pour les parcelles P1 et P2, on constate un SLA supérieur en bordure par rapport au centre. Pour les parcelles P4, on constate un effet inverse avec un SLA supérieur en centre. La hauteur végétative est globalement plus élevée au centre qu'en bordure pour les parcelles P2 et P4.

d. Analyse des valeurs de traits fonctionnels en fonction des centres et bordures selon les cas-type

Parcelle	Indices	Shapiro-Wilk	Kruskal-wallis	Résultat
BLh	SLA	< 2.2e-16	0.002225	SLA bord> SLA centre
	LDMC	< 2.2e-16	3.686e-09	LDMC centre>LDMC bord
	H	4.633e-09	5.999e-13	Hauteur centre>hauteur bord
BLm	SLA	1.204e-14	0.6488	NS
	LDMC	< 2.2e-16	0.001039	LDMC bord > LDMC centre
	H	2.823e-09	0.5523	NS
Nh	SLA	< 2.2e-16	0.006404	SLA centre > SLA bord
	LDMC	< 2.2e-16	0.01193	LDMC bord> LDMC centre
	H	< 2.2e-16	3.04e-07	Hauteur centre> hauteur bord
Nm	SLA	2.559e-11	0.0006983	SLA bord>SLA centre
	LDMC	< 2.2e-16	0.02385	LDMC bord>LDMC centre
	H	1.067e-09	0.2177	NS

Globalement, on constate, pour les cas-types BLh, un fort SLA en bordure de parcelle et un fort LDMC au centre. La hauteur au centre est plus forte qu'en bordure.

Pour le cas-type BLm, on obtient une valeur de LDMC en bordure plus forte qu'au centre. Les autres valeurs ne sont pas significatives.

Au sein du cas-type Nh, on constate un SLA supérieur au centre par rapport au bord de parcelle. Le LDMC est en revanche supérieur au bord par rapport au centre.

On observe au sein du cas-type Nm, un SLA au bord est plus fort qu'au centre et le LDMC est également plus fort au bord qu'au centre.

IV. Discussion

1) Analyse de la diversité spécifique

a. Analyse des indices de diversité spécifique en fonction des différentes parcelles et cas-types

Une faible intensité des pratiques agricoles au niveau des parcelles favoriserait la richesse spécifique en prairies permanentes ce qui confirme mes hypothèses. En revanche, la présence ou non d'IAE au niveau des parcelles n'influe pas sur cette diversité spécifique. Effectivement, selon les autres indices, avec une même densité d'IAE entre les P1 et P2 (forte densité d'IAE), on a une différence significative avec des indices de diversité spécifique plus élevés chez les P1, ce qui confirme bien que la présence plus importante d'IAE entre les parcelles ne semble pas jouer un rôle favorable à l'augmentation de la diversité spécifique.

Globalement, on constate que les systèmes d'exploitation qui contiennent plus d'IAE sont plutôt favorables à la diversité spécifique et que des pratiques agricoles intensives ne sont pas défavorables à la diversité spécifique. Ce résultat est curieux car il est en contradiction avec le précédent. Peut être que l'influence des parcelles et des cas-types n'est pas la même. Effectivement les cas-types varient en fonction des choix de gestion, du mode d'exploitation, des choix techniques de l'agriculteur et du type de production alors que les parcelles varient principalement selon les intensités d'exploitations et la densité d'IAE.

b. Analyse des indices de diversité spécifique en fonction des bordures et centre

Globalement, dans les parcelles P1 et P2 (forte densité d'IAE), on constate une diversité spécifique plus élevée au centre qu'en bordure et globalement pas vraiment de différence significative au niveau des centres et bordures pour les P3 et P4 (faible densité d'IAE). Ces résultats ne confirment pas mes hypothèses qui allaient plutôt dans le sens inverse. Une étude de Gaujour en 2010 dit que la richesse spécifique est plus élevée en bordure des parcelles par rapport au centre mais les parcelles étudiées dans cette étude sont des parcelles cultivées. Les résultats ne sont donc pas comparables. Ceci est peut être dû aux conditions météo de l'année avec des pluies importantes au printemps qui auraient pu favoriser certaines espèces, ou à un piétinement au bord des IAE très destructeur du à ces fortes pluies printanières, ou encore à une compétition pour l'accès aux ressources dues à la présence des IAE en bordure et donc une sélection des espèces. L'ombre des haies est peut être un facteur qui favorise plus particulièrement certaines espèces de mi-ombre. Enfin, peut être que l'on n'a pas une différence significative entre les bordures et centres dans les parcelles P3 et P4 car on a beaucoup moins d'IAE au sein de ces parcelles.

