



UFR Sciences
2, Bd Lavoisier
49045 ANGERS Cedex 01



AGROCAMPUS OUEST
e St Briec, CS 84 215, BP 3504
RENNES Cedex
Université de Rennes I
1, 2 rue du Thabor, CS 46510 -35065
RENNES Cedex



Station biologique de Paimpont
« Beauvais »
35380 PAIMPONT

Mémoire de Fin d'Etudes

Master 2 Sciences Technologie Santé
Mention Biologie et Technologie du Végétal
Spécialité : Production et Technologie du Végétal (ProTeV)

Parcours I : Productions Végétales Spécialisées
Option : Produits phytosanitaires, réglementation, méthodes alternatives

**APPROCHES METHODOLOGIQUES POUR EVALUER
LA DIVERSITE DE LA FLORE ET DES ABEILLES SAUVAGES
EN FONCTION DES PAYSAGES
ET DES DIFFERENTES PRATIQUES DE GESTION DES SOLS
*DANS LE VIGNOBLE DES COTEAUX DU LAYON***

Par : Maxime Favreau



Maitre de stage : Daniel Cluzeau
Tuteur de stage : Yann Tricault

Soutenu le 16 Septembre 2015
Année universitaire 2014-2015

AUTORISATION DE DIFFUSION EN LIGNE

▪ Par l'ÉTUDIANT(E)

N° étudiant : **20103594**

Email : maxime.favreau@etud.univ-angers.fr

Je soussigné(e) FAVREAU Maxime être l'auteur du document intitulé « Approches méthodologiques pour évaluer la diversité de la flore et des abeilles sauvages en fonction des paysages et des différentes pratiques de gestion des sols dans le vignoble des Coteaux du Layon » préparé sous la direction de Daniel Cluzeau et soutenu le Mercredi 16 Septembre à 14h30.

Je certifie la conformité de la version électronique déposée avec l'exemplaire imprimé remis au jury, certifie que les documents non libres de droits figurant dans mon mémoire seront signalés par mes soins et pourront être retirés de la version qui sera diffusée en ligne par le Service Commun de la Documentation de l'Université d'Angers. Agissant en l'absence de toute contrainte, et sachant que je dispose à tout moment d'un droit de retrait de mes travaux, j'autorise, sans limitation de temps, l'Université d'Angers à les diffuser sur internet dans les conditions suivantes :

- ☒ Diffusion immédiate du document en texte intégral
- ☐ Diffusion différée du document en texte intégral ; date de mise en ligne
- ☐ N'autorise pas sa diffusion dans le cadre du protocole de l'Université d'Angers

À Angers, le 01 Septembre 2015

Signature :



▪ Par le JURY DE SOUTENANCE

- ☐ Autorise la diffusion immédiate du document en texte intégral
OU
- ☐ Autorise la diffusion différée du document en texte intégral ; à compter du :
 - ☐ en libre-accès
OU
 - ☐ en accès restreint
- ☐ Sous réserve de corrections

- ☐ N'autorise pas sa diffusion dans le cadre du protocole de l'Université d'Angers

À Angers, le
Signatures :

Nom et signature du maître de stage :

Nom et signature du président de jury :

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Master 2 Protev

2014-2015

Je, soussigné(e)s :

FAVREAU Maxime

déclare être pleinement conscient(e)s que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteurs ainsi qu'une fraude caract ris e.

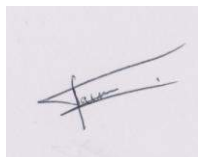
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilis es pour écrire ce mémoire.

Je m'engage également à respecter les consignes données pour la rédaction de ce rapport.

A : Paimpont

Le : 01/09/2015

Signature :



Remerciements

Je souhaiterais tout d'abord remercier Daniel Cluzeau, à la fois pour m'avoir offert la possibilité de faire ce stage passionnant, et de m'avoir apporté son aide et son soutien au cours de cette expérience.

Je remercie également toute l'équipe VineDivers : Annegret Nicolai, Françoise Burel, Vincent Jung, et plus particulièrement Muriel Guernion, pour ses nombreuses heures passées à m'aider et pour les réponses aux multiples questions que nous nous sommes posées pour satisfaire les objectifs du stage.

Sans oublier Albin Fertil, fidèle compagnon de terrain et de bureau, et sa superbe « Fertimobyl » qui a permis de nous conduire sur les pentes vertigineuse et sinueuse des Coteaux du Layon.

Je tiens à remercier Cécile Coulon qui m'a gentiment accueilli au sein de L'ESA pour participer au module de licence 3 professionnel « Viticulture », afin de favoriser une collaboration naissante pour les futures années du projet ; ainsi qu'à Romain Georges et Dyab Hasan pour m'avoir consacré un peu de leur temps et beaucoup de leurs connaissances pour la préparation et l'identification des abeilles.

J'apporte mes remerciements à tout le personnel de la Station biologique de Paimpont, et surtout à Kévin Hoefner, Sarah Guillocheau, Hoël Hotte, Daniel Cyllly, Jennifer Scimia, Aurélien Briard et Estelle Rozier, le fleuron de la science lombricienne, pour leur joie de vivre, leur humour toujours présent, et le cadre de travail qu'ils m'ont offert. Aussi aux cuisinières hors pair dont les repas succulents ont su éveiller mes papilles.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé et entouré de près ou de loin pendant ce stage et qui ont ainsi fortement contribué à la réalisation de ce rapport.

Remerciements	
Tables des matières	
Liste des abréviations	
Liste des annexes	
Liste des illustrations	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Contexte, problématique et objectifs	2
Démarche mise en œuvre	8
1. Approche méthodologique	8
1.a. Adaptation du dispositif d'étude VineDivers dans les Coteaux du Layon	8
1.a.1. Le projet VineDivers	8
1.a.2. Le choix du vignoble d'étude en France	9
1.b. Sélection des parcelles d'études	10
1.b.1. Analyse du paysage	10
1.b.2. Sélection des parcelles d'étude	12
1.b.2.1. Le choix des parcelles selon un arbre de décision (facteurs de sélection)	12
1.b.2.2. Observation des pratiques de gestion des parcelles présélectionnées en termes de paysage	12
1.b.2.3. Recherche propriétaire des parcelles et demande d'accord de participation au programme	12
2. Analyse des interactions pratiques viticoles versus biodiversité végétale ou des pollinisateurs	13
2.a. Evaluer la diversité de la végétation	13
2.b. Evaluer les communautés d'abeilles sauvages	14
Résultats	16
1. Approche méthodologique	16
1.a. Adaptation du dispositif d'étude VineDivers dans les Coteaux du Layon	16
1.a.1. Le choix des modalités paysagères et de pratiques de gestion	16
1.a.1.1. Sélection des modalités paysagère des parcelles de vigne des Coteaux du Layon	16
1.a.1.2. Décision finale du choix des modalités de complexité du paysage	16
1.a.2. Sélection des modalités des pratiques de gestion retenues dans les Coteaux du Layon	18
1.a.2.1. Caractérisation de l'état des lieux des pratiques de gestion dans les coteaux du Layon	18
1.a.2.2. Décision finale des modalités choisies	18
1.b. Sélection des parcelles d'étude	19
1.b.1. Identification des parcelles dans une fenêtre paysagère éligible	19
1.b.2. Identification des parcelles éligibles selon les pratiques de gestion	19
1.b.3. Validation des parcelles retenues en concertation avec les viticulteurs	20
1.b.4. Description du paysage des parcelles retenues	20
2. Analyse des interactions pratiques viticoles versus biodiversité végétale ou des pollinisateurs	22
2.a. Analyse descriptive de la diversité végétale	22
2.b. Analyse des interactions entre les pollinisateurs et les pratiques viticoles	24
Discussion	25
1. Approches méthodologiques	25
1.a. Adaptation du dispositif d'étude VineDivers dans les Coteaux du Layon	25
1.b. Sélection des parcelles d'étude	26
2. Analyse des interactions pratiques viticoles versus biodiversité végétale ou des pollinisateurs	26
2.a. Diversité végétale	26
2.b. Diversité des pollinisateurs	27
Conclusion	29
Bibliographie	31

Liste des abréviations

ASP	Agence de Services et de Paiement
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
IGN	Institut National de l'information Géographique et forestière
IFV	Institut Français de la Vigne et du Vin
PAC	Politique Agricole Commune
SIG	Système d'Information Géographique
UMR	Unité Mixte de Recherche
ESA	Ecole Supérieur d'Agriculture
CBD	Convention sur la diversité biologique
SAU	Surface Agricole Utile
CIVC	Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne
MAET	Mesures Agro-Environnementales Territorialisées
ESN	Eléments semi-naturels

Liste des annexes

Annexe I : Flyer de communication

Annexe II : Questionnaire viticulteurs 2015

Annexe III : Liste des espèces végétales inventoriées

Annexe IV : Coefficient d'Ellenberg attribué aux espèces végétales recensées

Liste des illustrations

- Figure 1 : Classification des services de l'écosystème
- Figure 2 : Cadre conceptuel permettant de comparer les services écosystémiques rendus par trois types de gestion du milieu
- Figure 3 : Evolution des quantités de produits phytosanitaires appliquées dans le vignoble en Champagne
- Figure 4 : Evolution des pratiques d'entretiens du sol effectué dans le vignoble en Champagne
- Figure 5 : Modèle conceptuel sur la façon dont les relations entre la vigne, la biodiversité et les services écosystémiques associés seront évalués dans le projet VineDivers
- Figure 6 : Carte des vignobles étudiés et des partenaires scientifiques dans le cadre du projet européen VineDivers
- Figure 7 : Dispositif d'étude général du projet VineDivers
- Figure 8 : Schéma du plan d'échantillonnage des différents paramètres étudiés au sein d'une parcelle viticole
- Figure 9 : Pourcentage d'éléments semi-naturels et de vignes dans les fenêtres paysagères (1500m) autour du centroïde des parcelles de vignes (RPG + IGN)
- Figure 10 : Arbre de décision pour la sélection des parcelles d'étude selon plusieurs facteurs
- Figure 11 : Méthodologie générale pour la sélection des parcelles d'études dans les Coteaux du Layon
- Figure 12 : Aire d'échantillonnage de la flore dans et sous le rang de vigne
- Figure 13 : Quadrat d'échantillonnage de la végétation
- Figure 14 : Transect aller-retour dans deux inter-rangs voisins (2*50 mètres) pour la capture des abeilles sauvages au filet fauchoir
- Figure 15 : Stades phénologiques de la vigne lors des différents passages pour les abeilles sauvages
- Figure 16 : Carte d'occupation du sol sur la zone des Coteaux du Layon
- Figure 17 : Pourcentage d'éléments semi-naturels et de vignes dans les fenêtres paysagères (1500m) autour du centroïde des parcelles de vignes (RPG + IGN)
- Figure 18 : Modalités paysagères retenues pour l'application du dispositif VineDivers dans les Coteaux du Layon
- Figure 19 : Dispositif d'étude adapté aux Coteaux du Layon
- Figure 20 : Synthèse des parcelles prospectées par les étudiants de l'ESA en 2014
- Figure 21 : Carte des parcelles de vigne dans les fenêtres paysagères éligibles dans la zone des Coteaux du Layon
- Figure 22 : Dispositif d'étude final dans les Coteaux du Layon avec les parcelles sélectionnées
- Figure 23 : Raster de l'occupation du sol dans les Coteaux du Layon
- Figure 24 : Occupation du sol dans les fenêtres paysagères des différentes parcelles retenues
- Figure 25 : Taux d'occupation du sol (en %) dans les fenêtres paysagères des différentes parcelles retenues
- Figure 26 : Analyse factoriel des correspondances pour mettre en évidence la différenciation floristique entre parcelles selon les indices d'abondance des espèces (Echelle de Londo)
- Figure 27 : Analyse factoriel des correspondances pour mettre en évidence la différenciation floristique entre parcelles selon la présence/absence des espèces
- Figure 28 : Analyse factoriel des correspondances pour mettre en évidence la différenciation floristique entre parcelles en excluant la parcelle 5 selon la présence/absence des espèces
- Figure 29 : Nombre de pollinisateurs en fonction de la complexité du paysage de la pratique de gestion de l'inter-rang

Liste des tableaux

Tableau I : Les 27 communes susceptibles de bénéficier de l'appellation d'origine contrôlée "Coteaux du Layon"

Tableau II: Liste des éléments paysagers et la méthode pour les cartographier dans un logiciel SIG

Tableau III : Echelle de Londo (1976) pour évaluer le % de recouvrement de chaque espèce au sein du quadrat

Tableau IV : Echelle de Londo simplifié pour l'estimation du % de couverture des plantes sous le rang de vigne

Tableau V : Répartition en trois classes égales du % d'éléments semi-naturels et de vignes présent dans les fenêtres paysagères calculées autour du centroïde des parcelles de vigne de l'IGN et du RGP

Tableau VI : Les différentes modalités observées lors des phases de prospection terrain

Tableau VII : Indice de diversité de Shannon et d'hétérogénéité de Baudry-Burel des fenêtres paysagères autour des parcelles retenues calculés avec le logiciel Chloé

Tableau VIII : Données et détermination des pollinisateurs récoltés dans les parcelles

Introduction

Les agrosystèmes, qui se sont développés depuis plusieurs décennies pour produire toujours plus et subvenir aux besoins de la planète, ont eu des conséquences sur le paysage agricole et notamment sur les habitats naturels essentiels à la biodiversité. Cette destruction des milieux a contribué à l'érosion de la biodiversité animale et végétale (Butchart *et al.*, 2010). Ce constat a ainsi permis de faire émerger de nouvelles politiques agricoles, qui cherchent à concilier la production agricole et la préservation de la biodiversité et les nombreux rôles qu'elle peut rendre au sein des agrosystèmes (Altieri, 1999). Aujourd'hui il est admis qu'il existe une relation importante entre la biodiversité, les pratiques agricoles et les paysages environnants. En effet l'étude des paysages agricoles a pu mettre en évidence l'influence positive des éléments naturels ou semi-naturels sur la biodiversité (Burel et al., 2013) et plus précisément les pollinisateurs (Steffan-Dewenter *et al.*, 2002) ainsi que les services écosystémiques qu'elle peut rendre.

Cette thématique est actuellement à l'étude dans 4 régions européennes viticoles dans le cadre du projet européen **VineDivers**, dans lequel s'inscrit mon stage. L'hypothèse à la base de ce projet est que **les services écosystémiques** rendus par la biodiversité dans les paysages viticoles sont principalement **affectés** par les **modes de gestion anthropique** et les **caractéristiques naturelles** (climat et pédologie) à différentes échelles spatiales.

Cette étude préliminaire a pour objectifs de mettre en place un réseau de parcelles pour le programme Vine Divers dans les Coteaux du Layon, (ii) de tester les protocoles d'observation de la biodiversité végétale et des pollinisateurs dans ces parcelles et (iii) de faire une analyse préliminaire de la relation entre cette biodiversité observée et les pratiques de gestion viticole locale et le paysage environnant.

Tout d'abord, une contextualisation du sujet dans lequel cette étude intervient sera faite en m'appuyant sur la littérature scientifique relative aux liens entre **biodiversité, agrosystèmes, paysages et pratiques agricoles**. Dans une première partie, les objectifs et problématiques du projet **VineDivers**, qui étudie la biodiversité et les services écosystémiques rendus dans les vignobles, seront présentés permettant de dégager les objectifs de mon stage.

Ensuite j'exposerai d'une part la démarche mise en œuvre pour sélectionner le vignoble d'étude ainsi que la sélection des parcelles, et d'autre part les protocoles utilisés dans cette étude pour une phase de test pour l'inventaire de la flore et des pollinisateurs au sein des parcelles. Les résultats thématiques seront présentés en commençant par **les approches méthodologiques** suivies de **l'analyse des interactions des pratiques viticoles avec la biodiversité végétale ou des pollinisateurs**. Enfin une discussion fera suite à ces résultats.

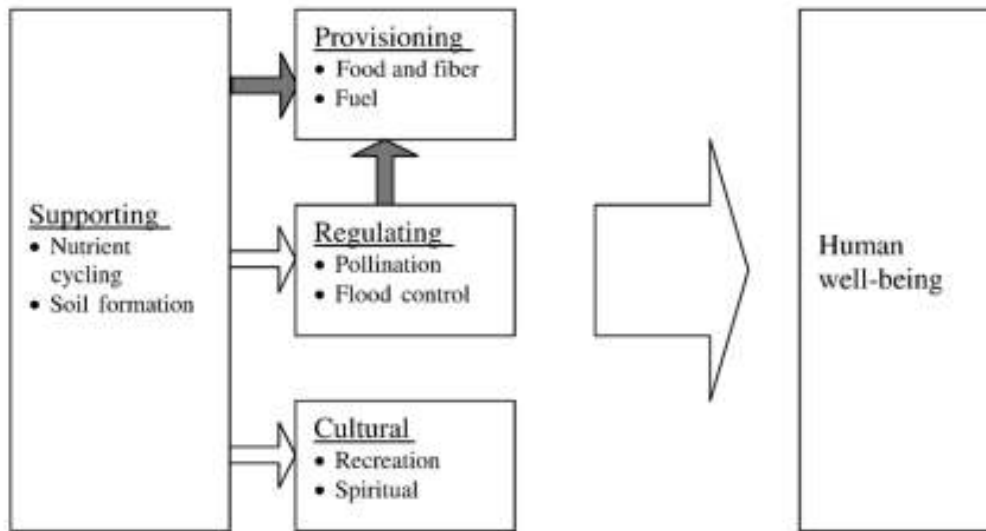


Figure 1 : Classification des services de l'écosystème
(D'après le Millennium Ecosystem Assessment en 2005).

Contexte, problématique et objectifs

Contexte

La notion de « **biodiversité** » ou diversité biologique est relativement récente et est devenue l'une des préoccupations majeures depuis le Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992 (Nations Unies, 1992). La Convention sur la Diversité Biologique a défini ce terme comme « la variabilité des êtres vivants de toute origine (...): cela comprend la diversité au sein des espèces, ainsi que celle des écosystèmes » (art. 2). Au sein de la biodiversité, l'abondance et les multiples interactions entre ses entités contribuent à des degrés divers au fonctionnement des écosystèmes et à la production des services qu'y trouvent nos sociétés (Chevassus-au-Louis *et al.*, 2009). Ces services **fournis par la nature améliorent ou maintiennent le bien être humain** (Daily, 1997). D'après le Millenium Ecosystem Assesment (2005), les services écosystémiques comprennent 4 catégories (figure 1) : les **services de soutien** (photosynthèse, le recyclage des éléments nutritifs), les **services d'approvisionnement** (aliment, eau, bois), les **services de régulation** (régulation des maladies, inondations), les **services culturels** (bénéfices récréatifs, spirituels ou éducatifs). Au sein des agrosystèmes ces services, qui ont été résumés par Zhang *et al.*, (2007), s'expriment de différentes façons avec des services de support comme le **maintien de la structure et de la fertilité des sols**, réalisé par les lombrics par exemple, le **recyclage des éléments nutritifs** (micro-organismes), l'**approvisionnement en eau** et la **diversité génétique**. Mais ils apportent également grâce aux services de régulation une aide à la **rétenion des éléments organiques** et diminuent l'**érosion** et le **ruissellement**. Enfin ils permettent un meilleur **contrôle des bioagresseurs** ou bien encore la **pollinisation animale**.

Aujourd'hui de nombreuses études montre l'**érosion de cette biodiversité** (Barnosky *et al.*, 2011; Butchart *et al.*, 2010; He and Hubbell, 2011; Hoffmann *et al.*, 2010), et la **protection** de celle-ci ainsi que la **préservation** des milieux agricoles est devenue très importante pour un développement durable de la planète. Les agrosystèmes qui ont été créés par l'Homme afin de produire des denrées alimentaires nécessaires à sa survie sont souvent décrits comme étant défavorables à la biodiversité. Il est maintenant admis que ce déclin est dû à l'évolution et à l'**intensification des pratiques agricoles** sur nos terres depuis 60 ans (Krebs *et al.*, 1999), à l'échelle parcellaire comme par exemple l'utilisation intensive de produits chimiques (pesticides) ou encore la simplification des rotations culturales ainsi que la diminution de la diversité des cultures (Robinson et Sutherland, 2002; Tscharntke *et al.*, 2005). D'autre part à l'échelle des paysages plusieurs modifications se sont opérées avec la fragmentation et la destruction d'éléments naturels ou semi-naturels pérennes (Tilman *et al.*, 2002) comme par exemple la transformation des prairies permanentes, des haies ou encore des zones boisées en terre arable (Baudry *et al.*, 2001; Tscharntke *et al.*, 2005).

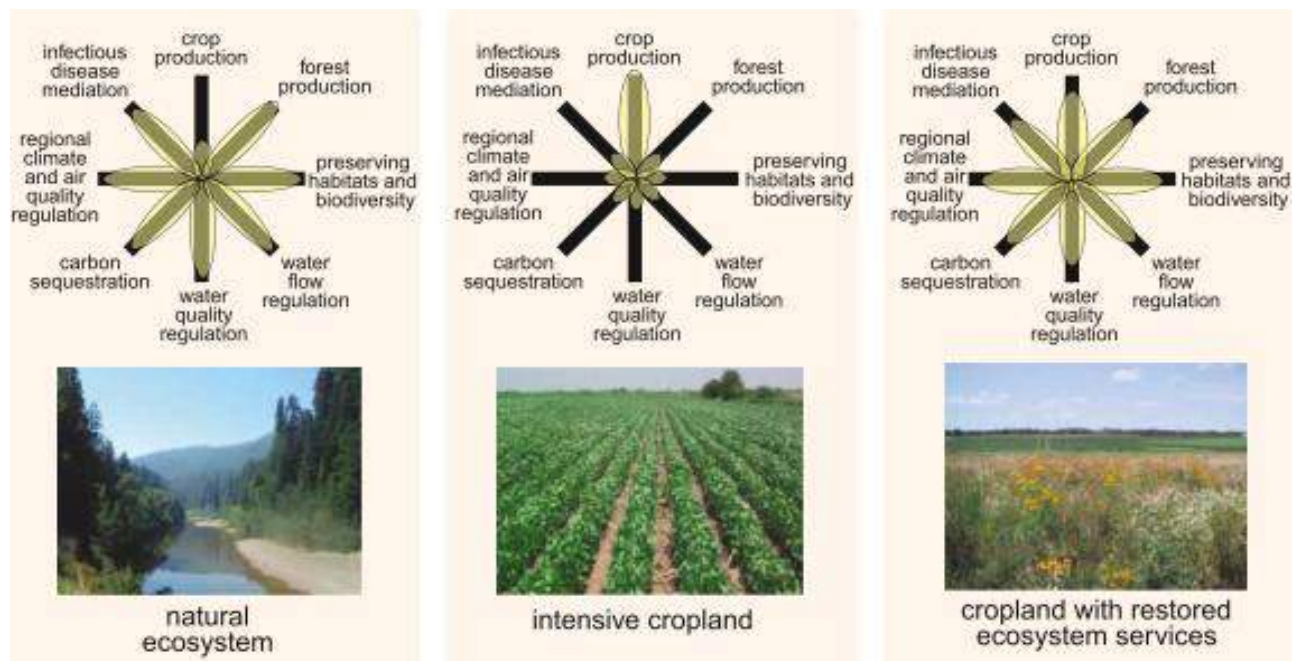


Figure 2 : Cadre conceptuel permettant de comparer les services écosystémiques rendus par trois types de gestion du milieu (Foley *et al.*, 2005).

L'évolution des pratiques agricoles, en modifiant les milieux naturels, est susceptible d'engendrer une altération des services écosystémiques, dont certains sont primordiaux pour l'agriculture. Foley *et al.*, en 2005 (figure 2), illustrent les principaux services écosystémiques rendus dans trois milieux avec une intensité de gestion de la terre différente. L'écosystème naturel sans aucune altération de l'homme est capable de fournir de nombreux services, cependant il produit peu ou pas de denrées alimentaires. Un agrosystème intensif produit des denrées en quantités importantes (du moins à court terme) aux dépens des autres services. Les systèmes agricoles raisonnés permettent de concilier la production et le maintien des autres services.

Il est donc nécessaire d'optimiser le **compromis** entre l'**utilisation des terres pour produire des denrées** et la **sauvegarde des différents services écosystémiques**, indispensables à la durabilité de l'agriculture.

Relation entre pollinisateurs et agriculture

Les pollinisateurs sont connus pour jouer un rôle primordial dans les milieux agricoles car ils fournissent des **services de pollinisation** pour les cultures ainsi que pour les plantes sauvages (Klein *et al.*, 2007). Ainsi depuis quelques années la littérature scientifique montre le **déclin** de l'**abondance** et de la **diversité des pollinisateurs** (Biesmeijer *et al.*, 2006; Steffan-Dewenter *et al.*, 2005; Williams et Osborne, 2009). Les causes de ce déclin sont majoritairement dues à une intensification des pratiques agricoles bien qu'il existe d'autres causes comme la **propagation de pathogènes et de parasites** au sein des diverses communautés des pollinisateurs, (Potts *et al.*, 2010). L'impact des pratiques agricoles peut-être regroupé en 3 grandes catégories (Homand et Pons, 2004) :

(1) **L'impact des pratiques agricoles** comme l'**utilisation généralisée des pesticides** (Desneux *et al.*, 2007). Les **cultures entomophiles** peuvent aussi **augmenter leur abondance** comme le colza par exemple (Le Féon *et al.*, 2010; Westphal *et al.*, 2003). Les différents types de culture d'une parcelle sur plusieurs années vont influencer sur l'abondance et la richesse des pollinisateurs. Ainsi les **monocultures de céréales** (au moins 5 ans) ont un **impact négatif** vis-à-vis des **pollinisateurs contrairement** à une **gestion diversifiée de la parcelle** (1 an de prairie temporaire sur 5 années de cultures), (Le Féon *et al.*, 2013). **Les parcelles dédiées aux cultures** comprenant plus de ressources floristiques (colza, tournesol) présentent une **abondance** et une **diversité plus élevées** que dans des **champs dominés par le pâturage** et les **cultures fourragères pour l'élevage** (Le Féon *et al.*, 2010).

(2) **la présence et la gestion des éléments semi-naturels** comme les bandes enherbées, les haies, les jachères riches en fleurs, les prairies permanentes, etc qui peuvent apporter aux pollinisateurs les ressources nécessaires à leur survie (Goulson *et al.*, 2008; Steffan-Dewenter *et al.*, 2002). La **dégradation** et la **fragmentation des habitats naturels ou semi-naturels** (Kremen *et al.*, 2002) sont aussi évoquées.

(3) **l'hétérogénéité et la composition de la mosaïque paysagère** comme la taille des parcelles, les rotations culturales, le nombre de cultures différentes, les éléments semi-naturels influencent les pollinisateurs (Steffan-Dewenter *et al.*, 2002). Cependant les différentes communautés de ces pollinisateurs (les abeilles sociales, les abeilles sauvages solitaires et les bourdons) ne répondent pas de la même manière aux paysages. En effet en 2006 Steffan-Dewenter *et al.*, ont montré que l'abondance et la diversité spécifique des **abeilles sauvages solitaires augmentent** avec la proportion des **habitats semi-naturels** dans le paysage environnant. Cependant cette relation est uniquement significative à une **petite échelle** (jusqu'à 750m), (Steffan-Dewenter *et al.*, 2002). En opposition les **abeilles sociales** et les **bourdons** vont répondre positivement à la structure des paysages à une **échelle beaucoup plus grande** (<1500m). Ces auteurs ont donc conclu que la **détérioration des paysages** agricoles locaux **affecte plus les abeilles sauvages** solitaires que **les abeilles sociales**. Holzschuh *et al.*, en 2008, montrent également une réponse différente entre les abeilles sauvages et les bourdons/abeilles sociales (250m contre 500m de rayon respectivement).. D'autre part Le Féon (2011) a pu souligner **l'importance positive** des **haies** sur la **richesse spécifique** des **abeilles sauvages solitaires**. Une autre étude montre que cet élément linéaire du paysage semble bien **influencer la direction des vols de bourdons** (Cranmer *et al.*, 2012).

En conclusion les agrosystèmes et les pratiques agricoles influent sur les pollinisateurs, mais l'hétérogénéité du paysage est à prendre en compte lorsqu'on étudie l'influence des pratiques de gestion des parcelles comme le montre Rundlöf *et al.* en 2008 avec un **effet des systèmes agricoles biologiques plus important** dans des **paysages homogènes** sur la **diversité** et **l'abondance des bourdons**, alors qu'en **systèmes agricoles conventionnels** les **bourdons répondront plus à l'hétérogénéité du paysage**.

La présence d'une biodiversité floristique importante dans les cultures et le paysage environnant peut permettre d'attirer les pollinisateurs sur ces parcelles.

Biodiversité végétale et viticulture

Un des **principaux leviers** influant sur la **biodiversité** est la **gestion de l'inter-rang** (Sanguankeeo and León, 2011). Cependant la majeure partie des études scientifiques portent sur la faune, la flore présente au sein des vignobles est un sujet de recherche qui connaît un regain d'intérêt depuis peu, mais le recul sur ce type d'étude est encore faible. Seules quelques études portent réellement sur la relation entre flore et pratiques agricoles (Clavien et Delabays, 2006 ; Gago *et al.*, 2007; Sanguankeeo et León, 2011)

La biodiversité végétale dans les vignobles peut être utile pour fournir des services de soutien et de régulation (**ruissellement et érosion des sols**) mais aussi pour le recyclage des éléments nutritifs qui constitue une **ressource alimentaire bénéfique pour les arthropodes et les pollinisateurs** (Boller *et al.*, 1997). **L'enherbement** peut aussi servir à **améliorer la qualité du vin** (Xi *et al.*, 2011). Il peut être un **avantage pour la lutte biologique** (Berndt *et al.*, 2006; English-Loeb *et al.*, 2003) et **anti-parasitaire** (Jacometti *et al.*, 2007, 2010), ou bien encore avoir un **impact positif sur la fertilité des sols**, la **teneur du sol en matière organique et en azote** et enfin sur **l'amélioration de l'activité microbienne des sols** (Ruiz-Colmenero *et al.*, 2011, 2013). Cette diversité végétale semble donc essentielle dans les vignobles.

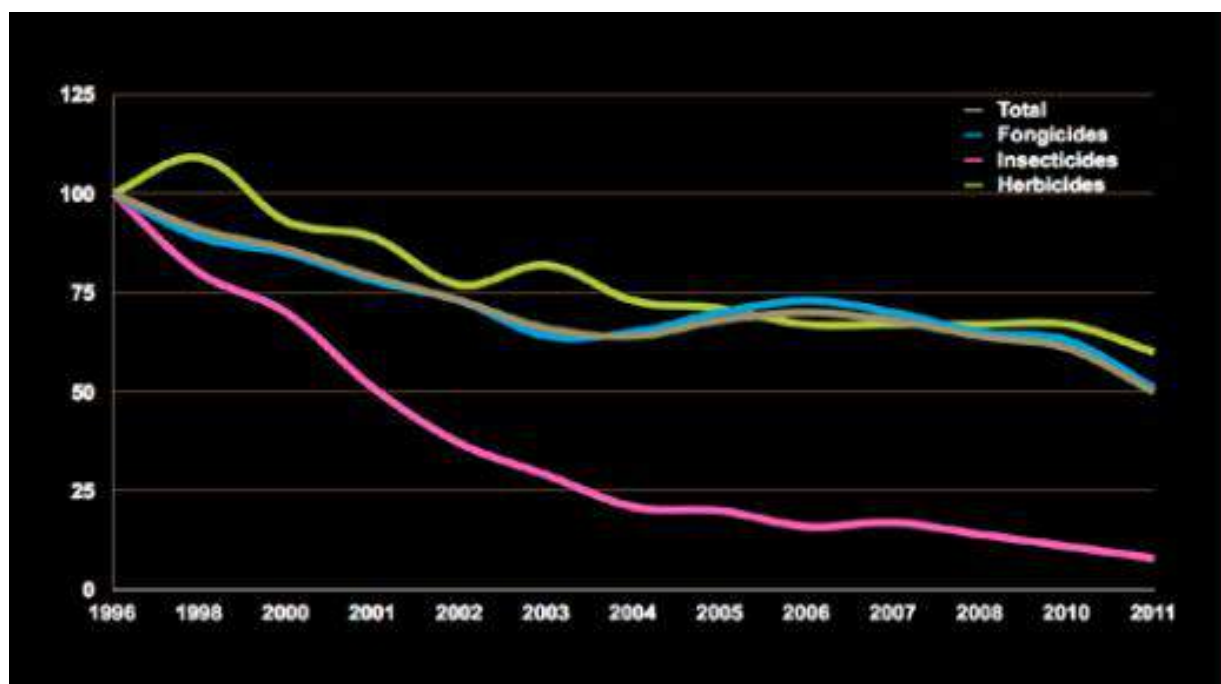


Figure 3 : Evolution des quantités de produits phytosanitaires appliquées dans le vignoble en Champagne (Moyennes mobiles triennales, base 100 en 1996), (Descôtes and Moncomble, 2013).



Figure 4 : Evolution des pratiques d'entretiens du sol effectué dans le vignoble en Champagne (Source : Association Viticole Champenoise, 2010).

Le contexte de la viticulture et les différentes approches agro-écologiques

La surface des vignobles français est au troisième rang mondial derrière l'Espagne et la Chine. En 2006 les surfaces de vigne représentaient 3% de la surface agricole utile (SAU) de la France, cependant en 2014, elle est le 1^{er} producteur de vin. La vigne étant une **culture pérenne**, les parcelles consacrées sont donc des **monocultures** pendant de nombreuses années (40 à 50 ans en moyenne). C'est aussi une culture à haute valeur ajoutée avec une **image de marque importante**. Celle-ci est donc fortement influencée par la **qualité des paysages environnants**, et par la **qualité des raisins** qui sont produits au sein des vignobles.

Cette image de **qualité des vignobles** que veulent communiquer les viticulteurs correspond à un réel changement d'opinion et de politique dans la profession concernant la **préservation** de la biodiversité et ses services dans les vignobles avec le but de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires (14% de la consommation totale de produits phytosanitaires actuelles). Dans cette démarche, des volontés de développer des approches environnementales et agroécologiques, qui ont pour but de restaurer la diversité agricole pour avoir des systèmes viticoles productifs durables, apparaissent. C'est dans cet objectif que des programmes de conservation et de valorisation paysagère sont lancés afin de préserver la biodiversité et les services écosystémiques rendus dans les vignobles français. Au niveau national des actions en faveur de la biodiversité existent :

- Le « Grenelle de l'Environnement » qui a permis l'élaboration d'une **certification HVE** (Haute Valeur Environnementale) en 2012 et la nouvelle réglementation des pesticides (plan Ecophyto).
- Une directive de production intégrée qui oblige les viticulteurs à gérer l'équivalent d'au moins **5% de la SAU** (Surface agricole utile) en **Zone Ecologique Réservoir** (ZER, ce sont les haies, talus, tourbières, fossés etc).
- La réglementation sur les produits phytosanitaires (définie dans l'article 1 de l'arrêté national du 12 septembre 2006) précise que les utilisateurs de produits phytosanitaires sont tenus de respecter des distances de « **Zones Non Traitées** » (ou ZNT) au **voisinage des points d'eau** (5 mètres minimum).
- Les **mesures agro-environnementales territorialisées** (MAET), cofinancées par l'Etat et l'Europe, qui permettent de **rémunérer** les **agriculteurs** qui s'engagent à **respecter certaines pratiques** sur leurs exploitations comprises dans un site **Natura 2000**.

Le **vignoble champenois** est l'un des premiers à se mettre en action avec des travaux menés dès les années 1980 par le CIVC et à faire évoluer ses pratiques de gestion du vignoble. Le lancement dès 1990 et 1991 des programmes **Viti2000** et **Vitisol** a permis de démontrer qu'une **culture raisonnée** de la **vigne** est **compatible** avec la **conservation de la biodiversité et des fonctions biologiques des sols** (Descôtes and Moncomble, 2013) tout en **obtenant** des **produits de** qualité. Cette étude et le programme Biofilère (développement conjoint de la viticulture durable et biologique) ont aussi conduit la **réduction volontaire de l'utilisation intensive du cuivre** dans la profession. Les produits phytosanitaires appliqués en Champagne ont fortement réduit depuis 15 ans (figure 3), surtout les **insecticides remplacés** aujourd'hui par une méthode alternative efficace : la **confusion sexuelle** utilisée sur près de **40% des surfaces du vignoble** (Descôtes and Moncomble, 2013). Les différentes études à travers les vignobles français (Vignoble champenois, les vignobles de Midi-Pyrénées avec les projets Interbio et SolAB) ont pu faire évoluer les pratiques de gestion des sols. En effet **l'utilisation des herbicides a diminuée** et le **développement de l'enherbement** dans les inter-rangs de vigne est apparu (figure 4).

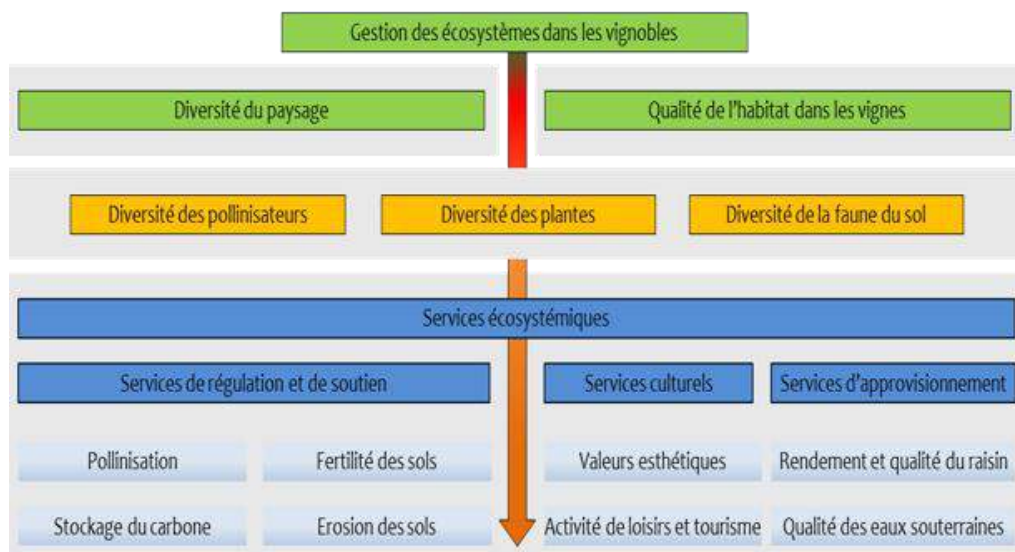


Figure 5 : Modèle conceptuel sur la façon dont les relations entre la vigne, la biodiversité et les services écosystémiques associés seront évalués dans le projet VineDivers

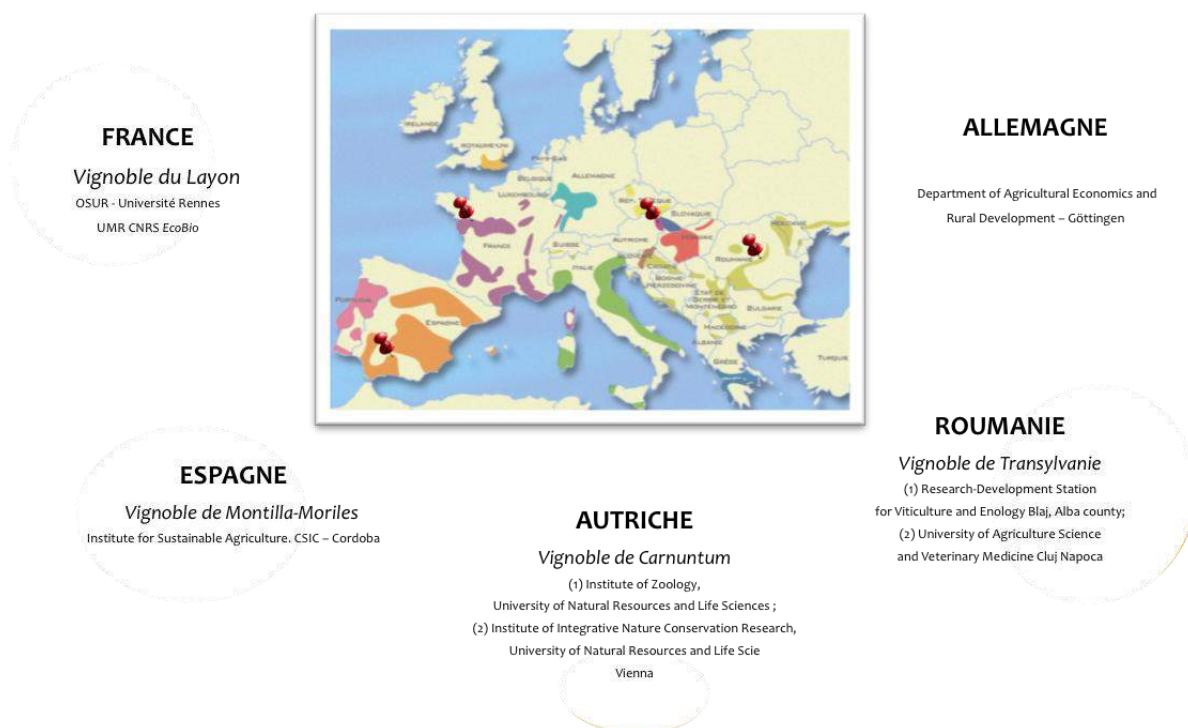


Figure 6 : Carte des vignobles étudiés et des partenaires scientifiques dans le cadre du projet européen VineDivers

Concernant la biodiversité un programme en Champagne a vu le jour en 2005, **BIODIV**, qui a pour objectif de **réduire les intrants, lutter contre le ruissellement et l'érosion** et enfin **restaurer les éléments naturels du paysage** dans l'environnement immédiat des parcelles de vigne. Cette thématique de préservation des paysages viticoles est aussi étudiée dans le **vignoble de Saumur-Champigny** avec le programme « **Biodiversité et Paysage** » lancé en 2004 où les viticulteurs espèrent **augmenter la biodiversité en aménageant des ZER** (implantation de haies, couverts végétaux ligneux dans les zones non productives). De plus, différents projets dans plusieurs vignobles européens, soutenu par l'IFV et Vitinov (cellule de transfert de l'Institut des Sciences de la Vigne et du Vin), se mettent en place progressivement avec par exemple le projet **RESOLVE** (2015-2017) qui a pour objectif de restaurer les fonctions biologiques des sols dans les zones dégradées des vignobles en agriculture biologique. Mais aussi le projet **PROMESSING** (2015-2017) qui veut promouvoir les services écosystémiques des vignobles d'Europe centrale. Dans une thématique proche le projet européen **BioDiVine** « Démonstration de la biodiversité dans les paysages viticoles qui a pour but de mieux comprendre **la relation entre le paysage et la biodiversité**. En Bretagne existe aussi le projet **FarmLand** (réseau international) qui étudie le rôle de l'hétérogénéité des cultures pour la biodiversité et les services écosystémiques dans les paysages agricoles (il se termine en Octobre 2015).

- Le programme **VineDivers**

Présentation et problématique

Le projet VineDivers (Services écosystémiques rendus par la biodiversité dans les vignobles) a été retenu dans le cadre de l'appel à projet européen BiodivERrsA 2013-2014. Ce programme a débuté en 2015, et se terminera en 2018. Le projet européen VineDivers a été initié pour établir un premier bilan des **services écosystémiques** (figure 5) rendus par la **biodiversité végétale** et **animale**. Les **vignobles** étudiés sont l'**Autriche**, l'**Espagne**, la **Roumanie** et la **France** (figure 6). L'Allemagne, quant-à-elle, étudiera uniquement les aspects économiques du projet.

La biodiversité végétale et **animale** évoquée précédemment et hébergée par des paysages viticoles diversifiés peut contribuer à **réduire le besoin et l'utilisation d'intrants** (fertilisants et/ou produits phytosanitaires). Cette idée générale a amené diverses hypothèses et interrogations :

Les services écosystémiques rendus par cette biodiversité dans les paysages viticoles sont principalement **affectés** par les **modes de gestion anthropiques** et les **caractéristiques naturelles** (climat et pédologie) à différentes échelles spatiales.

Une des hypothèses émises est que l'intensité de gestion a des effets différents sur la biodiversité dans le vignoble en fonction de la complexité du paysage.

Contexte, problématique et objectifs

Nous nous attendons à ce que la diversité de la flore et de la faune du sol réponde à des mesures de gestion locales, à petite échelle (champ et parcelle). Les pollinisateurs répondront à la fois aux conditions locales (champ et parcelle) et à celles du paysage.

Lequel des deux facteurs étudiés, les pratiques **de gestion locales** ou alors la **complexité des paysages viticoles**, a le plus d'effet sur cette biodiversité ?

Les précédents résultats ont montré que les pratiques de gestion ont des impacts plus importants sur la biodiversité lorsqu'on se trouve dans un paysage simple plutôt que dans un paysage complexe. On a dans un paysage à faible complexité paysagère plus d'effet des pratiques de gestion alors que dans un paysage hétérogène, on aura plus d'effet du paysage environnant.

Objectifs

De ces hypothèses ont émergé trois objectifs :

- Déterminer comment les différentes pratiques de gestion viticole et les paysages environnants impactent la faune du sol, les plantes et les pollinisateurs; et comment les services écosystémiques rendus par ces groupes fonctionnels au sein des paysages viticoles sont modifiés.
- Évaluer quelles pratiques viticoles (type et fréquence des perturbations du sol) peuvent permettre d'optimiser le compromis entre productivité et services écosystémiques, selon la complexité du paysage.
- Élaborer en concertation avec les acteurs locaux concernés (viticulteurs, conseillers viticoles, décideurs politiques) des propositions d'adaptation de pratiques agro-viticoles qui soutiendraient la conservation ou la restauration de cette biodiversité sans altération des rendements (quantitativement et surtout qualitativement).

Objectifs et problématique du stage

Mon travail au cours de ce stage s'inscrit dans le déploiement et la mise en œuvre de ce programme européen **VineDivers**. Afin de répondre aux problématiques posées, plusieurs objectifs et problématiques ont été dégagés :

I. Approche méthodologique

I.a- Comment adapter le dispositif d'étude au contexte du vignoble français retenu : les Coteaux du Layon ?

I.b- Comment sélectionner les parcelles d'étude à partir des facteurs de sélection retenus ?

II. Analyse des interactions pratiques viticoles versus biodiversité végétale ou des pollinisateurs (aux échelles parcellaires et paysages)

II.a- Evaluer la diversité de la végétation (semée ou spontanée)

II.b- Evaluer (quantifier) les communautés d'abeilles sauvages

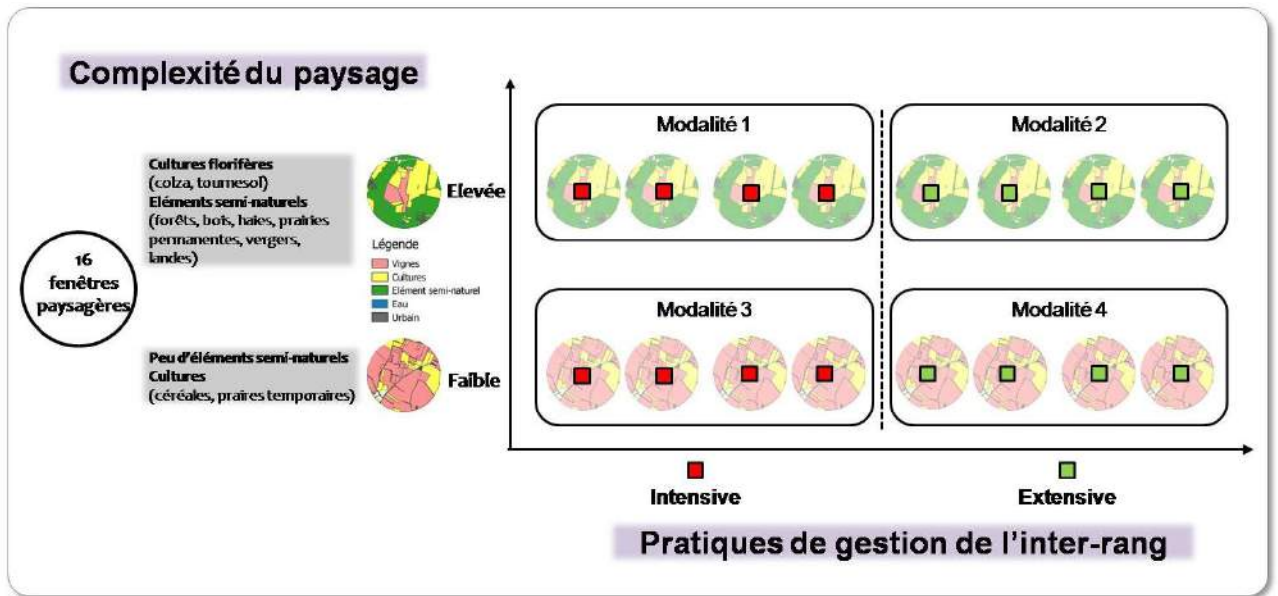


Figure 7 : Dispositif d'étude général du projet VineDivers

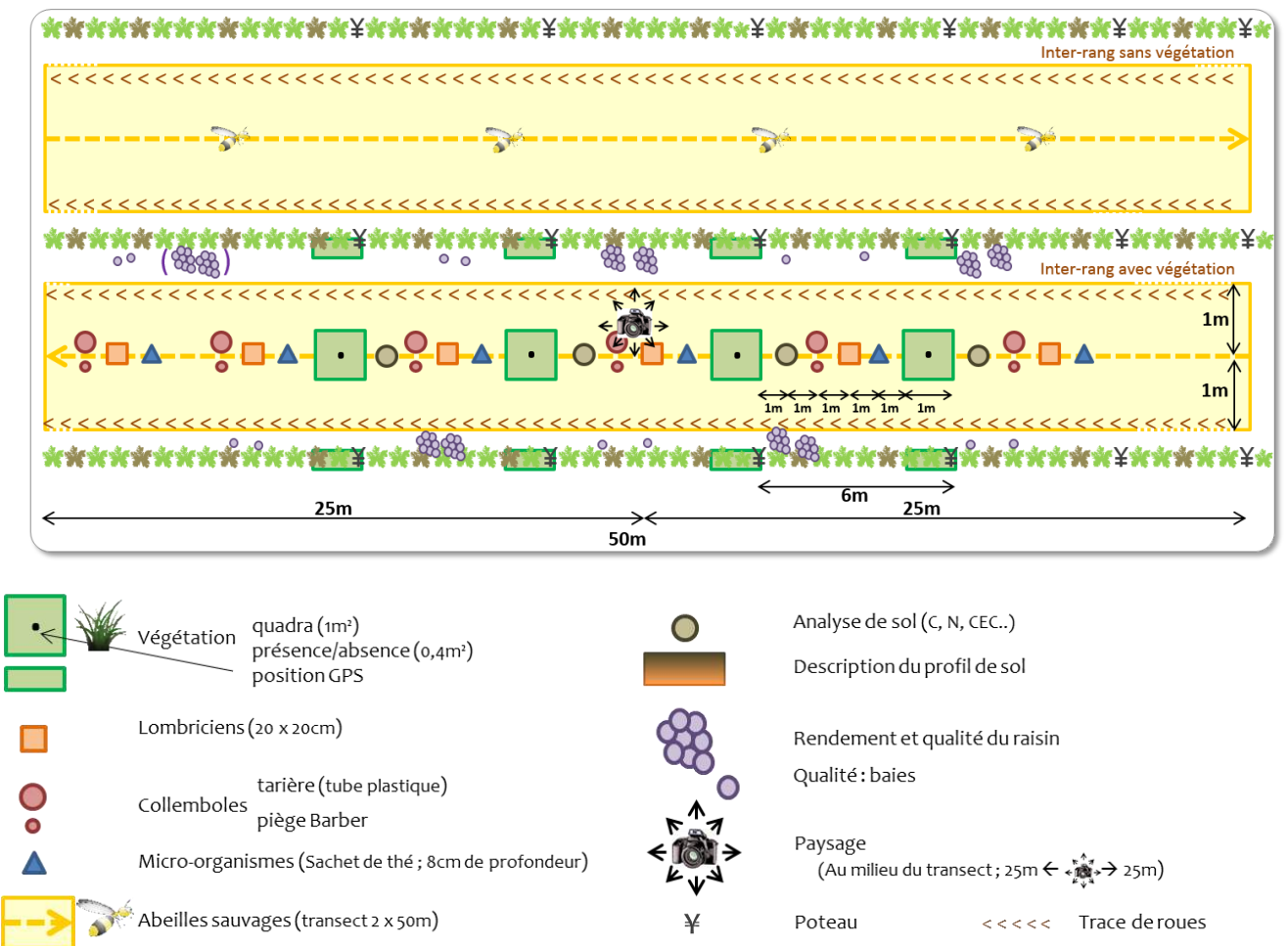


Figure 8 : Schéma du plan d'échantillonnage des différents paramètres étudiés au sein d'une parcelle viticole

Démarche mise en œuvre

1. Approche méthodologique

1.a. Adaptation du dispositif d'étude VineDivers dans les Coteaux du Layon

1.a.1. Le projet VineDivers

Le dispositif d'étude VineDivers

Les objectifs du programme VineDivers étant d'analyser l'impact des pratiques viticoles et du paysage sur la végétation, les pollinisateurs et la faune du sol, le dispositif général s'articule autour de deux axes, **la complexité du paysage** et **la gestion des inter-rangs**.

La complexité du paysage est évaluée à l'aide des éléments semi naturels présent dans une **fenêtre paysagère de 1500m de diamètre** (ou buffer paysager). Le point central de ce buffer paysager est simplement le centre (ou centroïde) de la parcelle de vigne.

Le choix des deux pratiques de gestion des inter-rangs est différent selon le pays concerné mais celles-ci doivent être les plus opposées possibles et représentatives des pratiques réalisées dans le pays concerné.