Globalement, au sein des cas-types on ne constate pas vraiment de différence significative entre le centre et la bordure sauf pour le cas-type Naisseur herbager mais (Nm) ou la diversité spécifique est significativement plus élevée au centre qu'en bordure. Ceci serait donc le résultat de faibles pratiques agricoles et de faibles densités d'IAE. Ces résultats ne confirment pas mes hypothèses et il est difficile de comprendre pourquoi on obtient des résultats significatifs seulement au sein du cas-type Nm.

2) Analyse de la diversité fonctionnelle

a. Analyse des valeurs de traits fonctionnels en fonction des différentes parcelles et cas-types

Globalement, on constate que les parcelles P2 et P4, sur lesquelles les pratiques agricoles sont plus fortes, les plantes ont un SLA supérieur aux plantes des autres parcelles et est à l'inverse un LDMC plus faible que les plantes des autres parcelles. On pourrait supposer que l'effet des pratiques fortes permet une augmentation du SLA des plantes, peut être par un effet de compétition entre les plantes pour l'accès à la lumière et aux ressources.

Au sein des cas-type, on constate un LDMC qui diminue en fonction de l'effet couplé de la baisse des pratiques agricoles et de l'augmentation de la densité d'IAE. Ceci montre que moins on a de pratiques agricoles et plus on a d'IAE, plus on aura un LDMC faible et donc un fort SLA ce qui est en désaccord avec les résultats précédents.

Au sein des cas-types, on constate que plus l'intensité des pratiques augmente, plus la hauteur de la plante augmente. Ceci est peut être dû à une forte compétition pour l'accès à la lumière ou au résultat d'une forte fertilisation. Une plante généralement à stratégie compétitive, va croître rapidement donc obtenir une hauteur assez élevée et va avoir en parallèle un fort SLA (Grime 1977).

b. Analyse des valeurs de traits fonctionnels en fonction des centres et bordures selon les parcelles et les cas-types

En parcelles avec des plus fortes densités d'IAE, il semblerait que le SLA est plus fort en bordure qu'au centre alors que les parcelles avec moins d'IAE ont un SLA au centre plus fort qu'en bordure.

La hauteur végétative pour les parcelles avec des pratiques agricoles importantes est plus forte au centre qu'en bordure. Ceci peut être dû à la compétition et donc une croissance plus forte pour l'accès à la lumière.

Les mesures de traits fonctionnels varient très aléatoirement selon les cas-type.

Etant donné le peu d'études effectuées dans le domaine, il est difficile de pouvoir comparer nos données. De plus, l'échantillonnage est un travail très long donc qui a pu parfois être biaisé par une durée d'échantillonnage qui s'est étalée sur une longue période. Effectivement, lorsque nous avons récolté les plantes, en termes de hauteur, nous n'avons pas la même hauteur en début de la saison de végétation et la fin de la saison de végétation. De plus, la reconnaissance de certaines graminées sans la floraison était parfois difficile.

Le printemps 2013 à été particulièrement pluvieux ce qui a pu favoriser ou défavoriser certaines espèces.

Dans l'impossibilité de gérer les parcelles agricoles, nous avons parfois rencontré des bovins déjà présents sur les parcelles ce qui a pu modifier l'état de la végétation par le broutage ou le piétinement.

Etant donné que notre étude dépend de nombreuses modalités telles que les bordures et centre des parcelles, les cas-types d'exploitation, et les différentes parcelles, les résultats sont parfois difficiles à interpréter.

Par la suite, il serait intéressant de réaliser des analyses multivariées qui rendraient compte du poids de chaque variable de pratique agricole telle que la fauche, le piétinement ou la fertilisation.