Ainsi le dispositif général d'étude est composé de **4 modalités** (figure 7) :

Un paysage à **haute complexité paysagère** avec une gestion de l'inter-rang **intensive**

Un paysage à **haute complexité paysagère** avec une gestion de l'inter-rang **extensive**

Un paysage à **faible complexité paysagère** avec une gestion de l'inter-rang **intensive**

Un paysage à **faible complexité paysagère** avec une gestion de l'inter-rang **extensive**

Celles-ci ont respectivement **4 répétitions** chacune, donc l'étude se réalise sur 16 parcelles et alors **16 fenêtres paysagères**.

Les paramètres étudiés

Toutes les observations et les prélèvements sont réalisés principalement sur un seul inter-rang au centre de la parcelle (figure 8). Seul l'échantillonnage des abeilles sauvages est réalisé sur deux inter-rangs (voir le protocole pollinisateurs). Les paramètres abiotiques mesurés ou observés sont :

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| - les plantes | - les lombriciens (vers de terre) |
| - les collemboles | - les abeilles sauvages |
| - l'érosion du sol | - la qualité et la quantité de raisin |
| - l'activité de décomposition (à l'aide d'un sachet de thé) | |
| - le sol (analyse de sol : carbone (C), azote (N), CEC ...), profil de sol) | |

Enfin **l'esthétique du paysage** est évaluée à l'aide de photo en noir et blanc prise à hauteur de la vigne dans les 8 directions cardinales au centre de la parcelle.

Tableau I : Les 27 communes susceptibles de bénéficier de l'appellation d'origine contrôlée "Coteaux du Layon"

(Source : www.LegiFrance.gouv.fr)

Aubigné-Briand	Beaulieu-sur-Layon	Brigné
Chalonnnes-sur-Loire	Champ-sur-Layon	Chanzeaux
Chaufefonds-sur-Layon	Chavagnes	Cléré-sur-Layon
Concourson-sur-Layon	Faveraye-Machelles	Faye d'Anjou
Fosse-de-Tigné (La)	Jumellière (La)	Martigné-Briand
Nueil-sur-Layon	Passavant-sur-Layon	Rablay-sur-Layon
Rochefort-sur-Layon	Saint-Aubin-de-Luigné	Saint-Lambert-du-Lattay
Saint-Georges-sur-Layon	Tancoigné	Thouarcé
Tigné	Trémont	Verchers sur Layon(Les)

1.a.2. Le choix du vignoble d'étude en France

Le choix du vignoble

Après l'obtention du projet VineDivers, plusieurs vignobles avaient été identifiés au départ comme zone d'étude potentielle pour la France : le vignoble champenois, coteaux de Gascogne, Val de Loire. Début mars 2015, le choix final s'est restreint à l'appellation des Coteaux du Layon, en Vallée de la Loire. En effet sa taille (1400 ha) est suffisante pour mettre en place le dispositif d'étude, et la majorité de son territoire est recouverte par un cépage unique : le chenin blanc. De plus, une rencontre avec Etienne Goulet, directeur du Pôle Val de Loire - Centre à l'Institut Français de la Vigne et du Vin nous a permis d'avoir un premier contact favorable avec un partenaire essentiel de la filière viticole. Ce fut également l'occasion d'apprendre que Francesca Degan (Laboratoire GÉHCO, Université de Tours) effectue ses travaux de thèse concernant l'érosion des sols dans certaines parcelles des Coteaux du Layon ; et aussi que Cécile Coulon, (enseignante-chercheuse en viticulture, œnologie et analyse sensorielle à l'ESA) responsable d'un module de « Viticulture durable » pour des licences 3, avait avec les étudiants prospecté un grand nombre de parcelles dans les Coteaux du Layon en 2014 avec comme principal objectif l'observation des pratiques de gestion de l'inter-rang.

Les Coteaux du Layon

Le vignoble des Coteaux du Layon et son appellation d'origine contrôlée « Coteaux du Layon » se situe au sud-ouest d'Angers le long des 70 km du Layon, affluent de la Loire. Seuls les vins récoltés sur 27 communes sont susceptibles de bénéficier de l'appellation d'origine contrôlée « Coteaux du Layon » (tableau I). Ce vignoble s'étend sur environ 1400 ha et les vignes sont plantées sur les coteaux de part et d'autre du Layon. Le seul cépage autorisé pour cette appellation est le Chenin blanc, autrement appelé pineau de Loire. Le vin des Coteaux du Layon nécessite une vendange manuelle par tris successifs de raisins arrivés à surmaturité et présentant alors une concentration naturelle en sucre sur souche soit par l'action de *botrytis cinerea* sur les raisins (la pourriture noble), ou par passerillage.

Le vignoble est implanté sur la partie sud-est du Massif armoricain, sur un sol constitué principalement de schiste et de grès. Ce sont des sols bruns généralement peu profonds. Les différents terroirs des Coteaux du Layon correspondent à des situations de coteaux bien exposés et ventilés qui favorisent la précocité de la végétation et permettent l'obtention de vendanges surmûries. Le climat est de type océanique tempéré et particulièrement sec.

Adaptation du dispositif initial à l'aide du SIG dans les Coteaux du Layon

L'adaptation des 4 modalités du dispositif général VineDivers nécessite de savoir dans quel contexte paysager se trouvent les parcelles de vignes dans les Coteaux du Layon. Pour y remédier il a fallu récupérer un maximum de **données cartographiques** précises sur **l'occupation du sol** présente dans notre zone des **Coteaux du Layon**. Celles-ci se devaient d'être des plus rigoureuses afin de **créer la couche vecteur d'occupation du sol la plus précise avec le moins de blanc possible** (occupation du sol non renseigné).

Nous avons donc obtenu les données suivantes :

De Corine Land Cover : l'occupation du sol en 2006 à une échelle assez grossière

De l'Institut National de l'information Géographique et forestière (IGN) : orthophotographies (2013), SCAN 25, une portion de l'occupation du sol (forêts, bois, haies, landes, vergers et vignes), rivières, zones d'eau (mares, étangs), routes, bâtiments, limites administratives (communes et cadastre) et les éléments topographiques (altitudes, pente)

De l'Agence de Services et de Paiement (ASP) : occupation du sol partielle (cultures, prairies, jachères, landes, vergers, vigne) provenant des déclarations de la Politique Agricole Commune (PAC). C'est ensuite le Registre Parcellaire Graphique (RPG) qui permet de cartographier (à l'échelle de 1/5000^{ème}) les îlots agricoles déclarés par les exploitants. Un îlot correspond à un ensemble contigu de parcelles culturales exploitées par un même agriculteur, et chacun de ces îlots est renseigné par les types de cultures pratiquées, ainsi que par les surfaces correspondantes.

L'objectif est donc **d'associer et unir toutes les données** récoltées, avec un logiciel SIG, dans une unique couche pour pouvoir **réaliser l'analyse paysagère** sur la **zone des Coteaux du Layon**. Cette étape a été longue et contraignante car toutes les données brutes collectées n'étaient pas compatibles pour pouvoir les associer ensemble et ainsi permettre la création d'une couche unique d'occupation du sol. De plus l'information concernant **les vignes** provenant **de l'IGN** et du **RPG 2012** était contradictoire et incohérente (occupation du sol différente entre les deux sources). Après réflexion, nous avons choisi de **prioriser toutes les informations** provenant de **l'IGN**. Dans les **éléments pérennes**, la possibilité d'avoir récolté des renseignements erronés est minime. Cela nous permet aussi, en combinant les deux sources, d'avoir le maximum de parcelle de vigne d'étude possible. Pour les besoins de l'étude nous avons créé une couche occupation du sol avec **5 catégories** renseignées sous SIG (**Vignes, Cultures, Eléments semi-naturels, Urbain et Eau**) avec un chiffre attribué à chacune car le logiciel Chloé analyse uniquement à partir de données quantitatives.

1.b. Sélection des parcelles d'étude

1.b.1. Analyse du paysage

L'objectif ici est de sélectionner des parcelles dans un environnement paysager particulier où la complexité paysagère est élevée ou faible.

Pour l'étude de l'analyse du paysage, le **logiciel Chloé 2012** développé par Jacques Baudry et ses collaborateurs de l'UMR Sad-paysage de l'INRA de Rennes a été utilisé. Ce logiciel réalise des calculs de métriques paysagères telles que l'indice de Shannon. Pour cela, il converti une couche vecteur (.shp) issue du SIG en fichier **raster** (au format .asc). Celui-ci est composé de **pixel** où chacun renseigne un seul type d'information (**un seul type d'occupation du sol** dans notre cas). La taille de ce pixel est laissé libre à l'utilisateur. Ici nous avons choisi une **taille de 25m² pour chaque pixel** (5m x 5m). La fonctionnalité « sliding window » du logiciel Chloé a ensuite permis de calculer différentes métriques (par exemple l'indice de diversité de Shannon, ou le nombre de pixels représentant de la vigne) dans une taille spécifique de fenêtre (ici une fenêtre circulaire de 750m), dans un maximum de fenêtres paysagères sur une zone (en définissant la distance entre deux fenêtres calculées).

Le logiciel génère alors un fichier de données (.csv), qui contient, pour chaque fenêtre analysée, une colonne avec les coordonnées (XY) du pixel central, et une colonne par métrique contenant les valeurs calculées. Par exemple, le logiciel calcule pour chaque fenêtre combien de pixels sont occupés par chaque catégorie d'occupation du sol (vignes, cultures, éléments semi-naturels, eau et zones urbanisées).

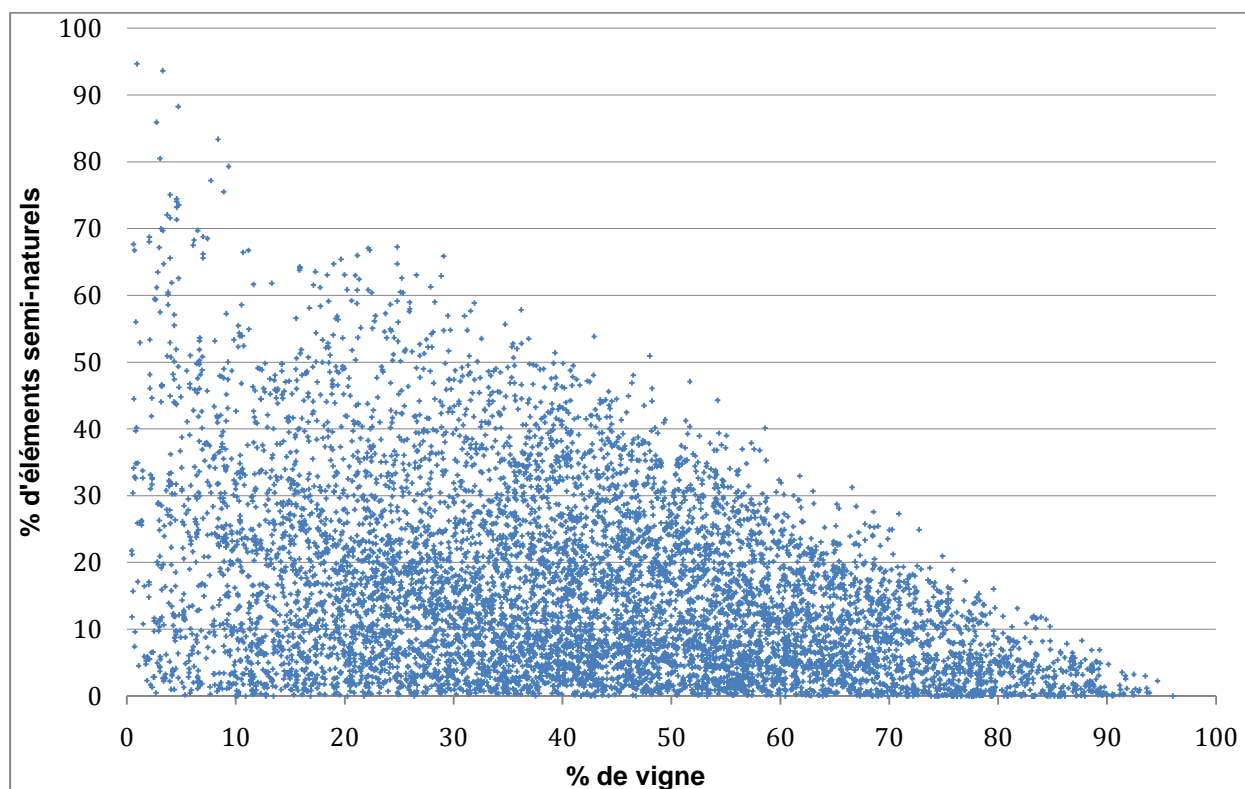


Figure 9 : Pourcentage d'éléments semi-naturels et de vignes dans les fenêtres paysagères (1500m) autour du centroïde des parcelles de vignes (RPG + IGN)

Tableau II: Liste des éléments paysagers et la méthode pour les cartographier dans un logiciel SIG

Eléments paysagers	Type
Vignes	
Parcelles de vignes	Polygone
Autres cultures / terre arables	
Cultures à floraison massive (colza, tournesol, etc)	Polygone
Autres cultures	Polygone
Prairies temporaires	Polygone
Eléments semi-naturels	
Haies et alignements d'arbre	Linéaire
Bois	Polygone
Limites de bois	Linéaire
Arbres isolés	Points
Vergers	Polygones
Jachères	Polygone
Prairies naturelles (ou permanentes)	Polygone
Bandes enherbées >1m	Linéaire
Landes	Polygone
Zones humides	Polygone
Eau : mares et rivières	
Mares et rivières	Polygone
Zones urbanisées	
Zones urbaines	Polygone
Routes	Linéaire

Comme dans ce programme les parcelles à sélectionner devaient nécessairement être des parcelles de vignes, nous avons utilisé une fonction qui a permis dans un premier temps de **caractériser le contexte paysager autour de toutes les parcelles de vignes** des Coteaux du Layon. La création du point central (ou centroïdes) de toutes les parcelles de vignes renseignées sous SIG avec les coordonnées (x ; y) de chaque point a permis au logiciel Chloé de **situer ces points sur le raster** préalablement créé. Les critères sélectionnés sous le logiciel Chloé pour analyser l'occupation du sol autour du centroïde de chaque parcelle de vigne sont les suivants:

- Une **fenêtre paysagère circulaire** (750m de rayon) autour du centroïde des parcelles de vigne
- Le **nombre de pixel total à l'intérieur des fenêtres paysagères**
- Le **nombre de pixel de chaque catégorie d'occupation du sol**
- **Un indice de diversité** (Shannon)

Le logiciel Chloé génère ensuite différents rasters (.asc, un par critère demandé), ainsi qu'un tableau de données (.csv) qui indique la valeur calculée pour chaque mesure que vous avez demandé. A partir de ces données des **pourcentages d'occupation du sol** sont calculés **au sein de chacune des fenêtres paysagères**, et permettent d'**identifier** celles qui semblent **intéressantes pour une des 4 modalités de VineDivers**.

Concernant la distinction entre un paysage complexe et non-complexe, la littérature illustre une forte évidence que le **pourcentage d'éléments semi-naturels à l'échelle du paysage influent positivement les pollinisateurs** (Le Féon *et al.*, 2010; Steffan-Dewenter *et al.*, 2002). C'est pourquoi il a été décidé, avec l'appui de Françoise Burel, directrice de recherche au CNRS (Université de Rennes 1, UMR Ecobio) sur l'écologie du paysage, de caractériser un paysage complexe comme ayant un pourcentage d'éléments semi-naturels élevés. Pour évaluer si une fenêtre est considérée comme étant dans un paysage complexe, nous avons séparé toutes les données calculées pour les éléments semi-naturels au sein de chaque fenêtre paysagère (une fois triés dans l'ordre croissant) en **trois classes d'égales répartitions** :

- « **% d'éléments semi-naturels faible** »
- « **% d'éléments semi-naturels moyen** »
- « **% d'éléments semi-naturels élevé** »

Pour obtenir des situations bien contrastées et ne pas avoir de situation intermédiaire, les parcelles présentes dans la première catégorie « **% d'éléments semi-naturels faible** » pour les paysages non-complexe et dans la 3^{ème} catégorie « **% d'éléments semi-naturels élevé** » pour les paysages complexes ont été présélectionnées.

Tous ces éléments ont permis de générer le graphique croisant les **% d'éléments semi-naturels et de vignes présents dans les différentes fenêtres paysagères** (figure 9) calculés avec le logiciel Chloé, et de définir les parcelles intéressantes pour nos différentes modalités en termes de paysage. Afin que les futurs résultats, notamment dans l'échantillonnage des pollinisateurs, ne soient pas biaisés, ces fenêtres paysagères ne doivent pas se chevaucher pour ne pas avoir une partie de leur paysage en commun. Les fenêtres paysagères autour des parcelles d'études définitives seront cartographiées précisément à l'aide d'un logiciel SIG (Système d'Information géographique), après une vérification sur le terrain des éléments paysagers présent sur le tableau II ci-contre.

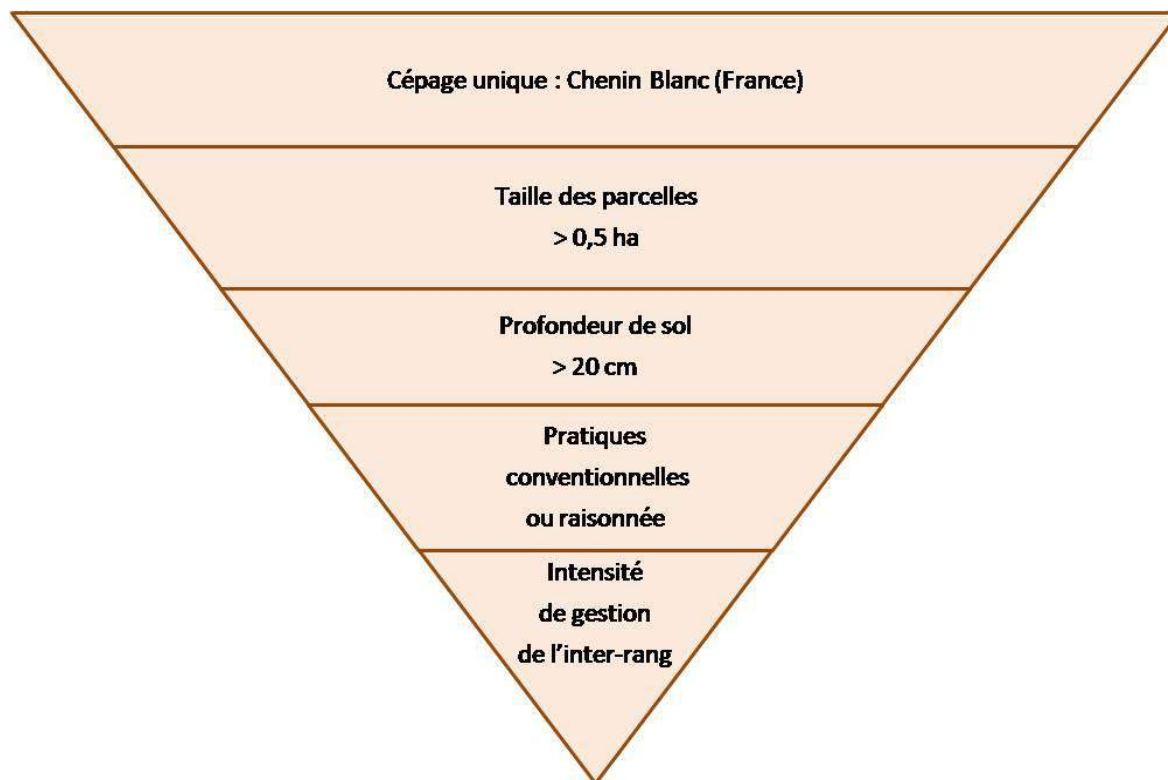


Figure 10 : Arbre de décision pour la sélection des parcelles d'étude selon plusieurs facteurs

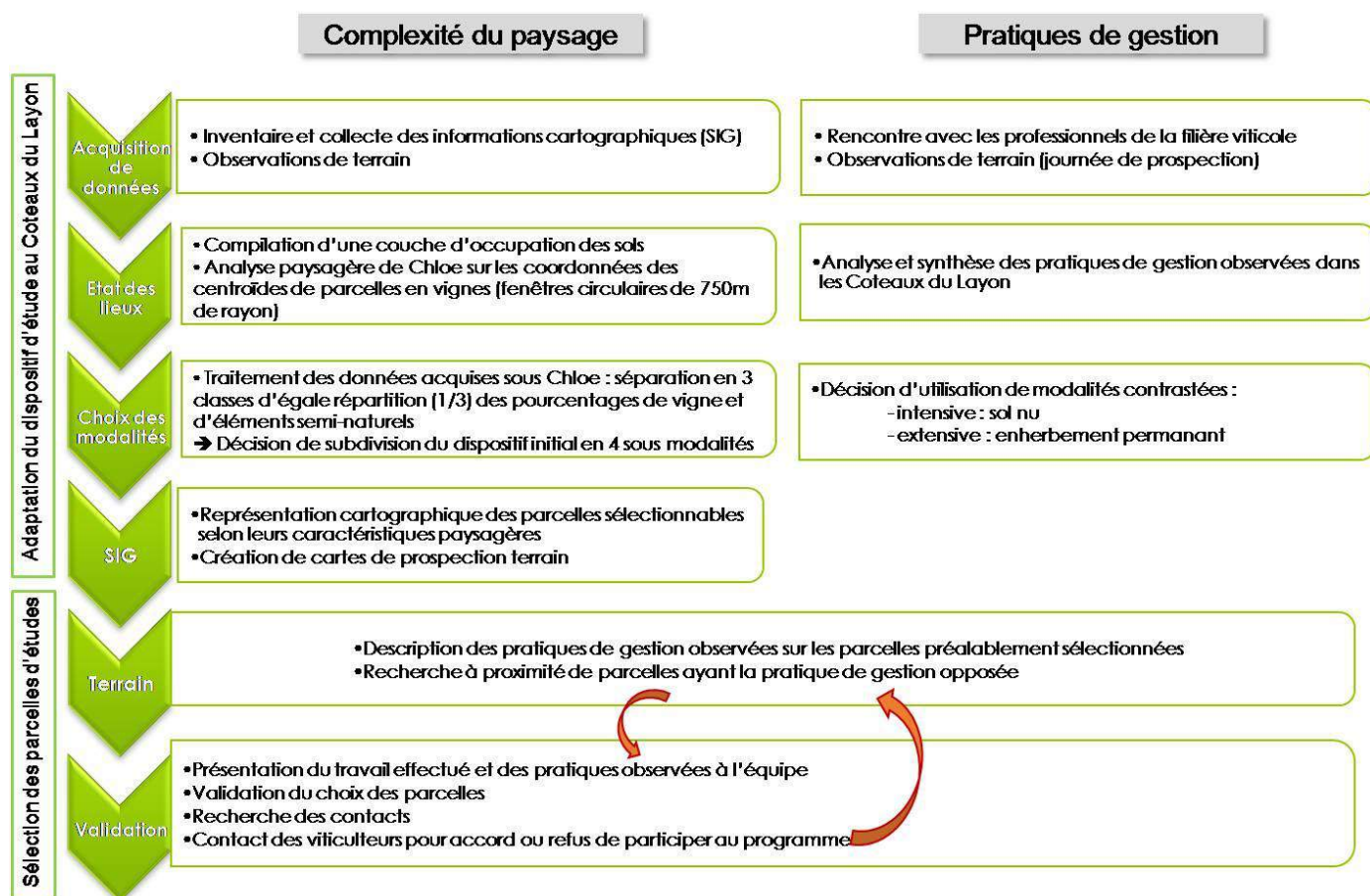


Figure 11 : Méthodologie générale pour la sélection des parcelles d'études dans les Coteaux du Layon

1.b.2. Sélection des parcelles d'études

1.b.2.1. Le choix des parcelles selon un arbre de décision (facteurs de sélection)

L'ensemble des collaborateurs européens du programme VineDivers a validé plusieurs **facteurs de sélection généraux** des parcelles d'étude (figure 10) qui permettent d'optimiser un **cadre commun et homogène** à l'échelle de **tous les vignobles européens** étudiés. Ceci afin d'éviter au maximum l'influence de facteurs annexes sur les indicateurs étudiés dans le programme. Pour information, les vignes labélisées en production biologique ne sont pas prises en compte parce qu'elles sont assez marginales à l'échelle des vignobles. La méthodologie qui regroupe les différentes actions menées pour le choix des parcelles d'étude est présentée dans la figure 11.

1.b.2.2. Observation des pratiques de gestion des parcelles présélectionnées en termes de paysage

Une fois l'analyse du paysage et la présélection des parcelles qui conviennent aux modalités VineDivers en termes de paysage, l'observation des pratiques est nécessaire pour répondre à la question suivante :

Quels modes de gestion dans les Coteaux du Layon correspondent aux pratiques intensives et extensives ?

L'étape de prospection consiste à se rendre sur les parcelles présélectionnées en termes de paysage et observer visuellement la gestion de l'inter-rang et du rang.

1.b.2.3. Recherche propriétaire des parcelles et demande d'accord de participation au programme

Les **parcelles identifiées correspondant** à une des **4 modalités** de VineDivers (selon le paysage et les pratiques de gestion) sont **répertoriées** dans un tableur excel avec leurs **données cadastrales respectives**. Le **numéro de cadastre** est essentiel car c'est un **identifiant unique** pour chacune des **parcelles**, il permet ainsi de **retrouver le nom du propriétaire** (et/ou exploitant) de celle-ci. Pour récupérer ces informations, des appels téléphoniques ainsi que des mails sont envoyés aux mairies dans lequel se situent les parcelles. Parfois les données ne pouvaient être transmises uniquement en notre présence, le déplacement dans certaines mairies a donc été nécessaire. Les numéros de téléphone ont ensuite été récupérés sur les annuaires, ou les sites internet référençant les viticulteurs.

Les viticulteurs exploitant des parcelles de vignes éligibles pour le programme ont été contactés par mail et/ou appels téléphoniques et/ou rencontrés directement sur le terrain lors des phases de prospection.

Afin d'avoir un support de communication vulgarisé pour présenter le programme VineDivers, un **flyer** présentant le projet et les partenaires européens, et résumant les objectifs et les paramètres, a été réalisé (Annexe I). De plus, une page de site web (<https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/page.php?42>) a également été mise en ligne. Enfin, l'accord de participation au projet VineDivers par les viticulteurs a été obtenu par téléphone.