D'autres éléments intéressants pourront être pris en compte pour une analyse plus poussée tel que l'effet des différents types d'IAE ou les conditions pédologiques sur la diversité végétale.

V. Conclusion

Au sein des parcelles, quand les pratiques agricoles sont plus faibles, la richesse spécifique aurait tendance à augmenter, en revanche, les IAE n'auraient pas d'influence sur celle-ci.

Pour les parcelles contenant une densité élevée d'infrastructures agroécologiques, on constate une diversité spécifique supérieure au centre de la parcelle par rapport à la bordure de la parcelle. Ceci est surprenant et ne confirme pas nos hypothèses qui allaient dans un sens inverse.

Dans l'analyse de la diversité fonctionnelle, on constate, au niveau des parcelles, qu'une augmentation des pratiques agricoles provoque une augmentation du SLA alors qu'au niveau des cas-types, on constate l'inverse.

Pour les mesures de hauteur, plus l'intensité des pratiques agricoles au niveau des cas-type augmente, plus la hauteur des plantes augmente. Ceci est peut être dû à une forte croissance due à une forte compétition pour l'accès à la lumière ou à une forte quantité de fertilisants.

Enfin, au sein des parcelles contenant des plus fortes densités d'infrastructures agroécologiques, le SLA est plus fort en bordure qu'au centre, alors que les parcelles avec moins d'infrastructures agroécologiques ont un SLA plus fort au centre.

Bibliographie

Agreste. 2010(a). « Enquête sur les prairies ». Prairie-Panorama. http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/file/dossier8_prairies.pdf

Agreste. 2010(b). « Essentiellement naturelles excepté en Bretagne » Prairies permanentes-Renouvellement. http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/file/dossier8_permanentes.pdf

Amiaud, B., and P. Carrère. 2012. « La multifonctionnalité de la prairie pour la fourniture de services écosystémiques ». Fourrages. 211.229-238.

Baessler, C., and S. Klotz. 2006. "Effects of Changes in Agricultural Land-use on Landscape Structure and Arable Weed Vegetation over the Last 50 Years." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 115 (1-4): 43-50. doi:10.1016/j.agee.2005.12.007.

Bernard, M., and E. Garnier. 2008. « Histoire évolutive de deux traits fonctionnels de plantes ».

Billeter, R., J. Liira and D. Bailey. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscape : a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* 45:141-150. Doi : 10.1111/j.1365-2664.2007.0145.x

Blanchet, R., B. Amiaud and A. Chanséaume. 2012. « Effet des pratiques agricoles et des infrastructures agro-écologiques sur la diversité ».

Burel, F., E. Garnier, B. Amiaud, J. Cortet, D. Couvet and P. Joly. 2008. "Chapitre 1. Les Effets De L'agriculture Sur La Biodiversité." *Agriculture Et Biodiversité. Valoriser Les Synergies. Expertise Scientifique Collective, Synthèse Du Rapport, INRA (France).*

Chanséaume, A.2010. Evaluation de la biodiversité ordinaire à différentes échelles de l'espace agricole.53.

Futura Sciences.2013.
<http://www.futura-sciences.com/magazines/environnement/infos/dico/d/developpement-durable-prairie-permanente-6147/>

Garnier, E., B. Shipley, C. Roumet and G. Laurent. 2001. "A Standardized Protocol for the Determination of Specific Leaf Area and Leaf Dry Matter Content." *Functional Ecology* 15 (5): 688-695. doi:10.1046/j.0269-8463.2001.00563.x.

Gaujour, E. 2010. « Evaluation des Sources d'espèces et des déterminants de la diversité végétale des parcelles agricoles ». Thèse de doctorat. Sciences agronomiques. Nancy : Université de Lorraine. Disponible sur <http://www.youscribe.com/catalogue/rapports-et-theses/savoirs/evaluation-des-sources-d-espèces-et-des-déterminants-de-la-diversité-685353>. [Consulté le 10/03/10]

Grall, J and N. Coïc. 2006. « Synthèse des Méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier ». Institut Universitaire Européen De La Mer. Université De Bretagne Occidentale Laboratoire Des Sciences De l'Environnement Marin: 7-86.