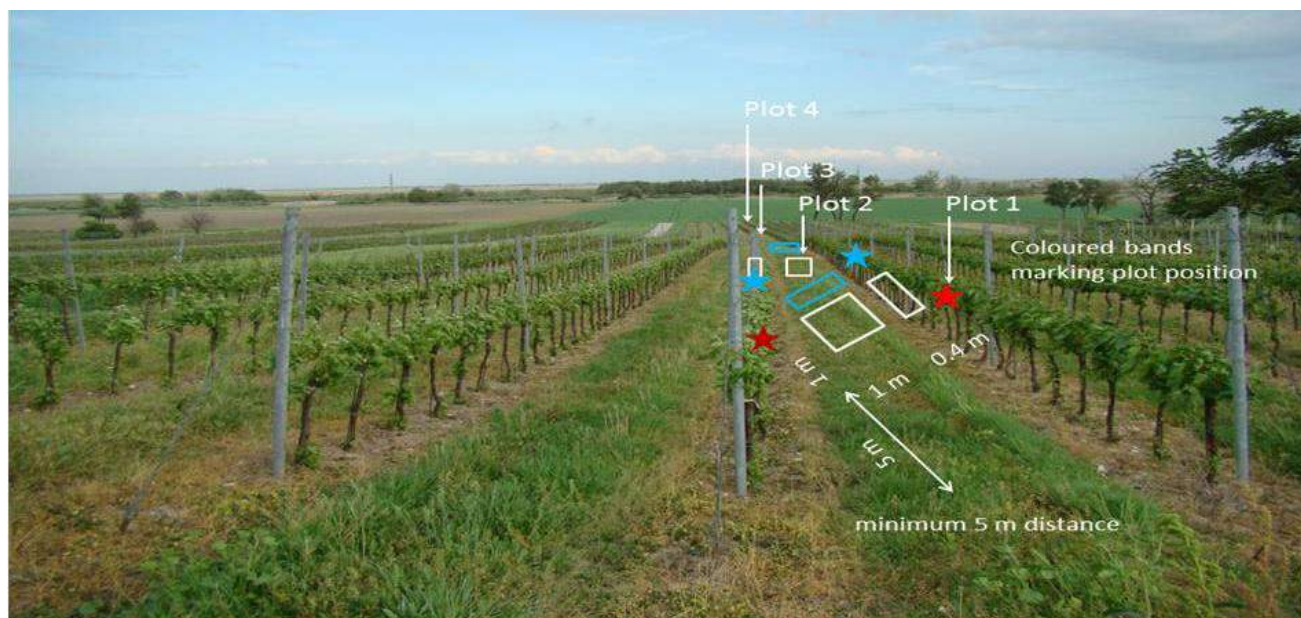


Figure 12 : Aire d'échantillonnage de la flore dans et sous le rang de vigne

Légende : rectangle bleu : prélèvement de biomasse sur 0,4m² ; les étoiles indiquent l'emplacement du quadrat

Tableau III : Echelle de Londo (1976) pour évaluer le % de recouvrement de chaque espèce au sein du quadrat

Cover (%)	< 1	1 < 3	3 < 5	5 < 15	15 < 25	25 < 35	35 < 45	45 < 55	55 < 65	65 < 75	75 < 85	85 < 95	95 ≤ 100
Scale	0.1	0.2	0.4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tableau IV : Echelle de Londo simplifié pour l'estimation du % de couverture des plantes sous le rang de vigne

Cover (%)	< 1	1 < 5	5 < 25	25 < 50	50 < 75	75 < 100
Scale	very rare (vr)	rare (r)	common (c)	frequent (f)	dominant (d)	Highly dominant (hd)

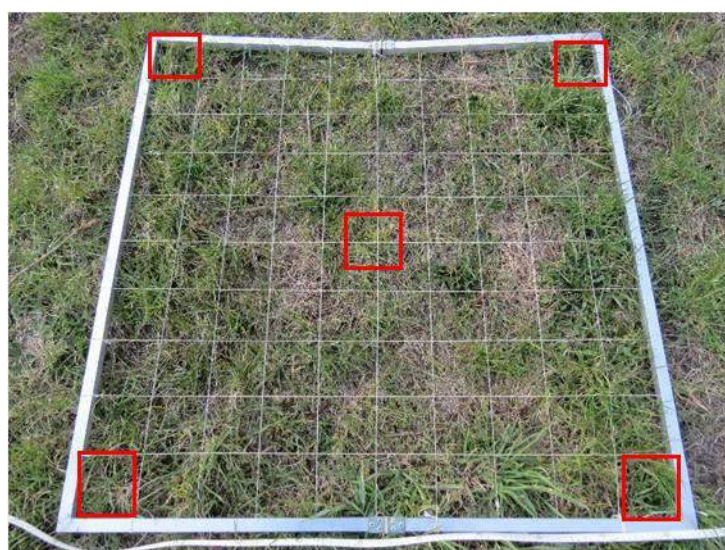


Figure 13 : Quadrat d'échantillonnage de la végétation

Légendes : carré rouge → Zones de mesure pour la hauteur moyenne de la végétation au sein du quadrat

2. Analyse des interactions pratiques viticoles versus biodiversité végétale ou des pollinisateurs

2.a. Evaluer la diversité de la végétation

Protocole d'échantillonnage dans l'inter-rang de vigne

Les observations de la flore sont réalisées, avec l'appui de Vincent Jung (Université de Rennes 1, UMR Ecobio) spécialiste des communautés végétales, uniquement sur un seul rang de la parcelle (figure 12). L'échantillonnage est réalisé à partir d'un quadrat de 1m² (1 x 1 m). Cependant, comme les rangs dans les parcelles des Coteaux du Layon sont moins larges que dans les autres pays, le quadrat initial a été adapté et mesure 2m x 0,5m. 4 répétitions au sein du rang sont disposées de sorte que l'inventaire de la flore dans les 4 quadrats soit représentatif du rang. Les deux quadrats les plus à l'extérieur sont à une distance minimum de 5m du 1^{er} cep de vigne.

L'emplacement des observations se matérialise à l'aide de bandes de couleurs différentes, que l'on place sur les poteaux présents entre les ceps de vigne, pour pouvoir réinstaller les quadrats au même endroit lors des autres passages.

Toutes les plantes vasculaires présentes dans chaque quadrat sont comptabilisées. Leur pourcentage de couverture respectif au sein du quadrat est évalué à l'aide de l'échelle de Londo (1976 ; tableau III) sachant qu'un petit carré du quadrat (10cm x 10cm) représente 1%. De plus, le recouvrement total de la végétation, le sol nu et les bryophytes (mousses) à l'intérieur du quadrat sont estimés. Les espèces en fleurs au moment de l'observation sont aussi notées ainsi que la hauteur moyenne de la végétation à chaque angle et au centre du quadrat (figure 13). La flore utilisée pour l'identification des espèces est *Flora europaea*.

Sous le rang de vigne

La végétation sous le rang de vigne (adjacent au quadrat de 1m²) sera également notée selon un protocole simplifié dans un quadrat de 0,4m² (1m x 0,4 m).

L'aire d'observation des plantes est située sous la vigne et adjacente à chacun des quadrats de 1m² réalisés dans les inter-rangs, pour estimer le recouvrement de la végétation totale, du sol nu, de la litière présente et la couverture des bryophytes avec une échelle simplifiée (tableau IV).

Condition et date d'observation

L'observation de la végétation a lieu deux fois par an au printemps (début Avril) et en été (début Juin), afin de saisir les variations saisonnières. Les viticulteurs doivent être contactés au préalable pour éviter qu'ils appliquent des herbicides ou réalisent un travail du sol ou une tonte de la végétation entre les rangs.

Le projet VineDivers étant lancé en Février 2015 et la difficulté pour obtenir les parcelles d'études, un seul relevé de végétation, entre le 16 et 18 Juin, a pu être réalisé pour cette phase de test du protocole cette année.



Figure 14 : Transect aller-retour dans deux inter-rangs voisins (2*50 mètres) pour la capture des abeilles sauvages au filet fauchoir

(Source : M.Favreau, Chaudesfond-sur-Layon, Observations des pratiques de gestion de l'inter-rang, 21/05/2015).

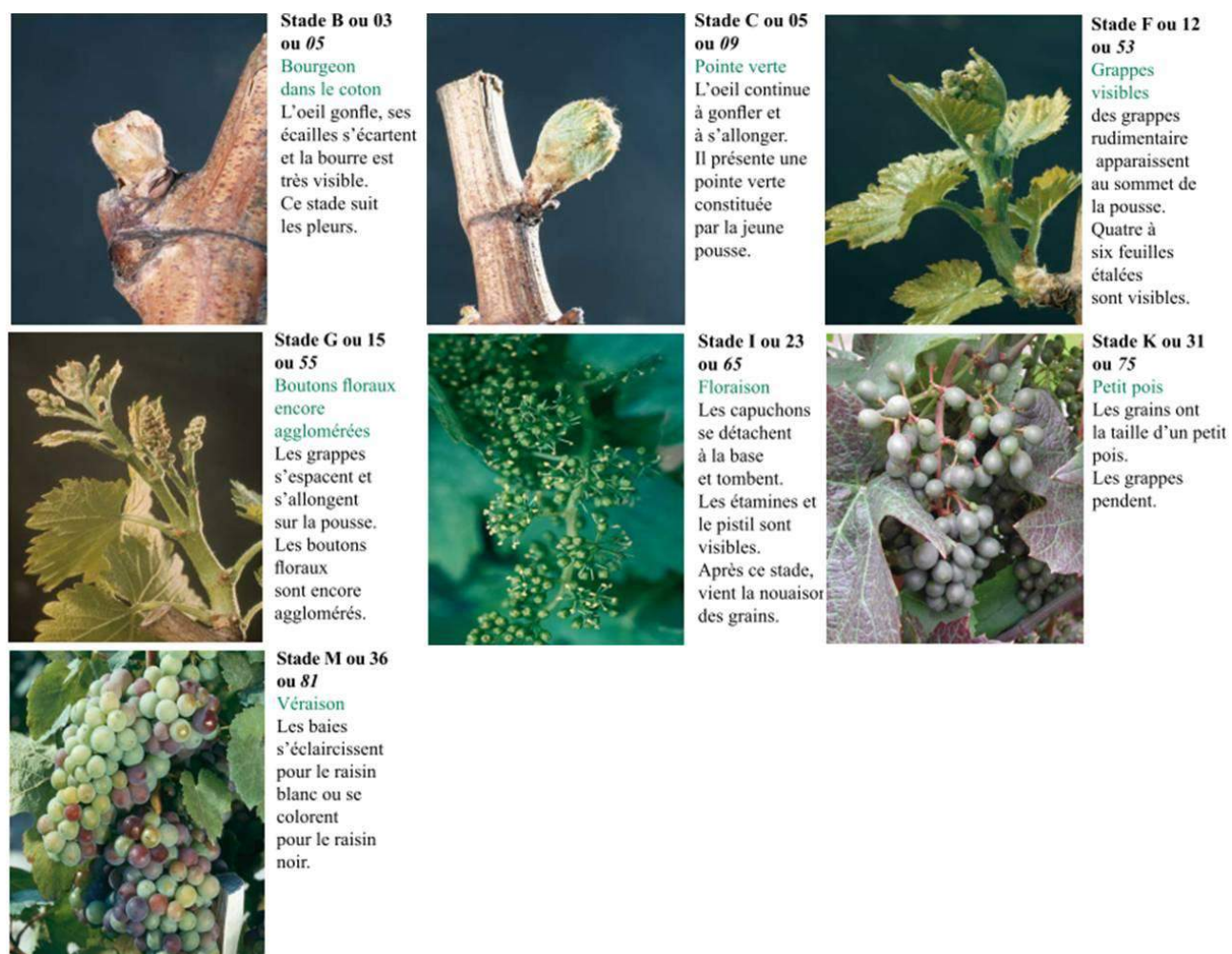


Figure 15 : Stades phénologiques de la vigne lors des différents passages pour les abeilles sauvages

(Source : Institut Français de la Vigne et du Vin).

Biomasse dans le rang de vigne

Un prélèvement de biomasse d'une superficie totale de 0,5m² (1 x 0,5m) situé à 50cm au-dessus de chaque quadrat de végétation est effectué lors de la seconde observation de la flore début Juin. La biomasse des plantes récoltées est pesée après séchage à une température de 60 °C dans une étuve.

Analyse descriptive

Les données de végétation ont été traitées par des Analyses Factorielles des Correspondances (AFC). Cette analyse permet de mettre en évidence la différenciation des quadrats (ou des parcelles) du point de vue de leur composition floristique. Une enquête sur les pratiques de gestion de l'enherbement dans les parcelles a été réalisée (annexe II), pour mieux comprendre les différences de compositions floristiques entre parcelle, 5 sur 9 viticulteurs ont pu répondre à cette enquête.

2.b. Evaluer les communautés d'abeilles sauvages

Protocole d'échantillonnage

La capture des abeilles sauvages s'effectue à l'aide d'un filet fauchoir. Elle se réalise à vue, c'est-à-dire que l'on attrape tous les individus visibles dans les inter-rangs parcourus. Le transect se réalise dans deux inter-rangs voisins (figure 14) sur une distance de 50m (aller-retour). Cependant le transect réalisé pour cette capture doit atteindre une superficie de 200m², celui-ci varie donc en fonction de la largeur des inter-rangs de chaque parcelle.

Un transect dure 15 minutes. Tout en marchant, le collecteur attrape toutes les abeilles individuelles observées dans la zone de transect avec le filet fauchoir. Tous les spécimens capturés sont immédiatement transférés dans un pilulier contenant du sopalin humidifié avec quelques gouttes d'acétate d'éthyle pour tuer l'abeille. Tous les individus capturés pendant la journée sont transvasés dans des piluliers contenant de l'alcool pour une meilleure conservation des individus avant la détermination.

Date et condition de prélèvement

En raison de la sensibilité de l'abeille sauvage à la météo et pour une activité optimale de celle-ci, l'échantillonnage doit être effectué uniquement lorsque les conditions météorologiques sont sèches, ensoleillées, avec peu de vent et une température supérieure à 15°C. Les prélèvements doivent être effectués entre 10h et 18h selon la météo. Chaque parcelle est échantillonnée à cinq reprises au cours de la saison. Les dates de capture se rapprochent au mieux des stades phénologiques de la vigne (figure 15) :

1. Premiers bourgeons ou un peu avant (stade B ou C)
2. Premiers bourgeons de fleurs (stade F ou G)
3. Pleine floraison (stade I)
4. Les baies ont la taille d'un pois (stade K)
5. Début de la maturation, les baies changent de couleur (stade M)

Le projet VineDivers étant lancé en Février 2015 et la difficulté pour obtenir les parcelles d'études, un seul passage pour capturer les abeilles sauvages, entre le 6 et 10 Juillet 2015, a pu être réalisé pour cette phase de test du protocole cette année.

La détermination des individus

Le partenaire référent pour l'identification des pollinisateurs n'a pas encore été désigné pour la France. La détermination et la préparation des abeilles sauvages cette année en France a été réalisé grâce à l'aide de Romain Georges et Dyab Hasan (EcoBio - Université Rennes 1) qui m'ont permis de me former pendant une journée à la préparation et la reconnaissance des principaux genres et quelques espèces d'abeilles de la région Bretagne en suivant la clé d'identification des genres de la super-famille des Apoidea, d'après Erwin Scheuchl (*Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs*. 2000, Band I : *Anthophoridae* - Gattungen (pp. 9-21).

Analyse statistique

Un test statistique non-paramétrique de comparaison de moyenne (Mann Whitney) a été utilisé afin de comparer les valeurs d'abondance de pollinisateurs selon les modalités complexité du paysage (élevée vs faible) et gestion de l'inter-rang (extensive vs intensive). Pour cela l'interface Rcmdr du logiciel R a été utilisée.

Parcelles de vignes (IGN) dans les différentes fenêtres paysagères éligibles dans les Coteaux du Layon

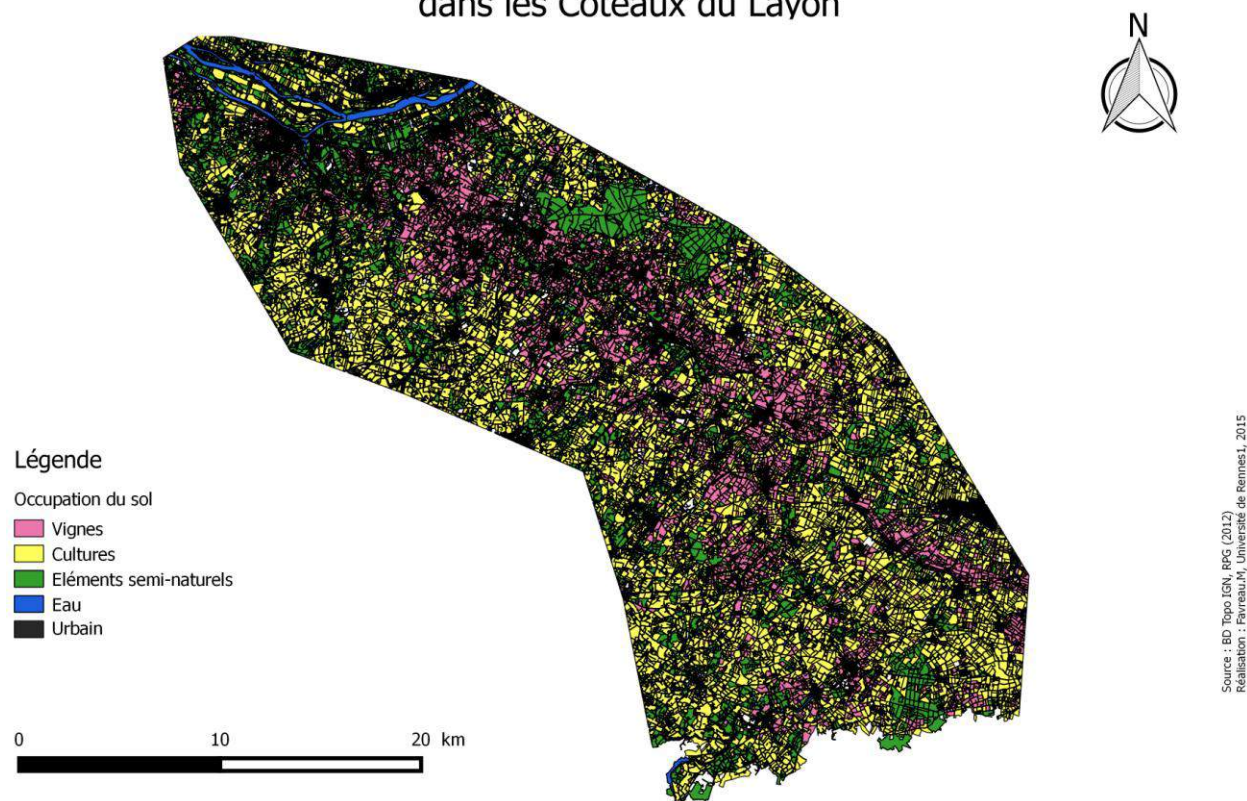


Figure 16 : Carte d'occupation du sol sur la zone des Coteaux du Layon (Logiciel Qgis)

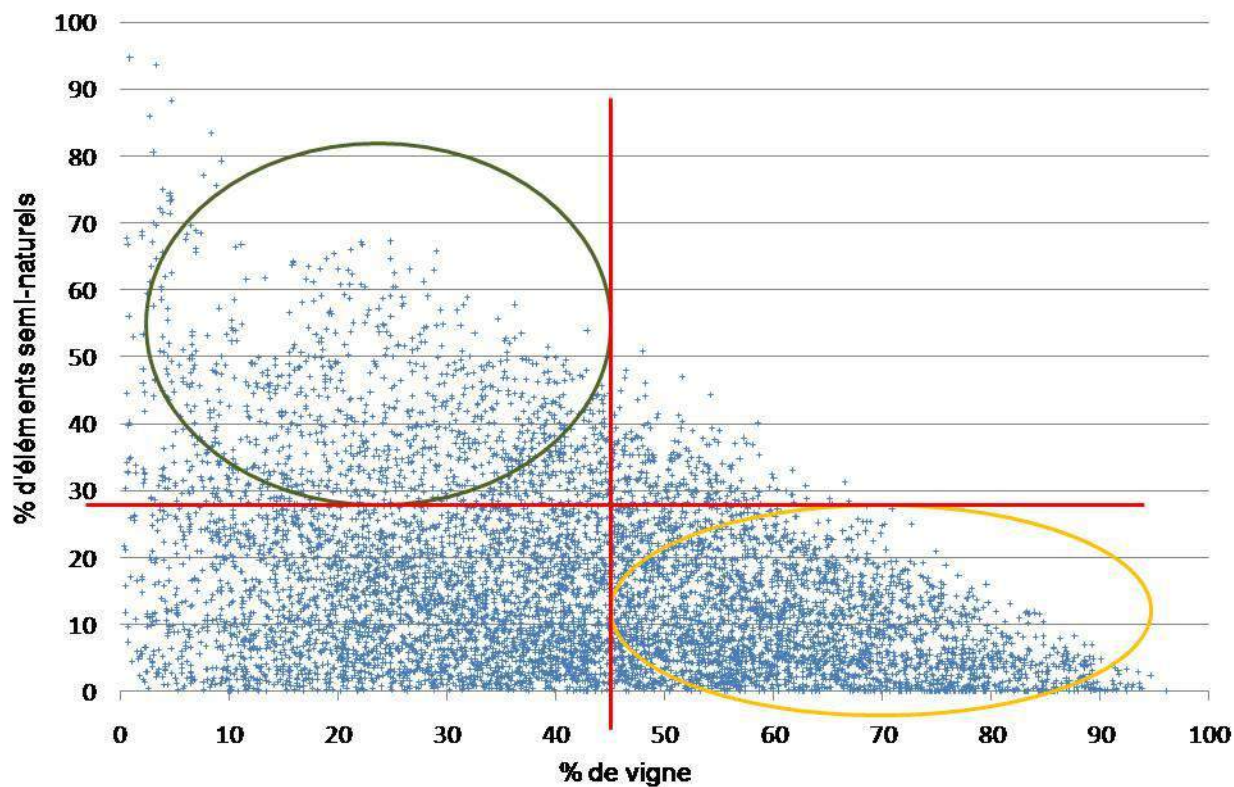


Figure 17 : Pourcentage d'éléments semi-naturels et de vignes dans les fenêtres paysagères (1500m) autour du centroïde des parcelles de vignes (RPG + IGN)

Résultats

1. Approche méthodologique

1.a. Adaptation du dispositif d'étude VineDivers dans les Coteaux du Layon

1.a.1. Le choix des modalités paysagères et de pratiques de gestion

1.a.1.1. Sélection des modalités paysagère des parcelles de vigne des Coteaux du Layon

Etat des lieux

Afin de pouvoir réaliser les différentes analyses du paysage, une couche de l'occupation du sol sur la zone des Coteaux du Layon a été créée avec le logiciel de cartographie Qgis (figure 16). On constate que les parcelles de vignes se situent dans la zone centrale sur les coteaux tout le long du Layon. Tous les types de cultures, y compris les cultures florifères comme le colza et le tournesol sont regroupés ainsi que les ESN. Les paysages viticoles sont contrastés entre le Nord et le Sud des Coteaux du Layon. En effet on va retrouver plus d'ESN, avec de nombreuses prairies aux abords du Layon et peu de cultures sur de grands espaces dans la zone Nord du Layon. De plus on a un relief et des pentes plus marqués avec des changements d'altitudes très rapide et important. En revanche dans la zone Sud du Layon, les paysages se distinguent par une topographie plus plate (plaines), une présence de vigne moins importante et surtout de nombreuses cultures comme le colza ou tournesol typique de cette zone Sud.

Une analyse paysagère à l'aide du logiciel Chloé a été réalisée afin de caractériser globalement l'environnement autour des parcelles de vigne en Coteaux du Layon.

1.a.1.2. Décision finale du choix des modalités de complexité du paysage

L'analyse de l'occupation du sol dans les fenêtres paysagères (750m) autour du centroïde de toutes les parcelles de vignes a été effectuée. Le % d'éléments semi-naturels (ESN) et de vigne présent au sein de ces fenêtres a été calculé. L'objectif ici est de visualiser et définir les parcelles qui sont caractérisées par un paysage complexe (% d'ESN élevé) avec une faible présence de vigne, mais aussi un environnement autour des parcelles comportant une forte densité de vigne et peu d'ESN pour qualifier un paysage non-complexe dans une zone viticole dense.

Le graphique où les ESN sont représentés en fonction du % de vigne (figure 17) permet de visualiser les parcelles qui répondent aux deux modalités précisées précédemment. Les deux zones entourées en vert (paysage complexe) et en jaune (paysage à faible complexité paysagère) montre que les deux modalités paysagères choisies sont anti-corrélées. On ne pourra pas dissocier l'effet du % d'ESN sur les paramètres mesurés de celui du % de vignes.

Tableau V : Répartition en trois classes égales du % d'éléments semi-naturels et de vignes présent dans les fenêtres paysagères calculées autour du centroïde des parcelles de vigne de l'IGN et du RGP

Légende : **rouge** → classe de valeur faible ; **orange** → classe de valeur intermédiaire ; **vert** → classe de valeur élevée.

Eléments semi-naturels										
RPG + IGN	0- 10%	10- 20%	20-30%	30- 40%	40- 50%	50- 60%	60- 70%	70- 80%	80- 90%	90- 100%
IGN	0- 10%	10- 20%	20-30%	30- 40%	40- 50%	50- 60%	60- 70%	70- 80%	80- 90%	90- 100%
Vignes										
RPG + IGN	0- 10%	10- 20%	20-30%	30- 40%	40- 50%	50- 60%	60- 70%	70- 80%	80- 90%	90- 100%
IGN	0- 10%	10- 20%	20-30%	30- 40%	40- 50%	50- 60%	60- 70%	70- 80%	80- 90%	90- 100%

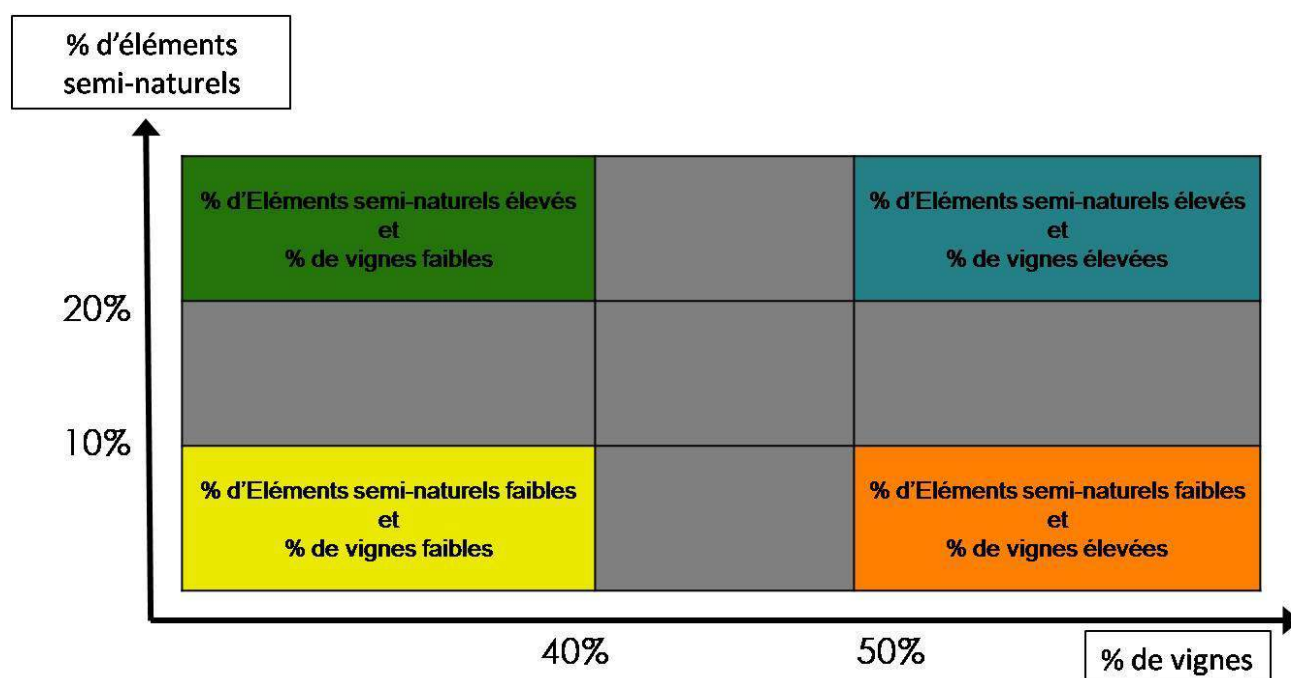


Figure 18 : Modalités paysagères retenues pour l'application du dispositif VineDivers dans les Coteaux du Layon

Résultats

Dans un second temps et à l'issue d'une concertation avec Françoise Burel (spécialiste en écologie du paysage), le dispositif initial établi initialement à partir du % d'ESN pour caractériser la complexité du paysage a été subdivisé en deux sous-modalités intégrant le % de vignes afin de s'affranchir de l'anti-corrélation de ces deux éléments du paysage. Il en résulte alors une précision du dispositif d'étude comprenant désormais 4 sous-modalités (figure 18) :

Paysage complexe →	% d'ESN élevés avec un % de vignes faibles
	% d'ESN élevés avec un % de vignes élevées
Paysage non-complexe →	% d'ESN faibles avec un % de vignes faibles
	% d'ESN faibles avec un % de vignes élevées

Dans un troisième temps, **les bornes des % pour chaque sous-modalité ont été définies**. Pour cela, les données du % d'ESN et de Vignes ont été subdivisées en trois classes d'effectifs égaux (tableau V). L'intérêt de cette approche est d'écarter les situations intermédiaires (orange) afin de pouvoir étudier des modalités les plus contrastées possibles (rouge et vert). Deux sources de données ont été utilisées pour appliquer cette méthodologie, **(1)** le fichier des centroïdes des parcelles identifiées en vigne par l'IGN et le RPG (environ 8000 parcelles), **(2)** et celui de l'IGN uniquement car les renseignements des parcelles de vignes sont mieux cartographiées (environ 3000 parcelles).