Grime, J. 1988. The C-S-R Model of Primary Plant Strategies — Origins, Implications and Tests. *Plant Evolutionary Biology*.

Gusmeroli, F., G. Della Marianna, F. Fava, A. Monteiro, S. Bocchi, and G. Parolo. 2013. "Effects of Ecological, Landscape and Management Factors on Plant Species Composition, Biodiversity and Forage Value in Alpine Meadows." *Grass and Forage Science* 68 (3) (September): 437-447. doi:10.1111/gfs.12007.

Lavorel, S., T. Blaise, J.D. Lebreton and B. Clément. 1998. "Identifying Functional Groups for Response to Disturbance in an Abandoned Pasture." *Acta Oecologica* 19 (3): 227-240.

Mouillot, D., A. Nicholas, J. Graham, S. Villéger, W. Norman, H. Mason and R. David. 2013. "A Functional Approach Reveals Community Responses to Disturbances." *Trends in Ecology & Evolution* 28 (3) (March): 167-177. doi:10.1016/j.tree.2012.10.004.

Garnier, E and Marie-Laure Navas. 2011. "A Trait-based Approach to Comparative Functional Plant Ecology: Concepts, Methods and Applications for Agroecology. A Review." *Agronomy for Sustainable Development* 32 (2) (August 11): 365-399. doi:10.1007/s13593-011-0036-y.

Orwin, H. Kate, H. Sarah, M. Buckland, D. Johnson, L. Benjamin, S. Smart, S. Oakley and D. Richard. 2010. "Linkages of Plant Traits to Soil Properties and the Functioning of Temperate Grassland." *Journal of Ecology* 98 (5): 1074-1083. doi:10.1111/j.1365-2745.2010.01679.x.

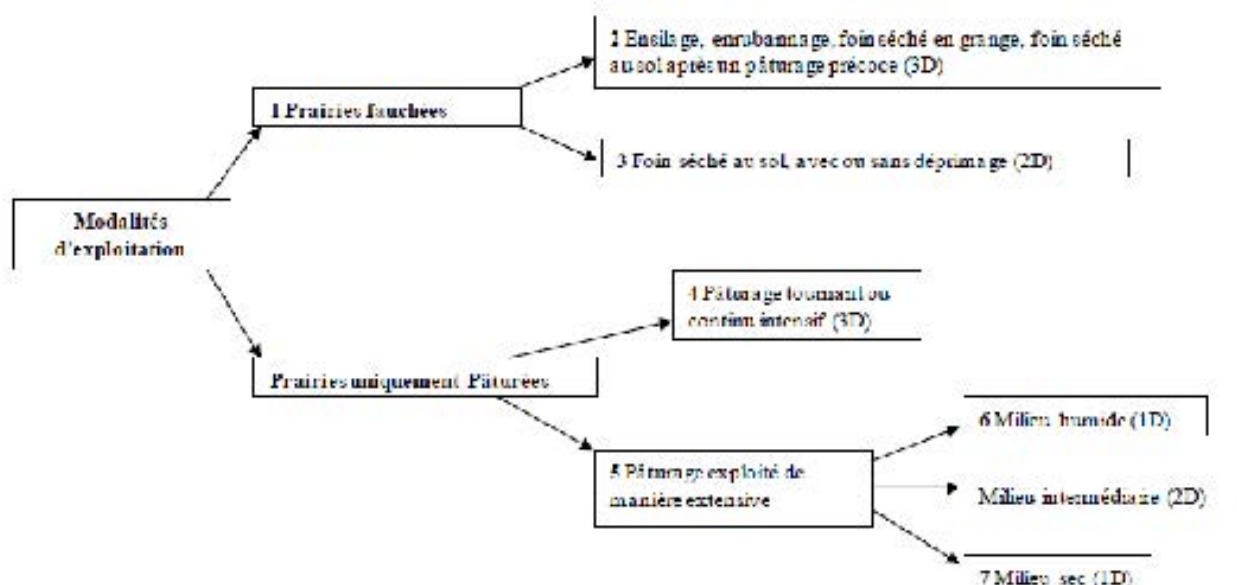
Rook, J. Andrew and R. Jeremy. 2003. "Grazing and Pasture Management for Biodiversity Benefit." *Animal Research* 52 (2) (March): 181-189. doi:10.1051/animres:2003014.