Concernant le % d'éléments semi-naturels, la répartition des classes reste similaire selon la source (IGN ou RPG + IGN) (tableau V). Le choix des deux modalités opposées pour le paysage n'est donc pas conflictuel selon la source et nous pouvons définir les bornes du % d'éléments semi-naturels pour un paysage complexe et non-complexe.

Paysage complexe → le % d'ESN présent dans une fenêtre paysagère est supérieur à 20%

Paysage non-complexe → le % d'ESN présent dans une fenêtre paysagère est inférieur à 10%

Concernant le % de vignes le constat est différent, l'analyse du paysage autour des parcelles de vignes du RPG + IGN montre une répartition différente du % de vigne présent dans les fenêtres paysagères de celle provenant uniquement de l'IGN. La seconde répartition du % de vigne permet d'avoir un écart plus restreint (10%) pour le paysage intermédiaire. La prise en compte exclusive des parcelles de vignes de l'IGN nous offre le maximum de parcelles susceptibles d'être sélectionnées.

Vignes élevées → le % de vignes présent dans une fenêtre paysagère est supérieur à 50%

Vignes faibles → le % de vignes présent dans une fenêtre paysagère est inférieur à 40%

En résumé, les critères définitifs retenus à l'issue de cette analyse paysagère sont illustrés dans la figure 17 qui indique les limites extrêmes des différentes modalités du paysage. Les parcelles sélectionnées se situent dans une des 4 situations paysagères présentées.

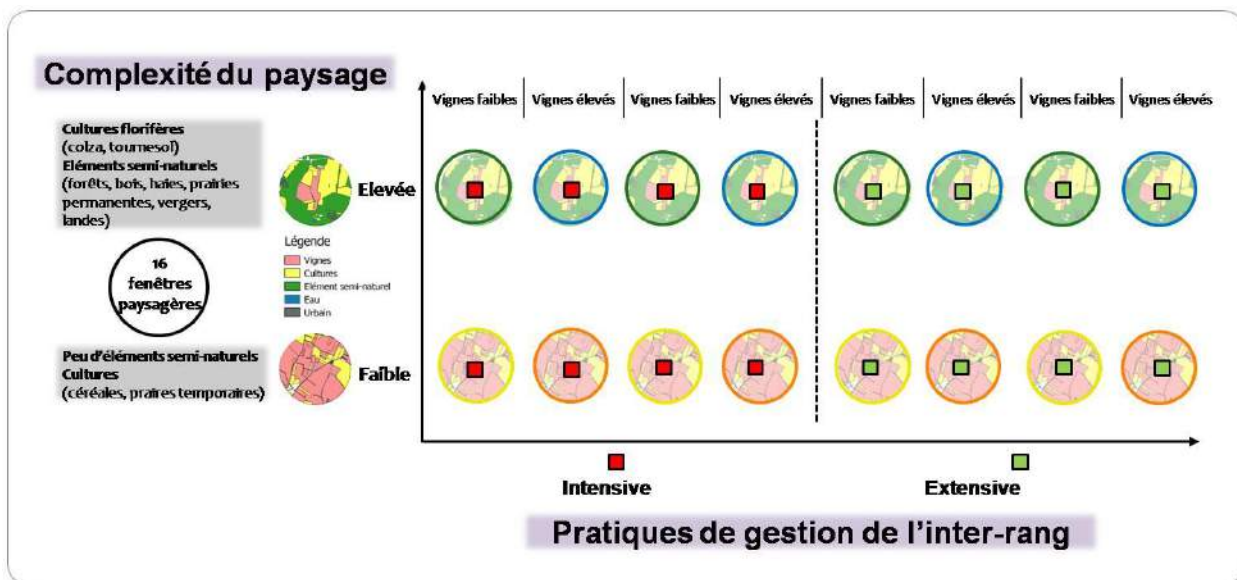


Figure 19 : Dispositif d'étude adapté aux Coteaux du Layon

Légende : Cercle vert → % d'Éléments semi-naturels élevés et % de vignes faibles

Cercle bleu → % d'Éléments semi-naturels élevés et % de vignes élevées

Cercle jaune → % d'Éléments semi-naturels faibles et % de vignes faibles

Cercle orange → % d'Éléments semi-naturels faibles et % de vignes élevées

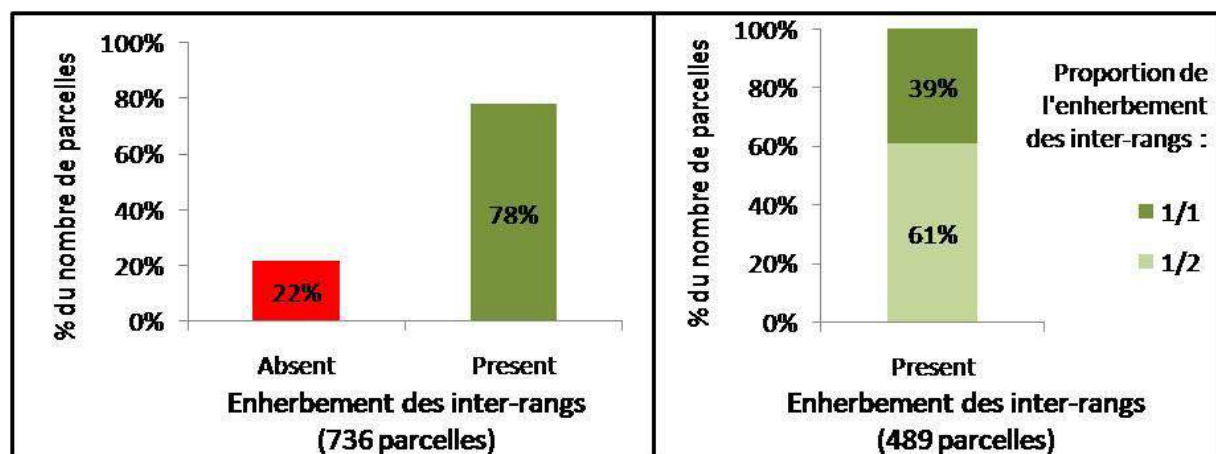


Figure 20 : Synthèse des parcelles prospectées par les étudiants de l'ESA en 2014

L'observation porte sur la présence ou non de l'enherbement des parcelles, et si oui la proportion de celui-ci sur les inter-rangs (Source : Ecole Supérieur d'Agriculture)

Tableau VI : Les différentes modalités observées lors des phases de prospection terrain

Légende : X → gestion peu fréquente ; XX → gestion fréquente ; XXX → gestion très fréquente

En rouge → modalité des pratiques de gestion retenue.

		Désherbage chimique sous le rang			Désherbage mécanique sous le rang
		0	Intensif (végétation visible)	Très intensif (végétation non visible)	
Enherbement des inter-rangs	0 (sol nu)			XX	X
	1/2		XXX	XX	X
	1/1	X	XX	X	X

Résultats

Ces 4 subdivisions paysagères du dispositif de base sont adaptées au dispositif des Coteaux du Layon (figure 19).

1.a.2. Sélection des modalités des pratiques de gestion retenues dans les Coteaux du Layon

1.a.2.1. Caractérisation de l'état des lieux des pratiques de gestion dans les coteaux du Layon

L'observation visuelle des parcelles de vignes dans les Coteaux du Layon a permis d'identifier trois pratiques de gestion du sol fréquente dans les Coteaux du Layon :

Désherbage de l'inter-rang et sous le rang (sol nu)

Désherbage un inter-rang sur deux et sous le rang

Enherbement de l'inter-rang et désherbage sous le rang

Toutes les modalités observées lors de ces prospections avec leur fréquence d'apparition estimée dans les Coteaux du Layon sont reportées dans le tableau VI. La pratique de gestion qui ressort est l'enherbement présent sur un inter-rang sur deux.

L'analyse de l'observation de la présence de l'enherbement et de sa proportion sur un sous-ensemble de 740 parcelles par les étudiants de l'ESA lors du printemps 2014 a permis de caractériser les pratiques de gestion les plus fréquentes concernant l'enherbement ou non des parcelles (figure 20). L'enherbement dans la zone du Quart de Chaume est la pratique de gestion la plus commune sur les inter-rangs et notamment la présence de végétation sur un inter-rang sur deux. Cependant la zone prospectée n'est pas représentative des Coteaux du Layon puisque la zone du Quart de Chaume recouvre seulement environ 45 ha. La surface couverte par une fenêtre paysagère couvre environ 177 ha ce qui nous permet d'en situer une seule sur cette zone. En revanche ces résultats nous indiquent une tendance des pratiques de gestion des inter-rangs.

1.a.2.2. Décision finale des modalités choisies

Le mode de gestion sous le rang de vigne doit être commun aux deux modalités pour ne pas avoir d'incidence sur l'inter-rang. Le désherbage est la pratique choisie car nous constatons que quelque soit le mode de gestion des inter-rangs, le désherbage sous le rang est majoritaire (tableau VI).

A l'issue, d'une réflexion collégiale et bien que le **désherbage un inter-rang sur deux** est la pratique la plus commune ce sont les deux autres modalités qui sont sélectionnées, car elles permettent d'étudier des modalités plus contrastées. Concernant le type de désherbage (chimique ou mécanique) l'observation des parcelles de vignes a permis **d'exclure le travail mécanique**, car nous considérons que c'est une pratique de gestion plus rare que le désherbage chimique dans les Coteaux du Layon et le désherbage chimique est également la pratique courante dans les autres vignobles européens. L'enherbement présent sur certaines parcelles est parfois temporaire (uniquement pendant l'hiver), nous conservons alors seulement celles avec un **enherbement permanent** pour pouvoir réaliser les inventaires floristiques.

En résumé, nous avons choisi de définir le **désherbage chimique de l'inter-rang et sous le rang (sol nu)** comme la **pratique la plus intensive**, et l'**enherbement permanent de l'inter-rang** et le **désherbage chimique sous le rang** comme la **pratique la plus extensive**.

Parcelles de vignes (IGN) dans les différentes fenêtres paysagères éligibles dans les Coteaux du Layon

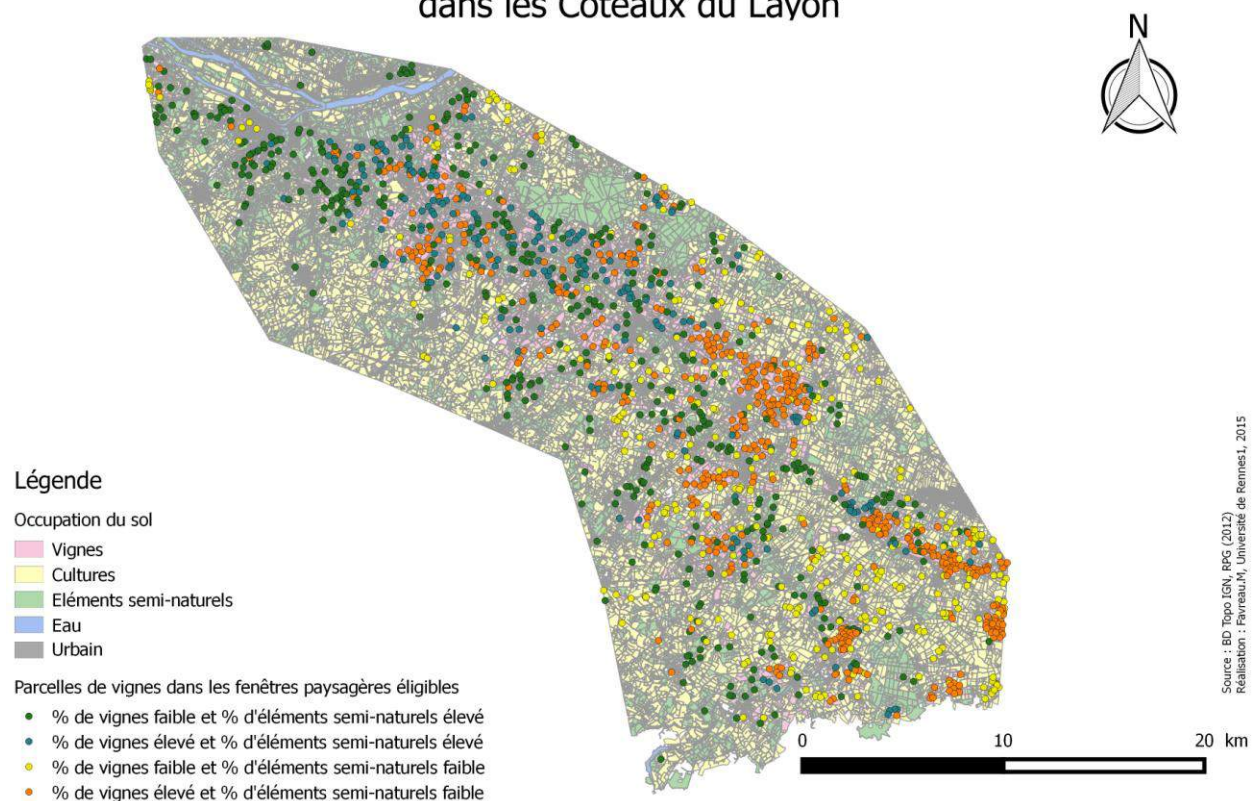


Figure 21 : Carte des parcelles de vigne dans les fenêtres paysagères éligibles dans la zone des Coteaux du Layon

Légende : Les couleurs des différents ronds représente les différentes modalités paysagères éligibles autour des parcelles de vignes. (Logiciel Qgis)

1.b. Sélection des parcelles d'étude

1.b.1. Identification des parcelles dans une fenêtre paysagère éligible

L'analyse paysagère à l'aide du logiciel Chloé a permis de caractériser l'environnement autour des parcelles de vigne en Coteaux du Layon. L'application du choix des 4 nouvelles sous modalités « paysagère » sur cette analyse sous le logiciel Qgis a fait ressortir 1482 parcelles avec une fenêtre paysagère éligible sur les 3000 parcelles de vignes (IGN) de départ (figure 21). Les modalités comportant le plus de parcelles dans une fenêtre paysagère éligible sont celle avec un **% d'ESN élevés et un % de vignes faibles** représenté par des **ronds vert** ; et celle avec un **% d'ESN faibles et % de vignes élevées** en **orange** avec respectivement 484 et 488 parcelles. Les deux dernières modalités (un **% d'ESN élevés et un % de vignes élevées** avec des ronds **bleu** ; un **% d'ESN faibles et un % de vignes faibles** avec des ronds **jaune**) ont un total de parcelle respectif de 212 et 298. La moitié des parcelles de départ ne correspondent pas en termes de paysage et sont donc écartées.

Les parcelles avec une fenêtre paysagère qui correspond à nos critères sont reportées et représentées sous SIG et permet ainsi de créer des **supports** (cartes) **pour la prospection des pratiques de gestion**.

1.b.2. Identification des parcelles éligibles selon les pratiques de gestion

Dans un premier temps la prospection de terrain pour caractériser les pratiques de gestion sur les parcelles dans les buffers paysagers éligibles s'est concentrée sur les parcelles susceptibles d'être étudiées par Francesca DEGAN dans sa thèse sur l'érosion des sols. Son modèle prédictif de l'érosion des sols a permis d'avoir un sous ensemble de 110 parcelles dont 50 se situaient dans une des 4 sous modalités paysagères. Après observation 22 parcelles correspondaient en termes de pratiques de gestion : 16 avec une pratique extensive (enherbement permanent sur tous les inter-rangs) et 6 avec une pratique intensive (désherbage chimique). La modalité paysagère comprenant un **% d'ESN faibles et un % de vignes faibles** (jaune) n'est pas présente dans cet échantillon.

Dans un second temps nous avons optimisé les zones de prospection, afin de diminuer le temps de trajet en voiture, en regroupant le plus de fenêtres paysagères éligibles dans un secteur peu étendu. La pratique de gestion est observée sur un échantillon d'environ 120 parcelles dont 21 présentant un sol nu et 46 avec un enherbement permanent correspondent aux critères. Dans cet ensemble de parcelle toutes les modalités paysagères sont présentes.

Dans un troisième temps, après la récolte et l'analyse des présentes observations, la prospection de terrain s'est concentrée uniquement sur les zones comportant des parcelles comprenant les modalités paysagères manquantes pour notre dispositif d'étude, c'est-à-dire les fenêtres paysagères avec un **% d'ESN élevés et un % de vignes élevées** (bleu) et avec un **% d'ESN faibles et un % de vignes faibles** (jaune). Cette méthode a permis de compléter les parcelles dans le dispositif avec les modalités manquantes (21 parcelles).

En résumé, un **réseau d'environ 300 parcelles** a été prospecté dont un **tiers** (110) **correspond en termes de paysage et de pratiques de gestion**. La **présence de l'enherbement** dans les inter-rangs est **plus fréquente que la pratique extensive** (sol nu) dans les Coteaux du Layon. **L'observation de terrain** a nécessité **10 jours** de prospection séparée en plusieurs périodes.

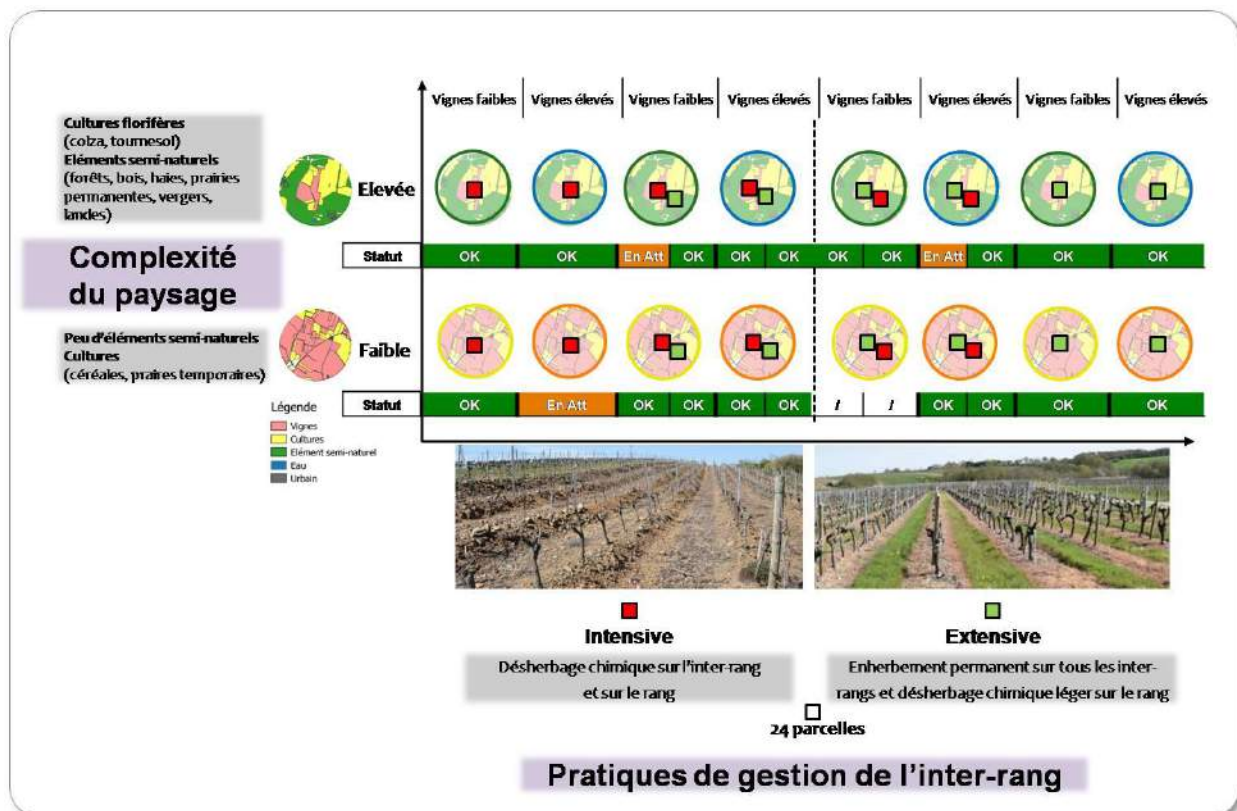


Figure 22 : Dispositif d'étude final dans les Coteaux du Layon avec les parcelles sélectionnées

Légende : OK → accord du viticulteur pour participer au projet ; En Att → la recherche où le contact avec le propriétaire est en attente ; / → suite à certains refus les parcelles de remplacement ne sont pas identifiées.

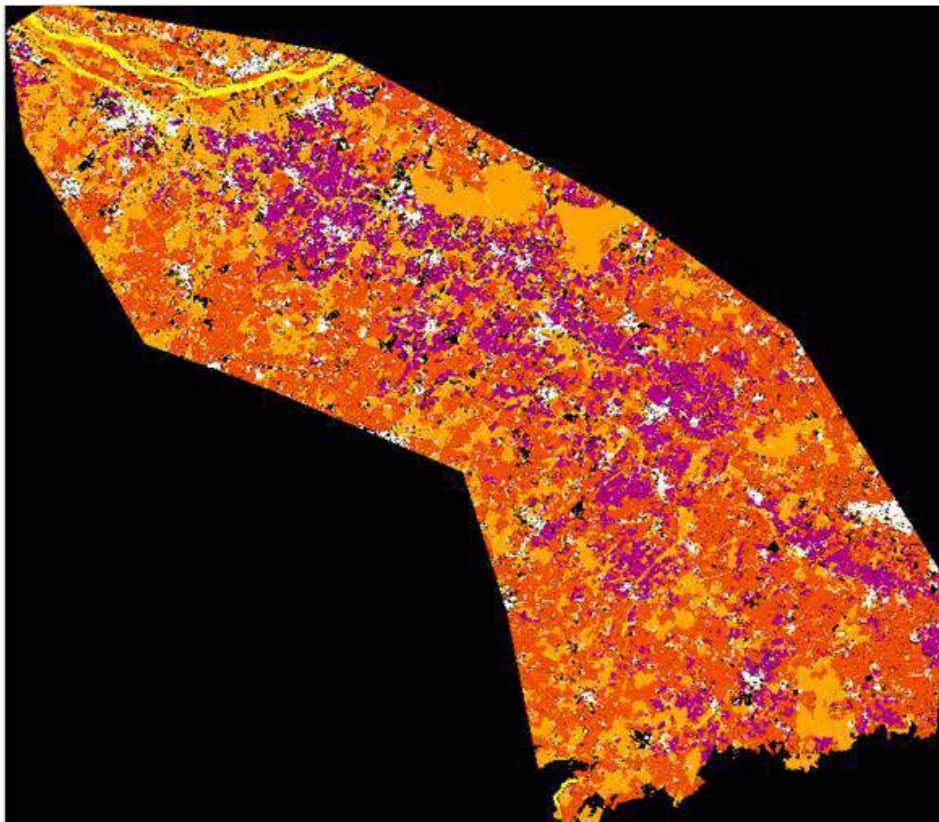


Figure 23 : Raster de l'occupation du sol dans les Coteaux du Layon

Légende : violet → vigne ; orange → cultures ; orange carotte → éléments semi-naturels ; jaune → eau ; blanc → urbain ; noire → zone non renseignée.

1.b.3. Validation des parcelles retenues en concertation avec les viticulteurs

La recherche pour retrouver le propriétaire et/ou exploitant en utilisant le numéro cadastral de chaque parcelle est efficace. Cette information a permis à toutes les demandes faites auprès des mairies sur le nom du propriétaire d'être satisfaites. Cependant, parfois certains renseignements étant trop imprécis (le propriétaire correspond à une société ou la parcelle appartient à plusieurs copropriétaires), la recherche de la bonne personne à contacter au sujet de la parcelle s'est avérée parfois difficile.

En résumé, à ce jour, nous avons **19 accords** de la part des viticulteurs pour participer au projet et **13 refus**. Le dispositif est donc aujourd'hui composé de **19 parcelles sur les 24** nécessaires (figure 22).

Parmi les 5 **parcelles manquantes**, le contact avec les différents propriétaires (ou viticulteurs) de **3 parcelles sélectionnées** en termes de **paysages** et de **pratiques de gestion** n'a pas pu être fait à ce jour (difficulté pour le numéro de certains contacts) ; mais pour les **2 autres parcelles**, les **possibilités de remplacement** sont **épuisés** dû à plusieurs refus. A ce jour il n'y a donc plus de parcelles disponibles selon nos deux critères pour la modalité manquante (jaune), (figure 22).

1.b.4. Description du paysage des parcelles retenues

Les fenêtres paysagères (1500m), après observation sur le terrain, sont décrites pour 9 parcelles, et sont renseignés sous SIG. La couche d'occupation du sol obtenu est soumise au logiciel pour créer un raster où chaque pixel (5 x 5m) renseigne un type d'occupation du sol (figure 23). Cette image nous permet de caractériser l'environnement autour des parcelles retenues. Sur l'ensemble des fenêtres paysagères observées 2 se situent dans la modalité avec un **% d'ESN élevés** avec un **% de vignes faibles** (la **parcelle 4** et la **parcelle 7**), 1 seule avec un **% d'ESN élevés** avec un **% de vignes élevées** (**Parcelle 5**), 3 avec un **% d'ESN faibles** avec un **% de vignes faibles** (la **parcelle 9**, **parcelle 11** et la **parcelle 15**) et enfin la dernière modalité paysagère étant représenté avec la **parcelle 12**, **parcelle 14** et la **parcelle 16** avec un **% d'ESN faibles** avec un **% de vignes élevées**.

De manière générale l'information de l'occupation du sol récupérée auprès de l'IGN et du RPG 2012 est globalement bien renseignée après vérification sur le terrain. Cependant certaines **vignes** sont **arrachées** depuis peu de temps ou sont **laissées en jachère**. Au contraire des **plantations récentes** sont observées fréquemment, l'occupation en vigne dans les fenêtres paysagères varient donc souvent entre le **% de base** et celui **recalculé** après une **confirmation** sur le terrain.

Les éléments semi-naturels pérennes comme les **forêts** ou les **bois** ne **varient pas** ou très peu. Mais les **haies**, **jachères** ou encore les **bande enherbées** **varient** chaque année d'où la **nécessité** de réaliser une **vérification de terrain**. Peu de renseignement récoltés sous SIG quant aux cultures et aux prairies permanentes étaient erronées. Mais le véritable **besoin** concernant l'observation du sol dans les fenêtres est la **délimitation précise des parcelles** pour pouvoir mesurer ensuite l'hétérogénéité de la taille du parcellaire car le cadastre ne correspond plus du tout à la réalité. Les agriculteurs regroupent souvent plusieurs parcelles ou au contraire les divisent pour cultiver une partie et dédier le reste aux pâturages.

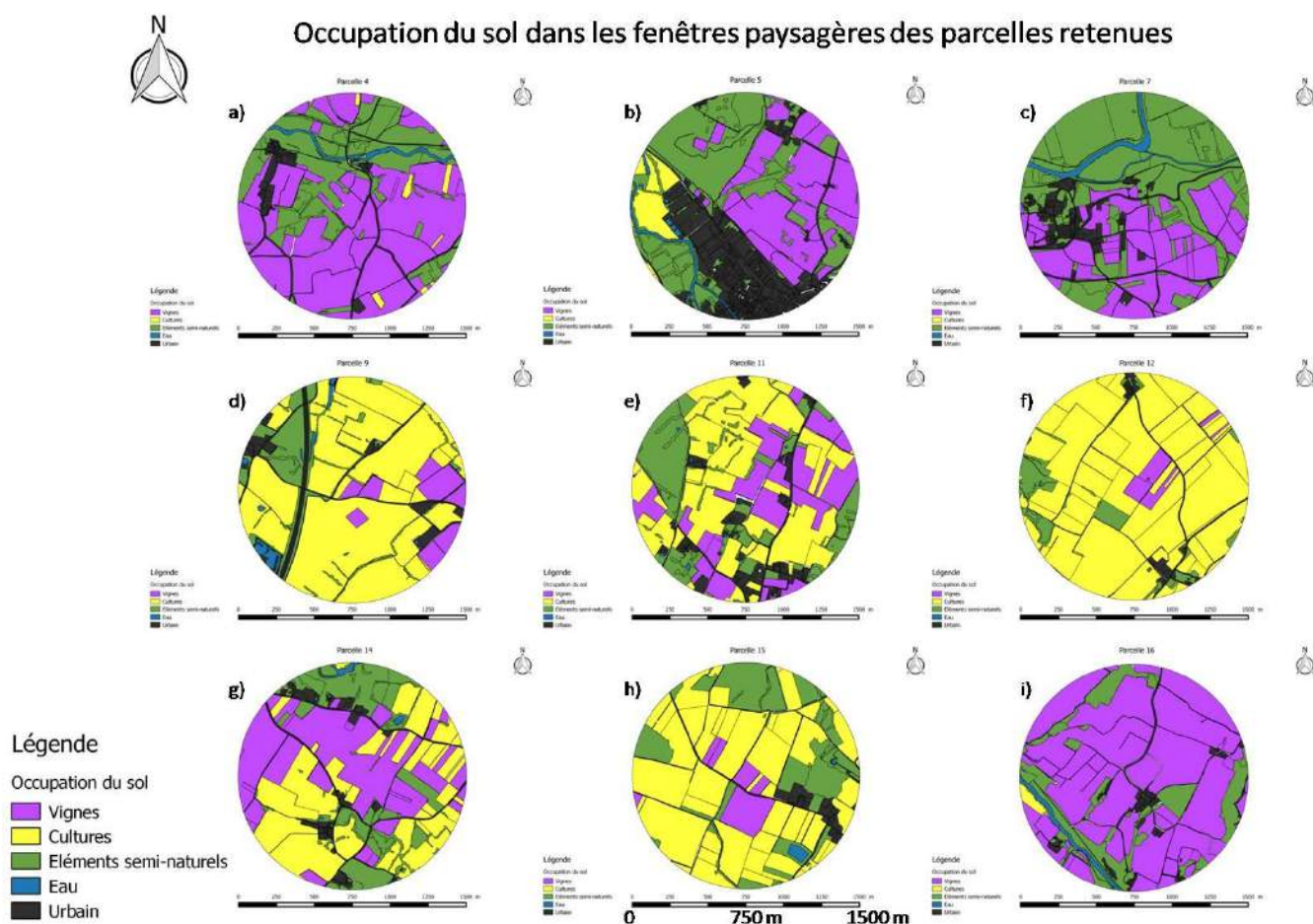


Figure 24 : Occupation du sol dans les fenêtres paysagères des différentes parcelles retenues

a) Parcelle 4 b) Parcelle 5 c) Parcelle 7 d) Parcelle 9 e) Parcelle 11
f) Parcelle 12 g) Parcelle 14 h) Parcelle 15 i) Parcelle 16

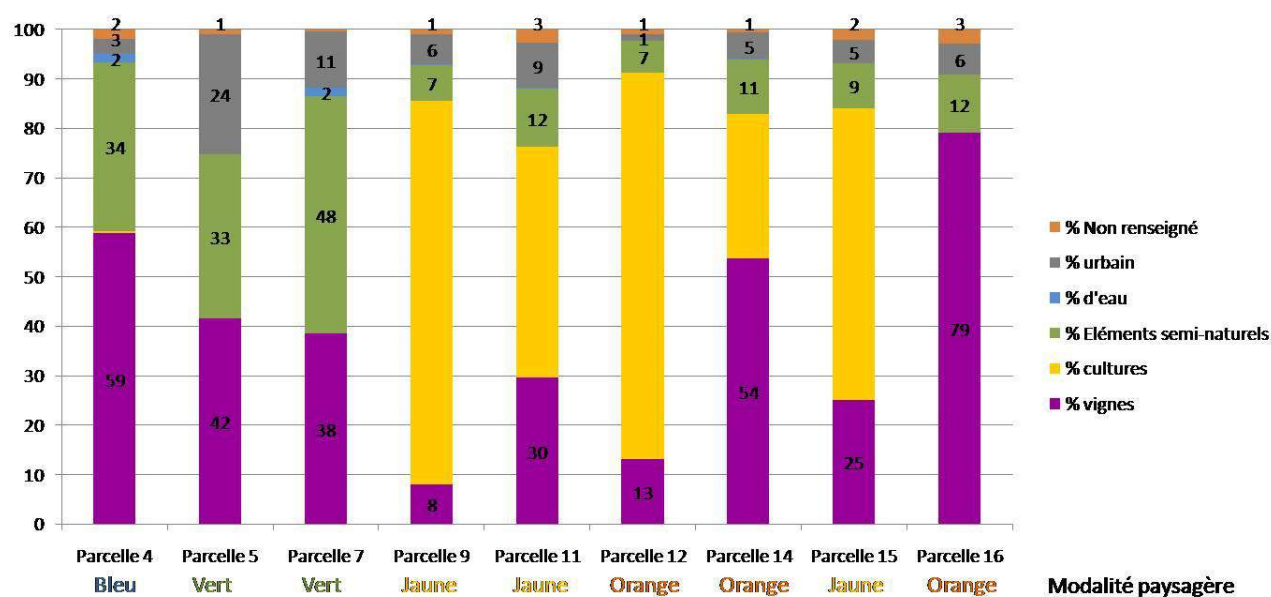


Figure 25 : Taux d'occupation du sol (en %) dans les fenêtres paysagères des différentes parcelles retenues

Toutes les valeurs inférieures à 1% ne sont pas affichées pour un souci de lisibilité. Légende : Modalité paysagère

Vert → % d'ESN élevés avec un % de vignes faibles
Bleu → % d'ESN élevés avec un % de vignes élevées
Jaune → % d'ESN faibles avec un % de vignes faibles
Orange → % d'ESN faibles avec un % de vignes élevées

Résultats

L'occupation du sol dans les fenêtres paysagères après vérification est soumise à l'analyse sous le logiciel Chloé (tableau VII). La sélection actuelle **des parcelles d'étude** montre un **contexte paysager environnant très différent** entre elles. On constate des paysages avec une forte densité viticole (parcelle 4, 5, 7, 14 et 16) et des paysages intermédiaires sans un type occupation du sol majeur (parcelle 11 et 14). Mais aussi des paysages avec des vignes entourées principalement par des cultures.

Les parcelles **11 (e)** et **14 (g)** semblent présenter une **diversité et une hétérogénéité du paysage plus élevées** que dans les autres fenêtres expliquées par la répartition éparse dans la fenêtre des différentes catégories d'occupation du sol (figure 24, e) et 24, g). L'analyse de Chloé permet de confirmer cela avec les indices de Shannon qui mesure ici la diversité des catégories présentes au sein d'un paysage et celui de Baudry-Burel qui mesure l'hétérogénéité du paysage. En effet ces deux parcelles ont les indices les plus élevés dans les deux catégories (1,42 et 1,15), au contraire du **paysage** autour des parcelles **12 (f)** et **16 (i)** qui comporte une **diversité paysagère faible** (tableau VII) due à la **présence presque exclusive** de **cultures annuelles** ou de **vignes** au sein du paysage environnant (figure 24). La présence unique d'une de ces deux catégories dans le paysage affecte fortement leur hétérogénéité (tableau VII). Les autres parcelles (4, 5, 7, 9 et 15) semblent avoir une diversité et hétérogénéité de leur paysage assez proche.

Tableau VII : Indice de diversité de Shannon et d'hétérogénéité de Baudry-Burel des fenêtres paysagères autour des parcelles retenues calculés avec le logiciel Chloé

	BBHI (Indice de Baudry-Burel)	SHDI (Indice de Shannon)
Parcelle 4	1.04	0.87
Parcelle 5	1.25	1.08
Parcelle 7	1.29	1.04
Parcelle 9	0.94	0.77
Parcelle 11	1.42	1.20
Parcelle 12	0.83	0.69
Parcelle 14	1.31	1.10
Parcelle 15	1.14	1.02
Parcelle 16	0.72	0.60

L'occupation du sol dans les fenêtres paysagères des parcelles retenues a évolué après la vérification du terrain mais n'a pas eu beaucoup d'impact sur la modalité de départ (figure 25). En effet on constate que les fenêtres paysagères des parcelles 4, 5, 7, 9, 11, 14, 15 et 16 correspondent bien aux modalités respectives définies au départ. Ce qui prouve bien que les données cartographiques récupérées sont dans l'ensemble assez justes. Cependant les éléments semi-naturels ont été sous-estimés puisqu'ici les jachères, ou encore toutes les bandes enherbées et les haies sont cartographiés précisément après l'observation du terrain. On a alors pour certaines fenêtres paysagères (autour des parcelles 11, 14 et 16) la catégorie du % d'ESN qui est dans la situation intermédiaire ($10 < \% \text{ d'ESN} < 20$) avec respectivement 12, 11 et 12 % d'ESN au sein de leur paysage. En revanche le paysage de la parcelle 12 ne correspond pas du tout à celui de départ. Il comprend un % de vigne de 13% alors que celui-ci devrait être situé au-dessus de 50% pour convenir à la modalité % d'ESN faibles avec un % de vignes élevées. Ceci est sans doute dû à une erreur lors de l'attribution des différents pourcentages à l'identifiant des parcelles sous SIG.

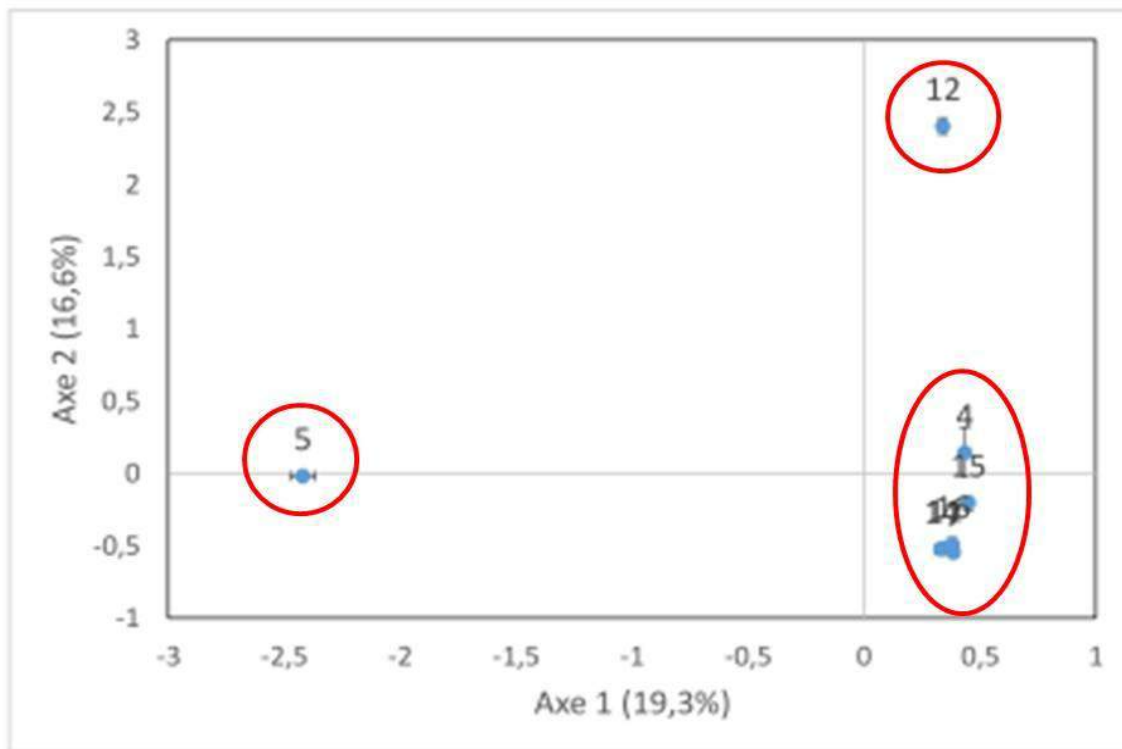


Figure 26 : Analyse factoriel des correspondances pour mettre en évidence la différenciation floristique entre parcelles selon les indices d'abondance des espèces (Echelle de Londo)
La projection des 4 quadrats de répétition est regroupée par parcelle sur le plan 1-2 de l'AFC.

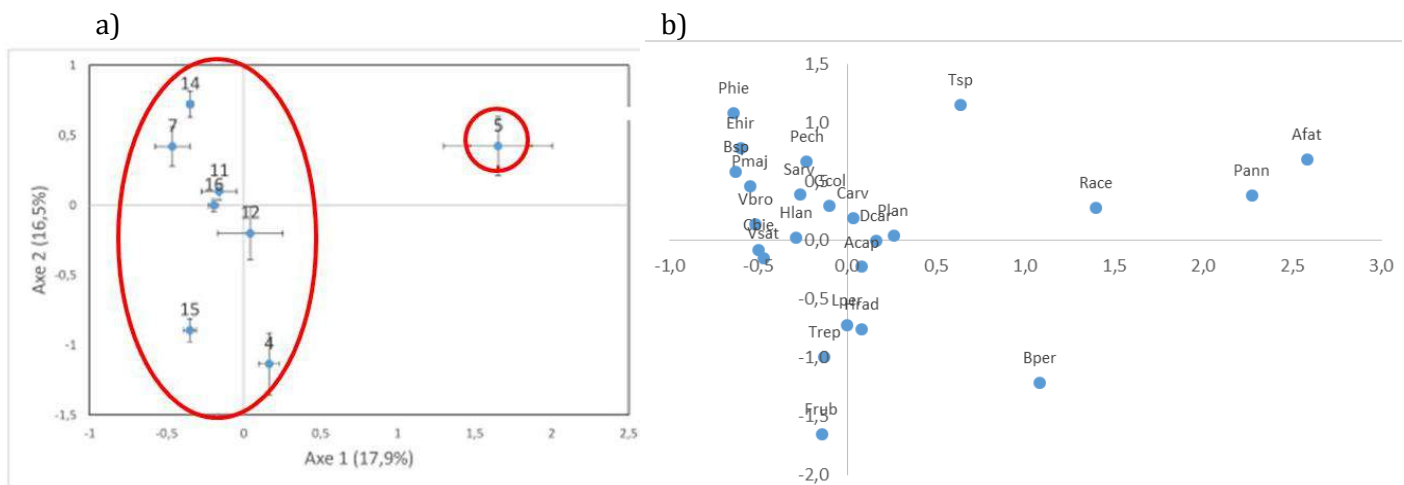


Figure 27 : Analyse factoriel des correspondances pour mettre en évidence la différenciation floristique entre parcelles selon la présence/absence des espèces

- a) Plan factoriel des parcelles
- b) Plan factoriel des espèces (en présence/absence)

2. Analyse des interactions pratiques viticoles versus biodiversité végétale ou des pollinisateurs

2.a. Analyse descriptive de la diversité végétale

La phase de test du protocole flore a été réalisée sur **8 parcelles** avec un **enherbement permanent** (spontané ou naturel) et 3 parcelles en sol nu. L'inventaire des espèces végétales dans les inter-rangs a permis de recenser **55 espèces végétales** (Annexe III) dont **44%** sont des espèces annuelles ou bisannuelles décrites comme **adventices de cultures**. Des **espèces pérennes prairiales** sont aussi présentes comme *Poa annua*, *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* ou encore *Dactylis glomerata*.

En raison du faible échantillon de parcelles en sol nu, seules les parcelles en enherbement permanent sont utilisées pour les analyses multivariées des communautés floristiques. Dans les AFC présentées ici toutes les espèces qui représentent moins de 1% à l'échelle de tous les relevés sont écartées (afin de ne pas donner trop de poids aux espèces rares).

La première AFC réalisée sur les données de végétation (indice de recouvrement au sol qui permet de caractériser l'abondance de chaque espèce) des 8 parcelles enherbées permet d'expliquer 35% de l'inertie du tableau (figure 26). Les parcelles qui ont une composition floristique proche sont spatialement proches sur le plan factoriel de l'AFC ; à l'inverse, les parcelles qui sont très différentes sont spatialement éloignées sur l'AFC. On constate une très **forte discrimination** des **parcelles 5 et 12**, en revanche les **6 autres parcelles** présentent une très faible **discrimination** sur l'axe 2. La parcelle 5 est caractérisée par de forte abondance en *Poa annua* (typique d'un semis récent) et *Avena fatua*. Les pratiques de gestion pour cette parcelle ne sont pas connues car les données d'enquêtes de cette parcelle 5 n'ont pas pu être récupérées. Pour la **parcelle 12, en revanche, l'enquête des pratiques a révélé** qu'il s'agit d'un **enherbement naturel depuis 17 ans**.

Une seconde AFC est effectuée avec uniquement les données en présence/absence, pour donner moins d'importance au pourcentage de couverture au sol de certaines espèces (figure 27). Cela diminue l'importance de la dominance de certaines espèces semées sur quelques parcelles. La parcelle 5 est toujours très distincte des autres, cependant toutes les autres parcelles sont mieux discriminées sur l'axe 2.

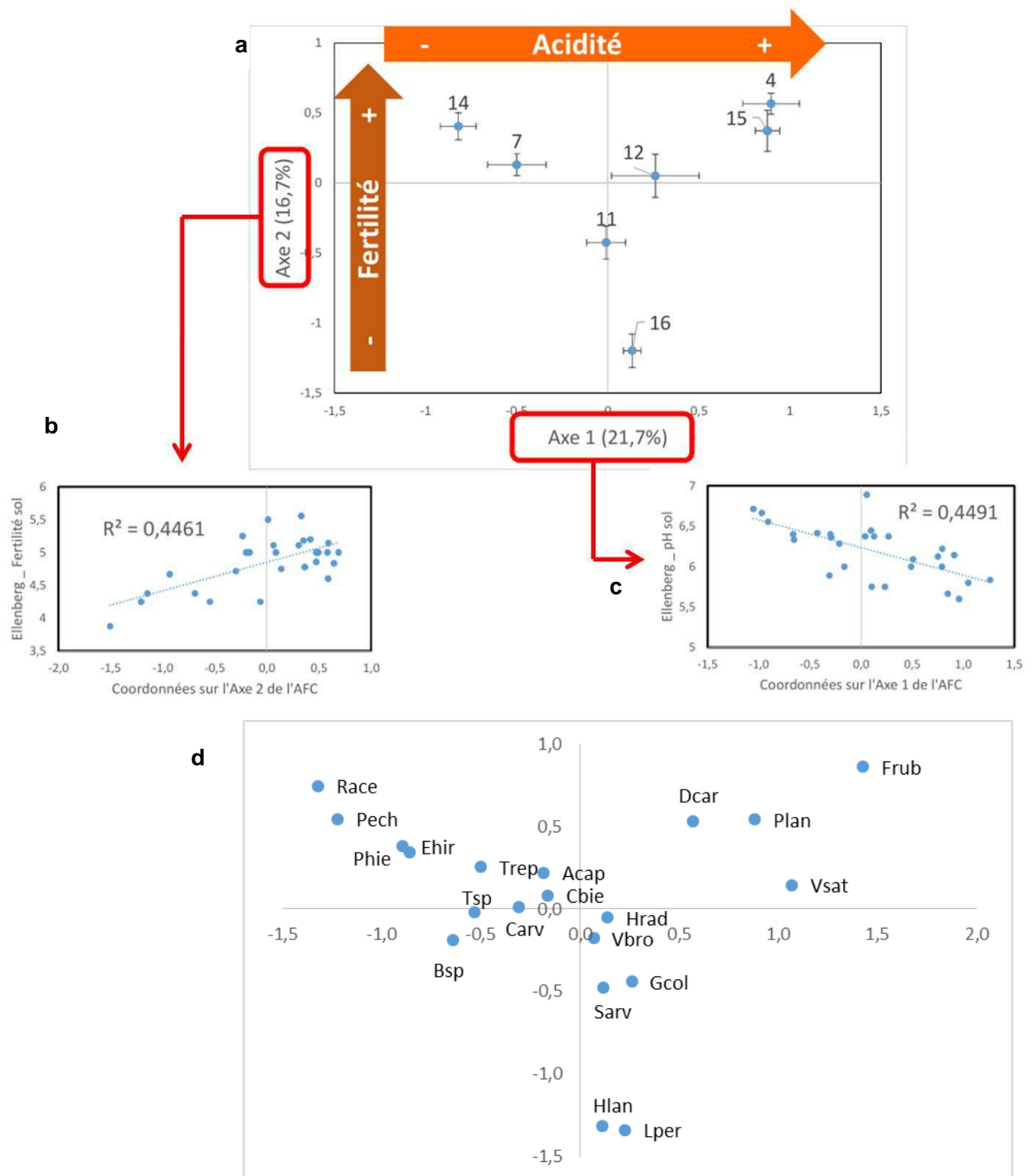


Figure 28 : Analyse factoriel des correspondances pour mettre en évidence la différenciation floristique entre parcelles en excluant la parcelle 5 selon la présence/absence des espèces

- a) Plan factoriel des parcelles (analyse excluant la parcelle 5)
- b) Droite de régression entre coordonnées de l'axe 2 et fertilité des sols
- c) Droite de régression entre coordonnées de l'axe 1 et pH des sols
- d) Plan factoriel des espèces (analyse excluant les espèces rares)

Résultats

Une troisième et dernière AFC est alors réalisée en excluant la parcelle 5 qui présente une flore contrastée et bien discriminée des 7 autres parcelles et en excluant les espèces rares. Les 7 parcelles enherbées sont maintenant bien discriminées et ordonnées sur les axes 1 et 2. Les parcelles 4 et 15 semblent être proches sur l'AFC vis-à-vis de leur composition floristique respective. En effet elles présentent toutes les 2 une abondance élevée (> 35%) avec *Festuca rubra* qui est l'espèce dominante dans chacune de ces parcelles. La répartition des parcelles sur les axes 1 et 2 montre bien leur hétérogénéité en termes de composition floristique.

Mais quelles sont les significations écologiques de ces axes ?

Les données récoltées sur les différentes parcelles (itinéraires techniques, paramètres abiotiques tel que l'analyse physico-chimique des sols), n'étant pas suffisante, l'analyse à l'aide des indicateurs d'Ellenberg (annexe IV) a fait ressortir 2 facteurs abiotiques (figure 28, a). Les valeurs attribuées à chaque espèce pour la luminosité, le pH du sol, l'humidité du sol et la fertilité du sol ont permis de faire une régression linéaire entre celles-ci et la contribution aux axes. L'axe 1, qui représente 22 % de l'inertie, illustre par la distribution floristique un gradient d'acidité des sols (figure 28, c). L'axe 2 (17% de l'inertie), illustre, quant-à-lui, un gradient de fertilité des sols (figure 28, b).

L'axe 1 semble donc être lié au **pH du sol** et **l'axe 2** à la **fertilité du sol**. Les espèces *Rumex acetosa* et *Picris echioides* s'opposent à *Festuca rubra* sur l'axe 1. Les deux premières espèces sont des adventices qui colonisent souvent des milieux pauvres et acides. Elles confortent l'hypothèse de l'axe 1 (pH du sol). Le semis il y a 10 ans explique la présence de *Festuca rubra* sur la parcelle 15.

Holcus lanatus et *Lolium perenne* s'opposent à *Daucus carota* sur l'axe 2. Les deux premières espèces sont des *Poaceae* qui apparaissent lors de fauches répétées depuis plusieurs années, ce qui est le cas sur la parcelle 16 avec un enherbement naturel mis en place depuis 10 ans. Cependant la signification écologique (fertilité du sol) n'explique pas l'opposition de ces espèces sur l'axe 2 d'après les coefficients d'Ellenberg.