Vile, D. 2005. "Specific Leaf Area and Dry Matter Content Estimate Thickness in Lamina Leaves." *Annals of Botany* 96 (6) (August 26): 1129-1136. doi:10.1093/aob/mci264.

Violle C., M.L. Navas, D. Vile, E. Kazakou, C. Fortunel, I. Hummel and E. Garnier. 2007. "Let the Concept of Trait Be Functional!" *Oikos* 116 (5): 882-892. doi:10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x.

Annexe 1 :

Mode d'exploitation et définition du milieu



- (1) Prairies qui sont fauchées en première coupe ou après un déprimaie 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 déprimaie (cas 3) par le fait que le couvert végétal est suffisamment mangé pour que les repousses ne continuent que peu d'épis.
- (3) Il s'agit ici d'un vrai déprimaie : 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.

Intensité de défoliation

[1D] Taux d'utilisation de faible intensité, sur milieu contraignant

[2D] = Taux d'utilisation de faible intensité, sur milieu favorable

[3D] Taux d'utilisation de forte intensité

Intensité de fertilisation

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

Classement des parcelles selon les modalités d'exploitation

Parcelle	Mode d'exploitation		Intensité de défoliation	Intensité de fertilisation	Densité d'IAE	Equipe lombrics	Equipe flore
P1	6	7	1D	1F	Forte		x
P1'	1	3	2D	5F	Forte		x
		5					
P1''	6	7	1D	2F	Forte		x
P2	1	2	3D	5F	Forte		x
P2'	1	3	2D	5F	Forte		x
		5					
P2''	1	2	3D	4F	Forte		x
		4					
P3	6	7	1D	1F	Faible	x	x
P3'	1	3	2D	1F	Faible	x	x
		5					
P3''	6	7	1D	2F	Faible	x	x
P4	1	2	3D	5F	Faible	x	x
P4'	1	3	2D	5F	Faible	x	x
		5					
P4''	1	2	3D	4F	Faible	x	x
		4					
P5	1	2	3D	2F	Faible	x	
P5'	1	2	3D	3F	Faible	x	
		4					
P5''	1	2	3D	1F	Faible	x	
		4					

Annexe2 :

Variables pratiques agricoles		Code	Description	Unité
PATURAGE	Jours de Présence au Pâturage	JPP	Variable continue. Les Unités de Gros Bétail (UGB) sont multipliées par le nombre de jours de pâturage, puis divisées par la surface en hectare. Les coefficients UGB sont présentés ci-dessous	jours.UGB/ha
	Nombre de Fauches par an	NB.FAUCHE	Variable continue. Nombre de coupes effectuées dans l'année sur la parcelle	coupe/an
FERTILISATION ET AMENDEMENT	Date de première utilisation	DATE.IUTIL	Variable continue. La date de première utilisation sur la parcelle est convertie en décade.	décade
	Intensité d'utilisation de l'herbe (Grass Use Index)	GU	Variable continue. Cette variable est utilisée pour estimer l'intensité de la défoliation de la prairie. L'idée est de regrouper la défoliation par les animaux avec la fauche. Nous supposons qu'une fauche équivaut à 100% de défoliation de la végétation. Pour le taux de chargement, un pourcentage de surface défoliée par rapport au taux de chargement a été créé. Pour calculer le pourcentage de défoliation engendré par la pâture on utilise l'indice "Grass Use" (GI) - GI = $16,60487 \times \ln(JPP) - 21,49643$	%
	Quantité de fertilisation organique	Q.ORG	Variable continue. Quantité de fertilisation organique déposée par l'agriculteur par hectare et par an	T/ha/an
	Quantité d'azote minérale	Nmin	Variable continue. La quantité de fertilisation minérale est transformée en quantité d'azote (en kg). Quantité divisée par la superficie de la prairie.	kg/ha/an
	Quantité d'azote organique	Norg	Variable continue. La quantité de fertilisation organique est transformée en quantité d'azote (en kg) en utilisant les coefficients ci-dessous. Puis divisée par la superficie de la prairie.	kg/ha/an
	Quantité totale d'azote	Ntot	Variable continue. Somme de tous les apports d'azote sur la prairie. Il faut d'abord calculer la quantité d'azote apportée par le retour d'animaux (celui-ci est égal à : N Retour Animaux - JPP × 0,1218 (voir ci-dessous). Nous avons alors : $N_{tot} = N_{min} + N_{org} + N_{Retour\ Animaux} (JPP \times 0,1218)$	kg/ha/an
	Quantité de phosphore minérale	Pmin	Variable continue. La quantité de fertilisation minérale est transformée en quantité de phosphore (en kg). Quantité divisée par la superficie de la prairie	kg/ha/an
	Quantité de phosphore organique	Porg	Variable continue. La quantité de fertilisation organique est transformée en quantité de phosphore (en kg). Puis divisée par la superficie de la prairie.	kg/ha/an
	Quantité totale de phosphore	Ptot	Variable continue. Somme de tous les apports de phosphore de la prairie. La variable est calculée de la même façon que Ntot avec le coefficient 0,0507	kg/ha/an
	Quantité de chaux	Chaux	Quantité de chaux apporté sur la prairie par an.	kg/ha/an