Tableau VIII : Données et détermination des pollinisateurs récoltés dans les parcelles

Les individus ne sont pas toujours identifiés à l'espèce due à la difficulté de la détermination des abeilles sauvage. Légende :

Dchim → désherbage chimique sur l'inter-rang

Enh → enherbement permanent sur l'inter-rang

(Source : Université de Rennes1)

Parcelles	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	11	12	14	14	15	16
Gestion de l'inter-rang	Dchim	Dchim	Enh	Dchim	Enh	Enh	Dchim	Enh	Enh	Dchim	Enh	Enh	Enh	Dchim	Enh	Enh
Nombre d'individus	6	1	18	0	4	0	4	5	2	0	1	4	2	3	3	6
Détermination																
Famille																
<i>Halictidae</i>	18															
Genre																
<i>Anthidium sp.</i>	3															
<i>Halictus sp.</i>	6															
<i>Lassioglossum sp.</i>	1															
<i>Melitta sp.</i>	2															
<i>Panurgus sp.</i>	1															
<i>Sphecodes sp.</i>	1															
Espèces																
<i>Andrena flavipes</i>	1															
<i>Apis mellifera</i>	6						4						2	2		
<i>Halictus compressus</i>								1								
<i>Halictus gr simplex</i>		1						1	1					1		
<i>Halictus ssg seladonia</i>								2								
Mâle non indentifié								1				1			1	
Individu non déterminé															1	

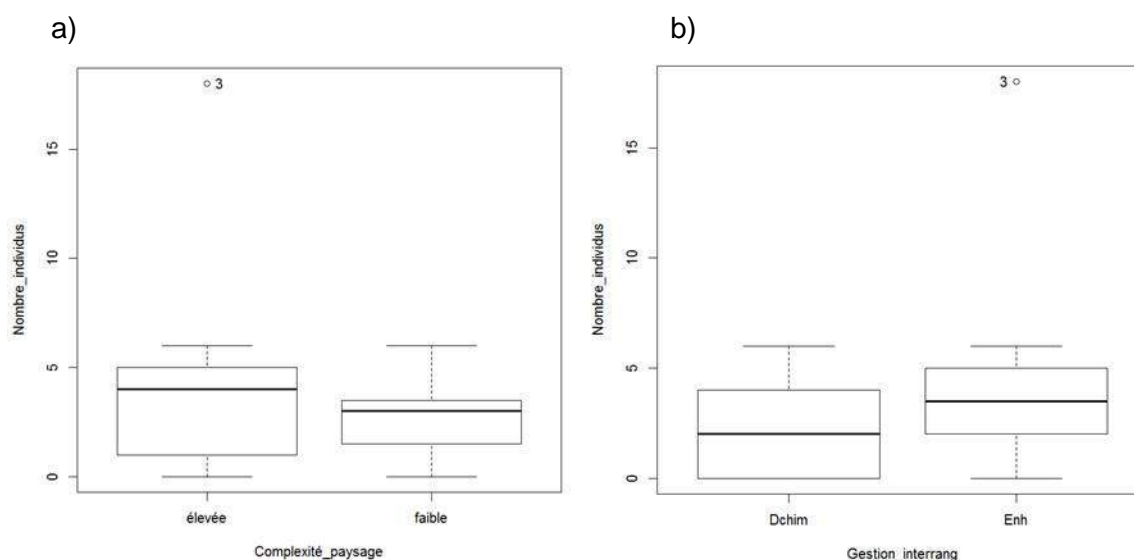


Figure 29 : Nombre de pollinisateurs en fonction de la complexité du paysage de la pratique de gestion de l'inter-rang

- Influence du paysage environnant : complexité élevée (n=9 parcelles ; 4,44 individus en moyenne) vs complexité faible (n=7 parcelles ; 2,71 individus en moyenne). Test de comparaison de moyenne non significatif (Mann Whitney : p-value = 0,71)
- Influence de la pratique de gestion : Désherbage chimique (Dchim ; n=6 parcelles ; 2,33 individus en moyenne) vs Enherbement (Enh ; n=10 parcelles ; 4,5 individus en moyenne). Test de comparaison de moyenne non significatif (Mann Whitney : p-value = 0,38).

2.b. Analyse des interactions entre les pollinisateurs et les pratiques viticoles

Lors de la phase test du protocole pollinisateurs **16 parcelles** ont été échantillonnées. La mise en œuvre de ce protocole a mobilisé 8 jours de préparation et de terrain. Sur le terrain, le temps consacré à la capture des individus sur chaque parcelle est assez conséquent. En effet le transect à réaliser sur deux inter-rangs est de 15min, cependant à chaque abeille récoltée le chronomètre est arrêté, le temps moyen global passé sur une parcelle est d'environ 1h.

Au total **59 individus ont été collectés** (tableau VIII). Ce qui fait en moyenne 4 individus collectés par parcelle. Le **maximum** d'abeilles capturées est obtenu sur la parcelle 3 enherbée avec **18 individus**, et le **minimum** est **0** sur plusieurs parcelles (désherbage chimique et enherbement sur l'inter-rang). Concernant les parcelles où le nombre d'individus récoltés est faible, **3 parcelles** ne présentent **aucun individu récolté**. On constate que deux d'entre elles présentent un **désherbage chimique** sur l'inter-rang, et la troisième est une **parcelle enherbée**. Cette dernière, d'après les observations flores, semble être un **semis de pâturin** avec la présence de folle avoine qui sont des **graminées** et donc **peu attractives** pour les **abeilles**.

Le partenaire scientifique référent pour l'identification des pollinisateurs n'a pas encore été désigné pour la France. Tous les individus n'ont pas pu être déterminés à l'espèce, ceci est dû à la difficulté d'identifier les abeilles sauvages au niveau spécifique. Trois espèces ne sont pas déterminées dont 2 mâles où l'identification est réalisée à partir de la dissection des génitalia par des experts.

On constate que sur les parcelles avec un **désherbage chimique sur l'inter-rang, soit aucun individu n'est récolté** (parcelles 4 et 9), **soit l'espèce majoritaire** identifiée est ***Apis mellifera*** (86%). Cette espèce est semi-domestique et souvent utilisée par les apiculteurs pour la production de miel. L'absence de végétation mais surtout d'espèces végétales en fleurs peut expliquer la dominance de cette espèce et le manque de diversité. Cette hypothèse est bien sûr à tempérer quand on regarde le faible nombre individus récoltés sur l'ensemble des parcelles. En moyenne, 2,3 individus sont collectés sur les parcelles avec la modalité désherbage chimique contre 4,5 individus sur les parcelles avec la modalité enherbement. Cette tendance n'est pas confirmée par le test statistique (Figure 29b) Les **parcelles** avec un **enherbement permanent** comportent, en revanche, une **diversité plus importante** avec **6 genres** différents et **4 espèces** identifiées.

Concernant l'influence du paysage, l'abondance de pollinisateurs dans les parcelles incluses dans les modalités du paysage de complexité élevée (parcelle 1 à 8) semble être supérieure à celles du paysage de complexité faible (4,4 individus par parcelle contre 2,7). Cependant, les résultats obtenus lors de cette phase de test ne permettent pas de mettre en évidence des différences significatives d'abondance entre les deux modalités de complexité du paysage (Figure 29a).

Discussion

1. Approches méthodologiques

1.a. Adaptation du dispositif d'étude VineDivers dans les Coteaux du Layon

L'analyse du paysage dans les Coteaux du Layon a contribué à la subdivision des 2 modalités paysagères complexe et non-complexe du dispositif de base en 4 sous modalités qui tient compte du % de vigne présent dans la fenêtre paysagère autour des parcelles. Cette prise en compte des différents contextes paysagers dans les Coteaux du Layon semble être plus rigoureuse que dans les autres pays européens. En effet les **experts référents pour l'analyse du paysage** de ce projet sont en **France** et notamment Françoise Burel, directrice de recherche au CNRS (Université de Rennes 1, UMR Ecobio). Ils ont participé aux discussions collégiales concernant la sélection des modalités paysagères. Le choix de critère du paysage en 4 sous-modalités dans les Coteaux du Layon a ajouté une difficulté et une restriction supplémentaire dans le nombre de parcelles sélectionnables. De plus **la création de la couche unique d'occupation du sol** dans les Coteaux du Layon a été très **longue** et les critères de sélection du paysage évoluant uniquement lors des réunions avec les experts référents peu disponibles, le choix de subdiviser celui-ci a eu lieu tardivement le 29 Avril.

La démarche des autres partenaires du projet n'a pas été la même. En effet leur première sélection des parcelles d'études a été réalisée à partir de tous les viticulteurs qui étaient intéressés par le projet. Ensuite pour l'ensemble de ces viticulteurs ils ont choisi les pratiques de gestion du sol opposées et les plus représentatives. L'analyse du paysage sera réalisée en 2016. Cette démarche peut être critiquée puisqu'on peut penser que les parcelles sélectionnées ne répondront pas toutes aux 2 modalités paysagères de base. Certaines parcelles seront peut-être dans la situation intermédiaire alors que l'objectif est d'opposer au maximum le % d'ESN entre les 2 modalités.

Une proposition d'une approche inversée aurait pu permettre d'optimiser la sélection des parcelles. **Dans un premier temps, après** que le **choix des modalités de pratique de gestion** de l'inter-rang soit défini, il aurait été nécessaire de **se rendre dans les Coteaux du Layon pendant une semaine** complète pour ainsi **renseigner la majeure partie de l'entretien du sol des parcelles de vignes**. Cette observation aurait été possible avec le même nombre de personnes cependant dès le départ, plutôt que de se servir des cartes de prospection, nous aurions dû utiliser l'ordinateur (batterie branché sur la voiture) à l'aide des orthophotos (2013) sous SIG et de la couche de toutes les parcelles de vignes. L'analyse pour caractériser l'environnement autour des parcelles et le **choix des modalités paysagères** se serait alors **concentrée uniquement sur celles** qui **correspondaient à notre modalité de pratique de gestion de l'inter-rang**. Avec cette méthodologie la sélection des parcelles devient beaucoup moins contraignante en termes de temps accordé à l'observation des pratiques de gestion car une fois le choix des modalités paysagères, toutes les parcelles répondant aux critères de paysages et de pratique de gestion peuvent être sélectionnées. La demande de l'accord des viticulteurs pour participer au projet aurait été possible plus tôt puisque celle-ci a commencé seulement début juin cette année.

1.b. Sélection des parcelles d'étude

L'adaptation du dispositif aux Coteaux du Layon prenant beaucoup de temps et la nécessité d'avoir de la part des viticulteurs une réponse rapide pour pouvoir réaliser les phases tests des protocoles flores et pollinisateurs, l'appel téléphonique a été privilégié. Cependant celui-ci est assez impersonnel et ne facilite pas les échanges avec les viticulteurs qui, de plus, semblent très concernés par cette nouvelle problématique de conservation des paysages et de la biodiversité. La seconde démarche vis-à-vis de l'adaptation du dispositif présentée ci-dessus aurait permise de consacrer le gain de temps aux rencontres directs avec les propriétaires et/ou exploitants des parcelles susceptibles d'être retenues. Ces discussions sont toujours bénéfiques pour les deux parties quelque soit la réponse des viticulteurs. De plus des renseignements au sujet de la gestion de la parcelle auraient déjà pu être récoltés lors de cet échange.

Le choix d'avoir des pratiques de gestion opposées a aussi apporté une difficulté supplémentaire puisque la modalité d'entretien du sol la plus fréquente avec un enherbement présent un inter-rang sur deux n'a pas été retenue. Malgré le nombre restreint de parcelles répondant aux modalités paysagères et des pratiques de gestion des Coteaux du Layon **19 parcelles sur 24** ont pu être **sélectionnées**. Il reste pour compléter le dispositif d'étude 5 parcelles à trouver, néanmoins 3 d'entre elles sont en attente d'un accord de participation au projet de la part des viticulteurs. Les 2 parcelles restantes ne sont pas encore identifiées, cependant l'erreur d'attribution de la modalité pour la parcelle 12 pourrait faciliter cette tâche. En effet cette fenêtre paysagère correspond parfaitement à la modalité manquante du **% d'ESN faibles avec un % de vignes faibles** (jaune). La modalité alors manquante aujourd'hui est celle du **% d'ESN faibles avec un % de vignes élevés** (orange) où les parcelles disponibles avec les fenêtres paysagères répondant à ces critères sont beaucoup plus nombreuses.

2. Analyse des interactions pratiques viticoles versus biodiversité végétale ou des pollinisateurs

2.a. Diversité végétale

Le test du protocole flore en 2015 a déjà permis d'observer une très forte diversité floristique entre parcelles. Ces différences semblent venir en 1er lieu de la gestion de l'enherbement. En effet même au sein de la modalité de gestion extensive (enherbement), les pratiques sont très hétérogènes ce qui entraîne une composition floristique également très hétérogène. En particulier la pratique d'un semis ou non influence les communautés végétales car le semis combiné à la fauche permet de diminuer la présence des adventices dans l'inter-rang (Gago *et al.*, 2007), et d'avoir une couverture du sol plus importante. La parcelle 5 présente une composition végétale typique d'un semis, *Poa annua*, avec une forte densité d'implantation. La parcelle 12 est un enherbement naturel avec une forte abondance de *Lolium perenne* et *Plantago lanceolata* qui semble être expliquée par la fréquence des fauches réalisées chaque année (Gago *et al.*, 2007). La méthode utilisée pour essayer de comprendre la signification écologique des 2 axes de l'AFC n'est pas parfaite puisque l'on cherche à expliquer la composition des communautés végétales par des données issues des plantes.

Cependant pour une phase de test elle permet d'identifier les facteurs abiotiques majeurs, en attendant de faire de vraies mesures de paramètres abiotiques et des enquêtes de pratiques de gestion auprès des viticulteurs. De manière générale (quand on élimine ou atténue l'effet du semis), certaines variables environnementales semblent avoir un effet important sur la composition floristique des parcelles, notamment le **pH du sol** et la **fertilité du sol**. Ce dernier paramètre est à relier avec l'application de fertilisants, l'âge de l'enherbement, le nombre de fauche (augmente la litière sur place et enrichi le sol en matière organique avec le temps) et surtout l'application de pesticides (les pesticides diminuent l'activité des micro-organismes et donc la minéralisation de la matière organique). Quant au pH du sol il peut être lié au type de roche mère ou bien encore à la profondeur du sol puisque l'acidité d'un sol due à la roche mère s'atténue lorsque la profondeur du sol augmente. Les mesures abiotiques prévues en 2016 permettront d'analyser ces premières hypothèses.

2.b. Diversité des pollinisateurs

La difficulté de sélection des parcelles d'études n'a pas permis de réaliser toutes les dates de captures des abeilles sauvages. Cependant un passage a été réalisé dans 16 parcelles et déjà permis d'avancer certaines hypothèses et critiques. Tout d'abord la récolte des individus nécessite la maîtrise du filet fauchoir et permet la collecte un seul individu à la fois, peut être 2 avec une certaine dextérité et de la chance lorsque les abeilles sont proches. Or le filet lors de la capture d'un individu génère une perturbation qui montre une influence extérieure et fait fuir les abeilles qui sont proches et biaisent donc l'abondance récoltée dans les parcelles. Pour preuve le faible nombre d'individu récolté sur les parcelles, qui semble proche de ceux capturés en Autriche et en Espagne cette année. De plus l'influence du collecteur est très importante selon les qualités de celui-ci à capturer les individus au filet fauchoir. Il est donc fortement recommandé qu'une seule personne collecte au minimum toutes les parcelles lors d'un même passage. La majorité des abeilles récoltées sont en train de butiner sur les fleurs des inter-rangs ou sous le rang, peu d'individus ont été capturées en plein vol à hauteur des feuilles des vignes. Cela explique peut être le faible nombre d'individu récolté.

La comparaison de l'influence du paysage sur les pollinisateurs nécessite un nombre d'individus conséquent. La moyenne des abeilles sauvages collectés est d'environ 4 par parcelle dans les Coteaux du Layon, elle semble proche de celle récolté en Autriche et en Espagne cette année. Celle-ci est très insuffisante même avec 5 passages qui permettraient d'augmenter le nombre d'individu dans le meilleur des cas entre 400 et 500 mais est ce suffisant pour dégager des résultats significatifs ? Selon les experts, 30 individus pour une modalité d'une même espèce semblent être nécessaire pour une bonne évaluation de l'influence de modalités.

De plus le temps consacré à la capture des individus au filet fauchoir est important (1h par parcelle). Avec 5 passages en 2016 cela représente un travail important. De plus il faut prendre en compte la météo puisque le protocole doit se réaliser dans des conditions à peu près similaires (vent, ensoleillement) pour l'ensemble des parcelles, et entre 10h et 16h lorsque les abeilles sont en activité. Ce qui laisse peu de marge de manœuvre pour optimiser le travail.

De nombreuses méthodes sont utilisées pour étudier la richesse et l'abondance des pollinisateurs. Toutefois celle qui est la plus efficace, tant dans les habitats agricoles que dans les habitats à forte composition d'éléments semi-naturels, est celle de piégeage par coupelle (Westphal *et al.*, 2008). Ce protocole nécessite d'être adapté au contexte de l'étude mais il permet de récolter le plus grand nombre d'individus comparé aux autres méthodes (Westphal *et al.*, 2008) ainsi que de supprimer le biais du collecteur. Ces auteurs indiquent aussi que la crainte d'un effet attractif de certaines espèces d'abeilles de la coupelle de piégeage n'est pas justifiée car cette méthode collecte la même diversité d'abeilles comparée aux différents protocoles de transect. Il est même considéré comme étant le meilleur indicateur de richesse spécifique globale des abeilles (Westphal *et al.*, 2008). Dans une autre comparaison de protocole d'échantillonnage de pollinisateurs Monsevičius (2004) conseille l'utilisation de coupelle de piégeage.

La mise en œuvre d'un protocole de piégeage par coupelle semble être plus adaptée au contexte de cette étude. En perspective une piste d'amélioration de la méthode qui sera proposée aux autres partenaires du projet avec l'utilisation de coupelles de 4 couleurs différentes (jaune, vert, bleu et blanc) disposées soit toutes dans un seul rang, ou soit chacune dans un rang différent. Les coupelles devront être fixées sur un support transportable et déplacées par les viticulteurs lors de leurs différentes interventions dans les parcelles.

Conclusion

Ce travail s'inscrit dans le cadre du programme européen VineDivers qui vise à étudier les services écosystémiques rendus par la biodiversité dans les vignobles. Cette première année a consisté, en France, à la mise en œuvre et au déploiement de ce programme. Pour cela, diverses approches méthodologiques ont été mises en place. En effet, les objectifs de mon stage ont été de (i) mettre en place un réseau de parcelles pour le programme VineDivers dans les Coteaux du Layon, (ii) tester des protocoles d'observation de la biodiversité végétale et des pollinisateurs dans ces parcelles, (iii) d'initier une première mise en relation entre la biodiversité observée sur ces parcelles et les pratiques de gestion viticole locales et la complexité du paysage environnant.

Dans un premier temps, un état des lieux à la fois en termes de complexité du paysage et des pratiques de gestion observées dans ce vignoble a été établi car les Coteaux du Layon constituent une nouvelle zone d'étude pour l'ensemble des chercheurs impliqués dans ce projet. Pour pallier à ces lacunes, la confrontation à la réalité de terrain a constitué un fort investissement en temps de travail. Cette meilleure compréhension de la complexité de ce territoire a contribué à la sélection de modalités en accord avec les attentes de ce programme européen tout en intégrant la réalité du terrain en termes de pratiques de gestion et de diversité du paysage. Ainsi, la collaboration avec les experts français en écologie du paysage a permis d'étudier plus précisément la complexité du paysage par la prise en compte de la densité viticole dans le paysage environnant alors que la complexité du paysage n'est le plus souvent appréhendée que par le pourcentage d'éléments semi-naturels.

Au terme de ce travail, il en résulte la sélection de 19 parcelles sur les 24 nécessaires au dispositif VineDivers. La vérification de l'adéquation entre l'analyse paysagère théorique (établie à partir de couches d'information SIG) et la réalité de terrain, réalisée sur 9 parcelles, permet de valider la méthodologie mise en œuvre pour la sélection des parcelles. La mise en œuvre test du protocole flore sur 11 parcelles a permis de discriminer des situations de pratiques de gestion et apparaît adéquat pour répondre aux attentes du programme. En revanche, la mise en œuvre test du protocole abeilles sauvages sur 16 parcelles nuance l'adaptabilité et l'adéquation de celui-ci dans le contexte du Layon. En effet, le faible nombre d'individus collectés apparaît être un facteur limitant pour discriminer les modalités étudiées dans ce programme. Concernant l'abondance et la diversité des pollinisateurs, des tendances sont observées mais ne sont pas significativement différentes d'un point de vue statistique. Ce constat conduit à des suggestions d'amélioration de ce protocole qui seront soumises à l'ensemble des partenaires européens du programme. Cette étude méthodologique préliminaire ne permet pas en l'état actuel des connaissances et des données collectées, de valider ou réfuter les hypothèses établies dans ce programme concernant l'influence du paysage et/ou des modes de gestion sur la biodiversité des pollinisateurs.

Conclusion

En perspective, 5 parcelles avec accord des viticulteurs devront être sélectionnées cet automne afin que le dispositif d'étude soit complet pour la mise en application de l'ensemble des protocoles étudiés dès février 2016.

Une des limites identifiées au cours de cette étude reste les collaborations qui auraient pu être plus étroites avec les professionnels de la filière viticole (i.e. les délégués viticoles, l'interprofession, la chambre d'agriculture). Aussi, à l'issue des premières enquêtes réalisées auprès des viticulteurs impliqués, le contact humain local via la rencontre physique (par opposition aux contacts téléphoniques précédant pour la présentation du projet et leur accord de participation) est apparu primordial pour optimiser ces collaborations naissantes. Maintenant que l'échantillon de parcelles est quasi-disponible et que les protocoles ont été testés, il est donc nécessaire d'interagir beaucoup plus étroitement avec la profession viticole durant cet automne pour identifier des experts locaux qui pourront discuter les résultats avec les partenaires scientifiques du projet.

Bibliographie

Altieri, M.A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74, 19–31.

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B., Ferrer, E.A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471, 51–57.

Baudry, J., Papy, F. (2001). The role of landscape heterogeneity in the sustainability of cropping systems. In *Crop Science: Progress and Prospects*. Edited by F., Nösberger, J., Geiger, H.H., Struik, P.C., CABI Publishing, Oxon pp. 243–259.

Berndt, L.A., Wratten, S.D., and Scarratt, S.L. (2006). The influence of floral resource subsidies on parasitism rates of leafrollers (Lepidoptera: Tortricidae) in New Zealand vineyards. *Biol. Control* 37, 50–55.

Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P.M., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A.P., Potts, S.G., Kleukers, R., Thomas, C.D., Settele, J., Kunin, W.E. (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313, 351–354.

Boller, E.F., Gut, D., Remund, U. (1997). Biodiversity in three trophic levels of the vineyard agro-ecosystem in northern Switzerland. In *Vertical Food Web Interactions*, (Springer), pp. 299–318.

Burel, F., Lavigne, C., Marshall, E.J.P., Moonen, A.C., Ouin, A., Poggio, S.L. (2013). Landscape ecology and biodiversity in agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 1–2.

Butchart, S.H., Walpole, M., Collen, B., Van Strien, A., Scharlemann, J.P., Almond, R.E., Baillie, J.E., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., et al. (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328, 1164–1168.

Chevassus-au-Louis, B., Salles, J.-M., Pujol, J.-L., Bielsa, S., Martin, G., Richard, D. (2009). *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes: contribution à la décision publique (Documentation française)*.

Clavien, Y., Delabays, N. (2006). Botanical inventory in vineyards from the French-speaking part of Switzerland: knowing the vegetation to improve its management. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. Switz.*

Cranmer, L., McCollin, D., Ollerton, J. (2012). Landscape structure influences pollinator movements and directly affects plant reproductive success. *Oikos* 121, 562–568.

Daily, G. (1997). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington, DC.

Descôtes, A., Moncomble, D. (2013). Champagne, environnement et développement durable 30 ans d'histoire! *Le Vigneron Champenois*. 134, 38–74.

Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J.-M. (2007). The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu Rev Entomol* 52, 81–106.

English-Loeb, G., Rhainds, M., Martinson, T., Ugine, T. (2003). Influence of flowering cover crops on *Anagrus* parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) and *Erythroneura* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) in New York vineyards. *Agric. For. Entomol.* 5, 173–181.

Bibliographie

- Le Féon, V. (2011). Insectes pollinisateurs dans les paysages agricoles : approche pluri-échelle du rôle des habitats semi-naturels, des pratiques agricoles et des cultures entomophiles [en ligne]. Ecology environment. Université Rennes1, 2010, 257p. Format pdf. Disponible sur <<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00566660>> (Consulté le 25/09/2015).
- Le Féon, V., Schermann-Legionnet, A., Delettre, Y., Aviron, S., Billeter, R., Bugter, R., Hendrickx, F., Burel, F. (2010). Intensification of agriculture, landscape composition and wild bee communities: a large scale study in four European countries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 137, 143–150.
- Le Féon, V., Burel, F., Chifflet, R., Henry, M., Ricroch, A., Vaissière, B.E., Baudry, J. (2013). Solitary bee abundance and species richness in dynamic agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 166, 94–101.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. (2005). Global consequences of land use. *Science* 309, 570–574.
- Gago, P., Cabaleiro, C., Garcia, J. (2007). Preliminary study of the effect of soil management systems on the adventitious flora of a vineyard in northwestern Spain. *Crop Prot.* 26, 584–591.
- Goulson, D., Lye, G.C., Darvill, B. (2008). Decline and conservation of bumble bees. *Annu Rev Entomol* 53, 191–208.
- He, F., Hubbell, S.P. (2011). Species-area relationships always overestimate extinction rates from habitat loss. *Nature* 473, 368–371.
- Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Böhm, M., Brooks, T.M., Butchart, S.H., Carpenter, K.E., Chanson, J., Collen, B., Cox, N.A., et al. (2010). The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science* 330, 1503–1509.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T. (2008). Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos* 117, 354–361.
- Homand, F., Pons, M.-N. (2004). Ecole doctorale “Sciences et ingénierie des ressources, procédés, produits, environnement”. Actes du séminaire 2004 de l'école doctorale RP2E 15 juin 2004, (Nancy).
- Jacometti, M.A., Wratten, S.D., Walter, M. (2007). Enhancing ecosystem services in vineyards: using cover crops to decrease botrytis bunch rot severity. *Int. J. Agric. Sustain.* 5, 305–314.
- Jacometti, M.A., Wratten, S.D., Walter, M. (2010). Review: alternatives to synthetic fungicides for Botrytis cinerea management in vineyards. *Aust. J. Grape Wine Res.* 16, 154–172.
- Klein, A.-M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 274, 303–313.
- Krebs, J.R., Wilson, J.D., Bradbury, R.B., Siriwardena, G.M. (1999). The second silent spring? *Nature* 400, 611–612.
- Kremen, C., Williams, N.M., Thorp, R.W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99, 16812–16816.
- Millenium Ecosystem Assesment (2005). Ecosystems and human well-being. Island Press, Washington, DC).