Résumé

De quelle manière les pratiques agricoles et la densité d'infrastructures agroécologiques influencent la diversité végétale des prairies permanentes en Champagne Ardenne et Lorraine.

Depuis les 50 dernières années, la mutation de l'agriculture par son augmentation de productivité a conduit à réduire considérablement les surfaces de prairies permanentes et les densités d'infrastructures agroécologiques, ceci entraînant une considérable perte de biodiversité. Le présent rapport vise à analyser l'effet des pratiques agricoles et de la densité d'IAE sur la diversité végétale en prairies permanentes de Champagne-Ardenne et Lorraine. Cette étude sera menée grâce à un gradient de pratiques agricoles et une variation de densité d'IAE traduit à travers différents systèmes d'exploitation, différentes parcelles, et les stations centre et bordure. Les traits fonctionnels ont été mesurés et les indices de diversité spécifique des plantes ont été calculés à partir des relevés floristiques. Au sein des parcelles, lorsque les pratiques agricoles sont plus faibles, la richesse spécifique aurait tendance à augmenter. Pour les parcelles contenant une densité supérieure d'IAE, on constate une diversité spécifique supérieure au centre de la parcelle par rapport à la bordure de la parcelle et un SLA plus fort au bord de parcelle. Dans les systèmes d'exploitation, on constate qu'une augmentation de l'intensité des pratiques agricoles provoque une augmentation de la hauteur des plantes, ceci peut être le résultat d'une forte croissance due à une forte compétition ou fertilisation.

Mots clé : Diversité spécifique, diversité fonctionnelle, infrastructures agroécologiques, pratiques agricoles, prairies permanentes.

Abstract

How agricultural practices and semi-natural elements density influence plant diversity of permanent grassland in Champagne-Ardenne and Lorraine.

For the past 50 years, the transformation of agriculture by increasing productivity has lead to a significant reduction of the area of permanent grassland and semi-natural element. The result is a considerable loss of biodiversity. In this report, we analyze the effect of agricultural practices and density of semi-natural element on plant diversity in two regions which are Champagne-Ardenne and Lorraine. This study has been conducted with a gradient of agricultural practices and density variation in semi-natural element translated through different agricultural operating systems, different plots, and the center and border stations systems. Functional traits and species diversity indices of plants were calculated. In plots where agricultural practices are low, species richness would tend to increase. For plot containing a higher density of semi-natural element, there is a higher diversity of species in the center of the plot than in the edge of the field and a stronger SLA next to the semi-natural element. In the different operating systems, an increase in the intensity of practices causes an increase in plant height, maybe the result of strong growth because of strong competition and fertilization.

Key-words: Species diversity, functional diversity, semi-natural element, agricultural practices, permanent grassland.