Bibliographie

- Monsevičius, V. (2004). Comparison of three methods of sampling wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Čepkeliai Nature Reserve (South Lithuania). *Ekologija* 32–39.
- Nations Unies (1992). Convention sur la diversité biologique. (Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement),.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25, 345–353.
- Robinson, R.A., Sutherland, W.J. (2002). Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *J. Appl. Ecol.* 39, 157–176.
- Ruiz-Colmenero, M., Bienes, R., Marques, M.J. (2011). Soil and water conservation dilemmas associated with the use of green cover in steep vineyards. *Soil Tillage Res.* 117, 211–223.
- Ruiz-Colmenero, M., Bienes, R., Eldridge, D.J., Marques, M.J. (2013). Vegetation cover reduces erosion and enhances soil organic carbon in a vineyard in the central Spain. *Catena* 104, 153–160.
- Rundlöf, M., Nilsson, H., Smith, H.G. (2008). Interacting effects of farming practice and landscape context on bumble bees. *Biol. Conserv.* 141, 417–426.
- Sanguankee, P.P., León, R.G. (2011). Weed management practices determine plant and arthropod diversity and seed predation in vineyards. *Weed Res.* 51, 404–412.
- Steffan-Dewenter, I., Münzenberg, U., Bürger, C., Thies, C., Tschardtke, T. (2002). Scale-Dependent Effects of Landscape Context on Three Pollinator Guilds. *Ecology* 83, 1421–1432.
- Steffan-Dewenter, I., Potts, S.G., Packer, L. (2005). Pollinator diversity and crop pollination services are at risk. *Trends in Ecology and Evolution* 20, 651–652.
- Steffan-Dewenter, I., Klein, A.-M., Gaebele, V., Alfert, T., Tschardtke, T. (2006). Bee diversity and plant–pollinator interactions in fragmented landscapes. *Spec. Gen. Plant-Pollinator Interact.* 387–410.
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671–677.
- Tschardtke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity–ecosystem service management. *Ecol. Lett.* 8, 857–874.
- Westphal, C., Steffan-Dewenter, I., Tschardtke, T. (2003). Mass flowering crops enhance pollinator densities at a landscape scale. *Ecol. Lett.* 6, 961–965.
- Westphal, C., Bommarco, R., Carré, G., Lamborn, E., Morison, N., Petanidou, T., Potts, S.G., Roberts, S.P., Szentgyörgyi, H., Tscheulin, T., Vaissière, B.E., Woyciechowski, M., Biesmeijer, J.C., Kunin, W.E., Settele, J., Steffan-Dewenter, I. (2008). Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. *Ecol. Monogr.* 78, 653–671.
- Williams, P.H., Osborne, J.L. (2009). Bumblebee vulnerability and conservation world-wide. *Apidologie* 40, 367–387.
- Xi, Z., Tao, Y., Zhang, L., Li, H. (2011). Impact of cover crops in vineyard on the aroma compounds of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon wine. *Food Chem.* 127, 516–522.
- Zhang, W., Ricketts, T.H., Kremen, C., Carney, K., Swinton, S.M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecol. Econ.* 64, 253–260.

ANNEXES

Sommaire des annexes

ANNEXE I : FLYER DE COMMUNICATION	1
ANNEXE II : QUESTIONNAIRE VITICULTEURS 2015.....	5
ANNEXE III : LISTE DES ESPECES VEGETALES INVENTORIEES ET LEUR ABONDANCE DANS LES QUADRATS	7
ANNEXE IV : COEFFICIENT D'ELLENBERG ATTRIBUE AUX ESPECES VEGETALES RECENSEES.....	9

VineDivers

Projet de recherche européen



© Anisette Nicolai - Université de Rennes 1

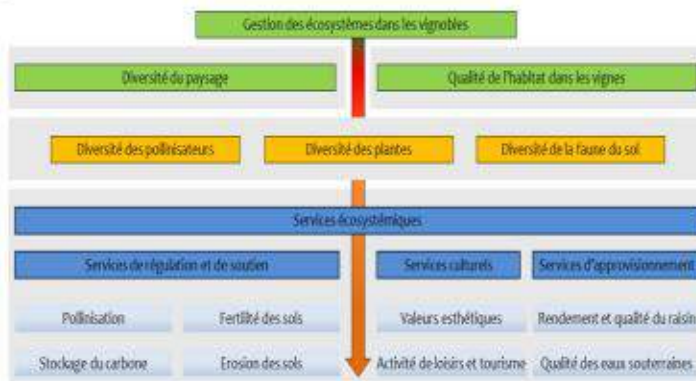
Services écosystémiques rendus par la biodiversité dans les vignobles

Des paysages viticoles diversifiés et riches en espèces animales et végétales peuvent contribuer à réduire le besoin en intrants (fertilisants et/ou phytosanitaires), tout en constituant un patrimoine culturel qui procure des valeurs esthétiques pour la valorisation des vins et des loisirs récréatifs des habitants.

C'est dans ce contexte que le projet européen **VineDivers** a été initié pour établir un premier bilan des services écosystémiques rendus par la biodiversité végétale et animale dans des vignobles d'Autriche, Espagne, Roumanie et France (Layon).



Objectifs



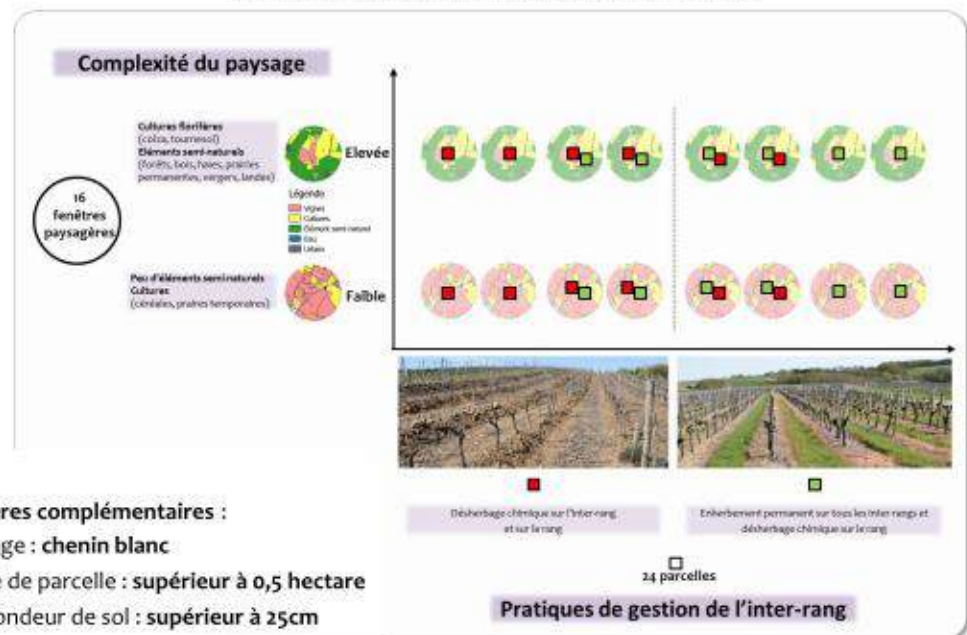
* Les **services écosystémiques** sont les bénéfices rendus par la nature (nourriture, eau, bois, pollinisation...) aux activités humaines.

- (1) Déterminer comment les différentes pratiques de gestion viticole et les paysages environnants impactent la faune du sol, les plantes et les pollinisateurs et comment les services écosystémiques rendus par ces groupes fonctionnels au sein des paysages viticoles sont modifiés
- (2) Évaluer quelles pratiques viticoles (type et fréquence des perturbations du sol) peuvent permettre d'optimiser le compromis entre productivité et services écosystémiques*, selon la complexité du paysage
- (3) Élaborer en concertation avec les acteurs locaux concernés (viticulteurs, conseillers viticoles, décideurs politiques, ...) des propositions d'adaptation de pratiques agro-viticoles qui soutiendraient la conservation ou la restauration de cette biodiversité sans altération des rendements (quantitativement et surtout qualitativement)

Dispositif d'étude

Les parcelles sont choisies selon 2 **critères principaux** :

- Complexité du paysage : élevée / faible
- Pratiques de gestion de l'inter-rang : enherbé ou non



- **Critères complémentaires :**
Cépage : chenin blanc
Taille de parcelle : supérieur à 0,5 hectare
Profondeur de sol : supérieur à 25cm

Les paramètres étudiés

Végétation



Abeilles sauvages



Lombriciens

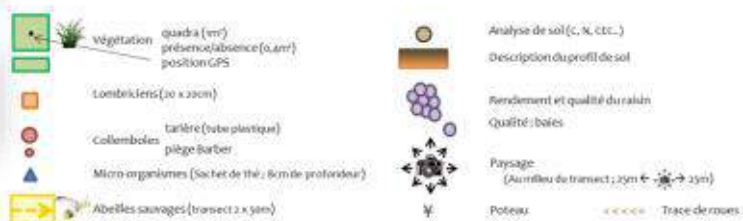
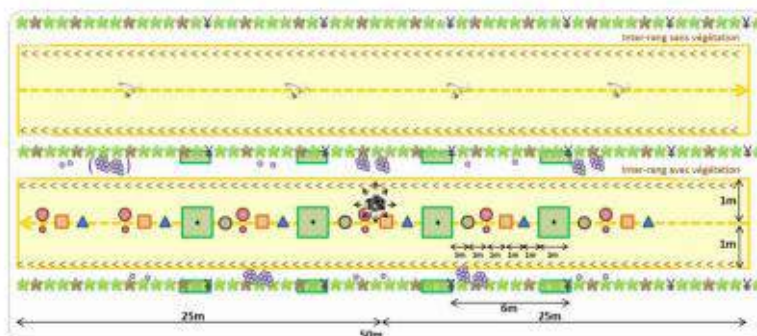


Collemboles



© Université de Rennes 1

Les observations et prélèvements seront réalisés principalement sur un seul inter-rang de la parcelle.
Les inter-rangs voisins seront échantillonnés uniquement pour les abeilles.



Sol



Qualité du raisin



Calendrier

En 2015 - Phase de test d'une partie des protocoles sur un échantillon de parcelles

En 2016 - Visite du territoire par l'ensemble des partenaires européens (mi janvier)

- Echantillonnage de l'ensemble des paramètres effectués par l'Université de Rennes 1
- Questionnaire sur les pratiques de gestion de la vigne

2016	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Echantillon de sol												
Faune du sol												
Abeilles sauvages												
Végétation												
Qualité viticole												
Esthétique du paysage												

En 2017 - Réunion de restitution des résultats où un rendu individualisé par parcelle sera alors remis à chaque viticulteur impliqué dans ce projet

Vignobles étudiés



& partenaires scientifiques

FRANCE

Vignoble du Layon

OSUR - Université Rennes
UMR CNRS Ecobio



ALLEMAGNE

Department of Agricultural Economics and
Rural Development - Göttingen

ROUMANIE

Vignoble de Transylvanie

{1} Research-Development Station
for Viticulture and Enology Blaj, Alba county;
{2} University of Agriculture Science
and Veterinary Medicine Cluj Napoca

ESPAGNE

Vignoble de Montilla-Moriles

Institute for Sustainable Agriculture, CSIC - Cordoba

AUTRICHE

Vignoble de Carnuntum

{1} Institute of Zoology,
University of Natural Resources and Life Sciences ;
{2} Institute of Integrative Nature Conservation Research,
University of Natural Resources and Life Science
Vienna

@ Sites web



<http://www.vinedivers.eu>

<http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr>

Contacts

Pour toutes questions, vous pouvez contacter :

Responsable scientifique : Daniel Cluzeau - daniel.cluzeau@univ-rennes1.fr

Coordination française du projet : Annegret Nicolai - annegret.nicolai@univ-rennes1.fr

& Muriel Guernion - muriel.guernion@univ-rennes1.fr



Identification de l'exploitation

Code (ne pas remplir) :

Nom :

Domaine ou nom de l'exploitation :

Code postal :

N° de téléphone :

Prénom :

Commune :

Lieu dit :

Courriel :

Gestion de l'enherbement (Surlignez en jaune les réponses pour les retours par mail)

1- Quel est le mode d'entretien du sol sous le rang ?

- ☐ 1. Chimique ☐ 2. Mécanique ☐ 3. Thermique ☐ 4. Enherbement naturel ☐ 5. Enherbement semé
☐ 6. Mécanique + chimique ☐ 7. Autre

Vous pouvez entourer plusieurs réponses.

2- Quel est le mode d'entretien du sol sur les inter-rangs (hors utilisation d'engrais verts) ?

- ☐ 1. Chimique ☐ 2. Mécanique ☐ 3. Thermique ☐ 4. Enherbement naturel ☐ 5. Enherbement semé
☐ 6. Mécanique + enherbement ☐ 7. Mécanique + chimique ☐ 8. Enherbement + chimique ☐ 9. Autre

Vous pouvez entourer plusieurs réponses.

3- Cette parcelle est-elle décompactée ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

Fréquence ? ☐ 1. Tous les ans ☐ 2. Tous les 2 ans ☐ 3. Tous les 3 ans ☐ 4. Tous les 4 ans ☐ 5. Tous les 5 ans ou plus

A quand remonte le dernier décompactage de cette parcelle ?

4- Est-ce que la parcelle reçoit des apports de matières organiques ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

Fréquence ? ☐ 1. Tous les ans ☐ 2. Tous les 2 ans ☐ 3. Tous les 3 ans ☐ 4. Tous les 4 ans ☐ 5. Tous les 5 ans ou plus

Quelle est la dernière date d'apport de matières organiques sur cette parcelle ?

5- Quel programme de fertilisation avez-vous réalisé sur cette parcelle en 2015 ?

- ☐ 1. Fumure de fond P-K ☐ 2. Fumure azotée ☐ 3. Apport d'oligo-éléments
☐ 4. Aucune fertilisation ☐ 5. Autres types de produits (PRP, bio-stimulants...)

Vous pouvez entourer plusieurs cases.

Si Fertilisation P-K ou fumure azotée, quantité amenée l'hectare (kg P-K/ha):

6- Apportez-vous des amendements calciques sur la parcelle ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

Fréquence ? ☐ 1. Tous les ans ☐ 2. Tous les 2 ans ☐ 3. Tous les 3 ans ☐ 4. Tous les 4 ans ☐ 5. Tous les 5 ans ou plus

Quelle est la dernière date d'apport d'un amendement basique calcique ou magnésien sur cette parcelle ?

7- Comment gérez-vous les bois de taille ?

- ☐ 1. Retour au sol ☐ 2. Exportés

8-Si cette parcelle est enherbée, totalement ou en partie, l'enherbement est-il semé ou naturel ?

1.Semé **2.**Naturel

Si l'enherbement est semé, quelles espèces principales ont été implantées pour enherber cette parcelle ?

1. Ray-grass	2. Fétuque rouge demi-traçante	3. Fétuque rouge gazonnante	4. Fétuque élevée
5. Fétuque ovine	6. Dactyle	7. Pâturin des prés	8. Plantain
9. Trèfle souterrain	10. Trèfle blanc nain	11. Koelerie	12. Luzerne
13. Autre			

En cas d'enherbement multispécifique, entourez les espèces implantées dans la liste proposée
Si 'Autre', précisez les espèces utilisées pour l'enherbement :

9-En quelle année cet enherbement a été mis en place sur cette parcelle ?

10-Quel est le nombre de fauches réalisées sur la parcelle en 2015 ?

11-Combien de traitements herbicides avez-vous réalisé sur cette parcelle en 2015 ?

12-Quels sont les produits et les doses utilisées ?

13-Combien de traitements insecticides avez-vous réalisé sur cette parcelle en 2015 ?

14-Quels sont les produits et les doses utilisées ?

Précisez le nombre de traitements effectués contre la flavescence dorée

15-Combien de traitements fongicides avez-vous réalisé sur cette parcelle en 2015 ?

Précisez le nombre de traitements effectués à base de cuivre.

16-Si vous connaissez la valeur de votre IFT (Indice de Fréquence de Traitements) sur cette parcelle précisez-le :

Annexe III : Liste des espèces végétales inventoriées et leur abondance dans les quadrats

Relevés inter-rang des parcelles enherbées :

	7LO_Veg1	7LO_Veg2	7LO_Veg3	7LO_Veg4	16LO_Veg1	16LO_Veg2	16LO_Veg3	16LO_Veg4	14LO_Veg1	14LO_Veg2	14LO_Veg3	14LO_Veg4	5LO_Veg1	5LO_Veg2	5LO_Veg3	5LO_Veg4	11LO_Veg1	11LO_Veg2	11LO_Veg3	11LO_Veg4	4LO_veg1	4LO_veg2	4LO_veg3	4LO_veg4	15LO_veg1	15LO_veg2	15LO_veg3	15LO_veg4	12L_veg1	12L_veg2	12L_veg3	12L_veg4
<i>Achillea millefolium</i>							0,4																									
<i>Agrostis capillaris</i>			2		1	1	8	7	0,1		1				0,1	0,1	4	7	2	8	0,2	5	3	0,4								
<i>Andryala integrifolia</i>	0,1							0,1																								
<i>Avena fatua</i>													0,1	4	3	2																
<i>Belis perennis</i>													0,1			0,1						0,1	0,1	0,1								
<i>Bromus sp</i>	0,4	5	1	2				0,1	0,1									0,1														
<i>Centaurea (?)</i>					0,1																											
<i>Cerastium glomeratum</i>	1																				0,1											
<i>Cirsium vulgare</i>																													2			
<i>Convolvulus arvensis</i>		1	0,1							4	1	0,1	0,2		0,4		0,2	1	0,2	0,2		0,2							0,2	0,4	0,2	0,4
<i>Crepis biennis</i>	0,1	0,1		0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1										0,2				0,2	0,4	0,1	0,2				
<i>Dactylis glomerata</i>					1														0,4													
<i>Daucus carota</i>					0,1	0,1	0,1	0,2					0,2			0,2	1	0,1	1	1					0,2							
<i>Epilobium hirsutum</i>	0,1	0,1							0,1	0,2	0,1	0,2						0,1		0,1									0,1			
<i>Erigeron sp</i>	0,1									0,2	0,2																					
<i>Festuca rubra</i>																					10	4	4	8	4	8	7	1				
<i>Galium mollugo</i>						0,2	1	3																								
<i>Geranium columbinum(?)</i>		0,2	0,1	0,1		0,1			0,1	0,2	0,2	0,1		0,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1							0,1	0,1				
<i>Graminée flle large</i>	0,2																															
<i>Hieracium pilosella</i>						7	3	1																								
<i>Holcus lanatus</i>		0,4			8	2	0,2	0,1									4		3												0,1	0,1
<i>Hypericum perforatum</i>																			0,1			0,1				0,4	0,2	0,4	0,4		0,1	
<i>Hypochaeris radicata</i>														0,1		0,1		0,1								0,4	0,2	0,4	0,4		0,1	
<i>Juncus bufonius</i>									0,1																							
<i>Leontodon hispidus</i>							0,2																							0,1		


Relevés inter-rang des parcelles enherbées :

	7LO_Veg1	7LO_Veg2	7LO_Veg3	7LO_Veg4	16LO_Veg1	16LO_Veg2	16LO_Veg3	16LO_Veg4	14LO_Veg1	14LO_Veg2	14LO_Veg3	14LO_Veg4	5LO_Veg1	5LO_Veg2	5LO_Veg3	5LO_Veg4	11LO_Veg1	11LO_Veg2	11LO_Veg3	11LO_Veg4	4LO_veg1	4LO_veg2	4LO_veg3	4LO_veg4	15LO_veg1	15LO_veg2	15LO_veg3	15LO_veg3	12L_veg1	12L_veg2	12L_veg3	12L_veg4
Linaria vulgaris					0,1																											
Lolium perenne		0,4									0,1										0,2	0,4	3	0,4					6	5	7	9
Lysimachia arvensis										0,1							0,1															
Medicago arabica	5	0,1	0,2															0,1														
Medicago lupulina	0,1			0,2																									0,1			
Ombellifere sp																		0,1	0,4	0,2												
Picris echinoides	1	0,4	0,4	1							0,1		0,1																			
Picris hieracioides	0,2								0,1	0,1	0,1	0,4																		0,1		
Plantago coronopus									0,1	0,1																						
Plantago lanceolata			0,1	0,1	0,1	0,1		0,2	0,1				0,1		0,1	0,1									0,1				3	1	1	0,4
Plantago major		0,1	1	1																											0,1	
Poa annua													10	6	7	8														0,1		
Polygonum aviculare															0,1														0,1			
Prunus spinosa												0,1																				
Rosa sp																										0,1						
Rubia peregrina																													0,2			
Rumex acetosa				0,1									0,1	0,1		0,4			0,1		0,1											
Rumex acetosella																0,4																
Rumex crispus		0,1													0,1						0,1											
Salix sp																	0,1															
Senecio arvensis																										0,1						
Sheradia arvensis	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2				0,4	5	2	0,2	0,1				0,1				0,1		0,1									
Sonchus sp								0,1					0,1			0,1																
Tarraxacum sp									0,1	0,1	0,2	0,2		0,1	0,2																	
Torilis arvensis																													0,2			
Trifolium pratense																														0,1		
Trifolium repens			2	0,2														0,1			0,2	0,2	0,1	0,1	1	1	2	6	0,1	0,4		0,1
Verbena officinalis																														0,2		
Vicia sativa		0,1		0,1	0,1				0,4											0,4	0,1				0,1	0,2						
Vulpia bromoides	9	5	5	7					8	5	3	6					0,1	4	2	0,2					5	1	1	2				

Annexe IV : Coefficient d'Ellenberg attribué aux espèces végétales recensées

ELLENBERG (revus par Hill)									
	L (Lumière)	F (Humidité)	R (pH)	N (Fertilité)		L (Lumière)	F (Humidité)	R (pH)	N (Fertilité)
<i>Achillea millefolium</i>	7	5	6	4	<i>Medicago arabica</i>	7	5	6	5
<i>Agrostis capillaris</i>	6	5	4	4	<i>Medicago lupulina</i>	7	4	8	4
<i>Andryala integrifolia</i>					<i>Ombellifere sp</i>				
<i>Avena fatua</i>	7	4	7	7	<i>Picris echinoides</i>	7	5	7	6
<i>Belis perennis</i>	8	5	6	4	<i>Picris hieracioides</i>	8	4	8	3
<i>Bromus sp</i>					<i>Plantago coronopus</i>	8	6	6	4
<i>Centaurea (?)</i>					<i>Plantago lanceolata</i>	7	5	6	4
<i>Cerastium glomeratum</i>	7	5	6	5	<i>Plantago major</i>	7	5	6	7
<i>Cirsium vulgare</i>	7	5	6	6	<i>Poa annua</i>	7	5	6	7
<i>Convolvulus arvensis</i>					<i>Polygonum aviculare</i>	7	5	6	7
<i>Crepis biennis</i>	8	5	7	6	<i>Prunus spinosa</i>	6	5	7	6
<i>Dactylis glomerata</i>	7	5	7	6	<i>Rosa sp</i>				
<i>Daucus carota</i>	8	4	7	3	<i>Rubia peregrina</i>	6	4	8	5
<i>Epilobium hirsutum</i>	7	8	7	7	<i>Rumex acetosa</i>	7	5	5	4
<i>Erigeron sp</i>					<i>Rumex acetosella</i>	7	5	4	3
<i>Festuca rubra</i>	8	5	6	5	<i>Rumex crispus</i>	8	6	7	6
<i>Galium mollugo</i>	7	4	7	4	<i>Salix sp</i>				
<i>Geranium columbinum(?)</i>	7	4	7	7	<i>Senecio arvensis</i>	7	5	7	7
<i>Graminée flle large</i>					<i>Sheradia arvensis</i>	7	4	6	4
<i>Hieracium pilosella</i>	8	4	7	2	<i>Sonchus sp</i>	7	5	7	6
<i>Holcus lanatus</i>	7	6	6	5	<i>Tarraxacum sp</i>	7	5	7	6
<i>Hypericum perforatum</i>	7	4	7	5	<i>Torilis arvensis</i>	8	4	8	4
<i>Hypochaeris radicata</i>	8	4	5	3	<i>Trifolium pratense</i>	7	5	7	5
<i>Juncus bufonius</i>	7	7	6	5	<i>Trifolium repens</i>	7	5	6	6
<i>Leontodon hispidus</i>	8	4	7	3	<i>Verbena officinalis</i>	8	5	7	6
<i>Linaria vulgaris</i>	7	4	8	6	<i>Vicia sativa</i>	7	4	7	4
<i>Lolium perenne</i>	8	5	6	6	<i>Vulpia bromoides</i>	8	4	5	3
<i>Lysimachia arvensis</i>	7	4	6	5					

Fiche Résumé

		Diplôme / Mention : Master 2 Sciences, Technologies, Santé Spécialité : Production et Technologie du Végétal (ProTeV) Parcours : Production Végétales Spécialisées (PVS) Option : Produits phytosanitaires, réglementation, méthodes alternatives
Auteur(s) : Maxime Favreau		Organisme d'accueil : UMR EcoBio - Université de Rennes 1 Adresse : Station Biologique de Paimpont « Beauvais » 35380 PAIMPONT Maitre de stage : Daniel Cluzeau
Date de naissance : 26/04/1992		
Nb pages : 33	Annexes: 4	
Année de soutenance : 2015		
Titre français :	APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES POUR ÉVALUER LA DIVERSITÉ DE LA FLORE ET DES ABEILLES SAUVAGES EN FONCTION DES PAYSAGES ET DES DIFFÉRENTES PRATIQUES DE GESTION DES SOLS <i>DANS LE VIGNOBLE DES COTEAUX DU LAYON</i>	
Titre anglais :	Methodological approaches in order to evaluate vegetation and wild bees diversity according to landscape complexity and soil cover management intensity in the Coteaux du Layon vineyards	
<p>Résumé : Ce travail s'inscrit dans le cadre du programme européen VineDivers qui vise à étudier les services écosystémiques rendus par la biodiversité dans les vignobles. Cette première année a consisté, en France, à la mise en œuvre et au déploiement de ce programme dans les Coteaux du Layon. Pour cela, les objectifs de mon stage, principalement axés sur les approches méthodologiques, ont consisté à la mise en place d'un réseau de parcelles pour le programme VineDivers et au test des protocoles d'observation de la biodiversité végétale ainsi que des pollinisateurs dans ces parcelles. Au cours de ce travail, un état des lieux de la complexité des paysages et des pratiques de gestion viticole sur le territoire des Coteaux du Layon a été établi, ce qui a permis de définir les modalités françaises qui seront étudiées dans le programme. En effet, la complexité du paysage (généralement appréhendée par le pourcentage d'éléments semi-naturels) prend en compte, dans le dispositif français, le pourcentage de vigne dans le paysage environnant. Ensuite, à l'issue d'un processus de sélection, 19 parcelles ont été identifiées sur les 24 nécessaires au dispositif VineDivers. Aussi, les tests des protocoles flore et abeilles sauvages ont permis de tester leur applicabilité dans le cadre de ce programme. L'année prochaine, l'ensemble des protocoles seront appliqués sur les parcelles des 4 vignobles européens étudiés. Il sera ensuite possible de mettre en relation les divers paramètres de biodiversité étudiés avec les pratiques de gestion viticole et la complexité du paysage environnant.</p>		
<p>Abstract: This work is part of the European project VineDivers, which aims to assess the ecosystem services provided by biodiversity in vineyards. This first year consisted, in the implementation and the deployment of this program in the Coteaux du Layon (France). Therefore the objectives of my internship, mainly focused on methodological approaches, have been to select a network of plots for the VineDivers project and test the vegetation and wild bees protocols on these parcels. During this work, an inventory of landscape complexity and wine management practices observed on the studied territory has been established, which permitted to define the French modalities that will be studied in the project. Indeed, landscape complexity (generally apprehended by the percentage of semi-natural elements) takes into account, in the French device, the percentage of vine in the surrounding landscape. Then, 19 parcels were selected in the 24 needed for VineDivers device. Furthermore, tests of the flora and wild bees protocols have allowed the evaluation of their applicability in this project. Next year, all protocols will be applied to the plots of the 4 European studied vineyards. It will then be possible to link biodiversity parameters with wine management practices and landscape complexity.</p>		
Mots-clés :	Services écosystémiques, biodiversité, pollinisateurs, paysage, vignes	
Keywords :	Ecosystem services, biodiversity, pollinators, landscape, vineyards	